Physiologische Notizen.

Von

Julius Sachs.

VIII.

Mechanomorphosen und Phylogenie.

(Ein Beitrag zur physiologischen Morphologie).

§ 1.

Der Gedanke, den ich im Folgenden klarzulegen suche, dürfte besser hervortreten, wenn ich zunächst meine Ansicht über das Verhältniss der Descendenztheorie zur Selectionslehre darlege.

Es ist ein noch immer weit verbreiteter Irrthum, als ob beide gleichbedeutend wären und indem der Darwinismus mehr und mehr populär zu werden beginnt, wird die Descendenztheorie als eine selbstverständliche Consequenz der Selectionslehre behandelt; im Grunde war das allerdings auch Darwin's Meinung.

Es ist nun schon von verschiedenen Seiten ausgesprochen worden und muss hier mit besonderem Nachdruck betont werden, dass dies ein Irrthum ist. Die Descendenztheorie und die Selectionslehre sind wesentlich verschieden und sogar bis zu einem hohen Grade unabhängig von einander.

Das eine haben sie gemein; beide anerkennen die Veränderlichkeit der organischen Formen neben ihrer Erblichkeit.

Der Begründer der Selectionslehre kam zu dieser Folgerung vorwiegend durch die Erfahrungen der Thierzucht und Pflanzenkultur, die so alt sind, wie die Anfänge der menschlichen Kultur selbst. Die Descendenztheorie dagegen ist das Produkt morphologischer Forschung, die kaum ein Jahrhundert alt ist und in ihrer hohen wissenschaftlichen Bedeutung erst in den letzten 4—5 Decennien erkannt wurde.

Indem die Selectionslehre sich auf die Ergebnisse der Züchtung (im weitesten Sinne) stützt und selbst mit experimentellen Methoden

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0221-0

arbeitet, ist für sie die Veränderlichkeit der organischen Formen Gegenstand directer Erfahrung und physiologischen Denkens. — Die Descendenztheorie dagegen, indem sie die Ergebnisse der morphologischen Formenvergleichung zusammenfasst, kann im Allgemeinen nicht oder nur in sehr beschränktem Maasse experimentell vorgehen; sie ist von vornherein auf Schlussfolgerungen angewiesen, deren Richtigkeit sie allerdings mannigfach, vor allem durch die Paläontologie und die ontologische Entwickelungsgeschichte prüfen kann.

Das Ziel beider Theorien ist dasselbe, nämlich die Erklärung des inneren Zusamenhanges der organischen Formen, d. h. ihrer Verwandtschaft von den einfachsten bis zu den höchstorganisirten, von den geologisch ältesten bis zu denen unserer Zeit.

Aber wie stellen sich beide zu der gewünschten Lösung der gewaltigen Aufgabe, zur Erreichung eines so fernen Zieles?

Indem die Selectionslehre von den Veränderungen ausgeht, welche die kultivirten Species durch Veränderung ihrer Lebensweise, des Klimas, durch ihr Zusammenleben und den daraus entspringenden „Kampf ums Dasein" erfahren, kommt sie zu dem Schluss, dass nur die mit nützlicheren Einrichtungen versehenen Varietäten ausdauern und dass auf diesem Wege die „Zweckmässigkeit" zu erklären sei. Bis zu einem gewissen Grade gelingt es ihr so, eine Reihe wichtiger Fragen zu beantworten. — Indem sie es aber versucht, auf diese Weise das Hauptziel zu erreichen, die Gesammtheit aller organischen Formen in den mannigfaltigsten Abstufungen ihrer morphologischen Verwandtschaften und Divergenzen zu erklären, zeigt sich ihre Unzulänglichkeit. Die auf dem Kampf ums Dasein gegründete Selection kann wohl die nützlichen, zweckmässigen, adaptiven Eigenschaften naheverwandter, nach gleichem morphologischem Typus gebauter Formen erklären (und auch dies meist nur hypothetisch); aber sie ist nicht im Stande, Rechenschaft davon zu geben, wie auf diese Art die artenreichen Typen selbst, die grossen Hauptabtheilungen des natürlichen Systems, die Klassen, Ordnungen, Familien oder allgemein die phylogenetischen Gruppen, entstanden sind.

Statt unfruchtbarer Erklärungsversuche auf Grund der Selection ist es gewiss besser, und entspricht mehr dem Ernst der Sache und der erprobten Methode echter Naturforschung, zu sagen, wir wissen nicht, wie die grossen phylogenetischen Gruppen entstanden sind und aus einfachen Anfangsformen sich zu hochdifferenzirten fortgebildet haben. Die Selectionslehre sagt uns nichts darüber, wie, auf welche Weise, aus den einfachsten kleinsten Formen der Moose die

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0222-6

höchstorganisirten und grössten — wie aus den kleinsten, einfachsten Formen der Farne die höchstorganisirten grossen — wie überhaupt aus den hypothetischen Urformen der Archegoniaten die Moose, Farne, Equiseten, Lycopodinen, aus den drei letzteren wohl die Cycadeen und Coniferen entstanden sein mögen. — Die Nützlichkeit der Organisationsverhältnisse gibt uns keine Erklärung der Thatsache des natürlichen Systems mit seinen grossen Verwandtschaftsgruppen und den innerhalb derselben abgestuften Verwandtschaftsgraden und divergirenden Reihen.

Wer sich durch eingehende Studien ein klares Bild davon verschafft hat, wie sich morphologisch die heterosporischen Gefässkryptogamen an die homoeosporischen anschliessen, wie die Heterosporie wiederholt (als Parallelbildung) in verschiedenen Gruppen mit verschiedenen morphologischen Charakteren auftritt (Marsilien, Salvinien, Isoëten, Selaginellen, Cycadeen, Coniferen), wird doch wohl ohne Voreingenommenheit nicht auf den Gedanken kommen, dass dergleichen morphologische Beziehungen aus dem Kampf ums Dasein und der Nützlichkeit wegen entstanden sein könnten. [1])

Die Selectionslehre hat es, soweit sie sich auf Thatsachen und nicht auf ungerechtfertigte Verallgemeinerung derselben beruft, mit den engsten Verwandtschaftsgruppen zu thun und kann es auf diesem Terrain versuchen, physiologische und biologische Erklärungen zu geben.

Die Descendenztheorie kann das nicht; sie stützt sich nur auf die Vergleichung der Formen, aber diese umfasst das gesammte Reich der organischen Natur; ihr Wesen und Charakter tritt am deutlichsten hervor bei der genauen Betrachtung der grössten Gruppen. Das natürliche System als Bild der Phylogenese ist ja noch nicht fertig, zumal die sog. Thallophyten (die für die Phylogenie interessanteste Abtheilung) warten noch der ordnenden Hand; aber für unseren hier verfolgten Zweck ist das gleichgiltig; es genügt zu wissen, dass z. B. die Florideen, die Phaeophyceen, Characeen, die Archegoniaten, Monocotylen, Dicotylen phylogenetische Gruppen sind, deren jede ihren rein morphologischen Charakter, ihr Entwickelungsschema auch im ontogenetischen Sinne besitzt.

1) Das ist auch der Grundgedanke Nägeli's in seiner 1865 erschienenen Schrift: „Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art." — Ich habe schon in der 1. Aufl. meines Lehrbuches 1868 darauf hingewiesen, dass es sich bei Nägeli's sehr begründetem Widerspruche gegen Darwin vorwiegend um die Würdigung der Morphologie der grossen systematischen Gruppen handelt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0223-2

Und wer dieses Letztere kennt, wird zugeben, dass es mit den Hilfsmitteln der Selectionslehre nicht causal zu verstehen ist.

Sind aber die phylogenetischen, rein morphologisch charakterisirten Gruppen überhaupt zu verstehen, d. h. auf Grund physiologischer, chemischer, physikalischer, mechanischer „Gesetze" erklärbar? — Ich wenigstens muss diese Frage entschieden verneinen. Das Einzige, was uns übrig bleibt, ist, diese Gruppirungen des natürlichen Systems in ein möglichst klares, ausschliesslich auf Formvergleichung gegründetes Bild (das natürliche System) zusammenzufassen und dann zu untersuchen, was sich aus der Anschauung dieses Bildes lernen lässt. Ein Versuch dazu soll in dieser Notiz gemacht werden. Wenn ich mich dabei vorwiegend auf die grossen Züge des Bildes, auf die grössten phylogenetischen Gruppen des natürlichen Systems beziehe, so geschieht es desshalb, weil dabei die rein morphologischen Charaktere [1]) klarer, schematisch einfacher hervortreten, als bei den kleinen Gruppen, den Familien, Gattungen, Species, Varietäten. Dieses Verfahren halte ich überhaupt für fruchtbarer, als die beständige Herbeiziehung der Species; was ein Moos, ein Farn, eine Cycadee u. s. w. ist, darüber kann kein Zweifel sein; die „Art", die „Species" dagegen war von jeher ein unbestimmter Begriff; dass es so ist, geht aus der Thatsache hervor, dass die Vertreter der Selectionslehre mit den echten Systematikern sich keineswegs darüber einigen können, ob gewisse Kulturformen als Species zu betrachten seien.

Die Darlegung dessen, was ich über Mechanomorphosen zu sagen habe, würde daher an Klarheit verlieren, wenn ich meine Beispiele in den kleinsten Verwandtschaftskreisen bei den Species suchte, statt in den grossen und grösseren phylogenetischen Gruppen. Goebel hat in seinen „Schilderungen" eine Reihe biologischer Gruppen dargestellt und ihre Adaptationen untersucht. Dabei kommt auch das zum Ausdruck, was ich im Folgenden unter Mechanomorphosen verstehe. Aber der Schwerpunkt seiner Untersuchungen liegt in dem Nachweis der rein morphologischen Momente, aus welchen die Phylogenese der biologischen Gruppen zu erkennen ist. Seine Darstellung

1) Um nur ein einziges Beispiel zu nennen, erinnere ich an die Formen der Sporangien und der Nervatur der Blätter, den Bau und Verlauf der Gefässbündel im Stamm, die Art des Generationswechsels der Farne; das sind morphologische Thatsachen, deren Entstehung doch wohl niemand durch Selection erklären kann; in ihnen liegt aber der phylogenetische Charakter der Farngruppe. — Dass die Sporen aller Moose und Archegoniaten durch Viertheilung entstehen, was auch für die Mikrosporen der Angiospermen gilt, ist doch wohl auch eine Thatsache, die mit der Selection und Anpassung nichts zu thun hat.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0224-7

der Succulenten z. B., und speciell der Cacteen, zeigt, wie schwierig es ist, hinter den Adaptationen, mit denen es die Selectionslehre zu thun hat, auch die morphologischen, phylogenetischen Charaktere herauszufinden. — Derartige Beispiele wären für meine Darstellung der Mechanomorphosen sehr lehrreich; da ich aber bei der hier gebotenen Kürze nur solche Mechanomorphosen vorführen will, die sozusagen das gesammte Pflanzenreich beherrschen, so halte ich mich auch aus diesem Grunde bei der Anführung von Beispielen an die grossen phylogenetischen Gruppen, deren morphologische Charaktere ich als allgemein bekannt voraussetzen darf.

Zum Verständniss dessen, was ich unter Mechanomorphosen verstehe, ist es nöthig, noch auf einen Punkt hinzuweisen, der zugleich für die richtige Auffassung des natürlichen Systems oder der Phylogenetik wichtig ist. Ich meine die Selbständigkeit oder Isolirung der grossen phylogenetischen Gruppen, wie sie uns beispielsweise in den Phaeophyceen, Rhodophyceen, Siphoneen, Archegoniaten (von den Moosen hinauf bis den Gymnospermen), Mono- und Dicotylen vorliegen. Von jeder dieser Gruppen darf man annehmen, dass sie mit sehr einfachen und sehr kleinen Formen angefangen und dann sich zu hochdifferenzirten emporgeschwungen hat. Aber jede Gruppe befolgte dabei ihr besonderes Gestaltungsgesetz, welches ursprünglich schon durch die innere Natur der kleinsten und einfachsten Urformen gegeben war, etwa so, wie in der Mathematik aus dem Gesetz eine „Reihe“ die Glieder derselben abgeleitet werden, oder wie aus einer einfachen Krystallform sich sehr zahlreiche complicirtere ableiten lassen; ein Vergleich, der eben nur den für sich selbständigen morphologischen Charakter jeder systematischen oder phylogenetischen Gruppe einigermassen anschaulich machen soll.

Behält man dies im Gedächtniss, so folgt, dass jede wohlbegründete phylogenetische Gruppe in sich selbständig sich fortgebildet hat ohne irgendwie von einer anderen Gruppe beeinflusst zu sein. Im strengeren Sinne „verwandt“ sind daher nur die Formen derselben Gruppe unter sich, sie haben mit denen einer anderen Gruppe phylogenetisch nichts gemein; jede morphologische Gruppe ist sozusagen ein Pflanzenreich für sich.

Nimmt man jedoch an, dass die allereinfachsten Urformen aller Gruppen selbst schon aus einer Urform entstanden seien, d. h. dass das ganze Pflanzenreich monophyletisch zu denken sei, so wäre dadurch eine nur unbedeutende Einschränkung gegeben; denn auch in diesem Falle mussten aus der ersten Urform Organismen von äusserster Ein-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0225-3

fachheit und Kleinheit hervorgehen, von denen jeder einzelne das Bildungsgesetz einer phylogenetischen Gruppe in sich enthielt, die sich nun, unbeeinflusst von den anderen, weiter ausbildete, höher differenzirte. — Es ist aber nicht bewiesen, dass es einen monophyletischen Ursprung aller Gruppen, des ganzen Pflanzenreichs gibt und ich halte es auch nicht für wahrscheinlich. Der wahre Sinn dessen, was ich unter Mechanomorphose verstehe, tritt nun erst klar zu Tage, wenn man die selbständige morphologisch-phylogenetische Fortentwickelung jeder Gruppe, ganz unabhängig von allen anderen Gruppen im Auge behält. Dann erscheinen die Mechanomorphosen als physiologisch verursachte Parallelbildungen. Vorläufig nur möchte ich als Beispiel dafür anführen, dass die Blätter mancher Phaeophyceen, mancher Rhodophyceen, aller Moose offenbar nur mechanomorphotische Parallelbildungen der Blätter sind, die wir bei den Prothallioten, Gymnospermen und Angiospermen finden.

Ist dies, wie ich unten zu beweisen gedenke, der Fall, so muss bei den verschiedensten phylogenetischen Gruppen eine rein physiologische, aber ganz allgemein wirksame Ursache mitgewirkt haben, durch deren Thätigkeit, unbekümmert um das phylogenetische Bildungsgesetz der einzelnen Gruppen, doch Blätter entstehen mussten. Die Blattbildung ist also im gesammten Pflanzenreich eine aus Mechanomorphose entstandene Parallelbildung bei verschiedenen phylogenetischen Gruppen. Die Ursache dieser Mechanomorphose liegt aber in der Einwirkung des Lichts auf chlorophyllhaltiges Gewebe, und da solches in allen phylogenetischen Gruppen ursprünglich vorkam, so konnten sich Blätter und blattähnliche Formen bei fortschreitender Differenzirung und Vervollkommnung in allen Gruppen bilden.

Wäre das ganze Pflanzenreich nur eine einzige phylogenetische Reihe, so könnte man annehmen, dass die Blattbildung nur einmal primär stattgefunden habe und dann für alle folgenden Glieder der Entwickelungsreihe erblich geworden sei. Dies ist aber unmöglich, weil das Pflanzenreich keine einheitliche Gruppe ist, sondern aus isolirten Gruppen besteht, deren jede sich selbständig phylogenetisch fortgebildet hat.

Durch die Mechanomorphosen entstehen also weit verbreitete Parallelbildungen in verschiedenen Gruppen; aber auch ohne Mechanomorphosen können auf rein phylogenetischem Wege morphologische Parallelbildungen entstehen. Diese letzteren tragen aber einen ganz anderen Charakter, sie sind rein morphologischer Natur und jedenfalls von physiologischen Einflüssen ursprünglich unabhängig. Als solche

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0226-9

Parallelbildungen, die nicht aus Mechanomorphose entstehen, betrachte ich beispielsweise die verschiedenen Arten der Heterosporie der Prothallioten und Gymnospermen. — Ebenso ist die Samenbildung der Gymnospermen nur eine Parallelbildung mit der Samenerzeugung der Angiospermen, denn die Gymnospermen und Angiospermen haben phylogenetisch nichts gemein und gehören ganz verschiedenen phylogenetischen Gruppen an. Aber die Heterosporie und die Samenbildung sind rein morphologische Erscheinungen, wenigstens ursprünglich, wenn auch später Mechanomorphosen und Adaptationen mit eingewirkt haben.

§ 2.

Eine der allgemeinsten, in allen phylogenetischen Gruppen und unabhängig von dem morphologischen Charakter oder Schema derselben auftretenden Mechanomorphosen wird durch die Thatsache hervorgerufen, die ich als das Princip der rechtswinkeligen Schneidung der Zellwände im embryonalen Gewebe beschrieben habe (1878 und 1879)[1]).

Infolge mehrfacher Missverständnisse, welche meine betreffenden Abhandlungen erfahren haben, muss ich hier jedoch darauf hinweisen, dass es sich keineswegs allein um die rechtwinkelige Schneidung der einzelnen Zellwände oder Theilungsrichtungen einzelner Zellen handelt, sondern vielmehr darum, dass alle Theilungsrichtungen innerhalb eines embryonalen Gewebekörpers sich in 1—2 oder 3 Richtungen einordnen, eine Thatsache, welche ich hier nachträglich noch besonders als das Gesetz der rechtwinkeligen Schneidung der Leitlinien bezeichnen will[2]). Diese Leitlinien sind die früher von mir aufgestellten Periklinen, Antiklinen und resp. Transversalen und in ihrer Existenz liegt, wie ich glaube, das allgemeinste mechanomorphe Bildungsgesetz der Pflanzenwelt, welches zugleich von den Charakteren der phylogenetischen Gruppen unabhängig ist. — Nach dreimaliger Publikation meiner betreffenden (unten citirten) Abhandlungen darf ich wohl auf diese verweisen und hier nur auf einige Punkte aufmerksam machen.

Wenn auch die rechtwinkelige Schneidung der Leitlinien unter sich bei der späteren Entwickelung durch das individuelle Wachsthum

1) Vergl. Arb. des bot. Instit. in Würzburg Bd II. und meine „Gesammelten Abhandlungen“ Nr. 39 u. 40.

2) Deutlicher als in den genannten Abhandlungen tritt dies in dem betreff. Kapitel meiner „Vorlesungen über Pfl.-Physiol.“ hervor.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0227-5

der Zellen meist unkenntlich[1]) wird, so macht sie sich doch gerade in denjenigen frühesten Jugendzuständen, in den Vegetationspunkten und jüngsten Organanlagen geltend, auf denen die morphologischen Charaktere der phylogenetischen, grossen Gruppen ganz besonders beruhen und doch sind die phylogenetischen Charaktere unabhängig von den Leitlinien. Noch klarer tritt dies in der Thatsache hervor, dass die Schneidungen der Leitlinien und die dadurch hervorgerufenen Bilder von Zellwandnetzen ganz dieselben bleiben, ob es sich um Haare oder Embryonen, um Vegetationspunkte von Wurzeln oder Sprossen, ob es sich um flache Algen oder Blätter höherer Pflanzen u. s. w. handelt. Maassgebend ist, wie ich zeigte, zunächst nur die äussere Form der Organe; nach dieser richten sich zunächst die periklinen Leitlinien, auf denen dann die antiklinen rechtwinkelig verlaufen und wenn es sich um Theilungen in allen drei Richtungen des Raumes handelt, so treten noch die Transversalen hinzu. Auf alle Fälle wird der von dem Umriss des jungen Organs umgrenzte Raum in ein System von kleinen Kammern (Zellen) zerlegt,[2]) deren Anordnung durch das Gesetz der Leitlinien theoretisch construirt werden kann, wenn noch einzelne weitere Anhaltspunkte gegeben sind, z. B. ob das Wachsthum von innen nach aussen oder umgekehrt zunimmt. Durch das Gesetz der Leitlinien wird der Bau eines jungen Organs oder Gewebekörpers in ähnlicher Weise klar, wie die Struktur eines Krystalls durch die Anordnung seiner Flächen und seiner Axenwinkel.

Unter der Herrschaft von Nägeli's falschem Wachsthumsprincip, wonach das Wachsthum eines Gewebekörpers aus dem der einzelnen Zellen abgeleitet werden sollte, wurden die Zelltheilungen am Vegetationspunkt für eines der fundamentalsten Merkmale der grossen phylogenetischen Gruppen gehalten; es wurde enorme Mühe darauf

---

1) Bei dem nachträglichen Dickenwachsthum, der Thätigkeit des Cambiums der Holzpflanzen machen sich die Leitlinien besonders klar bemerklich; sie werden durch den Verlauf der Jahresringe und Markstrahlen auf dem Querschnitt erkannt; ihre Beziehung zum Wachsthum ist unverkennbar. Diese Beziehung ist aber bei dem Dickenwachsthum der Laminarienstämme und der vorweltlichen Selaginellen (Sigillarien u. s. w.) ebenso deutlich, wie bei dem Holz der Coniferen und Dicotylen. Das ist eines der schönsten Beispiele von Mechanomorphose im Gegensatz zu den phylogenetischen Charakteren der genannten Gruppen, die unter sich gar nicht oder nur ganz entfernt verwandt sind.

2) Und darin liegt die tiefe Begründung dieser Art von Mechanomorphose, weil die Zerlegung der lebendigen Masse in kleine Energiden die Gestaltungsenergie steigert, wie ich in Notiz VI gezeigt habe.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0228-0

verwendet, zu erfahren, ob eine Scheitelzelle vorhanden sei, ob sie eine, zwei oder drei (selbst vier) Reihen von Segmenten bildet. Aus dem von mir aufgestellten Gesetz der rechtwinkeligen Schneidung der Leitlinien lässt sich einfach verstehen, wie in einem Embryo überhaupt eine Scheitelzelle[1]) entstehen kann und wie sie sich segmentirt.

Das alles aber hat mit dem phylogenetischen Charakter, mit der Abstammung der betreffenden Pflanzenform nichts zu thun; es handelt sich dabei vielmehr um ein allgemeines Gesetz, das die Zelltheilung mit dem Wachsthum verknüpft, nicht aber um specielle Bildungsgesetze einzelner phylogenetischer Gruppen. Ob ein Vegetationspunkt oder ein aus ihm entspringendes embryonales Organ diese oder jene Form im Quer- und Längsschnitt hat, das hängt von dem phylogenetischen Charakter der betreffenden Pflanze ab; ist diese Form aber einmal gegeben, so folgt daraus, welchen Verlauf die Periklinen, Antiklinen und Transversalen nehmen müssen, gleichgiltig um welche phylogenetische Gruppe und um was für eine Art von Organen es sich handelt.

Die grossen phylogenetischen Gruppen waren durch morphologische Forschungen längst festgestellt, bevor ich das Gesetz der Leitlinien im embryonalen (durch individuelles Wachsthum der einzelnen Zellen noch ungestörten) Gewebe festgestellt habe. Dies beweist wohl am besten, dass beide von einander unabhängig sind, d. h. dass die Phylogenese der verschiedenen Gruppen ihrem speciellen Gestaltungsgesetze folgt, während das Gesetz der Leitlinien überall zur Geltung kommt, wo das wachsende Gewebe in kleine Energiden zu zerfällen ist.

Was ich unter dem Ausdruck Mechanomorphose verstehe, dürfte in den vorausgehenden Betrachtungen klar genug hervortreten. Die sog. Zellnetze der Vegetationspunkte, der jüngsten Organe und derjenigen Gebilde, die nach stattgefundener Zelltheilung kein beträchtliches individuelles Wachsthum der einzelnen Gewebselemente mehr zeigen (z. B. die scheibenförmigen Coleochaeten, die Flächenansicht der Melobesien, Querschnitte der Hölzer u. s. w.), ferner die Formen der Scheitelzellen, die Theilungen der Eizellen, der Haare u. s. w. Das sind Mechanomorphosen im Gegensatz zu den phylogenetisch entstandenen morphologischen Charakteren der Klassen, Ordnungen u. s. w.

Wer die morphologischen Forschungen der 50er und 60er Jahre noch mit erlebt und mitgemacht hat, wird sich erinnern, dass man

1) Vergl. meine „Vorlesungen" II. Auflage p. 443.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0229-9

damals und später gerade das Studium der Zellwandnetze embryonaler Gebilde für die wichtigste Aufgabe der morphologischen Forschung hielt, was sie in gewissem Sinne auch jetzt noch sind; seit ich das Gesetz der Leitlinien festgestellt habe, hat das Interesse für diese Forschungen erheblich abgenommen, offenbar, weil man nunmehr den Werth der Zellenanordnung und ihrer allgemeinen Beziehung zum Wachsthum der Energiden unterschätzte, nachdem sie ihre Bedeutung für die Feststellung der systematischen (phylogenetischen) Gruppen verloren hatte. Aber ihr Werth als Mechanomorphosen ist auch etwas, namentlich wenn man beachtet, dass die Zellenanordnung und ihr Gesetz eine Thatsache ist, die sich aus Nützlichkeitsgründen, aus Adaptation und Correlation nicht erklären lässt, also einen eclatanten Beweis gegen die Selection als Gestaltungsprincip darstellt; allerdings auch gegen Nägeli's Vervollkommnungstheorie, die ihre Anwendung nur auf die phylogenetischen speciellen Gestaltungsgesetze findet, während die Mechanomorphose der Zellenanordnung ein allgemeines Gesetz der Energidenbildung darstellt.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich auch noch bemerken, dass der Ausdruck Mechanomorphose vielleicht als ein Mittel zu gegenseitiger Verständigung, also als eine Bereicherung der wissenschaftlichen Nomenklatur gelten dürfte. Man kann nunmehr einfach sagen, die Zellwandnetze sind das Resultat einer Mechanomorphose, die durch das Gesetz der Leitlinien gegeben ist, aber mit der Phylogenie nichts oder nur mittelbar zu thun hat. Und in ähnlicher Art wird man sich betreffs der weiter darzustellenden Mechanomorphosen ausdrücken können. Auch ist es ein deutlicher und kurzer Ausdruck, sagen zu können, die Mechanomorphosen haben einen morphologischen Werth für die genaue Kenntniss der embryonalen Organe, aber sie sind nicht die Ursache der phylogenetischen Verwandtschaften.

§ 3.

Einen zweiten Fall von Mechanomorphose sehe ich in der Wirkung der specifischen Grösse der Organismen auf ihre innere Struktur und äussere Gliederung, über welche ich mich in der VI. dieser Notizen (Flora 1893) ausführlicher ausgesprochen habe.

Zu den interessantesten Charakterzügen aller, besonders aber der grossen, phylogenetischen Gruppen gehört es, dass ihre sehr einfach gebauten, wenig differenzirten Urformen sehr klein sind und dass in dem Maasse, wie die Grösse der zugehörigen Species sich steigert,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0230-0

auch die Differenzirung oder Vollkommenheit der Struktur und der äusseren Gliederung zunimmt. Man vergleiche in dieser Beziehung nur die kleinsten und einfachst organisirten Moose (Archidium, Buxbaumia) mit den grössten und höchstorganisirten (Polytrichum u. a.); ebenso die winzigkleinen Farne in der Gattung Trichomanes mit den Baumfarnen oder selbst den Gattungsmitgliedern jener, die sehr beträchtliche Grössen und hohe Differenzirung erreichen; vielleicht noch auffallender macht sich diese Beziehung von „Grösse und Form" geltend, wenn man bedenkt, dass das kleine, einfache Pflänzchen von Phylloglossum und die phylogenetische Gruppe der Lycopodinen gehört, deren höchst organisirte Formen in den vorweltlichen Sigillarien und den jetzt lebenden Tannen und Kiefern zu finden sind. Diese Vergleiche betreffen die Gruppe der Archegoniaten. — Ganz denselben Sinn hat es, wenn man beachtet, wie in der Gruppe der Phaeophyceen die einfachen kleinen Ectocarpen mit dem riesengrossen und hochdifferenzirten Macrocysten u. s. w. zu einem phylogenetischen System vereinigt sind, was ähnlich bei den Florideen wiederkehrt. In womöglich noch auffallenderer Art belehrt uns die phylogenetische Zusammengehörigkeit der kleinen, einfachen Lemnaceen mit den riesengrossen hochorganisirten Amorphophallen u. s. w. in der Verwandtschaftsgruppe der Aroideen u. s. w.

Wir sind an diese Beziehungen der specifischen Grösse zur Organisation so sehr gewöhnt, dass sie uns ganz „selbstverständlich" erscheinen und wohl eben desshalb bisher kaum beachtet, jedenfalls keiner besonderen theoretischen Würdigung unterzogen wurde.

Allerdings lässt sich zwischen specifischer Grösse und Höhe der Differenzirung nicht wohl eine Proportionalität im mathematischen Sinne erkennen; erst bei beträchtlichen Unterschieden in beiden Richtungen tritt die fragliche Beziehung deutlich hervor. Aber es gibt sozusagen einen „kritischen" Punkt, der meist an der Grenze zwischen mikroskopischem und natürlichem Sehen liegt. Solange die Grösse eines Organismus oder eines Organs unterhalb dieses Punktes bleibt, ist nicht nur die äussere Gliederung, sondern in noch auffallenderer Art auch die innere Struktur, die Gewebedifferenzirung, sehr einfach; jede beträchtlichere Steigerung der Grösse der phylogenetisch verwandten Formen bewirkt sofort kräftige äussere und innere Gliederung und Differenzirung, die im Allgemeinen ihren höchsten Grad bei den grössten Formen erreicht. — Auch hier finden wir wieder die schönsten und lehrreichsten Beispiele bei den Archegoniaten.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0231-6

Dass es aber möglich ist, trotz dieser so auffallenden Causalbeziehung der Grösse zu der Organisationshöhe den phylogenetischen Gruppentypus in all diesen Formen wiederzufinden, darin liegt die Thatsache, auf die es uns hier ankommt.

Aus jener Beziehung zwischen „Grösse und Form" entspringen nothwendig besondere Gestaltungsmomente, d. h. Mechanomorphosen, die aber von dem Schema der phylogenetischen Gruppe wohl zu unterscheiden sind. Dass die Grösse der vorweltlichen Lycopodiaceenbäume z. B. mit der Bildung eines Cambiums und dem darauf beruhenden Dickenwachsthum zusammenhängt, dass dadurch gewisse Formen erzeugt werden, kann ja nicht zweifelhaft sein und doch bleibt die phylogenetische Verwandtschaft mit den kleinen einfach organisirten Selaginellen bestehen; die biologisch und physiologisch ganz gleichgiltige Dichotomie der Wurzeln und Sprosse der Selaginellen und Verwandten ist in phylogenetischer Beziehung viel wichtiger, als die für das Leben so hochwichtige Cambiumthätigkeit. Diese letztere erzeugt Mechanomorphosen, jene Dichotomie aber ist ein phylogenetisches, unerklärliches Merkmal der Gruppe, mit welchem dann noch die Merkmale der Sporangien und der Keimung gleichsinnig auftreten. Derselbe Gegensatz zwischen Cambium und Grösse (nebst Lebensdauer) einerseits und anderseits dem phylogenetischen Gruppencharakter tritt auch bei den Laminarien unter den Phaeophyceen und den holzbildenden Dicotylen zu Tage.

Alle aus der Grössenzunahme entspringenden Gestaltungen, wie die Cambiumprodukte und die aus dem Dickenwachsthum erklärlichen Rindenbildungen der Coniferen und Dicotylenbäume[1]) sind Mechanomorphosen, sind mechanisch und physiologisch erklärlich und verständlich und kehren überall wieder, wo Gelegenheit dazu geboten ist, — aber sie haben eben desshalb mit dem phylogenetischen Schema oder Typus der systematischen Gruppen nichts zu thun oder mit anderen Worten, die Gesammtstruktur einer Species ist das Resultat zweier Ursachen; deren erste und wichtigste in dem phylogenetischen Streben nach höherer Differenzirung bei gleichem morphologischem Schema liegt, während je nach Umständen ein zweites Gestaltungselement, die Grösse, als mechanomorphotisches hinzutritt (vergl. Notiz VI).

Gegenüber dem geheimnissvollen, unerklärten, aus „inneren Ursachen" entspringenden, schöpferisch morphologischen Walten, welches

1) Ebenso die weiter unten noch zu erwähnende Nervatur grosser Laubblätter gegenüber den kaum merklichen Gefässbündeln in kleinen, zumal auch succulenten Blättern.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0232-1

in der Vervollkommnung der einfacheren Anfangsformen zu typischen, selbst hypertypischen Formen einer phylogenetischen Gruppe hervortritt, haben die Mechanomorphosen das Besondere, dass wir sie bis zu einem gewissen Grade verständlich finden, causal begreifen, sie auf Maass und Gewicht, auf die uns geläufigen Begriffe der Physik zurückführen können, was bei der phylogenetischen Vervollkommnung nicht möglich ist. Wer wäre im Stande, auf Grund mechanischer, physikalischer (incl. chemischer) Begriffe die Verschiedenheit der Phaeophyceen von den Rhodophyceen, der Muscineen von den Prothallioten, der Monocotylen von den Dicotylen begreifen zu können? Wir stehen diesen phylogenetischen Thatsachen wie absoluten Geheimnissen gegenüber und kein Darwinismus kann da erklärend eingreifen.

Ganz anders, wenn es sich um die Mechanomorphosen handelt. Hier hat es einen Sinn, nach Ursache und Wirkung, nach Causalität zu fragen. Das tritt gerade bei der aus der specifischen Grösse entspringenden Mechanomorphosen sehr deutlich hervor. Wenn auch die letzten Glieder der logischen Schlusskette nicht klar liegen, so liess sich doch zeigen, dass die Ursache der Mechanomorphosen der specifischen Grösse der Organismen darin liegt, dass die Gewebezellen nicht eine specifische, sondern eine allgemeine, eine mittlere Grösse besitzen, und dass sich aus dieser erklären lässt, warum kleine Organismen einfacher gebaut sein müssen als erheblich grössere.

Die gesammte innere und äussere Gliederung einer Pflanze wird von der mittleren Grösse der Gewebezellen beherrscht; diese selbst hat aber mit der morphologischen Natur der phylogenetischen Gruppen nichts zu thun. — In der mittleren Grösse der Gewebezellen liegt ein mechanomorphisches Gestaltungsmoment, von dem es abhängt, wie klein eine Species werden kann, wenn sie den phylogenetischen Charakter ihrer Verwandten behalten soll.

Dieselbe Beziehung von Grösse und Form tritt aber noch bedeutungsvoller hervor, wenn man beachtet, wie die kleinen Embryonen auch die einfachste Struktur und äussere Form zeigen und wie derselbe Embryo mit zunehmender Grösse auch eine immer höher steigende Differenzirung seiner Gewebe und eine immerfort steigende Mannigfaltigkeit seiner äusseren Gliederung gewinnt. Die ontogenetischen Vorgänge folgen also dem allgemeinen mechanomorphotischen Gesetz, dass zunehmende Grösse als Bedingung höherer Differenzirung gilt.

Dass es auch abgesehen von der Grösse noch Vereinfachung und Complicirung der Organisation durch andere Ursachen geben kann, versteht sich von selbst.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0233-7

Das in diesem Paragraphen Gesagte lässt sich nun kurz in dem Satz zu sammenfassen: mit der aus inneren, unbekannten Ursachen fortschreitenden morphologischen Differenzirung innerhalb einer phylogenetischen Gruppe kann auch Vergrösserung der specifischen Formen vorkommen; ist dies der Fall, so führt die Vergrösserung nothwendig zu complicirteren Gewebedifferenzirungen und zu kräftigeren äusseren morphologischen Gliederungen.

In diesem Vorgang macht sich die Mechanomorphose geltend, die an und für sich mit dem phylogenetischen Charakter einer Gruppe nichts zu thun hat, weil sie bei den verschiedensten phylogenetischen Gruppen in ganz ähnlicher Weise wirkt; der morphologische Charakter der kleinsten und grössten Formen einer phylogenetischen Gruppe bleibt derselbe, obgleich die Vergrösserung mit steigender Differenzirung verbunden ist.

§ 4.

Auch wenn man dem Begriffe Reizbarkeit die ausgedehnteste Bedeutung geben will, kann man doch nicht sagen, dass die beiden bisher besprochenen Mechanomorphosen auf Reizbarkeit beruhen könnten.

Dagegen gibt es Mechanomorphosen, die wirklich durch besondere Arten von Reizbarkeit vermittelt oder verursacht werden, wenn man unter Reizbarkeit überhaupt die den Organismen eigenthümliche Art der Reaction gegen äussere Einwirkungen versteht.

Auch durch Reizbarkeit, d. h. durch Reaction gegen äussere, physikalische Einwirkungen können nun Mechanomorphosen entstehen.

Zu den allgemeinsten Formen der Reizbarkeit gehört aber die Reaction wachsender oder wachsthumsfähiger Pflanzentheile gegen die Schwerkraft und die Einwirkung derselben auf die Entstehung neuer Organe.

In einem besonderen Kapitel meiner „Vorlesungen“ habe ich gezeigt, dass verschiedene Theile derselben Pflanze unter dem Einfluss der Schwerkraft oder durch ihren besonderen Geotropismus verschiedene Wachsthumsrichtungen annehmen und dass unter dem Einfluss derselben Kraft die Orte bestimmt werden, wo neue Organe entstehen. Ob ein Spross aufrecht oder schief oder horizontal wächst, ob dies ebenso an einer Wurzel geschieht, ob die Seitensprosse und Blätter diese oder jene Richtung gewinnen, das sind Reizerscheinungen. Von ihnen aber hängt es ab, ob in bestimmten Fällen die Hauptaxe eines Sprosssystems orthotrop oder plagiotrop fortwächst (letzteres besonderes

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0234-3

bei unterirdischen Rhizomen), ob eine Pflanze vorwiegend auf oder unter der Erdfläche sich ausbreitet oder emporstrebt u. s. w. Von dem orthropen oder plagiotropen Wuchs der relativen Muttersprosse aber hängt es in vielen Fällen ab, ob die Blätter und Seitensprosse und selbst die Wurzeln nach einer oder nach zwei (oder mehr) Seiten hin aussprossen, und selbst die Sprosse derselben Pflanze können in dieser Beziehung verschieden sein. Es lässt sich experimentell zeigen, dass der radiäre oder dorsiventrale Bau eines Pflanzenorgans, zumal eines Sprosses, darüber entscheidet, in welchen Richtungen seine seitlichen Aussprossungen (Blätter, Tochtersprosse, Wurzeln) entstehen werden, wovon ja die Gesammtform der Pflanze wesentlich abhängt. In dem Kapitel: „Anisotropie" meiner Vorlesungen habe ich diese Verhältnisse ausführlicher dargestellt und muss hier, um Weitläufigkeiten zu vermeiden, dahin verweisen.

Hier erwähne ich sie nur, um darauf hinzuweisen, dass auch in all diesen Gestaltungsmomenten, welche von der Gravitation an wachsenden Pflanzentheilen hervorgerufen werden, mechanomorphe Momente liegen, d. h. gestaltenbildende Ursachen, die durch Reizbarkeit gegen die Einwirkung der Schwerkraft vermittelt werden, die aber ihrerseits mit den phylogenetischen Gestaltungsursachen nichts zu thun haben[1]). — Dass Letzteres wirklich der Fall ist, kann ohne Weiteres daraus erkannt werden, dass es keinem urtheilsfähigen Systematiker einfällt, die Diagnose einer Klasse oder Ordnung oder Familie, ja auch nur die einer Gattung dadurch zu stützen, dass einzelne Species der betreffenden phylogenetischen Gruppe kriechen, klettern, aufrecht wachsen u. s. w. Das sind Speciesmerkmale oder selbst nur Varietätmerkmale; sie haben mit der Phylogenese nichts zu thun und doch sind sie für den Gesammthabitus der Pflanzenwelt von der grössten Bedeutung. Es handelt sich eben um eine besondere Art von Mechanomorphosen, die in jeder grossen oder kleinen Verwandtschaftsgruppe wiederkehren können und auf einer besonderen Art von Reizbarkeit, d. h. hier der Reaction gegen Schwerkraft be-

1) Vielleicht ist es nicht überflüssig, hier an die neue Gipfelbildung der Abies pectinata, nordmanniana und excelsa nach Wegnahme des ursprünglichen Gipfels zu erinnern und wie der emporgekrümmte frühere Seitenast nun statt bilateraler Bildung die radiäre annimmt. — Lässt man 5—6jährige Edeltannen in umgekehrter Stellung (Gipfel abwärts) jahrelang wachsen, so entstehen auf der Rückseite, d. h. auf der früher abwärts, jetzt aber aufwärts gekehrten Seite der bilateralen Aeste neue Triebe, die radiär gebaut sind und wie Keimpflanzen aussehen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0235-9

ruhen; es sind durch Schwerkraft bewirkte Mechanomorphosen.

Ich habe schon in meinen „Vorlesungen“ darauf hingewiesen, dass das Gesammtbild der Vegetation auf der ganzen Erdoberfläche von denjenigen Formeigenschaften der Pflanzen abhängt, welche sie unter dem Einfluss der Schwere auf ihre geotropische Reizbarkeit seit undenklichen Zeiträumen gewonnen haben[1]) und da die Gravitation ununterbrochen auf jeden Körper einwirkt, so müssen alle Organismen die Spuren dieser Wirkung an sich tragen. Alles was im Pflanzen- und Thierreich mit den Begriffen Bauch- und Rückenseite, rechte und linke Flanke irgendwie zusammenhängt, trägt den Stempel der Schwerkraft ins Organische übersetzt an sich. Dass ein Baum seine Wurzeln nach unten treibt, seine Krone aufwärts, dass ein Thier die Füsse auf der Bauchseite trägt u. s. w., zeigt doch, dass die betreffenden Gestaltungsprocesse unter dem Einfluss der Erdschwere stattgefunden haben. Die wenigen Organismen, wo diese Beziehung nicht hervortreten kann, sind solche, die in beständiger Rotation um eine bestimmte Axe sich drehend, auf diese Art dem gestaltenden und richtenden Einfluss der Schwere entzogen sind, wie die Volvocineen, und ich habe durch die Begründung der Klinostatentheorie[2]) gezeigt, dass man diese Beziehungen auf experimentellem Wege studiren kann.

Die Gestaltungsmomente, die auf den Einfluss der Schwere zurückzuführen sind, machen sich überall bis ins Kleinste hinein bemerklich, „wenn man es nur zu deuten weiss“ — aber trotzdem haben diese Mechanomorphosen nichts unmittelbar gemein mit den phylogenetischen Gestaltungen: oder könnte man etwa die Form und Entwickelung eines Sporogoniums, eines Farnsporangiums, die Beziehungen der Pollensäcke zu den Sporangien, die Heterosporie der höheren Kryptogamen, oder auch nur die Form der Sexualorgane der Coleochaeten und Characeen u. s. w. auf äussere Einwirkungen, speciell der Schwerkraft, zurückführen? auch hat noch niemand dergleichen versucht. Dies Alles beweist aber, dass die Organisation einer bebestimmten Pflanzenart auch in dieser Beziehung auf mindestens zwei Ursachen zurückzuführen ist: vor Allem auf die innere Gestaltungskraft der Phylogenese und neben dieser auf die Mechanomorphose, die aus der geotropischen Reizbarkeit entspringt.

---

1) und die daher auch zum grossen Theile erblich geworden sind.

2) Vergl. Gesammelte Abhandlungen von J. Sachs II. p. 985.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0236-5

Da der Ausdruck Geotropismus sich zunächst nur auf die morphologisch gleichgiltigen Krümmungen bezieht, könnte man doch wohl für die Wirkungen der Schwere auf Entstehung und morphologische Gestaltung der Gewebe und äusseren Glieder einen neuen, allgemeineren Terminus technicus erfinden: vielleicht Barymorphose?

So würde z. B. die von Goebel beschriebene Organbildung bei Caulerpa: kriechende Sprossaxe, Blätter auf der Rückenlinie, Wurzeln auf der Bauchlinie und ähnliche Orientirungen als eine „barymorphotische" zu bezeichnen sein.

§ 5.

In ähnlichem Sinne, wie ich soeben das Wort „Barymorphose" gebraucht habe, könnte man auch von „Photomorphosen" reden, wenn es darauf ankommt, solche Gestaltungsprocesse[1]) zu bezeichnen, welche durch den Einfluss des Lichts auf Neubildung und embryonale Gestaltung von Pflanzenorganen hervorgerufen werden. Wir könnten dann also zwei Abtheilungen von Mechanomorphosen unterscheiden: Barymorphosen und Photomorphosen, neben denen die beiden zuerst beschriebenen Mechanomorphosen der Leitlinien und der durch Grösse hervorgerufenen Differenzirungen als Mechanomorphosen im engeren Sinne bezeichnet werden könnten.

Mit den Barymorphosen haben die Photomorphosen das gemein, dass auch sie auf Reizbarkeit beruhen im Gegensatz zu den beiden zuerst genannten Mechanomorphosen.

Die Barymorphosen werden dadurch hervorgerufen, dass die Neubildungsprocesse in irgend einer Art und Weise von der Schwerkraft afficirt werden.

Die Photomorphosen dagegen werden hervorgerufen dadurch, dass das embryonale Wachsthum chlorophyllhaltiger Zellen oder Gewebe durch das Licht beeinflusst wird[2]).

Das Wort Barymorphosen wende ich an, um die blossen Krümmungen des Geotropismus auszuschliessen und dafür den Gestaltungseinfluss der Schwere auf jüngste und wachsende Theile zu bezeichnen. Ebenso

---

1) Also nicht blosse Krümmungen, die vorwiegend in der Streckungsphase eintreten, während die Photomorphosen der embryonalen Periode angehören.

2) Es gibt auch Fälle, wo das Licht auf nichtgrüne Zellen und Gewebemassen gestaltend einwirkt, aber von diesen soll hier zunächst keine Rede sein. Wo ich hier von Photomorphosen rede, wird es sich immer nur um chlorophyllhaltige Organe oder Gewebeschichten handeln.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0237-0

will ich das Wort Photomorphose im Gegensatz zu den heliotropischen Krümmungen nur auf solche Fälle anwenden, wo durch den Einfluss des Lichts Gestaltungsprocesse und Neubildungen hervorgerufen oder modificirt werden.

Um sogleich ein Beispiel zu nennen, bewirkt das Licht, dass die Sexualorgane der Polypodiaceen auf der Schattenseite der Prothallien entstehen, die Brutknospen der Marchantieen in ihrer gesammten Dorsiventralität durch die Richtung des stärksten Lichtstrahls orientirt werden, dass ebenso die Laubsprosse von Fissidens ihre beiden Blattreihen rechts und links vom einfallenden Lichtstrahl bilden, weil die Scheitelzelle in diesem Falle nur rechts und links Segmente bildet, indem sie unter dem Einfluss des Lichtstrahls zweischneidig geworden ist. — Schon längst ist aus den Beobachtungen Wichura's bekannt, dass die Krümmung der Laubmooskapseln durch den stärksten einfallenden Lichtstrahl bestimmt wird [1]) und die sonderbare Form der Kapsel von Buxbaumia wird durch denselben Einfluss bewirkt. — Eines der schönsten Beispiele bietet das Protonema von Funaria hygrometrica, von dem ich mich überzeugt habe, dass an den aufstrebenden Fäden die Seitenfäden nur rechts und links (ohne Torsion) angelegt werden, so dass das System dieser Sprossungen in einer Fläche sich ausbreitet, die zum Lichtstrahl quer liegt und von ihm rechtwinkelig getroffen wird, also plagiotrop ist.

Solcher Beispiele würden sich noch viele finden lassen.

Die allgemeinste Photomorphose finde ich aber in der Entstehung und Form der Blätter (oder blattähnlichen Sprossformen der Algen). Diese Art der Mechanomorphosen macht sich darin bemerklich, dass die chlorophyllhaltigen Gewebemassen dünne Platten bilden, was ja die Grundform der Blätter ist, aber auch bei anderen chlorophyllreichen Organen vorkommt.

Diese grünen Gewebeplatten sind meist nur 0,2—0,4 mm dick und zwar desshalb, weil diese Dicke bei grossem Chlorophyllreichthum der Zellen hinreicht, die Assimilationsenergie des quer einfallenden Lichtstrahls so vollkommen zu erschöpfen, dass ein zweites dahinter liegendes Blatt (grüne Gewebeschicht) keinerlei Assimilationskraft mehr empfängt. Dickere grüne Gewebeschichten wären also blosse Verschwendung an Material; daraus wird verständlich, warum auch die grössten Blätter (z. B. von Rheum, Cucurbita) eine so dünne grüne Platte (Mesophyll) besitzen und warum die dicken Blätter und grünen Stammtheile der Crassulaceen, Cacteen und anderer Succulenten doch

1) Es ist noch unbekannt, ob dies eine gewöhnliche heliotropische Krümmung ist.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0238-6

nur eine sehr dünne grüne Gewebeschicht unter der Epidermis haben, während das übrige Gewebe farblos bleibt.

Die Erschöpfung der Assimilationsenergie des Lichts schon in einer sehr dünnen chlorophyllhaltigen Gewebeschicht ist also die Ursache, dass grüne Pflanzenorgane desto dünner bleiben, je chlorophyllreicher ihre Assimilationschicht ist. — Man bedarf aber keiner langen Ueberlegung, um zu finden, dass der gesammte Habitus der Pflanzenwelt wesentlich von dem Vorhandensein dieser dünnen grünen Schichten abhängt.

Nehmen nun aber diese dünnen, grünen Gewebeschichten eine beträchtliche Flächenausdehnung an, so leuchtet ein, dass sie einer besonderen Einrichtung bedürfen, um in einer Ebene straff auseinander gehalten zu werden, um nicht wie nasser Stoff in Falten herabzufallen. Diese Einrichtung gibt, wie ich in meinen „Vorlesungen" schon zeigte, zu einer der schönsten und sinnreichsten Correlationen im Pflanzenreich Anlass, zur Bildung der Nervatur der Blätter. An kleinen und dicken Blättern ist von dieser wenig zu merken; je grösser aber die dünnen Blattlamellen werden, desto kräftiger tritt die Nervatur mit ihren dicken mechanisch wirkenden Rippen und immer dünner werdenden, dem Stofftransport dienenden Gefässbündeln (Nerven) hervor. Wer sich eine Sammlung von verholzten Blattnervaturen angelegt hat, wird wissen, welche Mannigfaltigkeit und Schönheit da zu finden ist. Aber auch phylogenetische Charaktere treten in ihnen hervor, wie die Eigenart der Nervatur der Farnblätter gegenüber der der Mono- und Dicotylen erkennen lässt[1]). — Wir haben es hier offenbar mit echten Mechanomorphosen zu thun, die aber durch den Einfluss des Lichts auf das Chlorophyllgewebe ursprünglich entstanden sind; nicht unmittelbare Lichtwirkungen, nicht Photomorphosen im strengen Sinn, sondern Correlationserscheinungen der letzteren sind die Blattnervaturen. — Für jeden, der Sinn für die philosophische Auffassung der organischen Natur besitzt, hat es etwas Erfreuliches, auf so einfachem Wege einen tieferen Blick in die allgemeinsten Gestaltungsursachen der Pflanzenwelt thun zu können.

Wir sind im Vorigen von der Dünnheit der grünen Gewebeschichten ausgegangen und haben als Hauptursache derselben und ihrer Correlation die Absorption des wirksamen Lichts im Chloro-

1) Es bedarf wohl kaum einer besonderen Erklärung, dass die Wirksamkeit der Mechanomorphosen auch von dem Gestaltungstrieb der Phylogenese beeinflusst werden kann; diese ist das Primäre, die Mechanomorphose wirkt nach Massgabe desselben.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0239-4

phyllgewebe gefunden; die Nervatur der grossen Blätter als nothwendige Consequenz der physikalischen Thatsache, dass die assimilationskräftigen Strahlen im grünen Gewebe schon dann ihre ganze Energie abgeben, wenn dieses Gewebe nur wenige Zehntel eines Millimeters dick ist. Und beachtet man nun, welch grosse Rolle die Form und Dünnheit der Blätter in der Pflanzenwelt als Gestaltungselement spielt, so haben wir mit dem Gesagten doch wohl etwas gewonnen.

Sollte es nun etwa möglich sein, auch die Flächenausbreitung des grünen Gewebes auf eine erkennbare Ursache zurückzuführen? So klar nnd einfach, wie betreffs der Dünnheit der chlorophyllhaltigen Schichten wird das wohl jetzt noch nicht gelingen. Es kümmert sich ja fast Niemand um derartige Fragen; die Darwin'sche Selectionslehre hindert das eben [1]).

Aber immerhin werfen einige zufällig bekannte Thatsachen doch einiges Licht auch auf die eben angeregte Frage. Wir kennen einige Thatsachen, die darauf hinweisen, dass eine causale Beziehung besteht zwischem dem Licht und dem Flächenwachsthum chlorophyllhaltiger Gewebeflächen. Für die bloss teleologische Auffassung besteht hier gar keine Schwierigkeit; ist das chlorophyllhaltige Gewebe [2]) einmal thatsächlich das Assimilationsorgan, woran ja nicht zu zweifeln, dann versteht es sich von selbst, dass (teleologisch genommen) eine Verbreiterung der grünen Schicht die Ernährung steigert und dass ferner alle Einrichtungen nützlich sein müssen, welche es bewirken, dass die grüne, assimilirende Schicht womöglich in eine rechtwinkelige Stellung zum einfallenden Strahl kommt, sofern dieser letztere nicht etwa zu stark ist und eine Abminderung seiner Wirkung durch sog. Profilstellung nöthig wird. [3]) — Indessen sollen diese teleologischen Bedenken uns hier nicht beschäftigen.

Die Frage ist nicht: zu welchem Zweck, sondern durch welche Ursache wachsen die sehr dünnen grünen Gewebeschichten quer zum Lichtstrahl; ist es überhaupt der Lichtstrahl, der es bewirkt, dass dünne grüne Gewebeflächen sich auszubreiten streben, quer zum

1) Schon das Wort Selection (Auswahl) besagt ja, dass es sich dabei nicht um allgemeine Gestaltungsgesetze handeln kann.

2) Ich rede hier zunächst vom grünen Gewebe; die Betrachtung der einzelnen chlorophyllhaltigen Zelle, zumal auch die Uebertragung des im Text Gesagten auf die Siphoneen, würde hier zu weit führen; es kommt mir nur auf Klarlegung gewisser Gesichtspunkte an.

3) Letzteres wird aber durch correlative Einrichtungen besorgt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0240-6

Strahl. Dass und warum sie dünn bleiben in Richtung des Strahls haben wir ja gesehen; aber warum breiten sie sich aus? die teleologische Nützlichkeit ist ersichtlich; es kommt jedoch auf die Causalität an. Aber, wie gesagt, es fehlt an experimentellen und vielseitigen Erfahrungen; einiges aber lässt sich anführen zur Stütze des wahrscheinlichen Satzes: Das Licht selbst bewirkt, dass das chlorophyllhaltige Gewebe quer zum Strahl sich flächenförmig ausbreitet.

Auch auf diesen Satz habe ich bereits in meinen „Vorlesungen" (II, 1887) hingewiesen und ihn unter Anderem dadurch erläutert, dass die Laubflechten, also echte Pilze, durch die in ihnen eingeschlossenen Algen (die Gonidien) veranlasst werden, blattähnliche, dorsiventrale Formen und plagiotrope Stellung anzunehmen. — Verschiedene epidendrische Orchideen, z. B. Taeniophyllumarten, haben chlorophyllreiche Wurzeln bei völligem Mangel functionirender Laubblätter und Goebel (Schilderungen II, p. 195) zeigt, wie diese Wurzeln auf der Lichtseite flach werden, eine fast bandartige Gestalt annehmen, was bei dem sonst allgemeinen radiären Bau der Wurzeln besonders auffällt[1]). Ich halte dafür, dass es sich hier um eine Wirkung des Lichts auf das Wachsthum des grünen Gewebes handelt. — Die breiten Flachsprosse (Thalluslappen) der Marchantien eignen sich zu einem experimentellen Beweise des eben Gesagten: lässt man sie im Frühjahr, wo sie mit Reservestoffen erfüllt sind, in einem finsteren Raume austreiben, so sind die Sprosse sehr schmal, fast stielförmig, bleich und aufrecht (orthotrop); das Licht also bewirkt, dass sie im normalen Wachsthum flach und breit werden, quer zum Lichtstrahl, der ihre Oberseite trifft. — Ganz ähnlich verhalten sich die Flachsprosse mancher Cacteen (z. B. des Cereus phyllanthoides u. a.), die im finsteren Raume austreibend, prismatisch, stielförmig werden, wie ebenfalls Goebel beschreibt und ich selbst vor vielen Jahren gesehen habe. — Ich zweifle nicht, dass experimentelle Untersuchungen zahlreiche derartige Fälle ergeben würden. Der etwaige Einwand, dass diese Wirkung des Lichts auf das Wachsthum des Chlorophyllgewebes nicht überall zu finden sei, fällt weg, wenn man beachtet, dass das Wachsthum überhaupt eine sehr complicirte Erscheinung ist und von vielen Urschen beeinflusst wird; die fragliche causale Beziehung kann also nur unter besonders geeigneten Umständen auftreten und das Resultat experimenteller Untersuchung hängt davon ab, ob bei

1) Man vergl. jedoch auch bei Goebel l. c. die weiteren Forschungen Janczewsky's.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0241-1

der gewählten Versuchspflanze die fraglichen Eigenschaften streng erblich geworden sind oder nicht.

Zur Ergänzung möchte ich noch beifügen, dass die im finsteren Raume austreibenden Laubblätter verschiedener Farne (z. B. Aspidium f. m., Cystopterisarten u. a.) zwar stark in die Länge wachsen, auch intensiv grün werden, ihre eingerollte Lamina jedoch kaum weiter entwickeln; diese bleibt äusserst klein; ein Beweis, dass das normale Blatt die Ausdehnung seiner Mesophyllplatte dem Licht verdankt.

Bekanntlich bleiben die im Finsteren austreibenden Blätter der Liliaceen, Gräser und anderer Monocotylen bei sehr bedeutender Verlängerung doch schmal, die Flächenausbreitung bedarf des Lichtes. Vollständiger tritt dies bei den normalen Blattformen der netzadrigen Dicotylen zu Tage. Sie bleiben bekanntlich meist sehr klein, wenn die betreffenden Pflanzen ganz ins Finstere gestellt werden, also nicht assimiliren können und an Nahrungsmangel leiden. Doch zeigt sich, dass aus sehr nahrungsreichen Reservestoffbehältern, wie grossen Runkelrüben, auch grosse etiolirte Blätter entstehen und wenn man nur einzelne Sprosse in das Finstere einleitet, während ihnen durch assimilirende Blätter am Licht Nahrung zugeführt wird, so werden die etiolirten Blätter des Kürbis ebenso gross, wie am Licht, beinahe ebenso bei Ipomaea purpurea u. a.

Dieses zuletzt beschriebene Verhalten scheint dem aufgestellten Satz zu widersprechen; indessen darf man hier der Erblichkeit und unbekannten Ursachen eine Bedeutung einräumen. Ich bin überhaupt auf Grund langjähriger Erfahrungen, die man ja nicht immer in die Form scharfer Beweise einkleiden kann, zu der Ansicht gelangt, dass die Neigung der chlorophyllhaltigen Pflanzen (von den Algen aufwärts) quer zum einfallenden Lichtstrahl dünne Gewebeflächen zu erzeugen, den ersten Anstoss zum Auftreten der eigentlichen Blattbildung gegeben hat und diese wurde im Allgemeinen erblich beibehalten, weil ganz offenbar grosse Vortheile für die Ernährung damit verbunden sind. — Aber auf die Phylogenese der grossen Abtheilungen hat dieses rein physiologische Verhalten keinen wesentlichen Einfluss ausgeübt und auch die Blattbildung im weitesten Sinne ist nur eine Mechanomorphose im Gegensatz zu den phylogenetischen Gestaltungsprocessen. Um sich den Sinn dieses Satzes klar zu erhalten, denkt man wohl am liebsten an die Phylogenesen der Gefässkryptogamen, an die Entstehung der verschiedenen Sporangienformen und besonders an das wiederholte Auftreten der Heterosporie; ebenso an die Formen des Sporangiums der Leber- und Laubmoose. — Diese Gestaltungen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0242-7

können keineswegs durch Mechanomorphose erklärt werden, sie verdanken ihre Entstehung und ihre Verwandtschaften einem Gestaltungstriebe, der ohne äussere Eingriffe dahin strebt, aus einfachen Formen immer höher und mannigfaltiger überhaupt verschieden differenzirte zu erzeugen. Im Gegensatz dazu steht die Blattbildung der verschiedenen phylogenetischen, grossen Gruppen. Die morphologisch phylogenetische Divergenz der Phaeophyceen, der Florideen, Moose steht ausser Zweifel. Jede dieser Gruppen hat sich selbständig aus einfachen Anfängen phylogenetisch, isolirt von allen anderen herausgebildet; jede dieser Gruppen beginnt mit blattlosen Formen, erzeugt aber bei höherer Differenzirung doch Blätter. Die Blattbildung als solche ist also kein phylogenetisches Merkmal einer einzelnen Gruppe. Daraus folgt aber, dass die Blattbildung wiederholt bei verschiedenen Typen eingetreten, dass sie in dieser Beziehung eine Parallelbildung ist. Unter den Phaeophyceen haben es die Sargassumarten, unter den Florideen die Delesserien, Dictynemia u. a. zur Bildung echter Blätter gebracht; bei den Moosen tritt die Blattbildung in verschiedenen Gruppen primär selbständig auf und besonders die Blätter der Laubmoose können nicht als die palaeozoischen Vorläufer der Blätter der Farne und sonstigen Gefässpflanzen betrachtet werden, da sie im Laufe der ontologischen Entwickelung den letzteren nicht homolog sind.

Wenn also die Blattbildung in 4—5 phylogenetischen Gruppen primär selbständig jedesmal aufgetreten ist, so beweist dies, dass es sich auch bei ihr um eine Mechanomorphose handelt, dass die Blätter der genannten Gruppen blosse Parallelbildungen sind. — Die besondere Form und Organisation der Blätter der Phaeophyceen, Florideen, Moose und Gefässpflanzen zeigt, dass ihre Entstehung und Ausbildung von dem phylogenetischen Bildungstrieb jeder einzelnen Gruppe mit beeinflusst worden ist. Dass aber die Blattbildung überhaupt in jeder einzelnen Gruppe unabhängig entstanden ist, das erkennt man deutlich genug daran, dass die einfachsten Urformen jeder Gruppe (etwa abgesehen von den Farnen) keine Blätter besassen, dass diese erst später als Wirkung einer Mechanomorphose entstanden sind. Die wirkende Ursache aber liegt in den physikalischen Eigenschaften des Chlorophylls.

§ 6.

Mit dem Wenigen, was ich hier über die durch Chlorophyll und Licht erzeugten Mechanomorphosen gesagt habe, ist indessen nur ein einzelnes Beispiel dafür gegeben, wie aus der durch das Licht im

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0243-3

Chlorophyll angeregten Energie Gestaltungsprocesse entspringen. Es wären deren manche andere zu nennen. — Ich will indess nur in aller Kürze darauf hinweisen, dass die Verzweigung mit in diese Reihe gehört. Wie mag es causal erklärlich sein, dass die Entstehung der Zweige an einem Spross an die Basalregion und die nächste Nachbarschaft der Blätter gebunden ist: die Seitensprosse entstehen in den Blattachseln, oder auf der Basis des Blattstiels, oder über dieser an der Sprossaxe, oder neben, selbst hinter dem Blattursprung. Die eben angedeuteten Einzelnheiten sind zwar für die grossen Gruppen meist charakteristisch (z. B. die Axillarität für die meisten Angiospermen, doch mit entschiedenen Ausnahmen z. B. bei den Utricularien), aber das, was man das allgemeine Gesetz der Verzweigung nennen könnte, die Entstehung der Seitensprosse auf den Blattbasen oder in ihrer nächsten Nachbarschaft, das ist nicht an die einzelnen phylogenetischen Gruppen gebunden und muss als eine Mechanomorphose betrachtet werden. Es ist sogar einigermaassen zu errathen, worin die Ursache liegt; denn offenbar bedeutet das Gesetz: die seitlichen Aussprossungen entstehen an den Orten, wo die Assimilationsprodukte der Blätter in den Stamm des Muttersprosses übertreten, sich gewissermaassen stauen und ansammeln[1]), was ja auch für das weitere Wachsthum der Seitensprosse nützlich ist. Selbst einen experimentellen Beweis gibt es dafür. Schneidet man ältere, mit Assimilaten gefüllte Blätter ab, so entstehen bei geeigneter Behandlung nach Bildung eines Callus an der Schnittfläche meist zahlreiche Knospen, Triebe, Wurzeln selbst Blüthensprosse (vergl. die erste dieser Notizen Flora 1892). Offenbar bestehen Einrichtungen, durch welche die Assimilate des Blattes nach der Basis hin in die Axe des Muttersprosses getrieben werden; die Schnittfläche aber setzt der Weiterbewegung eine Grenze, hier sammeln sich die Bildungsstoffe und zwar viel vollständiger, als wenn das Blatt noch am Muttersprosse sitzt, weil in diesem Falle die Stoffe zum grösseren Theil weiterwandern und nur eine theilweise Verlangsamung und Ansammlung erfahren. — Bis zu einem gewissen Grade erklärt sich auf diese Art auch die Mechanomorphose, die bei den älteren Botanikern (besonders auch bei Goethe) unter dem Namen „Lebens-

1) Dieser Satz würde allerdings einer weiteren Begründung bedürfen, die ich jedoch auf eine ausführlichere Darstellung verschieben muss; es handelt sich da um die durch Erblichkeit aus ursprünglichen Mechanomorphosen hervorgegangenen Vorgänge am Vegetationspunkt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0244-9

knoten" bekannt war. Sehr deutlich ist dieser z. B. bei Cucurbita maxima und manchen anderen Pflanzen mit sehr grossen Blättern, die durch lange Internodien von einander entfernt sind. Da bildet sich unter und neben der Basis des Mutterblatts eine Anschwellung der Sprossaxe, aus welcher Seitensprosse, Blüthen, Ranken, Wurzeln hervorkommen. Das ist der sog. Lebensknoten. — Bei Sprossen mit vielen kleinen, dicht übereinander stehenden Blättern bildet er sich nicht, aus leicht begreiflichen Gründen. — Das ist auch eine Mechanomorphose.

In ähnlicher Weise, wie das allgemeine Verzweigungsgesetz kann auch die Stellung der echten Fortpflanzungsorgane am Vegetationskörper der Pflanze als eine Mechanomorphose aufgefasst werden und zwar wieder als eine solche, die durch die Assimilation des Chlorophylls vermittelt wird. Zunächst entspringen Sporangien und Sexualorgane niemals aus Wurzeln, wenigstens nicht unmittelbar, sondern immer aus Sprossen, von denen ich glaube, dass sie ursprünglich (d. h. im palaeozoischen Sinn) alle chlorophyllhaltig waren, wogegen alle chlorophyllfreien Sprosse als Rückbildungen zu betrachten sind.

Wenn man in der Systematik der grossen Gruppen hinreichend bewandert ist und die Art, wie die Sporangien und Sexualorgane (speciell auch die Blüthen) am vegetativen Stock vertheilt sind, kennt, so wird man bald inne, dass die Fortpflanzungsorgane an solchen Orten stehen, wo sie ihr Bildungsmaterial möglichst bequem und auf kürzestem Wege aus dem assimilirenden Mesophyll der Blätter oder (bei einfacheren Kryptogamen) überhaupt aus den chlorophyllreichsten Organen empfangen können[1]). Man beachte z. B. den Reichthum an Chlorophyll des Sporogoniums der Moose, die Stellung der Sporangien der Farne auf den Blattflächen, die Entstehung einzelner grosser Blüthen in den Blattachseln vieler Phanerogamen (z. B. Cucurbita, Tropaeolum, Papaver, Compositenköpfe in Blattachseln, wie bei Dahlia und tausend ähnliche Fälle) u. s. w. — Wenn im Gegensatz zu diesen Thatsachen viele Phanerogamen Inflorescenzen ohne grüne „Deckblätter" bilden (z. B. Cruciferen, viele Asperifolien u. s. w.) oder doch mit nur rudimentären, so muss man beachten, dass es hier nicht auf die fertigen Zustände, sondern darauf ankommt, wo die betreffenden Organcomplexe entstehen. Besonders auffallend ist die

1) Bei vielen Kryptogamen geht diese causale Beziehung so weit, dass nicht nur die Sporangien, sondern auch die Eizellen und Sporen selbst reich an Chlorophyll sind; sie bedürfen daher zur Keimung auch des Lichts.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0245-4

Sache bei den blühenden Agaven, Aloë, Phormium, Lilien u. s. w.[1]), wo ein mächtiger, hoher, fast nackter Stamm die Blüthen trägt, weit entfernt von den ernährenden Laubblattrosetten; das scheint dem Obigen zu widersprechen, ist aber leicht begreiflich, wenn man beachtet, dass der mächtige Blüthenstamm anfangs als embryonales Gebilde im Herzen der Blattrosette sitzt, wo er Zeit hat, die aus den Blättern ankommenden Bildungsstoffe aufzusammeln; die jungen Inflorescenzen, Blätter, Sexualorgane selbst erfüllen ihre Zellen mit solchen Stoffen, und erst dann, wenn dies geschehen ist, beginnt der Blüthenstamm sich zu strecken und die nun weiter wachsenden Blüthen verarbeiten (während der nun erst eintretenden „inneren Ausbildung") die Stoffe, die sie vorher Monate lang aus der Blattrosette aufgesammelt haben.

Auch in diesen Erscheinungen finde ich echte Mechanomorphosen, deren äusserliche Merkmale von Species zu Species wechseln können, deren allgemeines Gesetz aber darin besteht, dass zur Zeit, wo die Fortpflanzungsorgane ihre Bildungsstoffe in sich anhäufen, auch die Assimilationsgewebe in nächster Nähe sind, denn diese liefern die specifischen Bildungsstoffe.

Die Art und Weise, wie die Fortpflanzungsorgane in rein formaler, morphologischer Beziehung am vegetativen Stock entspringen, ist bei jeder phylogenetischen Gruppe charakteristisch, ist ein systematisches Merkmal der Gruppe; aber das genannte allgemeine Gesetz, nämlich die Beziehung des assimilirenden Chlorophylls zum Entstehungsort der betreff. Organe, liegt in physiologischen Beziehungen und erzeugt Mechanomorphosen, Gestaltungen, die von den phylogenetischen Merkmalen verschieden sind.

§ 7.

Neben dem wissenschaftlichen Zweck der vorliegenden Notiz hat dieselbe auch noch für mich persönlich eine gewisse Bedeutung. Ich war in meinen Büchern und sonstigen Schriften oft genöthigt, mich zum Zweck gewisser Erklärungen auf die Descendenztheorie zu berufen, ohne dass ich Gelegenheit fand, zu sagen, was ich unter diesem Ausdruck verstehe und dass ich vor Allem zwischen ihr und der Selectionslehre einen wesentlichen Unterschied finde. Das wollte ich

1) Aehnlich ist es ja auch bei Plantago major, lanceolata, Hieracium collinum, selbst bei Nuphar und Nymphaea und in unzähligen Fällen sonst. Uebrigens gilt dasselbe Prinzip auch bei der Bildung der grossen Einzelblüthen in Laubblattachseln, wie bei Tropaeolum, Convolvulus, Cucurbita u. s. w.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0246-0

nun in diesem Aufsatz nachgeholt haben; ob es mir gelungen ist, meine Ansicht völlig klar zu machen, muss ich dem Urtheil der Leser überlassen; ganz leicht ist die Verständigung wohl nicht.

Offenbar hat Alfred Russel Wallace, gegenwärtig der entschiedenste Vertreter des auf die Selection basirten Darwinismus, in seinem Buch: „Der Darwinismus" (deutsch von Brauns 1891 p. 10—12) selbst gefühlt, dass die Selectionslehre nicht im Stande ist, die morphologischen Charaktere der grossen phylogenetischen Gruppen (der Klassen, Ordnungen, selbst nur der gut begrenzten Familien) zu erklären, d. h. causal begreiflich zu machen; in hergerbrachter Weise beruft er sich jedoch auf die Länge der Zeiträume, in denen die Veränderung der Arten fortgeschritten sei; mir kommt das so vor, als ob jemand glauben wollte, dass in sehr langen Zeiten ein Dreieck die Eigenschaften einer Ellipse annehmen müsse.

Indessen ist Wallace's Ansicht in der Hauptsache bekanntlich schon 1865 durch Nägeli's „Vervollkommnungstheorie" widerlegt, in welcher die wissenschaftliche Berechtigung der vergleichenden Morphologie zur Geltung gebracht wurde, also die Berechtigung derjenigen Forschungsmethode, die sich um den Kampf ums Dasein, natürliche Auswahl, Adaptation u. s. w. nicht kümmert, wie es die wissenschaftlich denkenden Systematiker schon vorher gethan, indem sie gerade diejenigen, rein morphologischen Momente in der Gestaltung der Organismen allein beachteten, welche die Selectionslehre höchstens ganz nebenbei berücksichtigt. Ich hob schon 1868 in der 1. Auflage meines Lehrbuchs hervor, dass Nägeli's Vervollkommnungstheorie vorwiegend das Dasein der grossen Abtheilungen des Pflanzenreichs erklärlich mache; „die grossen, rein morphologischen Verschiedenheiten der Pflanzenklassen und kleinerer Abtheilungen, sagte ich, könnten diesem inneren Trieb zu höherer und verschiedenartiger Differenzirung ihr Dasein verdanken, während der Kampf um die Existenz die Adaptation der einzelnen Formen bewirkt." — Dass ich meinen dort noch ausgesprochenen Zweifel aufgegeben habe, zeigt diese hier vorliegende Notiz. — Sie zeigt aber noch etwas Anderes, dass ich nämlich in den Mechanomorphosen eine Reihe bestimmt charakterisirter physiologischer Ursachen aufgefunden habe, welche es bewirken, dass in den verschiedensten phylogenetisch von einander unabhängigen Gruppen ähnliche Differenzirungen (oder Parallelbildungen) auftreten mussten, die aber von dem „inneren Vervollkommnungstriebe" Nägeli's wesentlich verschieden sind. Diese Mechanomorphosen richtig zu erkennen, ist eines der Forschungsmittel, durch welche die rein

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0247-6

morphologische Thätigkeit der Phylogenese klar gelegt werden kann. Diese beiden Gestaltungsursachen müssen theoretisch auseinander gehalten werden. Eine der grössten Schwierigkeiten dabei liegt aber darin, dass sowohl die durch Phylogenese, wie die durch Mechanomorphosen hervorgebrachten Gestaltungen meist in hohem Grade erblich und auf das Innigste mit einander verschmolzen sind. Wenn man auch annehmen darf, dass die Mechanomorphosen erst im Laufe der aus „inneren Ursachen" aus „Vervollkommnungstrieb" fortschreitenden Phylogenese aufgetreten, also secundären, späteren Ursprungs sind, so sind sie doch meist im palaeozoischen Sinne so alt, dass sie Zeit hatten, ihre Erblichkeit zu befestigen (was allerdings auch Ausnahmen erleidet). — Dazu kommt aber noch, dass jede neu auftretende Mechanomorphose sich denjenigen Gestaltungsursachen unterwerfen und eng anschliessen musste, welche durch die morphologische Phylogenese gegeben waren. Das ursprünglich Selbständige ist die phylogenetische, morphologische Differenzirung mit ihrer Steigerung und ihren Divergenzen; erst auf diesem primären Boden der organischen Gestaltung konnten die Mechanomorphosen ihrerseits als secundäre Gestaltungsursachen eingreifen [1]).

Die einzige Aufgabe des natürlichen Systems ist, oder sollte doch sein, uns ein klares Bild der phylogenetischen Gruppen oder Stammbäume zu geben; dies kann aber nur dann geschehen, wenn die Diagnosen der Gruppen und Untergruppen rein morphologisch gegeben werden und dies wird um so besser gelingen, je mehr die Forschung dahin gelangt, die physiologischen Merkmale, speciell die Mechanomorphosen auszuschliessen. — Wenn in der darwinistischen Litteratur vielfach gerühmt wird, dass erst durch den Darwinismus das natürliche System einen Sinn bekommen habe, so ist das ein Irrthum; der Sinn des natürlichen Systems [2]) hat eben nichts mit der Selectionslehre Darwin's zu thun; diese letztere ist ein Theil der

1) Ich denke mir das so, wie etwa in der Baukunst der Stil das Primäre die nach diesem Stil hergestellten nützlichen Räume des Gebäudes das Secundäre genannt werden kann.

2) Auf Grund der Selection ist überhaupt nicht einzusehen, wie ein nat. System mit seinen Klassen, Ordnungen, Familien Gattungen entstanden sein könnte; weit näher läge für die Selectionslehre, dass das gesammte Pflanzen- (und Thier-) Reich ein Haufen zahlreicher kleiner, gleichwerthiger Verwandtschaftsgruppen, etwa solcher wie Species mit ihren Varietäten, wäre; für die Existenz der grossen Verwandtschaftsgruppen fehlt der Selectionstheorie, also auch dem Darwinismus, jeder Erklärungsgrund.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0248-2

Physiologie — das natürliche System, das Resultat der vergleichenden Morphologie.

Der Gedanke der Mechanomorphosen, wie ich ihn darzustellen versucht habe, beruht ebenso sehr auf einer durchgreifenden Kenntniss der Physiologie, wie der phylogenetischen Systematik; aus den allgemeinsten Gesetzen der Physiologie gewinnt man die Ueberzeugung, dass aus der Reaction der allgemeinen Pflanzensubstanz gegen äussere Einflüsse nothwendig gewisse Gestaltungen (z. B. die Bary- und Photomorphosen) hervorgehen müssen, dass aber auf diesem Wege die morphologischen Unterschiede der phylogenetischen Gruppen nicht erklärt werden können; die oft sehr augenfälligen und merkwürdigen Formänderungen, welche die Adaptationen erzeugen, gelten nur für enge Verwandtschaftskreise und sind Gegenstand der Selectionslehre[1]).

Würzburg, 5. April 1894.

---

1) Wenn ich mir auf zoologischem Gebiet ein Urtheil zutrauen dürfte, so möchte ich glauben, dass im Thierreich die Mechanomorphosen eine noch bedeutendere Rolle spielen, als im Pflanzenreich.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0249-0

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: 78

Autor(en)/Author(s): Sachs Julius

Artikel/Article: Physiologische Notizen. VIII. Mechanomorphosen und Phylogenie. (Ein Beitrag zur physiologischen Morphologie). 215-243