

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

VIII. Band.

1. April 1888.

Nr. 3.

Inhalt: **Weismann**, Botanische Beweise für eine Vererbung erworbener Eigenschaften. — **Salensky**, Zur Homologie der Seitenorgane der Nemertinen. — **Kükenthal**, Beobachtungen am Regenwurm. — **Haacke**, Ueber zoologische Museen und die Regelung des naturkundlichen Museenwesens. — **Reichenbach**, Studien zur Entwicklungsgeschichte des Flusskrebse. — **Fridtjof Nansen**, Die Struktur und wechselseitige Beziehung der histologischen Elemente des Zentralnervensystems. — **Eisenberg**, Bakteriologische Diagnostik. — **Peyer**, Atlas der Mikroskopie am Krankenbette.

Botanische Beweise für eine Vererbung erworbener Eigenschaften.

Von **August Weismann**.

Seitdem ich im Jahre 1883 in einer Rede über die Vererbung die Meinung ausgesprochen habe, dass erworbene Eigenschaften nicht vererbt werden können, dass keine Beweise für eine solche Art der Vererbung vorliegen und dass sie auch theoretisch unwahrscheinlich ist, dass wir daher versuchen müssen, die Umwandlung der Arten ohne Zuhilfenahme dieser Hypothese zu erklären, haben sich verschiedene Forscher über die Frage geäußert, manche in zustimmendem, andere in ablehnendem Sinne. Ich brauche nicht mehr von denen zu reden, die meine Ansicht bekämpften, ehe sie noch begriffen hatten, um was es sich dabei handelt und was mit den „erworbenen“ Eigenschaften eigentlich gemeint sei. Es ist inzwischen wohl ziemlich allgemein zum Verständnis gekommen, dass es sich dabei um ein tiefgreifendes Problem handelt, von dessen Beantwortung unsere Vorstellung von den Ursachen der Artbildung wesentlich mitbestimmt wird. Denn wenn erworbene Eigenschaften nicht vererbt werden können, so fällt damit der Lamarekismus vollständig zusammen, wir müssen das Erklärungsprinzip, welches für Lamarck das einzige war, welches von Darwin durch sein Selektionsprinzip zwar bedeutend in seiner Machtsphäre eingeschränkt, aber doch immer noch in

großem Umfang beibehalten wurde, vollständig fallen lassen. Grade die scheinbar so überaus mächtigen Faktoren der Umbildung: Gebrauch oder Nichtgebrauch eines Teils, Uebung oder Vernachlässigung desselben können nun keinen direkt umgestaltenden Einfluss mehr auf die Art ausüben und ebenso wenig irgendwelche andere Einwirkungen, mögen sie auch, wie Nahrung, Licht, Feuchtigkeit und die Kombination verschiedener Einflüsse, welche wir als Klima zusammenfassen, sehr wohl im Stande sein, den Körper (Soma) des einzelnen Individuums zu verändern. Alle Veränderungen des Soma, welche beim einzelnen Individuum durch derartige äußere Einflüsse etwa veranlasst werden, können nun für eine Umgestaltung der Art nicht mehr herbeigezogen werden, und zwar deshalb, weil sie sich auf die Keimzellen, aus denen die folgende Generation hervorgeht, nicht übertragen können. Sobald also die Thatsachen uns zwingen — und wie mir scheint, thun sie dies — die Annahme einer Vererbung erworbener Eigenschaften zu verwerfen, so bleibt zur Erklärung der Artumwandlung nur noch ein Prinzip übrig: die direkte Keimesabänderung, mag man sich nun dieselbe wie immer zustande gekommen und wie immer zu zweckmäßigen Resultaten geleitet denken.

Sicherlich wird nun dadurch unsere Aufgabe, den Hergang dieser Umwandlungen zu begreifen, nicht erleichtert, vielmehr ganz erheblich erschwert, denn gar manche Erscheinungen lassen sich nun nicht mehr ohne weiteres verstehen, und wir sind gezwungen auf andere Erklärungen derselben zu sinnen. Allein schwerlich wird dies jemand für einen Grund gegen die Annahme dieser Ansicht halten wollen, da es uns doch wohl nicht auf größtmögliche Bequemlichkeit, sondern auf Richtigkeit unserer Erklärungen ankommt. Wir suchen die Wahrheit, und wenn wir erkennen, dass wir bisher auf falschem Wege einherzogen, so müssen wir umkehren und einen andern Weg suchen, mag er auch schwieriger sein.

Meine Ansicht beruht einerseits auf gewissen theoretischen Erwägungen, wie ich sie in frühern Schriften zu entwickeln versuchte¹⁾, und wie sie auch hier noch näher erwähnt werden sollen, anderseits aber auf dem Fehlen jedes thatsächlichen Beweises für die Vererbung erworbener Eigenschaften. Eine Widerlegung derselben könnte auf zweierlei Wegen erfolgen. Einmal dadurch, dass diese jetzt noch fehlenden Beweise beigebracht würden, anderseits aber auch dadurch, dass gezeigt würde, wie gewisse Klassen von Erscheinungen durchaus keine Möglichkeit der Erklärung zulassen ohne die Annahme einer Vererbung erworbener Eigenschaften. Man wird indessen zugeben, dass mit Beweisen der letztern Art recht vorsichtig umgegangen werden muss, da unsere Unfähigkeit, eine Erscheinung zu erklären, eine

1) Siehe: „Ueber die Vererbung“, Jena 1883. — „Die Kontinuität des Keimplasmas“, Jena 1885. — „Ueber die Zahl der Richtungskörper und über ihre Bedeutung für die Vererbung“, Jena 1887.

nur augenblickliche sein kann, die mit dem Fortschreiten der Erkenntnis von selbst verschwindet. Wer hätte es vermocht, die Zweckmäßigkeiten im Bau der Tiere und Pflanzen zu erklären, ehe das Licht des Selektionsgedankens auf diese Erscheinungen gefallen war? Und hätte man aus diesem Grunde nun schon ein Recht gehabt, eine sonst unbekannte und gänzlich unerwiesene Kraft der Organismen anzunehmen, welche sie auf äußere Einflüsse stets mit zweckmäßigen Veränderungen antworten lässt?

Ich will mich übrigens durch diesen Hinweis keineswegs der Verpflichtung entziehen, meiner Ansicht entgegenstehende Erscheinungen, soweit ich es vermag, auf dieser Basis verständlich zu machen, dem Verständnis näher zu führen; ich habe vielmehr schon in meiner ersten Schrift über Vererbung damit begonnen. Damals suchte ich vor allem zu zeigen, wie sich die Thatsache, dass nicht mehr gebrauchte Organe rudimentär werden, auch ohne die Annahme einer Vererbung erworbener Eigenschaften sehr wohl erklären lasse, und ebenso die Entstehung der Instinkte, die man nach Darwin's Vorgang als vererbte Gewohnheiten gedeutet hatte, und die nun unerklärbar zu werden schienen, sobald die im Einzelleben angenommenen und eingetübten Gewohnheiten nicht vererbt werden sollten. Ich suchte zu zeigen, dass man die Instinkte durchweg auf Selektionsprozesse zu beziehen hat.

Noch andere Erscheinungen, die meiner Ansicht Schwierigkeiten zu bereiten schienen, wurden damals schon besprochen und derselben einzuordnen gesucht, und vielleicht ist es mir gelungen zu zeigen, dass auch für sie andere, ebenfalls zureichende und einfache Erklärungen gegeben werden können.

Gewiss aber lassen sich mir noch manche Erscheinungen entgegenhalten, für die ebenfalls eine neue Erklärung gefunden werden muss. So hat neuerdings Romanes nach dem Vorgang Herbert Spencer's die Erscheinungen der Korrelation für die Vererbung erworbener Eigenschaften ins Feld geführt. Ich hoffe aber in nicht allzu ferner Zeit auch auf diese Einwürfe eingehen und zeigen zu können, dass auch diese Stütze der alten Ansicht morsch ist und einer schärfern Kritik nicht Stand hält, dass sie nicht als indirekter Beweis für eine Hypothese gelten darf, für die ein direkter Beweis noch gänzlich aussteht. Ueberhaupt ist bei der ganzen Frage doch nicht zu vergessen, dass nicht auf meiner Seite eine Hypothese zu erweisen ist, sondern auf der der Gegner. Dass auch erworbene Eigenschaften vererbt werden, ist der Satz, den sie verteidigen und den sie zu erweisen hätten, denn dass er bisher als eine selbstverständliche Wahrheit von fast allen angenommen und nur von ganz wenigen wie His, du Bois-Reymond und Pflüger in Zweifel gezogen wurde, kann doch den Sachverhalt nicht umkehren und die Hypothese von der Vererbung erworbener Eigenschaften zur That-

sache erheben. Bis jetzt liegt noch nicht eine einzige Erfahrung vor, welche diese Annahme zu erweisen im stande wäre. Dieser Beweis müsste also erst erbracht, es müssten Erfahrungen aufgezeigt werden, die nur in diesem Sinne verstanden werden können. Wenn z. B. gezeigt würde, dass künstliche Verstümmelungen der Eltern sich spontan bei den Nachkommen wieder einstellen, und zwar in genügender Häufigkeit, um den Zufall auszuschließen, so wäre dieser Beweis als erbracht anzusehen. Eine Vererbung von Verstümmelungen ist nun zwar sehr oft behauptet worden, auch wieder in allerjüngster Zeit, aber keine der betreffenden Beobachtungen hält einer wissenschaftlichen Kritik stand, und ich glaube mir ein näheres Eingehen darauf um so mehr ersparen zu dürfen, als Döderlein schon in sehr hübscher und zutreffender Weise die auf der letzten deutschen Naturforscher-Versammlung nicht ohne einigen Lärm vorgeführten schwanzlosen Katzen beleuchtet hat ¹⁾.

Ich gelange zum eigentlichen Gegenstand dieses Aufsatzes: zu den botanischen Beweisen für eine Vererbung erworbener Abänderungen. Der Botaniker Detmer hat in jüngster Zeit gewisse Erscheinungen aus dem Gebiete der Pflanzen-Physiologie in diesem Sinne geltend gemacht, und wenn ich auch glaube, dass dieselben nicht mit Recht eine solche Verwertung finden dürfen, so scheint mir doch eine Besprechung derselben nicht ohne Wert, ja ich möchte glauben, dass grade diese und einige andere zu berührende Erscheinungen aus der Pflanzen-Physiologie recht geeignet sind, um die ganze, so vielfach verkannte und missverstandene Frage von einer neuen Seite her zu beleuchten. Ich würde das sicherlich lieber einem Botaniker überlassen haben, da ich aber nicht weiß, ob mir von dieser Seite Unterstützung zu teil werden wird, so muss ich es wohl selbst versuchen, und vielleicht liegt sogar ein Vorteil für die Klarlegung der Verhältnisse darin, dass ein den herkömmlichen botanischen Anschauungen ferner Stehender und auf einem andern Thatachenkreis Heimischer die von der modernen Botanik gefundenen Thatachen von allgemeinen Gesichtspunkten aus ins Auge fasst. Denn es handelt sich natürlich hier nicht um die Richtigkeit der Thatachen, ja nicht einmal um die Richtigkeit ihrer Deutung, sondern um die Schlüsse, die daraus gezogen werden dürfen. Dazu aber, sollte ich denken, ist es nicht durchaus nötig Fachmann zu sein. Fragen von allgemeiner biologischer Bedeutung wie die von der Vererbung können nicht auf dem zoologischen oder dem botanischen Thatachen-Gebiete allein gelöst werden; wir müssen gegenseitig übergreifen und zusehen, ob die Anschauungen, die wir wesentlich auf dem einen Gebiete gewonnen haben, sich auf das andere übertragen lassen, oder ob dort Erscheinungen vorkommen, die mit ihnen in Widerspruch stehen und zur Umkehr oder Abänderung zwingen.

1) Vergl. Biol. Centralbl., Bd. VII, Nr. 23.

Detmer beginnt mit der Vorführung von solchen Thatsachen, welche ihm zu erweisen scheinen, dass ziemlich bedeutende Veränderungen des Organismus direkt durch äußere Einflüsse bewirkt werden können; er ist der Ansicht, dass ich die Größe dieses Einflusses unterschätze, dass ich mir die Abänderungen, welche am einzelnen Individuum auf diesem Wege entstehen können, zu klein vorstelle. Nun ist es zwar offenbar für die Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften ganz gleichgiltig, ob die durch äußere Einflüsse direkt hervorgerufenen Abänderungen des Soma größer oder kleiner sind, es kommt vielmehr nur darauf an, ob sie vererbt werden können oder nicht. Könnten sie das, dann würden auch die allerkleinsten Abänderungen sich im Laufe der Generationen durch Summation zu bedeutenden Umgestaltungen steigern können. Auf diese Weise hat sich ja Lamarck und auch Darwin die unwandelnde Wirkung äußerer Einflüsse vorgestellt. Interessant ist es nun, zu sehen, was Detmer für direkt bewirkte Abänderung erklärt; man empfindet dabei recht deutlich den Unterschied in den Anschauungen, der durch den verschiedenen Erfahrungskreis des Botanikers und des Zoologen bedingt wird. Um so mehr wird es erwünscht sein, sich darüber klar zu werden.

Zunächst wird der dorsoventrale Bau der Sprosse von *Thuja occidentalis* angeführt, der sich hauptsächlich darin kundgibt, dass die Oberseite dieser Sprosse pallisadenförmige grüne Zellen aufweist, während die dem Licht abgewandte Unterseite grüne Zellen von kürzerer („isodiametrischer“) Form besitzt. Werden nun „*Thuja*-Zweige vor ihrem Austreiben durch Festbinden“ derart umgedreht dass oben und unten miteinander vertauscht wird, so kehrt sich auch der anatomische Bau des Sprosses um; die Seite des Sprosses, welche eigentlich zur Unterseite bestimmt war, jetzt aber künstlich zur Oberseite gemacht wurde, nimmt nun auch den Bau der Oberseite an und entwickelt das charakteristische „Pallisadenparenchym“, und anderseits bildet sich die Unterseite, welche eigentlich zur Oberseite bestimmt war, nun zu dem charakteristischen „Schwammparenchym“ der Unterseite aus. Daraus zieht nun Detmer den Schluss, dass die „Dorsoventralität der *Thuja*-Sprosse Folge einer äußern Kraftwirkung ist“, und zwar dass „nach allem, was wir wissen, das Licht als ursprüngliches Moment angesehen werden muss“.

Dieser Schluss beruht nun wohl einfach auf einer Begriffsverwechslung. Dass das Licht in dem betreffenden Versuch der Anlass zu der Strukturumkehr ist, wird niemand bezweifeln, wohl aber, dass es die Ursache ist, welche dem *Thuja*-Spross die Fähigkeit verschafft hat, Pallisaden- und Schwammparenchym zu bilden. Wenn eine Erscheinung nur unter gewissen Bedingungen eintritt, so folgt daraus doch nicht, dass die Bedingungen auch die Ursache der Erscheinung sind. Die Brutwärme ist eine Bedingung, ohne welche sich aus dem

Ei ein Hühnchen nicht entwickeln kann, aber schwerlich wird jemand behaupten wollen, das Hühnerei habe seine Fähigkeit, zum Hühnchen zu werden, durch die Wärme erlangt. Offenbar hat es dieselbe vor allem infolge eines unendlich langen, phyletischen Entwicklungsganges erlangt, der schließlich zu einer solchen chemisch-physikalischen Struktur des Eies und der sie befruchtenden Samenzelle führte, dass bei ihrer Vereinigung ein Hühnchen daraus werden muss und weder eine Gans noch eine Ente — vorausgesetzt die Erfüllung gewisser Bedingungen, die man deshalb Entwicklungsbedingungen nennt und unter welche auch die Wärme gehört. So ist denn also kurz gesagt die physische „Natur“ des Eies die Ursache der Hühnchen-Entwicklung, und so wird auch die physische „Natur“ des *Thuja*-Sprosses die Ursache sein, warum derselbe die für seine Art charakteristischen Gewebe entwickelt, nicht aber das Licht. Letzteres spielt bei der Entfaltung des *Thuja*-Sprosses nur die Rolle, welche die Wärme bei der Entwicklung des Hühnchen-Eies spielt: es ist eine der Entwicklungsbedingungen.

Nun steht aber die Sache beim *Thuja*-Spross insofern anders, als hier zwei Entwicklungsmöglichkeiten vorliegen, nicht bloß eine; die Oberseite des Sprosses kann die Struktur der Unterseite annehmen, die Unterseite die der Oberseite, und zwar hängt diese Strukturumkehr von der Art der Belichtung ab. Wenn aber auch die Strukturumkehr durch das Licht veranlasst wird, was berechtigt uns zu der Annahme, dass auch die Struktur selbst direkte Folge der Lichtwirkung sei? Ich wüsste wahrlich nicht, warum die physische Natur eines Pflanzenteils nicht so beschaffen sein könnte, dass je nach dem Eintritt dieser oder jener Entwicklungsbedingung auch diese oder jene Struktur zu stande käme, bei stärkerer Belichtung die Struktur der Oberseite, bei schwächerer die der Unterseite? Diese spezifische „Natur“ der *Thuja*-Knospe aber wird wie die des Hühneries auf ihrer phyletischen Entwicklung beruhen, auf ihrer Vorgeschichte, wie dies bei allen Keimen und aller individuellen Entwicklung angenommen werden muss. Es kann also keine Rede davon sein, dass man den Umkehrversuch des *Thuja*-Sprosses als einen Fall von Abänderung durch direkten Einfluss äußerer Bedingungen auffassen dürfe, es ist vielmehr ein Fall von doppelter Anpassung, einer jener Fälle, in welchen die spezifische „Natur“ des Organismus oder eines Teils desselben, oder des Keims so eingerichtet ist, dass sie auf verschiedene Einwirkungen verschieden antwortet.

Uebrigens lässt sich ein ganz analoger Umkehrversuch an den Klettersprossen des Epheu machen, wie ich aus Sachs „Vorlesungen“ entnehme. Solche Sprosse treiben an der Lichtseite nur Blätter, an der Schattenseite nur Wurzeln, mit denen sie sich beim Klettern befestigen. Dreht man nun die Pflanze so um, dass die Wurzelseite belichtet, die Blätterseite beschattet wird, so bringt von nun an die

bisherige Wurzelseite Blätter und die bisherige Blätterseite des Sprosses Wurzeln hervor. Mit andern Worten: der Epheuspross antwortet auf Belichtung mit Blattbildung, auf Beschattung mit Wurzelbildung, grade so wie Lakmuspapier mit Säure rot, mit Alkalien aber blau sich färbt. Die physische Natur des Epheusprosses ist gegeben, sie wird ebenso wenig erst durch Belichtung gebildet, als die physische Natur des Lakmuspapiers durch Säure oder Alkali gebildet wurde, aber sie reagiert anders auf Belichtung, als auf Beschattung.

Was würde man dazu sagen, wenn man den Farbenwechsel des Laubfrosches als Beweis für die Größe der durch äußere Einflüsse direkt bewirkten Abänderungen des Soma anführen wollte? Das Tier ist hellgrün, so lange es auf grünen Blättern sitzt, wird aber braun bis schwarz, wenn es in düstere Umgebung versetzt wird. Hier liegt nun eine offenbare Anpassung vor, denn der Farbenwechsel des Frosches beruht auf einem verwickelten Reflex-Mechanismus. Die Veränderungen der Farbstoffzellen der Haut werden nicht durch die Bestrahlung der Haut mit verschiedenem Licht hervorgerufen, sondern durch die verschiedenartige Bestrahlung der Retina geblendete Frösche reagieren nicht mehr auf den Lichtwechsel der Umgebung. Hier kann also niemand auf den Gedanken kommen, die direkte Wirkung des grünen Lichtes der gewöhnlichen Umgebung habe die Haut des Frosches grün gefärbt, man wird vielmehr zugeben müssen, dass hier und in allen ähnlichen Fällen nur eine Erklärung möglich ist, diejenige durch Selektionsprozesse. Hier handelt es sich freilich nicht um verschiedene ontogenetische Entwicklung je nach dem Eintritt dieser oder jener äußern Bedingungen, sondern nur um verschiedene Reaktion des fertigen Organismus, aber auch Fälle der andern Art scheinen im Tierreich vorzukommen. Die sehr sorgfältigen und ausgedehnten Untersuchungen Poulton's über die Farben gewisser Raupen haben mit Bestimmtheit ergeben, dass die betreffenden Arten eine doppelte Entwicklungsmöglichkeit in sich tragen und dass die Entscheidung darüber, ob die eine oder die andere Möglichkeit zur Wirklichkeit wird, von den äußern Umständen gegeben wird. Poulton erzog gewisse Spanner-Raupen inmitten zahlreicher dunkler Zweige ihrer Nährpflanze und sah sie im Laufe ihrer Entwicklung dieselbe dunkle Rindenfarbe annehmen. Hielt er dieselbe Art von Raupen dagegen von Jugend auf zwischen hellen Blättern, so wurden die Tiere zwar nicht blattgrün, aber erheblich heller, mehr bräunlichgrün. Auch die Raupen des Abendpfauenauges (*Smerinthus ocellatus*) enthalten die Möglichkeit, verschiedene Nüancen von Grün anzunehmen und sich dem Grün der Pflanzenwelt, auf welcher sie grade leben, bis zu einem gewissen Grade anzunähern. Es kann nun gar keine Rede davon sein, die phyletische Entwicklung der grünen Farbe dieser und so vieler anderer Raupen etwa vom Sitzen auf grünen

Blättern abzuleiten in dem Sinn, dass die Bestrahlung der Haut mit grünem Licht die grüne Färbung derselben auf direktem Wege hervorgerufen hätte. Dies ist längst erwiesen, zum Teil schon durch Darwin, zum Teil auch durch frühere Untersuchungen von mir selbst. Wir haben auch hier keine andere Erklärung als die durch Selektion; die Farbe der Raupen hat sich im Laufe der Zeiten allmählich immer mehr und mehr der Farbe der Blätter und oft auch der Blattseite angepasst, auf welcher sie zu leben pflegen, nicht durch direkte Wirkung des Lichtes, sondern durch Auswahl der Bestgeschützten. Die oben erwähnten Fälle Poulton's beweisen nun, dass bei solchen Arten, welche auf verschiedenen und verschieden gefärbten Pflanzen vorkommen, das Anpassungsergebnis ein komplizierteres war, indem jedes Individuum die Möglichkeit erlangt hat, eine hellere oder eine dunklere Färbung anzunehmen, so zwar dass die Entscheidung darüber das Licht gibt, welches die einzelne Raupe während ihres Heranwachsens trifft. Hier haben wir also genau den Fall des *Thuja*-Sprosses, dessen Zellen zu Pallisaden- oder zu Schwammparenchym sich ausbilden, je nachdem sie auf die Ober- oder die Unterseite des Sprosses zu liegen kommen.

Nach allem, was wir bis jetzt über die Entstehung des Geschlechts bei getrennt geschlechtlichen Tieren wissen, dürfen wir uns vorstellen, dass es sich hier um einen ähnlichen Fall handelt, d. h. um eine in jedem Keim vorhandene doppelte Anlage, die eine zur Männlichkeit, die andere zur Weiblichkeit, von welchen aber stets nur eine gleichzeitig zur Entwicklung kommt und wobei wesentlich äußere Umstände die Entscheidung geben, welche der beiden möglichen Entwicklungsbahnen thatsächlich eingeschlagen wird. Allerdings muss man hier den Begriff der äußern Umstände weit fassen und alles darunter verstehen, was nicht Keimplasma selbst ist. Ueberhaupt liegt dieser Fall noch keineswegs ganz im klaren, und ich erwähne ihn nur als ein Beispiel, welches — seine Richtigkeit einmal vorausgesetzt — meine Meinung über den Fall des *Thuja*-Sprosses weiterhin zu illustrieren geeignet ist.

Ganz ebenso wie mit dem *Thuja*-Spross verhält es sich mit den beiden andern Thatfachen, welche Detmer für die umwandelnde Macht äußerer Einflüsse anführt. Die *Tropaeolum*-Pflanzen, welche in feuchter Luft aufwachsend Blätter von andern anatomischen Eigenschaften hervorbringen, als solche, die in trockner Luft heranwachsen und die Verschiedenheiten im Bau der Blätter mancher Pflanzen, je nachdem sie in der Sonne oder im Schatten wachsen. Alle diese Verschiedenheiten beweisen nichts für die direkte Bewirkung struktureller Unterschiede durch äußere Einflüsse. Wie wollte man es erklären, dass die Blätter sich in allen diesen Fällen in höchst zweckmäßiger Weise verändern? Oder soll etwa angenommen werden, dass die Organismen von vornherein so eingerichtet sind,

dass sie veränderte Bedingungen mit zweckmäßigen Abänderungen beantworten müssen? Wer das heute noch behaupten wollte oder überhaupt nur noch daran als eine Möglichkeit dächte, der bewiese damit, dass er die Thatsachen nicht kenne und keinen Anspruch hätte, in Sachen des Transformismus gehört zu werden. Denn die erste Vorbedingung zu wissenschaftlicher Mitarbeit ist, dass man wisse, was über die betreffenden Fragen bereits gedacht und gesagt worden ist. Es ist aber schon oft gezeigt worden, dass ganze Klassen von zweckmäßigen Einrichtungen, Tausende und aber Tausende von Einzelercheinungen unmöglich von direkter Einwirkung der äußern Einflüsse herrühren können. Wenn Raupen, die bei Tage sich in die Ritzen der Rinde verstecken, rindenfarbig sind, andere, die auf den Blättern sitzen, grün, so kann das nicht auf direkter Wirkung der Rinde oder der Blätter beruhen, und noch weniger alle die Einzelheiten der Zeichnung und Färbung, wodurch die betreffenden Tiere ihrer Umgebung noch ähnlicher gemacht sind. Wenn bei Nachtschmetterlingen die Oberseite grau ist, wie die Mauer, auf der sie bei Tage schlafen, bei Tagschmetterlingen aber die Unterseite der in der Ruhe aufgeklappten Flügel diese Schutzfärbung zeigt, so kann das auch nicht auf dem direkten Einfluss der Mauer beruhen, sondern muss — wenn es überhaupt auf natürlichem Weg entstanden ist — auf indirektem Wege durch die Mauer hervorgerufen worden sein u. s. w. Man sollte doch nicht gezwungen sein, immer wieder auf dieses ABC unseres Wissens und Denkens über Transmutations-Ursachen zurückzugreifen!

Wer sich aber dies gegenwärtig hält und sich bewusst ist, dass eine ungezählte Schar von zweckmäßigen Einrichtungen der Organismen unmöglich auf direkter Wirkung äußerer Einflüsse beruhen kann, der wird recht vorsichtig werden, wenn er etwa in einem einzelnen Fall geneigt sein möchte, eine zweckmäßige Einrichtung als direkte Folge äußerer Einwirkung zu betrachten. Hätte Detmer diese Vorsicht walten lassen, so wäre er davor bewahrt geblieben, als Resumé der angeführten pflanzen-physiologischen Experimente den Satz hinzuschreiben: „Es ist, wie wir gesehen haben, in gewissen Fällen möglich, den anatomischen Bau bestimmter Pflanzenorgane auf experimentellem Wege zu modifizieren. Hier tritt dann die Relation zwischen jenem und den äußern Einflüssen unzweifelhaft klar hervor. Diese letztern wirken als Ursache. Die anatomische Gestaltung der Pflanzenglieder ist Folge dieser Ursache.“ Ein wenig mehr Logik hätte ihn auch davor bewahrt, denn seine Folgerung beruht einfach auf der oben schon bezeichneten Verwechslung der wirklichen Ursache einer Erscheinung mit einer der Bedingungen, unter welchen sie allein ins Leben treten kann. Ebenso gut könnte man die von der modernen Pflanzenphysiologie in so glänzender Weise untersuchten und festgestellten Erscheinungen des Geotro-

pismus, Hydrotropismus und Heliotropismus als direkte Wirkungen der Schwere, des Wassers und des Lichtes betrachten und ich weiß nicht, ob nicht manche Botaniker zu dieser Annahme mehr oder weniger hinneigen. Dennoch ist nichts leichter, als zu zeigen, dass dem nicht so sein kann. Unter Geotropismus versteht man bekanntlich die Eigenschaft der Teile einer Pflanze, in einem bestimmten Winkel zur Richtung der Schwerkraft zu wachsen; die Wurzel wächst z. B. in der Richtung gegen den Mittelpunkt der Erde, sie ist „positiv geotropisch“, der Spross dagegen wächst in entgegengesetzter Richtung, er ist „negativ geotropisch“. Nun ist aber die Geotropie keine Ureigenschaft der Pflanze, sie fehlt auch wirklich heute noch denjenigen Pflanzen, welche keine feste und bestimmte Lage einnehmen, wie vielen Algen; sie kann erst aufgetreten sein mit der Befestigung der Pflanze im Boden. Wollte man nun annehmen, die unausgesetzte, durch Generationen andauernde Einwirkung der Schwerkraft habe diese Eigenschaft in geotropischer Richtung zu wachsen bei der Wurzel direkt hervorgerufen, so wüsste ich nicht, wie man es erklären wollte, dass der grüne Spross der Pflanze, der doch unter derselben Einwirkung der Schwere steht, genau die entgegengesetzte Eigenschaft erhalten hat, nämlich die, grade in entgegengesetzter Richtung zu wachsen. Wurzel und Spross haben sich doch wohl erst mit der Fixierung der Pflanze im Boden von einander differenziert, und erst dabei die spezifischen Eigenschaften der Wurzel und des Sprosses angenommen. Wie hätten sie das vermocht, wenn für beide die Schwerkraft direkte Ursache ihres positiven oder negativen Geotropismus gewesen wäre? Und dazu kommt noch, dass nur die Hauptwurzel sich wirklich genau positiv geotropisch verhält, oder doch verhalten kann, die Nebenwurzeln stehen in bestimmtem Winkel schräg von der Hauptwurzel ab, wachsen also nicht in der Richtung auf den Erd-Mittelpunkt und ebenso steht es mit den Nebensprossen; auch sie wachsen nicht genau senkrecht nach oben, sondern schräg nach den Seiten hin. Auch ist der Winkel, den die Nebenwurzeln mit der Hauptwurzel machen und die Nebensprossen mit dem Hauptspross, bei verschiedenen Arten ganz verschieden. Wie sollen nun diese so ganz verschiedenen Reaktionsweisen der verschiedenen Pflanzenteile auf den Reiz der Schwerkraft auf direkter Wirkung dieser Kraft berufen? Offenbar doch haben wir es hier mit Anpassungen zu thun. Die Hauptwurzel hat nicht deshalb die Eigenschaft erhalten unter dem Reiz der Schwerkraft grade nach abwärts zu wachsen, weil diese Kraft Generation für Generation auf sie einwirkte, sondern weil diese Richtung der Wurzel die zweckmäßigste war für die Pflanze und weil infolge dessen ein Züchtungsprozess sich einleitete, der damit endete, dass die Wurzel die Eigenschaft erhielt, auf den Reiz der Schwerkraft durch ein in der Richtung dieser Kraft erfolgreiches Wachsen zu antworten. Für den Hauptspross war die umge-

kehrte Reaktionsweise zweckmäßig, und so wurde diese durch Selektion festgestellt, für die Nebenwurzeln und Nebensprosse wieder eine andere u. s. w.

Jeder Pflanzenteil hat seine spezifische Reaktionsweise auf den Reiz der Schwerkraft erhalten, weil es so für die ganze Pflanze zweckmäßig war, weil die Lage ihrer einzelnen Teile zu einander und zum Boden so fixiert und geregelt werden konnte. Schließlich ist diese Reaktionsweise eine verschiedene bei verschiedenen Arten geworden, weil eben verschiedene Lebensbedingungen auch verschiedene Einrichtungen erfordern.

Ganz dasselbe lässt sich vom Heliotropismus zeigen. Die Eigenschaft der grünen Sprossachsen gegen das Licht hin zu wachsen, kann ebenfalls nicht eine Ureigenschaft der Pflanze, sondern muss sekundär entstanden sein. Wäre sie eine primäre, eine unentbehrliche Ureigenschaft der Pflanze, so könnte sie nicht in ihr Gegenteil verkehrt werden, die Wurzeln sind aber negativ heliotropisch, d. h. sie wachsen vom Lichte weg, ja es kommt auch vor, dass Sprossachsen negativ heliotropisch sind, und fragen wir, bei welcher Art von Sprossen dies vorkommt, so lautet die Antwort darauf: bei solchen, bei welchen es zweckmäßig ist. So sind die Klettersprossachsen des Epheus negativ heliotropisch, d. h. sie wachsen vom Licht weg, weil dadurch „die Fähigkeit derselben, sich dicht an eine senkrechte Wand oder an eine horizontale Fläche anzuschmiegen¹⁾“ bedingt wird. Aber nur die Sprossaxe selbst ist negativ heliotropisch, die Blätter, welche an ihr hervorwachsen, wenden sich dem Lichte zu und ebenso verhalten sich die nicht kletternden blütentragenden Sprosse. Wir haben es also auch hier mit Anpassungen, nicht mit den Resultaten direkter Einwirkung zu thun; das Licht ist nur der Reiz, der den Pflanzenteil zu der ihm eigentümlichen Reaktionsweise anregt, die Ursache aber, warum er grade so reagiert und nicht anders, liegt in seiner spezifischen Natur, und diese ist nicht durch das Licht gemacht worden, sondern wie wir glauben müssen durch Selektionsprozesse — falls wir nicht vorziehen, überhaupt keine Erklärung zweckmäßiger Organisationsverhältnisse zu versuchen.

Sachs bezeichnet als Anisotropie die Thatsache, „dass die verschiedenen Organe einer Pflanze unter der Einwirkung derselben Kräfte die mannigfaltigsten Wachstumsrichtungen annehmen“, und an einer andern Stelle nennt er die Anisotropie „eine der allgemeinsten Eigenschaften der pflanzlichen Organisation“ und fährt fort: „es wäre sogar ganz unmöglich, uns irgend eine Vorstellung davon zu machen, wie die Pflanzen aussehen würden und leben könnten, wenn ihre verschiedenen Organe nicht anisotrop wären und da ihre Anisotropie überhaupt nichts Anderes ist, als der Ausdruck ihrer verschiedenen Reizbarkeit für den Einfluss der Schwere, des Lichts“ u. s. w. „so

1) Vergl. Sachs „Vorlesungen“ S. 871.

leuchtet ein, dass es die verschiedene Reizbarkeit der Organe ist, aus welcher überhaupt die Gestaltung der Pflanzen entspringt“.

Diese spezifische „Reizbarkeit“ nun kann — wie gezeigt wurde, nicht durch direkte Wirkung der betreffenden äußern Einflüsse hervorgerufen worden sein, und für das Zustandekommen dieser „allgemeinsten Eigenschaft der pflanzlichen Organisation“ bleibt nur die Erklärung durch Anpassung, d. h. durch Selektionsprozesse auf Grundlage der allgemeinen Variabilität übrig.

So einfach diese Schlussfolgerungen sind, so sind sie mir doch noch nirgends in den Schriften der Botaniker begegnet, und sie dürften vielleicht etwas dazu beitragen, die unbestimmte Meinung, als müssten die Eigenschaften der Pflanzen wesentlich auf direkte Wirkungen der äußern Einflüsse bezogen werden, zu erschüttern.

Jedenfalls ist diese Meinung, „nach welcher die aktive Gestalt der Pflanzen vielfach durch die allmähliche und beständige Einwirkung von Schwere und Licht hervorgerufen sei, durch die Erscheinungen der Anisotropie nicht zu erweisen und mit der bloßen Behauptung, es sei „im höchsten Grad wahrscheinlich, dass die äußern Einflüsse zur Entstehung erblicher individueller Merkmale Veranlassung geben“ ist eben nur einer unbegründeten individuellen Meinung Ausdruck verliehen. Jedenfalls ist es sonderbar, eine solche Behauptung grade der Besprechung jener Fälle vom umgekehrten Thuja-Spross u. s. w. anzuschließen. Denn angenommen, es sei die dorsoventrale Struktur des Thuja-Sprosses wirklich — wie Detmer meint — eine direkte und primäre Folge der Lichtwirkung, so würde ja eben grade der Umkehrungsversuch zeigen, dass hier Nichts erblich geworden ist. Trotzdem seit Tausenden von Generationen immer wieder die Oberseite des Sprosses durch die Lichtwirkung sich zu Pallisaden-Parenchym ausbildete, wurde diese Struktur dennoch nicht erblich, sondern wird sofort wieder aufgegeben, sobald die Oberseite des wachsenden Sprosses künstlich zur Unterseite gemacht wird. Das scheint mir viel eher eine Widerlegung der Annahme, dass erworbene Eigenschaften erblich werden können, denn ein Beweis dafür zu sein!

Ich glaube hinlänglich gezeigt zu haben, dass der Vorwurf, den Detmer mir macht, nämlich „die Größe der Veränderung zu unterschätzen, welche ein Organismus durch die Einwirkung äußerer Verhältnisse erfahren kann, ihm selbst im umgekehrten Sinne mit mehr Recht zurückgegeben werden kann. Wenn man jedes Struktur-Verhältnis einer Pflanze, welches nur unter bestimmten äußern Bedingungen eintritt, sonst aber ausbleibt, ohne weiteres als in phyletischem Sinne verursacht durch diese notwendigen Bedingungen seines Eintretens ansehen will, dann hat man freilich leichtes Spiel mit der Erklärung der Art-Umwandlungen, allein man fußt dabei auf losem Sand, denn die Grundlage fehlt: der Nachweis, dass erworbene Eigenschaften auch vererbt werden können!

Als zweite Instanz gegen meine Ansichten führt Detmer die sogenannten „Korrelations-Erscheinungen“ bei Pflanzen ins Feld. Er glaubt damit anschaulich machen zu können, wie es etwa als möglich gedacht werden könne, dass erworbene Abänderungen des Pflanzenkörpers (Soma) auch auf „die Sexualzellen“ einwirken. Wenn man junge Fichten ihres Gipfels beraubt, so erhebt sich einer der Seitensprosse des nächsten Quirls und wird zum Gipfeltrieb und nimmt nicht nur den orthotropen Wuchs eines solchen, sondern auch die Form seiner Verzweigung an. Die Erscheinung selbst ist wohl bekannt und auch ich habe sie oft genug in meinem Garten beobachtet, ohne grade botanische Versuche zu machen. Denn die Natur selbst stellt dieses Experiment nicht selten dadurch an, dass der Gipfeltrieb durch Insektenfraß, z. B. durch *Chermes*-Gallen zerstört wird. Die Abänderung des Seitensprosses zum Gipfeltrieb tritt also hier infolge des Verlustes des eigentlichen Gipfeltriebs ein, steht also in der That in Abhängigkeit von ihr. Es ist nur schwer zu verstehen, was diese und tausend ähnliche Erscheinungen für die Vererbung erworbener Eigenschaften beweisen sollen. Dass Korrelationen unter den Teilen eines Organismus bestehen, dass korrelative Abänderungen nicht nur häufig, sondern beinahe immer irgend eine primäre Abänderung begleiten, weiß man seit Darwin ganz wohl, und es ist dies, so viel mir bekannt, noch von niemand bezweifelt worden. Auch eine Beeinflussung der Fortpflanzungs-Organe auf dem Wege der Korrelation wird niemand als unmöglich hinstellen wollen, aber von hier bis zu einer derartigen Veränderung der Keimzellen, wie sie die Vererbung erworbener Eigenschaften mit sich brächte, ist noch ein weiter Weg. Denn dazu gehörte, dass das Keimplasma oder wie man sonst die Substanz nennen will, welche der Träger der Entwicklungstendenzen ist — eine der durch äußere Einflüsse erlittenen korrespondierende Umwandlung erführe, d. h. eine Umwandlung, welche es mit sich brächte, dass der aus der Keimzelle später sich entwickelnde Organismus dieselbe Abänderung spontan an sich trüge, welche sein Elter durch äußern Einfluss erworben hatte. Da nun das Keimplasma oder die Vererbungssubstanz nach allgemeiner heutiger Vorstellung nicht ein Organismus ist, im Sinne eines mikroskopischen Urbilds, das sich nachher nur zu vergrößern hätte, um als fertiger Organismus dazustehen, da wir sogar bestimmt wissen, dass dem nicht so ist, so müssen also die gesamten Entwicklungstendenzen des Keims in der spezifischen Molekularstruktur, vielleicht auch in chemischen Eigentümlichkeiten jenes Keimplasma gegeben sein. Daraus folgt aber, dass die für die Vererbung einer erworbenen Eigenschaft zu fördernde Abänderung der Keimsubstanz, des Keimplasmas von ganz anderer Natur sein müsste, als die Abänderung des Pflanzenkörpers war, durch welche sie auf korrelativem Wege hervorgerufen worden sein müsste. Oder um ein Beispiel zu wählen: Gesetzt, es sei möglich,

dass irgend eine Pflanze durch Wechsel des Klimas die Gestalt ihrer bisher eiförmigen Blätter in eine gelappte änderte, so würde sich diese neue Erwerbung in das Keimplasma des Pollens und der Eichen nicht als irgend etwas Blättern oder Blattformen Aehnliches übertragen können, denn Blätter gibt es im Keimplasma nicht. Es würde vielmehr eine Veränderung in der Molekularstruktur vor sich gehen müssen, die keinerlei Aehnlichkeit mit den Aenderungen hatte, durch welche die direkte Abänderung der Blattform entstanden war. Wenn man sich diese Schwierigkeit klar macht, so wird man doch etwas Bedenken tragen, aus der Möglichkeit einer korrelativen Beeinflussung der Geschlechtszellen auf die Möglichkeit einer Vererbung erworbener Eigenschaften zu schließen. Warum soll denn nun die direkte Veränderung der Blattform — falls sie überhaupt einen verändernden Einfluss auf das Keimplasma der Keimzellen ausübt — grade die korrespondierende (in obigem Sinne) Abänderung der Molekularstruktur hervorrufen? warum nicht eine ganz andere von den tausenderlei möglichen Veränderungen? Denn da jeder Teil einer Pflanze in irgend einem Grade variabel ist, so müssen auch ebenso viele Veränderungen in der Struktur des Keimplasmas möglich sein. Wie also soll es denkbar sein, dass immer grade genau die korrespondierende Veränderung eintritt, die doch vorher noch niemals in der ganzen phyletischen Entwicklung der Organismenwelt dagewesen sein kann, da die in der neuen Weise abgeänderte Pflanze noch niemals vorher da war? Dies wäre etwa ebenso wahrscheinlich, als dass von 100 000 aus dem Fenster geworfenen Stecknadeln eine am Boden angekommen auf der Spitze balancierend stehen bliebe. Eine solche Annahme verdient wohl kaum noch die Bezeichnung einer wissenschaftlichen Hypothese. Und doch müsste sie von allen jenen gemacht werden, die eine Vererbung erworbener Eigenschaften annehmen, falls sie nicht zu der mindestens ebenso unwahrscheinlichen Hypothese der „Pangenesi“ greifen wollen, welche übrigens Darwin selbst gar nicht als ein reales, d. h. wirklich existierendes, sondern nur als ein rein formales Erklärungs-Prinzip aufgestellt hat.

Detmer irrt auch sehr, wenn er meint, ich verhielte mich deshalb ablehnend der theoretischen Zulässigkeit der Vererbung erworbener Eigenschaften gegenüber, weil ich meine „Lehre von der Kontinuität des Keimplasmas zu einseitig in den Vordergrund stellte“. Diese Lehre ist entweder richtig, oder sie ist falsch, ein Mittleres gibt es nicht, und insofern stehe ich allerdings auf einem einseitigen Standpunkt. Allein dies scheint mir für die Frage, ob erworbene Eigenschaften dem Keim sich einprägen, also vererbt werden können, gar nicht entscheidend zu sein; denn gesetzt, es bestände keine Kontinuität des Keimplasmas von einer Generation zur andern, es müsste dasselbe also von jedem Individuum neu gebildet werden, so wäre

damit gewiss noch nicht selbstverständlich, dass dasselbe jede Abänderung, welche der betreffende Organismus im Laufe seines Lebens an irgend einem Punkt durch äußere Einwirkungen annimmt potentia in sich aufnehmen und also in sich enthalten müsste! Ich meine, das Problem, ob erworbene Eigenschaften vererbt werden können, bleibt bestehen, mag man die Kontinuität des Keimplasmas annehmen oder verwerfen.

(Schluss folgt.)

Zur Homologie der Seitenorgane der Nemertinen.

Von Prof. **W. Salensky** in Odessa.

In Nr. 265 des Zool. Anzeigers haben die Gebrüder Sarasin bei den Embryonen der *Helix Waltonii* eigentümliche Organe beschrieben, die sie als Cerebraltuben bezeichnen. Dieselben treten jederseits von der angelegten Cerebralmasse als zwei Einstülpungen der Sinnesplatten auf, welche in Form von zwei blinden Röhren auswachsen. Indem ihre Hohlräume und Ausführungsgänge später verschwinden, trennen sich ihre blinden Enden von dem Mutterboden ab, verlöten sich mit den Cerebralganglien und bilden zwei Lappen des Gehirns, die von Autoren als „Lobi accessorii“ bezeichnet sind. Gebrüder Sarasin betrachten ganz richtig diese Gebilde als den Geruchsorganen einiger Anneliden (z. B. den *Lopodorhynchus*) homologe Gebilde, und dieser Betrachtungsweise stimme ich vollkommen bei. Durch die Entwicklungsgeschichte beiderlei Gebilde, sowie durch die Beziehungen derselben zu den Cerebralganglien wird diese Homologie vollkommen gerechtfertigt. Ob die erwähnten Einstülpungen sowie ihre Derivate — accessorische Lappen des Gehirns — bei allen Mollusken vorkommen, ist wegen der mangelhaften Kenntnisse der Entwicklung und der Anatomie des Molluskengehirns zur Zeit nicht zu entscheiden. Bei *Dentalium* nach Kowalewsky, sowie auch beim *Vermetus* nach mir bilden sich die Cerebralmassen selbst in Form von zwei Einstülpungen. Wie diese Beobachtungen mit denjenigen von Gebrüder Sarasin in Einklang zu bringen sind, sollen weitere Untersuchungen der Embryologie der Mollusken zeigen. Jedenfalls scheint mir, dass die Phylogenie der erwähnten provisorischen Organe noch tiefer durchgeführt werden kann, als es von Gebrüder Sarasin gethan ist, wenn wir bei dem Vergleich dieser Organe zu den Nemertinen und zwar zu den sogenannten Seitenorganen derselben uns wenden. Bekanntlich ist die Morphologie und die Physiologie dieser Organe bis jetzt vollkommen dunkel, und man könnte die Erklärung dieser dunklern Fragen nur in den Fortschritten der Morphologie der angrenzenden Tierklassen erwarten, weil die bereits genug bekannte Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Seitenorgane doch keinen festen Boden für die Entscheidung der Fragen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1888-1889

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Weismann August

Artikel/Article: [Botanische Beweise für eine Vererbung erworbener Eigenschaften. 65-79](#)