

Monatlich erscheint eine Nummer; die Pränumeration mit Postzusendung beträgt jährlich 2 fl. 70 kr. Oest. Währ.

# LOTOS.

Man pränumerirt in der J. G. Calve'schen k. k. Universitäts-Buchhandlung in Prag.

Zeitschrift für Naturwissenschaften.

**XXIV. Jahrg.**

**October.**

**1874.**

**Inhalt:** Ueber den Zusammenhang der verschiedenen Methoden morphologischer Forschung. Von Dr. Ladislav Čelakovský. — Miscellen.

## Ueber den Zusammenhang der verschiedenen Methoden morphologischer Forschung.

(Festrede, gehalten am 15. Mai 1874 in der Jahresversammlung der Gesellschaft des Böhmisches Museums.)

Von Dr. Ladislav Čelakovský.

Das Leben der Pflanze giebt sich kund in unbeschränkter Neubildung und Formgestaltung. Daher hat die Morphologie, welche den gesetzmässigen Zusammenhang der Pflanzenformen verfolgt und die Gesetze ihres Wachsthums erforscht, einen sehr wichtigen Antheil an der Erkenntniss des eigentlichen Wesens der Pflanze. Die andere Seite des Pflanzenlebens, die physikalischen Prozesse, von deren Totalität der Formbildungsprocess getragen wird, gehören der Physiologie an. Bisher gehen die beiden Richtungen der Forschung, die Morphologie und die Physiologie, jede ihren eigenen Weg. Bisher ist es nicht gelungen, die einfachste Formbildung, z. B. die Entstehung eines Blattes an der Axe aus dem physiologischen Prozesse zu erklären, obwohl mannigfache Wirkungen physikalischer Kräfte, der Schwere, des Lichtes u. s. w. auf die Formbildung bekannt geworden sind.

Aber dennoch sind schon jetzt die Resultate, welche die Morphologie auf ihrem eigenen Wege durch Anwendung der richtigen Methoden in der Erkenntniss der Pflanze und der ganzen Pflanzenwelt gewonnen hat, sehr bedeutend zu nennen, und dürften, worauf einer der besten Morphologen der Neuzeit, Strasburger, in einer akademischen Antrittsrede unlängst des Weiteren hingewiesen hat, auch der Physiologie neue Gesichtspunkte eröffnen.

Die grösste Leistung der heutigen Morphologie ist aber die, dass es ihr gelungen ist, das ganze Pflanzenreich als das Product einer wirklichen Entwicklung strengstens nachzuweisen, dadurch die so wichtige entwicklungsgeschichtliche Methode der Forschung von ihrer Einschränkung auf das Einzelwesen zu befreien und auf das ganze Reich mit all seiner Gliederung in Classen, Ordnungen, Gattungen und Arten zu übertragen. Es ist gewiss, dass das grossartige Ereigniss der Darwin'schen Lehre dieses Resultat mächtig gefördert hat, aber ebenso sicher darf behauptet werden, dass die Pflanzenmorphologie auch ohne diesen Beistand bereits auf dem Wege war, zu diesem Resultate zu gelangen. So hat Nägeli schon vor 20 Jahren offen erklärt und zu begründen gesucht: „Es sprechen alle Erscheinungen des ganzen Pflanzenreiches dafür, dass die Arten aus einander hervorgegangen sind und dass somit eine Art unter bestimmten Verhältnissen eine andere erzeugen kann.“\*) Auch A. Braun's etwas frühere Schrift: „Ueber die Verjüngungserscheinungen in der Natur“ stellte bereits als nothwendiges Postulat eine wirkliche Entwicklung der organischen Reiche auf. Was aber damals einzelne scharfsinnige Forscher zwar im Geiste erblickten, aber noch nicht streng beweisen konnten, das ist heutzutage zu einer allgemein anerkannten, vollkommen sicheren wissenschaftlichen Thatsache geworden.

Hiedurch ist die Morphologie in den Stand gesetzt, auf ihrem ausgebreiteten Forschungsgebiete consequent nur eine Methode, deren Vortrefflichkeit seit Langem anerkannt ist, die der Entwicklungsgeschichte zu befolgen, welche nichts anderes ist als die Anwendung der historischen Methode auf die Organismen und die organischen Reiche, deren Geschichte eben in der Entwicklung besteht. Zwar sind neben der Entwicklungsgeschichte noch zwei andere Methoden der morphologischen Forschung seit Langem in Uebung, von denen die eine, die comparative, auf dem Vergleiche, die andere aber auf den Bildungsabweichungen (den sogenannten Monstrositäten) beruht. Allein diese beiden Methoden sind, was ich in meinem heutigen Vortrage gern zeigen möchte, im Grunde von der entwicklungsgeschichtlichen Methode nicht so gänzlich verschieden, wie vielfach geglaubt wird. Ihren morphologischen Werth, der sehr verschieden beurtheilt worden ist, erhalten sie eben erst dadurch, dass ihre Berechtigung durch die allgemeine Entwicklungsgeschichte des Pflanzenreiches nachgewiesen wird.

\*) Systematische Uebersicht der Erscheinungen im Pflanzenreich. 1853.

Weshalb ich nuu, um eine gedrängte Uebersicht des gegenwärtigen Standes der Pflanzenmorphologie zu geben, insbesondere ihre Methoden besprechen will, das kann ich nicht besser begründen, als indem ich folgende Worte aus einem bereits citirten akademischen Vortrag einer botanischen Koryphäe, Carl Nägeli's, in Erinnerung bringe.

„Den Maasstab für eine Wissenschaft geben uns die Methoden, deren sie sich bedient, und die allgemeinen Ideen, welche sie gewinnt. Wahrnehmungen, wenn sie auch noch so interessant wären, haben keinen Werth, wenn nicht die Methode für ihre objective Wahrheit bürgt. Facta, wenn sie auch vollkommen sicher sind, und wenn sie tausendfach vervielfältigt zu Riesenwerken sich aufthürmten, erlangen keine wissenschaftliche Bedeutung, so lange nicht aus ihnen Gesetze hervorgehen, die in Beziehung zu unserem ganzen Wissen gebracht werden können. Wahrnehmungen und Facta gewinnen eine um so grössere Bedeutung, je mehr eine sorgfältige Kritik alle Fehler der Beobachtung und Beurtheilung eliminirt und je allgemeiner die resultirenden Gesetze sind. Methode und Resultat bedingen einander wechselweise. Jede neue Methode bringt uns neue Resultate, jedes neue Resultat ist die Quelle neuer Methoden. Wir können daher Methode und Resultat nicht trennen.“

Bevor ich aber auf die Methoden morphologischer Forschung näher eingehe, muss ich doch in Kürze eine ihrer Hauptaufgaben hervorheben, für welche eben jene Methoden angewendet werden. Diese Aufgabe ist dieselbe, welche sich der Chemiker gestellt und gelöst hat, als er die mannigfachen Verbindungen der Stoffe auf einfache, nicht weiter zerlegbare Grundstoffe zurückführte. Wie der Chemiker seine Grundstoffe, so hat die Pflanzenmorphologie gewisse Grundformen, welche sie als letzte Formelemente aus der ungeheuren Mannigfaltigkeit von Formen und Combinationen ausgeschieden hat.

Diese Grundformen wurden anfangs nur empirisch unterschieden, und als solche die Wurzel, die Axe, das Blatt und das Haargebilde (Trichom) aufgestellt, zu welchen Gliedern bei den niederen Pflanzen noch das Thallom als undifferenzirter Körper anstatt der Axe und der Blätter hinzukam. Wissenschaftlicher ging die Morphologie analytisch vor durch Zerlegung der ganzen Pflanze zunächst in die Sprosse als die eigentlichen morphologischen Individuen, welche, obzwar nicht so selbständig, morphologisch durchaus den thierischen Individuen entsprechen. Der hoch differenzirte Spross gliedert sich dann in dreierlei Glieder von verschiedener Rangstufe aus, in die Axe oder das Kaulom als Rumpf des Sprosses, die Blätter oder Phyllome als primäre, das progressive Wachstum des Sprosses

unmittelbar begleitende Ausgliederungen, und in die Epiblasteme, zu denen die Haare, Schülfern, Stacheln, Warzen u. dgl. zu zählen sind, als Ausgliederungen letzten Ranges, deren Anlage dem Sprosswachsthum in einiger Entfernung nachfolgt. Axe und Blatt differenziren sich aber selbst wieder aus einem ursprünglich ungliederten Körper, was die Keimbildung sehr schön zeigt, welches niedere Formelement, Thallom genannt, bei den niederen Pflanzen herrschend ist, aber auch bei den höheren, obzwar nur zum physiologischen Zwecke der Nahrungsaufnahme als Wurzel besonders umgebildet, vorkommt. Somit musste noch die Wurzel aus der Zahl der ursprünglich verschiedenen Pflanzenglieder gestrichen werden. Alle übrigen Theile, wie complicirt und mannigfaltig sie immer sein mögen, lassen sich auf diese vier morphologischen Grundformen zurückführen, so die Wurzeln, Rhizome, Knollen, Zwiebeln, Knospen, Dornen, alle Theile der Blüten und Früchte und die mannigfaltigen Fortpflanzungsorgane der Cryptogamen. Eine weitere Aufgabe der Morphologie ist es dann, die Bildungsweise, die Gesetze des Wachsthums für diese Glieder zu erforschen. Die specielle Umbildung dieser Grundformen und besonders der am auffälligsten umbildbaren Blätter, die im individuellen Lebenslaufe nach gewissen Gesetzen sich vollzieht, heisst bekanntlich seit G ö t h e die Metamorphose der Pflanze, welche von dem grossen Dichter und kaum minder genialen Beobachter in seinem berühmten „Versuch, die Metamorphose der Pflanzen zu erklären,“ zum ersten Male klar ausgesprochen wurde. Die Morphologie soll nun die Vorgänge der Metamorphose analysiren und schliesslich alle metamorphosirten Theile auf die einfachen Glieder zurückführen.

Jedoch gehört die Zurückführung hochgradig metamorphosirter Glieder, wie sie besonders in der Blüthe vorkommen, bisweilen zu den schwierigsten Aufgaben der Morphologie und ist dazu die Einsicht in die Bedeutung der morphologischen Methoden durchaus nothwendig. Zuerst müssen wir die Bedeutung der Entwicklungsgeschichte würdigen.

Die Dinge entstehen sehen ist das beste Mittel sie zu erklären, sagt Turpin. Die Pflanze ist, wie alles was existirt, ein Product ihres Werdens. Wenn also der Forscher ihr Wesen erfassen will, so muss er ihr Werden zu erforschen trachten. Der fertige entwickelte Zustand entzieht sich stets dem völlkommenen Verständniss, denn im Fertigen sind die vorausgegangenen bedingenden Zustände, mithin auch die näheren Ursachen, durch die es geworden ist, nicht mehr ersichtlich. Das gilt ebensogut in der geistigen wie in der Körperwelt. Der pragmatische Historiker und der moderne Sprachforscher wendet daher dieselbe Methode an wie der Naturforscher, denn alle haben es mit der Entwicklung zu

thun: dort des staatlichen, nationalen und Culturlebens, wie auch der Sprache, hier der Naturobjecte. Daher ist der Ruf nach Entwicklungsgeschichte in unserem Jahrhundert ein allgemeiner auf allen Gebieten der Wissenschaft, das Bewusstsein ihrer Nothwendigkeit und ihre allgemeine Herrschaft hat unserer Zeit einen vor früheren Jahrhunderten höchst auszeichnenden Charakter aufgeprägt, mit diesem hat sie sich für alle kommenden Zeiten ein bleibendes Denkmal gestiftet.

Wenn nun schon der Philologe die Entwicklung der Sprache, der Geologe die Entwicklungsgeschichte der Erde mit ernstem Eifer erforscht, so muss für den Botaniker die Entwicklungsgeschichte ein ganz besonderes Interesse und den grössten Werth besitzen, weil das Leben der Pflanze am ausgesprochensten in einer immerwährenden Entwicklung besteht. Ja die Entwicklung der Pflanze spricht so eindringlich zum Sinne selbst des Laien, und ist so zum wahren Prototyp aller Entwicklung geworden, dass die Ausdrücke, welche die verschiedenen Phasen des Wachstums wiedergeben, von der Sprache symbolisch zur Bezeichnung verwandter Lebenserscheinungen verwendet worden sind.

Doch ist es noch nicht so lange her, dass die entwicklungsgeschichtliche Methode in der Botanik zu allgemeiner Geltung gelangt ist. Ihre erste Idee fällt allerdings noch in die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts, ihr Schöpfer war der durch seine „*Theoria generationis*“ berühmte gewordene Petersburger Physiologe Caspar Friedrich Wolff, der zuerst die Entwicklung des Blattes an der Axe beobachtete und die Blüthenheile lange vor Göthe nach ihrer Entwicklung als identisch mit anderen Blättern erkannte. Aber seinen Arbeiten erging es so wie den ersten pflanzenanatomischen Untersuchungen Malpighi's; sie fanden in der damaligen gelehrten Welt keine Beachtung und auch kein richtiges Verständniss. Schleiden war der Erste, der wieder an die Leistungen Wolff's mit Nachdruck erinnerte, sein Beispiel und seine Reformbestrebungen überhaupt trugen sehr viel zum rascheren Aufschwung der Entwicklungsgeschichte in Deutschland bei. In Frankreich betrieb zuerst Mirbel entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen, besonders an Lebermoosen, dann Duchartre, Barnéoud u. A. Das grossartigste Werk über die Entwicklung der Blüthe ist aber Payer's *Organogénie comparée de la fleur*, welches die Untersuchungen aller übrigen Forscher auf diesem Gebiete der Entwicklungsgeschichte aufwiegt.

Die zweite Methode, die geeignet ist, über die morphologische Bedeutung eines fraglichen Organs Licht zu verbreiten, ist die comparative Methode. Sie besteht darin, dass solche Theile, die nach ihrer Stellung,

ihrem Baue und ihrer Gestaltung bei einer Pflanzengruppe nicht sicher gedeutet werden können, mit analogen aber leichter und sicherer zu deutenden Theilen einer anderen Gattung oder Classe von Organismen verglichen werden. Es versteht sich, dass das Ergebniss der vergleichenden Untersuchung um so sicherer sein muss, je besser die zu vergleichenden Theile, und zwar nicht nur äusserlich, sondern auch histologisch, nicht nur im fertigen Zustande, sondern auch entwicklungsgeschichtlich untersucht sind. Das Vertrauen, welches der Morphologe dem Vergleich entgegenbringt, und welches ihn in der Erwartung werthvoller Resultate nicht getäuscht hat, beruht auf der stillschweigenden Voraussetzung, dass bestimmte Theile eines Pflanzenkörpers gewissen Theilen eines anderen gleichwerthig oder homolog sind, und dass die Homologie bei nahe verwandten Pflanzengruppen am leichtesten erkannt werden kann. Von den verwandtschaftlichen Beziehungen der Organismen wird schon seit Alters gesprochen, auf ihnen beruht das natürliche System, allein man verstand darunter sonst nur einen gewissen Grad von Aehnlichkeit, deren eigentlicher Grund aber verborgen blieb, bis die comparative Methode selbst zu einem solchen hinführte.

Doch bevor ich zu diesem wichtigen Ergebnisse gelange, ist es nothwendig, noch die dritte Erkenntnissquelle der Morphologie zu besprechen, die durch das Studium der abnormen Bildungen oder Bildungsabweichungen sich erschliesst. Insbesondere für die Deutung der Blüthentheile sind die Abnormitäten häufig und mit Erfolg studirt worden. Sie bestehen darin, dass durch Störungen der normalen Ernährungsverhältnisse die Metamorphose der Blütenblätter sich ändert; es wandeln sich Kelchblätter in Blumenblätter oder Laubblätter um, Blumenblätter in Kelchblätter und Laubblätter oder in entgegengesetzter Richtung in Staubgefässe, diese und die Stempel wechselweise in einander, in Blütenhüllblätter oder Laubblätter. Bei dem Uebergange aus einer Formation in die andere entstehen nun lehrreiche Uebergangsformen, aus denen die Art der Metamorphose und die Bedeutung der Theile der metamorphosirten Blüthe beurtheilt werden kann. Am häufigsten und lehrreichsten sind jene abnormen Umbildungen, durch welche die verschiedenen Blütenblätter zur gewöhnlichen Blattformation zurückkehren, die man mit dem Namen der Vergrünungen oder Chloranthien, oder auch, da hiedurch die Blüthe aufgelöst wird, als Antholysen bezeichnet.

In ihnen äussert sich die sogenannte rückschreitende Metamorphose. Jedoch haben nur solche Abnormitäten einen morphologischen Werth, welche auf der Abänderung der Metamorphose beruhen. Neben ihnen gibt es aber auch manche Abnormitäten, welche wie die Gallen, Hexen-

besen u. dgl. als pathologische Reactionen auf äussere z. B. durch Insecten, Pilze verursachte Eingriffe in den Organismus meist keine morphologische Bedeutung haben.

Dieser ungleiche Werth der Bildungsabweichungen ist vielleicht auch zum Theil die Ursache der so befremdlichen Thatsache, dass die Methode der Vergrünungen einerseits besonders hoch geachtet wird, während anderseits ihr wissenschaftlicher Werth ganz geleugnet oder wenigstens bedeutend eingeschränkt wurde. Gegen die Schlüsse, die aus den Vergrünungen oder Antholysen gezogen werden können, wird besonders eingewendet, dass die abnormen Bildungen zur Beurtheilung der normalen nicht massgebend sind, indem erst die normale Bildung aus der Entwicklungsgeschichte vollkommen erkannt werden müsse, die abnormen Erscheinungen aber wieder aus den normalen erkannt und beurtheilt werden sollen, dann aber auch noch der Entwicklungsgeschichte bedürftig sind. Von mancher Seite wurde sogar soweit gegangen, dass man annahm, durch abnorme Lebensthätigkeit könne die morphologische Natur eines Organes ganz verändert werden, könnten ganz andere morphologische Grundformen für dieselbe Function gebildet werden, als im normalen Zustand. Wäre dies der Fall, so könnten natürlich die Vergrünungen keinen morphologischen Werth beanspruchen. Um nur ein vielbesprochenes Beispiel anzuführen, so wurde auf Grund der Entwicklungsgeschichte das „Staubgefäss“ von Euphorbia als ein pollenerzeugendes Axenorgan gedeutet, weil die pollenbildende vierfächerige Anthere das Schlussgebilde des Staubfadens bildet, der anderweitig für einen sehr rudimentären Spross erkannt worden ist. Interessante Vergrünungen des Blütenstandes von Euphorbia haben dagegen gezeigt, dass an Stelle eines zweifächerigen Staubsäckchens der ganzen Anthere ein Fruchtblatt sich bilden kann, wonach die Anthere kein Axengebilde wäre, sondern ein aus zwei 2fächerigen sitzenden Staubbeuteln entstandenes Vereingebilde. Ja in weitgehenden Vergrünungen fand sich an Stelle des sogenannten Staubgefässes eine Knospe aus zwei rudimentären aber deutlichen, mit zwei Staubfächern versehenen Blättchen vor, womit die obige Deutung noch klarer hervortrat.

Trotzdem wurde dieser Vergrünung die Beweiskraft abgesprochen und die Möglichkeit hingestellt, dass im normalen Zustand der Blütenstaub in der Axe, abnormer Weise aber in einem Staubblatt angelegt werden könnte.

Zur Verbreitung derartiger Ansichten hat schon Schleiden viel beigetragen. Schleiden tadelte es besonders an Göthe, dass er die Blatt-Metamorphose der Pflanzen durch Berücksichtigung der Abnormitäten

und der von ihnen erzeugten Mittelformen zwischen verschiedenen Formationen begründet hatte, anstatt durch die Entwicklungsgeschichte als die einzig wissenschaftliche Untersuchungsmethode. Die Zurücksetzung der Abnormitäten zu Gunsten der Entwicklungsgeschichte kam dann später wohl zum guten Theil auf Schleidens Autorität hin ordentlich in Mode und gehörte es bis in die Neuzeit zum guten Tone der Wissenschaftlichkeit, auf die Abnormitäten skeptisch oder verächtlich herabzusehen. Nur wenige Forscher haben sich dieser Strömung zu erwehren gewusst, unter diesen der scharfsinnige Hugo v. Mohl und neuestens der Schweizer Cramer.

Wenn wir aber wirklich unbekümmert um herrschende Meinungen, mögen dieselben von noch so bedeutenden Autoritäten getragen sein, vortheilsfrei den Werth der Vergrünungen für die Morphologie uns klar zu machen streben, so werden wir eine ganz andere Werthschätzung dieser Bildungen erlangen als die Schleiden'sche Schule. Es ist ganz undenkbar, dass in Folge von Ernährungsstörungen, welche eben die Vergrünungen verursachen, der pflanzliche Organismus einem ganz anderen Bildungsgesetze als im normalen Zustand unterthan werden könnte. Durch die Vergrünung wird nichts weiter abgeändert, als dass die weiter umgebildete Blattformation der Blüthe auf eine niedere Stufe herabsinkt, und dass hiemit alle jene mannigfachen Formveränderungen, Verwachsungen und Verschiebungen der Blätter unter einander und mit der Axe behoben werden. Nun sind aber gerade diese das grösste Hinderniss für ein richtiges und klares morphologisches Verständniss, folglich wird die rückschreitende Metamorphose in vielen Fällen Licht und Klarheit in zweifelhafte Verhältnisse bringen können, was denn auch mit vielen Thatsachen belegt werden kann. Die rückschreitende Metamorphose wird aber keine neuen Organe, die früher nicht dagewesen wären, zu Stande bringen, sie wird auch das Bildungsgesetz der Pflanze nicht aufheben und durch ein fremdes ersetzen können. Es ist somit gar nicht zu befürchten, dass das Ergebniss des Vergrünungsstudiums den normalen Werthen der fraglichen Blüthenorgane jemals widersprechen könnte, vorausgesetzt freilich, dass die Untersuchung mit Umsicht geführt, und dass die Identität der zurückgebildeten Blattorgane durch Verfolgung möglichst vieler Mittelstufen sichergestellt wurde. Die letztere Vorsicht ist ganz besonders nothwendig, denn es geschieht häufig in durchwachsenden Blüthen, dass an der Stelle eines gänzlich verschwindenden Organes ein morphologisch ganz verschiedenes auftritt. Würde man letzteres nur nach dem Orte seines Auftretens für eine Umwandlung des verschwundenen Organes halten, so

würde man in die grössten Irrthümer verfallen, wovon die Erfahrung viele Beispiele aufweist. Um nur Eines zum besseren Verständniss dieser ganzen Besprechung anzuführen, so giebt es Blüten, in denen ein einziges Eichen (d. h. eine einzige Samenanlage) auf der Spitze der abgeschlossenen Blütenaxe gestellt ist. In Vergrünungen verschwindet das Eichen als ein rein reproductives Organ zuletzt gänzlich und die Blütenaxe erhebt sich am Ende weiter wachsend und neue Blätter bildend. Hieraus zu schliessen, dass also das Eichen die umgebildete Axe ist, wäre aber höchst voreilig und durchaus irrthümlich. Es zeigten nämlich andere minder stark vergrünte Blüten derselben Pflanze bei den Compositen, in denen das Eichen noch nicht verschwunden war, sondern seitlich neben der durchwachsenden Axe sich vorfand, dass Beides durchaus verschiedene Gebilde sind, und dass hier das sonst seitliche Eichen in der normalen Blüthe nur deshalb terminal oder in der Fortsetzung der Axe erscheint, weil die Axe selbst unter ihm aufgehört hatte weiterzuwachsen. Eine noch tiefere Begründung der auf Antholysen gestützten Forschungsmethode ergibt sich aber wieder aus jener erfolgreichsten und wichtigsten Entdeckung der Neuzeit in der Pflanzenkunde, nämlich der, dass das gesammte Pflanzenreich das Product einer ununterbrochenen grossartigen Entwicklung ist.

Diese Entdeckung verdanken wir der comparativen Methode. Es ist Hofmeister's leuchtendes Verdienst, die Hauptzüge der Entwicklungsgeschichte des Pflanzenreiches durch sehr eingehende vergleichende Untersuchungen auf Grund der Entwicklungsgeschichte geliefert zu haben. Das klassische Werk, in dem diese Resultate vor bereits mehr als 20 Jahren niedergelegt sind, führt den Titel: Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Cryptogamen und der Samenbildung der Coniferen. — Diese höheren Cryptogamen, nämlich die Moose und farnähnlichen Gewächse, stehen im natürlichen System in der Mitte zwischen den niederen blattlosen Cryptogamen oder Thallophyten und den Phanerogamen, an deren untersten Gränze die Coniferen und zwei andere Classen der sogenannten Gymnospermen stehen. Die Verschiedenheit der Thallophyten und der Phanerogamen ist ungemein gross, eine tiefe und weite Kluft breitet sich in systematischer Beziehung zwischen beiden aus, und niemals würden wir auch nur haben ahnen können, dass irgend ein Zusammenhang zwischen ihnen existirt, wenn durch einen Zufall, eine Katastrophe, die höheren Cryptogamen von der Erde vertilgt worden wären. Wenn aber das Pflanzenreich eine wahre Entwicklungsgeschichte besass, und wenn dieselbe zusammenhängende Spuren in den

gegenwärtig lebenden Pflanzenorganismen hinterlassen hatte, so mussten die bedeutendsten Entwicklungsperioden mit der Bildung der höheren Cryptogamen und der Gymnospermen verfloßen sein. Die Palaeontologie bestätigt die sehr langwährende Entwicklung dieser Pflanzenabtheilungen, denn wir finden sie von der Steinkohlenformation bis zur Kreideperiode fast ganz allein herrschend vor.

Es ist mir natürlich versagt, die Hauptmomente der Entwicklungsgeschichte des Pflanzenreiches auch nur kurz anzudeuten, weil zum völligen Verständniß derselben eine Menge Details und ein näheres Eingehen in die einzelnen Pflanzentypen nöthig wäre. Es genügt auch, zum Nachweise einer wahren Entwicklung des Pflanzenreichs eine einzige Erscheinung hervorzuheben, die Hofmeister zuerst entdeckt und recht gewürdigt hat, nämlich jenen Generationswechsel, der von den Moosen ab bis zu den Gymnospermen ausnahmslos den Bildungsgang einer jeden Pflanzenart beherrscht und den ich zur Unterscheidung desselben von anderen Formen des Generationswechsels den antithetischen genannt habe.\*) Er ist ganz ausschliesslich nur dem Pflanzenreiche eigenthümlich, im Thierreiche ganz unbekannt. Die beiden Generationen, die in jedem individuellen Lebenscyclus streng mit einander abwechseln, zeigen einen merkwürdigen Gegensatz zu einander sowohl in morphologischer als auch in physiologischer Hinsicht.

Morphologisch folgen beide einem verschiedenen Wachstumsgesetze: wenn die eine Generation ein blattloser Gewebekörper oder ein Thallom ist, so entwickelt sich die andere als beblätterte Stengelpflanze; besorgt die erste mit Geschlechtsorganen versehene den Befruchtungsact, so erscheint die zweite ungeschlechtlich, dient aber der Fortpflanzung durch besondere Fortpflanzungszellen oder Sporen. Diese beiden Generationen, die man als den Protophyten und Antiphyten, als die Urpflanze und Gegenpflanze bezeichnen kann, unterscheiden sich aber nicht nur durch den Gegensatz ihrer Bildung in derselben Pflanze, sondern noch viel bedeutsamer in der entgegengesetzten Entwicklungsrichtung, die sie innerhalb der Cryptogamen- und Gymnospermengruppen verfolgen. Die erste Generation vervollkommnet sich von einer einfachen Zelle anfangend bis zum beblätterten Stengel der Moose, hiemit ist aber ihrer Weiterbildung eine Schranke gesetzt; denn in den ferneren Gruppen von den Farnen aufwärts wird

---

\*) Siehe meinen Vortrag in der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften vom 4. März 1874: Ueber die verschiedenen Formen und die Bedeutung des Generationswechsels der Pflanzen.

die ausgebildete Pflanze nicht mehr vom Protophyten, sondern von dem Antiphyten gebildet. Der Antiphyt ist anfangs in der Algengruppe noch nicht gebildet, er tritt dann als einzelne Zelle und zwar als Fruchtzelle oder als wenigzelliger Körper auf, um bei den Moosen ein wohlgebildetes, sporenerzeugendes Organ, die Moosfrucht, darzustellen. Indem dann weiter die Classe der Farne nicht an die höchsten Laubmoose, sondern gerade an die niederen, blattlosen Lebermoose anknüpft, so differenzirt sich von da ab die zweite Generation als beblätterter Pflanzenkörper, indem sie das darstellt, was uns als Farn, Schafthalm, Bärlapp entgegentritt, und geht dann weiter bei den Phanerogamen in den reichsten und vollkommensten Formen und Gestalten auseinander. Der Protophyt hingegen vegetirt bei den Farnen nur als Vorkeim der ausgebildeten Pflanze weiter, erscheint dann in den folgenden Classen in immer kümmerlicherer Gestalt und wird endlich bei den Phanerogamen als unbedeutender Ueberrest in die Spore (hier Pollenkorn und Keimsack genannt) eingeschlossen, an welche er zugleich die Geschlechtlichkeit überträgt, so dass schliesslich der so lange geschlechtslose Antiphyt durch vollständige Unterdrückung seines Vorläufers zur Geschlechtspflanze wird. Die Uebergangsguppe der Coniferen setzt diesen Vorgang ausser allen Zweifel, indem sie die Spuren dieses letzten Processes in dem langen Kampfe des Protophyten und Antiphyten noch sehr deutlich in ihrem Pollenkorn und in ihrem Keimsacke aufweist. Wenn wir diesen ganzen Process verfolgen, so ist es, als ob das alte mythologische Märchen von Kronos und Zeus in veränderter Form wiederauflebte, es ist hier der Sohn, der, seinen Erzeuger aufzehrend und der Geschlechtlichkeit beraubend, den Thron des vegetabilischen Reiches besteigt.

Die Succession und der Kampf beider Wechselgenerationen, der mit der Vernichtung des Protophyten endet, lässt sich vernünftiger Weise gar nicht anders verstehen als wie ein entwicklungsgeschichtlicher Process, dessen einzelne Phasen in den einzelnen Pflanzengruppen mit Lapidarschrift eingeschrieben sind, welche nur die eindringendste Forschung enträthseln konnte. Noch klarer tritt aber die Nothwendigkeit einer wirklichen Entwicklung des Reiches hervor, wenn wir die eigentliche Bedeutung des antithetischen Generationswechsels zu ergründen trachten. Wie A. Braun in seinen sehr lesenswerthen Betrachtungen über die Erscheinungen der Verjüngung in der Natur in ebenso anziehender wie tief sinniger Weise gezeigt hat, so ist das charakteristischeste Merkmal des organischen Lebens die Fähigkeit, sich zu verjüngen, welche dem Anorganischen gänzlich abgeht. Braun hat dann sehr schön ausgeführt, wie der ganze Zellbildungs-

und Differenzierungsprocess, die Bildung der Organe, die Sprossung, die Fortpflanzung, auch der Generationswechsel auf stetiger Verjüngung des Organismus beruht. Folge der Verjüngung ist aber nicht etwa nur Wiedererzeugung des Gleichen, sondern Hervorbringung des Höheren. Der antithetische Generationswechsel, der damals noch nicht entdeckt war, als jene Schrift entstand, ist sicher nichts anderes als ein im individuellen Lebenslaufe erhaltenes Bruchstück eines in seinen Folgen und Zielen grossartigen Verjüngungsprocesses. Denn das ganze Pflanzenreich, welches durch den Protophyten auf der höchsten Stufe seiner Ausbildung es nicht weiter gebracht hat als zum Typus des Mooses, verjüngte sich dann durch den mittlerweile schon bei einigen Thallophyten in aller Stille vorbereiteten Antiphyten, auf welchem das Vorhandensein aller übrigen Pflanzenclassen beruht. — Der antithetische Generationswechsel und die Verjüngung setzt aber eine wirkliche Abstammung nicht nur verwandter Arten von gemeinsamen Stammarten, sondern auch der Classen und Ordnungen in der Reihenfolge, die durch den Generationswechsel angezeigt ist, voraus. Durch die comparative von der Entwicklungsgeschichte unterstützte Methode ist der wissenschaftliche Beweis der Descendenzlehre, d. h. der Lehre von der Abstammung der verschiedenen organischen Formen aus gemeinsamen Stammältern zunächst wenigstens für die Pflanzenwelt vollkommen gültig hergestellt. Ihn jetzt noch in Zweifel zu ziehen, wäre ebenso thöricht, als wenn der Palaeontologe auf den Schluss, den er aus der Lagerung der Schichten und ihren Versteinerungen auf die Entwicklung der Erdoberfläche zieht, verzichten wollte, oder wenn der Sprachforscher, die verwandten Stämme und Wurzeln der indoeuropäischen Sprachen erforschend, sich nicht überzeugen wollte, dass diese Sprachen einen gemeinsamen Ursprung gehabt haben.

In der That verfährt der Pflanzen-Morphologe der Jetztzeit bei der Erforschung der Pflanzenwelt genau so, wie der Sprachforscher auf dem Gebiete des indoeuropäischen Sprachstammes. Bisher war der Sprachforscher dem Pflanzenmorphologen voraus in der sicher bewussten Anwendung der comparativen Methode. Unbehindert durch hemmende Vorurtheile unwissenschaftlicher Art, war er überzeugt, dass die von ihm zu erforschenden Sprachgebiete gemeinsamen Ursprung hatten, er wusste, wie viel auf Rechnung der gemeinsamen Sprachwurzeln der ältesten Sprache zu setzen und was als neuere Bildungen zu betrachten ist, er untersuchte durch Vergleichung der gegenwärtig erhaltenen Sprachformen die Veränderungen, welche die Elemente der Sprache und ihre Flexionen erlitten hatten, und erforschte die Gesetze dieser Abänderungen. Er lernte, wie

sich Schleicher in einem offenen Briefe an Häckel aussprach, von dem Morphologen, was Entwicklungsgeschichte ist; der Morphologe kommt jetzt zu der Einsicht, dass die comparative Methode auf dem Gebiete des Organischen auf die Gesamtentwicklung der organischen Reiche hinweist, ebenso wie der Sprachforscher durch dieselbe comparative Methode schon früher die in verschiedene Sprachstämme und Zweige ausgehende Entwicklung der arischen Ursprache erkannt hatte.

Die allgemeine Entwicklung des ganzen Pflanzenreiches aus den einfachsten Anfängen ist wahrlich keine grillenhafte oder unbewiesene Hypothese, nein, sie ist als Hypothese für den Morphologen wenigstens ebenso berechtigt und ebenso unumgänglich, wie für den Physiker die Undulationshypothese.

Doch darf zur Vermeidung eines häufigen Missverständnisses nicht unbeachtet gelassen werden, dass die Descendenzlehre an sich und der Darwinismus nicht dasselbe bedeuten. Nur für die erstere ist durch die comparative Methode der wissenschaftliche Beweis hergestellt, und sie wird keineswegs dadurch berührt, wenn es sich auch herausstellen sollte, dass Darwin's Lehre, die wesentlich auf der Zuchtwahl begründet ist, zur Erklärung der Entwicklungsgeschichte der organischen Reiche nicht zureicht. Denn die Descendenzlehre stellt nur die Thatsache der Entwicklung auf, der Darwinismus aber weist als die treibenden Mittel dieser Entwicklung den Kampf um's Dasein und die Zuchtwahl auf, ist also ein weit engerer Begriff als die Descendenzlehre an sich. Ob nun die allgemeine Entwicklung des Pflanzenreichs durch die Zuchtwahl allein zu erklären sei und ob sie nicht vielmehr einem immanenten Princip, das mit innerer Nothwendigkeit einer immer höheren Vervollkommnung zustrebt, zuzuschreiben sei, das liegt auf einem ganz anderen Gebiet, auf welchem die Wissenschaft noch zu keinem Abschlusse gelangt ist.

Zur Unterscheidung von der gewöhnlichen Entwicklungsgeschichte des individuellen Organismus, welche auch Epigenese, Organogenie, auch Ontogenie genannt wird, ist für die Entwicklungsgeschichte der organischen Reiche die Benennung Phylogenie nach Häckel's Terminologie eingeführt worden. Phylogenie von phylé, Stamm, Geschlecht bedeutet also die Entstehung der Stämme, d. h. Classen und Ordnungen der organischen Reiche. Indem also die comparative Methode in der Morphologie, die früher ohne Bewusstsein ihrer eigentlichen Grundlage verfuhr, die Phylogenie zum realen Hintergrunde erhielt, ist sie zur phylogenetischen Methode geworden.

Durch diese Vervollständigung hat sich aber die comparative Methode

erst ihre wahre wissenschaftliche Begründung gegeben, indem sie auf das erste Princip der Morphologie, auf die Entwicklungsgeschichte zurückgeführt worden ist. Jetzt erst können wir begreifen, welche Berechtigung und Sicherheit der comparativen Methode neben der Entwicklungsgeschichte in der Erklärung morphologischer Thatsachen innewohnt. Denn die verglichenen Theile sind ja wirklich identisch, fortgeerbt von den älteren Formen und umgewandelt bei jüngeren, aber immer unverändert in ihrer morphologischen Bedeutung. Nur die Mittel beider Methoden zur Erforschung der Entwicklung sind dem Gegenstande gemäss verschieden. Die gewöhnliche individuelle Entwicklungsgeschichte kann die gleichsam unter unseren Augen stattfindende Entwicklung unmittelbar verfolgen, die Phylogenie ist aber genöthigt, den in längst vergangenen Erdperioden vollbrachten Entwicklungsprozess dadurch zu construiren, dass sie die in dauernden Formen repräsentirten Stadien desselben vergleicht und in möglichst lückenlosen Reihen zusammenstellt.

Die Phylogenie macht es ferner auch möglich, die beiden anderen Methoden mit der comparativen in inneren Zusammenhang zu bringen. So erhält die gewöhnliche Entwicklungsgeschichte durch sie gewiss eine erhöhte Bedeutung. Es ist nämlich sehr leicht einzusehen, dass die individuelle Entwicklung nur eine sehr zusammengezogene und abgekürzte Wiederholung der phylogenetischen Entwicklung sein muss, aus dem ersten einzelligen Anfange bis zu jener Stufe, auf welcher der sich entwickelnde Organismus entstanden ist. Dies lässt sich denn auch durch den Vergleich beider Entwicklungsgeschichten in einzelnen Fällen nachweisen, worauf genauer einzugehen indessen zu weit führen würde.

Wenn also die individuelle Entwicklung nur eine stark abgekürzte Entwicklung des Pflanzenreiches der vorausgegangenen Stufen selbst ist, so muss gewiss eine grosse Aehnlichkeit beider Entwicklungen bestehen. Dies ist nun auch wirklich der Fall. Da die jüngeren Formen nach verschiedenen Richtungen hin weit mehr umgewandelt sind als die älteren Formen, so sind sie einander auch weit unähnlicher als diese. So z. B. sehen wir eine grosse Unähnlichkeit der verschiedenen Blütenbildungen, obwohl sie aus gewöhnlichen Blättern metamorphosirt sind, eine weit grössere Unähnlichkeit als zwischen den Blatttrieben der Farne oder Bärlappe, welche nach der Descendenzlehre für ihre alten Vorfahren oder Verwandte ihrer Vorfahren anzusehen sind. Ebenso finden wir, dass die ersten Anfänge gleichnamiger Glieder bei systematisch weit verschiedenen Pflanzen, von Gliedern, welche sich im ausgebildeten Zustande sehr unähnlich sehen, eine ausnehmend grosse Uebereinstimmung zeigen, dass z. B. die Blätter,

sie mögen später welche Form immer annehmen, zuerst als Wärzchen oder Höcker von nahezu gleicher Form erscheinen.

Verwachsungen, Verschiebungen und Abweichungen von der regelmässigen Form finden wir bei den älteren Pflanzenformen nicht. Sicherlich sind verwachsene, verschobene und unregelmässige Pflanzentheile später entstanden als homologe Theile, wenn sie unter einander frei, in ihrer ursprünglichen Stellung zum Muttergebilde verbleiben und regelmässig ausgebildet sind. Zygomorphe Blüten sind, weil späterer Entstehung, auch für vollkommener anzusehen. In analoger Weise lehrt auch die Entwicklungsgeschichte des einzelnen Organismus, dass verwachsene, verschobene, unregelmässige Gebilde anfänglich in der Regel frei, am normalen Orte und regelmässig zu sein pflegen, wofür besonders die Entwicklungsgeschichte der Blüten viele Belege abgibt. So entsteht eine verwachsenblättrige Corolle anfangs als ein Kreis ganz freier Blattanlagen, welche aus der peripherischen Schicht der Axe sich erhebend, in einem bestimmten Stadium verwachsen, d. h. als eine continuirliche Membran unterhalb der ursprünglichen Spitzen (der freien Blattzipfel) am Grunde weiter wachsen.

Diese allgemeine Wahrnehmung würde zwar noch nicht nothwendig eine Entwicklung der höheren Pflanzenart aus niederen Formen beweisen, allein die Abkürzung des individuellen Entwicklungsganges, in welchem die älteren ursprünglichen Phasen in demselben Maasse auszufallen pflegen, als neue hinzukommen, geht bisweilen soweit, dass die individuelle Entwicklung mit einem Zustande anhebt, der nicht mehr als der ursprüngliche angesehen werden kann. Denn es giebt auch Fälle, wo die verwachsenden Blätter eines Wirtels von allem Anfang an als ein einziger Ringwall sich erheben, den man dem Anscheine nach für ein einziges ringförmiges Blatt halten müsste, wenn nicht die Vergleichung verwandter Gattungen oder Familien, zufällig sich darbietende Vergrünungen und bisweilen selbst die weitere Entwicklung, während welcher die freien Spitzen erst nachträglich aus dem Ringwalle sich erheben, wie bei den Schachtelhalmbblättern, auf seine Zusammensetzung aus einem ganzen Wirtel führen würde.

Bisweilen aber bleibt ein solcher Ringwall bis zur vollständigen Ausbildung vollkommen ungetheilt, wie z. B. der Fruchtknoten der Primeln, und in einem solchen Falle kann die Entwicklungsgeschichte die morphologische Bedeutung des Organs nicht aufdecken, in einem solchen Falle muss der Vergleich und die Vergrünungen zu Rathe gezogen werden.

Das Phaenomen der ursprünglichen Verwachsungen war so lange ein ganz dunkles, unerklärtes, als die Descendenzlehre comparativ noch nicht

erwiesen war; es wird aber vollkommen verständlich, wenn wir wissen, dass die ursprüngliche Verwachsung durch starke Abkürzung des Verwachsungsprocesses, der bei früheren Vorfahren der betreffenden Art vor sich ging, also durch phylogenetische Verlegung eines späteren Stadiums in den Anfang der Entwicklung bei einem späteren Nachkommen zu Stande gekommen ist.

Aus den angeführten Beispielen von ursprünglicher Verwachsung ist auch leicht begreiflich, dass die Entwicklungsgeschichte solcher und ähnlicher Gebilde trügen kann, das heisst, dass sie zu falschen Schlüssen über die morphologische Natur dieser Theile verleiten könnte. Denn ein bereits von Anfang an und auch bleibend verwachsenblättriger Wirtel unterscheidet sich thatsächlich gar nicht von einem einzigen Scheidenblatte; auch scheint es natürlicher und einfacher zu sein, ein einziges Organ dort anzunehmen, wo sich uns ein ungetheiltes Ganzes darstellt. Gleichwohl wäre ein solcher Schluss ganz irrig. Die Geschichte der Botanik kennt viele Beispiele derartig voreiliger und falscher Folgerungen, vor denen nur die gewissenhafte Benützung aller morphologischen Methoden zu schützen vermag.

Auch dann kann die Entwicklungsgeschichte trügen (oder wie Strasburger sich ausdrückt, verfälscht sein), wenn ein morphologisches Glied schon ursprünglich aus jener normalen Stellung verschoben erscheint, nach der man sich gewöhnt hat, seine morphologische Natur zu beurtheilen. Insbesondere handelt es sich hiebei um eine Verschiebung aus der zum Muttergebilde seitlichen in die dazu terminale Stellung. Es ist nämlich ein allgemeines Gesetz, dass in Einzahl gebildete Glieder sich in die verlängerte Richtung des sie tragenden Muttergebildes stellen, zumal wenn letzteres schwach oder rudimentär ist, woraus dann der falsche Schein hervorgeht, als wären sie nichts weiter als die Spitze des Muttergebildes selbst. Ich will nur ein derartiges Beispiel anführen, in welchem ein einzelnes Blatt terminal zum Sprosse gestellt erscheint. Es ist das die monocotyle Keimpflanze. Ihr einziges Keimblatt wird nämlich nicht wie Blätter in der Regel, unterhalb eines vorgebildeten Vegetationskegels seitlich angelegt, sondern es differenzirt sich unmittelbar aus der Spitze der Keimanlage, der blattbildende Vegetationspunkt bildet sich aber erst später am Grunde des Keimblattes. Nach der Entstehung würde man dieses Keimblatt für einen Axentheil ansehen; doch lehrt der Vergleich mit dem dicotylen Keime, dessen zwei Keimblätter sich ebenfalls aus dem ganzen Scheitel der Keimanlage herausarbeiten, wobei der Vegetationspunkt auch erst später in dem Winkel zwischen den Keimblättern angelegt wird, dass

am monocotylen Keim einer der beiden Cotyledonen sich nicht entwickelt hat, in Folge dessen das übriggebliebene Keimblatt den ganzen Axenscheitel occupirte und so die Axe der Keimanlage unmittelbar fortsetzt.

Die Phylogenie bietet uns endlich auch den Schlüssel zum Verständniss der Bildungsabweichungen. Den grössten Werth haben diese für die Erforschung der morphologischen Natur der Blüthentheile. Denn die Blüten sind nur durch Metamorphose und Selbstbegrenzung des Blattsprosses entstandene, der Fortpflanzung dienende Gebilde. Ihre wesentlichen Theile, die Staubgefässe und Fruchtblätter lassen sich bis in die Cryptogamen hinein verfolgen, wo sie als sporenerzeugende Blätter auftraten. Ebendasselbst lässt sich auch die allmähliche Hervorbildung der Blüthe aus den vegetativen Fruchtblättern der farnartigen Gewächse demonstrieren. Wenn nun die Metamorphose der Blüthe in der Vergrünung rückgängig gemacht wird und aus der Blüthe durch verschiedene Uebergänge ein Laubspross wieder hergestellt ist, so kehrt die Pflanze in dieser Beziehung zu einem Zustande zurück, auf dem noch gegenwärtig jene Mehrzahl der Cryptogamen sich befindet, die ihre Fortpflanzungsorgane, die Sporangien, auf vegetativen Fruchtblättern bilden. Mit Recht hat daher Strasburger bemerkt, dass die rückschreitende Metamorphose auf atavistische Zustände der Blüthe zurückweist. Die Vergrünungen haben also principiell denselben Werth, wie die individuelle Entwicklungsgeschichte und die comparative Methode, denn auch sie bringen uns frühere, ursprünglichere Entwicklungszustände vor Augen. Hierin aber hat die Untersuchung der Vergrünungen noch mancherlei Vorzüge sowohl vor der comparativen als auch vor der entwicklungsgeschichtlichen Methode. Denn die letztere führt, wie gesagt, in vielen Fällen auf solche allerjüngste Zustände, welche im phylogenetischen Sinne selbst schon weiter umgebildet und in gewissen Richtungen fortgeschritten sein können und somit der richtigen Deutung sich entziehen werden. Durch die Vergrünungen aber lernen wir viel frühere, bei sehr alten Vorfahren zuerst aufgetretene, also gewiss noch ursprünglichere und unmittelbar verständliche Zustände kennen. So erscheint der Fruchtknoten der Primeln in weniger vorgeschrittenen Vergrünungen als eine in eben so viele Lappen zer-schlitzte Hülle, in vorgeschrittenen, in denen die Verwachsung gänzlich aufgehoben wurde, aber als freie Blätter im Wirtel auf der Blüthenaxe.

Muss es da nicht als ein verderbliches Vorurtheil bezeichnet werden, wenn noch manche Neuere nur die gewöhnliche Entwicklungs-

geschichte hochpreisen, den Vergrünungen aber alle beweisende Kraft in morphologischen Fragen absprechen wollen? Vor der comparativen Methode hat die Methode der Vergrünungen aber den Vortheil einer grösseren Sicherheit und unmittelbaren Anschaulichkeit voraus. Wenn wir die homolog erscheinenden Glieder zweier verschiedenartigen Typen vergleichen, so sind wir nicht immer ganz sicher, ob die Homologie wirklich besteht, ob wir nicht vielleicht etwas Unvergleichbares verglichen, und so etwas Falsches abgeleitet haben. Die Sicherheit wird um so anfechtbarer sein, je grösser der systematische Abstand zweier zu vergleichenden Pflanzenformen ist, je grössere Umbildungen vor sich gegangen sein mögen. Dagegen gehört die vergrünte Blüthe derselben Pflanzenart an wie die normale Blüthe, ihre entsprechenden Theile sind gewiss einander homolog, auch können in günstigen Fällen alle möglichen Mittelformen zwischen ihnen gesammelt werden, welche der comparativen Methode nur unvollständig und in keiner so gesicherten Reihenfolge zu Gebote stehen. In besonders günstigen Fällen steht die morphologische Bedeutung eines Gebildes wie mit einem Schlage enthüllt anschaulich vor den Augen des Beobachters.

Weit entfernt also, als Mittel der morphologischen Erkenntniss den obersten Rang unter den drei morphologischen Methoden zu besitzen, steht vielmehr die gewöhnliche Entwicklungsgeschichte in gar manchen Fällen hinter dem Vergleich und den Vergrünungen zurück. Das Studium der Bildungsabweichungen aber ist durch die Phylogenie aus unverdienter Zurücksetzung glänzend rehabilitirt.

Da nun aber die morphologischen Methoden in der Botanik sammt und sonders in ihrem letzten Grunde auf der Entwicklungsgeschichte des Pflanzenreiches beruhen, so werden sich die durch eine jede derselben gewonnenen Resultate niemals widersprechen können, vielmehr einander ergänzen und bestätigen. In allen jenen Fällen, wo ein Widerspruch solcher unabhängig von einander gefundenen Resultate zu entspringen scheint, liegt sicher ein Fehler der Untersuchung oder der Deutung vor; entweder ist die normale Entwicklungsgeschichte durch Verlust der ersten Entwicklungsstufen ganz unverständlich geworden und unrichtig aufgefasst worden, oder die comparative Methode beging einen Missgriff, indem sie solche Gebilde verglich und als homolog ansah, die es nicht waren, oder bei der Untersuchung der Bildungsabweichung ist eine Rückbildung mit einer pathologischen Neubildung verwechselt worden. Es möge mir gestattet sein, ein hervorragendes Beispiel etwas umständlicher zu besprechen.

Kein pflanzliches Gebilde hat mehr Anlass zu unrichtigen Deutungen gegeben, als die sogenannte Samenknospe, die Samenanlage oder das Eichen der Phanerogamen, welches zu den am schwierigsten zu deutenden Gebilden gehört. Bekanntlich besteht das Eichen aus einem soliden, ovalen Eikern, aus dem oder vielmehr unter dem meist eine oder zwei ringförmige Hüllen, die Integumente, sich erheben. Nach der Entwicklungsgeschichte würde man es ohne Zweifel für eine begränzte Knospe halten, deren Axe der Eikern nebst Funiculus, deren Blätter die Integumento sind. In der That ist das Eichen auch ganz allgemein für eine metamorphosirte Knospe gehalten worden, und viele Morphologen, die sich nur an die Entwicklungsgeschichte kehren, halten diese Ansicht noch heute fest.

Die Vergrünungen zeigen aber etwas ganz anderes. Durch eine ganze Reihe von Uebergangsstufen wandelt sich nämlich das Integument oder alle, beide, wenn sie vorhanden sind, in eine blosse Blattfieder des Fruchtblattes oder Carpelles um, und der früher terminale Eikern entspringt jetzt seitlich aus der Fläche des Fiederblättchens, welches als Ovularblättchen bezeichnet wird. Der undifferenzirte Eikern ist aber offenbar kein Axengebilde, sondern ein blosses Epiblastem, eine Ausgliederung zweiten Grades. Dass der Eikern einmal ein Axengebilde und ein andermal ein Epiblastem wäre, ist wegen der vollkommen festgestellten Unwandelbarkeit der morphologischen Natur rein unmöglich, die Thatsache der Vergrünung lässt aber durchaus keine anderweitige Deutung zu.\*) Freilich sind in seltenen Fällen (namentlich bei den Cruciferen) an Stelle der Eichen Knospen oder kleine Zweiglein beobachtet werden, auf welche sich denn auch die Vertheidiger der Knospennatur der Eichen zu berufen pflegen, in der Meinung, dass diese Zweiglein aus dem Eichen selbst hervorgegangen seien. Ich habe jedoch neuestens gefunden,\*\*\*) dass diese Zweiglein oder Knospen pathologisch erzeugte Adventivknospen auf dem Ovularblättchen sind und weder aus dem ganzen Eichen, noch aus dem Eikern hervorgegangen sein können.

---

\*) Ich habe das vor Kurzem in der diesjährigen Regensburger „Flora“ in einem Aufsatz: „Ueber die morphologische Bedeutung der Samenknospen“ nachgewiesen.

\*\*\*) Die betreffende Abhandlung wird nächstens in der „Botanischen Zeitung“ von De Bary und Kraus erscheinen.

Es muss somit auch hier eine verfälschte Entwicklung am normalen Eichen sich vollziehen; das kann um so sicherer geschlossen werden, als auch die phylogenetisch-comparative Methode dahin drängt, die Integumente für eine Umbildung der Blattfieder, und den Eikern für ein Epiblastem aus derselben anzusehen. Denn phylogenetisch entspricht der Keimsack des Eichens ganz gewiss der grossen Spore oder vielmehr deren Mutterzelle in einem Sporangium oder Sporenfrüchtchen der höheren Cryptogamen. Falls nun die grosse Spore, was sich allerdings anderweitig als wahrscheinlich nachweisen lässt, auch bei den Phanerogamen im Sporangium verblieben ist, so muss der Eikern das phanerogamische Sporenfrüchtchen selbst sein; er ist mithin wie das kryptogame Sporangium allerdings nur ein Epiblastem, welches auch wie dieses auf einem Fruchtblatte seitlich entspringt. Die Phylogenie stimmt demnach vortrefflich mit dem Resultat der Vergrünungen überein, und somit lässt die normale Entwicklungsgeschichte des Eichens nur die Deutung zu, dass der Eikern auf der sehr rudimentären Anlage des Fiederblättchens des Fruchtblattes erst in Folge der Ovularmetamorphose terminal gestellt worden ist. Seine ursprüngliche Natur hat sich damit trotzdem nicht geändert und tritt sofort wieder klar hervor, wenn in Vergrünungen das Fiederblättchen mächtiger sich ausbildet.

So verlangt gerade der Widerstreit zwischen der normalen Entwicklungsgeschichte und der Vergrünungsgeschichte nothwendig die Phylogenie zu seiner Lösung, welche sonst nicht möglich wäre. Wir ersehen an diesem Beispiel in der That, wie nach Nägeli's Ausspruch Methode und Resultat einander wechselweise bedingen und fördern: die richtige phylogenetische Methode vermag allein den scheinbaren Widerspruch in den Thatsachen zu lösen, und dieser beweist damit hingegen von Neuem die Richtigkeit der angewandten Methode.

Ueberhaupt liegt aber in der Uebereinstimmung aller morphologischen Methoden die volle Gewähr der Wahrheit. Jede einzelne Methode kann einen Irrthum erzeugen, nicht weil sie selbst fehlerhaft wäre, sondern weil ihre Anwendung bisweilen schwierig sein kann. Aus einer an sich richtigen Beobachtung kann eine falsche Folgerung abgeleitet werden. Dass die Sonne ihren Ort am Firmament bei der täglichen Bewegung in der Richtung von Ost nach West ändert, ist eine ganz richtige Wahrnehmung, aber die weiter gehende Anschauung, dass die Sonne die Erde von Ost nach West umkreise, war ein Irrthum. Aehnlich verhält es sich mit den auf morphologische Beobachtungen gebauten Schlüssen. Die Befragung

aller drei Methoden in derselben morphologischen Frage wird aber zur Entdeckung des eingeschlichenen Fehlers der Beobachtung oder der Deutung führen. Das Resultat der einen Methode wird durch das der anderen bestätigt und corrigirt werden, wie ich so eben an dem Beispiele des pflanzlichen Eichens gezeigt habe.

Ich eile zum Schlusse. Möge es mir gelungen sein, die wahre Bedeutung und den inneren Zusammenhang der morphologischen Methoden gehörig zu beleuchten, zu zeigen, dass alle unsere tiefere morphologische Erkenntniss der Pflanze auf die Kenntniss ihrer Entwicklungsgeschichte basirt ist, aber nicht bloss der individuellen Entwicklungsgeschichte, sondern in noch höherem Grade auf die Kenntniss der Phylogenie, einer zugleich tiefgedachten und erhabenen Lehre, durch welche schon so viele Keime des menschlichen Wissens befruchtet worden sind, und welche allen Widerspruchs ungeachtet, dem anfangs eine jede neue Wahrheit ausgesetzt zu sein pflegt, in immer weitere Kreise einzudringen bestimmt ist.

---

## M i s c e l l e n .

\* Die „Neue freie Presse“ vom 18. August bringt von Prof. E. Suess einige Details über den Tod unseres ausgezeichneten Landsmannes F. Stoliczka, deren Mittheilung wir uns hier erlauben. Prof. Suess schreibt: Zu der Reihe von Opfern wissenschaftlicher Forschung, welche die edelste Zierde unserer Zeit bilden, hat sich im Laufe dieses Jahres der Name eines trefflichen Oesterreichers gesellt. Ferdinand Stoliczka, der Sohn eines Försters zu Hochwald in Mähren, hatte, nachdem er in Wien zum Geologen gebildet worden war, eine Stelle bei der geologischen Aufnahme in Ostindien übernommen. Nach siebenjährigem Aufenthalte in diesem weiten Reiche, nach erfolgreicher Durchforschung eines Theiles des Himalaya und nach umfassenden Publicationen entschloss er sich im vergangenen Jahre, die von der britischen Regierung unter der Leitung des Sir Forsyth ausgerüstete Expedition nach Sarkand und Kaschgar zu begleiten, von welcher er nicht zurückgekehrt ist. Die über sein Ende bisher in die Oeffentlichkeit gedrunghenen Nachrichten sind aber so irrig oder

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1874

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Celakovsky Ladislav Josef

Artikel/Article: [Ueber den Zusammenhang der verschiedenen Methoden morphologischer Forschung. 165-185](#)