

Drittes Capitel.

Untersuchung des fertigen Zellhautgerüsts der Pflanzen.

1800 — 1840.

Eine scharfe Grenze zwischen dem vorigen und diesem Zeitraum findet sich nicht; die Beobachtungen der jetzt auftretenden Phytotomen sind anfangs kaum besser als die Hedwig's und Wolff's; sorgfältige Kritik des Selbstgesehenen und der Literatur sind in den ersten Jahren noch vielfach zu vermissen und vorgefaßte Meinungen verdarben den Beobachtern oft das Urtheil über das Gesehene.

In Einer Beziehung aber tritt mit dem Beginn des neuen Jahrhunderts plötzlich eine auffallende Besserung ein; die Zahl der gleichzeitig arbeitenden, einander kontrolirenden und kritisirenden Phytotomen ist plötzlich eine größere geworden. Im vorigen Jahrhundert lag zwischen je zwei phytotomischen Arbeiten ein Decennium oder gar eine Reihe von solchen: mit dem Beginn des 19. Jahrhunderts dagegen treten verschiedene Phytotomen gleichzeitig auf. Im Lauf der ersten zwölf Jahre sehen wir fast ein Duzend phytotomischer Werke auf einander folgen, ein wissenschaftlicher Wettstreit belebt die Forschung. Zum ersten Mal ist es ein Franzose, dem wir auf dem Felde der Phytotomie begegnen, Brisseau Mirbel, der 1802 mit seinem *Traité d'anatomie et de physiologie végétale* hervortritt und eine Reihe von phytotomischen Fragen eröffnet, an deren Bearbeitung und Widerlegung sich unmittelbar darauf mehrere deutsche Botaniker betheiligen: Kurt Sprengel 1802, Bernhardi 1805, Treviranus 1806, Link und Rudolphi 1807. Auch

darin lag ein Fortschritt, der die ganze Pflanzenkunde betraf, daß abgesehen von Rudolphi, alle diese Männer, ebenso wie vorher Hedwig, Botaniker von Fach waren; die Ueberzeugung brach sich endlich Bahn, daß neben der Pflanzenbeschreibung nach dem Linné'schen Schematismus doch auch die Untersuchung der innern Struktur mit in das Bereich der botanischen Forschung gehöre; und nicht zu verkennen ist anderseits, daß die botanischen Kenntnisse dieser Männer ihren phytotomischen Forschungen vielfach Vorschub leisteten, ihrer Arbeit sofort eine bestimmtere Richtung auf das wirklich Wissenswerthe und auf das zunächst anzustrebende Ziel gaben. In noch höheren Grade, als von den eben Genannten, gilt dies von dem jüngeren Moldenhawer, der durch seine 1812 herausgegebenen Beiträge den ersten Abschnitt dieses Zeitraums gewissermaßen zu einem vorläufigen Abschluß brachte, indem er die Beobachtungsmethoden vervollkommnete, eine kritisch vergleichende Behandlung des Selbstgesehenen und der Literatur mit großer Schärfe durchführte, überhaupt mit den Mikroskopen jener Zeit Alles leistete, was irgend erwartet werden darf.

Auf Moldenhawer folgt nun aber ein für uns leerer Zeitraum von ungefähr 16 Jahren (1812—1828), in welchem Nichts von erheblicher Bedeutung auf dem anatomischen Gebiet geleistet wurde. Dagegen fällt in diesen Zeitraum eine Reihe der wichtigsten Verbesserungen, welche das zusammengesetzte Mikroskop seit seiner Erfindung erfahren hat.

Schon 1784 hatte Lepinus Objektivlinsen aus Flint- und Kronglas hergestellt, schon 1807 van Deyl¹⁾ solche mit zwei achromatischen Linsen konstruirt, was jedoch nicht ausschloß, daß die Phytotomen auch später noch über den Zustand des Instruments Klage führten; ihre Abbildungen zeigen, wie wenig klar sie mit ihren Instrumenten zu sehen vermochten und doch waren die Vergrößerungen unbedeutend; Link sagt ausdrücklich in der Vorrede zu seiner Preisschrift 1807, daß er gewöhnlich

¹⁾ Vergl. P. Harting „das Mikroskop“ S 433 und 434.

mit einer 180maligen Vergrößerung beobachte und Moldenhawer schreibt 1812 unter allen von ihm benutzten Mikroskopen einem von Wriight, welches sogar bei 400maliger Vergrößerung noch brauchbar sei, den Vorzug vor allen übrigen zu, während die deutschen Instrumente, zumal die Weickert'schen schon bei 170—300maliger Vergrößerung unbrauchbar seien.

Es verging jedes Mal einige Zeit zwischen der Verbesserung des Mikroskops und dem Hervortreten der Vortheile, welche die Phytotomie davon zog; so zeigte schon 1824 Selligue der Pariser Akademie ein vortreffliches Mikroskop mit Doppellinsen; deren mehrere über einander geschraubt werden konnten und welches mit gewöhnlichem Tageslicht noch bei 500 maliger Vergrößerung brauchbar war; so konstruirte schon 1827 Amici die ersten achromatischen und aplanatischen Objektive mit drei übereinander geschraubten Doppellinsen, deren flache Seite dem Objekt zugekehrt war. Und doch äußerte sich noch 1836 ein so geübter Phytotom wie Meyen abfällig über die Instrumente seiner Zeit und auch er gab einem alten englischen Mikroskop von James Man den Vorzug; doch räumte er ein, daß die neuesten Ploessl'schen Instrumente noch etwas besser seien. In seiner 1830 erschienenen Phytotomie sagt Meyen, alle Bilder derselben seien nach 220maliger Vergrößerung gemacht, dasselbe gilt noch von den sehr schönen Bildern in seiner 1836 erschienenen Teyler'schen Preisschrift; im „Neuen System“ von 1837 dagegen benutzte Meyen bereits Vergrößerungen bis über 500. Wie rasch der Fortschritt in den Jahren vor und nach 1830 war, zeigt die Vergleichung von Mohl's Werk über die Schlingpflanzen 1827, wo die Bilder noch ganz alterthümlich aussehen, mit seinen 1831 und 1833 erschienenen Arbeiten, deren Bilder einen ganz modernen Eindruck machen.

Mit der Bervollkommnung der Mikroskope nahm auch die Kunst des Präparirens der anatomischen Objekte nach und nach einen höheren Aufschwung. Im Anfang des Jahrhunderts war diese Kunst, wie man aus den Aeußerungen der Schriftsteller und ihren Abbildungen schließen darf, noch sehr wenig ausgebildet. Es konnte

schon als ein großer Fortschritt gelten, daß der jüngere Moldenhawer 1812 die Zellen durch Maceration in Wasser (durch Fäulniß) isolirte und so das Mittel gewann, Zellen und Gefäße allseitig und in unverletztem Zustand zu betrachten, sie in ihrer wahren Gestalt zu sehen, und aus dieser zugleich die Art ihrer Zusammenlagerung genauer als bisher zu übersehen. Doch selbst Moldenhawer machte sich noch nicht ganz frei von dem Fehler, zarte, mikroskopische Objekte in trockenem Zustand zur Beobachtung zu verwenden, obgleich schon Rudolphi und Linné 1807 darauf gedrungen hatten, daß man die Präparate allseitig feucht erhalte, zumal auch auf ihrer dem Objektiv zugekehrten Oberfläche, woraus zugleich ersichtlich ist, daß man sich damals des Deckglases noch nicht bediente. Die Benutzung sehr scharfer Messer von geeigneter Form, als welche man gegenwärtig fast ausschließlich das Rasirmesser betrachtet, und die Herstellung möglichst feiner, glatter Quer- und Längsschnitte, wurde jedenfalls noch nicht mit der Aufmerksamkeit und Übung behandelt, welche später Meyen und Mohl als unentbehrliche Hülfsmittel der Phytotomie zur Geltung brachten; selbst zu ihrer Zeit half man sich gerne noch mit dem Zerfasern und Zerquetschen der Präparate.

Mit der zunehmenden Übung in der Präparation und der Bervollkommnung der Mikroskope hielt im Ganzen auch die Herstellung mikroskopischer Zeichnungen gleichen Schritt. Vergleicht man die Bilder vom Anfange des Jahrhunderts bei Mirbel und Kurt Sprengel, bei Linné und Treviranus (1807), ferner bei Moldenhawer (1812), Meyen, Mohl (1827 bis 1840), so gewinnt man einen ebenso lehrreichen als raschen Ueberblick über die Geschichte der Phytotomie in diesem Zeitraum von vierzig Jahren. Die Bilder zeigen uns nicht nur die fortschreitende Zunahme der Vergrößerung und Deutlichkeit der Gesichtsfelder, sondern noch mehr die fortschreitende Sorgfalt in der Präparation und in der Betrachtung der Objekte. Doch schlich sich vielfach in jener Zeit eine sonderbare Verirrung bei den Phytotomen ein: man glaubte

richtigere und zuverlässigere Abbildungen zu gewinnen, wenn nicht der Beobachter und Schriftsteller selbst sie herstellte, sondern wenn er dazu fremde Augen und Hände benutzte, indem man sich dabei dem ganz unbegründeten Vorurtheil hingab, daß auf diese Weise jede Art von Vorurtheil und vorgefaßter Meinung bei der Herstellung der Bilder ausgeschlossen werde. So ließ nicht nur *Mirbel*, sondern auch *Moldenhawer* seine phytotomischen Bilder von einer Frau zeichnen, und auch später noch überließen manche Phytotomen die Herstellung ihrer Zeichnungen wie es früher *Leeuwenhoek* gethan hatte, angestellten Zeichnern. Eine mikroskopische Zeichnung, wie überhaupt jede naturwissenschaftliche Abbildung, kann aber gar nicht den Anspruch erheben, das Objekt selbst zu ersetzen, vielmehr soll sie mit aller Deutlichkeit genau das wiedergeben, was der Beobachter wahrgenommen hat und insoferne die Beschreibung in Worten unterstützen. Die Zeichnung wird um so vollkommener sein, je geübter das beobachtende Auge und der die Formen zurecht legende Verstand ist. Die Abbildung soll dem Leser Nichts anderes zeigen, als was durch den Geist des Beobachters hindurchgegangen ist, denn nur so dient sie zur gegenseitigen Verständigung; die Sache aber hat auch noch eine andere Bedeutung; gerade während des Zeichnens eines mikroskopischen Objektes ist das Auge genöthigt, auf den einzelnen Linien und Punkten zu verweilen, ihren wahren Zusammenhang nach allen Dimensionen des Raumes aufzufassen; es werden dabei sehr häufig erst Verhältnisse wahrgenommen, welche vorher selbst bei sorgfältiger Beobachtung unbeachtet blieben, für die zu untersuchende Frage jedoch entscheidend sein oder sogar neue Fragen eröffnen können. So wie das Auge erst durch das Mikroskop zu wissenschaftlichem Sehen dressirt wird, so wird erst durch sorgfältiges Zeichnen der Objekte das geschulte Auge zu einem wachsamem Rathgeber des forschenden Verstandes; dieser letzte Vortheil aber geht dem, der seine Zeichnungen von fremder Hand herstellen läßt, durchaus verloren. Es gehört nicht zu den kleinsten Verdiensten *Mohl's*, daß er zuerst das mikroskopische Zeichnen ganz in dem hier angedeuteten Sinne betrieb, in seinen

Zeichnungen nicht unverdaute Copieen der Objecte, sondern vielmehr seine eigenen Ansichten von den Objecten ausdrücken wollte.

Nach dem bisher Gesagten leuchtet bereits ein, daß zwischen dem Anfang und dem Ende des hier betrachteten Zeitraums ein wichtiges Stück der Geschichte der Phytotomie liegt. Der Abstand zwischen dem, was am Anfang des Jahrhunderts über die Struktur des vegetabilischen Zellenbaues bekannt war und dem, was Meyen und Mohl um 1840 wußten, ist außerordentlich groß; dort ganz unsicheres Heruntappen in unklaren Vorstellungen, hier bereits eine vollständige Orientirung in der inneren Architektur der fertigen Pflanze. Trotz dieses großen Abstandes zwischen Anfang und Ende empfiehlt es sich doch, die Bestrebungen dieses Zeitraums von vierzig Jahren als einen in sich zusammenhängenden historischen Entwicklungsprozeß zu betrachten und trotz der Unterbrechung, welche zwischen dem Erscheinen von Moldenhawer's Beiträgen um 1812 und den Arbeiten Meyen's und Mohl's um 1840 liegt, die Arbeiten dieser letzteren als den Abschluß der am Anfang des Jahrhunderts aufgenommenen Fragen zu betrachten. Und zwar um so mehr, als mit dem Beginn der vierziger Jahre, mit dem Auftreten Schleiden's und Naegeli's, plötzlich ganz neue Gesichtspuncte zur Geltung kamen, ganz andere Ziele der phytotomischen Forschung hingestellt wurden; an dieser Auffassung hindert es nicht, daß der reichhaltigste Theil von Mohl's Thätigkeit erst in die nächsten zwanzig Jahre fällt, denn in dieser späteren Zeit geht Mohl's Bedeutung nur noch als gleichberechtigt und theilnehmend an der neuen Richtung her; bis zur Mitte der vierziger Jahre dagegen gipfelte die ganze frühere Phytotomie in Mohl's Leistungen; was Mirbel, Link, Treviranus, Moldenhawer früher angeregt hatten, fand seinen Abschluß in Mohl's Arbeiten bis 1840. Vor Allem handelte es sich während dieses ganzen Zeitraums fast ausschließlich darum, ein möglichst naturgetreues Schema von der inneren Struktur der fertigen Pflanzenorgane zu gewinnen; es kam darauf an, die verschiedenen Zellen und

Gewebeformen in ihrer Verschiedenheit richtig aufzufassen und zu klassificiren, sie mit Namen zu belegen, für diese Namen wohldefinierte Begriffe zu gewinnen. Dabei kam fast ausschließlich nur die Configuration des festen Zellhautgerüsts, und zwar vorwiegend im fertigen Zustand desselben in Betracht: die Form der einzelnen Elementarorgane, ihre Zusammenlagerung, die Skulptur der Wandflächen, die Verbindung der Zellräume durch Poren oder ihre Trennung durch geschlossene Wände. Soviel man auch, zumal Anfangs, über den Inhalt der Gefäße und Zellen sprach, wie sehr man sich auch zum Zweck der anatomischen Erörterung mit hypothetischen Bewegungen des Nahrungsaftes befaßte, kam es doch in diesem Zeitraum noch nicht zu einer sorgfältigen, zusammenhängenden Untersuchung des Zellinhaltes; es wurde noch nicht erkannt, daß der wahre lebendige Leib der Pflanzenzelle nur ein bestimmter Theil des von der Zellwand umschlossenen Inhaltes ist; als das Primäre und Wichtige im Zellenbau der Pflanze galten damals die festen Wandungen, das Gerüste des ganzen Aufbaues; erst in dem folgenden Zeitraum trat mit der entwicklungsgeschichtlichen Auffassung auch die Ansicht in den Vordergrund, daß das feste Zellhautgerüst des Pflanzengewebes bei aller Wichtigkeit, die demselben zukommt, doch im genetischen Sinne nur ein sekundäres Produkt der vegetativen Lebenserscheinungen ist, daß der eigentliche Zellenleib der Protoplasmakörper der Zelle, eine ursprünglichere, zeitlich und begrifflich hervorragendere Bedeutung, dem festen Zellhautgerüst gegenüber, in Anspruch nehmen dürfe.

Mirbel, auf den wir noch zurückkommen, hatte 1801 eine auf Caspar Friedrich Wolff gestützte Theorie des Zellenbaues der Pflanzen aufgestellt, dem entsprechend die Einfachheit der Scheidewände zwischen je zwei benachbarten Zellräumen angenommen und auf neue Beobachtungen gestützt, die Existenz sichtbarer Poren in den Scheidewänden des Parenchym's und der Gefäße behauptet, auch neue Ansichten über die Natur und

Entstehung der Gefäße vertheidigt. In Deutschland war es nun Kurt Sprengel, der bekannte Geschichtsschreiber der Botanik und einer der vielseitigsten und gelehrtesten Botaniker seiner Zeit, der schon in seiner 1802 herausgegebenen „Anleitung zur Kenntniß der Gewächse“, die in einem sehr weitschweifigen Briefstyl geschrieben ist, den wesentlichsten Punkten entgegentrat. Er stützte sich dabei auf eigene Beobachtungen, die aber offenbar bei geringer Vergrößerung mit unklarem Gesichtsfeld an schlechten Präparaten gemacht waren. Das Zellgewebe, sagte Sprengel, bestehe aus Höhlen von sehr verschiedener Gestalt, die aber unter einander communiciren, indem einige Scheidewände durchbrochen sind, andere gänzlich fehlen. In den Samenlappen der Bohne und sonst, sah er die Stärkekörner, die er jedoch für Bläschen hielt, welche durch Wasseraufnahme heranwachsen und so neues Zellgewebe bilden, wobei er jedoch die Antwort auf die Frage schuldig blieb, wie nun das Wachsthum der Organe bei einer derartigen Zellbildung zu denken sei. Höchst unklar war seine Vorstellung von den Gefäßen, unklarer sogar als bei Hedwig, obgleich er sich das Verdienst erwarb, dessen wunderliche Theorie von den rückführenden Gefäßen in der Epidermis zu widerlegen; auch hatte er den guten Gedanken, freilich nur nebenbei, geäußert, daß die Schraubengänge und wohl die Gefäße überhaupt aus Zellgewebe entstehen könnten, da anfangs die jüngsten Pflanzentheile überhaupt nur aus solchem bestehen. Ueber das Wie und Wo des Vorganges sprach er sich jedoch nicht aus. Wie bei Malpighi und Grew hatten auch bei ihm die Spiralgefäße keine eigene Wand, welche er vielmehr aus der dicht zusammengerollten Spiralfaser bestehen ließ; die Einschnürungen der weiten kurzgliederigen Gefäße hielt er für Contractionen derselben, welche durch „lebhaftes Zusammenziehung“ der Spiralfaser, durch eine Art peristaltischer Bewegung entstehen; ein in den ersten Jahrzehnten des Jahrhunderts vielfach gehegter Irrthum, der sich gern mit der damaligen Vorstellung von der Lebenskraft verband, unter andern auch von Goethe getheilt wurde. — Wie Grew, Gleichen, Hedwig sah auch Sprengel an den Spaltöffnungen,

die er mit dem jetzt noch gangbaren Namen belegte, statt der beiden Schließzellen einen ringförmigen Wulst; wir finden aber hier schon die wohl von Comparetti zuerst gemachte Beobachtung mitgetheilt, daß sich die Spalte abwechselnd schließt und öffnet, am Morgen soll sie weit geöffnet, am Abend geschlossen sein. Sprengel schrieb diesen Organen aber eine einsaugende Thätigkeit zu.

Gegen Mirbel erhob Sprengel bei Gelegenheit seiner Zellbildungstheorie den Vorwurf, er habe die in den Zellen liegenden Stärkekörnchen für die Poren der Zellwände gehalten. In diesem für die Zellenlehre und Physiologie so wichtigen Punkte folgten ihm später die drei Bewerber um den Göttinger Preis, obgleich schon 1805 Bernhardi Mirbel's Lehre von den Poren in Schutz genommen und darauf hingewiesen hatte, wie wenig man glauben könne, daß ein so gewandter Beobachter wie Mirbel einen so groben Irrthum begangen haben sollte. Ueberhaupt zeichnete sich die kleine Schrift Bernhardi's „Beobachtungen über Pflanzengefäße“ (Erfurt 1805)¹⁾ nicht nur durch verschiedene neue und richtige Wahrnehmungen aus, sondern noch mehr durch einen einfachen geraden Verstand, der die Dinge nimmt, wie sie sich dem Auge darbieten, ohne sich durch vorgefaßte Meinungen beirren zu lassen. Bernhardi's Beobachtungen sind unzweifelhaft die besten in dem ganzen Zeitraum von Malpighi und Grew bis auf den jüngeren Moldenhawer; seine Art, die phytotomischen Fragen zu behandeln viel zweckmäßiger, als bei den drei Bewerbern um den Göttinger Preis.

Die genannte Schrift handelt übrigens nicht bloß von den Gefäßen, sondern auch von den übrigen Gewebeformen, welche Bernhardi genauer als bisher zu unterscheiden und zu classificiren sucht. Dabei zeichnet er sich sehr vortheilhaft vor seinen Zeitgenossen dadurch aus, daß er die gebrauchten histologischen Ausdrücke auf möglichst scharf definirte Begriffe anzuwenden

¹⁾ Johann Jakob Bernhardi geb. 1774, gest. 1850 zu Erfurt, war Professor der Botanik daselbst.

sucht, was bei der Verschwommenheit der damaligen phytologischen Begriffe schon ein großer Fortschritt war. Bernhardi unterscheidet drei Hauptformen des Pflanzengewebes: das Mark, den Bast und die Gefäße.

Als Mark bezeichnet er das, was Grew Parenchym genannt hatte und was auch jetzt noch so genannt wird; ob die Markzellen von sichtbaren Poren durchbohrt seien, blieb ihm fraglich. Unter dem Worte Bast begriff er nicht bloß die faserigen Elemente der Rinde, sondern vor Allem auch diejenigen des Holzes, überhaupt das, was wir gegenwärtig prosenchymatische Gewerbsformen nennen; es stimmte das sehr gut mit der auch von ihm, wie von allen seinen Zeitgenossen, getheilten Ansicht Malpighi's, daß bei dem Dickenwachsthum der holzigen Stämme die inneren Lagen des Rindenbastes sich in äußere Holzlagen verwandeln; diesen Ursprung ließ er jedoch nicht gelten für den innersten Theil des Holzkörpers, der sich schon in den jungen Sprossen ausbildet, in welchen allein ächte Spiralgefäße mit abrollbarer Faser zu finden sind.

Die Gefäße unterscheidet Bernhardi in zwei Hauptgruppen. in Luftgefäße und in eigene Gefäße. Die Luftgefäße bezeichnet er aus demselben Grunde wie Grew mit diesem Namen, weil sie wenigstens während eines Theils der Vegetationszeit mit Luft gefüllt sind; sie finden sich im Holz und wo ein geschlossener Holzkörper nicht vorhanden ist, da werden die holzigen Bündel auch nicht allein von Gefäßen gebildet, sondern es sind Baststränge, welche Gefäßröhren einschließen; diese letzteren unterscheidet er nun in drei Hauptformen: die Ringgefäße, welche er selbst erst entdeckt hatte, die eigentlichen Spiralgefäße mit abrollbarem Band und die Treppengefäße, worunter er jedoch nicht bloß solche mit breiten Spalten, wie bei den Farnen, sondern auch die getüpfelten Gefäße des secundären Holzes verstand. Von den Ring- und Spiralgefäßen hatte er eine ganz richtige Vorstellung, zumal wies er auch Hedwig's erwähnte Meinung ab und zeigte, daß das Gegentheil derselben richtig sei, daß nämlich das Spiralband äußerlich von einer Haut umgeben ist,

was übrigens später wieder von Link, Sprengel und Moldenhamer geleugnet wurde. Die Skulpturverhältnisse der Treppengefäße dagegen wurden ihm nicht klar, er hielt die Tüpfel der punctirten Gefäße für Verdickungen der Wand, also für dasselbe, was bei den ächten Treppengefäßen die Querleisten zwischen den Spalten sind, welche letztere er übrigens für geschlossen hielt. War in diesen Ansichten auch noch viel Irrthümliches, so trug doch wesentlich zur Klärung der Ansichten bei, daß Bernhardi überhaupt die verschiedenen Formen der Luftgefäße zu unterscheiden suchte, zumal darauf hinwies, daß sich im secundären Holz weder Spiral- noch Ringgefäße finden. Die Ähnlichkeit der verschiedenen Gefäßformen verführte die Zeitgenossen Bernhardi's vielfach zu der irrigen Ansicht, daß dieselben durch Metamorphose der eigentlichen Spiralgefäße entstehen; er zeigte, daß man wohl innerhalb Einer Gefäßröhre verschiedene Wandformen finde, daß dies jedoch nicht auf einer zeitlichen Verwandlung beruhe; vielmehr lehre die Beobachtung, daß jede Art von Gefäßen schon in der Jugend ihren Charakter besitzt, daß zumal auch die jüngsten Treppengefäße nicht die Form von Spiralgefäßen darbieten.

Unter den Begriff der eigenen Gefäße rechnete er alle röhrenförmigen mit eigenthümlichen Saft erfüllten Gebilde, nicht bloß die Milchzellen und ächten Milchgefäße, sondern auch die Harzgänge und dergl., über deren Vertheilung und Saftgehalt zu verschiedenen Zeiten er vielfach gute, auch jetzt noch werthvolle Beobachtungen machte. Die Unterschiede im Bau dieser verschiedenen saftführenden Röhren konnte er mit den schwachen Vergrößerungen seines Mikroskops noch nicht wahrnehmen, er hielt sich daher vorwiegend an die Struktur der großen Harzgänge, die er im Ganzen richtig erkannte.

Die Frage: ob es außer den genannten Gefäßformen noch andere in der Pflanze gebe, gab ihm Gelegenheit, den Begriff eines Gefäßes als eines ununterbrochenen Rohres oder Canales besser als es bis dahin geschehen war zu definiren, und zugleich sieht er sich genöthigt in diesem Sinn die Frage aufzunehmen,

ob seine Bastfasern auch als Gefäße zu deuten sind, eine Frage, die er jedoch nicht bestimmt beantworten konnte. Dagegen erklärte er sich entschieden gegen Hedwig's rückführende Gefäße in der Epidermis, was auch Sprengel schon gethan hatte, und sehr anerkennenswerth ist, daß Bernhardi die Kanten, wo je drei Längswände des Parenchyms zusammenstoßen, für das erkannte, was sie wirklich sind, während selbst noch spätere Beobachter hier Schwierigkeiten fanden.

Schon vor dem Erscheinen von Bernhardi's Schrift, im Jahre 1804 stellte die k. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen eine Preisfrage, welche sehr deutlich zeigt, wie unsicher man sich damals noch in allen Punkten der Pflanzenanatomie fühlte; zur Charakteristik des damaligen Zustands der Phytotomie wird es beitragen, wenn hier die Preisfrage in ihrer ganzen Länge angeführt wird; sie findet sich in der Vorrede von Rudolphi's Anatomie der Pflanzen (1807): „Da der eigentliche Gefäßbau der Gewächse von einigen neuen Physiologen geleugnet, von anderen, zumal älteren, angenommen wird: so wären neue mikroskopische Untersuchungen anzustellen, welche entweder die Beobachtungen Mahlpighi's, Grew's, DuRoi's, Hamel's, Mustel's, Hedwig's oder die besondere von dem Thierreich abweichende, einfachere Organisation der Gewächse, die man entweder aus einfachen, eigenthümlichen Fibern und Fasern (Medicus) oder aus zelligen und röhrigen Gewebe (*tissu tubulaire* Mirbel) hat entstehen lassen, bestätigen müßten. — Dabei wären nachfolgende untergeordnete Fragen zu berücksichtigen: a) Wievielerlei Gefäßarten lassen sich von der ersten Entwicklungsperiode derselben mit Gewißheit annehmen? und wenn diese wirklich existiren. b) Sind jene gewundenen Fasern, welche man Spiralgefäße (*vasa spiralia*) nennt, selbst hohl, und bilden sie also Gefäße, oder dienen sie durch ihre Windungen zur Bildung eigener Kapseln? und wie c) bewegen sich in diesen Kapseln die tropfbaren Flüssigkeiten sowohl als Luftarten? d) Entstehen durch Verwachsung dieser gewundenen Fasern die Treppengänge (Sprengel) oder umgekehrt diese

aus jenen (Mirbel)? Entstehen von den Treppengängen Splint (Alburnum, Aubier) und Holzfasern, oder diese aus ursprünglich eigenthümlichen Gefäßen oder dem röhrigen Gewebe.“

Man sieht es dieser Preisfrage, wie mancher anderen, deutlich genug an, daß sie von Personen aufgestellt wurde, welche von der Sache wenig verstanden und nicht einmal die bereits vorliegende Literatur kritisch zu würdigen wußten, wie hätte man sonst die Aeußerungen eines Mustel und Medicus denen eines Malpighi und Grew entgegenstellen können. Hätte Bernhardt oder Mirbel die Preisfrage gestellt, sie wäre sicherlich besser gefaßt. Dem entsprach es denn auch, daß die drei eingelaufenen Preisschriften, in der Behandlung weniger gut als die erwähnte Arbeit Bernhardt's, obgleich sie einander in den wesentlichsten Punkten widersprachen, doch sämmtlich acceptirt wurden; noch mehr, daß die von Treviranus nur das Accessit erhielt, obgleich sie entschieden besser war, als die beiden anderen, besonders aber besser als die von Rudolphi. Das Beste an der ganzen Preisfrage war, daß sie Leben in die damalige Phytotomie brachte, und zumal Mirbel veranlaßte, die drei Preisschriften, besonders die von Treviranus, welche Mirbel mit dem Scharfblick des Fachmanns sofort als die beste erkannte, einer scharfen Kritik zu unterziehen. Die Preisschrift von Link erschien 1807 unter dem Titel: „Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen“, die von Rudolphi als „Anatomie der Pflanzen“, ebenfalls 1807, jede derselben bildet einen stattlichen Oktavband. Die Schrift von L. C. Treviranus kam schon 1806 mit dem Titel „Vom inwendigen Bau der Gewächse“ heraus.

Vergleichen wir zunächst die beiden gekrönten Schriften von Link und von Rudolphi¹⁾, die sich geradezu wie Lehrbücher der gesammten Phytotomie und Physiologie der Pflanzen ausnahmen, so vermiffen wir in beiden vor Allem eine klare Aus-

¹⁾ Karl Asmus Rudolphi geb. zu Stockholm 1771, Professor der Anatomie und Physiologie zu Berlin, starb daselbst 1832.

einandersetzung über die mit den gebrauchten Worten verbundenen Begriffe; der Gedankengang bleibt daher vielfach unklar und schwankend. Trotzdem ist leicht zu erkennen, daß beide einander in allen wesentlichen Punkten widersprechen, wobei jedoch gewöhnlich Linn¹⁾ das Richtige oder wenigstens das Richtigere trifft. So leugnet z. B. Rudolphi überhaupt die vegetabilische Natur der Pilze und Flechten, indem er zwischen ihren Hyphen und dem pflanzlichen Zellgewebe durchaus keine Ähnlichkeit findet (jene Pflanzen läßt er durch Urzeugung entstehen); sogar betreffs der Conserven sagt er, das Mikroskop habe ihm Nichts gezeigt, was mit dem Pflanzenbau übereinstimme; offenbar ein Zeichen schlechter Beobachtung oder aber der Unfähigkeit, das Gesehene zu begreifen. Linn dagegen nimmt alle Thallophyten für Pflanzen, erkennt, daß die Flechten- und Pilzfäden aus Zellen bestehen und daß wenigstens bei manchen Algen Zellen vorkommen. — Rudolphi lobt gleichzeitig Wolff's und Sprengel's Ansicht vom Zellgewebe, obgleich beide einander

¹⁾ Heinrich Friedrich Linn, 1767 zu Hilbesheim geboren, studierte in Göttingen, wo er 1788 Doctor der Medicin wurde; 1792 ward er als Professor der Zoologie, Botanik und Chemie nach Moskau, 1811 auf den Lehrstuhl der Botanik nach Breslau, 1815 nach Berlin berufen, wo er 1851 starb. — Linn war ein sehr vielseitig gebildeter, geistreicher Mann, der es jedoch bei der Untersuchung im Einzelnen nicht allzu genau nahm und sich mehr als anregender Lehrer und Verfasser populärer, philosophisch-naturwissenschaftlicher Werke u. dgl. in weiteren Kreisen Geltung erwarb. Er war einer der wenigen Botaniker Deutschlands, die in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts eine allseitige Pflanzenkenntnis anstrebten, mit soliden systematischen Forschungen auch phytotomische und physiologische zu verbinden wußten. Unter der sehr großen Zahl seiner Schriften, welche alle Disciplinen der Botanik, aber auch Zoologie, Physik, Chemie und Anderes behandeln, dürfte seine Göttinger Preisschrift doch die für den Fortschritt der Wissenschaft wichtigste gewesen sein; seine spätere schriftstellerische Thätigkeit war, wie Martius treffend sagt, weniger von universell treibender Bedeutung, als vielmehr nachforschend, berichtend, berichtigend, bezweifelnd, belehrend und anregend. Eine, wohl etwas übertreibende Schilderung seiner wissenschaftlichen Bedeutung giebt v. Martius: „Denkrede auf H. F. Linn“ (Gelehrte Anzeigen München 1851 Nr. 58 bis 69.)

direct widersprechen und obgleich er Sprengel's sonderbare Zellbildungstheorie unverändert aufnimmt. Linn dagegen erklärt sich aus guten Gründen gegen Sprengel's Theorie, indem er nachweist, daß dessen für junge Zellen gehaltene Bläschen Stärkekörner sind; freilich läßt er dagegen die neuen Zellen zwischen den älteren entstehen. — Rudolphi meint, die Zellen münden oft in einander, wie der Uebergang gefärbter Flüssigkeiten deutlich beweise; Linn behauptet, die Zellen seien geschlossen und beweist diese Behauptung treffend durch das Vorkommen von Zellen mit farbigem Saft mitten im farblosen Gewebe. — Rudolphi läßt die Spalte der Spaltöffnungen von einer rundenlichen Umfassung umgeben sein, die er ohne vieles Bedenken für einen Schließmuskel hält, da sich die Spalten erweitern und verengern. Viel besser hält Linn die Umgebung der Spalte für eine Zelle oder für eine Gruppe von Zellen. — Rudolphi kennt als Luftwege in den Pflanzen nur die großen Höhlen in hohlen Stengeln und im Gewebe der Wasserpflanzen; Linn erklärt dieselben für Lücken, welche durch verschiedenes Wachsthum der Gewebezellen entstehen. — Bei Rudolphi bezeichnet das Wort Gefäß nicht nur die Gefäßformen des Holzes, sondern auch die Milchgefäße und Harzgänge und auf die Milchgefäße trägt er sogar die Malpighische Ansicht vom Bau der Spiralgefäße über. Linn bezeichnet nur die im Holz liegenden Röhren als Gefäße, indem er die verschiedensten Formen derselben als Spiralgefäße auffaßt; die Milchgefäße, Harzgänge u. dgl. schließt er vom Begriff der Gefäße aus und zwar inconsequenter Weise, da er mit Rudolphi annimmt, der Begriff des Gefäßes liege darin, daß es wie bei den Thieren ein Nahrungsast führender Canal sei.

Bei so vielen Widersprüchen der beiden Preisschriften stimmen diese jedoch darin überein, daß sie die alte Malpighi'sche Ansicht vom Dickenwachsthum der Stämme annehmen, wonach die neuen Holzlagen aus den inneren Bast-schichten entstehen, indem gleichzeitig zwischen den Bastzellen, die auch hier mit den Holzfasern für identisch gehalten werden, neue Spiralgefäße ent-

stehen und zwar, wie Link ausdrücklich sagt, aus Säften, welche sich zwischen die Bastzellen ergießen.

Es ist schwer begreiflich, wie zwei Abhandlungen, welche einander in der angegebenen Weise widersprachen, gleichzeitig mit dem Preis gekrönt werden konnten, noch schwerer begreiflich aber wie man den großen Unterschied zwischen der verständigen und wohlgeordneten Darstellung Link's und der ganz kritiklosen, überall mehr auf alte Autoritäten als auf eigene Beobachtung sich stützenden Darstellung Rudolphi's übersehen konnte. Unzweifelhaft ist übrigens, daß auch die viel bessere Arbeit Link's der Schrift Bernhardi's nachsteht, wenn man nicht etwa die größere Ausführlichkeit der ersteren, die Häufung der Beobachtungen und die Belesenheit Link's für einen wesentlichen Vorzug halten will. Die Abbildungen, sowohl bei Link, wie bei Rudolphi, sind weniger gut als die Bernhardi's.

Die von den Göttinger Preisrichtern mit dem Accessit bedachte Schrift von L. C. Treviranus¹⁾ steht an Umfang hinter den beiden andern weit zurück, die Form der Darstellung

¹⁾ Ludolf Christian Treviranus geb. zu Bremen 1779 wurde 1801 Doctor der Medicin in Jena; nach Bremen zurückgekehrt, widmete er sich der ärztlichen Praxis; 1807 wurde er am Lyceum daselbst Lehrer; 1812 folgte er einem Rufe an die von Link in Rostock verlassene Professur, auch in Breslau wurde er dessen Nachfolger; als 1830 C. G. Nees von Esenbeck seine Stellung in Bonn aufgab, entschloß sich Treviranus ihm seine Stellung in Breslau abzutreten und die Professur in Bonn zu übernehmen, wo er 1864 starb. — Seine Thätigkeit war anfangs vorwiegend der Phytotomie und Physiologie der Pflanzen, später mehr der Bestimmung und Berichtigung der Spezies gewidmet. Für die Geschichte der Botanik sind vorwiegend seine ersten Schriften, die im Text erwähnten, so wie seine zwischen 1815 und 1828 erschienenen Abhandlungen über Sexualität und Embryologie der Phanerogamen von Bedeutung. Seine zweibändige Physiologie der Gewächse 1835—1838 ist ihrer genauen Literaturangaben wegen auch jetzt noch von Werth, zum Fortschritt der Physiologie selbst hat sie jedoch kaum beigetragen, da Treviranus darin noch ganz die älteren Anschauungen, zumal auch die von der Lebenskraft vertritt, während in diesen Jahren bereits neue Begriffe sich Bahn brachen. Einige Notizen über sein Leben vgl. botan. Zeitg. 1864 pag. 176.

ist viel weniger gewandt als bei Link, sogar recht unbeholfen. Aber schon die viel besseren Abbildungen zeigen, daß Treviranus genauer als beide Mitbewerber beobachtet hatte und was der kleinen Schrift trotz der unschönen Darstellungsform einen hervorragenden Werth gab, waren die entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspuncte, auf welche Treviranus entschiedener als jene, Werth legte und welche ihn in Bezug auf einige der fundamentalsten Fragen der Phytotomie zur Aufstellung von Ansichten veranlaßten, in welchen man die ersten Keime der später von Mohl ausgebildeten Theorien findet. Treviranus' Ansicht von der Entstehung des Zellgewebes war im Wesentlichen die von Sprengel aufgestellte, also jedenfalls eine sehr mißglückte, das hinderte jedoch nicht, daß seine Beobachtungen über die Zusammensetzung des Holzes und die Natur der Gefäße so gut und richtig waren, als bei dem damaligen Zustand der Mikroskope erwartet werden durfte. Eine Entdeckung von beträchtlichem Werth war zunächst die Auffindung der Interzellularräume im parenchymatischen Gewebe, deren Werth allerdings dadurch geschmälert wurde, daß Treviranus diese Gänge mit Saft erfüllt sein ließ, dessen Bewegung er sogar beschrieb. Die Holzfasern entstehen seiner Meinung nach durch starke Ausdehnung von Bläschen in die Länge. Betreffs der Natur der Gefäße vertheidigte Treviranus zunächst die Ansicht Bernhardi's, daß die Spiralfaser der abrollbaren Spiralgefäße nicht um einen häutigen Schlauch herumgewunden sei, sondern von einem solchen umgeben werde. Gegen Bernhardi hebt er die Eigenartigkeit der punctirten Gefäße oder porösen Holzröhren im Gegensatz zu den falschen Tracheen oder Treppengefäßen, hervor, deren Bau er bei den Farnen richtiger beschrieb. Mirbel's Ansicht, wonach die Tüpfel der punctirten Gefäße Löcher seien, umgeben von einem aufgeworfenen drüsigen Rand, lehnte Treviranus ab, indem er sie für Körner oder Kügelchen erklärte. Diesem Irrthum gegenüber war es aber ein beträchtlicher Fortschritt, daß Treviranus die Entstehung der getüpfelten Holzgefäße aus vorher von einander abgegrenzten Zellen nicht bloß vermuthete,

sondern durch Beobachtung nachwies, indem er zeigte, daß die Glieder derartiger Gefäße anfangs wirklich durch schiefe Querwände getrennt sind, welche später nicht mehr aufgefunden werden. Doch wurde diese richtige Beobachtung dadurch getrübt, daß Treviranus gleich den bisher genannten Phytotomen das Holz durch Verwandlung des Bastes entstehen ließ und demzufolge annahm, die Holzgefäße entstünden aus Bastfasern, welche sich beträchtlich ausdehnen, nachdem sie sich in eine gerade fortlaufende Kette an einander gesetzt haben; die Ungleichheiten, welche aus dem schiefen prosenchymatischen Ansaß derselben entstehen, verschwinden allmählich, die Grenzen der einzelnen Glieder eines Gefäßes seien auch später noch an schiefen Querstrichen wahrzunehmen. Die Scheibewände, welche an diesen Stellen ursprünglich vorhanden seien, sollten durch Ausweitung der Höhlungen verschwinden, so, daß die einzelnen Glieder zusammen einen kontinuierlichen Canal bilden. Um das Verschwinden einer Querwand zwischen zwei benachbarten Zellen zu erläutern, verweist Treviranus sehr treffend, ja in überraschender Weise auf die Bildung des Copulations Schlauches der Spirogyren. Die von Sprengel, Link und Rudolphi vertretene Ansicht, wonach die verschiedenen Gefäßformen aus ächten Spiralgefäßen entstehen sollen, weist Treviranus in Uebereinstimmung mit Bernhardi zurück; er habe die Treppengänge bei Farnen schon im jüngsten Zustand als solche und nicht als Spiralgefäße gefunden; für ihn habe es große Wahrscheinlichkeit, daß die getrennten Querstreifen der falschen Spiralgefäße (Treppengänge) ebenso wie die Tüpfel der punctirten Gefäße an den Wänden membranöser Faserfäuche sich bilden und ebenso ließ er die wahren Spiralgefäße aus dünnhäutigen langen Zellen entstehen, auf deren Innenseite das Spiralband sich bildet, wobei er die Glieder der jungen Spiralgefäße sehr treffend mit den Schleuderzellen der Jungermannien vergleicht. Wir finden hier also die ersten bestimmteren Andeutungen einer Theorie vom Dickenwachsthum der Zellwände, welche später ebenso wie die Entstehung der Gefäße aus Zellreihen von Mohl weiter ausgeführt

und besser begründet wurde. Am Schluß der Schrift wird die Histologie der Kryptogamen, Monokotylen und Dikotylen vergleichend und ebenfalls besser und klarer behandelt als in den entsprechenden Capiteln, seiner Mitbewerber.

So schwach auch im Ganzen genommen die entwicklungs-geschichtlichen Momente in Treviranus' Darstellung der Gewebelehre waren, erkannte doch Mirbel¹⁾ in ihm den gefährlichsten Gegner seiner Theorie und an ihn, nicht an seine anderen deutschen Widersacher, Sprengel, Link, Rudolphi richtete er einen offenen Brief, in welchem er seine früher ausgesprochenen Ansichten vertheidigte. Dieser Brief ist der erste Theil eines umfangreicheren, 1808 erschienenen Werkes: *Exposition et defense de ma theorie de l'organisation végétale*, in welchem Mirbel mit großer stylistischer Gewandtheit und auf Grund mehr vielseitiger, als tiefer Beobachtung die Einwendungen seiner Gegner zu widerlegen und seine Theorie des Pflanzengewebes von Neuem zu begründen sucht, indem er zugibt, daß seine früheren Abhandlungen manches Fehlerhafte enthalten, aber auch verlangt, daß man seine Ansicht als ein Ganzes behandle und

¹⁾ Charles François Mirbel (Brisseau-Mirbel) geb. 1776 zu Paris, gest. 1854 (vergl. Prizel), widmete sich anfangs der Malerei; durch Desfontaines in die Botanik eingeführt, ward er 1808 Mitglied des Instituts, bald darauf Professor an der Universität zu Paris. Von 1816 — 1825 blieb er botanischen Studien ganz fern, da er sich während dieser Zeit der Administration widmete; später nahm er seine botanischen Arbeiten wieder auf und wurde 1829 Professor der Culturen am Muséum d'hist. nat. — Mirbel ist der Begründer der mikroskopischen Anatomie der Pflanzen in Frankreich; was dort vor ihm in dieser Richtung gethan wurde, war noch viel unbedeutender, als das in Deutschland. Nicht nur seine Schriften zogen ihm vielfache Polemik auch später zu, sondern noch mehr wurde er angefeindet, weil er der Systematik als Lehrer die große Bedeutung nicht zugestand, die man ihr damals beilegte, während er die Schüler auf die Struktur und Lebenserscheinungen der Pflanzen hinwies. Nach Milne-Edwards litt Mirbel sehr unter den scharfen Angriffen, die er deshalb erfuhr; er wurde apathisch, eine Krankheit hinderte ihn lange vor seinem Tode an der Fortsetzung seiner Arbeiten und amtlichen Funktionen (Botan. Ztg. 1855 p. 343).

nicht an einzelne Ausdrücke sich stoße. Im Wesentlichen ist Mirbel's Vorstellung von der inneren Struktur der Pflanzen die von Caspar Friedrich Wolff aufgestellte. Das Erste und die Fundamentalidee sei, daß die ganze vegetabilische Organisation von einem und demselben, in verschiedener Weise modificirten Gewebe gebildet sei. Die Zellhöhlen seien nur Hohlräume von verschiedener Form und Ausdehnung in einer homogenen Grundmasse, bedürfen also nicht, wie Grew angenommen, eines Fadensystems, um unter einander zusammengehalten zu werden. Eine Ausnahme machen nur die Tracheen, von denen Mirbel sehr im Gegensatz zu der viel richtigeren Anschauung Treviranus' sagt, es seien schmale, schraubig gewundene Lamellen, die in das Gewebe eingeschoben sind und mit diesem nur an ihren beiden Enden zusammenhängen. Frage man nun, wie in einem derartigen Zellgewebe ein Saftaustausch möglich sei, so könne man von vorneherein nicht leugnen, daß die häutige Substanz der Pflanzen von unzähligen, unsichtbaren Poren durchbohrt sei, durch welche die Flüssigkeiten dringen. Die Natur habe aber auch schneller wirkende und kraftvollere Mittel in den größeren Poren, welche mit Hülfe des Mikroskops sichtbar sind. Wie nun durch diese sichtbaren Poren die Flüssigkeiten in Bewegung gesetzt werden, ließ Mirbel unerörtert, wie man sich damals überhaupt über dergleichen mechanische Schwierigkeiten leicht hinwegsetzte, weil im Hintergrund die Lebenskraft als bewegendes Agens stand. Die von Sprengel ihm gemachte Zumuthung, daß er Poren und Körner verwechselt habe, weist Mirbel mit dem Hinweis auf seine Abbildungen lebhaft zurück; er habe bei den punctirten Gefäßen auf der Außenseite der Wände Erhabenheiten gezeichnet, in jeder derselben aber eine Oeffnung, welche seine Gegner eben einfach nicht gesehen hätten; die Frage, ob diese Erhabenheiten auf der Innen- oder Außenseite der Gefäßwand liegen, hat bei Mirbel's Auffassung von der Einfachheit der Scheidewände eigentlich keinen Sinn, es kann sich bei ihm nur darum handeln, ob die durchbohrten Hervorragungen auf der einen oder der anderen Seite der Wand

liegen. Treviranus, der die Poren geleugnet, verweist er auf seine Beschreibung der Treppengefäße, wo er die den Poren entsprechenden Spalten selbst gesehen habe.

Diesen Fundamentalfragen gegenüber haben die weiteren Ausführungen Mirbel's über verschiedene Einzelheiten für uns kein weiteres Interesse. Im Zusammenhang stellte Mirbel seine gesammte Gewebelehre in Form von Aphorismen dar, welche den zweiten Theil seines erwähnten Buches bilden. Von dem, was er über die von ihm angenommenen fünf Arten von Gefäßformen sagt, ist von hervorragenderem Interesse die Angabe, daß bei seinen rosenfranzförmigen Gefäßen siebartig durchbohrte Diaphragmen die einzelnen Glieder trennen. Den schwächsten Theil der Phytotomie finden wir bei Mirbel sowie bei seinen Gegnern in der Beschreibung der eigenen Gefäße (*vasa propria*) zu denen auch er ebenso die Milchzellen der Euphorbien, wie die Harzgänge der Coniferen rechnet; daß diese letzteren Canäle sind, welche von einer eigenthümlichen Gewebeschicht eingefasst werden, erkannte er übrigens deutlich genug. Diesen Gewebeformen ist der dritte Theil des Buches gewidmet, wo wir erfahren, daß Mirbel zu seinen bündelförmig geordneten eigenen Gefäßen nicht nur manche Formen von Siebröhrenbündeln, sondern auch ächte Baststränge, wie die der Nesseln und des Hanfes rechnet. — Wie seine Gegner läßt auch Mirbel das Dickenwachsthum holziger Stämme durch Verwandlung der inneren Bastschichten in Holzlagen stattfinden; doch giebt er dieser Ansicht eine andere Wendung, welche sich schon mehr der modernen Theorie des Dickenwachsthums nähert: während der Vegetationszeit entwickle sich bei den Dicotylen an der Grenze von Holz und Rinde ein feines Gewebe mit großen Gefäßen, welche die Masse des Holzkörpers vermehren, während andererseits ein lockeres Zellgewebe entstehe, welches dazu bestimmt ist, die beständigen Verluste der äußeren Rinde zu ersetzen. Für die späteren Phytotomen, welche mit dem Worte Cambium eine dünne, beständig Holz und Rinde erzeugende Gewebeschicht bezeichneten, mußte Mirbel's ohnehin sehr unklare Ansicht vom Dickenwachsthum um so unklarer wer-

den, als er damals mit dem Worte Cambium nicht etwa die später so genannte Gewebeschicht, sondern einen sehr „ausgearbeiteten und gereinigten Saft“ verstand, welcher zur Ernährung der Pflanze bestimmt, alle Membranen durchdringt; man sehe diesen Cambiumsaft da erscheinen, wo er neue Röhren und Zellen (im Sinne der Wolff'schen Theorie) hervorbringt. Die Zellen zeigen sich anfangs als sehr kleine Kugeln, die Röhren als sehr dünne Linien; beide erweitern sich und zeigen nach und nach Poren, Spalten u. s. w. Also im Wesentlichen die Wolff'sche Lehre, welche Mirbel später bei der Keimung der Dattelpalme, mit Hilfe stärkerer Mikroskope gegen die deutschen Phytotomen weiter zu begründen suchte.

Mit mehr Nachdruck als die deutschen Phytotomen jener Zeit machte Mirbel den Gedanken geltend, daß alle Gewebeformen der Pflanze sich ursprünglich aus jungem Zellgewebe entwickeln, ein Gedanke, den übrigens schon Sprengel angeregt hatte und welcher für Mirbel aus der Wolff'schen Theorie von selbst folgte. Ganz wie bei C. F. Wolff findet man auch bei Mirbel neben zu rascher Beobachtung ein allzustarkes Vornahmen theoretischer Begründung des Gesehenen; wie Wolff ist auch Mirbel allzu rasch mit weitgehenden Erklärungen bei der Hand, wo zunächst nur fortgesetzte Beobachtung entscheiden konnte.

Treviranus unterließ es nicht, auf die Polemik Mirbel's wenn auch spät zu antworten, indem er seinen „Beiträgen zur Pflanzenphysiologie“ (Göttingen 1811) einen Aufsatz „Beobachtungen im Betreff einiger streitigen Punkte der Pflanzenphysiologie“ einverleibte, wo er die streitigen Fragepunkte nicht bloß Mirbel, sondern auch Link und anderen gegenüber, gestützt auf neue Beobachtungen, wieder aufnahm. Es ist nicht zu leugnen, daß Treviranus in dieser kleinen Schrift abermals einige wichtige Fragen ihrem Abschluß näher brachte; namentlich lieferte er hier einen guten Beitrag zur Kenntniß der getüpfelten Gefäße, über welche er nunmehr seine Ansicht der Mirbel's näherte; auch wies er auf die blasenartige Natur

der voneinander nicht selten trennbaren Pflanzenzellen hin, hob das Vorkommen ächter Spiralgefäße in der Umgebung des Markes auch bei den Coniferen hervor, entdeckte die Spaltöffnungen auf der Fruchtkapsel der Laubmoose und dergl. mehr. Betreffs seiner, von Sprengel entlehnten Zellbildungstheorie suchte er sich jedoch durch eine Spitzfindigkeit, aus der Verlegenheit zu ziehen, indem er nachwies, daß die Stärkekörner aus den Cotyledonen der Bohnen zwar verschwinden, ohne daselbst neue Zellen zu erzeugen, sich aber auflösen, um dann an anderen Orten der Keimpflanze als flüssiges Material zur Zellbildung zu dienen, womit natürlich die Sprengel'sche Theorie aufgegeben war; als einen directen Beweis für dieselbe betrachtete er jedoch die Entstehung der Gonidien in den Zellen des Messernetzes und deren Ausbildung zu neuen Netzen.

Mirbel und seine deutschen Gegner bewegten sich im Ganzen noch in einem Gedankenkreise, der durch die Ideen Malpighi's, Grew's, Hedwig's und Wolff's geschaffen worden war, wenn auch zugegeben werden muß, daß besonders die Beobachtungen von Treviranus schon andere Gesichtspuncte eröffneten. Viel weiter jedoch trat aus diesen älteren Anschauungen schon 1812 Johann Jakob Paul Moldenhawer ¹⁾ in seinen inhaltreichen „Beiträgen zur Anatomie der Pflanzen“ heraus. Viel selbstständiger als einer der bisher Genannten stellte er sich den älteren Ansichten gegenüber; indem er auf sehr ausführliche, vielseitige und methodische Beobachtungen gestützt, auch offenbar mit einem viel besseren Mikroskop versehen, sich zunächst an das selbst Gesehene hielt, danach seinen Standpunct wählte, die Ansichten seiner Vorgänger ausführlich und mit einer unverkennbaren Ueberlegenheit kritisirte, wobei er eine ebenso eingehende Literaturkenntniß, wie vielseitige phytotomische Erfahrung an den Tag legte. Er faßte die Fragepuncte scharf in's Auge und widmete jedem derselben angestrengte Beobachtung

¹⁾ J. J. P. Moldenhawer war Professor der Botanik in Kiel; geb. zu Hamburg 1766, gest. 1827.

und eine ausführliche klare Besprechung. Die Sorgfalt der Untersuchung und die größere Vorzüglichkeit seines Instruments erkennt man sofort an den Abbildungen Moldenhawer's, unzweifelhaft den besten, welche bis zum Jahre 1812 angefertigt worden sind. Die Art, die Phytotomie zu behandeln, erinnert bei Moldenhawer vielfach an Mohl's Behandlungsweise, auch die Abbildungen, obgleich nicht von ihm selbst gemacht, thun dasselbe. Doch müßte man richtiger sagen, Mohl's Behandlungsweise erinnert an die von Moldenhawer, denn bei der großen Achtung, welche Mohl zumal in seinen früheren Schriften für ihn an den Tag legt, ist kaum daran zu zweifeln, daß er sich an dessen Beiträgen gebildet, aus ihnen zuerst den Ernst und die Sorgfalt, welche phytotomische Arbeiten erheischen, kennen gelernt hat.

Es wurde schon erwähnt, daß ein wesentlicher Fortschritt, den die Pflanzenphysiologie Moldenhawer verdankt, darin lag, daß er zuerst sowohl die Zellen als auch die Gefäße durch Fäulniß in Wasser und nachheriges Zerdrücken und Zerfasern isolirte, ein Verfahren, welches in neuerer Zeit wenig Anwendung findet, obgleich es auch jetzt noch selbst neben der sog. Schulze'schen Maceration mit Vortheil angewendet werden kann, besonders wenn man diese Präparationsmethode mit derselben Sorgfalt und Umsicht wie Moldenhawer anwendet. Die Isolirung der Elementarorgane der Pflanzen durch Maceration in Wasser mußte Moldenhawer sofort in den strengsten Gegensatz gegen Mirbel stellen, der mit Wolff die Einfachheit der Scheidewände zwischen je zwei Zellen annahm, während Moldenhawer durch sein Verfahren die Zellen und Gefäße nach der Isolirung als geschlossene Schläuche und Säcke vorfand, die also anscheinend nothwendig in der lebenden Pflanze selbst so aneinander liegen mußten, daß die Wand zwischen je zwei Zellräumen von einer doppelten Hautlamelle gebildet wurde und Moldenhawer hebt ausdrücklich hervor, daß dies auch in sehr dünnwandigem Parenchym der Fall sei. Dieses Ergebnis blieb unanfechtbar, so lange man nicht in der Lage war, aus der Ent-

widlungsgeschichte des Zellgewebes die ursprüngliche Einfachheit der Scheidewände abzuleiten, oder so lange man nicht aus sehr starken Vergrößerungen die wahre Struktur der Scheidewände und ihre spätere Spaltung sowie die Differenzirung der ursprünglich einfachen Wand in zwei trennbare Lamellen darthun konnte. War die auf das Macerationsergebnis basirte Ansicht auch noch nicht die richtige, so trat sie doch betreffs der fertigen Zustände der Wahrheit näher, als die Wolff-Mirbel'sche Annahme und was noch mehr galt, man war in der Lage, die Form der einzelnen Elementarorgane und die Skulptur ihrer Wände viel genauer als bisher zu studiren. Zwar hatte schon Link 1809 (Nachträge p. 1) die Zellen gelegentlich durch Knochen isolirt, auch hatte 1811, wie erwähnt, Treviranus auf die Isolirbarkeit mancher Parenchymzellen im natürlichen Zustand aufmerksam gemacht; aber keiner von beiden führte diese Wahrnehmungen methodisch weiter aus und vor Allem behält Moldenhawer das Verdienst, die Gefäße und Holzzellen zuerst isolirt zu haben. Wie es aber zu gehen pflegt, hat freilich auch er nicht alle Consequenzen, zu denen seine Präparationsmethode berechnete, wirklich gezogen. Moldenhawer's Darstellung, welche im Grunde die ganze Phytotomie umfaßt, kehrt immer wieder zu einer bestimmten Pflanzenart, dem Mais zurück, dieser liefert bei jeder zu behandelnden Frage den Ausgangspunct; die dort gewonnenen Ergebnisse sind die festen Stützpunkte, an welche er sich bei der Betrachtung der verschiedensten anderen Pflanzen lehnt, um sich sodann in sehr ausführliche vergleichende Betrachtungen einzulassen. Diese Behandlungsweise war bei dem damaligen Zustand der Wissenschaft sowohl für die Forschung, wie für die belehrende Darstellung sehr glücklich gewählt; ein besonders glücklicher Griff aber war es, daß Moldenhawer zu diesem Zweck gerade die Maispflanze wählte: die früheren Phytotomen hatten sich gewöhnlich an die dikotylen Stämme gewendet, mit Vorliebe sogar an solche mit compacten Holzkörper und complicirt gebauter Rinde, Pflanzen, deren Untersuchung auch für einen geübten Beobachter mit gutem Mikroskop noch heute Schwierigkeiten darbietet; ge-

legentlich hatte man sich wohl auch an die Anatomie des Kürbisstammes gehalten, dessen große Zellen und Gefäße die geringe Vergrößerung unterstützten, wobei jedoch wieder manche Abnormitäten dieser Pflanze stören mußten; die Monokotylen hatten die bisherigen Beobachter gleich den Gefäßkryptogamen erst in zweiter Linie beachtet. Indem nun Moldenhawer eine monokotyle, rasch wachsende Pflanze mit sehr großzelligem Gewebe von verhältnißmäßig sehr einfachem Bau zur Grundlage seiner Untersuchung machte, mußte ihm schon aus diesem Grunde vieles klarer werden, als seinen Vorgängern. Vor Allem aber fand er bei dieser Pflanze die faserigen Elementarorgane mit den Gefäßen in Bündeln vereinigt, welche sich von dem sie umgebenden großzelligen Parenchym scharf abgrenzen. So trat das Eigenartige und der Begriff des Gefäßbündels den anderen Gewebeformen gegenüber deutlich hervor; es war nicht mehr der Unterschied von Rinde, Holz und Mark, der den früheren Phytotomen als Grundlage der histologischen Orientirung diente, der aber an sich nur ein secundäres Ergebnis der späteren Ausbildung gewisser Pflanzentheile ist; indem Moldenhawer von vornherein das Hauptgewicht auf den Gegensatz von Gefäßbündel und Parenchym legte, traf er damit eine histologische Thatsache von mehr fundamentaler Bedeutung, durch deren richtige Würdigung seitdem erst eine durchgreifende Orientirung in der Histologie der höheren Pflanzen möglich geworden ist. Denn während demjenigen, der von der Betrachtung der Rinde, des Holzes und des Markes älterer dikotylar Stengel ausgeht, der Bau der Monokotylen und Farne abnorm und ganz eigenartig erscheinen muß, ist dagegen dem, der mit Moldenhawer in den Gefäßbündeln der letzteren ein besonderes histologisches System erkannt hat, der Weg geöffnet, auch bei den Dikotylen dasselbe aufzusuchen, die secundäre Erscheinung von Holz und Rinde auf die primäre Existenz von Gefäßbündeln zurückzuführen. Und Moldenhawer bahnte dies in der That an, indem er zuerst darauf hinwies, wie das Wachsthum eines dikotylen Stengels aus dem Bau und der Lagerung der anfangs isolirten Gefäßbündel verstanden wer-

den kann (Beiträge p. 49 ff). Dieses Verfahren aber mußte ihn nothwendig zur Abweisung der Malpigh'schen Theorie vom Dickenwachsthum holziger Stämme führen, einer Theorie, die, wie wir gesehen haben von Grew bis auf Mirbel sämtliche Pflanzenanatomien angenommen hatten; wenn auch Bernharti und Treviranus schwache Versuche machten, sie wenigstens zum Theil zu entkräften, so war doch Moldenhawer der erste, der die Entstehung der äußeren Holzschichten aus inneren Bastlagen definitiv beseitigte und die erste wirklich brauchbare Grundlage für die spätere richtige Theorie des nachträglichen Dickenwachsthums lieferte (p. 35). Die Beseitigung dieses alten Irrthums ist schon an sich ein sehr bedeutendes Ergebniß, welches ihm, abgesehen von allen übrigen Verdiensten, eine ehrenvolle Stelle in der Geschichte der Botanik sichern mußte.

Diesen Lichtseiten sollte jedoch auch der Schatten nicht fehlen; alle Sorgfalt der Beobachtung, alle kritische Behandlung schützte auch ihn nicht vor einem Vorurtheil und den üblen Folgen desselben. Nachdem Moldenhawer nämlich die Elementarorgane durch Maceration isolirt hatte, entstand für ihn die Frage, wie nun der feste Zusammenhang derselben in der lebenden Pflanze zu denken sei. Da glaubte er nun ebenso wie später auch Mohl, Schacht u. a. eines besonderen Bindemittels zu bedürfen, versiel aber nicht wie diese auf eine Matrix, welcher die Zellen eingebettet sind, oder auf ein Klebemittel, welches sie zusammenhält, sondern auf eine viel wunderliche Theorie, welche stark an Grew's Fadengewebe erinnert und wie bei diesem zum Theil auf fehlerhaften Wahrnehmungen beruht, welche zu rasch als Grundlage einer Theorie benutzt wurden, die nun ihrerseits die weiteren Beobachtungen trübte. Moldenhawer glaubte nämlich, daß die Zellen und Gefäße durch ein äußerst feines Netzwerk von Fäserchen umspinnen und zusammengehalten werden; in manchen Fällen glaubte er diese Fasern wirklich zu sehen, für solche sprach er auch die Verdickungsleisten der bekannten Zellen von *Sphagnum* an; und was fast noch mehr Wunder

nehmen muß, er scheint auch die verdickten Längs- und Querkanten von Zellen und Gefäßen für solche Fasern gehalten zu haben. Der üble Eindruck dieser Theorie mußte noch dadurch erhöht werden, daß Moldenhawer sein Phantasiegebilde von Fasernetzen, welche die Zellen und Gefäße zusammenhalten sollen, mit dem längst anders gebrauchten Namen Zellengewebe belegte, während er das Parenchym selbst als zellige Substanz bezeichnete eine Nomenclatur, in welcher ihm glücklicherweise Niemand gefolgt ist, die aber gewiß dazu beigetragen hat, Moldenhawer's große Verdienste um die Phytotomie später in Mißkredit zu bringen.

Seine „Beiträge zur Anatomie der Pflanzen“ zerfallen in zwei Hauptabschnitte, deren erster von den Umgebungen der Spiralgefäße, der zweite von diesen selbst handelt.

Im ersten werden die Theile des Gefäßbündels im Maisstamme, bezüglich ihrer Lagerung und Gesamtkform sehr gut beschrieben; zunächst die aus stark verdickten Fasern bestehende Hülle des ganzen Bündels richtig erkannt, die eigene Membran jeder dieser Zellen und ihre allseitige Geschlossenheit hervorgehoben, ihre Ähnlichkeit mit dem Bast und den faserigen Elementen des dikotylen Holzes betont. Gelegentlich wird auch der gefächerten Holzzellen und der reihenförmig geordneten Holzparenchymzellen gedacht. — Unter dem Namen der fibrösen Röhren faßte er die Zellen der Sklerenchymscheide vieler Gefäßbündel, den ächten Bast und die Holzfasern zusammen, welsch letztere nach Moldenhawer dem Coniferenholze fehlen. Das nachträgliche Dickenwachsthum der Rinde und des Bastes erläuterte er an der Weinrebe, wo er auch die Markfrone und die Spiralgefäße derselben richtig erkannte; bei krautigen Dikotylen fand er die Gefäßbündel aus einem Bast- und einem Holztheil zusammengesetzt und den compacten Holzkörper der eigentlichen Holzpflanzen ließ er durch Verschmelzung der Holztheile dieser einzelnen Bündel entstehen.

Bei der Behandlung des parenchymatischen Zellgewebes wird die von Sprengel und Treviranus angenommene

Entstehung junger Zellen aus Inhaltskörnern der älteren mit Nachdruck und guten Gründen abgewiesen, ebenso die Wolff-Mirbel'sche Theorie beseitigt, gegen Mirbel noch ganz besonders hervorgehoben, daß die Trennung fibröser Röhren auch da noch möglich sei, wo auf dem Querschnitt zwischen ihnen keine Grenzlinie zu sehen ist. Ebenso wie bei den dickwandigen sei auch bei den dünnwandigen Parenchymzellen die Scheidewand doppelt und die Zellhaut allseitig geschlossen. „Nach diesen Beobachtungen, fährt er p. 86 fort, besteht also die zellige Substanz aus einzelnen verschlossenen, kugelförmigen, ovalen oder mehr oder weniger länglichen, fast cylindrischen Schläuchen, welche durch den gegenseitigen Druck aufeinander eine eckige und abgeplattete, den Bienenzellen ähnelnde regelmäßige oder eine mehr oder weniger unregelmäßige Gestalt annehmen; ein solches Aggregat einzelner Zellen (und darin hat er allerdings ganz Recht) hat nichts Gemeinschaftliches mit einem Gewebe, und der Name Zellgewebe scheint daher weniger anpassend zu sein als der Name der zelligen, aus zellenförmigen Schläuchen bestehenden, Substanz.“ — Weiterhin wird dann die Existenz sichtbarer Löcher in den Zellwandungen gegen Mirbel abgewiesen, und hervorgehoben, daß die Saftbewegung derselben nicht bedürfe. Da sich zwischen Mirbel und seinen Gegnern der Streit um die Porosität der Zellwände auch gleichzeitig auf die Spaltöffnungen der Oberhaut ausdehnte¹⁾, insoferne man nämlich die Spalten derselben als Oeffnungen in der als einfache Haut gedachten Epidermis annahm, so ging Moldenhawer bei dieser Gelegenheit genauer auf die Anatomie der Spaltöffnungen ein, von denen er die ersten naturgetreuen Beschreibungen und Abbildungen lieferte, indem er besonders zeigte, daß die Spalte nicht, wie die meisten bisherigen Beobachter glaubten, von einem einfachen Hof umgeben sei, sondern zwischen zwei Zellen liegt, daß also diese Spalte in keiner Weise als ein Beispiel der Porosität der Zellwände betrachtet werden

¹⁾ Ueber die noch nach 1812 bestehenden Zweifel betreffs der Spaltöffnung vgl. Mohl's Ranken und Schlingpflanzen 1827 p. 9.

könne, wie Mirbel geglaubt hatte; es mag hier eingeschaltet werden, daß der letztere später die Spaltöffnungen sogar für kurze, breite Haare hielt; erst Amici 1824 und Treviranus 1821 zeigten an Querschnitten der Spaltöffnungen deren wahren Bau, der dann viel später von Mohl genau untersucht wurde. Auch Moldenhawer beschäftigte sich bei Gelegenheit dieser Untersuchung mit der von Comparetti zuerst beobachteten und von den deutschen Phytotomen mehrfach besprochenen, auch in neuester Zeit mehrfach untersuchten Fähigkeit der Spaltöffnungen, sich abwechselnd zu öffnen und zu schließen. Dies Alles bei Gelegenheit der Tüpfelbildung an den Zellwänden, über deren wahre Natur Moldenhawer jedoch nicht in's Reine kam.

Wie für seine Vorgänger und viele Nachfolger sind auch für Moldenhawer die sogenannten eigenthümlichen Gefäße (*vasa propria*) ein Stein des Anstoßes, insofern er unter diesem Namen durch die Ähnlichkeit der Säfte verleitet, Gebilde der verschiedensten Art zusammenfaßt: auf eine sehr gute Beschreibung des Weichbastes im Gefäßbündel der Maispflanze folgen die Milchsaftschläuche von *Musa*, die Milchzellen von *Asclepias* die er falsch deutet, die richtiger erkannten Milchgefäße von *Chelidonium*. Alle diese *vasa propria* nahm Moldenhawer für zellige Gefäße, welche aus in einander geöffneten Schläuchen bestehen; sehr gut aber werden von ihnen die Terpentingänge unterschieden und einer derselben von der Kiefer richtig abgebildet, doch nimmt er innerhalb der den Kanal umgrenzenden Zellreihen noch eine besondere den Gang auskleidende Haut an. Endlich geht er auf die Interzellularräume über, welche er als Lücken in der zelligen Substanz auffaßt und an *Musa* und *Nymphaea* erläutert. Die schon von Treviranus entdeckten, das Parenchym durchziehenden engen Zwischenräume beachtete Moldenhawer nicht weiter.

In dem zweiten Abschnitt von den Spiralgefäßen werden zunächst alle im Gefäßbündel der Maispflanze enthaltenen Gefäße als Spiralgefäße zusammengefaßt, die verschiedenen Formen derselben aber gut unterschieden und besonders darauf hingewiesen,

daß an einer und derselben Gefäßröhre in verschiedenen Theilen ihres Verlaufs Ringe und Spiralen vorkommen, was übrigens bereits Bernhardi entdeckt hatte. Die Foliirung der Gefäße gibt ihm Gelegenheit die Zusammensetzung derselben aus verschieden langen Gliedern besser als seine Vorgänger zu sehen, er beweist ausführlich die Existenz einer geschlossenen dünnen Gefäßmembran, deren Verdickungen er jedoch wie Hedwig auf der Außenseite sitzen läßt. Die Schwierigkeiten der gehöften Tüpfel hat Moldenhawer ebensowenig, wie später Mohl und Schleiden überwunden; auch hier war es erst die Entwicklungsgeschichte, welche Auskunft über den wahren Bau dieser Gebilde gab (Schacht 1860).

Es wurde schon in der Einleitung hervorgehoben, daß Moldenhawer die erste Periode des zwischen 1800 und 1840 liegenden Zeitraums gewissermaßen abschließt, nicht nur insoferne die Mehrzahl der bisher ventilirten Fragen bei ihm zu einem gewissen Abschluß gelangt, sondern auch äußerlich, indem auf seine Beiträge nunmehr eine Reihe von Jahren folgt, innerhalb deren ein namhafter Fortschritt auf dem Gebiet der Phytotomie nicht zu verzeichnen ist; zwar wurde in Kieser's „Grundzügen der Anatomie der Pflanzen“ 1815 eine zusammenhängende Darstellung der ganzen Phytotomie versucht, die aber nicht nur nichts wesentlich Neues bot, sondern sich ganz in den unfruchtbaren Redensarten der damaligen Naturphilosophie bewegte, und selbst so grobe Irrthümer, wie Hedwig's Lehre von lymphatischen Gefäßen im Gewebe der Epidermis, wieder aufwärmte, die Moose aus Confervenfäden bestehen ließ. Eine wirkliche Bereicherung der Phytotomie war dagegen in Treviranus 1821 erschienen vermischten Schriften, besonders Betreffs der Epidermis enthalten, ebenso in Amici's Entdeckung 1823, daß die Interzellularräume der Pflanzen nicht Saft, sondern Luft enthalten und daß ebenso die Gefäße vorwiegend Luft führen. Die nach 1812 und vor 1830 fallenden weiteren Publikationen Mirbel's, Schulze's, Link's, Turpin's u. a. können wir hier ruhig übergehen, da es uns nicht auf

eine Schilderung der Literaturzustände überhaupt, sondern auf den Nachweis wirklicher Fortschritte ankommt.

Mit dem Ende der zwanziger Jahre beginnt die Thätigkeit Meyen's und Mohl's und im Lauf der dreißiger Jahre sind beide die weit überwiegenden Hauptvertreter der Phytotomie, wenn auch immerhin 1835 eine in vieler Beziehung verdienstliche Arbeit Mirbel's über die *Marchantia polymorpha* und die Pollenbildung von *Cucurbita* fällt. Selbst ein so umfangreiches Werk wie Treviranus' „Physiologie der Gewächse“ 1835—1838, in welchem auch die ganze Phytotomie behandelt wird, können wir hier ruhig übergehen, da in demselben trotz mancher verdienstlicher Einzelheiten die Phytotomie doch wesentlich unter den schon vor 1812 eröffneten Gesichtspuncten wieder vorgetragen wird; dieses umfangreiche und durch seine Literaturnachweisungen sehr brauchbare Werk war leider schon zur Zeit seines Erscheinens veraltet, denn schon seit 1828 war in die Behandlung der Phytotomie mit Mohl's Arbeiten ein ganz anderer Geist eingetreten.

Die beiden Männer, welche seit dem Schluß der zwanziger Jahre bis 1840 als die Hauptvertreter der Phytotomie gelten dürfen, Meyen und Mohl, stellen sich aber in ihrer Bedeutung für unsere Wissenschaft sehr verschieden dar. Man kann den wesentlichen Unterschied vielleicht nicht treffender bezeichnen, als wenn man darauf hinweist, daß Meyen's phytotomische Arbeiten gegenwärtig nur noch historisches Interesse beanspruchen können, während auch die ältesten anatomischen Untersuchungen Mohl's von 1828—1840 noch keineswegs veraltet sind, noch jetzt als Quellen unseres phytotomischen Wissens gelten, aus welchen jeder noch heute schöpfen muß, der irgend einen Theil der Phytotomie weiter bearbeiten will. Meyen's Ansichten schließen sich überall trotz seiner zahlreichen eigenen Untersuchungen, dem in der Göttinger Preisfrage vertretenen Gedankenkreise an, obwohl er in seinen Beobachtungen weit über diesen, selbst über Moldenhawer hinausgeht; für Mohl dagegen waren selbst anfangs die phytotomischen Ansichten jener Männer nicht mehr

maßgebend; selbst Moldenhawer und Treviranus gegenüber nahm er sofort eine ganz selbstständige Stellung; länger dauerte es allerdings, bis es ihm gelang, sich auch von der Autorität Mirbel's ganz frei zu machen. Aus den hier angegebenen Gründen und weil Meyen's Thätigkeit schon 1840 durch den Tod unterbrochen wurde, während Mohl noch dreißig Jahre länger die Phytotomie fördern half, werde ich hier zuerst von Meyen's Thätigkeit berichten.

Meyen ¹⁾ zeichnete sich durch eine außerordentliche Fruchtbarkeit als Schriftsteller aus. Schon mit 22 Jahren schrieb er eine Abhandlung *de primis vitae phaenomenis in fluidis* 1826; zwei Jahre später anatomisch-physiologische Untersuchungen über den Inhalt der Pflanzenzellen und schon 1830 erschien sein Lehrbuch der Phytotomie, welches die ganze Disziplin auf Grund eigener Untersuchungen und mit zahlreichen, für jene Zeit recht schönen Abbildungen auf 13 Kupfertafeln behandelt. Seine schriftstellerische Thätigkeit wurde sodann durch eine in den Jahren 1830 — 32 ausgeführte Weltumsegelung unterbrochen, um in den letzten vier Jahren seines Lebens 1836 — 1849 zu einer unglaublichen Produktivität sich zu steigern; man begreift kaum, wo Meyen die Zeit hernahm, um auch nur die mechanische Seite derselben zu bewältigen; denn 1836 erschien seine von der Teyler'schen Gesellschaft in Harlem gekrönte Preisschrift über die neuesten Fortschritte der Anatomie und Physiologie der Gewächse, ein Quartband von 319 Seiten mit 22 Kupfertafeln; die letzteren sind schön gezeichnet, die stylistische Darstellung gewandt, der Inhalt des Werkes freilich

¹⁾ Franz Julius Ferdinand Meyen geb. zu Dilsit 1804, gest. als Professor zu Berlin 1840. — Er widmete sich anfangs der Pharmazie, ging dann aber zur Medicin über und promovirte 1826, worauf er mehrere Jahre ärztliche Praxis trieb; 1830 trat er, mit Instruktionen A. v. Humboldt's versehen, eine Weltumsegelung an, von der er 1832 zurückkehrte und reiche Sammlungen mitbrachte; 1834 wurde er Professor zu Berlin. Auf seine physiologischen Arbeiten komme ich später zurück. (Biographisches in Flora 1745 p. 618).

ziemlich flüchtig behandelt. Schon ein Jahr später, 1837 erschien der erste Band seines „neuen Systems der Pflanzenphysiologie“, dem bis 1839 die beiden anderen folgten, ein ebenfalls an neuen Beobachtungen und Abbildungen reiches Werk. Gleichzeitig mit diesen Arbeiten, 1836—39 gab er ausführliche, einen stattlichen Band füllende Jahresberichte über die Resultate der Arbeiten im Felde der physiologischen Botanik heraus, nachdem er 1837 eine Preisschrift über die Sekretionsorgane und 1836 einen Grundriß der Pflanzengeographie publicirt hatte; 1840 erschien eine Abhandlung über Befruchtung und Polyembryonie und außerdem hinterließ er die nach seinem Tode 1841 publicirte Pflanzenpathologie. Das Quantum dieser zwischen 1836 und 1840 herausgegebenen, wenn auch theilweise schon vorher vorbereiteten Arbeiten ist so außerordentlich groß, daß der Verfasser den innern Zusammenhang der Thatfachen und diese selbst im Einzelnen unmöglich reiflich durchdacht haben kann. Das Studium seiner Werke zeigt aber auch vielfach Ueberstürzung in der Aufstellung neuer Ansichten, in Zurückweisung oder Aufnahme fremder Behauptungen; die Darstellung ist zwar übersichtlich und fließend, von ächt naturwissenschaftlichem Geist getragen; allein der Ausdruck ist oft ungenau, die Gedanken nicht selten unreif; häufig wird das principiell Wichtige über unbedeutenden Nebendingen übersehen. Diesen durch die rasche Produktion bedingten Fehlern gegenüber ist aber ganz besonders als Vorzug Meyen's hervorzuheben, daß er für Alles in der Phytotomie ein offenes Auge hatte, Nichts unbeachtet ließ und immer darauf ausging, die Wissenschaft als ein zusammenhängendes Ganze übersichtlich darzustellen, den Leser allseitig zu orientiren, um so die Phytotomie und Physiologie auch weiteren Gelehrtenkreisen zugänglich zu machen; in diesem Sinne sind auch seine schön und gewandt gezeichneten mikroskopischen Bilder zu rühmen; diese bieten dem Leser nicht, wie in den früheren phytotomischen Werken, kleine Bruchstücke, sondern ganze Gewebemassen im Zusammenhang so, daß man einen Einblick in die Lagerung der verschiedenen Gewebesysteme und ihrer Beziehungen unter einander gewinnt.

Ganz auffallend ist es, wie sehr sich Meyen's Zeichnungen von 1836 denen von 1830 gegenüber vervollkommnet haben, obgleich er in beiden Fällen dasselbe Mikroskop und die gleiche Vergrößerung von 220 benutzte.

Um zu erfahren, was Meyen zur Förderung der Phytotomie ganz selbständig beigetragen hat, müssen wir uns an seine „Phytotomie“ von 1830 wenden; denn in seinen späteren Werken, besonders auch im neuen „System der Physiologie“ von 1837 konnte er bereits die ersten durchschlagenden Arbeiten Mohl's benutzen, die nothwendig auf seine späteren Ansichten einwirken mußten, wenn Meyen auch immerhin mehr als Rivale und Opponent Mohl's auftrat und diesem gegenüber nicht nur Treviranus und Link, sondern auch einen Kiefer u. dergl. wie gleichberechtigte Capacitäten behandelte. Wie er in seinen späteren Schriften Mohl's Leistungen widerwillig anerkannte, die fundamentale Bedeutung derselben übersah, so trat er in seiner früheren Phytotomie 1830 auch vielfach gegen Moldenhawer auf, um ihm gegenüber die Autorität Link's zur Anerkennung zu bringen und mit Verwunderung liest man im ersten Bande des neuen Systems eine Widmung an Link, wo dieser als „Gründer der deutschen Pflanzenphysiologie“ bezeichnet wird. Die Stellung eines Gelehrten zu seiner ganzen Wissenschaft findet ihren einfachsten und bestimmtesten Ausdruck sicherlich in seinem Urtheil über die Verdienste seiner Zeitgenossen und Vorgänger; das eben Gesagte läßt daher schon schließen, daß Meyen noch in der Hauptsache in dem Gedankenkreise der Göttinger Preisschrift sich bewegte, ohne die Bedeutung der von Moldenhawer und Mohl bereits eröffneten Gesichtspunkte klar zu erkennen; wenn auch immerhin zugegeben werden muß daß Meyen in der von Link betretenen Bahn selbständig weit über diese hinausging.

Käme es darauf an, eine Biographie Meyen's zu verfassen, so müßten wir allen seinen genannten Werken folgen und zeigen, wie sich seine Ansichten nach und nach klärten; für unsern Zweck genügt es jedoch, das Eigenartige in der Gesamtauf-

fassung der phytotomischen Probleme bei Meyen hervorzuheben; diese tritt aber am deutlichsten in seiner mehrerwähnten „Phytotomie“ von 1830 hervor, und da dieselbe auch in seinen sieben Jahre später erschienenen ersten Bande des „neuen Systems“ der Hauptsache nach festgehalten ist, so können wir unserer historischen Betrachtung jenes Werk zu Grunde legen und dies um so mehr, als uns eine ausführliche Würdigung seiner späteren Arbeit in weitläufige Diskussionen über sein wissenschaftliches Verhältniß zu Mohl verwickeln müßte. Es kommt mir hier also weniger auf eine Würdigung der wissenschaftlichen Persönlichkeit Meyen's, als vielmehr darauf an, zu zeigen, wie im Jahre 1830, als Mohl eben erst angefangen hatte, sich der Phytotomie zu widmen ohne aber noch einen bedeutenden Einfluß auf die Literatur zu üben, die Ansichten über die Struktur der Pflanze bei einem Manne sich gestalteten, der mit entschiedenem Talent und großem Eifer dem Studium derselben sich hingab; wir gewinnen so einen Maßstab für das, was in den nächsten zehn Jahren vorwiegend durch Mohl, zum Theil durch Mirbel zu Tage gefördert wurde. Bei der Beurtheilung seiner „Phytotomie“ (1830), deren Grundanschauungen im Folgenden vorgeführt werden sollen, ist übrigens nicht zu vergessen, daß Meyen, als er sie schrieb, 25—26 Jahre alt war und daß für einen so jungen Mann eine solche Leistung immer hin eine sehr beträchtliche war.

Von den Elementarorganen der Pflanze nahm Meyen drei Grundformen an: Zellen, Spiralröhren und Lebenssaftgefäße; durch Vereinigung gleichartiger Elementarorgane entstehen Systeme von solchen, es giebt also ein Zellensystem, ein Spiralröhrensystem und ein System von Lebenssaftgefäßen (Gefäßsystem). Schon an dieser Eintheilung sieht man, wie eng sich Meyen noch 1830 an die Vorstellungen, welche vor Moldenhawer sich gebildet hatten, anschließt. Die Aufstellung der genannten Systeme ist gegenüber der bereits von Moldenhawer deutlich erkannten Unterscheidung von Gefäßbündeln und Zellgewebe geradezu ein Rückschritt. Jedes der Meyen'schen Systeme wird nun ausführlicher behandelt und dann ihre Gesamtgruppierung

beschrieben. Großen Werth legte Meyen (auch später noch) auf die verschiedenen Habitusformen des Zellgewebes, für welche er die Namen Merenchym, Parenchym, Prosenchym, Pleurenchym einführte. Diese Formen bezeichnet er als das regelmäßige Zellgewebe, dessen Zellformen geometrischen Körpern ähnlich sind, im Gegensatz zu den unregelmäßigen Gewebe der Tange, Flechten und Pilze. Ein entschiedener Fortschritt ist es, der auch Meyen's spätere Arbeiten charakterisirt, daß er schon hier neben der Struktur des festen Zellhautgerüsts in einem besonderen Kapitel den Inhalt der Zellen behandelt, wo zunächst die gelösten Stoffe, dann die körnigen Gebilde organischer Struktur besprochen werden; zu letzteren gehören freilich nicht nur die Stärkekörner, Chlorophyllbläschen und dergl., sondern auch die Samenthierchen in den Pollenkörnern einerseits, und andererseits die auf der Innenseite der Zellwände vorspringenden Verdickungsschichten, z. B. die Spiralbänder in den Schleuderzellen der Jungermanien u. dergl. m. Auch die Krytallbildungen in Pflanzenzellen werden ausführlich besprochen und schließlich die Bewegung des Zellinhaltes („Safte“) behandelt, wo außer den von Corti schon beobachteten Charen auch noch verschiedene andere Wasserpflanzen mit kreisendem Inhalt genannt werden. — Auch das Capitel über die Interzellularräume zeigt einen beträchtlichen Fortschritt über die um 1812 geltenden Ansichten hinaus, das Capitel führt den Titel: „Ueber die durch Aneinanderfügung der Zellen entstandenen Räume im Zellgewebe;“ es werden hier die eigentlichen Interzellulargänge, welche mit Luft erfüllt sind, von den Sekretionsbehältern, den Harz-, Gummi-, Delgängen und den höhlenartigen Sekretionsbehältern unterschieden. Eine dritte Form von Zwischenräumen des Gewebes bilden die großen Luftgänge und Lücken, wie sie zumal bei den Wasserpflanzen vorkommen. Meyen's mit Zellgewebe angefüllte Luftkanäle im Holz der Eichen sind offenbar mit Tüllen erfüllte Gefäße. — Die Form der Zellen im Gewebe läßt Meyen nicht durch gegenseitigen Druck entstehen, auch weist er Kieser's Ansicht ab, wonach die Form eines langgezogenen Rhombendodekanders die ideale Grundform der

Zellen sein soll. Dagegen scheint ihm eine bedeutungsvolle Ähnlichkeit der Zellenformen mit den Absonderungsgehaltn der Basalte vorhanden zu sein.

Bei der Behandlung des Systems der Spiralaröhren wird zuerst die Spiralfaser besprochen, die entweder ganz frei zwischen den Zellen erscheint oder auch im Inneren von Zellen; ein entschiedener Rückschritt gegenüber Bernhardi's und Treviranus' alten Arbeiten. Die Spiralaröhren sind ihm (p. 225) cylinder- oder kegelförmige Gebilde, welche durch die spiralförmig gewundene Faser dargestellt werden, um welche sich erst später eine feine Haut bilde. Als metamorphosirte Spiralaröhren faßt er die Ringgefäße, netzförmig verdickten und punctirten Röhren zusammen. Seine Auseinandersetzung über diese kann man nicht wohl anders verstehen, als daß er wirklich eine zeitliche Metamorphose im Sinne Rudolphi's und Link's annahm; obgleich er später im „neuen System“ I p. 140 dies für ein Mißverständniß erklärt, wobei man aber auch wieder nicht ins Reine kommt, wie er es meint; wie in der Morphologie der Organe verfehlte die Unklarheit der Metamorphosenlehre eben auch in der Phytotomie nicht, Mißverständnisse hervorzurufen. Nur die gestreiften und punctirten Gefäße im Holze läßt Meyen Luft, die eigentlichen Spiralfäße aber Saft führen. Daß die Gefäße aus Zellen entstehen, was Mirbel bereits behauptet, Treviranus wenigstens zum Theil beobachtet hatte, wird von Meyen nur unbestimmt und schüchtern angedeutet.

Die verschiedenen Formen der milchsafführenden Organe werden als „das Circulationsystem der Pflanzen“ behandelt; in ihm sieht er das Höchste, was die Pflanze hervorbringt, indem er mit Schulz fest überzeugt ist, daß der Milchsaft oder wie auch er ihn nennt, der Lebenssaft, in beständiger Circulation, wie das Blut in den Adern begriffen sei. Die Art und Weise des Verlaufs der milchführenden Organe dagegen wird viel übersichtlicher als früher dargestellt, im Ganzen aber mehr Sorgfalt auf die Natur des Milchsaftes, als auf die Struktur seiner Behälter verwendet. Daß diese letzteren zum Theil durch Zellfusion

entstehen, andere Interzellularräume darstellen, noch andere lange, verzweigte Zellen sind, war Meyen unbekannt, wie auch den späteren Phytotomen bis in die sechziger und siebziger Jahre hinein.

Diese gedrängte Inhaltsübersicht von Meyen's „Phytotomie“ zeigt ein auffallendes Gemenge von Fortschritten und Rückschritten gegenüber dem, was vor ihm geleistet war: neben der schon von Treviranus festgestellten Thatsache, daß die Epidermis nicht bloß aus einem Häutchen, sondern aus einer Zellschicht besteht, was Meyen zugiebt, finden wir den großen Irrthum, daß er die Schließzellen der Spaltöffnungen als Hautdrüsen betrachtet, deren Spalte er ganz als Nebensache behandelt. Noch auffallender aber ist, daß Meyen die verschiedenen Tüpfelbildungen der Zellhäute noch 1830 als Erhöhungen derselben behandelt, indem er die zwei Jahre vorher von Mohl festgestellte Thatsache, daß die Tüpfel des Parenchyms dünnere Stellen sind, ausdrücklich zurückweist (p. 120).

Daß Meyen später in seinem „neuen System“, dessen ganzer erster Band die Phytotomie ausführlich, aber im Ganzen nach demselben Schema wie hier behandelt, zahlreiche Irrthümer berichtigt, viele neue Beobachtungen beibringt, überhaupt vielfache Fortschritte erkennen läßt, braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden; auf manche seiner späteren Ansichten jedoch kommen wir im besseren Zusammenhang im Folgenden zurück; hier sei nur erwähnt, daß Meyen auch später den Zellinhalt mehr als seine Zeitgenossen beachtete, besonders die strömende Bewegung ausführlich beobachtete, ohne jedoch das Substrat derselben, das Protoplasma, in seiner Eigenartigkeit zu erkennen. Die Zellhaut, welche Meyen früher für strukturlos gehalten, ließ er später aus feinen Fasern bestehen, eine Ansicht, welche auf richtigen aber nicht hinreichend verfolgten Wahrnehmungen beruhte und später von Mohl und Nägeli berichtigt wurde.

Es ist nicht wohl möglich, einen schärferen Gegensatz zwischen zwei, die gleiche Wissenschaft bearbeitenden Männern zu denken,

als den zwischen Meyen und seinem viel bedeutenderen Zeitgenossen Hugo Mohl: Meyen war mehr Schriftsteller als Forscher; Mohl schrieb verhältnißmäßig wenig in langer Zeit, die er der sorgfältigsten Untersuchung widmete; Meyen beachtete gewissermaßen nur den Habitus, den Gesamteindruck der mikroskopischen Bilder, Mohl kümmerte sich um diesen wenig und ging überall auf die Grundlagen, auf den wahren inneren Zusammenhang der Strukturverhältnisse zurück; Meyen war mit seinem Urtheil bald fertig, Mohl verschob dasselbe nicht selten auch nach langer Untersuchung; Meyen war wenig zur Kritik, wenn auch immerhin zur Opposition geneigt; bei Mohl überwog das kritische Moment bei Weitem das constructive Denken. Meyen hat weniger zur definitiven Beantwortung der wesentlichen Fragen beigetragen, als vielmehr die mannigfaltigsten Erscheinungen an's Licht gezogen, so zu sagen Rohmaterial angehäuft; Mohl dagegen ging gleich von vornherein darauf aus, das Grundwesentliche im Zellenbau der Pflanzen aufzusuchen, die verschiedenen anatomischen Thatsachen zur Aufstellung eines einheitlichen Schema's zu verwerthen.

Auf Hugo Mohl's¹⁾ hervorragende Bedeutung für die

¹⁾ Hugo Mohl (später H. von M.) geb. zu Stuttgart 1805, gest. als Professor der Botanik zu Tübingen 1872. Er war der Sohn eines württembergischen hohen Staatsbeamten; der Staatsmann Robert Mohl, der Orientalist Julius, der Nationalökonom Moriz Mohl sind seine Brüder. — Der Unterricht auf dem Gymnasium zu Stuttgart, welches er 12 Jahre lang besuchte, beschränkte sich auf die alten Sprachen; Mohl's früh erwachte Vorliebe für Naturgeschichte, Physik und Mechanik fand ihre Befriedigung daher in eifrigen Privatstudien. Seit 1823 studirte er in Tübingen Medicin, wo er 1828 promovirte. Ein nun folgender mehrjähriger Aufenthalt in München brachte ihn in Verkehr mit Schrank, Martius, Zuccarini, Steinheil und bot ihm reiches Untersuchungsmaterial für seine Arbeiten über Palmen, Farne und Cycadeen. Schon 1832 folgte er einem Ruf als Professor der Physiologie nach Bern; nach Schübler's Tode wurde er 1835 Professor der Botanik in Tübingen, wo er, verschiedene Berufungen ablehnend, bis zu seinem Tode blieb. Zur Einsamkeit geneigt und nur seiner Wissenschaft lebend, blieb er unverheirathet. Seine äußere

Geschichte nicht nur dieses, sondern auch des folgenden Zeitraums ist schon oben hingewiesen worden. Zudem er gewöhnlich die schon bisher bearbeiteten Fragen der Phytotomie aufnahm, besonders das feste Zellstoffgerüst der Pflanzen zum Gegenstand der eingehendsten Untersuchung machte und in dieser Beziehung die Bestrebungen seiner Vorgänger zum Abschluß brachte, legte er so zugleich einen festen Grund, auf welchem die später von Nägeli begründeten entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen vorgenommen werden konnten. An die früheren Phytotomen schließt Mohl auch insofern an, als bei ihm die Untersuchung der Strukturverhältnisse sich meist in Zusammenhang mit physiologischen Fragen bewegt; ein großer Unterschied aber tritt freilich darin hervor, daß er sich jederzeit darüber klar war, daß durch physiologische Ansichten das Urtheil über sichtbare Strukturverhältnisse nicht beirrt werden darf; seine sehr gründlichen physiologischen Kenntnisse benutzte er vorwiegend dazu, seinen anatomischen Untersuchungen eine bestimmtere Richtung zu geben, den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion der Organe zu beleuchten; kaum bei einem anderen Phytotomen war das Verhältnis von physiologischer und anatomischer Forschung ein so gesundes und fruchtbares, wie bei ihm, dem die völlige Abtrennung der Phytotomie von der Physiologie ebenso fremd war, wie das ungerregte Zueinandergreifen beider, durch welches seine Vorgänger, besonders auch Meyen, zu Mißgriffen verleitet wurden.

Bei seinen anatomischen Forschungen kam ihm eine seltene technische Kenntniß des Mikroskops zu statten; er selbst verstand Linsen zu schleifen und zu fassen, welche den Vergleich mit den

Lebensgeschichte war, wie de Bary sagt, die einfachste: von erster Jugend an glückliche Tage, durch keinerlei ernstes Mißgeschick, von keinem außergewöhnlichem Ereigniß bewegt. — Mohl war in allen Gebieten der Botanik zu Hause und weit darüber hinaus ein vielseitig und gründlich gebildeter Mann, ein Naturforscher in der besten Bedeutung des Wortes. — Eine sehr hübsche biographische Skizze aus de Bary's Feder findet sich botan. Zeitg. 1872 Nr. 31.

besten ihrer Zeit nicht zu scheuen brauchten. Bei der geringen Bekanntschaft mit dem Mikroskop, welche in den dreißiger und vierziger Jahren unter den meisten Botanikern noch herrschte, war daher Niemand besser als Mohl geeignet, in kleinen Aufsätzen über die praktischen Vorzüge eines Instrumentes zu belehren, Vorurtheile zu beseitigen und schließlich in seiner „Mikrographie“ 1846 eine ausführliche Anweisung zur Handhabung des Mikroskops zu geben.

Viel wichtiger war jedoch die geistige Begabung Mohl's, welche gerade in der Zeit der dreißiger und vierziger Jahre für die Anforderungen der Pflanzenanatomie kaum glücklicher gedacht werden kann. In jener Zeit, wo man auf ungenaue Beobachtungen phantastische Theorien baute, wo Gaudichaud das Dickenwachsthum des Holzes wieder in der von Wolff und Du Petit-Thouars angenommenen Art stattfinden ließ, wo noch Desfontaines' Ansicht vom endogenen und exogenen Wachsthum der Stämme geglaubt wurde, wo Mirbel seine alte Theorie von der Entstehung der Zellen durch neue Beobachtungen und schöne Bilder zu stützen suchte, wo Schulz Schulzenstein die abenteuerlichsten Ansichten über die Milchsaftgefäße von der pariser Akademie mit einem Preis gekrönt sah, wo Schleiden's voreilige Zellentheorie und Befruchtungslehre mit großem äußeren Erfolg auftrat, war es Mohl, der immer wieder auf die genaue Beobachtung zurückging, leichtsinnig aufgestellten Theorien durch sorgfältige monographische Arbeiten den Boden entzog und gleichzeitig eine Summe wohl constatirter Thatsachen zu Tage förderte, an welche die weitere ernste Forschung anknüpfen konnte. Jene Theorien haben längst kaum noch ein historisches Interesse, die damals entstandenen Arbeiten Mohl's aber sind noch jetzt eine reiche Fundstätte von brauchbaren Beobachtungen und wahre Muster klarer Darstellung.

Seiner schriftstellerischen Thätigkeit ging ein sorgfältiges Studium aller botanischen Disciplinen und der nöthigen Hilfswissenschaften voraus. Daß er dabei nicht bloß Kenntnisse

fammelte, sondern die Studien auch dazu benutzte, seine Verstandeskräfte einer strengen Dressur zu unterwerfen, das zeigt schon die auffallende Sicherheit und Klarheit in der Darstellung seiner ersten Untersuchungen. In jener Zeit, wo die Naturphilosophie und die entstellte Goethe'sche Metamorphosenlehre noch fortwucherte, trat Mohl trotz seiner Jugend mit einer Ruhe und Unbefangenheit an die Gegenstände seiner Forschung heran, die besonders dann auffällt, wenn man beachtet, wie sein Freund Unger anfangs ganz in jene Strömung gerieth und nur langsam es dahin brachte, sich auf den festen Boden ächt induktiver Forschung zu retten.

Mohl war wohl in Folge der Uebertreibungen und Verirrungen, welche er in seiner Jugend an der Naturphilosophie kennen lernte, aller Philosophie abhold, indem er offenbar die unförmlichen Auswüchse der Schelling'schen und Hegel'schen Lehren für etwas der Philosophie Wesentliches hielt, wie man leicht aus seiner Rede bei Eröffnung der naturhistorischen Fakultät in Tübingen, welche auf sein Betreiben von der philosophischen abgetrennt worden war, entnehmen kann. Seine Abneigung gegen die Abstraktionen der Philosophie hing offenbar zusammen mit der gegen weitgehende Combinationen und gegen umfassende Theorien, auch da, wo solche sich aus genauen Beobachtungen durch sorgfältige Schlußfolgerungen ergeben. Mohl begnügte sich gewöhnlich mit der Feststellung der Thatfachen im Einzelnen und seine theoretischen Folgerungen hielten sich möglichst eng an das direkt Gesehene, so z. B. seine Theorie des Dickenwachsthums der Zelhäute und wo sich ihm in Folge seiner genauen Beobachtung weitere Fernsichten eröffneten, da hielt er gewöhnlich vorsichtig inne, begnügte sich mit Andeutungen, wo später kühnere Denker ihre Forschung erst aufnahmen; so z. B. bei seiner Untersuchung der Zelhäute im polarisirten Licht. Es war daher wenig Geniales und Schwunghaftes in Mohl's wissenschaftlicher Thätigkeit; dafür entschädigte aber mehr als hinreichend der sichere, feste Boden, den er dem Leser seiner Arbeiten überall darbietet; wenn man von der Lektüre der vor 1844

publicirten phytotomischen Arbeiten Anderer zu denen Mohl's übergeht, so ist hier in der That der vorwiegende Eindruck der Sicherheit; man hat das Gefühl, daß er richtig gesehen haben müsse, weil schon die Art seiner Darstellung als eine ganz natürliche und gewissermaßen nothwendige sich giebt, um so mehr als er selbst jeden möglichen Zweifel hervorhebt und, wenn er ihn nicht zu beseitigen weiß, als solchen bestehen läßt. In dieser Art gleicht Mohl's Darstellung der Moldenhawer's, nur daß sie bei Mohl sich zu einer Meisterschaft entwickelt, welche diesem noch fehlte.

Mit Mohl's Abneigung gegen weitgehende Abstraktionen und philosophische Betrachtung der Beobachtungsergebnisse hing es offenbar zusammen, daß er in einer mehr als vierzigjährigen unausgesetzten Thätigkeit als Phytotom doch niemals dazu kam, eine übersichtliche, zusammenhängende Darstellung der ganzen Phytotomie zu geben. Mohl's Thätigkeit erschöpfte sich in monographischen Arbeiten, welche gewöhnlich an Tagesfragen anknüpften oder sonst durch den Zustand der Literatur hervorgerufen wurden. Da sammelte er dann die ganze Literatur über die betreffende Frage, kritisirte diese und schälte endlich den wahren Kern der Frage heraus, die er nun durch seine eigenen Beobachtungen zu beantworten suchte. Für letztere sah sich Mohl jedesmal zunächst nach den geeignetsten Objecten um, was außer Moldenhawer die Früheren gewöhnlich versäumt hatten; ein solches Object studirte er dann sehr gründlich, um später schwierigere Gegenstände in den Kreis der Untersuchung hineinzu ziehen. So lieferte jede derartige Monographie gewissermaßen einen Typus, an welchen sich später eine größere Zahl von weiteren Beobachtungen anschließen konnte. In einer sehr langen Reihe von gründlichen Monographien behandelte Mohl schließlich alle wichtigeren Fragen der Phytotomie.

Die außerordentliche Sorgfalt der Beobachtung reichte aber auch bei einem so ruhigen Forscher, wie Mohl es war, wenigstens in seinen früheren Jahren nicht hin, ihn vor einigen sehr starken Mißgriffen zu schützen, wie solche in seiner ersten Theorie

der Interzellularsubstanz 1836 und in seiner frühesten Ansicht über die Natur der Pollenzellhaut 1834 sich finden. Diese und einige andere Mißgriffe eines so begabten rein induktiven Forschers sind lehrreich, insofern sie zeigen, daß Beobachtung ohne jede theoretische Grundlage überhaupt psychologisch unmöglich ist; es ist eine Täuschung, zu glauben, ein Beobachter könne die Erscheinungen in sich aufnehmen etwa wie ein photographisches Papier das Bild; vielmehr trifft die sinnliche Wahrnehmung immer schon auf vorhandene Ansichten des Beobachters, auf Vorurtheile, mit welchen sich die Wahrnehmung unwillkürlich verknüpft. Das einzige Mittel, Irrthümern in dieser Beziehung zu entgehen, liegt darin, daß diese Vorurtheile zu klarem Bewußtsein erhoben, ihre logische Brauchbarkeit geprüft, die vorhandenen Begriffe scharf definiert wurden. Als Mohl seine Theorie von der Interzellularsubstanz aufstellte, schwebten ihm offenbar unbestimmte, halb unbewusste Vorstellungen von der Art vor, wie Wolff und Mirbel sie vom Zellenbau der Pflanzen hegten; und als er die Pollenzellhaut aus einer Zellschicht bestehen ließ, subsummirte er unklare Strukturverhältnisse derselben dem damals noch sehr unklaren Begriff Zelle. Als ächter Naturforscher, der sich überall streng an die Ergebnisse der weiteren Beobachtung hält, seine Begriffe durch dieselbe zu klären sucht, der jeder Ansicht nur einen relativen Werth einräumt, kam Mohl indessen über diese Irrthümer bald hinaus und er selbst lieferte die Beweise für die Unrichtigkeit seiner früheren Behauptung. Uebrigens ist, verglichen mit der sehr großen Zahl seiner Untersuchungen die Anzahl wirklich irriger Angaben außerordentlich gering.

Betrachten wir Mohl's Bedeutung für die gesammte Entwicklung der Phytotomie, so können wir in seiner wissenschaftlichen Laufbahn deutlich genug zwei Perioden erkennen, deren erste von 1827 bis ungefähr 1845 reicht. Vor 1845 war er unbestritten der größte Phytotom, allen Mitstrehenden entschieden überlegen; seine Autorität, obwohl von Unbedeutenderen vielfach angefochten, wuchs von Jahr zu Jahr. Einen gewissen Ab-

schluß findet diese Periode in der Herausgabe seiner „vermischten Schriften“ 1845. Bis dahin waren es ganz vorwiegend Untersuchungen über die Form des festen Zellhautgerüstes der Pflanzen, welche das phytotomische Interesse in Anspruch nahmen und auf diesem Gebiet gab es keinen, der sich damals mit Mohl messen konnte. Doch hatte er schon in den dreißiger Jahren angefangen, die Entwicklungsgeschichte der Pflanzenzellen zu studiren: 1833 beschrieb er die Entwicklung der Sporen der verschiedensten Kryptogamen, 1835 die Vermehrung der Zellen durch Theilung bei einer Alge, 1838 auch bei der Entwicklung der Spaltöffnungen; in diese Zeit fallen auch die ersten Beobachtungen Mirbel's über die Entstehung der Pollenzellen (1833). Auch war Mohl der erste, wenn man nämlich von den ziemlich unvollkommenen Andeutungen über die Entstehung der Gefäße bei Treviranus 1806 und 1811 absieht, der die Entwicklungsgeschichte der Gefäße feststellte; und seine Theorie des Dickenwachsthums der Zellhäute, deren Grundzüge schon in seiner Abhandlung über die Poren des Zellgewebes 1828 enthalten sind, darf ebenfalls als eine entwicklungsgeschichtliche Auffassung der Sculpturverhältnisse der Zellhaut gelten.

Schon seit 1838 hatte Schleiden nicht nur überhaupt die Entwicklungsgeschichte ganz in den Vordergrund der botanischen Forschung gestellt, sondern auch eine durchaus verfehlte Theorie der Zellbildung zu Tage gefördert, welcher Mohl trotz seiner älteren viel besseren Beobachtungen wenigstens anfangs seinen Beifall nicht versagte; viel entschiedener aber und mit nachhaltigerem Erfolg bearbeitete Nägeli seit 1842 die Entwicklungsgeschichte der Pflanzenzellen und der Gewebesysteme sowohl, wie der äußeren Organe. Durch ihn wurden ganz neue Momente in die phytotomische Forschung eingeführt und bald zeigte sich, daß auch die bisher bearbeiteten Fragen einer anderen Fassung bedurften. Mohl entzog sich der neuen Richtung nicht, er lieferte sogar eine Reihe ausgezeichneteter Untersuchungen, welche sich den neuen Fragen der Zellbildungstheorie angeschlossen, so vor Allem seine Arbeiten über das Protoplasma, dem er den

jetzt gebräuchlichen Namen gab; in seiner Abhandlung, "die vegetabilische Zelle", welche 1851 in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie erschien, gab Mohl sogar eine ausgezeichnete Darstellung der neueren Zellbildungstheorie; trotz alldem und trotz der großen Autorität, welche Mohl bis tief in die sechziger Jahre hinein mit Recht genoß, war er doch nicht mehr in demselben Sinne wie vor 1845 der die Richtung bestimmende Führer auf dem Gebiet der Phytotomie.

Zu allen Zeiten war es das feste Gerüst der Pflanzenstruktur in seinem fertigen Zustand, was Mohl's Beobachtungseifer vorwiegend in Anspruch nahm, wenn auch immerhin eine Reihe seiner wichtigsten Arbeiten dem Studium des Zellinhalts gewidmet war.

Abgesehen von seiner Anatomie der Palmen (1831), wo er viele, zum Theil sogar unnöthige Mühe auf histologische Habitusbilder verwendete, sind Mohl's mikroskopische Zeichnungen nicht auf den Gesamteffekt, sondern nur darauf gerichtet, das Verständniß seiner Strukturverhältnisse der einzelnen Zellen und ihrer Verbindung durch möglichst einfache Linien klar zu legen. Die später von Schacht eingeführte, zum Theil an Spielerei grenzende Herstellung von mehr künstlerisch ausgestatteten mikroskopischen Bildern verschmähte Mohl jederzeit und in seinen späteren Publikationen wurden die Abbildungen immer sparsamer oder ganz weggelassen in dem Maße, als es mehr und mehr gelang, auch schwierige Strukturverhältnisse durch Worte klar zu machen.

Bei dem außerordentlichen Reichthum von Mohl's wissenschaftlicher Thätigkeit ist es nicht leicht, dem Leser ein anschauliches Bild derselben vorzuführen, aber doch nöthig, wenigstens ihre Hauptergebnisse übersichtlich zusammenzufassen, um in allgemeinen Zügen Mohl's historische Bedeutung für unsere Wissenschaft darzustellen; mit Uebergang mancher für die Hauptfragen der Phytotomie unwesentlichen Abhandlungen, werde ich hier nur die den Bau des festen Gerüsts der Pflanzenstruktur betreffenden Leistungen hervorzuheben suchen, da sich seine ent-

wicklungsgeschichtlichen Untersuchungen erst im Zusammenhang mit den im folgenden Kapitel zu behandelnden Fragen in ihrer historischen Bedeutung verstehen lassen. Doch beschränke ich mich dabei keineswegs auf Mohl's Leistungen vor 1845, obgleich ich dadurch vielfach genöthigt bin, Arbeiten zu erwähnen, welche der zeitlichen Reihenfolge nach erst dem folgenden Zeitraum, ja beinahe der Gegenwart angehören.

1. Die Zelle als alleiniges Grundelement der Pflanzenstruktur war zwar schon von Sprengel und Mirbel behauptet, aber nicht auf genaue Beobachtungen gestützt worden. Auch hatte schon Treviranus gezeigt, daß die Gefäße im Holz durch reihenweise Verbindung zellenähnlicher Schläuche entstehen, ohne jedoch diese Wahrnehmung auch später zu voller Klarheit durchzuführen. Andererseits stand der Annahme, daß die Pflanze ganz und gar aus Zellen bestehe, noch lange die sonderbare alte Ansicht entgegen, wonach die Spiralfaser ein selbständiges Grundorgan der Pflanzenstruktur sein sollte, eine Ansicht, die Meyen 1830 noch vertrat. Als der wahre Begründer des so höchst wichtigen Satzes, daß nicht nur die faserförmigen Elemente des Bastes und Holzes, die man längst als gestreckte Zellen betrachtete, sondern auch die Gefäße des Holzes aus Zellen entstehen, ist Mohl zu betrachten und wir dürfen in dieser Beziehung großes Gewicht auf seine eigene Behauptung legen, er sei der Erste gewesen, welcher die Entstehung der Gefäße aus Reihen geschlossener Zellen erkannt habe; diese Entdeckung fällt schon in das Jahr 1831, wo er in seiner Abhandlung über die Struktur des Palmenstammes die entscheidenden Beobachtungen, wenn auch kurz, doch deutlich beschrieb. Er sah damals die Scheidewände an den Einschnürungen der Gefäße, deren Existenz von fast allen früheren Phytotomen geleugnet worden war: „Diese Scheidewände weichen, sagt er von den übrigen Membranen der Pflanzen durchaus ab, indem sie von einem Netz dicker Fasern, welche Oeffnungen zwischen sich lassen, gebildet sind.“ Die Entwicklungsgeschichte dieser Gefäße studirte er sowohl an Palmen, wie an dikotylen Pflanzen:

„Im jungen Triebe finde man an den Stellen, an welchen später die großen Gefäße liegen, vollkommen geschlossene, große cylindrische Schläuche, die aus einen wasserhellen, sehr zarten Membran bestehen.“ Er zeigt nun, wie nach und nach auf der Innenseite der Schläuche die den Gefäßwandungen eigene Skulptur entsteht und erwähnt bei dieser Gelegenheit, daß von einer zeitlichen Metamorphose einer Gefäßform in eine andere durchaus keine Rede sein kann, wie auch Treviranus schon und Bernhardt behauptet hatten. „Auf ganz analoge Weise (wie die Seitenwandungen der Gefäße) bilden sich auch die Scheidewände (Querwände) aus; bei diesen geht aber meistens die ursprüngliche, zarte Membran mit der Zeit in den Maschen des Fasernetzes zu Grunde.“ Seitdem ist an dieser Auffassung der Gefäße im Holz von keinem urtheilsfähigen Phytotomen mehr gezweifelt worden. Es ist aber auffallend genug, daß Mohl, der einen so großen Werth auf den Nachweis, daß die Zelle die alleinige Grundlage der Pflanzenstruktur sei, legte, diesen Nachweis doch niemals auf die Milchgefäße und anderer Sekretionskanäle ausgedehnt hat, um zu zeigen, ob und wie auch diese aus Zellen entstehen; noch 1851 („vegetabilische Zelle“) bezweifelte er Unger's Behauptung, daß auch die Milchsaftgefäße aus reihenweise geordneten, mit einander verschmelzenden Zellreihen sich bilden und hielt die Ansicht eines Ungenannten (bot. Zeitg. 1846 p. 833), wonach die Milchsaftgefäße häutige Auskleidungen von Lücken des Zellgewebes seien, für richtiger. Ihm mochte wohl der Geschmack an der Untersuchung dieser und ähnlicher Sekretionsorgane verdorben sein, nachdem Schulz Schulzenstein seit 1824 durch seine verschiedenen Abhandlungen über den sogenannten Lebenssaft und den von ihm behaupteten Kreislauf desselben dieses Gebiet der Phytotomie zu einem wahren Sumpf von Irthümern gemacht und sich nicht gescheut hatte, Mohl, der ihm mehrfach entgegentrat, in unanständigster Weise zu erwidern; zudem wurde Schulz's von Unsinn strogende Schrift: „Ueber die Circulation des Lebenssaftes“ 1833 von der Pariser Akademie mit einem Preis gekrönt.

2. Das Dickenwachsthum der Zellhaut und ihre dadurch entstandene Skulptur war ein die meisten Arbeiten Mohl's durchziehendes Thema. Schon 1828 in seiner ersten Arbeit über „die Poren des Pflanzengewebes“ hatte er die Grundzüge seiner Ansicht entwickelt. Die Art, wie er auch später noch das Dickenwachsthum der Zellhäute sich vorstellte, läßt sich ungefähr in folgender Weise aussprechen: Alle Elementarorgane der Pflanze sind ursprünglich sehr dünnwandige, vollkommen geschlossene Zellen, die innerhalb des Gewebes durch doppelte Wandlamellen von einander getrennt sind ¹⁾, an diesen primären Zellmembranen lagern sich, nachdem ihre Umfangszunahme aufgehört hat, auf der Innenseite neue Schichten von Hautsubstanz ab, die einander schalenartig umgeben, unter sich fest verbunden sind und die Gesamtheit der sekundären Verdichtungsschichten darstellen; auf der Innenseite dieser so durch Apposition verdickten Haut ist gewöhnlich ²⁾ noch eine anders beschaffene tertiäre Verdichtungsschicht zu erkennen. Die schichtenweise Ablagerung auf der ursprünglichen Zellhaut findet jedoch an einzelnen, scharf umschriebenen Stellen, der Zellhaut nicht statt, an diesen ist die Zelle auch später noch durch die primäre Membran allein begrenzt; diese dünnen Stellen der Zellhaut sind es, welche den Namen Lüpfel führen, welche Mirbel und zum Theil Moldenhawer für Löcher gehalten hatten, die aber nach Mohl nur in sehr seltenen Ausnahmefällen durch Resorption der primären, dünnen Wand wirklich in Löcher verwandelt werden. Dieser Theorie entsprechend entstehen die Spiral- Ring- und Netzgefäße durch entsprechend geformte Ablagerung auf der Innenseite der ursprünglich glatten, dünnen Wand. Wie Schleiden und andere Phytotomen kam jedoch auch Mohl

¹⁾ Doch äußerte Mohl schon 1844 (botan. Zeitung p. 340) Zweifel über diesen Punkt.

²⁾ Diese tertiäre Schicht wurde zuerst allgemein von Theodor Hartig, dann mit Einschränkung von Mohl 1844 angenommen.

weder über die Entstehung noch über die Bildung der fertigen, gehöften Tüpfel in's Reine; man ließ an den entsprechenden Stellen die beiden Lamellen der doppelten Scheidewand so auseinander weichen, daß ein linsenförmiger Hohlraum zwischen beiden entstand, welcher dem äußeren Hofe des Tüpfels entsprach während der innere Hof desselben auf gewöhnlicher Tüpfelbildung beruhte. Diese durch die Entwicklungsgeschichte als falsch nachweisbare Ansicht entsprang in der That aus ungenauer Beobachtung, ein bei Mohl seltener Fall, übrigens wurde der wahre Sachverhalt bei der Bildung der gehöften Tüpfel erst 1860 von Schacht aufgefunden.

Es wurde oben erwähnt, daß Meyen in seinem „neuen System der Physiologie“ 1837 (I p. 45) die Zellhäute aus spiralig gewundenen Fasern zusammengesetzt sein ließ; Mohl hatte schon 1836 an gewissen langen Faserzellen von Vinca und Nerium Strukturverhältnisse beschrieben, welche man vorläufig in dieser Weise deuten konnte; durch Meyen's Auffassung der Sache veranlaßt, kam Mohl 1837 noch einmal ausführlich auf die feineren Strukturverhältnisse der Zellhaut zurück; er klärte zunächst die Frage, indem er diejenigen Fälle, wo wirklich spiralförmige Verdickungen auf der Innenseite der Haut verlaufen, von denen unterschied, wo die an der Oberfläche glatte Haut doch eine feine, in Form spiraliger Linien sichtbare innere Struktur zeigt; für diese Fälle nahm er eine eigenthümliche Lagerung der Zellstoffmoleküle an, indem er die Möglichkeit eines derartigen Verhaltens an der Spaltbarkeit der Krystalle zu versinnlichen suchte (Vermischte Schriften p. 329); indeß gelang es ihm noch nicht diese feinsten Strukturverhältnisse, die wir jetzt als die Streifung der Zellhaut bezeichnen, so klar zu legen, wie es später Nägeli im Zusammenhang mit seiner Molekulartheorie gethan hat.

3. Im engsten Zusammenhang mit Mohl's Theorie des Dickenwachsthum der Zellhäute stand die Frage nach ihrer Substanz und chemischen Natur; Mohl beschäftigte sich schon 1840 ausführlich mit den Reaktionen, welche verschie-

dene Zellhäute mit Jodlösung unter verschiedenen Verhältnissen ergeben, eine Frage, welche in den letzten Jahren durch Meyen und Schleiden verschieden beantwortet worden war; Mohl kam zu dem Resultat, daß das Jod den vegetabilischen Zellhäuten je nach der Menge, in welcher es aufgenommen wird, sehr verschiedene Farben erteilt; eine geringe Menge erzeuge gelbe oder braune, eine größere violette, eine noch größere blaue Färbung; zum Theil hänge dieß von der Quellungsfähigkeit der Haut ab; zumal beruhe die blaue Färbung hauptsächlich darauf, daß eine hinreichende Menge Jod eingelagert wird. Größeres Interesse gewann die Frage nach der chemischen Natur des festen Gerüstes des Pflanzenkörpers, jedoch erst durch eine sehr wichtige Arbeit von Payen 1844 ¹⁾, worin derselbe nachwies, daß die Substanz aller Zellhäute, wenn sie von fremden Einlagerungen gereinigt sind, die gleiche chemische Zusammensetzung zeigt. Nach Payen's Ansicht ist dieser Stoff, die Cellulose, in den jungen Zellhäuten ziemlich rein vorhanden, in den älteren dagegen durch „infrustirende Substanzen“ verunreinigt, deren Anwesenheit die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Zellhäute in verschiedener Weise verändert. Diese infrustirenden Substanzen können durch Behandlung der Zellhäute mit Säuren, Alkalien, Alkohol, Aether mehr oder weniger vollständig ausgezogen werden, während andere, unorganische Stoffe nach der Verbrennung der Häute als Aschenfkelett zurückbleiben. Dieser gegenwärtig weiter ausgebildeten Theorie trat bald darauf Mulder mit der Behauptung entgegen, daß ein großer Theil der die Zellhäute zusammensetzenden Schichten von Anfang an aus anderen Verbindungen und nicht aus Cellulose bestehe; zugleich leitete Mulder aus dieser Behauptung Folgerungen über das Dickenwachsthum der Zellhäute ab. Er

¹⁾ Anselm Payen geb. 1795 zu Paris, gest. 1871 war Professor der industriellen Chemie an der Pariser école des arts et métiers. Seine für die Botanik wichtigen Abhandlungen waren: Mémoire sur l'amidon etc. Paris 1839 und besonders mém. sur le développement des végétaux in den Memoiren der Pariser Akademie.

und Harting behaupteten, auf mikroskopische Untersuchungen gestützt, daß die innerste tertiäre Schicht verdickter Häute die älteste sei, auf deren Außenseite die anderen nicht aus Zellstoff bestehenden Schichten abgelagert werden. Dieser Ansicht trat nun Mohl in der botanischen Zeitung 1847 entschieden und siegreich entgegen, ebenso wies er („Vegetabilische Zelle“ p. 192) die auf unklaren chemischen Begriffen ruhende Ansicht Schleiden's von der verschiedenen Substanz der Zellhäute zurück.

Es würde uns viel zu weit führen, wollten wir hier ausführlicher auf diesen wissenschaftlichen Streit eingehen; Payen's von Mohl adoptirte und weiter ausgebildete Ansicht von der chemischen Natur der Pflanzenzellhaut hat sich bisher erhalten und gilt allgemein als die richtige; Mohl's Theorie des Dickenwachsthums dagegen wurde später (1858) durch Nägeli's Wachstumstheorie in ihren Grundlagen erschüttert und man darf wohl sagen, in der Hauptsache für immer beseitigt. Nichts desto weniger war aber Mohl's Theorie des Dickenwachsthums der Zellhäute für die Entwicklung unserer Ansichten vom Zellenbau der Pflanzen von großem Nutzen: indem sie sich an die unmittelbar sichtbaren Verhältnisse ganz eng angeschlossen, war sie zugleich geeignet, fast alle Skulpturverhältnisse der Zellwände unter einen einheitlichen Gesichtspunct zu bringen und ihre Entstehung auf ein allgemeines und sehr einfaches Schema zurückzuführen: jede derartige Theorie ist für den Fortschritt der Wissenschaft schon, weil sie die gegenseitige Verständigung erleichtert, von großem Nutzen, der sich in diesem Fall sofort zeigte, als Nägeli seine tiefer gefasste Theorie der Intussusception aufstellte; das Verständniß dieser letzteren wird ganz wesentlich erleichtert, wenn man vorher die Mohl'sche Theorie in ihren Grundlagen und Consequenzen genau kennen gelernt hat. — Zum Schluß sei hier noch erwähnt, daß Mohl später (Bot. Zeitung 1861) in seiner Untersuchung über das Vorkommen der Kieselsäure in den Zellhäuten einen sehr reichhaltigen und folgenreichen Beitrag zur Kenntniß der feineren Struktur der Zellhäute,

und der Art, wie inkrustirende Substanzen sich in diese ablagern, lieferte.

4. In enger Verbindung mit den älteren Theorien der Zellbildung, aber im Widerspruch mit der noch jetzt geltenden, 1846 von Nägeli begründeten Zellenlehre, standen in den zwanzig Jahren von 1836—1856 die Ansichten der Phytotomen über die sogenannte Interzellularsubstanz. Mohl selbst hatte diesen Begriff in einer seiner früheren und weniger guten Abhandlungen: „Erläuterung meiner Ansicht von der Struktur der Pflanzensubstanz“ 1836 zuerst in die Wissenschaft eingeführt, mehr im Widerspruch, als im Zusammenhang mit seiner eigenen Theorie von dem Wachsthum und der Struktur der Zellhäute. Von den schwer zu beurtheilenden, zum Theil ganz eigentümlichen Zellhautbildungen mancher Algen ausgehend, glaubte Mohl auch bei den höheren Pflanzen zwischen den scharf umschriebenen, die Zellräume umgrenzenden Häuten, die er für die ganzen Zellhäute hielt, in vielen Fällen eine Substanz wahrzunehmen, in welche die Zellen eingelagert sind, wenn diese Zwischensubstanz massenhaft auftritt; während sie nur als dünne Schicht, wie ein Kitt erscheint, wenn sie in geringer Menge zwischen den einander drückender Zellen liegt. Nachdem sich schon Meyen im neuen System“ 1837 (p. 162 u. 174) gegen diese Ansicht erklärt hatte, kam auch Mohl selbst mehr und mehr vor derselben zurück, er schränkte das Vorkommen der Interzellularsubstanz später auf gewisse Fälle ein, da er sich überzeugte, daß Vieles, was er früher für solche gehalten hatte, nur aus „sekundären Verdickungsschichten“ bestehe, zwischen welchen er noch die primären Lamellen der Zellhäute hindurchlaufen sah. Uebrigens wurde von anderen Phytotomen, zunächst von Unger (Bot. Zeit. 1847 p. 289), später aber ganz besonders von Schacht die Theorie der Interzellularsubstanz aufgenommen und weiter ausgebildet; als Gegner derselben trat jedoch Wigand (Bot. Unters. 1854 p. 67) auf, indem er in konsequenter Fortbildung der Mohl'schen Zellhauttheorie die dünnen Schichten der Interzellularsubstanz ebenso wie die von Mohl zuerst richtig unterschiedene

Cutikula als primäre Zellhautlamellen in Anspruch nahm, deren Substanz eine tief greifende chemische Veränderung erlitten habe. — Auch diese Ansichten von der Interzellularsubstanz und der Cutikula mußten übrigens eine wesentlich andere Gestalt annehmen, als Nägeli seine Intussuceptionstheorie aufstellte.

Bei der hier gebotenen Kürze der Darstellung müssen diese Notizen genügen, um Mohl's Bedeutung für die Ausbildung der Zellentheorie, soweit dieselbe den Bau des festen Zellhautgerüsts betrifft, anzudeuten; auf seine Beobachtungen über die Entstehung der Zellen selbst komme ich später noch zurück.

5) Gewebeformen und vergleichende Anatomie. Die schwächste Seite der Phytotomie bis in die dreißiger Jahre hinein lag in der Classification der Gewebeformen, in der Auffassung ihrer Gruppierung und demzufolge in der histologischen Nomenclatur. Die darin liegenden Uebelstände machten sich besonders dann geltend, wenn es darauf ankam, den anatomischen Bau verschiedener Pflanzenklassen, der Cryptogamen, Coniferen, Monokotylen und Dikotylen zu vergleichen, die wahren Unterschiede und wirklichen Uebereinstimmungen derselben festzusetzen. Wie wenig die Phytotomie in dieser Richtung noch fortgeschritten war, zeigt sich deutlich in der von Meyen noch 1837 im neuen System gegebenen Darstellung. Es gehört mit zu den Verdiensten Mohl's, daß er schon in seinen früheren Arbeiten mehr als es seine Zeitgenossen thaten, Werth auf eine natürliche und zweckmäßige Unterscheidung der verschiedenen Gewebeformen, auf eine richtige Auffassung ihrer Gruppierung legte und so nicht nur die Orientirung im Gesamtbau der höheren Pflanzen erleichterte, sondern auch die wissenschaftliche Vergleichung der Struktur verschiedener Pflanzenklassen ermöglichte.

Wie lange vorher Moldenhawer, so faßte auch Mohl von vornherein die Gefäßbündel in ihrer Eigenartigkeit den übrigen Gewebemassen gegenüber richtig auf, indem auch er dabei von den Monokotylen ausging; schon in seiner 1831 erschienenen Abhandlung über die Struktur der Palmen und nicht

minder in seinen späteren Untersuchungen über die Stämme der Baumfarne, der Cycadeen und Coniferen, sowie der eigenthümlichen Stammformen von Isoetes und *Tamus elephantipes* die man in seinen vermischten Schriften von 1845 zusammengestellt findet, ist die richtige Auffassung der Gefäßbündel als eigentlicher Systeme verschiedener Gewebeformen die Ursache der Klarheit und Verständlichkeit seiner Darstellung, durch welche sich Mohl's Behandlung dieser Gegenstände der bisherigen Literatur gegenüber (Moldenhawer ausgenommen) als eine ganz neue zu erkennen gibt. Sind diese Arbeiten Mohl's auch durch die späteren entwicklungsgeschichtlichen Studien anderer überholt, so waren sie doch ihrerzeit gewissermaßen der feste Kern, an welchen sich die weiteren vergleichenden Untersuchungen über die Struktur zumal der Stämme anlehnen konnten. Zu einer richtigen Einsicht in den Bau derselben mußte zunächst beitragen, daß Mohl an Moldenhawer anknüpfend, in den Gefäßbündeln den Holztheil und den Basttheil unterschied und beide als wesentliche Constituenten eines ächten Gefäßbündels betrachtete; nicht minder wichtig waren Mohl's Untersuchungen über den Längsverlauf der Gefäßbündel im Stamm und Blatt und die Hervorhebung der Thatsache, daß bei den Phanerogamen die im Stamm verlaufenden Stränge nur die unteren Enden derselben Gefäßbündel sind, deren obere Enden in die Blätter hinausbiegen, sowie der Nachweis, daß in dieser Beziehung die Monocotyledonen und Dicotyledonen übereinstimmen, wenn auch die Art des Gefäßbündelverlaufs bei beiden namhafte Unterschiede darbietet. Ein bedeutendes Ergebnis erzielte er in dieser Beziehung schon in seiner Untersuchung über die Palmenstämme 1831, wo er die Unrichtigkeit der von Desfontaines aufgestellten, von DeCandolle sogar zur Systematik verwerteten Unterscheidung eines endogenen und exogenen Dickenwachsthums nachwies. Nach Desfontaines sollte das Holz der Monocotylen in Form zerstreuter Bündel auftreten, von denen diejenigen, welche oben in die Blätter auslaufen, aus dem Centrum des Stammes herkommen. Aus dieser sehr unvollständigen Beobachtung hatte er

die Ansicht abgeleitet; daß die Gefäßbündel der Monocotylen im Centrum des Stammes entstehen und daß dieß so lange stattfinden, bis die älteren erhärteten Bündel im Umkreis desselben eine so feste Scheide bilden, daß sie dem Andränge der jüngeren widerstehen, womit dann jedes weitere Dickenwachsthum desselben aufhören müsse, und daß hierin die säulenförmige Gestalt des monocotylen Stammes begründet sei. Diese Lehre fand allgemeine Billigung und wurde von De CandoUe dazu benutzt, die Gefäßpflanzen überhaupt in endogene und exogene einzutheilen, wie denn überhaupt in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts vielfach die Neigung hervortrat, die großen Gruppen des Pflanzenreichs durch anatomische Charaktere zu unterscheiden. Zwar zeigte schon Du Petit-Thouars, daß manche monocotylen Stämme ebenfalls unbegrenzt in die Dicke wachsen, es gelang ihm aber ebensowenig, wie den späteren Beobachtungen Mirbel's jene Theorie zu erschüttern, deren Anhänger in solchen Fällen außer dem Centralwachsthum auch noch ein peripherisches annahmen. Da klärte Mohl in der genannten Abhandlung den wahren Verlauf der Gefäßbündel im monocotylen Stamm vollständig auf, womit die ganze Theorie des endogenen Wachsthums sofort für jeden Urtheilsfähigen beseitigt wurde, wenn auch immerhin manche, selbst hervorragende Systematiker den alten Irrthum noch lange conservirten. — Was Mohl in der vergleichenden Anatomie der Stämme leistete, stützte sich vorwiegend auf eine sorgfältige Beobachtung der fertigen Gewebemassen, und wo er auf die Entwicklungsgeschichte zurückging, da pflegte er doch nicht bis auf die allerersten lehrreichsten Entwicklungsphasen zurückzugreifen; diesem Umstand ist es zuzuschreiben, daß es ihm nicht gelang, die wahre Uebereinstimmung und Verschiedenheit im Bau der Baumfarne und anderer Gefäßkryptogamen den Phanerogamen gegenüber vollständig klar zu legen; nicht minder blieb er auf halbem Wege stehen, als es sich darum handelte, das nachträgliche Dickenwachsthum der dikotylen Stämme aus der Natur ihrer Gefäßbündel und der Entstehung des Cambiums zu er-

klären; die weniger auf Beobachtung, als auf ideeller Schematisirung beruhende Darstellung des Dickenwachsthums, welche er noch 1845 (Verm. Schr. p. 153) gab, ist in hohem Grade unklar, und selbst seine 1858 in der botanischen Zeitung veröffentlichte Abhandlung über die Cambialschicht des Phanerogamenstammes, wo er die neueren Lehren Schleiden's und Schacht's kritisiert, läßt an Klarheit sehr viel zu wünschen übrig, wenn auch immerhin seine Ansichten wesentliche Fortschritte den früheren gegenüber darbieten; zu einem genügenden Abschluß Betreffs des Dickenwachsthums des Holzkörpers und der Rinde kam es erst später, als man auch die Histologie der Pflanzen durchaus entwicklungs-geschichtlich zu behandeln anfing.

Wie Mohl die Eigenartigkeit der Gefäßbündel den anderen Gewebemassen gegenüber von vornherein betonte und festhielt, so erkannte er auch in der Epidermis und den verschiedenen Formen des Hautgewebes etwas durchgreifend Eigenthümliches und mehr, als bei jenen, gelang es ihm hier, zu voller Klarheit durchzubringen. Vor Mohl's Arbeiten hatte man von der Epidermis und den verschiedenen anderen Formen des Hautgewebes höchst unklare Vorstellungen; das Beste und Wichtigste, was wir gegenwärtig davon wissen, hat Mohl nachgewiesen. Ganz besonders wichtig wurden seine Untersuchungen über die Entstehung und wahre Form der Spaltöffnungen 1838 und 1856, sowie über die Cutikula und ihr Verhältniß zur Epidermis 1842 und 1845; ganz neue Thatsachen förderte Mohl durch seine Untersuchungen über die Entwicklung des Korkes und der Borke 1836 zu Tage; diese Gewebeformen waren bis dahin kaum jemals sorgfältig untersucht, ihre Entstehung und Beziehung zur Epidermis und zum Rindengewebe völlig unbekannt. In der genannten Abhandlung, einer seiner besten, wurde zuerst die Verschiedenheit des aus Kork bestehenden Periderms und der wahren Epidermis dargethan, die verschiedenen Formen des Periderms beschrieben, und die merkwürdige Thatsache festgestellt, daß die Bildung der Borkeschuppen durch die Entstehung feiner Korklamellen veranlaßt wird, durch welche nach und nach immer

tiefer liegende Theile der Rinde außer Zusammenhang mit dem übrigen lebendem Gewebe gesetzt werden, während sie selbst absterbend sich zu einer rauhen Kruste anhäufen, welche als Borke die meisten dicken Baumstämme umgiebt. Die Untersuchung war so gründlich und umfassend, daß spätere Beobachter, besonders Sanio 1860, nur noch feinere entwicklungsgeschichtliche Verhältnisse nachzutragen vermochten. Noch in demselben Jahr erschien auch die Untersuchung über die Lenticellen, wo Mohl jedoch über sah, was gleichzeitig Unger entdeckte (Flora 1836), daß diese Gebilde unter den Spaltöffnungen entstehen; dafür berichtete er aber sogleich die abenteuerliche Annahme Unger's, wonach die Lenticellen ähnliche Gebilde, wie die Keimförnerhaufen der Jungermannien-Blätter sein sollten; Unger seinerseits zögerte nicht, Mohl's Deutung der Lenticellen als lokaler Korkbildungen anzunehmen.

Bei der scharfen Hervorhebung der Eigenartigkeit der Gefäßbündel, sowie der verschiedenen Hautgewebeformen von Seiten Mohl's muß es Wunder nehmen, daß er ebensowenig, wie die späteren Phytotomen, das Bedürfnis empfand, auch die noch übrigen Gewebemassen in ihrer eigenthümlichen Gruppierung als ein Ganzes, als ein eigenartiges Gewebesystem aufzufassen, die verschiedenen Gewebeformen desselben zu classificiren und zweckmäßig zu benennen, wozu ihm gerade die Untersuchung der Baumfarne eine Veranlassung hätte bieten können. Mohl begnügte sich ebenso wie die gleichzeitigen Phytotomen, Alles, was nicht Epidermis, Kork oder Gefäßbündel ist, als Parenchym zu bezeichnen, ohne diesen Ausdruck scharf zu umgrenzen.

Wir verlassen hiemit Mohl's Thätigkeit einstweilen, um im folgenden Capitel noch wiederholt auf seine Bethheiligung an dem weiteren Fortschritt der Phytotomie zurückzukommen. Man kann sich Mohl's Bedeutung für die Geschichte unserer Wissenschaft vielleicht am besten dadurch klar machen, daß man es versucht, die hier genannten Leistungen desselben als überhaupt gar nicht existirend zu betrachten; es würde in diesem Falle in der neueren phytotomischen Literatur eine ganz ungeheure Lücke ent-

stehen, die nothwendig erst von anderen hätte ausgefüllt werden müssen, bevor der weitere Ausbau der entwicklungsgehistlichen Zellen- und Gewebelehre stattfinden konnte; kaum denkbar ist, wie sich die späteren Fortschritte, denen wir die jetzige Form der Pflanzenanatomie verdanken, ohne Mohl's vorgängige Leistungen etwa an die Auffassungen Meyen's, Link's und Treviranus' hätten anschließen sollen.