

## Einleitung.

Daß die Körpersubstanz der vollkommeneren Pflanzen aus Schichten von verschiedener Beschaffenheit besteht, konnte auch der primitivsten Betrachtung der Pflanzen seit den ältesten Zeiten nicht entgehen; schon die alten Sprachen hatten ja Worte zur Bezeichnung der augenfälligsten anatomischen Bestandtheile der Pflanzen, wie Rinde, Holz und Mark. Auch war leicht wahrzunehmen, daß das Mark aus einer anscheinend homogenen saftigen Masse besteht, das Holz dagegen aus faseriger Substanz, während die Rinde der Holzpflanzen zum Theil häutige Schichten, zum Theil saftige und markähnliche Beschaffenheit zeigt; die Gewinnung der Gespinnstfasern z. B. des Flachses aus der Rinde gab schon im grauesten Alterthum eine, wenn auch vage Vorstellung davon, wie durch Fäulniß und mechanische Behandlung die saftigen von den markigen Theilen der Rinde sich sondern lassen. Auch verfehlten Aristoteles und Theophrast nicht, diese Bestandtheile der Pflanzensubstanz mit entsprechenden des thierischen Körpers in Parallele zu stellen und im ersten Buch wurde bereits gezeigt, wie Caesalpin im Sinne dieser seiner Lehrer das Mark als den eigentlich lebendigen Theil der Pflanze, als den Sitz der Pflanzenseele in Anspruch nahm und diesen Gedanken morphologisch und physiologisch weiter verwerthete; er bemerkte, daß der Wurzel gewöhnlich das Mark fehlt, daß der

Theil der Wurzel, welcher dem Holz des Stammes entspricht, häufig weich und fleischig erscheint; die Zusammensetzung der Laubblätter aus grüner, saftiger Substanz und faserigen Strängen ließ sofort eine gewisse Aehnlichkeit mit der grünen Rinde des Stengels hervortreten, und diese war es offenbar, die ihn veranlaßte, nicht bloß die Laubblätter, sondern auch die Blattgebilde der Blüthenhülle als aus der Rinde des Stengels entsprungen zu betrachten, wogegen die weiche, saftige, pulpöse Beschaffenheit der unreifen Samen und Samengehäuse auf ihre Identität mit dem Mark hinzuweisen schien. Daß in den Pflanzen Säfte nicht nur enthalten sind, sondern in ihnen auch sich bewegen müssen, konnte auch der einfachsten Ueberlegung nicht entgehen und zudem zeigte das Bluten des Nebstockes, der Balsamausfluß der Harzbäume und das Hervorquellen des Milchsaftes bei der Verwundung derartiger Pflanzen eine so auffallende Aehnlichkeit mit dem Bluten eines verwundeten Thierkörpers, daß die Annahme von Canälen innerhalb der Pflanze, welche gleich den Blutadern der Thiere jene Säfte enthalten und in Bewegung setzen, ganz natürlich erschien, wie uns Caesalpin's Reflexionen über diese Strukturverhältnisse zur Genüge zeigen. Nehmen wir noch hinzu daß man wußte, wie die Samen in den Früchten liegen, wie der Embryo nebst einer pulpösen Masse (Cotyledonen und Endosperm) in der Samenschale eingeschlossen ist, so haben wir ungefähr das gesammte Inventar der phytotomischen Kenntnisse bis um die Mitte des 17. Jahrhunderts.

Bei sorgfältiger Präparation, durch geschicktes Zerschneiden geeigneter Pflanzentheile und aufmerksame Betrachtung der Veränderungen, welche durch Verwesung und Fäulniß entstehen, hätte man aber schon früher die anatomischen Kenntnisse beträchtlich weiter fördern können; allein das Sehen ist eine Kunst, die gelernt und ausgebildet sein will, ein bestimmter Zweck muß den Willen des Beobachters anregen, genau sehen zu wollen und das Gesehene richtig zu unterscheiden und zu verbinden. Diese Kunst des Sehens aber war bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts noch nicht weit gediehen; was man in dieser Richtung leisten konnte, erschöpfte sich in der Unter-

scheidung der äußeren Organe der Blatt- und Stengelformen und wie mißlich es trotzdem noch um die Unterscheidung der kleineren Blüthen- und Fruchttheile aussah, wurde bereits im ersten Buch hervorgehoben.

Durch die Erfindung des Mikroskops wurde das Auge nicht bloß befähigt, kleine Dinge groß, das unsichtbar Kleine überhaupt zu sehen; vielmehr war mit dem Gebrauch der Vergrößerungsgläser noch ein ganz anderer Vortheil verbunden; man lernte überhaupt erst wissenschaftlich und genau sehen; indem man das Auge mit einem Vergrößerungsglas bewaffnete, concentrirte sich die Aufmerksamkeit auf bestimmte Punkte des Objectes; das Gesehene war zum Theil undeutlich und immer nur ein kleiner Theil des ganzen Objectes; der Wahrnehmung des Sehnerven mußte sich ein absichtliches und intensives Nachdenken beigesellen, um das mit dem Vergrößerungsglas stückweise beobachtete Object auch dem geistigen Auge in seinem innern Zusammenhange klar zu machen; so wurde erst durch die Bewaffnung mit dem Mikroskop das Auge selbst zu einem wissenschaftlichen Instrument, welches nicht mehr mit leichtsinniger Bewegung über die Objecte hineilt, sondern von dem Verstand des Beobachters in strenge Zucht genommen und zu methodischer Arbeit angehalten wurde. Schon der Philosoph Christian Wolff machte (1721) die sehr richtige Bemerkung, daß man das, was man einmal mit dem Mikroskop gesehen hat, dann auch häufig mit dem unbewaffneten Auge unterscheiden könne und diese von jedem Mikroskopiker gemachte Erfahrung beweist hinlänglich die gewissermaßen erziehende und dressirende Wirkung, welche das Mikroskop auf das Auge ausübt. Diese merkwürdige Thatsache tritt auch in anderer Weise noch hervor; wir sahen in der Geschichte der Systematik und Morphologie, daß die Botaniker über hundert Jahre lang die ganz offen daliegenden äußeren Formverhältnisse der Pflanzen kaum wissenschaftlich zu beherrschen, von allgemeineren Gesichtspuncten aus zu betrachten suchten; erst Jungius wandte ein geregeltes Nachdenken auf die dem Auge ganz offen daliegenden morphologischen Verhältnisse der Pflanzen und erst spät in unserem

Jahrhundert wurde dieser Theil der Botanik wieder wissenschaftlich methodisch behandelt. Dieser äußerst langsame Fortschritt in der geistigen Beherrschung der äußeren Pflanzenform bei fortwährender Beschäftigung mit derselben scheint vorwiegend dadurch erklärlich, daß das unbewaffnete Auge allzu unruhig über die Form der Objecte hingeleitet, die Aufmerksamkeit des Beobachters durch seine flüchtigen Bewegungen stört. Ganz im Gegensatz zu der so gewöhnlichen Gedankenlosigkeit bei der Betrachtung der äußeren Form der Pflanzen finden wir schon bei den ersten Beobachtern mit dem Mikroskop, bei Robert Hooke, Malpighi, Grew und Leeuwenhoek im letzten Drittel des 17. Jahrhunderts das Streben, durch angestregtes Nachdenken die mit bewaffnetem Auge gesehenen Bilder mit dem Verstand zu bearbeiten, sich über die wahre Natur der mikroskopischen Objecte klar zu werden, theoretisch in das innere Wesen einzudringen. Vergleicht man die Werke der genannten Männer mit dem, was die systematischen Botaniker desselben Zeitraums über die äußeren Gestaltverhältnisse der Pflanzen zu sagen wußten, so kann Niemandem entgehen, wie sehr der geistige Gehalt der ersteren dem der letzteren überlegen ist; am auffallendsten aber tritt dieß hervor, wenn wir das, was Malpighi und Grew über den Bau der Blüthe und Frucht sagten, vergleichen mit dem, was Tournefort, Rivinus und Linné davon wußten.

Diese Steigerung auch der geistigen Fähigkeiten des Beobachters durch das Mikroskop wird jedoch nur durch lange Übung gewonnen; auch das beste Mikroskop bleibt in den Händen eines Ungeübten ein sehr bald langweilig werdendes Spielzeug. Ein großer Irrthum wäre auch zu glauben, daß der Fortschritt der Pflanzenanatomie einfach von der fortschreitenden Bervollkommnung der Mikroskope abhängig gewesen sei; unzweifelhaft ist es allerdings, daß mit zunehmender Stärke der Vergrößerung, Helligkeit und Schönheit des Gesichtsfeldes auch die Wahrnehmung der anatomischen Objecte sich klären mußte; damit allein wäre indessen wenig gewonnen. Wie bei jeder Wissenschaft kommt es auch bei der Untersuchung der Struktur der Pflanzen zunächst darauf

an, die sinnliche Wahrnehmung mit dem Verstand zu bearbeiten, das Wichtige vom Unwichtigen zu unterscheiden, in die einzelnen Wahrnehmungen logischen Zusammenhang zu bringen, bei der Untersuchung ein Ziel zu verfolgen; dieses Ziel aber kann in letzter Instanz für den Phytotomen kein anderes sein als das, die ganze innere Struktur der Pflanze in ihrem gesammten Zusammenhang so klar zu erfassen, daß dieselbe mit allen Einzelheiten von der Phantasie mit völliger sinnlicher Deutlichkeit jederzeit reproducirt werden kann. Dieß zu erreichen, ist nicht leicht, weil das Mikroskop, je stärker es vergrößert, nur desto kleinere Theile des Ganzen zeigt; geschickte und überlegte Präparation, sorgfältige Combination der verschiedenen Bilder und lange Übung sind nöthig, um jenes Ziel zu erreichen. Die Geschichte der Phytotomie zeigt, wie schwer es den Beobachtern gefallen ist, das zerstückelt Gesehene nach und nach zu klarer zusammenhängender Vorstellung zu gestalten.

Die fortschreitende Verbesserung der Mikroskope also genügte keineswegs allein, um die Phytotomie fortschreiten zu lassen; ja man geht sogar nicht zu weit, wenn man behauptet, daß die Fortschritte, welche die mikroskopische Anatomie mit Hilfe unvollkommener Mikroskope nach und nach machte, wiederholt den Impuls zu energischen Anstrengungen für die Verbesserung der Mikroskope gegeben haben; die praktischen Mikroskopiker allein konnten beurtheilen, wo die wahren Mängel der vorhandenen Mikroskope lagen, ihre Bestrebungen, sie handlicher zu machen, ihre beständigen Klagen über die geringe Leistungsfähigkeit des optischen Theils, Klagen, die zumal am Ende des vorigen und am Anfang dieses Jahrhunderts laut wurden, waren es, welche die Optiker drängten, dem Mikroskop ihre Aufmerksamkeit zuzuwenden und ihm eine immer größere Vollkommenheit zu geben. Aber nicht nur das, die praktischen Mikroskopiker selbst waren es, welche wiederholt wesentliche Verbesserungen an dem Instrument ausführten; so gab zuerst Robert Hooke 1760 dem zusammengesetzten Mikroskop eine für wissenschaftliche Beobachtung brauchbare Form, so war es L e e u w e n h o e f, der das einfache Mikroskop

bis auf das Maximum seiner Leistungsfähigkeit brachte, so vor Allem war es Amici, dem das heutige Mikroskop seine Vollkommenheit ganz wesentlich mitverdankt, und nicht unerwähnt darf hier wohl bleiben, der die mikroskopische Messung durch zweckmäßige Einrichtung förderte und durch ein Buch über die praktische Einrichtung des Mikroskops den Optikern vielfach Winke gab, auf welche Punkte sie ihre Aufmerksamkeit zu lenken hätten, (Mikrographie 1846), während Nägeli und Schwendener später um die Theorie des mikroskopischen Sehens sich Verdienste erwarben.

Nach dem Gesagten werden also die wichtigsten Momente in der Geschichte der Pflanzenanatomie nicht ohne Weiteres und ganz passiv von der Geschichte des Mikroskops abhängen; vielmehr werden dieselben auch hier durch eine innere logische Nothwendigkeit bestimmt: es sind auch hier die Ziele ins Auge zu fassen, welche sich die fortschreitende Forschung stellte. Ueberblicken wir in diesem Sinne die Geschichte unserer Disciplin, so zeigt sich, daß die Begründer derselben im letzten Drittel des 17. Jahrhunderts, Malpighi und Grew, vorwiegend darüber in's Reine zu kommen suchten, in welcher Weise die zelligen und faserigen Strukturelemente sich verbinden; es wurden zwei Grundformen des Gewebes von vornherein angenommen: das aus Kammern oder Schläuchen bestehende fastige Zellengewebe im Gegensatz zu den langgezogenen, im Allgemeinen faserförmigen oder röhrenförmigen Elementarorganen, deren Unterscheidung in unbegrenzte offene Röhren oder Gefäße und in blind endigende Fasern vielfach zweifelhaft blieb. Das Charakteristische dieser Periode liegt auch darin, daß die Untersuchung der feineren Struktur sich überall mit Reflexionen über die Funktion der Elementarorgane innig verwebt, daß also Anatomie und Physiologie einander stützen, aber auch bei der Unvollkommenheit beider einander Schaden zufügen. Im Grunde überwog bei den ersten Phytotomen bei Weitem das physiologische Interesse, dem die anatomische Untersuchung dienstbar gemacht wurde.

Allein die Unvollkommenheit der Mikroskope während des

ganzen 18. Jahrhunderts brachte eine Art Abneigung gegen die anatomische Beschäftigung hervor, die man ohnehin nur als Hilfsmittel der Physiologie gelten ließ; diese letztere aber hatte auch ohne diese Hilfe durch Hales, später gegen den Schluß des 18. Jahrhunderts, durch Ingen-Houß und Senebier die wichtigsten Fortschritte gemacht und so erlosch das Interesse für die Phytotomie fast ganz. Das ganze 18. Jahrhundert hat dem, was Malpighi und Grew geleistet, nicht nur Nichts beigefügt, sondern sogar das Verständniß für das bereits Geleistete theilweise abhanden kommen lassen.

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts kam das Mikroskop indessen wieder mehr zu Ehren; das zusammengesetzte wurde etwas bequemer und handlicher; Hedwig zeigte, wie sich mit seiner Hilfe die Organisation der kleinsten Pflanzen, besonders aber der Moose enthüllt, auch versuchte er es, den Bau des Zellgewebes und der Gefäßbündel höherer Pflanzen zu erkennen. Mit dem Beginn des 19. Jahrhunderts aber steigerte sich ganz plötzlich wieder das Interesse an der Phytotomie; in Frankreich war es Mirbel, in Deutschland Kurt Sprengel, der die mikroskopische Struktur der Pflanzen wieder zum Gegenstand ernster Beobachtungen machte. Die Leistungen beider waren anfangs äußerst schwach und sie widersprachen einander; es entwickelte sich in den nächsten Jahren eine lebhaftere Polemik über die Natur der Zellen, Fasern und Gefäße, an welcher sich bald zahlreichere deutsche Botaniker beteiligten; es kam wieder Leben in die Sache, besonders als die Göttinger Akademie eine Preisfrage über die streitigen Punkte aufstellte (1804), an deren Lösung sich Link, Rudolphi und Ludolph Treviranus beteiligten, während Bernhardi auf eigene Hand sich mit der Natur der Pflanzengefäße beschäftigte. Es war nicht viel, was durch diese Arbeiten erreicht wurde: man hatte gewissermaßen ganz von vorn angefangen und noch galten jetzt nach 130 Jahren Malpighi und Grew als die wichtigsten Autoritäten, auf welche man immer wieder zurückging. Die Fragen aber, um die es sich jetzt handelte, waren doch in der Hauptsache andere als damals:

hatten es Malpighi, Grew und Leeuwenhoek sich vorwiegend zur Aufgabe gemacht, die verschiedenen Gewebeformen in ihrer Zusammenlagerung zu studiren, so kam es den genannten Männern nun vorwiegend darauf an, den feineren Bau der verschiedenen Gewebe selbst deutlicher zu erkennen, darüber in's Reine zu kommen, wie man sich den Zellenbau des parenchymatischen Gewebes zu denken habe, welches die wahre Struktur der Gefäße und der Fasern sei. Daß man in dieser Richtung anfangs sehr langsam vorwärts kam, lag nicht nur an der Unvollkommenheit der Mikroskope, sondern in weit höherem Grade an der sehr ungeschickten Präparation und dem Einfluß verschiedener Vorurtheile, vor Allem aber an einer zu geringen geistigen Anstrengung. Ein großer Fortschritt aber wurde erzielt durch ein umfangreiches Werk, welches der jüngere Moldenhawer 1812 herausgab. Sehr sorgfältige und zweckmäßige Präparation der Objekte, kritische Behandlung des Selbstgesehenen und der Literatur zeichnen dieses Werk aus und im Grunde beginnt erst mit ihm wieder eine streng wissenschaftliche Behandlung der Phytotomie. An Moldenhawer knüpfte später (seit 1828) Hugo Mohl an, während gleichzeitig auch Meyen sich eifrig der Phytotomie widmete. Ganz vorwiegend aber waren es Mohl's Leistungen, welche bis 1840 diese Periode der Pflanzenanatomie zu einem gewissen Abschluß brachten. So schwach auch die Anfänge in diesem Zeitraum von 1800 — 1840 waren, und so bedeutend auch der durch Hugo Mohl bewirkte Fortschritt der Phytotomie am Ende desselben sich darstellt, so dürfen wir doch Alles, was während dieser Zeit geleistet wurde, insoferne zusammenfassen, als die zu bearbeitenden Fragen im Wesentlichen dieselben blieben; wie bei Mirbel und Treviranus, wie bei Moldenhawer und Meyen, handelte es sich auch bei Mohl bis 1840 ganz vorwiegend um die Entscheidung der Fragen, wie das feste Zellstoffgerüst der Pflanze im fertigen Zustand beschaffen ist, ob zwischen je zwei Zellräumen eine einfache oder eine doppelte Wandlamelle liegt, was unter Tüpfeln und Poren zu verstehen ist, wie die verschiedenen Formen der



Fasern und Gefäße aufzufassen sind; als ein Hauptresultat dieser Bestrebungen ist aber auch schon die Feststellung der Thatsache zu bezeichnen, daß sich alle Elementarorgane der Pflanze auf Eine Grundform, auf die der allseitig geschlossenen Zelle zurückführen lassen; daß die Fasern nur langgestreckte Zellen sind, die ächten Gefäße jedoch aus reihenweise geordneten, mit einander in offene Verbindung getretenen Zellen entstehen.

Hatten die Phytotomen vor 1840, vor Allem wieder Mohl, auch gelegentlich entwicklungsgeschichtliche Verhältnisse mit beachtet, waren auch bereits in den dreißiger Jahren einzelne Fälle der Entstehung verschiedener Zellen von Mohl und Mirbel beschrieben worden, so überwog doch immer das Interesse an der richtigen Auffassung der fertigen Struktur des Gewebes; auch waren bei der anatomischen Untersuchung physiologische Gesichtspunkte, wenn auch nicht mehr in erster Linie, von Gewicht, insofern die Beziehung der anatomischen Struktur zur Funktion der Elementarorgane die Untersuchung beeinflusste. Mit dem Auftreten Schleiden's und Nägeli's trat auch hier die entwicklungsgeschichtliche Behandlung und die rein morphologische Betrachtung der inneren Struktur in den Vordergrund. Namentlich war es die erste Entstehung der Pflanzenzellen und ihr Wachsthum, welches jetzt erörtert wurde. Schleiden hatte schon vor 1840 eine Theorie der Zellenbildung aufgestellt, welche, auf zu wenige und ungenaue Beobachtungen gestützt, alle Zellbildungsvorgänge im Pflanzenreich auf eine einzige Form zurückführte, die sich mit dem schon damals Bekannten schwer vereinigen ließ. Aber schon 1846 wurde die mit großem Aufsehen in die Welt getretene Schleiden'sche Theorie von Nägeli vollständig widerlegt, an ihrer Stelle auf Grund sehr eingehender und umfangreicher Untersuchungen die wahre Entstehungsgeschichte der Pflanzenzellen in ihren Hauptzügen und in ihren verschiedenen Formen dargestellt. Es lag aber in der Natur der Sache, daß die Untersuchungen über die Entstehung der Pflanzenzellen die Aufmerksamkeit der Beobachter, die früher fast ausschließlich dem festen Gerüst des Zellengewebes goltten

hatte, nunmehr auf den saftigen Inhalt der Zellen hinlenkten. Der schon von Robert Brown entdeckte Zellkern war in seiner weiteren Verbreitung bereits von Schleiden erkannt, wenn auch in seiner Beziehung zur Zellbildung weit überschätzt worden; durch Nägeli und Mohl wurde jetzt der wichtigste Bestandtheil der Pflanzenzelle, das Protoplasma, in seiner Eigenartigkeit, besonders in seiner Bedeutung für die Entstehung der Zellen erkannt. Schon 1855 machte Unger auf die große Aehnlichkeit aufmerksam, welche zwischen dem Protoplasma der Pflanzenzellen und der Sarkode der einfachsten Thiere besteht: eine Wahrnehmung, welche später durch das Verhalten der Myxomyceten besonders in den Vordergrund trat und in den sechziger Jahren schließlich auch von Seiten der Zootomen zu der Erkenntniß führte, daß die Grundlage aller organischen Entwicklung, der pflanzlichen sowohl, wie der thierischen, zunächst in dem Protoplasma zu suchen sei. — Dies waren jedoch nur einige der bedeutenderen Errungenschaften der entwicklungsgeschichtlichen Phytotomie seit 1840; eine andere vielleicht noch wichtigere wurde durch Nägeli's Untersuchung der Molekularstruktur der organisirten Zelltheile gewonnen; er stellte (1858—1863) eine Theorie auf, welche nicht nur über die feinsten, mikroskopisch unsichtbaren Strukturverhältnisse organisirter Körper Aufschluß gibt, sondern auch die Grundlage einer tieferen Einsicht in die mechanischen und chemischen Vorgänge des Wachstums anbahnt. — Aber auch in ganz anderer Richtung führte die entwicklungsgeschichtliche Behandlung der Phytotomie zu neuen Gesichtspuncten und zu neuen Resultaten; auf die Art, wie Nägeli seit 1844 die Zelltheilungsfolgen bei dem Wachsthum der Organe zur Grundlage der morphologischen Betrachtung machte, wie dabei ganz besonders die Kryptogamen ihre innere Architektur enthüllten, auf die großartigigen Resultate, welche die entwicklungsgeschichtliche Phytotomie in ihrer Anwendung auf die Embryologie durch Hofmeister 1851 zu Tage förderte, wurde bereits am Schluß des ersten Buches hingewiesen; hier aber ist noch hervorheben, wie nun im Lauf der fünfziger und sechziger Jahre auch die

verschiedenen Gewebeformen, zumal die Gefäßbündel, entwicklungs-  
geschichtlich behandelt wurden, wie erst auf diesem Wege es gelang,  
den inneren histologischen Zusammenhang der Blätter und Aeren,  
der Sprosse und Muttersprosse, der Wurzeln und Nebenwurzeln aufzuklären,  
und vor Allem auch eine richtige Einsicht in das nachträgliche Dickenwachstum zu gewinnen,  
die wahre Entstehung eines Holzkörpers und der sekundären Rinde zu verstehen.

Es ist nun Aufgabe der folgenden Capitel, die hier in ihrem Hauptmomenten  
angedeutete Geschichte der Phytotomie ausführlicher darzustellen.