

Erstes Capitel.

Begründung der Phytotomie durch Malpighi und Grew.
1671—1682.

Die Grundlage aller Pflanzenanatomie, aller Einsicht in die Struktur der Pflanzensubstanz ist die Kenntniß ihres zelligen Baues. Die erste Wahrnehmung eines solchen finden wir in einem 1667 erschienenen, umfangreichen Werke von Robert Hooke¹⁾: *Mikrographia or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses* (London). Der Verfasser dieses merkwürdigen Buches war nicht Botaniker, sondern ein Naturforscher von der Art, wie sie besonders im 17. Jahrhundert vorkamen: er war Mathematiker, Chemiker und Physiker, vor Allem Mechaniker, der sich später auch als Architekt bewährte, dabei Philosoph in der damals neuen Richtung; neben zahlreichen Entdeckungen auf den verschiedensten Gebieten gelang es ihm auch 1660 das zusammengesetzte Mikroskop soweit zu verbessern, daß es bei namhafter Vergrößerung noch einigermaßen deutliche Bilder gab. Mit seinem Instrument entdeckte schon 1661 Henshaw, wie angegeben wird, die Gefäße im Holz des Nußbaums, eine für unsere Geschichte ziemlich gleichgültige Thatsache. Hooke selbst aber wollte vor Allem der Welt zeigen, was Alles

¹⁾ Robert Hooke, geb. 1635 zu Freshwater auf der Insel Wight, entfaltete trotz seines kranken Körpers eine Thätigkeit von unglaublicher Ausdehnung und Vielseitigkeit, über welche ein guter Artikel von de l'Anlaye in der Biographie universelle Auskunft gibt. Hooke wurde 1662 Mitglied der Royal society, später auch Sekretär derselben und Professor der Geometrie am Grasham college. Er starb 1703.

man mit seinem verbesserten Instrument sehen könne; als Verehrer der inductiven Philosophie kam es ihm darauf an, die Sinneswahrnehmungen, die Grundlage aller menschlichen Erkenntniß, zu vervollkommen; in diesem Sinne unterwarf er seinem Mikroskop die verschiedensten Dinge, um zu zeigen, wie viel das unbewaffnete Auge nicht sieht. An das, was er sah, knüpfte er Erörterungen über die manigfaltigsten Fragen seiner Zeit. Das Buch war also nicht etwa der Phytotomie gewidmet; vielmehr ist darin von der Struktur der Pflanzensubstanz nur eben so gelegentlich die Rede, wie von der Entdeckung parasitischer Pilze auf Blättern und von anderen Dingen. Was Hooke aber von der Struktur der Pflanzen sah, war nicht viel, aber neu und im Ganzen vorurtheilsfrei aufgefaßt. Es scheint, daß er den zelligen Bau der Pflanzen zuerst durch die mikroskopische Besichtigung der Holzkohle aufgefunden habe. Dann aber untersuchte er auch den Kork und andere Gewebeformen. Ein dünner Schnitt des Flaschenkorkes auf schwarzem Grund (also bei auffallendem Licht) erscheine wie eine Bienenwabe, man unterscheide Hohlräume (Poren) und die sie trennenden Wände; jenen aber giebt er den Namen, den sie noch jetzt führen: er nennt sie Zellen. Die reihenweise Anordnung der Korkzellen verführt ihn aber, sie für Abtheilungen langer Hohlräume zu halten, welche durch Diaphragmen getrennt sind. Dies, sagt er, seien überhaupt die ersten mikroskopischen Poren, die er und irgend Jemand gesehen habe; er hielt also die Zellräume der Pflanzen für ein Beispiel der Porosität der Materie, wofür sie auch in den neuesten Lehrbüchern der Physik noch ausgegeben werden. Auch benutzte Hooke seine Entdeckung zunächst nur dazu, die physikalischen Eigenschaften des Korkes zu erklären: die Zahl der Poren in einem Kubikzoll berechnet er auf 1200 Millionen. Er zieht aber noch eine andere Folgerung botanischer Natur: er schließt nämlich aus dem Bau des Korkes, daß er der Rindenauswuchs eines Baumes sein müsse und beruft sich zur Bestätigung dieser Hypothese auf die Angaben eines gewissen Johnston. Die Thatsache, daß der Kork die Rinde eines Baumes sei, war also

damals noch nicht allen Gebildeten in England bekannt. — Weiter hin aber heißt es bei Hooke, diese Art der Textur sei nicht bloß dem Kork eigen; denn als er mit seinem Mikroskop das Mark des Hollunders und anderer Bäume, sowie auch die Pulpa hohler Stengel, wie derer des Fenchels, der Kardens, des Schilfes u. a. geprüft habe, so habe er eine ganz ähnliche Art der Struktur gefunden, nur mit dem Unterschied, daß hier die Poren (Zellen) in Längsreihen, bei dem Kork dagegen in Transversalreihen geordnet seien. — Verbindungskanäle der Zellen unter einander habe er zwar nicht gesehen, solche müssen aber existiren, da der Nahrungsfaß von einer zur andern geht; denn er habe gesehen wie bei frischen Pflanzen die Zellen mit Saft gefüllt sind und ebenso sei es bei den langen Poren des Holzes, die er dagegen bei dem verkohlten Holze saftleer, mit Luft gefüllt gefunden habe.

Man sieht, es war nicht viel, was Hooke mit seinem verbesserten Mikroskop sah; dünne Querscheiben des Stengels der Balsamine oder des Kürbis, zweier Pflanzen, die damals in jedem Garten wuchsen, hätten auch dem unbewaffneten Auge ebensoviel, ja mehr von der Pflanzenstruktur gezeigt. Hier bewährte sich aber sogleich, was ich oben über den Einfluß des Mikroskops auf den Gebrauch des Auges sagte; die Freude an der Leistung des neuen Instruments mußte erst die Aufmerksamkeit auf Dinge lenken, die man auch ohne jenes sehen konnte, aber eben doch nicht sah.

Um die Zeit des Erscheinens von Hooke's Mikrographie hatten aber bereits Malpighi und Grew die Struktur der Pflanzen zum Gegenstand ausführlicher und methodischer Untersuchungen gemacht, deren Resultate sie fast gleichzeitig 1671 der königlichen Gesellschaft in London vorlegten. Die Frage, welchem von beiden die Priorität gebühre, ist wiederholt besprochen worden, obwohl die hier zu beachtenden Thatsachen ganz klar vorliegen. Der erste Theil von Malpighi's später erschienenem großen Werk, die *Anatomes plantarum idea*, ist datirt Bologna den 1. November 1671 und Grew, später (seit 1677) Sekretär

der Royal society, berichtet in der Vorrede zu seinem anatomischen Werk (1682), am 7. Dezember 1671 habe Malpighi seine Schrift der Gesellschaft vorgelegt, an demselben Tage, wo Grew seine Abhandlung *The anatomy of plantes* begun schon gedruckt vorlegte, nachdem er sie bereits als Manuscript am 11. Mai desselben Jahres eingereicht hatte. Es ist aber zu beachten, daß diese Daten nicht etwa für die ausführlichen, später erschienenen Werke beider Männer gelten, sondern nur für ihre resumirenden vorläufigen Mittheilungen, in denen sie die Hauptergebnisse ihrer bis dahin angestellten Forschungen kurz zusammenfaßten; diese vorläufigen Mittheilungen bildeten in den spätern ausführlichen Werken beider den ersten Theil, gewissermaßen die Einleitung. Die ausführliche Darstellung Malpighi's wurde 1674 vorgelegt, während Grew zwischen 1672 und 1682 noch eine Reihe von Abhandlungen über die verschiedenen Theile der Pflanzenanatomie ausarbeitete, die dann mit jener vorläufigen Mittheilung zusammen 1682 unter dem Titel: *The anatomy of plantes* in einem starken Folioband erschienen. Grew hatte also Gelegenheit bei seinen späteren Ausarbeitungen Malpighi's Ideen zu benutzen; er hat dieß wirklich gethan und was die Hauptsache für den Prioritätsstreit ist: wo er es that, hat er Malpighi ausdrücklich citirt. Damit erlebte sich ohne Weiteres die schwere Beschuldigung, welche Schleiden (Grundzüge 1845 I. p. 207) gegen Grew erhoben hat.

Wer die umfangreichen Werke von Malpighi und Grew nicht selbst gelesen hat, sie etwa nur aus den Citaten der späteren Phytotomen kennt, kann leicht auf die Meinung verfallen, die beiden Begründer der Phytotomie hätten sich schon eine Zellentheorie von der Art, wie wir sie jetzt besitzen, zu recht gelegt. Dem ist jedoch nicht so; die Werke von Malpighi und Grew haben nur geringe Aehnlichkeit mit den neuern Darstellungen der Pflanzenanatomie; der Unterschied liegt vorwiegend darin, daß die Neuern bei ihrer Darstellung der Struktur der Pflanzen sogleich von dem Begriff der Zelle ausgehen und erst später die Verbindung der Zellen zu Gewebemassen behandeln, während

dagegen die Begründer der Phytotomie, wie es in der Natur der Sache lag, zuerst und ganz vorwiegend die gröberen anatomischen Verhältnisse behandeln, Rinde, Bast, Holz, Mark vorwiegend der dikotylen Holzpflanzen in ihren makroskopischen Verhältnissen beschreiben, die histologischen Unterschiede von Wurzel, Stamm, Blatt, Frucht in ihren gröberen Verhältnissen darstellen, den Bau der Knospen, Blüthen, Früchte, Samen soweit er sich vorwiegend mit unbewaffnetem Auge erkennen läßt, ausführlich untersuchen. Die feineren Strukturverhältnisse werden erst im Anschluß an diese gröbere Anatomie und überall im innigsten Zusammenhang mit dieser behandelt. Der Hauptnachdruck fällt dabei auf die Betrachtung der Art und Weise, wie die faserigen Gewebemassen sich mit dem saftig parenchymatischen verbinden; die Fragen nach der Natur der Zelle, der Faser, des Gefäßes werden nur gelegentlich im Laufe der Darstellung wiederholt berührt oder ausführlicher besprochen. Untersuchung und Darstellung ist hier also eine vorwiegend analytische, während sie in den neueren Compendien der Phytotomie wesentlich synthetisch ist. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß bei dieser Behandlungsweise diejenigen Fragen, welche in unserm Jahrhundert eine prinzipielle Wichtigkeit gewannen, entweder nur nebenher oder gar nicht behandelt wurden; man darf daher, um das Verdienst beider Männer beurtheilen zu können, nicht mit den Anforderungen, welche die fortgeschrittene Wissenschaft stellt, an die Lektüre ihrer Werke herantreten. Ganz verkehrt wäre es sogar, den Werth dieser Bücher danach bemessen zu wollen, ob und in wie weit ihr Inhalt mit der gegenwärtigen Zellentheorie übereinstimmt. Beide hatten vollauf damit zu thun, sich in der neuen Welt, die das Mikroskop eröffnete, überhaupt nur zu orientiren; viele Fragen, die für uns bedeutungslos geworden sind, mußten damals erst gelöst werden und gerade in diesem Streben, sich vor allen Dingen über die gröberen Verhältnisse des anatomischen Baues der Pflanzen zu orientiren, lag ganz vorwiegend das Verdienst Malpighi's und Grew's; in dieser Beziehung ist das Studium ihrer Werke selbst jetzt noch den Anfängern zu empfehlen,

da die neueren phytotomischen Werke in dieser Richtung meist sehr unvollkommen sind. Bei all dem ist jedoch nicht zu unterschätzen, was Malpighi und Grew über die feinere Anatomie, besonders über die Beschaffenheit des festen Zellhautgerüsts in der Pflanze sagen; so unvollkommen und unfertig auch ihre Ansichten darüber sind, so blieben sie doch über hundert Jahre lang die Grundlage alles dessen, was man über die zellige Struktur der Pflanzen wußte und als am Anfang unseres Jahrhunderts die Phytotomie einen neuen Aufschwung nahm, waren es gerade Malpighi's und Grew's zerstreute Bemerkungen über die Verbindung der Zellen unter einander, über die Struktur der Fasern und Gefäße, an welche die neueren Phytotomen anknüpfend ihre eigenen Untersuchungen aufnahmen.

Wenn in den hier berührten Punkten Malpighi und Grew der Hauptsache nach übereinstimmten, so war doch die Darstellung beider im Uebrigen sehr verschieden. Malpighi hielt sich mehr an das unmittelbar Sichtbare, Grew gefiel sich darin, an das Gesehene die mannigfaltigsten theoretischen Erörterungen zu knüpfen, besonders suchte er auf speculativem Wege über die Grenzen des mikroskopisch Sichtbaren hinauszugehen. Malpighi's Darstellung macht mehr den Eindruck eines genialen Entwurfs, Grew's den der sorgfältigsten, selbst etwas pedantischen Ausführung; in Malpighi verräth sich eine größere formale Bildung, welche die Fragen halb spielend, andeutend, fast im Conversationston behandelt. Grew dagegen ist bemüht, die neue Wissenschaft schulmäßig in ein wohl durchdachtes System, auch mit der Chemie, Physik und vor Allem mit der cartesianischen Korpuskularphilosophie in Zusammenhang zu bringen. Malpighi war einer der berühmtesten Mediciner und Zootomen seiner Zeit und behandelte die Phytotomie von den in der Zootomie bereits eröffneten Gesichtspunkten aus; Grew beschäftigte sich zwar auch gelegentlich mit Zootomie, er war aber in der That fachmäßig Pflanzenanatom, der sich zumal seit 1668 fast ausschließlich mit der Struktur der Pflanzen beschäftigte, so zwar, daß bis auf Wirbel

und Mohl kaum Einer in dem Grade sich der Phytotomie gewidmet hat.

Wie auch auf dem Gebiet der Medicin im 17. Jahrhundert die menschliche Anatomie auf das Innigste mit der Physiologie verknüpft war, die letztere noch gar nicht als besondere Disciplin behandelt wurde, so verband sich nothwendig auch bei den Begründern der Phytotomie die physiologische Betrachtung der Funktionen der Organe überall mit dem Studium ihrer Struktur. Bei jeder anatomischen Frage standen Erwägungen über die Saftbewegung und Ernährung im Vordergrund; Strukturverhältnisse, welche sich dem bewaffneten Auge entzogen, wurden aus physiologischen Gründen hypothetisch angenommen; obgleich man damals von den Funktionen der Pflanzenorgane überhaupt nur wenig Positives wußte; man stützte sich daher auf Analogieen zwischen Vegetation und thierischem Leben, wodurch die Pflanzenphysiologie zwar ihre ersten kräftigen Impulse erhielt, anfangs aber doch vielfach Irrthümer hervorgerufen wurden, welche auch die anatomische Behandlung oft verwirrten. Gegenwärtig, wo die Pflanzenanatomie sich mehr als wünschenswerth von der Physiologie, d. h. von der Untersuchung der Funktionen der Organe, abgetrennt hat, ist es nach dem Gesagten sehr schwer, ja unmöglich, dem Leser in Kürze den Inhalt der beiden epochemachenden Werke vorzuführen. Ich muß mich darauf beschränken, einige Hauptpunkte hervorzuheben, an welche die weitere Entwicklung der Phytotomie historisch angeknüpft hat; das sind aber zum Theil gerade solche Fragen, denen Malpighi und Grew nur nebenbei ihre Aufmerksamkeit schenkten, deren Betonung also eine gewisse Ungerechtigkeit gegen sie enthält. Auf den physiologischen Inhalt ihrer Werke komme ich im dritten Buch unserer Geschichte zurück, indem ich es hier versuche, nur das die Strukturverhältnisse der Pflanzen Betreffende auszufondern.

Das phytotomische Werk des **Marcello Malpighi** ¹⁾ erschien

¹⁾ M. Malpighi geb. zu Crevalcuore bei Bologna 1628 wurde 1653 Doctor der Medicin, seit 1656 Professor in Bologna, Pisa, Messina und

unter dem Titel: *Anatome plantarum* in Verbindung mit einer Abhandlung über das bebrütete Hühnerei (1675). Der phytotomische Theil des Buches zerfällt in zwei Hauptabschnitte, deren erster *Anatomes plantarum idea*, wie bereits erwähnt, schon 1671 vollendet wurde und eine allgemeine resumirende übersichtliche Darstellung von Malpighi's Ansichten über den Bau und die Funktionen der Pflanzenorgane auf 14½ Folioseiten enthält; während der zweite viel umfangreichere Theil vom Jahre 1674 die im ersten ausgesprochenen Ansichten an zahlreichen Beispielen und mit Hilfe vieler Kupfertafeln eingehend erläutert; unserem Zweck entspricht es, uns vorwiegend an die im ersten Theil zusammenhängend dargestellten Ansichten Malpighi's zu wenden.

Er beginnt seine Betrachtungen mit der Anatomie der Baumstämme und da deren Rinde zuerst in's Auge fällt, so wird zuerst von ihr gehandelt. Der äußere Theil derselben, die *Cuticula*, bestehe aus Schläuchen (*utriculis*) oder Säckchen, welche in horizontale Reihen geordnet sind; mit dem Alter sterben diese ab, fallen zusammen und bilden zuweilen eine trockene *Epidermis*. Nach Wegnahme der letzteren kommen mehr und mehr Schichten holziger Fasern zur Vorschein, welche gewöhnlich netzartig mit einander verwebt und schichtenweise über einander gelagert der Längsrichtung des Stammes folgen. Diese faserigen Bündel bestehen aus zahlreichen Fasern und jede einzelne derselben aus Röhren, welche in einander münden (*quaelibet fibra insignis fistulis invicem hiantibus constat*) u. s. w. Die Zwischenräume jenes Netzes werden von runden Schläuchen erfüllt, die gewöhnlich gegen das Holz hin horizontale Richtung haben. Hat man die Rinde weggenommen, so erscheint das Holz, dessen größerer Theil aus Fasern und Röhren besteht, welche in die Länge gestreckt sind und aus Ringen oder gegen

wieder in Bologna. Innocenz XII. ernannte ihn 1691 zu seinem Leibarzt. Er starb 1694. Ueber seine vergleichend anatomischen Arbeiten und seine Verdienste um die menschliche Anatomie vergl. *Biographie universelle* und B. Carus *Gesch. der Zoologie* p. 395.

einander geöffneten Blasen bestehen, die in Längsreihen geordnet sind. Auch die Fasern des Holzes laufen nicht parallel, sondern lassen nebartig anastomosirend winklige Räume zwischen sich entstehen, deren größere wieder von Schlauchbündeln erfüllt sind, die von der Rinde durch diese Zwischenräume hindurch bis zum Mark verlaufen u. s. w. — Zwischen den genannten fibrösen und fistulösen Bündeln des Holzes liegen die Spiralaröhren (*spirales fistulae*), an Zahl zwar geringer, an Größe aber beträchtlicher, so daß sie am querdurchschnittenen Stamm mit offener Mündung erscheinen. Sie liegen in verschiedener Weise, der Mehrzahl nach aber in concentrischen Kreisen. Diese Spiralaröhren habe er durch zehnjährige Untersuchung (also schon seit 1661) bei allen Pflanzen gefunden und es mag gleich hier hinzugesetzt werden, daß Grew in der Einleitung zu seinem Werk ausdrücklich die Priorität dieser Entdeckung dem Malpighi zugestehet; andererseits aber muß auch hinzugesetzt werden, daß Malpighi's Vorstellungen von diesen Spiralaröhren höchst unklar waren ¹⁾, was bei den späteren Schriftstellern vielfach Anlaß zu Mißdeutungen und groben Irrthümern gab. Er glaubte in diesen Gefäßen sogar eine peristaltische Bewegung wahrzunehmen, eine Täuschung der sich am Anfang unseres Jahrhunderts manche Naturphilosophen mit besonderer Vorliebe hingaben.

Bei dem Ficus, der Cypresse u. a. beobachtete er außerhalb der fibrösen Fascikeln und Tracheen verschiedene Reihen von Röhren, welche eine Milch ausstießen lassen, woraus er schließt, daß auch im Holz der Stämme derartige eigenthümliche

¹⁾ *Componuntur* (heißt es p. 3) *expositae fistulae (spirales) zona tenui et pellucida, velut argentei coloris, lamina, parum lata, quae spiraliter locata, et extremis lateribus unita, tubum interius et exterius aliquantulum asperum efficit; quin et avulsa zona capites seu extremo trachearum tum plantarum, tum insectorum, non in tot disparatos annulos resolvitur, ut in perfectorum trachea accidit; sed unica zona in longum soluta et extensa extrahitur.*

Röhren vorhanden sein möchten, aus denen Milch, Terpentin, Gummi und Aehnliches ausfließe.

Hiermit haben wir die Elementarorgane der Pflanze, soweit sie Malpighi bekannt waren: im Folgenden finden wir sie zu einer Histologie des Stammes verwendet, in welche sich jedoch sofort ein Irrthum einschleicht, der sich, auf die Autorität Malpighi's gestützt, bei den Phytotomen des 18. Jahrhunderts und selbst bei denen in den ersten Dezennien des 19. erhalten hat, die Theorie nämlich, daß die jungen Holzlagen des Stammes durch periodische Umänderung der innersten Rindenschichten (sekundären Bastschichten) entstehen, zu welcher Annahme er, wie es scheint, zum Theil durch die Weichheit und helle Farbe des Splintes, zum Theil durch die faserige Beschaffenheit desselben verleitet wurde. In dieser Substanz entstehen nun nach und nach die Spiralaröhren und indem die Masse solider und kompakter wird, bildet sie später das wahre Holz.

Im Innersten des Stammes liegt das Mark, welches nach Malpighi aus zahlreichen Ordnungen von Kugeln (*globulorum multiplici ordine*) besteht, die der Länge nach aneinander gereiht sind und aus membranösen Schläuchen bestehen, wie man deutlich am Nußbaum, dem Hollunder u. a. wahrnehme. Bei dieser Gelegenheit werden auch gleich die Milchgefäße im Mark des Hollunders erwähnt. Indem wir verschiedenes Andere übergehen, mag noch hervorgehoben werden, daß er an den jungen Zweigen den Zusammenhang ihrer Gewebeschichten mit denen des Mutter sproßes erkennt; daß er ebenso mit besonderem Nachdruck dieselbe Continuität der Gewebeschichten zwischen Blatt und Sprossaxe hervorhebt. Dann berührt er kurz die anatomischen Verhältnisse der Früchte und Samen, das Vorhandensein und den Bau des Embryo's in Letzteren, um dann auf die Wurzeln überzugehen. „Die Wurzeln sind bei den Bäumen ein Theil des Stammes, welcher in Zweige getheilt endlich in Haarfäden (*capillamenta*) sich auflöst; so zwar, daß die Bäume nichts Anderes sind, als feine Röhren, welche innerhalb des Bodens getrennt verlaufen, sich nach und nach in Bündel sammeln,

welche selbst weiterhin mit anderen noch größeren sich vereinigen und endlich sämmtlich gewöhnlich in einen einzigen Cylinder zusammentreten, um so den Stamm zu bilden, welcher dann an der entgegengesetzten Extremität durch wieder eintretende Separation der Röhren seine Nests austreckt und nach und nach durch weitere Theilung aus größeren in kleine, endlich in den Blättern sich ausbreitet und so seine letzte Begrenzung findet.“ Der Schluß der ganzen Darstellung betrifft vorwiegend die Bedeutung der verschiedenen Gewebeformen für die Ernährung der Pflanze.

Im zweiten, 1674 vorgelegten Theil werden nun die verschiedenen Gewebeformen des Stammes ausführlicher besprochen, wobei sich neben vielem in der That Guten doch auch vieles höchst Unvollkommene vorfindet, was nicht ausschließlich der Inferiorität seiner Mikroskope zuzuschreiben sein möchte. Ganz vortrefflich ist jedoch die Art und Weise, wie Malpighi über die größeren anatomischen Verhältnisse der Rinde des Holzes des Markes sich zu orientiren sucht, wie er zumal in der Textur der Rinde und des Holzes den longitudinalen Verlauf der Gefäße und Holzfasern mit dem horizontalen Verlauf der Markstrahlen und Spiegelfasern zusammenhält. Seinen Abbildungen nach zu schließen, müssen die von ihm angewandten Vergrößerungen schon recht beträchtliche gewesen sein; wieviel von dem Fehlerhaften aber der Unklarheit des Gesichtsfeldes, wieviel der ungenauen Beobachtung zuzuschreiben sei, läßt sich nicht sagen. So sieht er z. B. die gehöften Tüpfel des Coniferenholzes ohne deren centrale Pore zu erkennen und bildet sie als grobe Körner ab, welche auf der Außenseite der Holzzellen liegen; für Malpighi sowohl, wie für seine Nachfolger war es ein Mißgeschick, daß die großen Gefäße des Dikotylen-Holzes, denen sie ihre Aufmerksamkeit besonders zuwandten, oft von sekundärem Zellgewebe erfüllt sind (den Tüllen), die Malpighi bereits Taf. VI. Fig. 21. abbildet, deren wahre Natur aber erst fast 150 Jahre später erkannt wurde. Ganz besonderen Nachdruck legt Malpighi, wie es nachher auch von den späteren Phytotomen bis in die zwanziger Jahre unseres Jahrhunderts herein geschehen

ist, auf die Struktur der Spiralgefäße oder Tracheen, von denen er ganz besonders hervorhebt, daß sie immer von einer Scheide von Holzfasern umgeben sind. Indessen verfiel Malpighi noch nicht auf die sonderbaren Vorstellungen über die Natur der Spiralgefäße, denen sich später Grew und die anderen Phytotomen hingaben.

Wir können hier die zahlreichen Exkurse auf die Assimilation und Saftbewegung übergehen; hervorzuheben sind dagegen Malpighi's Beschreibungen und Abbildungen der Knospentheile, des Gefäßbündelverlaufs in verschiedenen Pflanzentheilen, ganz besonders auch seine Blüthen- und Fruchtanalysen und die für ihre Zeit sehr sorgfältige Untersuchung der Samen und Embryonen, deren Betrachtung uns jedoch vom Hauptthema zu weit abführen würden.

Wenn Malpighi's Werk mehr den Eindruck einer genial hingeworfenen Skizze macht, bei der es dem Autor wesentlich nur auf Feststellung der Grundzüge der Architektur der Pflanze ankommt, so erscheint dagegen das bei Weitem umfangreichere Werk von Nehemiah Grew¹⁾, *The anatomy of plantes* (1682) als ein in allen Einzelheiten sorgfältig durchgearbeitetes Lehrbuch; die geschmackvolle Eleganz Malpighi's ist hier durch eine oft weitschweifige, gründliche Ausführlichkeit ersetzt; während bei Malpighi nur gelegentlich die philosophischen Vorurtheile seiner Zeit anklingen und ihn dann gewöhnlich zu Mißgriffen veranlassen, ist dagegen Grew's Darstellung zwar überall von den philosophisch-theologischen Vorstellungen des damaligen Englands durchwebt; dafür aber entschädigt uns auf der anderen Seite eine bessere systematische Durchführung des Gedankengangs und besonders das Streben, das sinnlich Wahrgenommene in möglichst klare Vorstellungen um-

¹⁾ Nehemia Grew wurde als Sohn eines Geistlichen in Coventry wahrscheinlich 1628 geboren. Nachdem er auf einer ausländischen Universität das Doktorat erworben, widmete er sich in seiner Vaterstadt der ärztlichen Praxis und phytotomischen Untersuchungen; 1677 wurde er Sekretär der Royal Society. Nachdem er noch 1701 eine *Cosmographia sacra* herausgegeben, starb er 1711 (Biogr. univers.)

zusehen. Obgleich auch er physiologische Erwägungen überall mit in die anatomische Forschung hineinzieht, hält er sich doch frei von manchen Vorurtheilen, welche Spätere auf diesem Wege in die Phytotomie hineintrugen. Um nur vorläufig einen Punkt hervorzuheben, vermied er den später so verbreiteten Irrthum, als ob die Zellwände zum Zweck der Saftbewegung sichtbare Oeffnungen haben müßten, ein Irrthum, der erst 1828 von Mohl definitiv beseitigt wurde.

Auch Grew's Werk zerfällt, wie schon erwähnt, in zwei Hauptabtheilungen, von denen die erste *The anatomy of plants begun with a general account of vegetation founded thereupon* 1671 gedruckt wurde und in rascher cursorischer Darstellung auf 49 Folioseiten die gesammte Anatomie und Physiologie der Pflanzen umfaßt. In den späteren Jahren bis 1682 erschienen dann als besondere Abhandlungen die Anatomie der Wurzeln, Stämme, Blätter, Blüten, Früchte und Samen. Die dem Werk einverleibten chemischen Untersuchungen, ferner die über Farben, Geschmack und Geruch der Pflanzen können wir ebenso gut übergehen, wie die vorausgeschickte Abhandlung *An idea of a philosophical history of plants*, von der wir wohl, da sie erst im Januar 1672 der Royal society vorgelegt wurde, annehmen dürfen, daß sie vielleicht als ein Gegenstück zu Malpighi's *Anatomes plantarum* idea geschrieben worden sei, obgleich sie in der Darstellung weit von jener abweicht und Vieles aufnimmt, was der Anatomie und Physiologie der Pflanzen fremd ist.

Auch bei Grew fällt der Schwerpunkt der Untersuchung nicht in die Betrachtung der einzelnen Zelle, sondern in die Histologie; nachdem er ebenso wie Malpighi den Hauptunterschied des parenchymatischen Gewebes und der longitudinal gestreckten Faserformen, der ächten Gefäße und der saftführenden Canäle erkannt hat, kommt es ihm vorwiegend darauf an, die Zusammenlagerung dieser Gewebeformen in den verschiedenen Organen der Pflanze nachzuweisen und in diesem Punkte leistet er weit mehr als Malpighi, sowohl in sorgfältiger Beschreibung,

wie Schönheit der Abbildungen. Die zahlreichen Figuren Grew's, sorgfältiger als die von Malpighi in Kupfer gestochen, geben in der That zumal von dem Bau der Wurzeln und Stämme eine so klare Anschauung, daß noch jetzt ein Anfänger sie zur ersten Orientirung mit Nutzen gebrauchen kann; Figuren, wie die auf Tafel 36, 40 u. a. zeigen, daß Grew mit vielem Nachdenken seine Beobachtungen zu einem klaren Bild des Gesehenen zu gestalten wußte. Im Einzelnen finden sich freilich und selbstverständlich viele Irrthümer, wo es sich um den feineren Bau der verschiedenen Gefäß- und Zellenformen handelt.

Malpighi hatte Nichts darüber gesagt, ob er sich die Schläuche des Parenchyms (der Name Parenchym stammt von Grew) völlig geschlossen oder porös denke und in welcher Weise sie unter einander zusammenhängen; Grew läßt über diesen Punct keinen Zweifel; er sagt ausdrücklich p. 61, die Zellen oder Blasen des Parenchyms seien in sich geschlossen, ihre Wände nicht von sichtbaren Poren durchbohrt, so daß das Parenchym mit Bierschaum verglichen werden könne. Betreffs der Gefäße im Holz führt er ausdrücklich Malpighi's Ansicht an, ergänzt dieselbe aber dadurch, daß das Spiralband nicht immer bloß ein einzelnes sei, sondern daß auch zwei oder mehr von einander ganz isolirte Bänder die Wand des Gefäßes bilden, auch sei der Spiralfaden nicht flach, sondern rundlich wie ein Draht, die Windung desselben je nach dem Pflanzentheile einander mehr oder weniger genähert. Auch hebt er hervor, daß die Spiralaröhren niemals verzweigt sind und daß, wenn sie gerade verlaufen, wie im spanischen Rohr, man auf weite Strecken durch sie hindurchsehen kann. Die von Malpighi ausgegangene und dann durch das ganze 18. Jahrhundert festgehaltene Vorstellung vom Bau der Spiralgefäße hat Grew p. 117 klarer, als jener ausgesprochen; wobei man jedoch beachten muß, daß er sowohl, wie Malpighi die eigentlichen Spiralgefäße mit abrollbarer Spiralfaser von den im secundären Holz vorkommenden Gefäßformen, die nur bei der Zerreißung eine spiralige Structur zeigen, nicht scharf unterscheidet. Durch die Art, sagt er, wie die Fasern ge-

webt sind, geschieht es, daß die Gefäße oft in Form einer Platte sich aufrollen, sowie, wenn wir uns denken, ein schmales Band sei spiralgig um einen runden Stab so gewunden, daß Kante an Kante liegt; so wird, wenn der Stab herausgezogen ist, das gewundene Band in Form eines Tubus zurückbleiben und dieser entspräche einem Luftgefäß der Pflanze; es ist nämlich hier hervorzuheben, daß Grew, besser unterrichtet als die Phytotomen des 18. Jahrhunderts, die Holzgefäße als Luftbehälter betrachtet, wenn gleich sie zuweilen Wasser führen. Er fährt aber in der Beschreibung der Gefäßwand fort: die Platte, welche bei der Aufrollung eines Gefäßes zum Vorschein komme, sei selbst wieder aus zahlreichen untereinander parallellaufenden Fäden zusammengesetzt, wie bei einem künstlichen Band: und wie in einem solchen entsprechen auch hier die Fasern, welche spiralgig gewunden sind, dem Wurf oder der Kette eines künstlichen Gewebes, sie werden durch querlaufende Fasern, welche bei einem künstlichen Band dem Einschlag entsprechen, zusammengehalten. Um diese sehr sonderbare Vorstellung vom Bau eines Spiralgefäßes im Sinne Grew's zu begreifen, muß man aber wissen, daß er alle Zellwände, auch die des Parenchym, aus einem äußerst feinem Fadengewebe sich zusammengesetzt denkt; der von ihm vorher gemachte Vergleich des Zellengewebes mit Schaum, soll dem Leser offenbar nur die gröberen Verhältnisse klar machen; seine wahre Meinung ist vielmehr die, daß die Substanz der Gefäß- und Zellwände aus einem künstlichen Gewebe feinsten Fäden besteht. Nachdem er schon p. 76 und 77 darauf hingewiesen, kommt er p. 120 noch einmal sehr ausführlich auf diese Vorstellungsweise zurück. Die genaueste Vergleichung sagt er, welche wir von dem ganzen Körper einer Pflanze machen können, ist die mit einem Stück feinem Spitzengewebe, wie die Frauen dasselbe auf einem Kissen herstellen. Denn das Mark, die Markstrahlen und das Parenchym der Rinde sind ein äußerst feines und vollendetes Fadengewebe. Die Fäden des Markes laufen horizontal, wie die Fäden in einem Stück Gewebe und begrenzen die zahlreichen Blasen des Markes und der Rinde,

sowie die Fäden eines Gewebes die Hohlräume desselben umgrenzen. Die Holzfasern und Luftgefäße aber stehen auf diesem Gewebe senkrecht, also rechtwinklich zu den horizontalen Fasern der parenchymatischen Theile, etwa so, wie in einem auf dem Rissen liegenden Gewebestück die Nadeln senkrecht zu den Fäden stehen. Um dieses Bild zu vervollständigen, müsse man sich diese Nadeln hohl denken und das fädige Spitzengewebe in tausendfachen Lagen übereinander geschichtet. Grew gibt selbst gelegentlich an, daß er auf diese Vorstellung durch die Betrachtung eingetrockneter Gewebemassen gekommen sei, wobei er natürlich Runzeln und Falten sehen mußte, die er für seine Fäden nahm. Außerdem scheint er aber auch mit stumpfen Messern geschnitten zu haben, wobei Zellwände faserig zerreißen konnten, wie man fast aus der Abbildung Tafel 40 schließen möchte, wo das von ihm angenommene Fadengewebe der Zellwände deutlich genug abgebildet ist. Endlich mag auch die Beobachtung von neßförmig verdickten Gefäßen und vom kreuzweiß gestreiften Parenchymzellen zur Begründung seiner Ansicht beigetragen haben.

Es wird kaum überflüssig sein, hier die Bemerkung einzuschalten, daß aus Grew's Vorstellung von dem feinsten Bau der Zellwände offenbar der Sprachgebrauch entstanden ist, der hier, wie bei der Structur der Thiere, von Zellgewebe (*contextus cellulosus*) redet, ein Sprachgebrauch, der sich in die Mikroskopie einbürgerte und noch beibehalten wird, obgleich Niemand mehr an die von Grew gemachte Vergleichung des Zellenbaues mit einem künstlichen Spitzengewebe denkt. Das Wort Gewebe selbst aber, hat offenbar, wie es zu geschehen pflegt, die späteren Schriftsteller vielfach beirrt und sie veranlaßt, der Vorstellung von der Pflanzenstructur das Bild eines künstlichen Gewebes aus Häuten und Fasern zu Grunde zu legen.

Wie Malpighi, läßt auch Grew die jungen Holzlagen des Stammes aus den innersten Rindenschichten entstehen. Das eigentliche Holz, sagt er p. 114, ist nichts weiter, als eine Masse von alt gewordenen Lymphgefäßen, d. h. von Fasern, welche ursprünglich am inneren Umfang der Rinde lagen. Unter

eigentlicher Holzsubstanz versteht er aber den faserigen Bestandtheil des Holzes mit Ausschluß der Luftgefäße; seine Lymphgefäße sind die Bastfasern und ähnliche Gebilde; denn, heißt es weiter, die Luftgefäße mit den Markstrahlen und das wahre Holz bilden das, was gewöhnlich das Holz eines Baumes genannt wird; die Luftgefäße nenne er so, nicht, weil sie niemals Saft enthalten, sondern weil sie während der eigentlichen Vegetationszeit, wenn die Gefäße der Rinde mit Saft erfüllt sind, nur eine vegetabilische Luft enthalten.

Das hier Mitgetheilte giebt allerdings nur eine sehr unvollständige Vorstellung von den phytotomischen Verdiensten Grew's; denn, was hier als Hauptsache hervorgehoben wurde, kam für ihn, der sich vorwiegend mit den gröberem histologischen Verhältnissen befaßte, doch nur nebenbei in Betracht.

Auf diese beiden, nicht nur für die Botanik, sondern für die gesammte Naturwissenschaft bedeutungsvollen Werke Malpighi's und Grew's ist im Laufe der nächsten 120 Jahre kein einziges gefolgt, welches sich irgend wie ebenbürtig an ihre Seite stellen könnte, es erfolgte während dieser langen Zeit nicht nur kein Fortschritt, sondern sogar ein stetiger Rückgang, wie wir im folgenden Abschnitt noch sehen werden. Zunächst wurde freilich noch bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts die Pflanzenanatomie im Einzelnen, wenn auch nicht gerade sehr wichtigen Puncten gefördert durch Anton van Leeuwenhoek¹⁾,

¹⁾ Leeuwenhoek's zootomische Beobachtungen scheinen bedeutender, als seine botanischen. V. Carus sagt von ihm (Gesch. der Zoolg. p. 399): „Benutzte Malpighi das Mikroskop planmäßig und den Bedürfnissen einer Untersuchungsreihe entsprechend, so war das Instrument in den Händen des andern berühmten Mikroskopikers des 17. J.-h. mehr oder weniger das Mittel, die Neugierde, welche die Wunder einer bis dahin unsichtbaren Welt in empfänglichen Geistern erregte, zu befriedigen. Und doch sind die Entdeckungen, welche die Frucht eines emsigen, durch fünfzig Jahre fortgesetzten Gebrauchs des Mikroskops waren, extensiv, sowie ihrer Tragweite nach die wichtigsten und einflussreichsten. Anton von Leeuwenhoek war 1632 in Delft geboren, genoss keine gelehrte Erziehung, da er zum Kaufmannsstande bestimmt war (er soll nicht einmal Latein verstanden haben) wandte

der seine Beobachtungen über thierische und pflanzliche Anatomie in sehr zahlreichen Briefen der Royal society in London mittheilte, von denen eine erste Sammlung unter dem Namen *Arcana naturae* 1695 in Delft erschien. Es ist nicht leicht, aus den zerstreuten Angaben Leeuwenhoek's ein klares Bild seines phytotomischen Wissens zu gewinnen. Auch er behandelte die gröbere Anatomie, zumal der Früchte, Samen und Embryonen, machte gelegentliche Beobachtungen über die Keimung, wiederholt auch solche über den Bau verschiedener Hölzer u. s. w. Dieß alles jedoch trägt den Charakter nur gelegentlicher Beschäftigung mit den Pflanzen; meist waren es Fragen der damals herrschenden Naturphilosophie, besonders auch solche, welche mit der Evolutionstheorie zusammenhängen, nicht selten sogar bloße Neugierde und das Gefallen an verborgenen, anderen Leuten schwer zugänglichen Dingen, was ihn zu seinen Beobachtungen veranlaßte, aus denen ein Gesamtbild der Pflanzenstructur zu entwerfen, er unterließ. Dabei erwarb er sich aber unstreitig Verdienste um die Vervollkommnung der einfachen Vergrößerungsgläser, deren er eine große Zahl eigenhändig herstellte und welche Vergrößerungen lieferten, die Malpighi und Grew offenbar nicht zu Gebote standen. Diesem Umstand ist zu verdanken, daß Leeuwenhoek, die im secundären Holz verlaufenden Gefäße nicht spiralg verdickt, sondern mit Tüpfeln besetzt fand, deren wahren Bau er jedoch nicht erforschte. Außerdem ist er wohl der Erste gewesen, der die Krystalle im Pflanzengewebe (und zwar im Wurzelstock von *Iris florentina* und *Smilaxarten*) auffand, was ebenfalls nur mit starken Vergrößerungen möglich war. Im Uebrigen kehren bei ihm die von Malpighi und Grew gehegten histologischen Vorstellungen

sich aber aus Liebhaberei dem Verfertigen vorzüglichster Linsen zu, mittels deren er unablässig immer neue und neue Gegenstände durchsuchte, ohne bei diesen Untersuchungen von irgend einem durchgehenden wissenschaftlichen Plan geleitet zu werden. Die künigl. Gesellschaft zu London, welcher er seine Beobachtungen übersandte, machte ihn zum Mitglied. Er starb, 90 Jahre alt, 1723 in seiner Geburtsstadt."

wieder, und im Ganzen machen alle seine zahlreichen Mittheilungen gegenüber der geschmackvollen Klarheit Malpighi's und der systematischen Gründlichkeit Grew's einen peinlichen Eindruck von Zerfahrenheit und Dilettantenthum. Auch halten seine Abbildungen, die er nicht selbst machte, den Vergleich mit denen seiner großen Zeitgenossen, einzelne Ausnahmen abgerechnet, nicht aus.

folgt
eben
Tag
Nach
des
klägl
Fors
über
beric
hoe
nicht
und
sond
Anfi
stellu
die
stan
Mit
gut,
besch
Aug
kann
und
sucht