

Zweites Capitel.

Die Phytotomie im 18. Jahrhundert.

In Italien hatte Malpighi keinen nennenswerthen Nachfolger, in England war mit Hooke und Grew das neue Licht ebenfalls erloschen, man möchte fast sagen, bis auf den heutigen Tag; auch in Holland fand Leeuwenhoek keinen ebenbürtigen Nachfolger und was bis zum Beginn des siebenten Decenniums des vorigen Jahrhunderts in Deutschland geleistet wurde, ist kläglicher, als man sich irgend vorstellen kann. Phytotomische Forschung gab es in den ersten 50—60 Jahren des Jahrhunderts überhaupt nicht; was man über die Struktur der Pflanzen zu berichten hatte, wurde aus Grew, Malpighi und Leeuwenhoek entnommen, und da es von Personen geschah, die selbst nicht beobachten konnten, so verstanden sie ihre Autoren nicht, und berichteten Dinge, die jenen ganz fremd waren. Mit besonderer Vorliebe conservirte man die schwächeren und unklaren Ansichten derselben und besonders war es die complicirte Vorstellung Grew's vom gewebeartigen Bau der Zellwandungen, die großen Eindruck auf die Berichterstatter machte. Dieser Zustand der Verkommenheit darf nicht allein den mangelhaften Mikroskopen zugeschrieben werden; sie waren allerdings nicht gut, noch viel weniger bequem eingerichtet; aber man sah und beschrieb nicht einmal das deutlich, was mit unbewaffnetem Auge oder mit sehr schwachen Vergrößerungen beobachtet werden kann; das Uebelste war, daß man sich das wenige Selbstgesehene und das in den älteren Werken Gesagte, nicht klar zu machen suchte, sondern sich gedankenlos mit ganz verschwommenen Vor-

stellungen vom inneren Bau der Pflanzen begnügte. Es ist nicht leicht, die Ursachen dieses Verfalls der Phytotomie in den ersten sechs bis sieben Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts aufzufinden; eine der wichtigsten scheint mir jedoch darin zu liegen, daß man, wie schon Malpighi und Grew gethan hatten, bei der anatomischen Untersuchung nicht die Kenntniß des inneren Baues allein als Ziel verfolgte, sondern vorwiegend die Erklärung physiologischer Vorgänge dadurch zu erreichen suchte. Die Ernährung und Saftbewegung der Pflanzen trat immer mehr in den Vordergrund und Hales zeigte, wie viel sich in dieser Richtung auch ohne mikroskopische Untersuchung leisten läßt; das Interesse concentrirte sich daher bei den Wenigen, die überhaupt mit Pflanzenphysiologie sich beschäftigten, wie Bonnet und DuRoi auf die experimentelle Behandlung derselben. Zudem wurden andere, die mit dem Mikroskop umzugehen wußten, wie der Freiherr von Gleichen-Rußworm und Koelreuter durch ihr Interesse an den Befruchtungsvorgängen, überhaupt an den Fortpflanzungsverhältnissen von der Untersuchung der Structur der Vegetationsorgane abgezogen. Die eigentlichen Botaniker im Sinne jener Zeit, zumal diejenigen, welche sich der Linné'schen Schule angeschlossen, betrachteten physiologische und anatomische Untersuchungen überhaupt als Nebensache, wenn nicht gar als bloße Spielerei, mit welcher ein ernsthafter Pflanzensammler sich nicht zu befassen brauche. Daß Linné selbst von mikroskopischer Pflanzenanatomie Nichts hielt, geht aus dem im ersten Buch über ihn Gesagten zur Genüge hervor.

Es würde die Mühe nicht lohnen, die nicht einmal zahlreichen, kleinen Abhandlungen, welche bis gegen 1760 erschienen, im Einzelnen vorzuführen, da sie absolut nichts Neues bieten; doch soll an einigen Beispielen das im Allgemeinen über den damaligen Zustand der Phytotomie Gesagte erläutert werden.

Zunächst begegnen wir hier einem Schriftsteller, den nur Wenige unter den Phytotomen erwarten werden; es ist der bekannte Philosoph Christian Freiherr v. Wolff, der in seinen beiden Werken: „Bernünfftige Gedanken von den Wirkungen der

Natur
(Halle
skopen
dem
krosfo
dem
Beob
Objec
jekte,
setzen
gewö
Wol
irgen
suchen
Er er
besteh
müsse
er sic
also
Schni
matt
konnt
(Mel
zeigt
durch
gesch
zweck
miga
Stru
dageg
gema
äußer
„Pla
daß
durch

Natur" (Magdeburg 1723) und „Allerhand nützliche Versuche“ (Halle 1721) sich wiederholt mit der Beschreibung von Mikroskopen und mit phytotomischen Dingen beschäftigte; vorwiegend in dem zuletzt genannten Werk, wo er ein zusammengesetztes Mikroskop mit Sammellinse zwischen Objectiv und Ocular beschreibt, dem jedoch der Beleuchtungsspiegel fehlte; es diente also zur Beobachtung bei Oberlicht auf undurchsichtiger Unterlage; das Objectiv war eine einfache Linse. Für stärker vergrößernde Objekte, sagt Wolff indessen, benutze er statt dieses zusammengesetzten Mikroskopes lieber ein einfaches, was damals überhaupt gewöhnlicher im Gebrauch war. Als ächter Dilettant unterwarf Wolff seinem Mikroskope allerlei kleine und feine Dinge, ohne irgend eines derselben consequent und mit Ausdauer zu untersuchen. Auch ist seine phytotomische Ausbeute sehr gering. Er erkannte z. B., daß das Stärkemehl (Puder) aus Kügelchen besteht, glaubte aber aus der Lichtbrechung derselben schließen zu müssen, es seien mit Flüssigkeit erfüllte Bläschen; doch überzeugte er sich, daß diese Körnchen schon im Roggenkorn enthalten sind, also nicht erst bei dem Mahlen desselben entstehen. Dünne Schnitte von Pflanzentheilen legte er auf Glas, und zwar auf matt geschliffenes Glas, wobei er natürlich Nichts deutlich sehen konnte. Noch viel ungeschickter griff sein Schüler Thümmig (Melethemata 1736) die Sache an. Gerade bei diesen beiden zeigt sich recht deutlich, daß der geringe Erfolg weit weniger durch die Unvollkommenheit ihrer Mikroskope, als durch die Ungeschicklichkeit in der Handhabung derselben und durch die unzweckmäßige Präparation bedingt wurde. Wolff und Thümmig aber bemühten sich doch wenigstens, selbst Etwas von der Structur der Pflanzen zu sehen; ein damals berühmter Botaniker dagegen, Ludwig, hatte einen derartigen Versuch offenbar nicht gemacht, denn in seinen *Institutiones regni vegetabilis* 1742 äußert er sich über den inneren Bau der Pflanze folgendermaßen: „Platten oder membranöse Häutchen, so unter sich verbunden, daß sie kleine Höhlungen oder Zellen bilden, und nicht selten durch Zwischenkunft von feinen Fäden nebartig disponirt werden,

bilden das Zellengewebe, welches wir durch alle Theile der Pflanze verbreitet wahrnehmen. Dieses ist es, was Malpighi u. a. Schläuche nennen, insofern es in verschiedenen Theilen in Form von Bläschenreihen, die mit einander verbunden sind, erscheint! Noch schlimmer sieht es in Boehmer's dissertatio de celluloso contextu 1785 aus: „Weiße, elastische, bald dickere bald dünnere Fibern und Fäden unter sich verwebt, von verschiedener Figur und Größe bilden Höhlungen oder Zellen oder Cavernen und pflegen mit dem Namen Zellgewebe bezeichnet zu werden.“ Man sieht, welches Unglück Grew mit seiner Theorie vom faserigen Bau der Zellwände angerichtet hatte und wie der Ausdruck „Zellgewebe“ wörtlich genommen, die hier genannten Botaniker u. a. zu ganz unrichtigen Vorstellungen verführte. Daß es aber nicht nur in Deutschland bis zu solchen Mißverständnissen kam, zeigen Du Hamel's, Comparetti's, Senebier's Werke und sogar Hill, ein Landsmann Grew's, dachte sich die Zellen, wie Mohl berichtet, unter der Gestalt von über einander stehenden, unten geschlossenen, oben offenen Bechern.

Freiherr v. Gleichen-Rußwurm (markgräfl. anspach'scher geheimer Rath geb. 1717, gest. 1783) beschäftigte sich viel mit der Bervollkommnung der äußeren mechanischen Einrichtung der Mikroskope, von deren außerordentlichen Unzweckmäßigkeit schon seine Kupfertafeln die überraschendste Einsicht gewähren. Er machte mit diesen Instrumenten sehr zahlreiche Beobachtungen, die er in zwei umfangreichen Werken („das Neueste aus dem Reich der Pflanzen“ 1764 und „Auserlesene mikroskopische Entdeckungen“ 1777—81) niederlegte. In beiden ist aber von der mikroskopischen Anatomie, vom Zellenbau der Pflanze wenig oder gar nicht die Rede. Seine mikroskopischen Beobachtungen sind vorwiegend den Befruchtungsvorgängen gewidmet und dem Beweis, daß im Pollen Spermatozoen enthalten sind.¹⁾ Dabei findet er aber Veranlassung, sehr zahlreiche kleinere Blüthen vergrößert und zum Theil recht schön abzubilden, in welcher Be-

¹⁾ Wir kommen in der Geschichte der Sexualtheorie darauf zurück.

ziehung seine Werke zu ihrer Zeit Vielen gewiß sehr lehrreich gewesen sein müssen. Die Spaltöffnungen, welche übrigens Grew bereits entdeckt hatte, sah er an den Blättern der Farnkräuter, hielt sie aber für die männlichen Befruchtungsorgane derselben, was zugleich zeigte, daß ihm die Existenz dieser Organe bei den Phanerogamen unbekannt blieb.

Ganz vereinsamt unter seinen Zeitgenossen steht Caspar Friedrich Wolff¹⁾ mit seinen phytotomischen Bestrebungen da, nicht nur insofern er seit Malpighi und Grew wieder der Erste und Einzige war, welcher der Anatomie der Pflanzen Arbeit und consequente Ausdauer zuwandte, sondern noch mehr deshalb, weil er zu einer Zeit, wo selbst die Struktur der fertigen Pflanzenorgane beinahe in Vergessenheit gerathen war, die Entwicklungsgeschichte dieser Struktur, die Entstehung des Zellgewebes zu ergründen suchte. Leider war es nicht ausschließlich ein phytotomisches Interesse, welches ihn dabei leitete, sondern eine allgemeinere Frage, welche er auf diesem Wege zu erledigen suchte; er wollte durch den Nachweis der Entwicklung der Pflanzenorgane die damals herrschende Evolutionstheorie widerlegen und für seine Lehre von der Epigenesis induktive Fundamente gewinnen. Obgleich auf diese Weise von der

¹⁾ C. F. Wolff wurde 1733 zu Berlin geboren; seine Studien, die theilweise in die Zeit des siebenjährigen Kriegs fielen, begann er 1753 am dortigen Collegium medico-chirurgicum; bei Meckel trieb er Anatomie, bei Gleditsch Botanik; später bezog er die Universität Halle, wo er Leibniz-Wolffsche Philosophie studirte, die in seiner Dissertation, der theoria generationis (1759) allzusehr überwiegt. Haller, Vertreter der Evolutionstheorie, gegen welche diese Schrift austrat, würdigte dieselbe einer wohlwollenden Kritik und trat mit ihrem jugendlichen Verfasser in Briefwechsel. — In Breslau hielt Wolff medicinische Lehrvorträge im Lazareth; 1762 erhielt er die Erlaubniß am Collegium medico chirurgicum zu Berlin Physiologie u. a. zu lesen; bei der Besetzung zweier Professuren an dieser Anstalt wurde er jedoch übergangen; die Kaiserin Katharina II. berief ihn 1766 an die Petersburger-Akademie; er starb daselbst 1794. (vergl. Alf. Kirchhoffs: „Idee der Pflanzenmetamorphose“ Berlin 1867.)

Verfolgung der rein phytotomischen Fragen vielfach abgelenkt, ist seine berühmte Schrift, *Theoria generationis* 1759, doch von großer Bedeutung für die Geschichte der Phytotomie¹⁾; denn, wenn dieselbe auch in den nächsten vierzig Jahren bei den Botanikern unbeachtet blieb oder doch keinen nennenswerthen Einfluß ausübte, so war es doch Wolff's Lehre von der Entstehung der Zellenstruktur der Pflanzen, welche am Anfang unseres Jahrhunderts von Mirbel in der Hauptsache wieder aufgenommen wurde, und der Widerspruch, den dieß hervorrief, hat wesentlich zum Fortschritt der Phytotomie beigetragen. Was der Schrift Caspar Friedrich Wolff's eine so späte, aber nachhaltige Wirkung sicherte, war übrigens nicht die thatsächliche Richtigkeit seiner Beobachtungen, sondern der Gedankenreichthum derselben und das Streben, das wahre Wesen der zelligen Pflanzenstruktur zu ergründen, es auf physikalischem und philosophischem Wege zu erklären. Wolff's Beobachtungen selbst, soweit sie den Zellenbau der Pflanzen betreffen, sind höchst ungenau, von vorgefaßten Meinungen beeinflusst, seine Darstellung getrübt, oft unleidlich gemacht durch die Sucht, das ungenau Gesehene sofort philosophisch deuten und erklären zu wollen. Seine entwicklungsgeschichtlichen Bestrebungen, soweit sie die Entstehung des Zellgewebes betreffen, leiden an dem großen Mangel, daß Wolff die Struktur der ausgebildeten Organe offenbar nicht hinreichend kannte und es scheint, nach seinen Abbildungen und theoretischen Erwägungen zu schließen, daß sein Mikroskop nicht hinreichend vergrößerte und wohl auch keine scharfen Bilder gab. Trotz all dieser Mängel ist die genannte Schrift in dem ganzen Zeitraum zwischen Grew und Mirbel ohne Zweifel des Bedeutendste auf dem Gebiet der Phytotomie und zwar, wie schon angedeutet wurde, nicht wegen der besonderen Güte der Beobachtung, sondern weil Wolff aus seinen Beobachtungen Etwas zu machen wußte, die bloß sinnlichen Wahrnehmungen zur Grundlage einer Theorie benutzte.

¹⁾ Ich benutze die lateinische Ausgabe von 1774.

Nach Wolff's Theorie bestehen alle jüngsten Pflanzentheile, der von ihm aufgefundenen Vegetationspunct des Stengels, die jüngsten Blätter und Blüthentheile ursprünglich aus einer durchsichtigen gallertartigen Substanz; diese ist von Nahrungsaft durchtränkt, der sich in Form von Anfangs sehr kleinen Tröpfchen (wir könnten sagen Vacuolen) ausscheidet, welche indem sie nach und nach an Umfang gewinnen, die Zwischensubstanz ausdehnen und so die erweiterten Zellräume darstellen. Die Zwischensubstanz entspricht also dem, was wir jetzt die Zellwände nennen, nur sind diese anfangs viel dicker und werden durch das Wachsthum der Zellräume immer dünner. Man könnte sich also ein junges Pflanzengewebe im Sinne Wolff's etwa so entstanden denken, wie die Porosität eines gährenden Brodteiges, nur daß die Poren nicht mit Gas, sondern mit Flüssigkeit erfüllt sind. Es geht aus dem Gesagten zugleich hervor, daß die Bläschen oder Poren, wie Wolff die Zellen nennt, von vorneherein unter sich durch die Zwischensubstanz verbunden sind, daß zwischen je zwei benachbarten Zellhöhlen nur eine Lamelle oder Zellhaut liegt, ein Punct, über den die späteren Phytotomen sehr langsam in's Reine gekommen sind. Wie die Zellen durch Ausscheidung von Safttropfen in der Anfangs homogenen Grundsubstanz entstehen, so werden nach Wolff die Gefäße dadurch erzeugt, daß ein Tropfen in jener Gallerte sich der Länge nach fortbewegt und so einen Canal bildet; dem entsprechend müssen natürlich auch die benachbarten Gefäße durch einfache Lamellen der Grundsubstanz von einander getrennt sein. Obgleich Wolff die Bewegung des Nahrungsaftes innerhalb der soliden gallertartigen Grundsubstanz zwischen den Zellhöhlen und Gefäßkanälen ausdrücklich betont, also eine Bewegung annimmt, die wir als eine Diffusionsströmung bezeichnen können, hält er es doch mit auffallender Inconsequenz für nöthig, zum Zweck der Saftbewegung von Zelle zu Zelle, von Gefäß zu Gefäß, in den Zwischenwandungen derselben Löcher anzunehmen, obgleich er in dem einzigen Fall, wo ihm die Isolirung von Zellen gelang, in reifen Früchten nämlich, die Wandungen als geschlossen gelten lassen mußte.

Das Wachsthum der Pflanzentheile wird nach Wolff durch Ausdehnung der schon vorhandenen Zellen und Gefäße sowie durch Entstehung neuer zwischen den schon vorhandenen bewirkt; die Einschlebung neuer Elemente geschieht in derselben Weise, wie die Bildung jener Vacuolen in der galertartigen Grundsubstanz der jüngsten Organe. In der soliden Zwischensubstanz zwischen den Gängen und Höhlen des Gewebes scheidet sich nämlich der sie durchtränkende Nahrungsaft in Form von heranwachsenden Tröpfchen aus, die nun ihrerseits als zwischen die vorigen eingeschaltete Zellen und Gefäße sich darstellen. Die Anfangs weiche und dehnsame Substanz zwischen den Gängen und Höhlen wird mit zunehmendem Alter fester und härter und zugleich kann sich aus dem in den Zellhöhlen stagnirenden, in den Gefäßgängen fließenden Saft eine erhärtende Substanz ablagern, welche nun in manchen Fällen als eigene Haut derselben erscheint.

Das ist im Wesentlichen die Theorie Wolff's. Mit Uebergang seiner Angaben über die erste Entstehung der Blätter am Vegetationspunct und über die Entwicklung der Blüthentheile, sowie seiner physiologischen Ansichten über die Ernährung und Sexualität, welche zunächst auf die geschichtliche Entwicklung der darauf bezüglichen Lehren noch lange ohne Einfluß blieben, will ich hier nur noch seine Meinung über das Dickenwachsthum des Stammes anführen. Dieser sei ursprünglich die Fortsetzung aller unter sich verbundenen Blattstiele. Soviele Blätter aus der Oberfläche der Vegetationsaxe hervorbrechen, ebenso viele Bündel von Gefäßen finde man im herangewachsenen Stamm; jedes Blatt habe in diesem einen einzelnen ihm gehörigen Gefäßstrang (also das, was wir jetzt eine innere Blutspur nennen). Alle diese den verschiedenen Blättern angehörigen Stränge zusammen, bilden die Rinde des Stammes; sind die Blätter aber sehr zahlreich, so bilden ihre hinablaufenden Bündel einen geschlossenen Cylinder und wenn der Stamm perennirt, so werden in Folge der jährlichen Neuproduction von Blättern auch jährlich neue derartige Holzonen, also die Jahresringe gebildet. Es ist nicht zu übersehen, daß diese Ansicht Wolff's vom Dickenwachsthum der

Stämme eine unverkennbare Aehnlichkeit mit der später von Du Petit-Thouars aufgestellten Theorie darbietet, nach welcher die von den Knospen abwärts steigenden Wurzeln die Dickenzunahme des Stammes bewirken sollten.

Wir kommen später bei den Streitigkeiten zwischen Mirbel und seinen deutschen Gegnern am Anfang unseres Jahrhunderts auf die wichtigeren Punkte von Wolff's Zellentheorie zurück. Mehr Beachtung als Wolff's theoria generationis fanden bei den zeitgenössischen Botanikern Hedwigs ¹⁾ phytotomische Ansichten, die sich nicht mit der Entstehung, sondern mit der Struktur des fertig ausgebildeten Zellenbaues befassen. Hedwig hatte schon in seinem *Fundamentum historiae muscorum* 1782, dann in der *Theoria generationis* 1784 verschiedene Abbildungen und Beschreibungen phytotomischer Dinge gegeben; Ausführlicheres darüber enthält aber seine 1789 herausgegebene Schrift *de fibrae vegetabilis et animalis ortu*, welche mir unzugänglich geblieben und nur durch Citate späterer Schriftsteller einigermaßen bekannt geworden ist. Die mir bekannten Abbildungen Hedwig's sind, soweit sie histologische Objekte betreffen, besser als die aller seiner Vorgänger; sie zeigen, daß er nicht nur starke Vergrößerungen, sondern auch ein Mikroskop mit klarem Gesichtsfeld benutzte. Bei ihm lag der Fehler in vorgefaßten Meinungen, in übereilter Deutung des Gesehenen. Er hatte, um Gleichen's Ansicht betreffs der Spaltöffnungen der Farnkräuter zu widerlegen, die-

¹⁾ Johannes Hedwig, der Begründer der wissenschaftlichen Mooskunde, wurde 1730 zu Kronstadt in Siebenbürgen geboren. Nach Beendigung seiner Studien in Leipzig kehrte er in seine Vaterstadt zurück, wo er jedoch, weil nicht in Oesterreich promovirt, zur ärztlichen Praxis nicht zugelassen wurde. Er kehrte daher nach Sachsen zurück und ließ sich als Arzt in Chemnitz nieder, von wo er 1781 nach Leipzig übersiedelte; hier wurde er 1784 am Militärspital angestellt, 1786 wurde er außerordentlicher Professor der Medizin, 1789 aber Ordinarius der Botanik. Er starb 1799. — Seine botanischen Studien, die er bereits als Student angefangen, setzte er auch unter schwierigen Verhältnissen in Chemnitz fort, bis er sich ihnen als Professor frei widmen konnte.

selben Organe auch bei zahlreichen phanerogamischen Pflanzen nachgewiesen, dabei die Oeffnung der Spalte erkannt und sie spiracula genannt. Auf der zum Zweck dieser Beobachtungen abgezogenen Epidermis sah er deutlich die doppelt contourirten Abgränzungen der Epidermiszellen, also diejenigen Zellwände, welche auf der Oberfläche senkrecht stehen. Diese hielt nun Hedwig für eine besondere Form von Gefäßen, die er als vasa reducentia oder lymphatica, später sogar vasa exhalantia bezeichnete und zugleich im Inneren des parenchymatischen Gewebes wieder zu finden glaubte, indem er offenbar die Stellen, wo je drei Wandflächen zusammenstoßen, für Gefäße hielt, mit denen er noch dazu die von dem älteren Moldenhawer (1779) beschriebenen Milchzellen von *Asclepias* verwechselte; jener scheint aber selbst schon die Interzellularräume im Mark der Rose für gleichbedeutend mit diesen Milchzellen gehalten zu haben. Mit dem Ausdruck Gefäß verband man eben im 18. Jahrhundert eine ganz in's Unbestimmte verschwimmende Vorstellung, welche ebensowohl die weiten Luftröhren des Holzes, wie die feinsten Fäserchen für Gefäße gelten ließ. Hedwig's Vorstellung vom Bau der Spiralgefäße war sonderbar genug. Für ihn war das Spiralband selbst als solches das Spiralgefäß; dabei hielt er jenes für hohl, weil es sich durch Aufnahme farbiger Flüssigkeiten färbt; bei den Spiralgefäßen mit entfernten Windungen des Schraubenbandes sah er zwar die zwischen den Windungen liegende, feine ursprüngliche Haut, er nahm jedoch an, daß diese innerhalb des Spiralbands liege, von demselben also äußerlich umwunden werde. Auf Tafel II des ersten Theils der *Historia muscorum* bildet er sogar das Leistennetz ab, welches die benachbarten Zellen an der Wand des Spiralgefäßes zurückgelassen haben, erklärt dasselbe jedoch für durch Austrocknung entstandene Falten.

Hedwig war ohne Zweifel ein sehr geübter Mikroskopiker und er empfahl überall die äußerste Behutsamkeit bei der Deutung der mikroskopischen Bilder. Wenn aber ein Beobachter von solcher Sorgfalt und Uebung, wie er, der noch dazu mit einem

ziemlich stark vergrößernden Mikroskop versehen war, in so grobe Irrthümer verfiel, so kann es nicht überraschen, wenn Andere wie P. Schrank, Medicus, Brunn, Senebier noch weniger zu Tage förderten.

Mit diesen höchst unbedeutenden Leistungen schließt das 18. Jahrhundert.