

gebracht worden ist, vollständig ignoriert. Durch die Ergebnisse dieser Versuche werden die Weismann'schen Theorien der Amphimixis und der Determinanten direkt und für immer widerlegt. Herr von Lendenfeld hat aber seinen Lesern nichts von alledem gesagt. Aus diesem Umstand leite ich die Berechtigung her, an den Schluss dieser notgedrungenen Entgegnung auf eine Kritik, die ich bei aller persönlichen Freundschaft nicht als genügend bezeichnen kann, das folgende Wort des Altmeisters Goethe, das ich zufällig gestern, während ich mich mit Herrn von Lendenfeld zu beschäftigen hatte, auf der Rückseite des für den 4. bzw. 5. Juni 1894 bestimmten Blattes meines Abreisskalenders fand, zu setzen: „Gegner glauben uns zu widerlegen, wenn sie ihre Meinung wiederholen und auf die unsrige nicht achten“. Auch ein zweites Wort desselben Altmeisters der Morphologie, das zufällig auf demselben Blatte stand, mag hier Platz finden: „Was man nicht bespricht, bedenkt man nicht recht“.

Darmstadt, den 6. Juni 1894.

Die Vererbung erworbener Eigenschaften.

Von **Wilhelm Haacke**.

Die große Wichtigkeit, die einer baldigen Anerkennung der Vererbung erworbener Eigenschaften zukommt, veranlasst mich zu den nachfolgenden Ausführungen, die dazu bestimmt sind, den Sieg derjenigen nach meiner Ansicht allein berechtigten Auffassung der organischen Natur zu beschleunigen, die ohne die Anerkennung der Vererbung erworbener Eigenschaften nicht auskommen kann.

Wer sich mit der „Frage“ nach der Vererbung erworbener Eigenschaften beschäftigen will, hat sich zunächst darüber klar zu werden, ob die Keimesentwicklung eine epigenetische oder eine evolutionistische, auf Präformation beruhende ist. Nach der Weismann'schen Vererbungstheorie sind die Organe des späteren Körpers im Keime präformiert. Weismann nimmt an, dass für alle Organe besondere Bestimmungsstücke oder Determinanten im Keime vorhanden sind. Diese sollen in Gebilden enthalten sein, die Weismann Ide nennt, und die sich in größerer Anzahl in der Keimzelle befinden sollen. Jedes Id ist indessen nach Weismann befähigt, den ganzen späteren Organismus hervorzubringen, und zwar dadurch, dass es sich im Verlaufe der keimesgeschichtlichen Entwicklung in die einzelnen Determinanten zerlegt. Hierdurch wird es selbstverständlich aufgebraucht, und da Weismann die Darwin'sche Annahme eines Keimchentransportes von den Körperzellen nach den Keimzellen hin mit Recht verwirft, so muss er auf andere Weise dafür sorgen, dass in den Keimzellen Ide für die nächste

Generation enthalten sind. Er nimmt deshalb an, dass die Ide sich im Anfang der Keimesentwicklung in ihnen gleiche Tochteride teilen, und dass die einen Tochteride bei der Keimesentwicklung aufgebraucht werden, die anderen dagegen in die sich bildenden Keimzellen zu liegen kommen, wodurch diese befähigt werden, sich wieder zu ausgebildeten Organismen zu entwickeln.

Nun ist aber die Teilung der Ide in der Weise, dass aus einem Id zwei vollständige Ide hervorgehen, bei den meisten Organismen unmöglich.

Das Id ist ein Individuum. Wo sich sonst Individuen, etwa einzellige Tiere, oder auch tierische Personen, wie es oft vorkommt, durch Teilung fortpflanzen, ist dies nach Weismann nur deshalb möglich, weil in beiden Teilhälften der betreffenden Individuen Reserveide mit Reservedeterminanten liegen, die beide Teilstücke zu einem vollständigen Individuum ergänzen. So soll bei einer durch einen Querschnitt in zwei Stücke geschnittenen *Hydra* das hintere Stück vermöge der in ihm liegenden Reservedeterminanten ein Vorderende, und das vordere Stück, ebenfalls, weil es Reservedeterminanten besitzt, ein Hinterende regenerieren.

Was ermöglicht aber den Iden, sich in dem Mutteride gleiche Tochteride zu teilen?

In ihnen müssten doch auch Reserveide liegen, bereit, die beiden Teilstücke des Id, dass sich, sei es der Länge, sei es der Quere nach, geteilt hat, zu ganzen Iden zu vervollständigen. — Mit dieser Annahme käme die Weismann'sche Präformationslehre aber auf die alte Einschachtelungstheorie hinaus. Will sie das nicht, dann ist sie unmöglich; denn es lässt sich auf keine erdenkliche Weise zeigen, dass ein kompliziert gebautes Id, das sich geteilt hat, die Möglichkeit besitzt, sich wieder zu ergänzen.

Das Id muss einen bestimmten architektonischen Bau haben, weil es den Formenverhältnissen des Körpers, der sich aus ihm entwickeln soll, entsprechen muss. Ein zweiseitig-symmetrischer Körper z. B. kann nur aus einem Id hervorgehen, an welchem ein Oben und Unten, ein Vorn und Hinten, ein Rechts und Links zu unterscheiden ist. Kein Id mit anderen Symmetrieverhältnissen ist fähig, einen zweiseitig-symmetrischen Körper hervorzubringen. Und dasselbe gilt von unsymmetrischen Körpern, wie wir sie beispielsweise bei Schnecken und Plattfischen finden. — Dass sich ein zweiseitig-symmetrisches oder ein unsymmetrisches Id, das sich in irgend einer durch seinen Körper gehenden Ebene geteilt hat, zu einem vollständigen Id ergänzen könnte, ohne dass in ihm selber wieder Reserveide liegen, ist, wenn man nicht seine Zuflucht zur Epigenesis nehmen will, ein Ding der absoluten Unmöglichkeit. Weismann ist dieser Umstand, der seine Präformationstheorie vernichtet, nicht aufgestoßen. Ich fordere die An-

hänger Weismann's hiermit ausdrücklich auf, mich zu widerlegen. Da man mir aber, sei es auch nur schweigend, zugestehen müssen wird, dass ich Recht habe, so wird damit die Unmöglichkeit der Präformationstheorie endgiltig dargethan sein. Dann kann die Theorie der Vererbung nur eine epigenetische sein.

Die Theorie der Epigenesis nimmt an, dass kein einziges Organ in der Keimzelle vorgebildet ist, sondern dass die Keimzelle aus einem gleichförmigen Stoffgemenge besteht. Wie verhält sich nun diese Annahme zu der Frage, wie die Organismen zu der einen Zweck vortäuschenden Gliederung ihrer Körper gekommen sind?

Versuchen wir es einmal, uns die Entstehung der erhaltungsmäßigen Organisation mit Hilfe des Darwinismus und auf Grund einer epigenetischen Keimesentwicklung zu erklären.

Der Darwinismus nimmt an, dass die Organismen aus irgend einem Grunde variieren. Für eine epigenetische Vererbungstheorie kann das nur heißen, dass das Keimplasma durch diese oder jene Ursachen verändert wird. Da nun aber nach der Epigenesislehre das Keimplasma durchweg denselben Charakter hat, da in ihm keine Organe vorgebildet sind, so müssen sich sämtliche Organe des Körpers, der aus dem Keimplasma entsteht, verändern, sobald sich das Keimplasma ändert, denn alle hängen ja von dem Keimplasma ab. Dass nun alle Organe infolge von irgend welcher Veränderung des Keimplasma in günstiger Richtung variirten, wäre eine ebenso bodenlose Annahme wie die, dass sie sich alle in ungünstiger Richtung veränderten. Beide Annahmen sind ausgeschlossen. Man musste vielmehr annehmen, dass durch eine Veränderung des Keimplasma die einen Organe in günstiger, die anderen in ungünstiger Weise abgeändert werden. Nun aber nimmt der Darwinismus an, dass jedes Individuum einer Organismenart in anderer Weise variirt als die übrigen. Das eine wird nach dieser, das andere nach jener Richtung hin abändern. Bei dem einen werden diese, bei dem anderen jene Organe günstig, die übrigen Organe aber ungünstig beeinflusst werden. Nach Darwin'scher Annahme wählt ferner der Kampf ums Dasein diejenigen Individuen zur Nachzucht aus, die im höchsten Grade den Anforderungen entsprechen, die durch die jeweiligen Verhältnisse der Umgebung gestellt werden. Es wäre nun aber eine völlig willkürliche und durch Nichts zu rechtfertigende Annahme, dass der Kampf ums Dasein Individuen von genau derselben Beschaffenheit auswählte. Die meisten Organismenarten sind durch eine große Anzahl von Einrichtungen, die zur Erhaltung der Art nötig sind, gekennzeichnet. Wenn aber die Variation nur so beschaffen sein kann, dass die einen Organe in günstiger, die anderen in ungünstiger Richtung abändern, dann muss der Kampf ums Dasein so auswählen,

dass das eine Individuum vielleicht auf Grund seiner guten Augen zur Nachzucht bestimmt wird, das andere dagegen, weil es ein gutes Gehör besitzt, während bei dem Ersteren das Gehör, bei dem Letzteren das Gesicht minder gut entwickelt sein kann. Bei einem Individuum wird die Organgruppe a, bei einem Zweiten b, bei einem Dritten c, bei einem 4., 5., 6. werden die Organgruppen d bzw. e und f ausschlaggebend im Kampfe ums Dasein sein. Nun ist es zwar wahrscheinlich, dass mehrere Individuen, bei denen die Gruppe a das Ueberleben ermöglicht, durch den Kampf ums Dasein zur Nachzucht ausgewählt werden; aber für Individuen mit den ausschlaggebenden Organgruppen b, c und d u. s. w. gilt dasselbe, und es ist durchaus unwahrscheinlich, dass diejenigen Individuen, bei denen die Gruppe a ausschlaggebend für das Ueberleben im Kampf ums Dasein ist, sich miteinander paarten. Das gleiche gilt für die Individuen mit der ausschlaggebenden Gruppe b, c, d u. s. w.; höchst wahrscheinlich werden sich Individuen miteinander paaren, bei denen nicht eine und dieselbe Organgruppe den Sieg im Kampfe ums Dasein herbeigeführt hat. Es kann sehr leicht vorkommen, dass ein Individuum mit guten Augen aber minder gutem Gehör sich mit einem solchen mit gutem Gehör, aber minder guten Augen paart. Bei der Nachkommenschaft muss infolge dessen, wenigstens bei allen Organismen, die sich durch geschlechtliche Fortpflanzung vermehren, eine Nivellierung eintreten. Zu einer Züchtung der Organe durch die Darwin'sche Auslese im Kampfe ums Dasein kann es bei epigenetischer Keimesentwicklung überhaupt nicht kommen, wie ich in meinem Buche über „Gestaltung und Vererbung“ (Leipzig 1893) eingehend nachgewiesen habe. Der Epigenetiker ist gezwungen, den orthodoxen Darwinismus zu verwerfen.

Eine Auslese durch den Kampf ums Dasein nehme auch ich an; sie ist aber eine wesentlich andere, als diejenige Darwin's. Eine epigenetische Vererbungstheorie und Darwin's Selektionstheorie vertragen sich nicht miteinander.

Alle diejenigen Anhänger der Epigenesislehre, die nicht mehr gewillt sind, an den Darwinismus wie an ein Dogma zu glauben, werden mit der Zeit dahin kommen, mir Recht zu geben. Wenn aber der Darwinismus gefallen ist, dann bleibt nichts Anderes übrig, als eine Vererbung erworbener Eigenschaften anzunehmen, um durch sie die erhaltungsmäßige Organisation der Tiere und Pflanzen zu erklären.

Was versteht man nun unter erworbenen Eigenschaften?

Diese Frage hat mit aller wünschenswerten Schärfe Weismann, und Niemand besser als er, beantwortet. Weismann unterscheidet an jedem Individuum einen Personalteil und einen Germinalteil. Den

Personalteil nennt er das Soma. „Erworbene Eigenschaften“ sind nach Weismann solche, die an dem Soma infolge von äußeren Einflüssen oder von Gebrauch und Nichtgebrauch neu hervorgebracht werden, also im Soma und nicht in den Keimzellen oder deren Vorläufern entstehen. Weismann nennt solche Eigenschaften somatogene. Blastogene nennt er dagegen die, welche im Germinalteile, im Keim-Plasma der zukünftigen Generation entstehen, und nicht im Soma. Nur diese sollen sich nach Weismann vererben, nicht aber die somatogenen.

Es ist wohl nicht leicht möglich, dass Jemand präziser seiner Anschauung Ausdruck geben kann, als Weismann es in Bezug auf den Unterschied blastogener und somatogener Eigenschaften und die Vererbbarkeit beider gethan hat. Weismann leugnet die Vererbung somatogener Eigenschaften; andere Naturforscher können ohne die Annahme der Vererbung erworbener Eigenschaften nicht auskommen. Die Alternative ist also die: somatogene Eigenschaften vererben sich — somatogene Eigenschaften vererben sich nicht.

Dass es sich bei der Diskussion über die Möglichkeit oder Unmöglichkeit einer Vererbung somatogener Eigenschaften um einen müßigen Streit handle, ist eine zwar gelegentlich geäußerte, aber nicht zu begründende Behauptung, und speziell Weismann selbst hat sich das große Verdienst erworben, das Objekt des Streites scharf präzisiert zu haben. Der Streit über die Vererbung erworbener Eigenschaften betrifft die Frage, ob somatogene Eigenschaften sich vererben oder nicht. Auf diese Frage kann man nur mit Ja oder mit Nein antworten; ein Drittes gibt es nicht. Wenn wir uns mit dieser Frage beschäftigen wollen, müssen wir uns vor allem über die Begriffe klar sein. Weismann ist sich aber über den von ihm aufgestellten Begriff der somatogenen Eigenschaften völlig klar, und etliche wenigstens seiner Gegner sind es, Dank der scharfen Begriffsbestimmung Weismann's, auch.

Was könnte man, wenn man Weismann's Definition nicht gelten lassen will, etwa sonst noch unter erworbenen Eigenschaften verstehen?

Wenn ich einem schwarzen Pferd an einer bestimmten Stelle der Brust solange das Haar auszupfe, bis anstatt schwarzen Haares an dieser Stelle weißes Haar wächst — eine Prozedur, die gelegentlich vorgenommen werden soll, um einen sogenannten „Stern“ zu erzeugen, dann ist dieser Stern, der an einer bestimmten Stelle entstandene weiße Fleck, eine erworbene Eigenschaft, obwohl der Fleck insofern im Bau des Pferdes begründet ist, als die Möglichkeit, dass an irgend einer Stelle des Pferdekörpers, oder, was dasselbe ist, an allen Stellen weiße Flecke durch wiederholtes Ausreißen des Haares hervorgebracht werden können, von vornherein vorhanden war. Dass diese Flecke

an bestimmten Stellen entstehen, ist aber nicht in dem Bau des Pferdes begründet. Der Versuch, erworbene Eigenschaften im Bau des Plasmas begründet sein zu lassen, ist deshalb aussichtslos. Erworbene Eigenschaften sind eben solche, die sich im Laufe des individuellen Lebens nicht heranzubilden, wenn nicht eine ganz bestimmte Veranlassung, die dem Organismus bis dahin fremd war, da ist. Und wenn man sagen wollte, dass eine erworbene Eigenschaft in der Anlage vorhanden sein muss, so kann es sich dabei nicht um das handeln, was Weismann und seine Gegner unter einer erworbenen Eigenschaft verstehen. Das ist nur eine solche, die an einer ganz bestimmten Körperstelle infolge einer ganz bestimmten Einwirkung, die auf die betreffende Körperstelle stattfindet, entsteht, und zwar nur deshalb entsteht, weil eben jene bestimmte Einwirkung auf diese bestimmte Körperstelle erfolgt, die aber nicht entsteht, wenn jene Einwirkung auf diese Körperstelle nicht stattfindet, also auch nicht im Keim angelegt gewesen sein kann. Ob eine bestimmte Veränderung, die an einer bestimmten Körperstelle infolge bestimmter Einflüsse bewirkt wird, sich in der Weise vererben kann, dass sie, ohne dass bei den Nachkommen jene Einwirkungen auf diese Körperstelle von Neuem erfolgen, dennoch an derselben Stelle wieder erscheint oder ob sie das nicht kann, um diese Frage dreht es sich bei dem Streit um die Vererbung erworbener Eigenschaften, der zwischen Weismann und seinen Gegnern geführt wird. Und diese Frage kann man nur mit Ja oder mit Nein beantworten.

Nun könnte man allerdings sagen, auch bei erworbenen Eigenschaften müsse die Möglichkeit, dass sie entstehen können, im Keimplasma begründet sein. Das wäre aber eine arge Trivialität. Daran, dass die Möglichkeit der Erwerbung neuer Eigenschaften gegeben sein muss, wenn sich neu erworbene Eigenschaften vererben sollen, hat noch kein Mensch gezweifelt.

Um möglichen Missverständnissen vorzubeugen, will ich hier einmal darlegen, wie ich mir die Entstehung bestimmter Organe, etwa der Zitzen bei den Säugetieren, die bekanntlich bei den Monotremen noch nicht vorhanden sind, denke. Ich denke sie mir folgendermaßen: Die Vorfahren der heutigen Zitzentiere hatten noch keine Zitzen, sondern ihre Milchdrüsen öffneten sich gleich denen der Monotremen auf einer siebförmig durchlöcherten Hautstelle. Diese Hautpartie zogen die Jungen dadurch, dass sie die Haut mit dem saugenden Munde fassten, allmählich zu einer Zitze aus, wie ja auch noch heute die Zitzen durch das Saugen und Melken vergrößert werden. An einer ganz bestimmten Hautstelle entstand also infolge einer ganz bestimmten Einwirkung, nämlich des Saugens, eine warzenförmige Erhebung der Haut, die nicht entstanden wäre, wenn an dieser Stelle nicht gesogen worden wäre, die also im Keime nicht angelegt war,

sondern erst erworben wurde, die allerdings erworben werden konnte, weil sie ja sonst nicht entstanden wäre, die aber nur deshalb erworben wurde, weil eben an jener Stelle gesogen wurde. Diese neu erworbene Zitze bildete sich, nachdem das Säugen aufgehört hatte, wieder zurück, verschwand aber nicht völlig, wurde nach späteren Geburten wieder herausgezogen, und hinterließ endlich eine niedrige, vielleicht kaum wahrnehmbare, aber immerhin vorhandene und bleibende Erhebung der betreffenden Hautstelle. Von dieser, wie gesagt, vielleicht kaum sichtbaren, aber trotzdem aktuell vorhandenen Hauterhebung nehme ich an, dass sie auf die Nachkommen vererbt wurde. Infolge dessen konnte bei diesen eine größere Zitze entstehen, die eine größere bleibende Hautwarze hinterließ. Wenn letztere wieder vererbt wurde, so wurde die Saugwarze durch fortgesetzten Gebrauch und die Vererbung seiner Folgen bis zu derjenigen erblichen Größe herangebildet, in welcher wir sie heute bei den verschiedenen Gruppen der Säugetiere finden. Und diese Größe ist eine recht beträchtliche, wie wir an denjenigen weiblichen Säugetieren sehen, die noch niemals gesäugt haben.

Nach der Ansicht derer, die weder ausgesprochene Darwinisten, noch entschiedene Lamarekianer sein wollen, und deshalb den Streit über die Vererbung erworbener Eigenschaften für müßig halten, müsste sich die Sache aber ganz anders gestalten: Die zitzenlosen Vorfahren der Zitzentiere variierten infolge von Einwirkungen, welche die Keime veränderten. Die einen erhielten dadurch potentielle Zitzen, die andern nicht. Dort, wo potentielle Zitzen vorhanden waren, wurden diese durch das Säugen herausgezogen, und die Jungen, die an diesen erst durch Säugen herangebildeten Zitzen sogen, überlebten, diejenigen aber, bei deren Müttern keine potentiellen Zitzen vorhanden waren, und die deshalb auch keine aktuelle Zitzen aus der Haut ihrer Mütter herausziehen konnten, gingen zu Grunde. Den Müttern konnte es indessen völlig gleichgültig sein, ob sie Zitzen hatten oder nicht, denn diese betreffen das Wohl der Jungen und nicht das der Mütter. Diejenigen Jungen nun, die von Müttern mit potentiellen Zitzen abstammten, erbten diese, die einen in höherem, die anderen in geringerem Maße; bei einigen aber traten die Zitze infolge günstiger Keimesvariation in verstärktem Maße auf. Die Jungen der Letzteren hatten wieder die größten Aussichten im Kampfe ums Dasein und bestanden ihn, während die übrigen Individuen dieses nicht thaten. Auf diese Weise konnten allmählich immer stärkere potentielle Zitzen herangezüchtet werden. Aber diese konnten sich immer nur erst dann zu aktuellen Zitzen heranbilden, wenn die Jungen an den Stellen, wo die Zitzen zur Ausbildung kommen konnten, auch wirklich sogen. Woher kommt es aber dann, dass die Zitzen schon da sind, lange bevor sie gebraucht werden?

Für solche halbe Gegner Weismann's, die nur potentielle, keine aktuelle, Organe gezüchtet werden lassen, um auf diese Weise Lamarckismus und Darwinismus zu verquicken, ist es unmöglich, diese Frage zu beantworten. Nach Weismann's Anschauungen werden aber nicht bloß potentielle Zitzen, sondern wirkliche Zitzen gezüchtet, und die Entstehung der letzteren würde sich leicht begreifen lassen, falls der Darwinismus und Weismann's Determinantenlehre das Richtige getroffen hätten. Entweder Darwinismus und Determinantenlehre, oder Vererbung erworbener Eigenschaften. Damit der Streit um die letztere nicht versumpfe, ist es nötig, das Objekt des Streites immer wieder klar zu definieren; nur dann kann der Streit endlich einmal zum regelrechten Antrag gebracht werden. Eine Erledigung des Streites wird aber verzögert, wenn man, wie es leider mehrfach vorgekommen ist, unter gänzlicher Verkennung des Streitobjektes zurechtweisend in den Streit einzugreifen sucht.

Durch meine obigen Ausführungen gebe ich indessen nicht zu, dass das Problem überhaupt ein noch zu lösendes sei. Ich selbst habe schon in meinem Werke über „Gestaltung und Vererbung“ gezeigt, dass erworbene Eigenschaften sich mit Notwendigkeit vererben müssen, und dieser Nachweis ist nicht einmal schwer zu führen. Dass Weismann und andere ihn nahezu für unmöglich halten, kommt daher, weil sie sich in eine präformistische Vererbungstheorie hineingelegt haben, und bei Weismann kommt dazu die viel zu weit gehende Unterscheidung des Personalteils von dem Germinalteil des Organismus.

Ich habe oben diese Unterscheidung adoptiert, weil es galt, das Objekt des Streites zwischen Weismann und seinen Gegnern klar zu bezeichnen. Indessen ist eine so scharfe Trennung des Personalteils und des Germinalteils, wie Weismann sie vornimmt, unmöglich. Diese Weismann'sche Trennung kommt darauf hinaus, dass der Germinalteil gewissermaßen in dem Personalteil schmarotzt, dass also beide ein voneinander ebenso unabhängiges Leben führen, wie es Parasit und Wirt thun. Eine solche Unabhängigkeit des Germinalteils vom Personalteil besteht aber nicht.

Wenn wir nun auch die Möglichkeit einer derartigen Trennung des Personalteils vom Germinalteil leugnen, so bleiben, wie ich beiläufig bemerken will, meine obigen Ausführungen davon unberührt; denn wir können immer Keimzellen und solche Zellen, die noch soviel Keimplasma enthalten, dass sie neue Individuen hervorbringen können, den anderen Zellen des Körpers gegenüberstellen, die das nicht mehr vermögen. Die Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften ist dann die, ob Eigentümlichkeiten, die von diesen letzteren Zellen, nicht aber von den Keimplasma enthaltenden Zellen erworben sind, auf diese in der Weise übertragen werden können, dass eine Vererbung

erworbener Eigenschaften stattfinden muss, oder ob sie das nicht können. Wenn ich also die Möglichkeit einer Trennung des Personalteils vom Germinalteil leugne, so bleibt meine Polemik gegen unterrichtete Schlichter des Streites über die Vererbung erworbener Eigenschaften dadurch unangefochten.

Dass eine Trennung zwischen Germinal- und Personalteil, wie sie Weismann annimmt, nicht möglich ist, lehrt eine kurze Ueberlegung. Der Körper eines jeden Organismus bildet ein Gleichgewichtssystem; würde er das nicht thun, so würde er zerfallen; und die Keimzellen sind Glieder in diesem Gleichgewichtssystem. Gleichgewichtssysteme können aber verändert werden, und solches ist bei dem Organismus nicht weniger leicht möglich, als bei anderen Gleichgewichtssystemen, denn der Organismus ist nichts Starres, sondern etwas in sich Bewegliches, und er ist einem fortwährenden Wechsel unterworfen. Kein Teil eines Organismus kann sich verändern, ohne dass alle übrigen sich mitverändern. Man kann sogar so weit gehen, zu behaupten, dass die Störung des Gleichgewichts in einer einzigen Zelle eine Veränderung des Gleichgewichts in allen übrigen nach sich ziehen muss. Es kann unmöglich anders sein, da die Zellen alle direkt oder indirekt durch Brücken mit einander verbunden sind, abgesehen von solchen Zellen, die, wie die Leukocyten, fortwährend im Körper umherwandern. Eine direkte oder indirekte Verbindung der nicht freibeweglichen Zellen im Körper leugnet heute Niemand mehr. Wenn nun irgend eine Zelle eine von Außen veranlasste innere Veränderung erfährt, so müssen die benachbarten Zellen mit denen diese Zelle durch Brücken verbunden ist, mit absoluter Notwendigkeit in Mitleidenschaft gezogen werden. Dadurch muss sich aber die Störung des Gleichgewichts durch den ganzen Körper hindurch fortsetzen, und sei die Störung auch noch so klein. Ehe die Folgen einer solchen Störung sichtbar werden, muss die Störung allerdings beträchtliche Dimensionen annehmen. Dass aber in jedem einzelnen Falle eine Störung des ganzen Gleichgewichtssystems, das der Körper bildet, eintreten muss, sobald eine einzige Zelle in ihrem Gleichgewicht gestört wird, kann der Naturforscher unmöglich leugnen. Da nun die Keimzellen mit den übrigen Zellen des Körpers innig verbunden sind und sehr häufig noch besondere Einrichtungen haben, die eine weitgehende Beeinflussung der Keimzellen seitens der sie umgebenden übrigen Zellen ermöglichen, so muss sich jede Veränderung des Gleichgewichts in irgend einer anderen Zelle auch in den Keimzellen fühlbar machen. Und wenn das ursprüngliche und ererbte Gleichgewicht des Körpers dauernd geändert wird, so muss sich auch die Konstitution der Keimzellen dauernd ändern, und zwar mit absoluter Notwendigkeit. Es hieße aller Wissenschaft Hohn sprechen, wenn man dies leugnen wollte. Diejenigen Neuerwerbungen, die Weismann soma-

togene nennt, müssen sich also auch ohne Weiteres in den Keimzellen fühlbar machen, und umgekehrt müssten blastogene Erwerbungen sofort das Soma in Mitleidenschaft ziehen, wenn es den von den Körperzellen rings umschlossenen und mit ihnen in Verbindung stehenden Keimzellen überhaupt möglich wäre, auf eigene Hand Neuerwerbungen zu machen; das ist aber unmöglich. Diejenigen umgestaltenden Einflüsse, welche die noch in Verbindung mit dem Soma stehenden Keimzellen treffen, können nur durch die Körperzellen zu den Keimzellen gelangen, sie können aber nicht durch die Körperzellen hindurchkommen, ohne diese unberührt zu lassen. Es sind vielmehr Veränderungen der Körperzellen, die den Veränderungen der Keimzellen vorausgehen müssen. Von der umgestaltenden Einwirkung der Umgebung können eben nur diejenigen Zellen zuerst betroffen werden, die unmittelbar mit der Umgebung verkehren, alle übrigen Zellen werden mittelbar durch die Umgebung umgestaltet, und das gilt ganz besonders auch von den Keimzellen. Solange, wie die Keimzellen noch mit den umgebenden übrigen Zellen in Verbindung stehen, können die ersteren sich nicht unabhängig von den letzteren verändern. Alle Veränderungen, welche die Keimzellen während dieser Zeit treffen, müssen somatogene sein.

Das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften löst sich demgemäß in zwei Probleme auf; einmal in das Problem der Umgestaltung des Körpers und sämtlicher in ihm enthaltener Zellen, die Keimzellen selbstverständlich mit eingeschlossen, infolge von Einflüssen der Umgebung oder veränderten Gebrauches der Organe, und zweitens in das Problem der Vererbung. Können wir eine Erklärung für die Umänderung des Gleichgewichts im Körper geben, so brauchen wir nur noch zu zeigen, auf welche Weise sich der entwickelte Organismus aus dem Keimplasma zu bilden vermag, um das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften zu lösen. Denn wenn jede Veränderung des Gleichgewichts sich auch auf die Keimzellen ausdehnt, wenn also dem Gleichgewicht irgend einer Zelle des Körpers ein ganz bestimmtes Gleichgewicht in jeder anderen Zelle des Körpers, natürlich mit Einschluss der Keimzellen, entspricht, und wenn jede Veränderung des Gleichgewichts in irgend einer Körperzelle das Gleichgewicht in jeder anderen Zelle, immer wieder mit Einschluss der Keimzellen, verändern muss, so ist die Vererbung erworbener Eigenschaften ja selbstverständlich. Nicht die Erklärung der Vererbung erworbener Eigenschaften ist es, die besondere Schwierigkeiten macht, sondern die Erklärung der Vererbung überhaupt, der Nachweis, dass gewisse Zellen, die wir Keimzellen nennen, und deren plasmatische Gleichgewichtsverhältnisse im Gleichgewicht mit sämtlichen übrigen Zellen des Körpers, welchem sie angehören, stehen, befähigt

sind, diesen bei weitem größeren Teil des Körpers wieder aus sich hervorgehen zu lassen.

Was aber die erworbenen Eigenschaften anbelangt, so ist der Nachweis, dass sie sich gleich allen übrigen vererben müssen, so leicht zu führen, dass man nicht recht versteht, wie kenntnisreiche und tiefdenkende Naturforscher gerade darin eine besondere Schwierigkeit erblicken können.

„Für Denjenigen, der sich die Größe des Rätsels der angeblichen Uebertragung von Veränderungen des Personalteils auf den Germinalteil vorgestellt hat“, sagt unser ausgezeichneteter Wilhelm Roux, „ist die von Weismann sorgfältig begründete, und neben ihm auch von Owen, Bütschli, Galton, M. Nussbaum, Jul. Sachs u. a. ausgebahnte Theorie von der Kontinuität des Keimplasma die Erlösung von einem auf unserem Erkenntnisvermögen lastenden Alp, die Befreiung von zwei der schwierigsten entwicklungsmechanischen Probleme, von Problemen, welche schwerer lösbar erscheinen, als das der Entwicklung des Zweckmäßigen ohne zweckthätiges Wirken. Als nach Erkenntnis strebende Wesen werden wir dringend wünschen, dass sich dieses Fundament von der Theorie der Kontinuität des Keimplasma immer mehr bewahrheiten möge“.

Ich muss gestehen, dass mir dieser Ausspruch des bahnbrechenden Begründers der Entwicklungsmechanik um so weniger verständlich ist, als er gerade aus dem Munde von Wilhelm Roux kommt. Die einzige Möglichkeit, ein Verständnis für diesen Ausspruch Roux's zu gewinnen, finde ich in seiner Hinneigung zum Präformismus. Wenn es Vererbung erworbener Eigenschaften gibt, „so müssten“, sagt Roux, „die vom Personalteil erworbenen Eigenschaften nicht bloß auf das Keimplasma übertragen, sondern zugleich auch aus dem entwickelten Zustande zurück in den unentwickelten, dem Keimplasma adäquaten Zustand verwandelt, also impliziert oder involviert werden“. Diese Schwierigkeit fällt aber für den Epigenetiker fort. Der Präformist oder Evolutionist, welcher annimmt, dass die im Keime angelegten Organe während der Ontogenese expliziert oder evolviert werden, muss allerdings auch annehmen, dass erworbene Eigenschaften in den Keimzellen impliziert oder involviert werden müssen, und wie solches geschehen könnte, wäre freilich ein Rätsel, wie es größer wohl kaum gedacht werden könnte. Aber für den Epigenetiker handelt es sich nicht um Implikation und Explikation, um Involution und Evolution, sondern einfach um die Fragen: „Wie haben wir uns die Entstehung von dauernden Gleichgewichtsveränderungen des Körpers zu denken, und auf welche Weise bildet sich der differenzierte Körper aus dem undifferenzierten Keimplasma“.

Was die erstere Frage anlangt, so ist gerade Wilhelm Roux der Forscher, dem das seiner Größe nach kaum zu überschätzende

Verdienst gebührt, durch Aufstellung der Theorie der funktionellen Anpassung die Thore der Erkenntnis geöffnet zu haben. Ich will mich hier aber nicht bei der Erklärung der funktionellen Anpassung aufhalten, da ich es in erster Linie mit der Vererbung zu thun habe. Dass funktionelle Anpassung stattfindet, beweisen die Thatsachen; dass die dadurch bewirkten Gleichgewichtsveränderungen sich mit absoluter Notwendigkeit auch in den Keimzellen äußern müssen, ist gewiss. Somit bleibt nur noch zu erklären, auf welche Weise die Vererbung zu Stande kommt, auf welche Weise aus denjenigen Gleichgewichtsverhältnissen, die bei der Loslösung der Keimzelle aus ihrer Umgebung in der Keimzelle herrschen, die Thatsachen der Vererbung zu erklären sind. Das Problem besteht also in dem Nachweis, auf welche Weise es möglich ist, dass gewisse Zellen, die mit den übrigen Zellen des Körpers im Gleichgewicht stehen, befähigt sind, einen diesem Körper gleichen Körper aus sich hervorzubringen.

So schwer lösbar, wie es Manchem erscheinen mag, ist auch dieses Problem nicht. Genau genommen kommt es auf die Frage hinaus, auf welche Weise Teilstücke des Körpers wieder zum Ganzen werden können. Das Problem der Vererbung ist also identisch mit dem Problem der Regeneration.

Wir werden uns deshalb am leichtesten einem Verständnis der Vererbung nähern, wenn wir die verschiedenen Arten der Regeneration ins Auge fassen, zunächst die kleineren Defekte, darauf die größeren verloren gegangener Körperteile, weiterhin diejenigen Fälle von Regeneration, in welchen aus verhältnismäßig wenigen Zellen der ganze Organismus des betreffenden Tier- oder Pflanzenindividuums wieder hervorgeht, endlich die, wo der Körper von einer einzigen Zelle regeneriert wird. Diese aber sind kaum zu trennen von denjenigen, wo es sich um die Entstehung des Organismus aus einer befruchteten oder unbefruchteten Eizelle handelt.

Von den Fällen von Regeneration kleiner Defekte wollen wir zunächst einen hypothetischen ins Auge fassen. Es sei eine einzige Zelle im Körper eines Tieres zerstört. Vorausgesetzt, dass dieses Tier an der betreffenden Körperstelle überhaupt die Fähigkeit der Regeneration besitzt, wird an den Platz der zerstörten Zelle eine andere treten. Dies könnte etwa dadurch geschehen, dass sich eine der benachbarten Zellen teilt, und dass von den beiden aus der Teilung dieser Mutterzelle hervorgehenden Zellen die eine den Platz der Mutterzelle behält, die andere dagegen den der zerstörten Zelle einnimmt. Die Regeneration könnte aber auch auf die Weise erfolgen, dass die Lücke die durch die Zerstörung einer Zelle hervorgebracht worden ist, dadurch ausgefüllt wird, dass sich die benachbarten Zellen zur Schließung der Lücke zusammendrängen und so den Platz der zerstörten Zelle besetzen. Dadurch müsste aber in der Nachbarschaft ein anderer Platz

frei werden; zum mindesten müsste das Gefüge des umgebenden Gewebes derartig gelockert werden, dass nunmehr an irgend einer Stelle, wo die Widerstände der benachbarten Zellen besonders gering geworden sind, eine Zellteilung eintritt. Dadurch würde die ursprüngliche Zahl der Zellen dieser Körperstelle wiederhergestellt werden, und es wäre so auch auf diese Weise die durch Zerstörung einer Zelle entstandene Lücke wieder ausgefüllt.

Worum handelt es sich nun in diesem hypothetischen Fall? — Offenbar darum, dass ein Platz, der durch die Organisation des betreffenden Tieres bedingt ist, frei wurde und wieder besetzt wurde, etwa in der Weise, wie ein Dachziegel, der durch einen auffallenden Stein zertrümmert worden ist, dadurch wieder ersetzt wird, dass man einen neuen Dachziegel an seine Stelle bringt. Es handelt sich also hierbei um das Bestehenbleiben der einmal gegebenen Organisation, des den betreffenden Organismus charakterisierenden Bauplans, und die Kontinuität der Organisation ist sowohl dann gewährleistet, wenn eine Zelle dadurch, dass sich eine benachbarte Zelle teilt und den von der verloren gegangenen Zelle eingenommenen Platz durch eine ihrer Tochterzellen ausfüllt, ersetzt wird, als auch in denjenigen Fällen, wo eine Verschiebung der benachbarten Zellen zum Zweck der Ausfüllung des leer gewordenen Platzes nötig wird. Zwar mag in diesem letzteren Fall die Organisation nicht bis in alle Einzelheiten beibehalten werden; aber der Bauplan bleibt im großen und ganzen derselbe.

Der Bauplan wird aber auch in denjenigen Fällen nicht geändert, wo es sich um die Regeneration größerer Defekte handelt, z. B. um die der Schwanzspitze einer Eidechse. Ist bei einer Eidechse der Schwanz verloren gegangen, so wächst an seiner Stelle ein neuer Schwanz heraus, und nimmt deshalb die Stelle des alten ein, weil ihm diese Stelle durch die Organisation, durch den Bauplan des ganzen Tieres vorgeschrieben ist. Zwar wird bei den meisten Eidechsen die Organisation insofern etwas gestört, als ein neuer Schwanz gewöhnlich in seiner Beschuppung mehr oder weniger von dem ursprünglichen Schwanz abweicht. Immerhin aber ist die Kontinuität der Organisation auch hier eine sehr weitgehende, weil eben der Bauplan des übrigen Körpers durch den Verlust des Schwanzes nicht wesentlich verändert wird. Die Regeneration wird also auch in diesem Fall dadurch ermöglicht, dass der Bauplan beibehalten, und dass die Lücke, die in dem Gebäude entstanden ist, wieder ausgefüllt wird. Will man die Vorgänge, die hierbei stattfinden, mit solchen an menschlichen Bauwerken vergleichen, so kann man etwa sagen, dass es sich bei der Regeneration eines Eidechsenchwanzes um einen Fall analog demjenigen handelt, wo etwa die Spitze eines Turmes abgebrochen ist. Will man den Turm nicht ganz und gar umbauen, so muss man sich

bis zu einem beträchtlichen Grade an den ursprünglichen Bauplan halten. Man würde, falls einer der beiden Türme des Kölner Domes etwa seine Spitze verlieren würde, die neue Spitze nicht wesentlich anders gestalten können als die des anderen Turmes; man würde an deren Stelle nicht etwa die Spitze der Cheops-Pyramide setzen können. Wenn man wollte, könnte man ja immerhin untergeordnete Modifikationen vornehmen; aber an der Bruchstelle müsste sich doch das Neue einigermaßen „organisch“ an das Alte anschließen, denn sonst würden die statischen Verhältnisse des Bauwerks beträchtlich gestört und gefährdet werden.

An die Betrachtung von Fällen, zu denen die Regeneration eines Eidechsenchwanzes, eines Molehbeines und dergleichen mehr gehören würden, schließen wir die, wo eine Regeneration etwa des halben Körpers stattfindet, wie sie beispielsweise beim Regenwurm vorkommt. Schneidet man einen Regenwurm in zwei gleich große Stücke so erhält dies vordere Stück eine neue Endhälfte und das hintere eine neue Vorderhälfte. Auch hierbei wird der Bauplan beibehalten. Der regenerierte Teil des Nervensystems ist eine Fortsetzung des vorhandenen; der neue Abschnitt des Darmrohrs eine Verlängerung des alten; kurz, die wiedererzeugte Körperstrecke ist dadurch entstanden, dass die alte an einem Ende gewachsen ist, wobei die einzelnen Teile ihre relative Lage zu einander beibehielten, und das ist dasselbe, wie eine Beibehaltung des Bauplans.

Wir können das, worum es sich hierbei handelt, etwa mit der Rekonstruktion des oberen Teiles eines Spitzbogengewölbes, das von vier Säulen getragen wird, vergleichen. Durch den Bauplan dieses Gewölbes, durch des letzteren Statik, wird die Rekonstruktion bis zu einem beträchtlichen Grade vorgeschrieben. Der neue Teil der Säulen muss sich innig an den übrig gebliebenen Teil anschließen, und der Schlussstein des ganzen Gewölbes wird ungefähr wieder dieselbe Lage einnehmen wie der des zerstörten Gewölbes.

Ich habe diesen Vergleich hier herangezogen, weil es sich bei der Regeneration sowohl des vorderen, als auch des hinteren Endes eines Regenwurmes um etwas Aehnliches handelt. Wenn das Gewölbe nur soweit zerstört wurde, dass nicht bloß die unteren Teile der vier Säulen erhalten blieben, sondern dass nur der oberste Teil verloren ging, dass also ein beträchtlicher Teil der Spitzbögen übrig blieb, so kann die Rekonstruktion nur auf die Weise stattfinden, dass sie mit Notwendigkeit zu einem dem ursprünglichen sehr ähnlichen oberen Abschluss des Gewölbes führen muss. Ganz ebenso liegen auch die Dinge bei dem Regenwurm. Die Vorderspitze eines solchen Tieres bildet gewissermaßen das, was bei dem Gewölbe der Schlussstein ist. Dasselbe lässt sich von dem Hinterende sagen. Wir können uns nun wohl vorstellen, dass die statischen Verhältnisse des Regenwurmkörpers

derartige sind, wie wir sie in den Spitzbogen eines Gewölbes vor uns haben. Auch beim Regenwurm findet eine Fortsetzung der erhalten gebliebenen Teile statt, und wenn diese in ähnlicher Weise angeordnet sind, wie die Spitzbögen, nämlich so, dass sie notwendigerweise an einer bestimmten Stelle gewissermaßen zusammenfließen und dadurch einen Abschluss erhalten, so muss, falls dieser Abschluss eines der beiden Körperenden ist, dieses Körperende notwendigerweise wieder erzeugt werden. Dass aber die beiden Körperenden des Regenwurms thatsächlich einen statischen Abschluss des Regenwurmbaus bilden, ist nicht zu bezweifeln, denn der Regenwurm ist sogut wie jeder andere Organismus ein Gleichgewichtssystem, und dieses muss notwendigerweise wieder hergestellt werden, wenn Teile von ihm verloren gegangen sind, ohne dass dadurch der Bauplan ins Wanken geriet. Durch Entfernung von Körperteilen bei Tieren wird eben eine Lücke hergestellt, die sich in ebenso notwendiger Weise wieder ausfüllen muss, wie etwa eine Lücke, die durch das Herausschöpfen eines Glases Wasser aus einem Eimer entstanden ist, wieder ausgefüllt wird. Aber die einzelnen Teile des Regenwurms sind bei weitem nicht so leicht gegeneinander verschiebbar, wie die Moleküle des Wassers. Sie behalten ihre Lage im großen und ganzen bei, und deshalb kann die Regeneration nur eine derartige sein, dass an der Stelle des Defektes neues Baumaterial aus dem Körper herausgedrängt wird, um den Defekt zu schließen.

Wir gehen jetzt von dem Regenwurm zu unserer durch ihre große Reproduktionsfähigkeit berühmten *Hydra* über. Auch bei der *Hydra* kann der vordere Teil des Körpers den hinteren, dieser den vorderen wieder erzeugen. Man kann aber auch aus dem schlauchförmigen Körper der *Hydra* einen kleinen Ring ausschneiden, um daraus wieder eine ganze *Hydra* entstehen zu sehen. An einen solchen Ring können wir ebenso wie an der ganzen *Hydra* ein Vorder- und ein Hinterende unterscheiden, und wenn beide sich auch nicht durch eine sichtbar zu machende Struktur unterscheiden, so wissen wir doch, dass das vordere Ende nur das Mundende, das hintere nur das Fußende der *Hydra* wieder erzeugen kann. Es wird also auch in diesem Falle der Bauplan beibehalten, und zwar sehen wir an der *Hydra*, dass es sich hier um eine Kontinuität der Polarität des Bauplans handelt. Die *Hydra* hat einen Mundpol und einen Gegenmundpol, und die einzelnen Zellen der *Hydra* sind diesen Verhältnissen entsprechend orientiert. Man kann, theoretisch wenigstens, an jeder Zelle einen Mundpol und einen Gegenmundpol unterscheiden und es ist nicht zu bezweifeln, dass die Polarität auch die innere Struktur der einzelnen Zellen beherrscht. Bekanntlich genügen bei der *Hydra* wenige Zellen, um den Körper zu rekonstruieren, und von diesen wenigen Zellen müssen wir annehmen, dass sie ihre ursprüngliche Polarität beibehalten,

kurz dass es sich auch hier um eine Kontinuität der Organisation oder des Bauplans handelt.

Die *Hydra* leitet uns nun zu denjenigen Fällen über, wo eine Wiedererzeugung des ganzen Körpers aus einer einzigen Zelle stattfindet. Bekanntlich kommt solches an Begonienblättern vor. Hier sind einzelne Zellen befähigt, eine ganze Begonie zu erzeugen — jedenfalls nur deshalb, weil sie den ursprünglichen Bauplan fortsetzen.

Von den mehr oder minder abnormen Fällen, in welchen wir von „Regeneration“ sprechen können, gehen wir nun über zu der normalen Wiedererzeugung des Organismus aus einer einzigen Zelle.

Wir wollen zunächst das Wachstum der Cryptogamen ins Auge fassen, etwa das eines Laubmooses. Bekanntlich werden die einzelnen Teile eines Laubmooses dadurch erzeugt, dass sich von einer einzigen Zelle der Wachstumszone fortwährend andere Zellen abschütren. Die betreffende Zelle wird die Scheitelzelle genannt, und von dieser Scheitelzelle werden fortgesetzt neue Zellen abgespalten, und zwar in der Weise, wie es der Scheitelzelle durch ihre Organisation vorgeschrieben ist. Die Teilungsebenen entstehen an ganz bestimmten Stellen, und es ist nicht zu bezweifeln, dass diese Stellen in der Organisation der Scheitelzelle, d. h. in der Struktur ihres Plasmakörpers, begründet sind. Wollen wir auch diesen Vorgang mit menschlichen Bauten vergleichen, so könnten wir etwa sagen, dass sich diejenigen Umbauarbeiten mit ihnen parallelisieren lassen, wo an Stelle eines unteren Stockwerks ein anderes gesetzt wird. Zwar handelt es sich dabei um eine absichtliche Veränderung des unteren Stockwerks; aber diese muss sich doch derartig organisch an den stehenbleibenden Teil des Hauses anschließen, dass sie die Fortsetzung des letzteren nach unten bildet. Das Wachstum der Laubmoose lässt sich in manchen Fällen mit fortwährenden Einschibungen neuer Stockwerke zwischen dem Dach, nämlich der Scheitelzelle, und den übrigen Stockwerken vergleichen. Diese Letzteren, die älteren Zellen sterben bei manchen Laubmoosen fortwährend ab, und die Scheitelzelle setzt das Wachstum kontinuierlich fort, sie behält also fortwährend ihre Organisation. Es ist ja immer eine und dieselbe Scheitelzelle, die sich unter Beibehaltung ihres Bauplans vergrößert und die neuen Zellen von sich abschürt.

(Schluss folgt.)

Einsendungen für das Biol. Centralblatt bittet man an die Redaktion, Erlangen, physiol. Institut, Bestellungen sowie alle geschäftlichen, namentlich die auf Versendung des Blattes, auf Tauschverkehr oder auf Inserate bezüglichen Mitteilungen an die Verlagshandlung Eduard Besold, Leipzig, Salomonstr. 16, zu richten.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Haacke Wilhelm

Artikel/Article: [Die Vererbung erworbener Eigenschaften. 513-528](#)