

Fünftes Capitel.

Morphologie und Systematik unter dem Einfluß der
Entwicklungsgeschichte und Kryptogamenkunde.

1840 — 1860.

In den Jahren unmittelbar vor und nach 1840 begann auf allen Gebieten der Botanik, der Anatomie und Physiologie, ebenso wie dem der Morphologie ein neues Leben. Die letztere verband sich jetzt besonders auch mit den erneuten Untersuchungen über die Sexualität der Pflanzen und die Embryologie, die sich bald nicht mehr wie früher bloß auf die Phanerogamen, sondern auch zunächst auf die höheren, später auf die niederen Kryptogamen erstreckte. Diese entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen waren jedoch erst dann möglich, als die Anatomie durch Mohl neu begründet, die Zellenlehre durch Nägeli um die Mitte der vierziger Jahre grundlegend bearbeitet worden war; beides aber hing ab von der vorher ausgebildeten Kunst des Mikroskopirens. Auf all jenen Gebieten war es die Mikroskopie, welche die thatsächlichen Grundlagen der neuen Forschung lieferte, während die Begründer derselben zugleich von anderen philosophischen Standpunkten ausgingen, als die wir bisher in der Botanik maßgebend erkannt haben. Keine andere Art der Forschung zwingt so wie die mikroskopische den Beobachter zur höchsten Anspannung der Aufmerksamkeit, zur Concentrirung derselben auf ein bestimmtes Objekt und zwar in der Weise, daß gleichzeitig eine bestimmte Frage vorliegen muß, welche durch die Beobachtung entschieden werden soll; überall sind Fehlerquellen zu vermeiden,

und mögliche Täuschungen in Betracht zu ziehen; die Sicherung der Thatfachen selbst verlangt alle die Kräfte, welche ganz vorwiegend das Eigenartige des Naturforschers darstellen. So war schon die ernste Beschäftigung mit der Mikroskopie eine der Ursachen, welche die hervorragenden Mikroskopiker ganz auf das Gebiet und auf die Eigenartigkeit der inductiven Forschung hinführten; als sich aber nach wenigen Jahren die thatsächlichen Resultate dieser Forschung zeigten, als sich eine ganz neue Welt, besonders in den Kryptogamen den Botanikern eröffnete, da handelte es sich um Fragen, welche vorher nicht aufgeworfen waren, an denen die dogmatische Philosophie ihre alte Kraft noch nicht versucht hatte; die Thatfachen und die Fragen waren neu intakt und boten sich der unbefangenen Betrachtung reiner dar als diejenigen, welche in den letzten drei Jahrhunderten sich vielfach mit der alten Philosophie, zumal mit scholastischen Elementen verbunden hatten. Abgesehen von Mohl, der sich nur ganz nebenbei mit morphologischen Dingen beschäftigte, sich streng an die inductive Methode hielt und mehr die Feststellung einzelner Thatfachen als die allgemeiner Principien im Auge hatte, gingen aber auch die Begründer der neuen morphologischen Richtung, Schleiden und Nägeli, von allgemein philosophischen Gesichtspuncten aus, die, so verschieden sie auch bei beiden Männern waren, doch zweierlei gemein hatten: die Forderung einer streng inductiven Forschung als Grundlage der ganzen Wissenschaft und die Ablehnung jeder teleologischen Erklärungsweise der Erscheinungen, in welcher letzterem Puncte der Gegensatz zur idealistisch naturphilosophischen Schule am deutlichsten hervortrat. Mit dieser aber hatten die Begründer der neuen Botanik einen Berührungspunct von großer Bedeutung, den Glauben an die Constanz der organischen Formen, der hier jedoch, da er sich nicht mit der platonischen Ideenlehre verband, mehr nur die Anerkennung der alltäglichen Beobachtungen enthielt, daher von geringerer principieller Wichtigkeit war und eher als eine Unbequemlichkeit in der Wissenschaft empfunden wurde; dieser Auffassung entsprechend und durch die neuen Ergebnisse selbst dahin

geführt, waren es denn auch gerade die Hauptvertreter der neueren Morphologie, welche den Gedanken der Descendenz entweder schon vor dem Erscheinen von Darwin's epochemachendem Werk hegten, oder doch der neuen Lehre mit williger Anerkennung, wenn auch mit manchen Zweifeln im Einzelnen entgegenkamen. Die morphologischen und embryologischen Forschungen welche 1851 in Hofmeister's „vergleichenden Untersuchungen“ die verwandtschaftlichen Beziehungen der großen Gruppen des Pflanzenreichs in einem ganz neuen Licht hervortreten ließen, drängten ohnehin mehr und mehr zu der Annahme, daß es mit der Constanz der organischen Formen eine ganz eigene Bewandniß haben müsse. Bestimmter aber wurde der Gedanke der Entwicklung des Pflanzenreichs durch die palaeontologischen Forschungen nahe gelegt; eine methodische Bearbeitung der fossilen Pflanzen hatte schon in den zwanziger Jahren begonnen, Sternberg (1820 — 1838), Brongniart (1828 — 1837), Goepfert (1837—1845), Corda (1845) hatten die Floren der Vorwelt zum Gegenstand eingehender Studien gemacht, die fossilen Formen mit den lebenden verwandten sorgfältig verglichen. Ganz besonders aber war es Unger, der sich gleichzeitig an der Förderung der Zellenlehre, Anatomie und Physiologie der Pflanzen betheiligte, der überall mit in die Entwicklung der neuen Botanik eingriff, der in der Betrachtung der vorweltlichen Vegetationen auch die Ergebnisse der neuen botanischen Forschung verwerthete und die morphologisch systematischen Beziehungen der vorweltlichen Floren zur gegenwärtigen Vegetation zuerst ans Licht zog. Nach 20jähriger Vorarbeit sprach er es 1852 direkt aus, daß die Unveränderlichkeit der Species eine Illusion sei, daß die im Lauf der geologischen Zeiträume auftretenden neuen Arten im organischen Zusammenhang stehen, die jüngeren aus den älteren entstanden seien ¹⁾. Es wurde schon im vorigen Capitel gezeigt, wie auch um dieselbe Zeit der Hauptvertreter

¹⁾ Vergl. A. Bayer's „Leben und Wirken J. Unger's.“ Graz 872. pag. 52.

der idealistischen Richtung, A. Braun bereits, wenn auch in unbestimmterer Form, zur Annahme einer Entwicklung des Pflanzenreiches hingedrängt wurde; und in demselben Jahr, wo Darwin's erstes Buch über die Entstehung der Arten erschien; schrieb Nägeli (Beiträge II, p. 34): „Äußere Gründe, gegeben durch die Vergleichung der Floren succesiver geologischer Perioden, und innere Gründe enthalten in physiologischen und morphologischen Entwicklungsgesetzen und in der Veränderlichkeit der Art, lassen kaum einen Zweifel darüber, daß auch die Arten aus einander hervorgegangen sind.“

War auch in diesen Sätzen eine wissenschaftlich brauchbare Descendenztheorie noch nicht enthalten, so zeigen sie doch, daß die neueren Forschungen und die unbefangene Würdigung der Thatsachen gerade die hervorragendsten Vertreter der damaligen Botanik dahin drängten die Constanz der Formen aufzugeben. Zugleich aber lag in der genetischen Morphologie wie sie vorwiegend unter Nägeli's Leitung seit 1844 sich entwickelt hatte; noch mehr in der Embryologie, welche bei Hofmeister zu Resultaten von größter systematischer Bedeutung führten, ein fruchtbares Element, welches dazu bestimmt war, Darwin's Descendenzlehre in einem wesentlichen Punct zu berichtigen und zu bereichern. In ihrer ursprünglichen Form nämlich suchte Darwin's Lehre den Gedanken durchzuführen, daß neben der immer fort stattfindenden Variation nur noch die durch den Kampf um's Dasein bewirkte Auswahl die fortschreitende Vervollkommnung der organischen Form bewirkte; gestützt auf die Ergebnisse der deutschen Morphologie konnte aber schon 1865 Nägeli auf das Ungenügende dieser Erklärung hinweisen, insoferne dieselbe morphologische Beziehungen, zumal zwischen den großen Abtheilungen des Pflanzenreichs unbeachtet läßt, welche durch die bloße Zuchtwahl kaum erklärlich scheinen. Zudem Nägeli zugab, daß Darwin's Zuchtwahl sehr wohl geeignet sei, die Anpassung der Organismen an ihre Umgebung, das Zweckmäßige und physiologisch Eigenthümliche ihrer Structur vollgiltig zu erklären, wies er doch darauf hin, daß schon in der Natur der Pflanzen

selbst Gesetze der Variation vorgezeichnet sind, welche unabhängig vom Kampf ums Dasein und der natürlichen Auswahl zu einer Vervollkommnung und fortschreitender Differenzirung der organischen Formen hinführen; ein Ergebnis der Morphologie, dessen Bedeutung auch Darwin später anerkannt hat. Erst durch die von Nägeli hinzugefügte Ergänzung gewann die Descendenztheorie die Form, in welcher sie geeignet war, das schon von den Systematikern der ältern Richtung erkannte Problem zu erklären, wie es möglich sei, daß die systematisch morphologische Verwandtschaft der Arten in so hohem Grade unabhängig ist von ihrer physiologischen Anpassung an die Umgebung.

Die heutige Zellenlehre, Pflanzenanatomie, Morphologie und die verbesserte Form der Selektionstheorie sind das Ergebnis der inductiven Forschung seit 1840, ein Ergebnis, dessen ganze Bedeutung erst noch in den folgenden Theilen unserer Geschichte hervortreten wird. Hier werde ich in Folgenden nur die morphologischen und systematischen Resultate noch etwas näher beleuchten, wobei ich genöthigt bin, von der reichhaltigen Thätigkeit der hier zu nennenden Botaniker eben nur einen Theil vorzuführen, indem ich mir vorbehalte in der Geschichte der Anatomie und Physiologie der Pflanzen auf das Uebrige zurückzukommen.

Zu dem Eigenthümlichen dieser Periode der Botanik gehört es, daß die Morphologie in die engste Verknüpfung mit der Zellenlehre, Anatomie und Embryologie tritt und daß vor Allem die Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang und die Embryobildung gewissermaßen in den Mittelpunkt, der morphologisch-systematischen Forschungen treten. Eine strenge Sonderung dieser verschiedenartigen Bestrebungen, die aber schließlich alle der Systematik zu gute gekommen sind, ist daher kaum durchführbar; am allerwenigsten da, wo es sich um die niederen Kryptogamen handelt.

Der Zustand der botanischen Literatur von 1840 war ein höchst unerquicklicher; zwar fehlte es nicht auf den verschiedenen

Gebieten der Systematik, Morphologie, Anatomie und Physiologie an hervorragenden Leistungen; fallen doch eine Anzahl der besten Arbeiten Mohl's bereits in diesen Zeitraum, auch Meyen, Dutrochet, Ludolph Treviranus und andere kultivirten die Pflanzenanatomie und Physiologie; daß auf dem Gebiet der Morphologie und Systematik in den letzten Jahrzehnten ebenfalls Gutes und Beachtenswerthes geschehen war, ist schon erzählt worden. Allein eine Zusammenfassung alles dessen, was sich von werthvollen Kenntnissen in der gesammten Botanik angesammelt hatte, fehlte durchaus; noch mehr eine kritisch systematische Behandlung des Ganzen; im Grunde wußte Niemand, wie reich schon damals die Botanik an wichtigen Thatsachen war; am allerwenigsten konnte man aus den Lehrbüchern jener Zeit ein Urtheil darüber gewinnen; sie waren leer an Gedanken und Thatsachen, angefüllt mit einer überflüssigen Nomenclatur, die ganze Behandlung trivial und abgeschmackt, das eigentlich Wissenswürdige und Wichtige, was diese Bücher dem Lernenden hätten überliefern sollen, enthielten sie überhaupt nicht. Diejenigen welche wirklich wissenschaftliche Untersuchungen anstellten, trennten sich von denen, welche die Botanik nach dem alten Schematismus der Linné'schen Schule behandelten; diese aber waren es, obwohl am wenigsten von allen dazu berufen, in deren Händen fast überall der botanische Unterricht, die Fortpflanzung des Wissens lag; so wurde denn der großen Masse der Studirenden, vor Allem auch den jungen Botanikern unter dem Namen Botanik ein Haufen geistloser Nebenarten überliefert, die nicht verfehlen konnten, jeden höher Begabten abzustößen. So rächte sich die alte Thorheit, die da verlangte, die einzige oder doch die Hauptaufgabe jedes Botanikers solle sein: mit Pflanzensammeln in Wald und Wiese und mit dem Herumstöbern in Herbarien, die Zeit zu verträdeln, womit nicht einmal im Linné'schen Sinne der Systematik gedient sein konnte. Selbst Begabteren mußte bei solcher Beschäftigung mit der Pflanzenwelt der Sinn für tieferes Wissen abhanden kommen, sogar eine Rückbildung der Verstandeskkräfte konnte nicht ausbleiben, und daß es wirk-

lich so war, dafür liefert jedes Lehrbuch jener Zeit auf jeder Seite die Beweise.

Ein solcher Zustand ist aber für jede Wissenschaft gefährlich; was nützt es, daß einzelne hervorragende Männer diesen oder jenen Theil der Wissenschaft fördern, wenn die Zusammenfassung fehlt und dem Anfänger keine Gelegenheit gegeben ist, das Beste im Zusammenhang kennen zu lernen. Indes, noch zur rechten Zeit fand sich der rechte Mann, der es verstand, die träge Behaglichkeit aus ihrem Halbschlaf aufzurütteln, den Zeitgenossen nicht bloß in Deutschland, sondern überall, wo Botanik getrieben wurde, zu zeigen, daß es auf diese Weise nicht weiter fortgehen dürfe. Dieser Mann war **Matthias Jacob Schleiden** (geboren zu Hamburg 1804, lange Zeit Professor in Jena). Ausgerüstet mit einer nur zu weit gehenden Kampflust, mit einer Feder, die rücksichtslos verletzen konnte, jeden Augenblick schlagfertig, zu Uebertreibungen sehr geneigt, war Schleiden ganz der Mann, wie ihn der damalige Zustand der Botanik brauchte. Sein Auftreten wurde wenigstens anfangs gerade von den hervorragendsten Botanikern, welche später den eigentlichen Fortbau der Wissenschaft durchführten, freudig begrüßt, wenn auch später freilich ihre Wege weit auseinander gingen, als es nicht mehr bloß einzureißen, sondern neu aufzubauen galt. Wenn man Schleiden's Werth an den von ihm entdeckten Thatsachen messen wollte, so würde man ihn kaum über dem Niveau der gewöhnlicheren, besseren Botaniker finden: eine Reihe recht guter Monographien, zahlreiche Berichtigungen alter Irrthümer u. dergl. würden sich aufzählen lassen; die wichtigsten von ihm aufgestellten Theorien aber, um welche viele Jahre hindurch eine lebhaft Polemik unter den Botanikern entbrannte, sind jetzt längst widerlegt. Schleiden's wahre historische Bedeutung ist aber vorhin bereits angedeutet worden: nicht durch das, was er als Forscher leistete, sondern durch das, was er von der Wissenschaft forderte, durch das Ziel, welches er hinstellte und in seiner Großartigkeit gegenüber dem kleinlichen Wesen der Lehrbücher allein gelten ließ, erwarb er sich ein großes Verdienst. Er ebnete denen, welche wirklich Großes leisten

konnten
wissen
wissen
untersch
sammer
S
einigen
Unterfr
wicklun
durch
umfang
1842
später
Wert
Nacht
Fülle
Jugen
fach u
würdi
werth
Polem
aus
den
nehm
„Gr
titel
sofo
gewi
den
eine
zu f
wieg
gefo
verg

konnten und wollten, den Weg; er schuf so zu sagen erst ein wissenschaftlich botanisches Publicum, welches im Stande war wissenschaftliches Verdienst von dilettantenhafter Spielerei zu unterscheiden. Wer von jetzt an mitreden wollte, mußte sich zusammennehmen, denn er wurde mit anderem Maß gemessen als bisher.

Schleiden, der seine Thätigkeit als Botaniker mit einigen wichtigen anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen eröffnet hatte, unter denen besonders die Entwicklungsgeschichte der Samentknospe vor der Befruchtung 1837 durch Inhalt und Darstellung werthvoll war, schrieb selbst ein umfangreiches Lehrbuch der gesammten Botanik, welches zuerst 1842 und 43, dann aber sehr verbessert 1845 und 46 (auch später noch zweimal) herauskam. Der Unterschied zwischen diesem Werk und allen vorhergehenden Lehrbüchern ist wie Tag und Nacht; jener gedankenlosen Trägheit gegenüber hier eine sprudelnde Fülle von Leben und Gedanken, die vor Allem gerade auf die Jugend um so mehr wirken mußte, als sie in sich selbst vielfach unfertig und unvergohren war; auf jeder Seite dieses merkwürdigen Buches fand der Studirende neben wirklich wissenschaftlichen Thatfachen interessante Reflexionen, lebhaft, meist grobe Polemik, Lob und Tadel gegen Andere. Es war kein Lehrbuch aus dem sich ruhig und behaglich studiren ließ, welches aber den Studirenden überall anregte, Parthei für oder wider zu nehmen und weitere Belehrung zu suchen.

Das erwähnte Lehrbuch wird gewöhnlich unter dem Titel „Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik“ citirt; sein Haupttitel aber ist: „Die Botanik als inductive Wissenschaft“, womit sofort der Punct bezeichnet ist, auf welchen Schleiden das Hauptgewicht legte. Es kam ihm vor Allem darauf an, die in den Lehrbüchern so sehr verunstaltete Wissenschaft, die kaum noch eine Aehnlichkeit mit einer Naturwissenschaft hatte, auf Eine Linie zu stellen mit der Physik und der Chemie, in denen bisher vorwiegend der Geist ächter inductiver Naturforschung zur Geltung gekommen war im Gegensatz zu der Naturphilosophie der letztvergangener Jahrzehnte. Es mag uns jetzt sonderbar vorkommen,

ein botanisches Lehrbuch durch eine 131 Seiten lange methodologische Einleitung über das Wesen der inductiven Forschung im Gegensatz zur dogmatischen Philosophie eingeführt zu sehen, an den verschiedensten Stellen des Buches selbst immer wieder die Grundsätze der Induction hervorgehoben zu finden. Man kann auch an dem Inhalt dieser Einleitung sehr viel aussetzen; daß manche philosophische Sätze darin mißverstanden sind, daß Schleiden selbst vielfach gegen die dort gestellten Forderungen verstieß, wenn er z. B. an Stelle der von ihm abgewiesenen Lebenskraft den Gestaltungstrieb *nisus formativus* setzt, der eben die Lebenskraft nur unter anderem Namen wieder einführt, man kann es überflüssig finden, daß er die Entwicklungsgeschichte als eine „*Maxime*“ im Kantischen Sinne hinstellt, statt zu zeigen, daß die Entwicklungsgeschichte eben in der inductiven Forschung sich ganz von selbst darbietet u. dergl. m.; mit all dem aber würde man die historische Bedeutung dieser philosophischen Einleitung nicht abschwächen: die Art, wie damals die descriptive Botanik tradirt wurde, war so durch und durch dogmatisch scholastisch, trivial und unkritisch, daß den Jüngeren wenigstens ausführlich gesagt werden mußte, daß dies nicht die Methode naturwissenschaftlicher Forschung sei.

Spezieller auf die Aufgaben botanischer Forschung übergehend, betonte dann Schleiden überall die Entwicklungsgeschichte als die Grundlage jeder morphologischen Einsicht, wobei er freilich über das Ziel hinausschoß, wenn er die bloß vergleichende Methode, die doch bei De Candolle namhafte Resultate ergeben hatte, und welche im Grunde auch das fruchtbare Element in der Schimper-Braun'schen Blattstellungslehre ist, als eine unfruchtbare abwies. Dafür ist aber hervorzuheben, daß Schleiden selbst an der Entwicklungsgeschichte der Pflanzen energisch sich betheiligte, vor Allem auch die Embryologie in den Vordergrund zog, in der Metamorphosenlehre den entwicklungsgeschichtlichen Standpunct vertrat, gegenüber der von Goethe eingeführten Behandlung der Metamorphose auf die viel klarere Caspar Friedrich Wolff's hinwies u. s. w. Endlich gehört

zu den
seine B
seine Ein
des dar
geförder
gemacht
führlich
und wei
men der
die alte
Phaner
gamen
beseitigt
da diese
U
Boden
gamen
mühun
der B
Leistun
von de
giebt.
Samer
und f
suchun
tigung
lungsg
als f
der D
Verdo
in's P
arbeit
Allen
enorn
entwi

zu den die Methode berührenden Verdiensten Schleiden's auch seine Behandlung des natürlichen Systems; nicht etwa, weil seine Eintheilung des Pflanzenreiches etwas besonderes Aussprechendes darböte oder neue Verwandtschaftsverhältnisse zu Tage gefördert hätte, sondern weil hier zum ersten Mal der Versuch gemacht wurde, die Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs ausführlich morphologisch und entwicklungsgeschichtlich zu charakterisiren und weil dabei von vornherein die Eigenartigkeit der Kryptogamen den Phanerogamen gegenüber in den Vordergrund trat; die alte Art, die Morphologie so zu behandeln, als ob es bloß Phanerogamen auf der Welt gebe und dann bei den Kryptogamen mit nichts sagenden Negationen sich zu behelfen, war damit beseitigt und gerade für die nächste Zukunft sehr viel gewonnen, da diese ihre Thätigkeit besonders den Kryptogamen widmete.

Uebrigens gelang es Schleiden noch nicht, einen sicheren Boden für die entwicklungsgeschichtliche Morphologie der Kryptogamen zu gewinnen; desto erfolgreicher aber waren seine Bemühungen um die Morphologie der Phanerogamen; seine Theorie der Blüthe und Frucht ist für ihre Zeit eine ausgezeichnete Leistung, auch wenn man, wie selbstverständlich, seine Ansicht von der Stengelnatur der Placenten und manches Andere aufgiebt. Wie Robert Brown die Entwicklungsgeschichte der Samentknospe, so gründete Schleiden zuerst die der Blüthe und sein Vorgang wirkte sehr anregend; bald wurden Untersuchungen über die Genesis der Blüthen eine der Hauptbeschäftigungen der Morphologen und die Fruchtbarkeit der Entwicklungsgeschichte erwies sich für die Systematik der Phanerogamen als sehr werthvoll, zumal wenn man dabei die Entwicklungsfolge der Organe eines und desselben Blüthenkreises, den Abortus, die Verdoppelung, die Verzweigung (der Staubfäden) u. s. w. genauer in's Auge faßte. Duchartre, Wigand, Gelesnoff u. v. a. arbeiteten bald darauf in dieser Richtung mit bestem Erfolg; vor Allen verdient aber Payer hervorgehoben zu werden, der mit enormer Ausdauer alle wichtigeren Familien auf ihre Blüthenentwicklung untersuchte (*Organogénie de la fleur* 1857) und

so ein grundlegendes Werk schuf, gleich ausgezeichnet durch die Sicherheit der Beobachtung, einfache, vorurtheilsfreie Deutung des Gesehenen, wie durch die Schönheit und den Reichthum der Abbildungen, ein Werk, welches von Jahr zu Jahr für die Morphologie der Blüthe wichtiger geworden ist.

Es gehört ferner zu den Verdiensten von Schleiden's Grundzügen, daß hier zum ersten Mal auch dem Studierenden in einem Lehrbuch wirklich gute, auf sorgfältige Untersuchungen begründete Abbildungen dargeboten wurden.

Bei all den zahlreichen Mängeln, welche sich an Schleiden's Grundzügen leicht auffinden lassen, kann doch ein Vorzug dieses Buches gar nicht hoch genug angeschlagen werden: es war mit Einem Schlage durch das Erscheinen desselben die Botanik als eine Naturwissenschaft im neueren Sinn dargestellt und die ganze Botanik sofort auf eine viel höhere Stufe gestellt, der Gesichtskreis erweitert, weil von höherem Standpunct aus überblickt. Die Botanik erschien auf einmal als eine Wissenschaft mit reichem Inhalt; abgesehen davon, daß Schleiden sehr Vieles selbst untersucht hatte und neue Theorien aufstellte, wies er überall auf das schon Vorhandene, Bedeutende hin; denn es genügt gar nicht in der Literatur, daß es ausgezeichnete Forscher gibt; es ist ebenso nöthig, daß das wissenschaftliche Publicum, besonders der Nachwuchs an jungen Fachmännern, darauf hingewiesen und hinreichend belehrt wird, wirklich gute Leistungen von unbedeutenden zu unterscheiden; es muß hier ausdrücklich ausgesprochen werden, daß, wenn auch Schleiden's Zellbildungstheorie, sein unbegreiflicher Irrthum in der Embryologie der Phanerogamen u. dergl. sehr bald als ganz unhaltbar sich erwiesen, davon doch keineswegs die große historische Bedeutung berührt wird, welche Schleiden's Schriften in dem oben angegebenen Sinn in der That besitzen.

Wie lebhaft sich im Beginn der vierziger Jahre auch bei Anderen das Bewußtsein regte, daß die Botanik fortan mit der alten behaglichen Gedankenlosigkeit brechen müsse, tritt unter Anderem auch darin hervor, daß neben der alten Zeitschrift

„Flora“ im Jahre 1843 von Muhl und Schlechtendal die „Botanische Zeitung“, von Schleiden und Nägeli eine „Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik“ gegründet wurde, welche letztere allerdings nur drei Jahrgänge 1844—1846 erlebte, die fast ganz allein mit Nägeli's Arbeiten sich füllten. Beide aber stellten sich ausgesprochenermassen die Aufgabe, die neuen Ziele der Wissenschaft vertreten zu wollen. Die nächste Folge war, daß auch die „Flora“ fortan ihre Saiten etwas höher spannte und dem neuen Zeitgeist gerecht zu werden suchte, was unter Fürnrohr's nunmehr alleiniger Leitung auch in den Literaturreferaten vortrefflich gelang.

Mit der Bearbeitung der Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik war Schleiden's Productivität in höherem Sinne des Wortes erschöpft; seine späteren, zum Theil umfangreichen Schriften übten keinen maßgebenden Einfluß mehr auf die weitere Entwicklung der Wissenschaft aus. Das Ideal, welches er für die wissenschaftliche Botanik hingestellt und in seinen gröberen Umriffen zu zeichnen versucht hatte, bedurfte zu seiner Realisirung der ausdauerndsten Arbeit, nicht nur eines Mannes, sondern ganzer Generationen von Beobachtern und Denkern; Schleiden aber unterließ es, zur Erreichung des hochgesteckten Zieles nun ein mühsames, unverdroffenes Fortarbeiten anzuwenden.

Schon in den ersten Jahren, wo Schleiden's Grundzüge die wissenschaftliche Welt in Bewegung setzten, begann ein Mann von ganz wesentlich anderen Geistesanlagen die Bearbeitung der großen Aufgabe. Es war Nägeli, der von jetzt an in allen Theilen der Botanik grundlegend arbeitete, die zunächst erreichbaren Ziele feststellte, die inductive Methode und die Entwicklungsgeschichte nicht nur forderte oder durch abgerissene Untersuchungen bald hier, bald dort Etwas zu Tage förderte, sondern mit ernster Ausdauer jede aufgenommene Frage so lange bearbeitete, bis ein erhebliches Resultat erreicht war und fast jedes Mal war das Resultat nicht nur eine Bereicherung unseres positiven Wissens, sondern zugleich ein neues Fundament, auf

welchem Andere weiterbauen und eine reiche Literatur sich entwickeln konnte.

Auch Nägeli empfand das Bedürfniß, vor Allem sich über die philosophischen Grundlagen der Naturforschung zu orientiren, für ihn indessen handelte es sich nicht mehr darum, die inductive Methode im Allgemeinen und im Gegensatz zur Dogmatik der idealistischen Schule zu betonen; er ging vielmehr sogleich darauf aus, die Gesetze der Induction auf die allgemeinsten Fragen der organischen Natur, speciell der Vegetation anzuwenden. Es ist leicht gesagt, die Naturwissenschaft müsse allein, auf genaue Erfahrung gestützt, Begriffe und Naturgesetze ableiten; sowie man es versucht, dieser Forderung zu genügen, machen sich unzählige Bedenken geltend; denn soll es nicht bei bloßer Anhäufung einzelner Thatsachen bleiben, so muß auch jedes Mal das Ziel festgestellt werden, zu welchem die inductive Forschung hinführen soll. Nägeli hob es ausdrücklich hervor, daß Thatsachen und Beobachtungen nur unter dieser Bedingung einen wissenschaftlichen Werth haben, daß nur die Einordnung jedes einzelnen durch Induction gewonnenen Begriffes in das System des ganzen übrigen Wissens einen Werth habe. — Viel consequenter als Schleiden und im strengsten Gegensatz zur idealistischen Schule, ganz dem nominalistischen Standpunct ächter Naturforschung entsprechend, ging Nägeli vor Allem darauf aus, aus den beobachteten Erscheinungen nicht nur Begriffe abzuleiten, diese zu classificiren, ihre Subordination festzustellen, sondern diese Begriffe nur als subjective Producte des Verstandes zu behandeln, sie als Werkzeuge des Denkens und der Mittheilung zu benutzen; bereit dieselben zu ändern, sobald die inductive Forschung eine Aenderung nöthig macht. So lange das aber nicht der Fall ist, wird der einmal aufgestellte Begriff, der sich mit einem Wort verbindet, streng festgehalten, jede willkürliche Aenderung oder Verwechslung mit einem anderen streng verpönt. Da in der Natur Alles Bewegung, jede Erscheinung eine fließende ist, was speciell im organischen Leben als Entwicklungsgeschichte sich darstellt, so muß bei der wissenschaftlichen Begriffsbildung auf

diese Beweglichkeit sogleich die gebührende Rücksicht genommen werden. Die Entwicklungsgeschichte wird nicht nur im Allgemeinen als eines der verschiedenen Forschungsmittel hingestellt, sie ist vielmehr identisch mit der Erforschung des Organischen. In den ausführlichen methodologischen Betrachtungen Nägeli's im ersten und zweiten Band seiner mit Schleiden herausgegebenen Zeitschrift 1844 und 1845 sind diese Grundsätze, aber auch zugleich das Haupthinderniß einer ganz strengen Durchführung derselben zu finden; denn damals hielt Nägeli gleich allen Naturforschern an der Constanz der Species fest, und ganz consequent von diesem Standpuncte aus wird das natürliche System als ein Fachwerk von Begriffen bezeichnet, die jedoch keineswegs wie bei den Systematikern der idealistischen Schule als platonische Ideen aufgefaßt werden. Ebenso consequent ist es, wenn bei dieser kritischen Behandlung, welche die Aenderung unserer Begriffe keineswegs für eine Aenderung der Dinge selbst hält, „die Idee der Metamorphose“ im Sinne Goethe's und Alexander Braun's aus dem Bereich der wissenschaftlichen Betrachtung verschwindet; ich habe schon im vorigen Capitel darauf hingewiesen, daß das, was Goethe die normale oder aufsteigende Metamorphose nannte, nur dann einen naturwissenschaftlichen Sinn zuläßt, wenn die Species als veränderlich gelten. Zudem zeigte sich ohnehin, wenn man, wie Nägeli es that, die Kryptogamen in den Vordergrund der Untersuchung stellte, daß die sogenannte Metamorphose der Blätter eine Erscheinung von secundärer Bedeutung ist, die erst bei den Phanerogamen zu voller Geltung gelangt. Hatte noch Schleiden, von seinem Standpunct aus eigentlich inconsequent, die Metamorphose als das Princip der Entwicklungsgeschichte aufgefaßt, so wurde dagegen dieses Wort von Nägeli kaum noch gebraucht, er faßte die Entwicklungsgeschichte als das Wachstumsgezet der Organe und in Uebereinstimmung mit der Annahme der Constanz der Arten war das Wachstumsgezet jeder Pflanzenart und jedes Organs ein unveränderliches in dem Sinne, wie man von Naturgesetzen in der Physik und Chemie spricht. Mit Einem

Wort, Nägeli's Betrachtungen über die „gegenwärtige Aufgabe der Naturgeschichte“ l. c. sind nicht nur logisch vollkommen consequent im Sinne der inductiven Methode, sie sind es auch da noch, wo die Annahme der Constanz der Arten Andere so leicht zu logischen Sprüngen verleitet hatte.

Nägeli machte nun Ernst mit den von ihm aufgestellten Forderungen an die inductive Forschung und zwar im weitesten Sinne des Wortes; wie er diesen Forderungen bei der Widerlegung von Schleiden's und der Begründung seiner eigenen Zellenlehre, wie er ihnen später bei der Begründung seiner Theorie der Molekularstruktur und des Wachstums der organisierten Gebilde, gerecht wurde, in diesen Untersuchungen wahre Musterbeispiele ächt inductiver Forschung aufstellte, werde ich in der Geschichte der Phytotomie ausführlich zeigen. Hier soll nur hervorgehoben werden, was Nägeli auf diesem Wege für die Morphologie und Systematik erreichte; es waren auf diesem Gebiet vorwiegend zwei Neuerungen von der tiefgehendsten Bedeutung, welche Nägeli einführte und durch welche Ziel und Methode der Forschung auf Jahrzehnte hinaus bestimmt wurden. Vor Allem knüpfte er seine morphologischen Untersuchungen wo irgend möglich an die niederen Kryptogamen an, um sie an den höheren und an den Phanerogamen weiter zu führen, d. h. er ging von den einfachen, klaren Thatsachen zu den schwierigeren über, zugleich aber wurden so die Kryptogamen nicht nur in den Bereich methodischer Forschung hineingezogen, sondern geradezu zum Ausgangspunct derselben erhoben. Die Morphologie gewann damit nicht bloß eine streng entwicklungsgeschichtliche Grundlage, sie erhielt vielmehr schon dadurch ein ganz anderes Ansehen, daß die bisher an den Phanerogamen abstrahirten morphologischen Begriffe hier an den niederen Kryptogamen entwicklungsgeschichtlich untersucht wurden. Das war die eine Neuerung, die zweite eng damit zusammenhängende lag in der Art, wie Nägeli nun die neue Zellenlehre zum Ausgangspunct der Morphologie machte. Die erste Entstehung der Organe nicht nur, sondern auch das weitere Wachs-

thum wurde auf die Entstehung ihrer einzelnen Zellen zurückgeführt; es ergab sich sofort das merkwürdige Resultat, daß zunächst bei den Kryptogamen, deren Wachsthum überhaupt mit Zelltheilungen verbunden ist, eine ganz bestimmte Gesetzmäßigkeit in der Aufeinanderfolge und Richtung der Theilungswände obwaltet, daß Zellen von ganz bestimmter Ableitung den Ursprung und das weitere Wachsthum jedes Organs vermitteln. Das Merkwürdigste war, daß jeder Stamm oder Zweig, jedes Blatt und sonstige Organ an seinem Scheitel eine einzelne Zelle besitzt, durch deren gesetzmäßige Theilungen alle übrigen entstehen, so daß für jede Gewebezelle ihre Herkunft aus jener Scheitelzelle nachgewiesen werden kann und schon in den Jahren 1845 und 46 (Zeitschr. f. wiss. Bot.) zeigte Nägeli die drei Hauptformen, unter denen die Segmentirung einer Scheitelzelle sich vollzieht, nämlich die einreihige, zwei- und dreireihige (*Delesseria*, *Echinomitrium*, *Phascum*, *Jungermannia*, *Moosblätter*). Gewann auf diese Weise das Studium der Wachsthumsgeschichte der Kryptogamen eine ungemeine Klarheit und Bestimmtheit ihrer einzelnen Momente, so zeigte Nägeli andererseits schon 1844 an einer Algengattung (*Caulerpa*), daß das Wachsthum einer Pflanze auch dann die gewöhnlichen morphologischen Differenzirungen in Ase, Blatt und Wurzel zeigen könne, wenn die Fortpflanzungszelle bei der Entwicklung und weiterem Wachsthum überhaupt gar keine Zelltheilungen erleidet und 1847 wurden ähnliche Verhältnisse zuerst bei *Valonia*, *Udotea* und *Acetabularia* ausführlich nachgewiesen. Abgesehen von anderen Folgerungen war durch diese Thatsachen festgestellt, daß die morphologische Differenzirung während des Wachsthums nicht als eine Wirkung der Zelltheilungen betrachtet werden dürfe und zugleich gewann der Begriff der Zelle durch derartige Fälle eine höchst merkwürdige Erweiterung.

Uebrigens ließ es Nägeli nicht dabei bewenden, unter den niederen Kryptogamen lehrreiche Beispiele für allgemeine morphologische Sätze aufzusuchen; er widmete vielmehr den Algen ein specielles Studium auch im systematisch descriptiven Sinne;

und seine 1847 erschienenen „neuen Algensysteme“ sowie die 1849 publicirten „Gattungen einzelliger Algen“ waren die ersten und erfolgreichen Versuche, auf diesem bisher zwar nicht vernachlässigtem aber seit Vaucher nicht mehr methodisch bearbeitetem Gebiet ernste Forschung dem bloßen Sammeleifer entgegenzustellen; in diesem Sinne brachte auch Alexander Braun in seiner Verjüngung ein reiches Material neuer Beobachtungen über die Lebensweise und die damit eng verknüpften morphologischen Verhältnisse der Algen, Arbeiten, denen sich in den nächsten Jahren die wichtigen Untersuchungen von Thuret, Pringsheim, De Bary u. a. angeschlossen, auf die ich weiter unten zurückkomme.

Noch bevor die Untersuchung der Algen und bald darauf auch die der Pilze zu ihren großen Ergebnissen führte, erfuhr aber die Systematik der höheren Pflanzen eine tiefgreifende Umgestaltung durch die methodisch durchgeführte Embryologie der Muscineen und Gefäßkryptogamen.

Unter den Kryptogamen waren die Muscineen und Gefäßkryptogamen seit dem vorigen Jahrhundert vielfach von guten Beobachtern sorgfältig studirt worden; auch ohne in das Eigenthümliche ihrer Organisation tiefer einzudringen, hatten die Systematiker die Arten und Gattungen, die Familien und selbst höheren Abtheilungen dieser Gruppen leidlich in Ordnung gebracht; schon lagen umfangreiche, systematisch geordnete Cataloge dieser Pflanzen vor, auch hatte man versucht, von den bei den Phanerogamen geltenden Gesichtspuncten aus sich über die morphologische Gliederung der Muscineen und Gefäßkryptogamen zu orientiren; für die ersteren lagen selbst schon aus dem vorigen Jahrhundert recht schätzenswerthe Arbeiten von Schmidel¹⁾ 1750 über die Lebermoose, ganz besonders aber von Hedwig über die Laubmoose 1782 vor, denen sich 1835 ausführliche

¹⁾ Casimir Christoph Schmidel geb. 1718, gest. 1792 war Professor der Medizin in Erlangen; er beschrieb zuerst die Sexualorgane verschiedener Lebermoose.

Unteꝛſuchungen Mirbel's über Marchantia und Biſchoff's über die Marchantieen und Riccieen ſowie auch W. B. Schimper's Unteꝛſuchungen über die Laubmoose 1850 und Lanzius Beninga's ¹⁾ Beiträge zur Kenntniß des Baues der Mooskapsel 1847 anſchloſſen. Die Gefäßkryptogamen waren ſeit 1828 beſonders durch Biſchoff's ²⁾ Unteꝛſuchungen in ihrer Organiſation und ſogar zum Theil in ihrer Keimung näher bekannt geworden; dazu kam, daß Unger ſchon 1837 die Spermatozoiden in den Antheridien verſchiedener Laubmoose beſchrieben, Nägeli dieſelben auch an einem Organ der Farnkräuter entdeckt hatte, welches man biß dahin für das Cotyledonarblatt dieſer Pflanzen gehalten, an welchem 1848 Suminſky auch die weiblichen Geſchlechtsorgane und das Einſchlüpfen der Spermatozoiden in dieſelben beſchrieben. Schon einige Jahre vorher war die Keimungsgeſchichte der Rhizocarpeen, an denen Schleiden ſeine verkehrte Befruchtungstheorie mit beſonderer Klarheit glaubte bewieſen zu haben, von Nägeli, der auch hier die Spermatozoiden entdeckte, und von Mettenius ausführlich unterſucht worden. So lagen merkwürdige Bruchſtücke aus dem Leben und der Organiſation dieſer Pflanzen biß 1848 vor, Bruchſtücke, die unverſtanden und zuſammenhangslos, wie ſie waren, einſtweilen nur geringen wiſſenſchaftlichen Werth beſaßen, abgeſehen etwa von der Thatſache, daß bei den Kryptogamen die Befruchtung ähnlich wie bei den Thieren durch Spermatozoiden vermittelt wird. Eine vollkommen klare Einſicht in die embryolo-

¹⁾ Lanzius Beninga geb. in Oſtfrieſland 1815 geſt. 1871 war Profeſſor in Göttingen.

²⁾ Gottlieb Wilhelm Biſchoff geb. in Dürkheim an der Hardt 1797, geſt. als Profeſſor der Botanik zu Heidelberg 1854; er ſchrieb verſchiedene Hand- und Lehrbücher, die obgleich ſehr ſorgfältig und fleißig bearbeitet, doch ganz im Geiſte der vorſchleidenſchen Zeit gedacht, daher völlig veraltet ſind; ſehr werthvoll ſind dagegen ſelbſt jezt noch ſeine ſehr ſorgfältigen Unteꝛſuchungen über Lebermoose, Charen und Gefäßkryptogamen, die er durch ſehr ſchöne ſelbſt gemachte Abbildungen erläuterte. Auch ſein Wörterbuch der beſchreib. Botanik iſt durch zahlreiche Bilder noch jezt von Werth.

gischen Verhältnisse, um die es sich hier handeln mußte, konnte außerdem nur dann gewonnen werden, wenn die Embryologie der Phanerogamen zunächst in's Reine gebracht war, denn durch Schleiden's mehrfach erwähnte Theorie, nach welcher der Pollenschlauch selbst in den Embryosack der Samenknospe eingedrungen zum Embryo auszuwachsen sollte, erschien die Samenknospe nicht mehr wie ein weibliches Geschlechtsorgan, sondern nur als eine Brutstätte für den im Grunde ungeschlechtlich entstandenen Embryo. Und diese wichtige Frage wurde entschieden durch **Wilhelm Hofmeister's** 1849 erschienenen Werk „die Entstehung des Embryos der Phanerogamen.“ Hier und in einer Reihe späterer Abhandlungen zeigte er, daß im Embryosack schon vor der Befruchtung das Keimkörperchen liegt, welches durch das Eintreffen des Pollenschlauches zur weiteren Entwicklung, zur Bildung des Embryos angeregt wird. Die Organisation der Samenknospe, die Natur des Embryosackes und des Pollenkorns, sowie die Entstehung des Embryos aus der befruchteten Eizelle hatte Hofmeister Schritt für Schritt, Zelle für Zelle verfolgt, die ganze Klarheit, welche Nägeli's Zellentheorie und seine Zurückführung aller Entwicklungsproceße auf die Zellbildungsvorgänge selbst in die Entwicklungsgeschichte eingeführt hatte, durchleuchtete Hofmeister's Darstellung dieser Vorgänge. Dieselbe entwicklungsgeschichtliche Methode führte Hofmeister sofort auch in die Embryologie der Muscineen und Gefäßkryptogamen ein, an einer langen Reihe von Arten wurde die Entstehung der Geschlechtsorgane Zelle für Zelle verfolgt, die zu befruchtende Eizelle in ihrer Entstehung ebenso wie die Genesis der Spermatozoiden beobachtet, vor Allem aber die in der befruchteten Eizelle stattfindenden Zelltheilungen und ihre Beziehung zur weiteren Gliederung des sich ausbildenden geschlechtlichen Productes dargethan; der gesammte Entwicklungsverlauf der Muscineen und Gefäßkryptogamen zeigte ein zweimaliges Zurückgreifen auf die einzelne Zelle als Ausgangspunct je einer neuen Entwicklungsphase; das wahre gegenseitige Verhältniß, die entwicklungsgeschichtliche Bedeutung der ungeschlechtlich entstandenen Sporen

und ihrer Keimproducte einerseits, des geschlechtlich erzeugten Embryos andererseits traten in Hofmeister's Untersuchung ohne weitläufige Discussionen, welche die Genauigkeit der Methode überflüssig machte, sofort klar hervor. Mit diesen embryologischen Vorgängen zumal der Rhizocarpeen und Selaginellen, bei denen das Vorhandensein von zweierlei Sporen erst jetzt seine richtige Deutung fand, verglich Hofmeister die Embryologie der Coniferen und durch diese vermittelt auch die der Angiospermen.

Das Ergebniß dieser „vergleichenden Untersuchungen“ 1851 (der Hauptsache nach schon 1849 publicirt) war ein so großartiges, wie es auf dem Gebiet der descriptiven Botanik nicht zum zweiten Male vorgekommen ist; das Verdienstliche zahlreicher werthvoller Einzelheiten, welche auf die verschiedensten Fragen der Zellentheorie und Morphologie neues Licht warfen, verschwand gegen den Glanz des großen Gesamtergebnisses, welches bei der Klarheit der Einzeldarstellung dem Leser dieses Werkes schon einleuchtete, noch bevor er die wenigen Worte am Schluß des Werkes las, die in schlichter Weise das Resultat zusammenfaßten. Dieses selbst in kurzen Worten in seiner ganzen Bedeutung für die Botanik zu charakterisiren, ist schwer; die Vorstellung von dem, was die Entwicklung einer Pflanze bedeute, war plötzlich eine andere, ganz neue geworden; die innere Verwandtschaft so außerordentlich verschiedener Organismen, wie der Lebermoose, Laubmoose, Farne, Equiseten, Rhizocarpeen, Selaginellen, Coniferen, Monocotylen und Dicotylen ließ sich mit einer Durchsichtigkeit der Verhältnisse überblicken, von der die bisherige Systematik nicht die entfernteste Vorstellung geben konnte. Der im Thierreich, wenn auch in ganz andern Formen damals neu entdeckte Generationswechsel, erwies sich als das oberste Entwicklungsgeß, welches nach einem einfachen Schema die ganze lange Reihe dieser äußerst verschiedenen Pflanzen beherrscht. Am deutlichsten trat dieser Generationswechsel bei den Farnen und Muscineen hervor und doch zugleich in einem gewissen Gegensatz bei beiden; bei den Farnen und verwandten Kryptogamen entsteht aus der ungeschlechtlich erzeugten Spore ein kleines unscheinbares

Pflänzchen, welches sofort die Geschlechtsorgane bildet, aus deren Befruchtung der bewurzelte und blättertragende Stamm des Farnkrauts hervorgeht, das seinerseits nur wieder ungeschlechtliche Sporen erzeugt. Bei den Muscineen dagegen entwickelt sich aus der Spore eine gewöhnlich langlebige, vielfach gegliederte Pflanze, welche erst spät zur Bildung von Geschlechtsorganen schreitet, als deren Function die sogenannte Moosfrucht entsteht. Die erste aus der Spore entstandene Generation, die geschlechtliche, ist bei den Muscineen die vegetirende Pflanze, während bei den Farnen und Verwandten die ganze Fülle der Lebensthätigkeit, der morphologischen Differenzirung sich in der zweiten sexuell erzeugten Generation entfaltet. Hier lag Alles klar und sofort einleuchtend, aber Hofmeister's Untersuchungen zeigten auch, daß dasselbe Schema der Entwicklung auch bei den Rhizocarpeen und Selaginellen gilt, wo zweierlei Sporen entstehen und gerade in diesem Fall erwies sich die Erkenntniß des wahren Verhältnisses zwischen Sporenbildung und Sexualorganen als die die morphologische Deutung leitende. Mit der Kenntniß der Vorgänge an der weiblichen großen Spore der vollkommensten Kryptogamen ließ sich nun sofort die Samenbildung der Coniferen verstehen, der Embryosack derselben entsprach dieser großen Spore, in welcher das Prothallium nunmehr als das längst bekannte Endosperm sich darstellt, sowie das Pollenkorn die Mikrospore repräsentirte; in der Samenbildung der Phanerogamen zeigten sich die letzten Spuren des Generationswechsels, der bei den Muscineen und Farnen so klar zu Tage lag. Die Veränderungen, welche der Generationswechsel von den Muscineen aufwärts bis zu den Phanerogamen durchläuft, waren wo möglich noch überraschender, als der Generationswechsel selbst.

Vor dem Leser von Hofmeister's „vergleichenden Untersuchungen“ entrollte sich ein Bild des verwandtschaftlichen genetischen Zusammenhanges der Kryptogamen und Phanerogamen, dessen Wahrnehmung mit dem damals herrschenden Glauben an die Constanz der Arten nicht mehr vereinbar war. Es handelte sich hier nicht um Aufstellung von Typen

sondern um die Erkenntniß eines entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhangs, der das Allerverschiedenste, die einfachsten Moose mit den Palmen, Coniferen und Laubhölzern eng verknüpft erscheinen ließ. Mit der Annahme, daß jede natürliche Gruppe des Pflanzenreichs eine „Idee“ repräsentire, war hier nichts mehr zu machen, die Vorstellung von dem, was das natürliche System zu bedeuten habe, mußte sich gänzlich ändern; ebenso wenig, wie ein bloßes Fachwerk von Begriffen, konnte es als eine Gesamtheit platonischer Ideen gelten. Aber auch in methodologischer Hinsicht war das Resultat der „vergleichenden Untersuchungen“ durchschlagend; für die Morphologie standen jetzt die Kryptogamen im Vordergrund; die Muscineen waren das Maas, mit dem die niederen Kryptogamen, die Farne das Maas, mit dem die Phanerogamen gemessen werden mußten. Die Embryologie war der Faden, der in das Labyrinth der vergleichenden und genetischen Morphologie führte; die Metamorphose gewann jetzt ihren einzig richtigen Sinn, indem sich jedes Organ auf seine Stammform, die Staub- und Fruchtblätter der Phanerogamen, z. B. auf die sporentragenden Blätter der Gefäßkryptogamen, zurückführen ließen. Was Häckel erst nach Darwin's Auftreten die phylogenetische Methode nannte, hatte Hofmeister in seinen vergleichenden Untersuchungen lange vorher thatsächlich und mit großartigstem Erfolge wirklich durchgeführt. Als acht Jahre nach Hofmeister's vergleichenden Untersuchungen Darwin's Descendenzlehre erschien, lagen die verwandtschaftlichen Beziehungen der großen Abtheilungen des Pflanzenreichs so offen, so tief begründet und so durchsichtig klar vor Augen, daß die Descendenztheorie eben nur anzuerkennen brauchte, was hier die genetische Morphologie thatsächlich zur Anschauung gebracht hatte.

Ein so großartiges Bild, wie es Hofmeister von dem genetischen Zusammenhang des Pflanzenreichs einstweilen noch mit Ausschluß der Thallophyten, entworfen hatte, konnte aber unmöglich in allen seinen einzelnen Zügen schon völlig vollendet und correct sein; noch waren manche Lücken auszufüllen, einzelne

Beobachtungen zu berichtigen; auch arbeitete Hofmeister selbst weiter: die so höchst merkwürdigen Gattungen, *Isoetes*, *Botrychium*, wurden in den nächsten Jahren von ihm, ebenso die Befruchtung und die Embryologie der *Equiseten* von ihm und Milde, die von *Ophioglossum* durch Mettenius genauer beobachtet und dem Plan des Ganzen eingefügt. Bis auf den heutigen Tag ist es noch immer eine fruchtbare Aufgabe, die verschiedenen Formen der *Muscineen*, *Gefäßkryptogamen* und *Gymnospermen* wiederholt genau zu untersuchen, um alle Einzelheiten im Entwicklungsgang dieser Pflanzen, die Entstehung des Embryos, die Zellensfolge am Scheitel, die erste Entstehung und das Wachstum der seitlichen Organe festzustellen; und je genauer die Untersuchung wird, desto klarer tritt überall auch in ihren letzten Konsequenzen die Wichtigkeit der von Hofmeister geltend gemachten Auffassung des Generationswechsels hervor. Es ist jedoch nicht mehr Aufgabe unserer Geschichte, zu verfolgen, wie durch spätere ausgezeichnete Arbeiten z. B. Cramer's über die *Equiseten*, Pringsheim's über *Salvinia* 1862, Nägeli's und Leitgeb's über die Wurzelbildung der *Kryptogamen*, Hanstein's über die Keimung der *Rhizocarpeen* u. s. w. die Lehre vom Generationswechsel und die Morphologie der *Kryptogamen* im Einzelnen immer weiter ausgebaut wurde.

Thallophyten.

Das Zurückgehen der morphologischen Untersuchung auf die ersten Gestaltungsvorgänge des Embryos vor und nach der Befruchtung, die Verfolgung der fortschreitenden Gliederung und des Wachstumes durch alle Entwicklungsstadien bis wieder zur Bildung des Embryos hat bei den *Muscineen*, *Gefäßkryptogamen* und *Phanerogamen* seit 1850 nicht nur zu einer großen Sicherheit in der morphologischen Deutung der Organe geführt, sondern auch das Willkürliche und Unsichere aus der Bestimmung der Verwandtschaften entfernt; man kannte jetzt den Weg genau, der jedesmal zum Ziele führen mußte, wenn es darauf ankam, die

verwandtschaftlichen Beziehungen einer Kryptogamengattung oder die der größeren Gruppen der Phanerogamen festzustellen; das geistreiche Herumrathen und Probiren war vorbei; nur geduldige Untersuchung konnte helfen, aber jede solche ergab auch ein Resultat von bleibendem Werth.

Ganz anders stand es um 1850 noch mit den Thallophyten; das bereits vorliegende Sichere, was man von ihnen wußte, zeigte nur, wie unsicher das Uebrige war; der methodisch geordneten Kenntniß der Muscineen und Gefäßpflanzen gegenüber boten die Algen, Pilze, Flechten eine chaotische Masse unverstandener Formen. War bei den Muscineen und Farnen die Entwicklungsfolge innerhalb der Species in ihre einzelnen Stufen so auseinandergelegt, daß alle Momente der fortschreitenden Gestaltung deutlich zur Geltung kamen, indem der Generationswechsel die Hauptabschnitte der Entwicklung zugleich scharf sonderte und doch zusammenhielt; so schien dagegen die Entwicklung der Algen und Pilze regellos in ein buntes Gewirr von auftauchenden und wieder verschwindenden Formen zu zerfallen, deren gesetzmäßigen genetischen Zusammenhang aufzufinden, kaum möglich schien. Hier kam es vor Allem darauf an, zu bestimmen, welche der bekannten Formen in einen und denselben Entwicklungskreis zusammengehörten; denn auf den verschiedensten Entwicklungsstufen gehen diese Pflanzen auf Absonderung einzelner Zellen zurück, aus denen die Entwicklung von Neuem wiederholend oder fortbildend beginnt. Entwicklungsanfänge der verschiedensten Algen-species lagen in demselben Wassertropfen durcheinander, die der verschiedensten Pilze wuchsen zwischen und auf einander auf demselben Substrat; bei den Flechten vermengte sich gar Pilz und Algenform. So war es bei den kleinen, mikroskopischen Arten; die großen Meeresalgen, die Hutpilze und großen Flechten waren wohl leichter specifisch auseinander zu halten, aber von ihrer Entwicklung wußte man wo möglich noch weniger, als von der der mikroskopischen Thallophyten.

Trotz all' der Unsicherheit hatte sich bis 1850 eine sehr ausgedehnte Einzelkenntniß dieser Organismen ausgebildet.

Besonders die Sammler und Dilettanten, denen es nur auf die Fixirung des unmittelbar Sichtbaren ankommt, die nach Entstehung und Verwandtschaft wenig fragten, füllten unverdrossen ihre Sammlungen, machten Cataloge und stellten nach beliebigen äußeren Kennzeichen verschiedene Systeme auf. Nach Tausenden zählten die Namen der Species, deren Diagnosen dicke Bände deren Abbildungen große Atlanten füllten; der Formenreichtum der Thallophyten erwies sich so groß, daß zahlreiche Botaniker ihre ganze Thätigkeit ihnen allein zuwandten, manche sogar nur die Algen, andere nur die Pilze oder Flechten sammelten und beschriebenen. — Eine tiefere Einsicht in den Zusammenhang dieser Lebensformen unter sich und etwa mit den übrigen Pflanzen, war damit freilich nicht gewonnen; es war jedoch für die Kryptogamenkunde in ähnlicher Weise eine empirische Basis geschaffen, wie durch die Kräuterbücher im 17. Jahrhundert für die Phanerogamen. Das Handgreifliche war benannt, irgendwie geordnet; man konnte sich gegenseitig darüber verständigen, wovon die Rede sei, wenn man die Namen oder die Tafeln und Figuren jener Werke citirte. In diesem Sinne waren besonders Agardh's, Harvey's, Kützing's Werke über die Algen¹⁾; Nees von Esenbeck's, Elias Fries, Lèveillé's, Berkeley's, besonders aber Corda's²⁾ ausgedehnte Bemühungen um die Pilze von hervorragendem Werth.

¹⁾ Karl Adolf Agardh (1785—1859) war bis 1835 Professor in Lund, dann Bischof von Wermland und Dalsland. — Jacob Georg Agardh geb. 1813, Professor in Lund. — William Henry Harvey (1811—1866) Professor der Botanik in Dublin. — Friedrich Traugott Kützing Professor an der Realschule zu Nordhausen geb. 1807.

²⁾ „Das System der Pilze und Schwämme“ wurde 1816 von C. G. Nees von Esenbeck und „das System der Pilze“ 1837 von Th. F. L. Nees von Esenbeck und A. Henry bearbeitet. Der erstere (1776—1858) war lange Präsident der Leopoldina und Professor der Botanik in Breslau, einer der Hauptvertreter der Naturphilosophie. — Elias Fries geb. 1794, seit 1835 Professor der Botanik in Upsala. — Lèveillé (1796—1870) Arzt in Paris. — August Joseph Corda geb. 1809 zu Reichenberg in Böhmen, seit 1835 Custos am Nationalmuseum in Prag; von einer 1848 angetretenen

Ueber die Entstehung und Fortpflanzung der niederen Kryptogamen hatte man noch in den zwanziger und dreißiger, selbst in den vierziger Jahren sehr unbestimmte und schwankende Ansichten.

Von einigen Algen, Pilzen und Flechten kannte man gewisse Vermehrungs- und Fortpflanzungsformen, bei anderen waren sie völlig unbekannt; manche von ihnen traten an Orten und unter Umständen auf, welche die Annahme der generatio spontanea unumgänglich erscheinen ließen; noch 1827 ließ Meyen die „Priestley'sche Materie“ (kleine Algen, die in stehendem Wasser auch in verschlossenen Gefäßen sich entwickeln), durch freie Zeugung entstehen, was Kützing 1833 experimentell zu beweisen suchte; die Pilze hielt man zum Theil für krankhafte Auswüchse anderer Organismen, manche ließ man auch durch generatio spontanea entstehen, unbeschadet ihrer Fähigkeit, sich durch Sporen fortzupflanzen; für die einfachsten Pilze theilten diese Ansicht selbst die hervorragenden Botaniker bis zum Beginn der fünfziger Jahre. So wenig übrigens die Annahme der freien Zeugung von phanerogamischen Pflanzen noch im 17. Jahrhundert dem Fortschritt der methodischen Forschung hinderlich war, so wenig wurde die methodische Bearbeitung der Algen und Pilze nach 1850 durch diese Ansichten gestört; hinderlich war dagegen anfangs die von Hornschuch (1821) und von Kützing (1833) aufgestellte Ansicht, daß die einfachsten Algenzellen (Protococcus und Palmella), wenn einmal durch Urzeugung entstanden, je nach Umständen die verschiedensten Algenformen, ja sogar Flechten und Moose aus sich entwickeln können; ähnlich

Reise nach Texas ist Corda nicht mehr zurückgekehrt, wahrscheinlich durch Schiffbruch 1849 umgekommen. Ausführlicheres über diesen um die Pilzkunde sehr verdienten Mann berichtet Weitenweber in der Abh. der böhm. Ges. der Wiss. V. 7. Prag 1852. Corda war der Erste, der das Mikroskop zur bildlichen und diagnostischen Fixirung aller ihm erreichbaren Pilzformen zumal der kleinen, consequent anwendete; seine *Icones fungorum hucusque cognitorum* 1837—1854 sind noch jetzt ein unentbehrliches Handbuch für Mycologen.

wie noch jetzt einzelne Beobachter das Penicillium und den Micrococcus als die Ausgangspunkte der verschiedensten Pilzentwicklungen in Anspruch nehmen. Auch die Grenzregulirung zwischen niederen Thieren und Pflanzen machte Schwierigkeit; man zerhieb aber den Knoten: was sich durch innere Kräfte von selbst bewegte, wurde dem Thierreich zugezählt, ganze Algenfamilien (die Volvocineen, Bacillariaceen u. a.) wurden so von den Zoologen reclamirt und als man die ersten Schwärm-sporen einer echten Alge ausschlüpfen sah, wurde dies als die Thierwerdung der Pflanze bezeichnet. (Trentepohl, 1807. — Unger 1830 deuteten so das Ausschlüpfen der Zoospore von *Vaucheria*): das Merkwürdige ist nicht, daß man derartige Ansichten hegte, sondern daß sie sich bei den Meisten mit dem Glauben an die Constanz der Species ganz wohl vertrugen. Das Dogma von der Constanz leistete in diesem Falle aber der Wissenschaft einen guten Dienst, denn diejenigen Botaniker, welche später an die methodische Bearbeitung der Algen und Pilze gingen, thaten dies im Vertrauen auf die Constanz der specifischen Entwicklungsproceße, die sich hier so gut wie bei den Moosen und höheren Pflanzen bewähren müsse.

Neben dem vielen Unbestimmten und Unsicheren, was gelegentliche Beobachtungen bei unkritischer Deutung des Gesehenen ergaben, enthielt aber die Literatur schon seit längerer Zeit ver- einzelte wohlconstatirte Thatsachen von Belang, die wohl geeignet waren, ernstern Forschern als Ausgangspunkte genauer Untersuchungen zu dienen. Unter den Algen hatten besonders die Gattungen *Spirogyra* und *Vaucheria* merkwürdige Erscheinungen dargeboten; schon Joseph Gärtner kannte die Zygosporenbildung der ersteren (1788), Hedwig fand in der Art ihrer Entstehung wenigstens eine Andeutung der Sexualität (1798) und Vaucher¹⁾ nannte in seiner 1803 erschienen, der Zeit weit vorausgeeilten *histoire de conferves*

¹⁾ Joh. Pet. Vaucher, der Lehrer und Freund P. de Candolle's, war Prediger und Professor in Genf.

d'eau douce die Conjugation ausdrücklich einen sexuellen Vorgang; seine optischen Mittel reichten aber noch nicht hin, die Befruchtung bei der nach ihm benannten Vaucheria (Ectosperma) zu beobachten, deren Sexualorgane er genau beschrieb, ebenso entging ihm die Bewegung der Zoosporen dieser Gattung, deren Auskriechen und Schwärmen dann Trentepohl 1807 beobachtete¹⁾. Vaucher kannte auch schon die Bildung neuer Netze in den alten Zellen von Hydrodictyon, einen Vorgang, den Arschoug 1842 wieder aufnahm, indem er das Wimmeln der jungen Zellen in den alten sah. Schon 1828 sah Bischoff die Spermatozoiden der Chara ohne freilich ihre Bedeutung zu erkennen. Die Beobachtungen an conjugirenden Algen mehrten sich, zumal sah Ehrenberg 1834 an Closterium entsprechende Erscheinungen, die Morren 1836 näher beschrieb. In den dreißiger Jahren mehrten sich auch die Beobachtungen über Schwärmosporenbildung an Süßwasser- und Meeres-Algen und 1839 faßte Meyen (neues System III) alles bis dahin über die Fortpflanzung der Algen Bekannte übersichtlich zusammen. Ein ganz neues Ansehen gewann aber die Algenkunde durch Nägeli's bereits erwähnte Untersuchungen zwischen 1844 und 1849, die ersten die wir (nach Vaucher) als methodische Forschungen auf diesem Gebiet betrachten dürfen. Nägeli wandte sich vorwiegend an die Gesetze der Zelltheilungen bei der ungeschlechtlichen Vermehrung und dem Wachsthum, hielt aber unter den Algen nur die Florideen für sexuell differenzirt, denen er die anderen als der Sexualität entbehrend gegenüber stellte. Zahlreiche Beiträge zur Biologie der Süßwasser-algen, welche vielfach die interessantesten Einblicke in einen noch verborgenen Zusammenhang dieser Formen gewährten, lieferte Braun in seiner „Verjüngung“ (1850), der schon 1852 eine musterhafte Wachsthumsgeschichte der Characeen im Nägeli'schem Sinne folgte, wo für jede Zelle dieser Pflanzen die Art der Abstamm-

¹⁾ Trentepohl's betreffende Mittheilung findet sich in den botan. Bemerkungen und Berichtigungen von A. W. Roth, Leipzig 1807.

ung von der Scheitelzelle des Stammes nachgewiesen, die Sexualorgane zumal sehr genau untersucht, die Strömungsrichtung des Zellinhalts in ihrer Beziehung zur morphologischen Gliederung der Organe nachgewiesen wurde. Schon vorher hatte Gustav Thuret die Zoosporen der Algen zum Gegenstand ausführlicher Untersuchungen gemacht.

So lagen die Sachen bezüglich der Algen um 1850, als durch Hofmeister die Embryobildung der Phanerogamen, Gefäßcryptogamen und Muscineen in den Mittelpunkt der morphologisch-systematischen Forschung gestellt wurde. Hier zeigte sich, daß eine vollständige Einsicht in den ganzen Formenkreis einer Pflanze und in ihre verwandtschaftlichen Beziehungen nur dann zu gewinnen ist, wenn es gelingt, ihre sexuelle Fortpflanzung, die erste Entstehung des Embryos zum Ausgangspunct der Forschung zu machen. Es lag nahe, dasselbe günstige Resultat auch von der Embryologie der Algen zu erwarten; es kam also darauf an, sich fortan nicht mehr mit der Kenntniß der ungeschlechtlichen Vermehrungen derselben zu begnügen, sondern die sexuelle Fortpflanzung aufzusuchen und mit Hilfe derselben vollständige Entwicklungsgeschichten der Algenspecies herzustellen. Daß die sexuelle Fortpflanzung auch hier wahrscheinlich allgemein verbreitet sei, darauf deuteten jene älteren Beobachtungen hin; daß es sich aber bei der Herstellung zusammenhängender Entwicklungsgeschichten um eine sehr mühevollen Arbeit handeln würde, eine Arbeit von der die Sammler, die sich gerne Systematiker nannten, keine Ahnung hatten, war leicht vorauszusehen; man war aber durch die Arbeiten Nägeli's und Hofmeister's an die höchsten Forderungen in dieser Richtung bereits gewöhnt und die Männer, die auch hier der methodischen echten Wissenschaft neuen Boden gewinnen sollten, waren um 1850 bereits an der Arbeit. Ein glänzendes Ergebnis wurde schon 1853 durch Thuret's Befruchtungsgeschichte der Gattung *Fucus* erzielt; sie war zwar in ihrer embryologischen Seite sehr einfach, aber der Sexualact selbst so klar, der experimentellen Behandlung sogar zugänglich, daß dadurch sofort Licht auf andere schwieriger zu beobachtende

Fälle fiel. Nun folgten die Entdeckungen sexueller Vorgänge Schlag auf Schlag; Pringsheim löste das alte Räthsel bei *Vaucheria* 1855, schon 1856 — 1858 bei den *Debagonieen* *Saprolegnieen*, *Coleochaeten*; Cohn beobachtete 1855 die sexuelle Sporenbildung der *Sphaeroplea*. Pringsheim ließ es aber nicht bei der sorgfältigsten Beobachtung des Sexualactes bewenden; vielmehr gab er von den betreffenden Familien ausführliche, Zelle für Zelle fortschreitende Wachsthumsgeschichten, der Entstehung der Geschlechtsorgane, der Entwicklung des geschlechtlichen Products. Die in die Vegetation und in die Embryologie eingreifenden ungeschlechtlichen Fortpflanzungen wurden in ihrem wahren Zusammenhang nachgewiesen. Vorgänge, welche vielfach an den Generationswechsel der *Muscineen* erinnerten, wurden erkannt und dabei gezeigt, daß unter den Algen ganz verschiedene Formen der Sexualität und der Gesamtentwicklung vorkommen, welche zur Bildung systematischer Gruppen führten, die gänzlich von den auf oberflächliche Beobachtung der Sammler gegründeten abwichen. Es zeigte sich bald, daß hier, wie später auch bei den Pilzen und Flechten, die eigentliche Forschung ganz neuen Grund legen mußte. Aus dem Durcheinander unverstandener Formen zog Pringsheim eine Reihe von charakteristischen Gruppen hervor, die allseitig beleuchtet, meisterhaft in Wort und Bild dargestellt, sich wie Inseln aus dem Chaos der noch unerforschten Formen erhoben, aber auch auf ihre Umgebung vielfach Licht warfen. Noch vor 1860 wurden auch die *Conjugaten* in dieser Weise von de Bary gründlich morphologisch bearbeitet (1858); Bruchstücke algologischer Entwicklungsgeschichten lieferte ferner Thuret und noch bevor die sechziger Jahre schlossen, wurde von Thuret und Bornet die merkwürdige Embryologie der *Florideen* 1867, von Pringsheim die Paarung der Schwärmsporen 1869 bei *Bolvocineen* festgestellt. Die Algen bieten gegenwärtig eine Mannigfaltigkeit der Entwicklungsvorgänge wie keine andere Pflanzenklasse: sexuelle, ungeschlechtliche Fortpflanzung und Wachsthum greifen da in einer Weise ineinander, welche ganz neue Einblicke in das Wesen der Pflanzenwelt eröffnen.

* War schon durch Hofmeister's Nachweis des Generationswechsels und die Zurückführung der Samenbildung der Phanerogamen auf diesen das alte Schema von der Natur der Pflanzen gänzlich verändert worden, so zeigten die ersten Anfänge des Pflanzenlebens, die einfachsten Algenformen, Erscheinungen, die uns nöthigen, die Grundbegriffe der Morphologie zu revidiren, wenn überhaupt eine methodische Darstellung des ganzen Pflanzenreichs möglich sein soll.

Zu ähnlichen, aber noch umfassenderen Ergebnissen führte die methodische Untersuchung der Pilze seit 1850. Seit den ältesten Zeiten waren die Pilze der Gegenstand der Verwunderung und des Aberglaubens gewesen; was Hieronymus Boë von ihnen sagte, wurde im ersten Capitel p. 31 mitgetheilt und nicht nur Caspar Bauhin wiederholte das, sondern ähnliche Ansichten erhielten sich bis tief in unser Jahrhundert herein; um die Mitte des vorigen Jahrhunderts glaubte Otto von Münchhausen sogar in den Schwämmen Polypenwohnungen sehen zu müssen, eine Ansicht, die Linné beifällig aufnahm. Was die Naturphilosophen wie z. B. Nees von Esenbeck über die Natur der Schwämme zu sagen hatten, soll dagegen hier nicht reproducirt werden.

Indessen hatten sich doch auch auf diesem Gebiet schon längst einzelne brauchbare Beobachtungen angesammelt; schon 1729 hatte Micheli¹⁾ die Sporen zahlreicher Pilze gesammelt, sie ausgesäet und nicht nur Mycelien, sondern auch Fruchtkörper gewonnen und Gleditsch hatte 1753 diese Beobachtungen bestätigt; Jacob Christian Schaeffer²⁾ hatte schon 1762 sämmtliche in Bayern und der Pfalz wachsende Schwämme sehr gut abgebildet und bei vielen auch die Sporen nicht verabsäumt; trotzdem

¹⁾ Pier' Antonio Micheli (geb. zu Florenz 1679 Director des bot. Gartens daselbst, gestorb. 1737) und Joh. Jac. Dillenius (geb. in Darmstadt 1687, Professor der Botanik in Orford, gest. 1747) waren die Ersten, welche den niederen Kryptogamen, zumal auch den Moosen wissenschaftliche Bearbeitung widmeten und die Sexualorgane derselben nachzuweisen suchten.

²⁾ Jacob Christian Schaeffer, geb. 1718, gest. 1790, war Superintendent in Regensburg.

konnten am Anfang unseres Jahrhunderts Rudolphi und Link die Keimung der Pilzsporen leugnen, während sich Persoon 1818 damit begnügte einige Pilze aus Sporen, andere durch Urzeugung entstehen zu lassen. Seit 1820 trat eine entschiedene Besserung der Ansichten über die Pilze ein, wozu eine ausführliche Arbeit Ehrenberg's (de mycetogenesi in der Leopoldina 1820) wesentlich beitrug. Indem er dort nicht nur alles bis dahin bekannte über Natur und Fortpflanzung der Pilze zusammenstellte, sondern auch eigene Beobachtungen über die Sporen und ihre Keimung machte, den Verlauf der Hyphen in großen Fruchtkörpern u. dgl. abbildete, vor Allem aber den ersten Fall von Sexualität bei einem Schimmelpilz, die Conjugation der Zweige von *Syzygites* beschrieb. In demselben Jahr säte Nees von Esenbeck *Mucor stolonifer* auf Brod aus und erhielt nach 3 Tagen bereits reife Sporangien (Flora 1820 p. 528); Dutrochet zeigte 1834 (mém. II. p. 173), daß die größeren Schwämme nur die Fruchträger einer fadenförmigen verzweigten Pflanze sind, die gewöhnlich unter der Erde oder in den Zwischenräumen organischer Substrate sich verbreitet und bis dahin unter dem Namen *Byssus* als eigene Pilzgattung behandelt worden war. Bald darauf führte Trog (Flora 1837 p. 609) diese Wahrnehmungen weiter aus, unterschied Mycelium und Fruchtkörper, wies darauf hin, daß jenes häufig perennirt und daß es dieses ist, was sich zunächst aus der keimenden Spore bildet. Er machte einen Versuch, die Formen der größeren Fruchtkörper morphologisch zu behandeln und zeigte, wie man die Sporen von abgeschnittenen Hutpilzen auf Papier sammeln könne und daß bei Pezizen, Helvelen die Sporen in Form von Wölkchen ausgeschleudert werden, auch brachte er neue Beweise für die schon von Leditch aufgestellte Behauptung bei, daß Pilzsporen durch die Luft überallhin verbreitet werden können. Ueber das Wachstum und die Lebensweise verschiedener größerer Pilze veröffentlichte zwischen 1842 und 45 Schmig in der *Linnaea* vortreffliche Beobachtungen. Es war damals auch nicht ohne Werth hervorzuheben, daß die Sporen der Pilze ihre Species genau reproduciren.

Der Schwerpunkt der ganzen Mykologie lag indessen in den niederen, einfachen kleinen Pilzen, ganz besonders in denen, welche auf und in Pflanzen und Thieren parasitisch leben. Hier häuften sich die Schwierigkeiten, hier lagen die dunkelsten Räthsel, mit denen es jemals die Botanik zu thun hatte, hier galt es mit der äußersten Umsicht und Vorsicht der Wissenschaft Schritt für Schritt ein neues Terrain zu gewinnen. Wie bei den Algen handelte es sich auch hier zunächst darum, wenigstens bei einer kleineren Anzahl von Arten die vollständige Entwicklungsgeschichte kennen zu lernen; aber noch viel schwieriger als dort war es hier, das in Einen Entwicklungskreis Zusammengehörige aufzufinden und von den zerstreuten Entwicklungszuständen anderer Pilze abzusondern. Das Verdienst, in dieser Richtung die Bahn gebrochen zu haben, gebührt den Gebrüdern Tulasne, welche schon vor 1850 die ersten genaueren Untersuchungen über die Brand- und Rostpilze veröffentlichten, denen dann eine lange Reihe ausgezeichnete Arbeiten über die verschiedensten Pilzformen folgten, so vor Allem über die unterirdischen Pilze, deren Lebensweise und Anatomie beschrieben und prachtvoll abgebildet wurde; theoretisch wichtiger aber waren ihre Arbeiten über die Entwicklungsgeschichte des Mutterkorns 1853 und ihre weiteren Untersuchungen über Sporenbildung und Keimung von *Cystopus*, *Puccinia*, *Tilletia* und *Ustilago* und die Entdeckung der Sexualorgane bei *Peronospora* schon vor 1861. Von größter Bedeutung für die Reformation der Mykologie war die in drei Bänden von 1861—1865 erschienene, mit prachtvollen 3. Th. entwicklungsgeschichtlichen Abbildungen versehene *Selecta fungorum carpologia*. Unterdeffen hatte auch schon Cessati Untersuchungen über den Muscardinenpilz der Seidenraupen 1852, und Cohn über einen merkwürdigen Schimmelpilz, den *Pilobulus* publicirt.

Ihre heutige Form aber verdankt die Mykologie ganz vorwiegend den mehr als zwanzigjährigen Bemühungen Anton de Bary's dessen mykologische Schriften hier aufzuzählen zu weit führen würde. Mit richtigem Verständniß dessen, was auf diesem schwierigen

Gebiet allein zu sicheren Ergebnissen führen kann, ließ es sich De Bary angelegen sein, vor Allem die Beobachtungsmethoden selbst auszubilden, die Entwicklungsstufen der niederen Pilze nicht bloß an ihren natürlichen Standorten aufzusuchen, sondern dieselben mit allen Vorsichtsmaßregeln selbst zu kultiviren und so vollständig geschlossene Entwicklungsreihen herzustellen. Auf diese Weise gelang es ihm, das Eindringen parasitischer Pilze in das Innere gesunder Pflanzen und Thiere mit aller Evidenz festzustellen, zu zeigen, wie auf diese Weise das merkwürdige Räthsel sich löst, daß Pilze in anscheinend ganz unverletzten Geweben anderer Organismen leben, was früher zu der Annahme geführt hatte, daß solche Pilze durch Urzeugung oder aus dem lebendigen Zellinhalt ihrer Wirths entstehen. Für einen ungemein einfachen Wasserpilz (Pythium) hatte schon Pringsheim 1858 diese Vorgänge beobachtet. De Bary zeigte, wie der eingedrungene Parasit nun innerhalb seiner Nährpflanze oder des befallenen Thieres weiter vegetirt, um dann seine Fortpflanzungsorgane wieder an die freie Luft zu bringen, und wie nun zu gegebener Zeit der von dem Pilz befallene Organismus erkrankt oder getödtet wird. Die biologische Seite dieser Untersuchungen bot nicht nur ein hohes wissenschaftliches Interesse, vielmehr wurde auf diese Weise für die Land- und Forstwirthschaft, ja selbst für die Medicin eine Reihe der werthvollsten Ergebnisse erzielt.

Wie bei den Algen und in noch höherem Grade als bei diesen zeigte sich auch bei den Pilzen als die Hauptschwierigkeit bei der Aufstellung vollständiger Entwicklungsgeschichten das vielfältige Eingreifen der ungeschlechtlichen Vermehrungsweisen in den Entwicklungsgang der Species, ja sogar die Eigenthümlichkeit, daß die verschiedenen Entwicklungsstufen in manchen Fällen auf verschiedenen Substraten allein sich ausbilden können. Eine der wichtigsten Aufgaben war aber auch hier die Auffindung der Sexualorgane, deren Existenz aus verschiedenen Analogieen nicht unwahrscheinlich war und nachdem De Bary schon 1861 bei den Peronosporéen die Sexualorgane vielfach beobachtet hatte, gelang es ihm 1863 zuerst den Nachweis zu liefern, daß

der ganze Fruchtkörper eines Ascomyceten selbst das Product eines Sexualactes ist, welcher an den Fäden des Myceliums stattfindet.

Auf De Bary's Beobachtungsmethoden und seinen thatsächlichen Ergebnissen fußend ist nun seit ungefähr 1860 die mykologische Literatur auch von anderen nach den verschiedensten Richtungen hin bereichert worden; wie bei den Algen läßt sich auch hier noch nicht absehen, zu welchen Resultaten schließlich die Untersuchungen führen werden; daß es aber gelungen ist, auch diesen dornigen, ja gefährvollen Weg, auf welchem überall Irrthümer auf den Forscher eindringen, zu ebnen und den strengsten Anforderungen der Wissenschaft auch hier zu genügen, ist eines der schönsten Resultate der streng inductiven Methode. Für die Morphologie und Systematik sind schon jetzt bedeutende Erfolge errungen, unter denen die Feststellung der Natur der großen Fruchtkörper und gewisser dem Generationswechsel höherer Kryptogamen ähnlichen Vorgänge vor Allem hervorzuheben sind. Als eines der bedeutendsten Ergebnisse der algologischen und mykologischen Forschung aber darf schon jetzt das genannt werden, daß die beiden bisher streng geschiedenen Klassen der Algen und Pilze offenbar mit einander vereinigt werden müssen und daß eine ganz neue Classification aufzustellen ist, in welcher Algen und Pilze als bloße Habitusformen in verschiedenen morphologisch begründeten Abtheilungen wiederkehren¹⁾.

Noch wäre hier ein Wort über die Flechten zu sagen; sie sind die Abtheilung der Thallophyten, welche zuletzt und erst in neuester Zeit in ihrer wahren Natur erkannt wurden; bis tief in die fünfziger Jahre hinein kannte man von ihrer Organisation nicht viel mehr, als was Wallroth 1825 festgestellt hatte²⁾; daß nämlich zwischen dem pilzähnlichen Hymnengewebe des Thallus grüne Zellen eingestreut sind, die man als Gonidien bezeichnete.

¹⁾ Vergl. Sachs, Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. 1874 p. 245.

²⁾ Fr. Wilh. Wallroth, geb. 1792 am Harz, starb als Kreisphysikus zu Nordhausen 1857 (Flora 1857 p. 336).

Man kannte seit Mohl's Untersuchungen von 1833 die freie Sporenbildung in den Schläuchen der Flechtenfrüchte (Apothecien) und wußte, daß pulverförmige Aussonderungen des Thallus aus einem Gemenge von Gonidien und Hyphen bestehend im Stande sind, die Species fortzupflanzen. Das genetische Verhältniß der Chlorophyllhaltigen Gonidien zu den pilzähnlichen Hyphen blieb lange völlig unklar, bis es endlich in neuester Zeit seit 1868 gelang, die Gonidien als ächte Algen, den Hyphenkörper als einen ächten Pilz nachzuweisen und zu zeigen, daß auch die Flechten nicht mehr eine neben Pilzen und Algen bestehende Pflanzenklasse darstellen, sondern als eine Abtheilung der Schlauchpilze zu betrachten sind, welche die Merkwürdigkeit darbieten, daß sie ihre Nährpflanzen, nämlich die als Gonidien fungirenden Algen, ganz umspinnen und in ihr Gewebe aufnehmen. Nach vorläufigen Andeutungen De Bary's war es Schwendener, der dieses Verhalten erkannte und die unerwartete, den Lichenologen aber unerfreuliche Thatsache aussprach. Der Widerspruch der Letzteren wird sich voraussichtlich unter der Wucht der Thatsachen, die schon jetzt dem Unbefangenen gar keinen Zweifel lassen, legen.

So haben denn die Arbeiten auf dem Gebiet der Thallophyten in den letzten zwanzig Jahren zu einer vollständigen Umgestaltung der früheren Ansichten über das Wesen dieser Organismen geführt und die Botanik mit einer Reihe der überraschendsten Resultate bereichert. Doch noch lange nicht abgeschlossen ist die Bewegung auf diesem Gebiet. Als eines der Hauptergebnisse für die Wissenschaft ist aber das zu betrachten, daß durch die Untersuchung der niederen und höheren Kryptogamen die Morphologie und Systematik von zahlreichen älteren Vorurtheilen sich befreit hat, daß der Blick ein freierer geworden ist, die Untersuchungsmethoden sicherer, die Fragestellung schärfer.

