



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

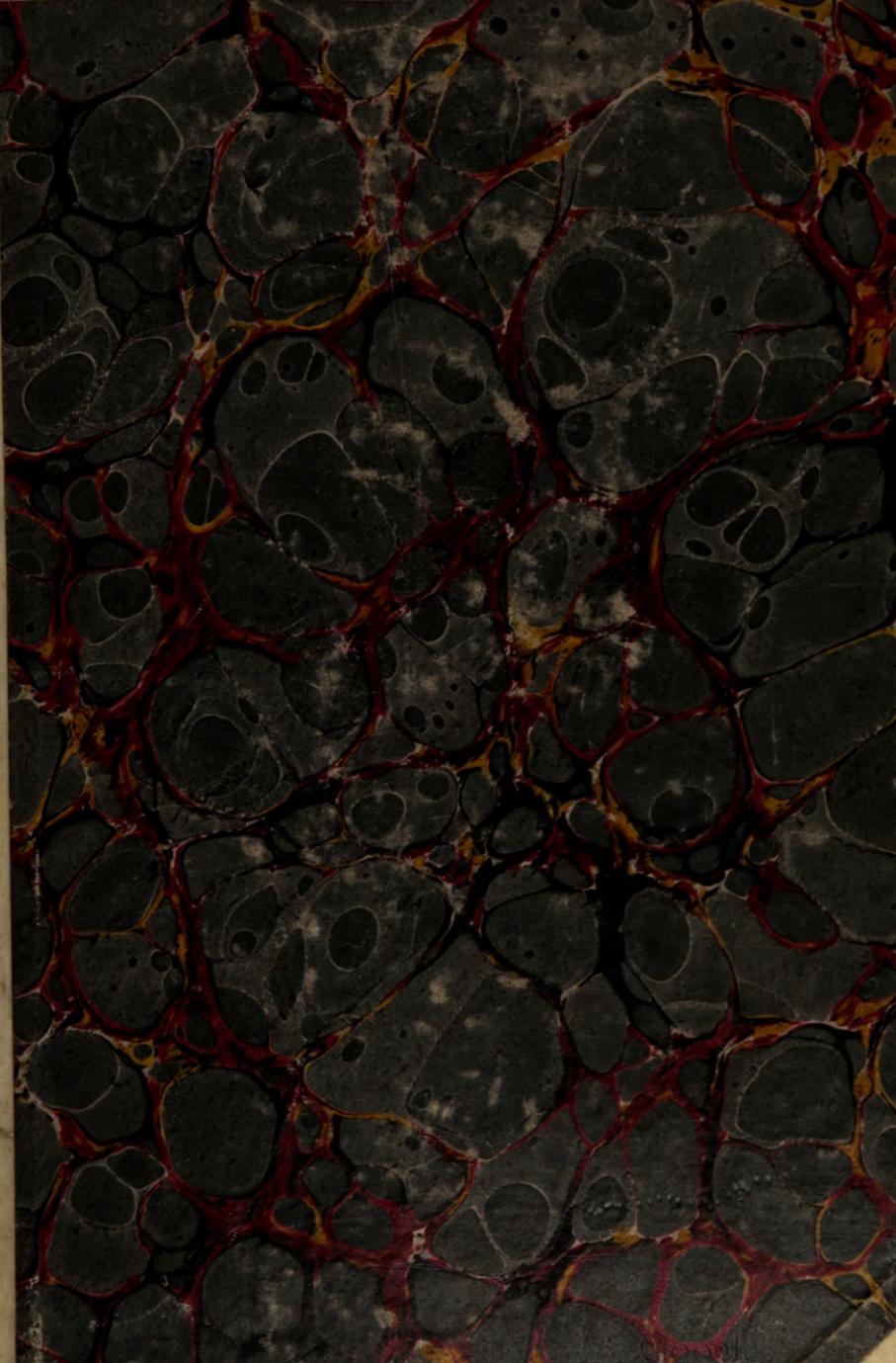
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

KAIS. KÖN. HOF BIBLIOTHEK

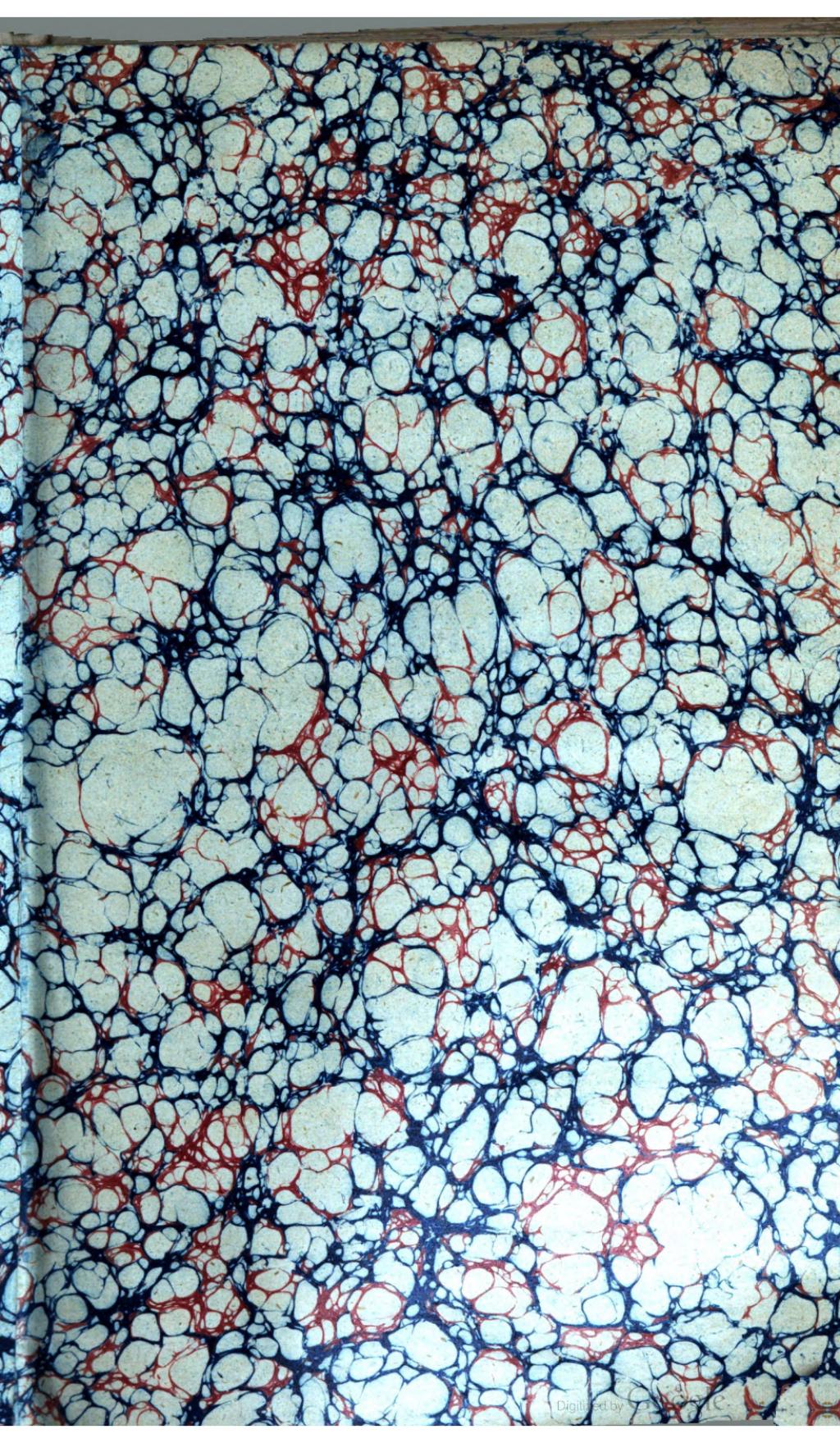
19.491-B

ALT-



S.A. 23. J. 15.

Alt. 2.....



19491-B

VORLESUNGEN ÜBER DIE KRÄUTERKUNDE

FÜR

FREUNDE DER WISSENSCHAFT, DER NATUR
UND DER GÄRTEN

VON

Dr. H. F. L I N K,

KÖNIGL. GEH. MEDICINALRATHE, PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT, DIRECTOR
DES KÖNIGL. BOTANISCHEN GARTENS BEI BERLIN, MITGLIEDER DER AKADEMIE
DER WISSENSCHAFTEN ZU BERLIN UND ANDERER GELEHRTEN-GESELLSCHAFTEN,
RITTER DES ROTEN ADLERORDENS ZWEITER KLASSE MIT EICHENLAUB.

ERSTEN BANDES ERSTE ABTHEILUNG.

MIT ZWEI KUPFERTAFELN.

BERLIN.
VERLAG VON C. G. LÜDERITZ.

1843.

V o r r e d e.

Diese Vorlesungen sind so niedergeschrieben, wie es ein aufmerksamer Zuhörer würde gethan haben. Es ist eine sehr verbreitete Gewohnheit auf den Universitäten in Deutschland, dass der Lehrer die Gegenstände, von denen er reden will, nur mit wenigen Worten schriftlich aufzeichnet, einen freien Vortrag darüber hält, und es den Zuhörern überlässt, das Wesentliche daraus zu ziehen und aufzuschreiben. Nur da wo der Lehrer glaubt, nicht leicht verstanden oder auch missverstanden zu werden, oder wo es auf kleine aber bedeutende Umstände, zum Beispiel auf Zahlen ankommt, pflegt er wohl langsamer zu sprechen, damit der Zuhörer wörtlich nachschreiben könne. Die Gewohnheit, eine Vorlesung wirklich zu halten, sie vorher nämlich wörtlich auszuarbeiten und dann abzulesen, scheint den meisten Lehrern in Deutschland unzweckmässig. Ist die Vorlesung gedruckt, dann kann man nachschlagen, wenn man etwas übersehen oder vergessen hat, man kann inne halten, um darüber nachzudenken, welches alles wegfällt, wenn die Vorlesung wirklich nur abgelesen wird. Der freie Vortrag ersetzt dieses, er wiederholt, er setzt die Sachen aus einander, er macht Abschweifungen, und wird dadurch verständlicher und eindringender. Ja er wird noch lehrreicher, besonders für einen Anfänger, als die gedruckte Vorlesung, dadurch, dass er angiebt, wo der Zuhörer zurückgehen, innehalten und nachdenken soll. Sobald aber der Lehrer aus seinem Hörsaal heraus tritt und andere als Schüler belehren will, schickt es sich wohl, dass er einen mehr abgemessenen Gang geht.

Es sind also weit mehr Vorlesungen gehalten worden, als hier aufgezählt werden. In der Abtheilung derselben

ist mehr auf den Inhalt gesehen, als auf die Zeit, die sie alle gleich gemacht hätte. Wo es auf Erzählung von That-sachen ankommt, muss man oft in der Druckschrift weit-läufiger sein, als wo nur Uebersichten und Ansichten mitgetheilt werden. Hier ist Bestimmtheit und Kürze eine we-sentliche Bedingung des Vortrags.

Die Demonstrationen einzelner Pflanzen nehmen in den Vorlesungen über die Kräuterkunde viele Zeit weg. Manche hier vorgetragene Gegenstände sind daher in den Vorlesungen über allgemeine Naturgeschichte abgehandelt, die ich in demselben Halbjahre halte.

In der ersten Abtheilung dieses Buches, welche jetzt erscheint, ist vorzüglich von dem innern Bau der Pflanzen die Rede, einem Gegenstande, worüber in neuern Zeiten gar viel geschrieben und gestritten ist. Alles stützt sich hier auf mikroskopische Beobachtungen und diese führen Schwierigkeiten mit sich. Man muss allerdings, wie in den Naturwissenschaften überhaupt, nur glauben, was man sieht, man muss aber auch nicht alles sehen, was man glaubt.

Der innere Bau der Pflanzen ist in den neuern Zeiten ein Lieblingsgegenstand der Botaniker geworden, und die Nationen sind dabei ihrem litterarischen Charakter treu geblieben. Die Engländer haben nichts Ausführliches geliefert, aber Rob. Brown hat neue Wege überall gezeigt; die Italiener haben wenig geleistet, aber die grösste Entdeckung, das Eindringen des Pollenschlauches in den Samenkeim, gehört einem Italiener Amici; wir Deutsche sind am fleissigsten gewesen, haben uns aber meistens über Kleinigkeiten gezankt; die Franzosen haben viel gethan, nur sind sie zu dichterisch verfahren; ihre Schriftsteller sind überall dichterisch, ausgenommen in der Dichtkunst.

Mit dieser Vorlesung erscheint zugleich das erste Heft von Zeichnungen der hierher gehörigen Gegenstände, unter dem Titel: Die Anatomie der Pflanzen durch Abbildungen erläutert. Berlin 1843. 4.

VORLESUNGEN
ÜBER
DIE KRÄUTERKUNDE.

ERSTE ABTHEILUNG.

Erste Vorlesung.

Individualität der Pflanze. Symmetrie derselben. Änderung der Symmetrie durch Schönheit, Zweckmäßigkeit und Zusammensetzung des Ganzen.

Wenn wir ein Thier, eine Pflanze, einen Krystall betrachten, so finden wir, dass ein jeder dieser Körper ein Ganzes darstellt, welches von allen andern Körpern völlig geschieden und gesondert ist, ein in sich völlig beschlossenes Ganzes. Wir nennen einen solchen Körper ein Individuum, mit einem fremden Worte, welches aber im Deutschen ein solches Bürgerrecht erhalten hat, dass die Uebersetzung in das Wort Einzelwesen weit weniger verständlich sein möchte. Das Individuum der Pflanze ist aber ein natürliches Individuum; es ist von Innen aus, durch eine innere Kraft gebildet, nicht von Aussen durch Menschenhände, wie die künstlichen Körper, auch nicht durch eine äussere zufällig einwirkende Macht. In dieser Individualität gleicht zwar die Pflanze einem Kunstwerke, aber nicht dem Werke eines äussern, fremden Künstlers, sondern eines innern verborgenen Meisters.

Der Umstand, dass einige Körper uns von der Natur selbst, als ihre Kunstwerke gebildet erscheinen, andere hingegen erst die Einheit und Individualität durch unsere Willkür, oder durch äussere, zufällige Einwirkungen erlangen, ist so wichtig, dass man die Naturgeschichte überhaupt auf die Kenntniss der natürlichen Körper, so fern sie Individuen sind, beschränken kann. Diese Bestimmung würde mit der gewöhnlichen Behandlung der Naturgeschichte, was Thiere und Pflanzen betrifft, wohl übereinkommen, nur für die Mineralien weicht sie von der gewöhnlichen Ordnung ab, und es würden nur die Krystalle in der Naturgeschichte abzuhandeln sein als

die einzigen individuellen Mineralien. Die nicht krystallirten Mineralien, so wie die Schichten oder Felsen, von denen sie eigentlich nur willkürlich oder zufällig getrennte Stücke sind, müssen in der Geologie abgehandelt werden, einem Theile der Naturgeschichte, welcher sich mit dem Individuum der Erde beschäftigt. Dahin gehören auch die Trümmer der Vegetation, die Dammerde, die Torfmoore, und die daraus entstandenen Steinkohlen, so wie überhaupt die fossilen organischen, ihrer Selbständigkeit beraubten Körper.

Die Pflanze erscheint noch in einer andern Rücksicht als ein Kunstwerk; die Theile derselben haben nämlich einen symmetrischen Bau, ja sie stimmen an vielen Pflanzen symmetrisch zu einem Ganzen zusammen. Wir nennen symmetrisch alle Körper, welche sich durch irgend einen Schnitt in zwei gleiche oder ähnliche Hälften theilen lassen. Man betrachte nur irgend eine Blume, einer Aurikel, einer Nelke, einer Tulpe, eines Veilchens, oder auch nur die weniger auffallenden und schönen Blüten von Hanf, von Hopfen oder Spinat, und man wird die Übereinstimmung der gegenüberstehenden Seiten sogleich bemerken. Auch an dem Stämme, den Ästen, der Wurzel und den Blättern finden wir dasselbe: der Hauptnerv theilt das Blatt in zwei ähnliche Hälften, und der runde oder eckige Stamm lässt sich der Länge nach in zwei fast gleiche Theile spalten; eben so der Zweig und die Wurzel, nebst ihren Ästen. Dieser symmetrische Bau ist der Pflanze so wesentlich, dass, wenn wir irgendwo einen unsymmetrischen Theil bemerken, eine Geschwulst, einen Auswuchs, eine Galle, wir sogleich die Einwirkung eines fremden, der Pflanze nicht angehörigen Körpers vermuthen.

Eine solche Symmetrie in der Bildung findet sich an vielen andern natürlichen Körpern, und zwar vorzüglich an den Krystallen, deren Symmetrie gewöhnlich Regelmässigkeit genannt wird. Regelmässig aber nennen die Geometer einen Körper, der überall von gleichen Flächen eingeschlossen ist, und in dieser Bedeutung sind nur einige Krystallformen regelmässig. Im Pflanzenreiche bemerken wir solche regelmässige Formen gar nicht, und in dieser Rücksicht müssen wir den Krystallen einen höhern Grad von Symmetrie zuschreiben.

Ja die Symmetrie der Bildung erstreckt sich bei den Krystallen bis auf die Flächen selbst, auf denen man keine Ungleichheiten, keine Erhebungen und Vertiefungen wahrnimmt, und die daher ganz glatt und glänzend erscheinen. Kommt noch dazu, wie es fast immer der Fall ist, die Durchsichtigkeit, so gewährt ein solcher Krystall dem Auge einen sehr angenehmen Anblick, und wir ahnen die Krystalle in der Natur nach, indem wir durchsichtige Steine symmetrisch schleifen, wenn sie Härte oder Dichtigkeit genug haben, um durch das Poliren einen Glanz anzunehmen.

Die Symmetrie, welche wir an den Pflanzen bemerken, ist aber niemals so bestimmt und scharf, als an den Krystallen. Die Samen und Früchte zeigen zwar in einigen Fällen den regelmässigen ähnlichen Formen, aber nie sind die Flächen ganz eben, nie die Umrisse gerade Linien, nie die Hälften völlig gleich, und immer fehlt die Durchsichtigkeit, welche von einer regelmässigen Anordnung der Theile im Innern zeugt.

Nicht weniger sehen wir einen symmetrischen Bau an allen Thieren und am Menschen selbst, wo diese Symmetrie eine wesentliche Bedingung der Schönheit ist. Die geringste Abweichung von der Übereinstimmung beider Seiten bringt besonders in dem höchst symmetrisch gebildeten Gesicht des Menschen eine widerwärtige Entstellung hervor. Mit den übrigen Theilen ist es eben so; niemand wird einen schief gewachsenen Körper für einen schönen halten, und jede Warze im Gesicht, oder auf einer sonst wohlgeformten Hand stört das Wohlgefallen. Aber die Symmetrie der am meisten ausgebildeten Thiere ist nur eine äussere und dringt nicht überall in das Innere; im Innern des Menschen liegt das Herz auf der linken, die Leber auf der rechten Seite; es stehen also zwei sehr ungleiche Eingeweide einander fast gegenüber. Je weiter wir uns aber von den höhern Thieren entfernen, desto mehr nimmt die Symmetrie im Innern zu, und zuletzt wird sie in den Polypen und andern Pflanzenthieren sehr vegetabilisch.

Aber die symmetrische Gestalt der Pflanzen ist weit gefälliger als die der Krystalle. Wäre es nicht die Durchsichtigkeit, der blendende Glanz oder die schöne Farbe der

Edelsteine, welche uns blendet, so würden wir an ihnen keinen grossen Gefallen haben. Man findet zuweilen ganz undurchsichtige Leucitkrystalle mit nackten Flächen, die niemand für besonders schön halten wird. Es ist allerdings die schöne Farbe, welche uns vorzüglich an den Blüten gefällt, aber es ist auch das Angenehme der Formen, welches einen besondern Reiz für uns hat, und gerade diese Annehmlichkeit der Gestaltung röhrt von einer kleinen Abweichung von der strengen Symmetrie her. Die Putzmacherin nennt solche Gewächse, wo die Symmetrie in graden Linien und scharfen Ecken sehr hervortritt, steif und wählt sie nicht zum Schmuck, sondern zieht die gebogenen, leicht gezackten und gerundeten Gestalten vor. Nur die Neigung zu dem Ungewöhnlichen, Selt-samen, konnte die Cacteen in den neuesten Zeiten sehr beliebt machen. Wir haben einen Gefallen an der zwanglosen Ordnung, an einer harmonischen Freiheit, auch in der Gestaltung, wo jeder Punkt in der krummen Linie seinen eigenen Weg zu nehmen scheint, dennoch aber der Ordnung des Ganzen folgen muss.

Durch diese Abweichung von der Symmetrie wird auch eine grosse Mannichfaltigkeit der Gestalten hervorgebracht, die ebenfalls zur Schönheit der Pflanzen beiträgt. Nicht zwei Blätter an einem Baume sind einander völlig ähnlich, ja nicht einmal die beiden Hälften eines Blattes decken einander ganz und gar. Man erzählt, als Leibnitz einst die Königin Sophie Charlotte im Schlossgarten zu Charlottenburg begleitete, sei das Gespräch auf sein Gesetz des nicht zu Unterscheidenden gekommen. Einige Hofdamen vermassen sich, zwei nicht zu unterscheidende oder völlig gleiche Blätter im Garten zu finden; sie liefen überall umher und suchten, aber sie fanden sie nicht. Die Hofdamen wussten zwar nicht, worauf es bei Leibnitz ankam, sonst würden sie ihre Widerlegung nicht auf diese Weise angestellt haben; aber umgekehrt dachte auch Leibnitz wohl nicht an die Mannichfaltigkeit der Natur in ihren Erzeugnissen, die allerdings aus den Untersuchungen der Hofdamen hervorging.

Es ist also die Schönheit und die Mannichfaltigkeit, welche selbst einen Bestandtheil der Schönheit macht, wodurch

die genaue Symmetrie im Pflanzenreiche auf eine gefällige Weise gestört wird. Im Thierreiche wird diese Symmetrie noch aus einem andern Grunde gestört, welcher fast tiefer eingreift als der vorige, nämlich durch die Zweckmässigkeit der Theile. Es durfte nur ein Herz vorhanden sein, um das Blutsystem zu beherrschen; es war eine grosse Leber nöthig, um die Ernährung zu bewirken, und so war die Folge, dass diese beiden höchst wichtigen Organe so bequem als möglich, aber ohne Symmetrie im Innern des Körpers zusammengeordnet sein mussten. Die Zweckmässigkeit tritt überhaupt in dem Körper des Thieres weit mehr hervor, als in dem Körper der Pflanze; niemand frägt nach dem Gebrauch des Auges, des Ohres, der Arme und Beine, aber wozu die Blätter einer Pflanze dienen, ist eine viel besprochene Frage. So scheint jedes Reich seinen Charakter zu haben, das Mineralreich in der Regelmässigkeit, das Pflanzenreich in der Schönheit, das Thierreich in der Zweckmässigkeit.

Zu diesen beiden Hindernissen der Symmetrie kommt noch ein drittes, welches in der Zusammensetzung der Pflanze selbst liegt. Jede Knospe und jeder aus der Knospe hervorbrechende Zweig stellt nämlich ein besonderes Individuum vor, das wir von einer Pflanze auf eine andere setzen können, wie beim Pflanzen und Okuliren geschieht, oder das wir auch in die Erde pflanzen und darin erziehen können als ein für sich bestehendes Individuum. Die Entstehung einer Knospe ist eine Zeugung, und jede Zeugung hat in Rücksicht auf Zeit und Ort immer etwas Willkürliches, wenigstens Zufälliges, welches der ganzen Gestalt der Pflanzen mehr oder weniger eine Unregelmässigkeit in der Zusammensetzung giebt. Man betrachte nur eine Eiche, eine Buche, eine Linde, oder irgend einen andern unserer Laubbäume, und man wird eine auffallende Unregelmässigkeit in der Stellung der Zweige finden, die aber dem Auge wegen ihrer Mannichfaltigkeit, wegen der ungezwungenen und leichten Vertheilung gefälliger scheint, als die mehr regelmässige Stellung der Äste an den Nadelbäumen. Diese Zusammensetzung der Pflanze aus vielen Individuen ist ein wichtiger Umstand, wodurch sie sich zwar nicht von allen, aber doch von den meisten Thieren auffallend

unterscheidet. Die Individualität der ganzen Pflanzen leidet bei dieser Zusammensetzung gar nicht; sie ist gar wohl in allen ihren Theilen, in Wurzel, Stamm, Blättern, Blüten und Früchten von allen andern Pflanzen, von allen umgebenden Körpern geschieden und macht ein für sich bestehendes Ganze aus. Nur die Symmetrie hat gelitten, und wie die Symmetrie in jedem der genannten Theile schon etwas gelitten hat, wie wir oben gesehen haben, so finden wir auch eine Abweichung im Ganzen, die, wie jene, zur Gefälligkeit der Form wesentlich beiträgt.

Zweite Vorlesung.

Das Leben der Pflanze. Gesetze des Lebens überhaupt. Der Periodismus. Reizbarkeit, Gewöhnung.

Der erste Blick, den wir auf die Pflanze werfen, überzeugt uns, dass sie den Thieren näher stehe als den Mineralien. Die Pflanze kommt aus dem Samen hervor, wie das Thier aus einem Ei; sie entwickelt sich, sie blühet, sie verwelkt und stirbt, nachdem sie Früchte getragen, wie das Thier. Der Krystall hingegen entsteht auf einmal in seiner vollendeten Gestalt, er ändert sich nicht und könnte immer dauern, wenn er nicht durch eine äussere Gewalt verändert und zerstört würde. Wir sagen die Pflanze lebe, wir nennen jene Veränderungen insgesammt das Leben; wir fühlen dadurch die Pflanze uns näher als den Stein, und es ist eine der ersten Regeln für den, welcher Pflanzen bauet, sie als lebende Geschöpfe zu betrachten. Darum hat auch der Pflanzenbau, wie die Viehzucht, weit eher Fortschritte gemacht, als der Maschinenbau, und man erntete ein Jahrtausend früher Getreide, als man zweckmässige Mühlen hatte, um das Getreide zu mahlen.

Wir wollen uns nicht damit begnügen, jene Veränderungen im Allgemeinen Leben zu nennen, sondern wir wollen

genauer forschen, was Leben sei. Ein Thier heisst lebend, so lange es sich selbst bewegt, es heisst todt oder leblos, so bald es dieses nicht mehr vermag. Eben so die Pflanze; sie lebt, so lange sie Wurzeln, Aste, Blätter und Blüten treibt, sie ist todt, so bald dieses gar nicht mehr geschieht, denn jenes Treiben ist die der Pflanze eigenthümliche Bewegung. Also Bewegung von innen heraus, oder aus einem inneren Grunde, ist Leben; Unfähigkeit zu dieser Bewegung ist Leblosigkeit, welche jedoch die Fähigkeit von Aussen bewegt zu werden, wie wir wissen, nicht ausschliesst. Die Physiker pflegen die Leblosigkeit bestimmt und genau durch das sogenannte Gesetz der Trägheit oder des Beharrens auszudrücken, welches sagt: Ein Körper beharrt in seinem Zustande der Ruhe und der Bewegung in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit, bis er durch eine äussere Einwirkung aus diesem Zustande gebracht wird. Dieses Gesetz gibt uns ein Mittel, in jeder Bewegung zu erkennen, was davon dem Körper als leblos zukomme, oder was von seinem Leben herrühre. Wer auf einem Boote fährt, welches plötzlich an das Ufer stösst, fällt vorn über, wenn er sich nicht willkürlich zurückhält. Der obere Theil des Körpers fährt fort sich zu bewegen, da ihn nichts aufhält, der untere Theil hingegen wird mit dem Boote zurückgehalten, indem die Reibung der Füsse auf dem Boden des Bootes das Fortrücken verhindert; doch werden auch zuweilen die Füsse fortgerückt, wenn die Geschwindigkeit, womit das Boot sich bewegte, sehr gross war. Diese Bewegung kommt dem Körper als leblos zu, die Anstrengung hingegen, sich zurück zu halten, röhrt von dem Willen und folglich von dem Leben her. Der Mensch ist also aus Leblosem und Lebendigem zusammengesetzt, und es muss bei jeder Bewegung untersucht werden, ob sie dem Körper als lebend oder als leblos angehöre. Im ersten Falle hängt die Bewegung ganz von äussern Einwirkungen ab, im letzten ganz von innern.

Hieraus folgt nun die wichtige Regel, dass wir jeden Körper zuerst als leblos betrachten, und dann, wo dieses nicht mehr ausreicht, auf das Leben Rücksicht nehmen müssen. Die Regel ist leicht, die Anwendung schwer; denn wo reicht

die Erklärung aus mechanischen Gründen nicht mehr aus? Manche Naturforscher haben sie auch so weit getrieben, dass sie endlich Hypothesen auf Hypothesen häufen mussten, um mit dem Mechanismus auszukommen. Unter diesen möchte ich auch Herrn Dutrochet nennen, einen übrigens ausgezeichneten französischen Naturforscher. Er behauptet gerade zu, in den Pflanzen geschehe Alles nach mechanischen Gesetzen, ohne einen bedeutenden Grund anzugeben, warum er das Thierreich von dem Pflanzenreiche so scharf unterscheidet, da man doch grosse Schwierigkeiten findet, wenn man von manchen organischen Körpern bestimmt sagen will, ob sie zu den Thieren oder Pflanzen gehören. Man wird doch nicht die Empfindung und das Wollen mechanisch erklären können, und wo beide in der Reihe der organischen Wesen aufhören, möchte schwer zu sagen sein. Kurz es ist kein Grund vorhanden, warum man alle Bewegung, alle Veränderung auf äussere Ursachen zurückführen will, warum nicht auch auf innere, da wir doch in unserm Innern gar wohl den Grund zu Bewegungen wahrnehmen. Als ein Kennzeichen einer guten Erklärung aus mechanischen Gründen kann man anführen, dass sich die Erscheinungen danach berechnen lassen, und das möchte für die vegetabilischen Bewegungen nicht wohl geschehen können.

Dagegen liest man bei vielen unserer deutschen Schriftsteller gar viel vom Leben, von dem Pflanzenleben, im Gegensatze vom Thierleben, und vom Erdeleben, oder auch von dem besondern Leben der Pflanze, welches sich von dem allgemeinen Naturleben losreisst, von den Polen des Lebens und andern solchen Redensarten. Was hilft es, das Wort Leben so weit auszudehnen? Das Leben eines Krystalls ist doch vom Leben eines organischen Körpers gar sehr verschieden; und es würde ein neues Wort erfordert, um das letzte zu bezeichnen, wenn man das erste Leben nennen will. Indem man sich bestrebt viel zu sagen, sagt man nichts.

Wir haben gesehen, dass sich das Leben am besten erkennen lasse, wenn man es der Leblosigkeit entgegensemmt, und wir fanden die letztere durch das Grundgesetz der Me-

chanik, oder durch das sogenannte Gesetz der Trägheit oder des Beharrens treffend ausgedrückt. Wir wollen dieses Gesetz noch einmal betrachten, um zu sehen, was ihm im Leben bestimmt entgegenstehe, wir wollen auf dem Wege fortfahren und die andern Gesetze des Leblosen, oder die Gesetze der Mechanik mit dem Leben vergleichen, um auf diese Weise die Gesetze des Lebens überhaupt zu finden.

Das erste Gesetz der Mechanik ist nun das schon oben angeführte Gesetz des Beharrens, wodurch ein jeder lebloser Körper in seinem Zustande der Ruhe und der Bewegung beharrt. Diesem Gesetze steht das Gesetz des Periodismus entgegen, nach welchem der Körper unaufhörlich strebt, seinen Zustand zu verändern, aus der Ruhe zur Bewegung und aus der Bewegung wieder zur Ruhe überzugehen, nicht plötzlich, sondern nach und nach durch alle dazwischen liegenden Grade. Alle lebende Körper sind diesem Gesetze unterworfen. Es ist wohl nicht nöthig, auf den Periodismus im Leben der Thiere, und auch im Leben des Menschen selbst aufmerksam zu machen, aber auch im Leben der Pflanze zeigt er sich sehr deutlich. Zuerst im ganzen Leben der Pflanze, im Keimen, Entwickeln, Vergehen; dann in den jährlichen Veränderungen, im Ausschlagen und Absfallen der Blätter, im Aufblühen und Vergehen der Blüten, in der Befruchtung, dem Ansetzen und Reifen der Früchte und Samen; nicht weniger auch in dem jährlichen Verwelken des ganzen Stamms der Staudengewächse; endlich auch in den täglichen Veränderungen, dem Schlafe der Blätter, dem Aufblühen der Blüten am Morgen und dem Verschliessen derselben am Abend oder umgekehrt. Alle diese Veränderungen stehen zwar mit den grossen Naturveränderungen der Erde in einem genauen Verhältnisse, aber doch setzt jede Pflanze ihre Eigenthümlichkeit der Witterung entgegen, wie wir schon daran sehen, dass nicht alle Pflanzen in der Mitte des Sommers, sondern einige im Frühling und andere im Herbst blühen. Auch dann richten sie sich nicht ganz nach der Witterung; die Hepatica triloba schmückt mit ihren blauen Blumen unsere Laubwälder, oft wenn noch gar wenig Wärme die Erde erwärmt hat; das Colchicum autumnale färbt die hochgelegenen

Wiesen im September, der August mag vorher kühl oder heiss gewesen sein; die Ulmen um Lissabon verloren ihre Blätter im November, ungeachtet die Hitze täglich auf 20° R. und darüber stieg. Wenn man Bäume oder Sträucher gegen den Herbst, so lange sie noch mit Blättern versehen sind, in ein warmes Gewächshaus bringt, so verlieren sie dennoch ihre Blätter, treiben sie aber bald nachher wieder.*). So hilft es auch nichts, ein Staudengewächs in den 'beständigen Sommer eines Gewächshauses zu stellen, um einen Strauch daraus zu machen; das Gewächs bleibt immer, was es war, eine Staude, deren Stamn im Winter vergeht.

Den Periodismus, von dem bisher die Rede war, könnte man den organischen Periodismus nennen, indem er sich von dem periodischen Umlauf der Planeten dadurch unterscheidet, dass dieser kein Wechsel von Bewegung und Ruhe ist, wie jener. Aber darin kommen beide mit einander jiberein, dass die Übergänge von einem Zustande zum andern nie plötzlich, sondern nach und nach durch unmerkliche Veränderungen geschehen.

Das Gesetz des Beharrens bezog sich nur auf den unveränderlichen Zustand eines leblosen Körpers für sich, und deutete auf den veränderlichen Zustand des lebenden Körpers für sich. Wir haben aber noch zwei andere Gesetze der Mechanik, welche sich auf das Verhältniss zweier Körper auf einander in der Bewegung beziehen. Sie bestimmen die Wirkung und Gegenwirkung. Das erste sagt aus, dass sich die Wirkung eines Körpers auf einen andern verhalte, wie die Menge der Materie und die Geschwindigkeit, womit er wirkt. Die lebenden Körper verhalten sich aber in dieser Rücksicht ganz anders, als die leblosen und jenes Gesetz ist auf die ersten durchaus nicht anzuwenden. Dass die Menge der Materie oder die Masse sehr gering sein kann, und doch eine starke Wirkung auf den lebenden Körper hervorbringe, beweisen die Gifte, die schon in einer geringen Menge sehr

*) Einen solchen Versuch mit Paradies-Äpfeln angestellt, finde ich schon von Du Hamel angegeben. — S. De l'exploitation du bois par Du Hamel. Par. 1761. 4. T. 1. p. 334.

zerstörend wirken, nicht allein auf die Thiere, sondern auch auf die Pflanzen, welche nicht weniger empfindlich gegen Gifte sind, als die Thiere. Eine geringe Menge Arsenik tödtet viele Pflanzen eben so schnell, als viele Thiere. Dass die Geschwindigkeit bei dieser Wirkung der Gifte gar nicht in Betracht kommt, darf wohl nicht erinnert werden. Sofern also ein Körper auf einen andern lebenden eigenthümlich, nicht mechanisch, also nicht durch Masse und Geschwindigkeit, wirken kann, nennen wir ihn ein **Reizmittel**, seine Wirkung einen **Reiz** (stimulus) und die Eigenschaft des andern Körpers gereizt zu werden, seine **Reizbarkeit** (irritabilitas). Die Lehre von den Reizmitteln und ihren Wirkungen macht einen der wichtigsten Theile der Physiologie aus, sowohl der Pflanzen, als der Thiere. Es giebt allgemeine Reizmittel und besondere; zu den erstern gehören Wärme und Licht, und es bedarf wohl keiner besondern Erinnerung, um ihre Wichtigkeit für das Leben der Pflanze anzuerkennen. Aber so wichtig dieser Theil der Physiologie ist, so schwierig ist er auch, und bis jetzt ist es noch nicht gelungen, die Mannichfaltigkeit der Erscheinungen auf Gesetzmässigkeit zu bringen.

Ein anderes Gesetz der Mechanik bestimmt die Gegenwirkung in dem Verhältnisse der Körper zu einander und sagt: Die Gegenwirkung ist der Wirkung gleich. Das Gesetz folgt aus dem Begriff von mechanischer Wirkung überhaupt; nur so stark ein Körper gestossen oder gezogen wird, kann er widerstehen, nicht mehr und nicht weniger. Thäte er mehr oder weniger, so geschehe dieses aus eigenem Antriebe, nicht als Folge der äussern Einwirkung, und das wäre mehr als mechanischer Widerstand. Die lebenden Körper sind nun diesem Gesetz nicht unterworfen, vielmehr gilt für sie das **Gesetz der Gewohnheit**; die Gegenwirkung nimmt nämlich immer mehr ab, je öfter die Wirkung wiederholt wird, und endlich bleibt die Wirkung ohne alle Gegenwirkung, das heisst, sie hat gar keinen Erfolg. Wie der Mensch, wie das Thier sich gewöhnt, ist bekannt genug; Kälte und Wärme, Regen und anhaltende Dürre machen zuletzt keinen Eindruck mehr auf den, welcher sich daran gewöhnt hat; ja man kann

sich an die Veränderung gewöhnen, und mancher wird von der Zugluft sterbens krank, die der andere nicht scheuet. Zum ersten und andern Mal weckt uns die Frühsonne, aber nicht mehr, wenn sie uns oft beschien; zum ersten Mal lässt uns der Wasserfall nicht einschlafen, endlich rauscht er uns in den Schlaf. Es ist unnötig, die Beispiele zu häufen, da jeder die Kraft der Gewohnheit kennt.

De Candolle hat merkwürdige Versuche angestellt, welche die Macht der Gewohnheit im Pflanzenreiche auf eine auffallende Art beweisen. Es giebt einige Pflanzen, deren Blätter des Nachts sich zusammenlegen und einen wirklichen Schlaf zeigen, zu welchen auch die Sinnepflanze (*Mimosa pudica*) gehört, die Pflanze nämlich, deren Blätter bei der Berührung und überhaupt bei der Erschütterung zusammensinken. Ich will die Erfolge mit De Candolle's eigenen Worten hier anführen*): „Ich setzte, sagt er, solche Pflanzen, welche zu schlafen pflegen, der Wirkung eines künstlichen Lichts von sechs Lampen aus, die eine Helligkeit von $\frac{5}{6}$ des Tageslichts ohne Sonne gaben. Die Erfolge waren verschieden, die gewöhnlichsten waren folgende: 1) Wenn ich einige Tage hindurch Sinnepflanzen dem künstlichen Licht in der Nacht aussetzte und der Dunkelheit während des Tages, so sah ich, dass sie in der ersten Zeit die Blätter öffneten und schlossen, ohne bestimmte Regel. Nach einigen Tagen unterwarfen sie sich ihrer neuen Lage, sie öffneten ihre Blätter des Abends, wo das Licht für sie anfing, und schlossen sie des Morgens, wenn ihre Nacht kam. 2) Setzte ich die Sinnepflanzen einem beständigen Licht aus, so hatten sie, wie gewöhnlich, Wechsel von Schlaf und Wachen, aber diese Perioden waren kürzer als gewöhnlich. Die Beschleunigung betrug nach Verschiedenheit der Pflanze anderthalb oder zwei Stunden des Tages. 3) Setzte ich die Sinnepflanzen einer beständigen Dunkelheit aus, so hatten sie zwar auch Wechsel von Schlaf und Wachen, aber sehr unregelmässig.“ Mit andern Mimosen machte derselbe ähnliche Versuche, erhielt aber unbeständige

*) *Physiologie végétale par Mr. A. P. de Candolle. Par. 1832. T. 2. pag. 860.*

Erfolge, und den Schlaf von *Oxalis incarnata* und *stricta* ver-
mochte er nicht zu verändern. Er schliesst daraus, dass die
Pflanzen eine natürliche Neigung zur periodischen Bewegung
haben, dass diese aber erst durch das Licht in Thätigkeit ge-
setzt wird, welches auf eine sehr verschiedene Weise auf das
Gewächs wirkt.

Indem De Candolle die Versuche von Desfontaines mit
derselben Sinnpflanze erzählt, sagt er (a. a. O. p. 865) gerade-
zu: „Die Sinnpflanzen können sich bis zu einem gewissen
Grade an die Bewegung gewöhnen. Herr Desfontaines nahm
einen Topf mit einer Sinnpflanze in den Wagen. Sie senkte
und schloss die Blätter, so bald der Wagen anfing auf dem
Pflaster zu rollen, nach und nach aber erhob die Pflanze ihre
Blätter wieder und öffnete die Blättchen, ungeachtet der Wa-
gen fortfuhr. Der Wagen hielt nun eine Zeit lang und setzte
sich nachher wieder in Bewegung. Nun fielen die Blätter
wieder zusammen und richteten sich nach einiger Zeit wie-
derum auf. Dasselbe erfolgte, so oft das Halten und Fort-
fahren wiederholt wurde.“ Ähnliche Erfolge bemerkte man,
wenn man beim Winde das Fenster des Mistbeets abnimmt,
worin sich eine Sinnpflanze befindet. Bei dem ersten Wind-
stosse fallen die Blätter zusammen, aber sie richten sich nach
einiger Zeit wiederum auf, wenn der Wind fortfährt zu
wehen und nur bei sehr starken Windstössen fallen sie wie-
der zusammen.

Hieher gehört die Frage nach der Acclimatisation der Ge-
wächse. Es ist kein Zweifel, dass sich ein Gewächs an eine-
andere Temperatur gewöhnen kann, als worin es gewöhnlich
lebt, wie die Sinnpflanze sich an einen andern Tag ge-
wöhnt; aber es ist auch mit diesem an sich richtigen Satze
viel Unfug getrieben. Man hat geglaubt, das gehe sehr
schnell und man könne die Pflanzen sehr bald an eine kältere
Temperatur gewöhnen. Sonderbar, oder vielmehr lächerlich, da
gerade das Gesetz befiehlt, dass dieser Uebergang sehr langsam
geschehe, indem das vorige Leben in der warmen Temperatur
die Pflanze sehr daran gewöhnt oder verwöhnt hatte. Will-
denow erzählt in der Vorrede zum *Hortus Berolinensis* fol-
gende merkwürdige Geschichte: „Gleditsch, sagt er, der sich

die Vermehrung der Pflanzen im Königl. botanischen Garten bei Berlin sehr angelegen sein liess, erhielt von einem Manne, dessen Namen ich, des Sprüchworts wegen, *de mortuis non nisi bene, verschweigen will*, und der zu den Vornehmen leichten Zutritt hatte, den Befehl (*jubebatur*), Pflanzen der wärmsten Gegenden an unser Klima zu gewöhnen und im Freien zu ziehen. Gleditsch sah wohl ein, dass dieses nicht gelingen würde, und kümmerte sich daher von nun an um den Garten nicht mehr. *Coffea arabica*, *Musa paradisiaca* u. a. m., die unser Klima nicht vertragen können, wurden ins freie Land gesetzt und starben bald ab. Alle warmen und kalten Gewächshäuser mit schiefen Fenstern wurden abgerissen, und dafür kalte Gewächshäuser mit kleinen, geraden Fenstern gebauet. Kein Wunder, dass bei einer solchen Cultur die Zahl der Pflanzen sehr vermindert wurde.“ Jene Zeiten sind nicht mehr, aber da die Forderung von Acclimatations-Versuchen noch immer eine gewöhnliche blieb, so sah ich mich genötigt, eine Abhandlung über Acclimatisation der Gewächse in die Verhandlungen des Gartenbau-Vereins in den Preussischen Staaten, 11. Band S. 25, einrücken zu lassen. Es wurde darin gezeigt, dass die meisten Fälle, die man für Acclimatisation ansieht, es nicht sind, weil man nur solche Gewächse bauet, deren Heimat ein ähnliches Klima als das unsrige hat. Es ist auch ein sonderbares Unternehmen, Gewächse an ein veränderliches Klima gewöhnen zu wollen, wo plötzlich Kälte oder Hitze eintreten kann, woran sich das Gewächs noch nicht gewöhnt hatte. Unsere einheimischen Pflanzen haben sich nicht einmal völlig an unser Klima gewöhnt; das junge Laub der Eichen versiert gar oft im Frühjahr, und im Herbst sieht man zuweilen sogar die Spättriebe der einheimischen Weidenarten erfroren. Der Mangel an einer genauen Kenntniss des Klima, wo die Pflanze wild wächst, hat oft Fehlgriffe in der Cultur derselben hervorgebracht, die endlich verbessert wurden, und so glaubte man, die Pflanze sei acclimatisirt worden. Man meinte sonst, alle Cacteen müssten sehr warm gehalten werden, weil sie aus dem warmen Amerika stammen, aber man bedachte nicht, dass die höhern Gegenden, z. B. von Mexico,

ein mildes Klima haben; jetzt hat man gefunden, dass viele Arten am bessten blühen, wenn man ihnen nicht zu viel Wärme giebt. Überhaupt hielt man viele tropische Länder für wärmer, als sie wirklich waren; weil man nicht auf die Erhebungen des Landes, auf die Nähe des Meeres und die langen kühlen Nächte Rücksicht nahm.

Doch wir fahren fort in den Bestimmungen des Gesetzes der Gewöhnung. Eine Wirkung auf den organischen Körper ist desto grösser, je plötzlicher sie geschieht, je weniger also der Körper Gelegenheit hatte sich daran zu gewöhnen. Wenn auf einen starken Nachtfrost die Sonne plötzlich zarte Ge-wächse trifft, so sterben sie ab. Der Gärtner pflegt sie daher mit einer Brause zu besprüten, um durch Verdunstung eine Kälte hervorzubringen, die zwar geringer ist, als die Kälte der Nacht, aber doch gross genug, um die Sonnenstralen nicht völlig wirken zu lassen; ein Mittel, das oft sehr hilft. Wenn ein Apfel gefroren ist und man bringt ihn in ein warmes Zimmer, so thauet er zwar auf, geht aber bald in Fäulniss über; die plötzliche Wärme hat die Spannkraft des Lebens (den Ton) in der Membran der Zellen zerstört, sie lassen nun die Luft durch und die Säfte fangen an zu faulen. Wirft man ihn gefroren in kaltes Wasser, so thauet er langsamer auf, gewöhnt sich an die Wärme und kann nun lebend erhalten werden. Es liessen sich noch manche hieher gehörige Beispiele anführen.

Die Blüten- und Fruchttreiberei beruht nicht allein darauf, dass man den Pflanzen einen andern künstlichen Sommert giebt, sondern auch, dass man ihnen diesen plötzlich giebt, wodurch ihre Periode beschleunigt wird. Die Erfahrung hat nämlich gelehrt, dass diese Treiberei am besten gelingt, wenn man die Pflanze, welche man treiben will, so lange draussen in der Kälte lässt, als sie solche nur einigermassen ertragen kann, und sie dann erst in ein Treibhaus bringt. Durch diesen plötzlichen Übergang von der Kälte zur Wärme kann man Camellien treiben, welches sonst seine Schwierigkeiten hat, *) Auf diese Weise wächst, blüht und reift das Korn in dem

*) S. *Transactions of the Horticultural Society of London.* Vol. 4. p. 82.

kurzen Sommer in Lappland schneller als bei uns, weil er plötzlich eintritt und anhaltend fortwirkt. Diese Beschleunigung der Periode ist eine der merkwürdigsten Erscheinungen des Pflanzenlebens.

Dies sind die drei Gesetze des Lebens, welche sogleich aus einer Vergleichung mit den Gesetzen der Mechanik, oder den Gesetzen der Bewegung lebloser Körper hervorgehen, das Gesetz des Periodismus, das Gesetz der Reize, das Gesetz der Gewohnheit. Das erste Gesetz ist das wichtigste, weil es dem Gesetze der Trägheit entgegengesetzt ist, und dieses die Leblosigkeit bestimmt, indem jeder Körper sich als leblos verhält, sofern er dem Gesetze der Trägheit folgt. Man könnte noch mehr Gesetze des Lebens aus der Vergleichung mit den Gesetzen der Mechanik finden, aber die Entwicklung dieser drei Gesetze, als der wichtigsten und deutlichsten, mag hinreichen.

Dritte Vorlesung.

Unterschied der organischen und nicht organischen Körper. Gesetze des Organismus. Unterschiede der Pflanzen und Thiere. Joachim Junge. Karl von Linné.

Ein organischer Körper ist ein, seinem ganzen Dasein nach, periodischer Körper, er entsteht, erhält und zerstört sich selbst, und bringt, damit seine Erscheinung nicht eine vorübergehende sei, seines Gleichen wiederum hervor. Zu diesen Zwecken werden Theile als Werkzeuge, Organe, erfordert, und in dieser Rücksicht heisst der Körper ein organischer. Der Krystall stellt den Gegensatz dar; nachdem er einmal entstanden ist, bleibt er immer unverändert, bis ihn zufälliger Weise eine fremde Macht zerstört. Er bedarf also zu seiner Fortdauer keiner Organe, und ist daher leblos und unorganisch. Ist also Leben und Organismus einerlei, wie einige Physiologen geglaubt haben? Allerdings kennen wir bis

jetzt keinen lebenden Körper, welcher nicht organisch wäre; aber es könnte doch dergleichen geben. Ein durchaus einfach gebildetes Theilchen von Gummigutt, von einer Amanthfaser u. dgl. m., wie sie Rob. Brown sich bewegen sah, liesse sich gar wohl denken als lebend, als ein Körper, der ein Bestreben zur Bewegung in sich hat und diesem sich überlässt, sobald kein Hinderniss im Wege steht, aber auch wieder zur Ruhe kommt, ohne dass ihn ein äusseres Hinderniss dazu zwingt. Es möchte allerdings sehr schwer sein zu bestimmen, ob die Bewegung nicht von Aussen hervorgebracht werde, und dann auch, ob der Körper wirklich einfach gebildet und ohne alle Organe sei; aber dieses würde auf den Begriff von einem lebenden nicht organischen Körper keinen Einfluss haben.

Der Organismus ist also gleichsam ein gesteigertes Leben; ein organischer Körper ist nicht nur in seinen einzelnen Ausserungen periodisch, er ist es seinem ganzen Dasein nach, er entsteht, entwickelt sich und stirbt. Er befindet sich also in einer beständigen durchgängigen, also nicht bloss äusserlichen, sondern auch innerlichen Veränderung und Bewegung, und wenn diese auch wohl auf einige Zeit gehemmt sein möchte, wie z. B. in unsren Bäumen im Winter, so darf dieses doch nicht auf immer der Fall sein, wenn nicht der organische Körper zu den leblosen und also unorganischen soll zurückgeführt werden. Da nun die innerliche Bewegung vorzüglich durch flüssige Körper geschehen muss, so nahm man die Bewegung einer Flüssigkeit im Körper als den Charakter des Organismus an, wobei man denn allerdings an die Bewegung des Blutes in den Adern der Thiere vorzüglich dachte ja man verglich den organischen Körper mit einer hydraulischen Maschine. Dieser Begriff des Organismus, der von den Jatromathematikern (Ärzten, die alle Erscheinungen im lebenden Körper mathematisch erklären wollten,) des siebzehnten Jahrhunderts herrührt, hat sich lange und bis zu den neuesten Zeiten in den Handbüchern der Naturgeschichte erhalten, auch ist er ganz richtig, wenn er nur gehörig ausgedrückt wird.

Organon heisst ein Werkzeug, und Aristoteles setzte zuerst die organischen Theile denen entgegen, die aus gleichen Theilen oder gleichartig zusammengesetzt sind. Also waren ihm die organischen Theile die verschiedenartig künstlich zusammengesetzten Theile. Der Bau des Organs aus verschiedenen Theilen ist aber kein zufälliger, sondern ein zweckmässiger, zu einem oder mehreren Zwecken, und um diese zu erreichen, zu einer oder mehreren Verrichtungen (Functionen) bestimmter. Durch diese Beziehung auf das Organ wird dieses also selbst ein individueller Theil des ganzen Individuums.

Nach Kant ist ein organischer Körper ein solcher, in welchem alles Zweck und wechselseitig auch Mittel ist.*.) Dieses giebt allerdings den Begriff eines vollständigen oder vielmehr durchgängigen Organismus. Ob aber die natürlichen Körper wirklich solche sind, möchte noch wohl die Frage sein; denn ich weiss nicht, wie fern die zufälligen Theile, die Haare der Thiere ihrer Menge nach, die Würzelchen der Pflanzen, ebenfalls nach ihrer zufälligen Menge, unter diesen Begriff könnten gebracht werden. Auch die Augen des Maulwurfs, welche zwecklos zu sein scheinen, die unter der Haut versteckten Beinknochen der Schlangen, deren sie nicht bedürfen, lassen sich wohl nicht ohne Zwang unter jenen Begriff bringen.

Da nun der organische Körper in einer steten innern aber zweckmässigen Veränderung ist, so müssen nicht bloss die Organe, sondern auch alle Theile dazu beitragen, und mithin ihre Verrichtungen (Functionen) zu diesem Zwecke haben. Diese lassen sich bequem in drei Klassen abtheilen. Zu der ersten wollen wir die einfachen Verrichtungen zählen, welche durch die kleinsten Theile bewirkt werden. Hierher gehören zuerst und vorzüglich die Zusammenziehungen und Ausdehnungen der Membran, welche die Spannung derselben machen, und das was die Alten den Ton (tonus) der Fiber oder richtiger der Membran nannten. Wir sehen davon ein auffallendes Beispiel an unserer eigenen Haut. Ohne dass man sichtbare Öffnungen in ihr bemerkt, erweitert sie sich dennoch so sehr, dass wässrige Flüssigkeiten in Gestalt des Schweißes durch

*) Critik der Urtheilskraft. Riga, 1790. S. 292.

sie hervordringen, indem sie zu andern Zeiten diesen Flüssigkeiten ganz verschlossen bleibt. Es muss also eine Kraft geben, welche die Membranen spannt oder ausdehnt und macht, dass sie Flüssigkeiten durchlassen oder abhalten kann. Diese Lebenskraft ist die wahrhafte Grundkraft des organischen Körpers, ohne welche das Leben nicht bestehen kann. Denn so bald das Leben aufhört, der Ton der Membran erschafft, dringt entweder die Luft zu den Flüssigkeiten, welche in den Gefässen eingeschlossen sind, und es entsteht Fäulniss, oder umgekehrt, die Flüssigkeit entweicht aus den Gefässen und der todte Körper vertrocknet. Wir würden diese Lebenskraft die mechanische nennen, weil sie blos Zusammensetzung und Ausdehnung bewirkt, wenn man nicht daraus folgern möchte, die Kraft selbst sei nur eine mechanische und nicht eine Lebenskraft. Die zweite Klasse von Verrichtungen geht ebenfalls von den einzelnen Theilen aus, aber so wie man die Wirkung des Tons der Membran eine mechanische nennt, möchte man die Wirkung dieser Lebenskraft eine chemische nennen. Es ist nämlich die Assimulationskraft, wodurch fremde Theile den Theilen des organischen Körpers gleich gemacht, assimiliert, oder auch, wenn sie keiner Assimilation fähig sind, aus dem Organismus ausgestossen werden. Diese Kraft oder diese Verbindung von Kräften ist zur Erhaltung des organischen Körpers durchaus nothwendig. Die dritte Klasse begreift die bildenden Kräfte, welche entweder zwischen den einzelnen Theilen des organischen Körpers Statt finden, oder den ganzen Körper ergreifen, oder auch über den Körper hinausgehen, wie sie bei der Trennung der Geschlechter sich äussern. Man kann sie auch die zweckmässigen Lebenskräfte nennen, da wir sie in ihrer Wirksamkeit uns nicht anders denken, als so fern sie nach einem Zweck, nach einem idealen Prinzip arbeiten. Auch führen sie uns zu den ganz idealen Äusserungen des Organismus, die wir schon in den Thieren wahrnehmen, und deren wir uns im Menschen bewusst sind. Eine der einfachsten dieser bildenden Kräfte ist die ausdehnende Kraft, welche nicht allein zum Wachsthum erforderlich ist, denn die Theile müssen sich von einander entfernen, um neue aufzunehmen, sondern auch zur Entwicklung

von Theilen, welche zwischen andern liegen und denen diese Platz machen müssen. Im Pflanzenreiche zeigt sich diese Kraft besonders deutlich und mit grosser Stärke; Wurzeln, indem sie fortwachsen, zersprengen Felsen und unter unsren Augen die Kübel, in welche wir Gewächse mit vielen und starken Wurzeln, namentlich Palmen gepflanzt haben.

Das Reich der organischen Körper wird bekanntlich in zwei Reiche geschieden, in das Thierreich und das Pflanzenreich. Es ist eine sehr natürliche Eintheilung, die sich auch in allen Sprachen findet und nichts ist leichter, als ein Thier beim ersten Blicke von einer Pflanze zu unterscheiden. Wenn wir uns aber von den grossen oder mehr ausgebildeten Thieren und Pflanzen entfernen, so wird oft die Unterscheidung sehr schwer, und manche organische Körper sind von den Naturforschern aus einem Reiche zum andern versetzt worden. Die Gattung der Schwämme (Spongia) z. B. stand bei Linné und seinen Nachfolgern unter den Thieren, da sie doch höchst wahrscheinlich zu den Pflanzen gehört, eben so die Gattung Corallina, die ganz gewiss zu den Pflanzen zu rechnen ist. Dagegen hat Ehrenberg manche Gattungen, welche sich sonst unter den Algen befanden, mit Recht in das Thierreich versetzt. Es kommt also für die Naturkunde gar sehr darauf an, durchgreifende Kennzeichen zu finden, um alle, auch die kleinen wenig entwickelten Pflanzen von den ebenfalls nur wenig entwickelten Thieren gehörig zu unterscheiden.

Um aber die angegebenen Merkmale der Thiere oder Pflanzen gehörig beurtheilen zu können, müssen wir vorher einen Begriff von einem Thiere oder einer Pflanze haben. Da wir uns selbst zu den Thieren zählen, so mögen wir von uns selbst ausgehen, und nach der grössern oder geringern Entfernung von uns die Eintheilung machen. Und so erkennen wir uns selbst in der Thierheit, nämlich an der selbständigen Einheit unseres Lebens und der davon abhängenden Einheit der Gestalt, welche wir an den Pflanzen gar nicht finden. Dieses ist die Quelle, woraus die Kennzeichen herzuleiten sind, durch die wir Thiere und Pflanzen von einander unterscheiden. Nach dieser allgemeinen Bestimmung mögen wir nun die Angaben einiger Schriftsteller prüfen,

welches uns zugleich eine kleine Charakteristik ihrer selbst sein kann. —

Eine der älteren genauen Definitionen ist die von Joachim Junge. Die Pflanze ist, sagt er, ein lebender Körper, ohne Empfindung, oder, sie ist ein Körper, der an einem Boden gehaftet ist, aus dem er sich ernährt, wächst und fortpflanzt. Es sind hier eigentlich zwei Definitionen mit einander verbunden, die erste, welche die für die damalige Zeit merkwürdige Bestimmung enthält, dass die Pflanze lebe, wozu aber die Einschränkung gesetzt wird, dass sie nicht empfinde, um sie von den Thieren zu unterscheiden, welche ebenfalls leben. Man kann hier fragen, woher man wisse, dass eine Pflanze nicht empfinde, oder dass sie weniger empfinde, als eines jener unvollkommenen Thiere, woran man nur träge Bewegungen wahrnimmt, wie die Austern? Die Empfindung ist ein inneres Kennzeichen, welches nicht zum Erkennen dienen kann. Das andere Kennzeichen aber, dass die Pflanze an einen Boden gefesselt ist, aus dem sie sich ernährt, gehört zu den vorzüglichen, bedarf aber noch einer genaueren Bestimmung, da die ganz im Wasser lebenden Algen Rücksicht erfordern. Die Pflanze, an den Boden gefesselt, ist eben dadurch einer fremden Macht unterworfen, über die sich das Thier erhebt. — Joachim Junge, geb. zu Lübeck 1587, gest. zu Hamburg 1657, ist ein wichtiger Mann für die Botanik geworden. Er war zuerst Philosoph und gehörte zur Schule des Petrus Ramus, auch Mathematiker, zuletzt studirte er Medicin. Er lehrte auf manchen Universitäten, aber sein Leben fiel in die Zeit des dreissigjährigen Krieges, der ihn endlich nach Hamburg trieb, wo er Rector am Gymnasium wurde. Junge trug die Schärfe der Bestimmungen, welche die Philosophen für ihre Ausdrücke verlangen, auf die Botanik über, und die genaue, bestimmte Sprache der Botanik röhrt zuerst von ihm her. Sie wurde ein Muster für alle Naturwissenschaften, zunächst für die Zoologie, später auch für die Mineralogie, und die Terminologie machte einst den Haupttheil in der Botanik aus. Die *Isagoge phytoscopica* und die *Doxoscopiae minores de plantis* wurden nach des Verfassers Tode von Fagel und Vaget herausgegeben; da aber

dieses Buch sehr selten geworden war, so liess es ein Arzt, Albrecht, zu Coburg 1747 wieder abdrucken. Wenn die Pflanzen nicht nach bestimmten Vorschriften, sondern willkürlich auf Gattungen und Arten gebracht werden, sagt er, so geht das Studium der Pflanzen in's Unendliche, und der menschliche Verstand flieht das Unendliche. Noch immer sind diese beiden kleinen reichhaltigen Schriften eine noch nicht ganz erschöpfte Fundgrube für den Botaniker. Sie wären vergessen worden, wenn nicht der Engländer Ray in der Historia planatarum, die im Anfange des vorigen Jahrhunderts erschien, ihr Andenken erhalten hätte, und vermutlich wurde Linné erst durch Ray aufmerksam, dem Manne zu folgen, dessen scharfer, kühner Geist ihm gefiel.

Die Steine wachsen, die Vegetabilien wachsen und leben, die Thiere wachsen, leben und empfinden, sagt Linné in seiter Philosophia botanica §. 3. Diese witzig scharfe Zusammenstellung ist charakteristisch für den weltberühmten Naturforscher. Er war in Schweden in der Provinz Småland 1707 geboren, studirte zu Lund und Upsala Medicin, bedurfte der Unterstützung und erhielt sie bald wegen seines Eifers für die Wissenschaft. Im Jahre 1732 schickte ihn die noch nicht lange errichtete Schwedische Akademie der Wissenschaften nach Lappland, der Naturkunde, vorzüglich aber der Botanik wegen. Die einsame Reise durch das einsame Land entwickelte den Geist des lebendigen Jünglings. Nach seiner Rückkehr kam er durch mancherlei Verhältnisse nach Holland, wurde 1735 Doct. Med. zu Harderwyk und bald nachher Aufseher eines Privatgartens zu Hartekamp bei Haarlem, welcher dem englischen Gesandten Clifford gehörte. Hier in einer günstigen Ruhe, unter den Schätzen seiner Wissenschaft, führte er durch eine Menge von botanischen Werken das aus, wozu er die Entwürfe in seinem Innern gesammelt hatte; auch äusserte er hier schon den grossen Gedanken eines allgemeinen Systems der Naturkörper in einer kleinen Schrift, die später zu einer sehr grossen wurde. Er kehrte nach Schweden ohne Anstellung zurück, aber es konnte ihm nicht fehlen, man machte ihn schon 1739 zum Botanicus regius, und 1741 wurde er Professor der Botanik zu Upsala, eine Stelle, die er nicht wieder

zu verlassen wünschte. Nachdem er mit eben so viel Glück das Thierreich wie das Pflanzenreich und mit weniger Glück das Mineralreich geordnet hatte, starb er im Jahre 1778. Es wird noch oft von ihm die Rede sein.

Es ist schon oben erinnert worden, dass die Empfindung ein inneres Kennzeichen sei, welches daher nicht zum Erkennen diene. Aber richtig ist es wohl, dass ein Gefühl, *) wenn auch nur ein sehr dunkles Gefühl von Lust und Unlust, und folglich von Persönlichkeit, zu den ausschliesslichen Eigenschaften der Thiere gehört. Wenn man Thiere, selbst die, welche nur träge Bewegungen äussern, reizt, so nimmt der ganze Körper mehr oder weniger Anteil an den, wie es scheint, schmerzhaften Zusammenziehungen; wenn man dagegen ein Blättchen der Sinnpflanze (*Mimosa pudica*) so vorsichtig berührt, dass die neben stehenden nicht erschüttert werden, so fällt nur dieses Blättchen allein nieder und kein anderes. Man möchte also jedem einzelnen Theile der Pflanze eine dunkle Empfindung zuschreiben, und das möchte zuletzt auf die einzelne Zelle einzuschränken sein, die von allen andern getrennt ein Organ für sich darstellt. Dies würde damit übereinkommen, dass die Krankheiten der Pflanzen nur örtliche Krankheiten sind, die von einer Zelle ausgehen und sich von Zelle zu Zelle weiter verbreiten.

Ludwig, Professor zu Leipzig, ein gelehrter Mann, der fast über alle Theile der Arzneikunde für die Zeit sehr gute Handbücher schrieb, hält die Fähigkeit, sich von einem Orte zum andern zu bewegen, für ein Hauptmerkmal der Thiere (*Institution. Regni vegetabilis*. Ed. 2. Lips. 1757). Linné erinnerte sogleich, dass manche Thiere, z. B. *Balanus* und *Lernaea*, keine Ortsbewegung haben. Es ist dieses der Fall bei allen Muschelthieren, denen der Fuss fehlt, z. B. den Austern, welchen das Vermögen, sich von einem Orte zum andern zu bewegen, gänzlich mangelt. Jener Fuss ist jedoch auch nur ein sehr unvollkommenes Organ der Fortbewegung, wodurch sich das Thier nur anstemmen und fortschieben kann.

Blumenbach sagt im Handbuche der Naturgeschichte:

*) Ich nenne Gefühl eine Verbindung mehrerer Empfindungen.

Die Pflanzen saugen einen sehr einfachen Nahrungsstoff vorzüglich mittelst zahlreicher Fasern, die sich am untern Ende ihres Körpers befinden, ohne merkliche willkürliche Bewegung in sich, da hingegen die Thiere eine meist einfache Hauptöffnung am obern oder vordern Ende ihres Körpers haben, die zu einem geräumigen Schlauche führt, wohin sie vom inneren Gefühl des Hungers getrieben, ihre Alimente, die von sehr verschiedener Art sind, mittelst willkürlicher Bewegung bringen. Der seit einigen Jahren verstorbene Joh. Fr. Blumenbach, Professor zu Göttingen, hatte eine sehr lebendige, man möchte sagen reiche Darstellung, aber auf die Schärfe der Bestimmungen achtete er weniger. So häuft er hier mehre, zum Theil sehr treffende, zum Theil weniger bedeutende Merkmale zusammen, um ein Bild der Pflanze zu geben. Eines der vorzüglichsten Kennzeichen der Thiere ist der Magen oder der Behälter, zu welchem die Nahrungssäfte geführt und von welchem sie durch den ganzen Körper verbreitet werden. Nicht allein wird die Einheit der Ernährung, dieser wichtigsten Verrichtung des thierischen Körpers, dadurch angedeutet, sondern es giebt auch der Magen ein leichtes, in den meisten Fällen bald zu erkennendes Merkmal. So streut Ehrenberg, nach v. Gleichens Vorgange, Indigo in das Wasser, um den Magen der kleinen Thiere, die ihn fressen, an der Farbe zu erkennen. Ich finde, dass schon John Hunter den Magen für das Hauptmerkmal der Thiere erkannt habe, aber die Stelle in seinen Schriften, wo er es sagt, nicht angegeben. Wenn auch viele Magen vorhanden sind, wie Ehrenberg dieses bei vielen Infusorien wahrgenommen hat, so sind sie doch zusammengekommen, in ihrer Verrichtung nur für einen Magen zu achten. Dass die Pflanzen durch Fasern, die Thiere hingegen durch einen Mund die Nahrung zu sich nehmen, ist nicht so allgemein; Cuviers Rhizostome (Wurzelmund) saugt die, vermutlich auch sehr einfache Nahrung durch Fasern an den Armen ein, die von der untern Fläche des gallertartigen Medusenthieres ausgehen, aber um sie dann in einen gemeinschaftlichen Behälter oder Magen zu bringen. Ob hiebei Hunger und willkürliche Bewegung Statt finde, lässt sich eben so wenig bestimmen, als bei den Pflanzen. Es bleibt also von

allen diesen Kennzeichen nur das einzige, aber sichere, durchgreifende, der Magen über, dessen Gegenwart die Thiere, dessen Mangel die Pflanzen unterscheidet.

Der Ausdruck willkürliche Bewegung giebt ein innerliches Kennzeichen an, welches wir äusserlich nicht wahrnehmen können. Daher ist auch dieses Kennzeichen seltner zur Unterscheidung gebraucht worden, als man vermuten sollte, da die willkürliche Bewegung bei dem Menschen und vielen Thieren auffallend genug erscheint. Besser wäre der Ausdruck zweckmässige Bewegung, die sich viel leichter wahrnehmen lässt, als eine willkürliche. Es sind solche Bewegungen, welche zur Entwicklung und Erhaltung des Individuums dienen, auf die Einheit desselben gerichtet sind, und folglich den Thieren vorzüglich angehören. Dahin gehören die Bewegungen, wodurch die Thiere ihre Nahrung zum Munde bringen, das Aufsuchen des Weibchens zur Begattung und die mit beiden verbundene Ortsbewegung. Alle diese Bewegungen finden wir nicht bei den Pflanzen; die Gefäße nehmen den Nahrungs- saft durch beständige mit dem Leben verbundene Kräfte auf, nicht durch besondere Bewegungen, und überlassen dem Zufalle die Richtung des befruchtenden Staubes. Aber wir sind nicht immer im Stande, jene zweckmässigen Bewegungen bei den kleineren Thieren wahrzunehmen, und daher können sie zu leicht aufzufassenden Kennzeichen keinesweges dienen.

Es ist sehr merkwürdig, dass nur die vier Stoffe, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff allein lebensfähig sind, und dass alle übrigen Stoffe sich nur im lebenden Körper aufhalten, ohne selbst, so viel wir wahrnehmen, an dem Leben Theil zu nehmen. Oder wenn man lieber will, diese Lebensfähigkeit ist allen Stoffen eigen — denn man sieht nicht ein, warum sie nur einigen mitgetheilt sein sollte — ist in diesen vier Stoffen mehr entwickelt, als in allen übrigen. Unter diesen vier Stoffen scheint aber der Stickstoff vorzüglich diese Fähigkeit zu besitzen, denn er ist viel häufiger in den Thieren, die ein höheres Leben zeigen, als in den Pflanzen. G. L. Treviranus nahm daher das Übergewicht des Stickstoffes als eine vorzügliche Eigenschaft des Thieres an, indem in den Pflanzen eine geringere Menge desselben gefunden werde (Bio-

logie Th. 1. S. 165. Götting. 1801). Fast zu derselben Zeit sagte Steffens (Beiträge zur innern Naturgeschichte der Erde. Freib. 1801. S. 61): Von den Pilzen — die in dieser Rücksicht zum Theil mehr vegetabilisch, zum Theil mehr animalisch sein sollen — trennt sich die Natur in zwei entgegengesetzte Richtungen, die chemisch durch das Überhandnehmen des Kohlenstoffs auf der einen vegetabilischen, durch das Überhandnehmen des Stickstoffs auf der andern animalischen Seite sich andeuten. Man sieht leicht ein, dass diese Eigenschaft der vegetabilischen und animalischen Körper von grosser Wichtigkeit werden kann, wenn erst mehr daran geknüpft wird, aber zu einem Merkmal kann sie nicht dienen. Man hat nicht allein durch neuere Untersuchungen, namentlich die von Boussingault, weit mehr Stickstoff in den Pflanzen gefunden, als man sonst vermutete, sondern es ist auch gerade in den niedern Organismen sehr schwer zu bestimmen, ob der Stickstoff oder der Kohlenstoff vorwalle.

Ein vortreffliches und in dem Wesen der Thiere zunächst gegründetes Kennzeichen ist das von C. A. Agardh (jetzt Bischof) angegebene, dass nämlich die Vegetabilien durch Ansetzen neuer Theile von Innen heraus wachsen, die Thiere hingegen schon bei dem ersten Entstehen mit der Anlage aller Glieder versehen sind (Lärebök i Botaniken. Malmoe 1829. 30. p. 36). Dieses Kennzeichen setzt allerdings eine längere Beobachtung voraus, als das vom Magen hergenommene Merkmal, aber es bleibt immer von grosser Bedeutung. Wenn der Stamm mancher sogenannten Pflanzenthiere, namentlich der Sertularien, durch eigene Kräfte wüchse und dann erst die Polypen darauf hervorsprossen, so würde man diese organischen Wesen Thierpflanzen nennen und sie zum Pflanzenreiche ziehen müssen; aber dieses ist nicht der Fall, sondern das Thierchen ist vom Anfange an im Umriss vorhanden und setzt, indem es wächst, den Stamm ab, der durch die junge hervorsprossende Brut immer grösser wird. Wenn die Thiere sterben, so bleibt doch der Stamm noch stehen, und längst ist kein Leben in den grossen Stämmen der Korallen mehr vorhanden, wenn an den Spitzen noch immer lebende Polypen sich befinden. Ein anderes ist es mit den Pflanzen; so wie der

Stamm ganz abgestorben ist, so wächst darauf keine Knospe mehr hervor. Jene organischen Körper sind also wirklich Pflanzenthiere und nicht Thierpflanzen.

Es erhellt aus allem diesem, dass wenn das Hauptkennzeichen der Thiere, der Magen, mangelt, oder nicht deutlich zu bemerken ist, die andern Kennzeichen beurtheilend müssen zu Hülfe genommen werden, um zu wissen, ob ein fraglicher natürlicher Körper Thier oder Pflanze sei.

Die beiden Reiche der organischen Körper kommen keinesweges in ihren vollkommensten Gebilden einander am nächsten, sondern in den kleinsten am wenigsten entwickelten Wesen. Unter den Wasseralgen, diesen einfachen organischen Wesen, finden wir die meisten zweifelhaften Körper, die zwischen Thierreich und Pflanzenreich ungewiss schwanken, und hier ist es gerade, wo man vormalige Pflanzen den Thieren zugesellt, und wiederum Pflanzen von dem Thierreiche zurückgefordert hat. Von dort entfernen sich die beiden Reiche immer mehr von einander, so dass die äussersten Grenzen weit von einander abstehen, und zwischen dem Menschen und einer Eiche z. B. kaum eine Ähnlichkeit mehr zu finden ist. Es scheint, als ob in jenen kleinen Gewächsen das Leben, welches sich sonst über die ganze Pflanze verbreitet, in einen kleinen Raum gleichsam zurückgezogen und dadurch der Einheit des Thieres sich genähert habe. Diese Ansicht, denn mehr soll es nicht sein, wird dadurch noch deutlicher, dass man die kleinen Samen oder Eier der Schwämme (Spongia und Spongilla), auch einiger Algen in lebhafter Bewegung gesehen hat, indem die daraus hervorgewachsenen viel grössern Organismen alle Lebensbewegungen nur in einem sehr geringen Grade zeigen. Es liesse sich hier über die Stufenfolge in der Natur, die sogenannte Leiter der Natur, noch mehr sagen, aber ich verweise auf meine Propyläen der Naturgeschichte S. 198 figde.

Vierte Vorlesung.

Gestalt der Pflanze im Allgemeinen. Verhältniss-mässige Entwicklung der Theile. Metamorphose und Prolepsis.

Wenn wir eine vollkommen entwickelte Pflanze, einen blühenden Obstbaum, eine Rose, eine Lilie betrachten, so fällt es bald in die Augen, dass sie zuerst aus stützenden Theilen besteht, worauf die übrigen sich befinden, aus Wurzel, Stamm und Zweigen, und dass diese tragenden und stützenden Theile in die Länge ausgedehnt sind. Auf ihnen wachsen die Blätter hervor, flache Theile, und überdiess erblicken wir auf ihnen gar oft Knospen, die theils Blätter, theils Blüten, theils Blätter und Blüten zugleich enthalten. Wer die förmlichen Darstellungen der Natur liebt, der wird hier die drei Abmessungen des Raumes wiederfinden, die Linie, die Ebene und den Körper; eine Erinnerung, möchte man sagen, an die Geometrie, welche in den Krystallformen herrscht. Ja die Freunde solcher Vorstellungen werden in dem Stämme und der Wurzel eine bestimmte Polarität finden, und wahrlich, es ist auch die einzige wahrhafte Polarität in der Pflanze, deren man gar viele und solche überall gesucht hat. Es geschieht nämlich an beiden Enden der Pflanze dasselbe, nämlich eine Zertheilung in Äste, wie beim wirklichen Magneten Anziehung und Abstossung, und indem der Stamm fortwächst und sich mehr zertheilt, thut es auch die Wurzel, obwohl nach entgegengesetzten Richtungen, eben so wie beim Magneten eine Verstärkung der Kraft des Nordpols auch eine Verstärkung der Kraft des Südpols zur Folge hat. Wenn man nun aber weiter ging und die obere Fläche der Blätter den positiven Pol, die untere den negativen nannte, so gerieth man in eine grenzenlose Willkür, die zu nichts führte. Es gründete sich dieses auf eine Philosophie, welche das Ganze darstellte als in einem wechselseitigen Überwiegen von Objectivität und Subjectivität begriffen, und die eben dadurch zu einer Menge von willkür-

lichen Bestimmungen die Veranlassung gab. Wir wollen uns nicht verführen lassen zu folgen — doch ist die Zeit dieses Formelwesens vorüber.

Was von diesem stützenden Theile, dem Hauptstock (caudex), wenigstens im Anfange aufwärts oder über den Horizont wächst, rechnet man zum Stamm (caulis) oder Stengel, was niederwärts oder unter den Horizont wächst, rechnet man zur Wurzel (radix). Im Anfange wächst der Stamm nach oben über den Horizont, aber wenn er dieses Ziel erreicht hat, so fährt er nicht immer fort in derselben Richtung aufwärts zu wachsen, sondern er beugt sich nicht selten nieder und dann wieder aufwärts, oder er wächst ganz seitwärts und liegt auf der Erde. Wenn man frägt, warum der Stamm aufwärts wachse, so ist dieses eben eine solche Frage, als wenn man frägt, warum dem Menschen der Kopf oben stehe. Man vergisst ganz dabei diese ursprüngliche Richtung des Stammes, welche auch wohl machen kann, dass er seitwärts und niederwärts wächst, und wäre es das Licht, welchem der Stamm entgegen zu wachsen strebt, so sieht man nicht ein, warum diese liegenden Stämme oder Stengel sich nicht in die Höhe richten und dem Licht von Anfang an zuwachsen. Die ursprüngliche Richtung kann also nur durch Licht und andere äussere Verhältnisse verändert, nicht ursprünglich bestimmt werden. Von diesen Veränderungen wird unten die Rede sein.

Der Stamm bringt in der Regel Äste hervor; diese Äste entstehen aber fast immer aus Knospen, die aus den Anfängen von Blättern oder aus Blattansätzen zusammengesetzt sind. Knospen (gemmae) nennen wir zwar im gemeinen Leben, und so sagen auch die Botaniker, nur den Anfang eines Zweiges aus zusammengebogenen oder zusammen gewickelten Blättern und Blattansätzen. Aber wir bedürfen ein Wort für den Anfang eines Astes überhaupt, mögen die Blattansätze eingebogen oder zurückgebogen sein, und so entsteht fast immer der Ast aus einer Knospe. Ich sage fast, in so fern die seltene Theilung des Stammes an dem Drachenbaum (Dracaena), der Dumperle (Hyphaene cucifera), den Pandanen (Pandanus) und den Plumerien (Plumeria) vielleicht eine Ausnahme macht. Die Wurzel verästelt sich ebenfalls, aber da sie ohne Blätter

ist, so können die Äste nicht aus Knospen oder Blattansätzen hervorbrechen, sondern es dringt nur eine feine Spitze aus dem Stamm oder den Ästen der Wurzel hervor, die sich dann verlängert und verdickt, und so einen neuen Ast der Wurzel bildet.

Eine merkwürdige Regel bemerken wir an den meisten vollkommen entwickelten Pflanzen, dass sich nämlich unter jeder Knospe, Endknospen ausgenommen, und so auch unter jedem daraus entwickelten Aste ein Blatt befindet. Man betrachte nur eine Rose (*Rosa centifolia*), eine Leukoje (*Matthiola annua* und *incana*), ein *Pelargonium*, oder jede andere beliebige Pflanze, und man wird diese Regel immer befolgt finden. Dauert ein Stamm mehre Jahre und fallen die Blätter im Winter ab, so kann unter den Zweigen der vorigen Jahre und selbst unter den Zweigen, welche im Frühling sich entwickelten, kein Blatt mehr vorhanden sein, wohl aber findet man immer die Narbe, wo das abgefallene Blatt sass, bis endlich auch diese verwächst. Umgekehrt sieht man an unsren Obst- und überhaupt Laubbäumen, besonders gegen den Herbst, in den Winkeln der Blätter die Knospen, welche im künftigen Jahre Äste hervorbringen. In den meisten Fällen kommt unter jeder Knospe ein Blatt hervor, aber bei weitem nicht so oft befindet sich in jedem Blattwinkel eine Knospe, sondern viele Blattwinkel sind nicht selten leer, ja es ist dieses an gar vielen natürlichen Ordnungen die Regel, z. B. an den Heiden (*Ericaceae*), an den Proteaceen, an den Tannen (*Coniferae*) u. a. m.*)

Dasselbe setzt sich unter den Blütenstielen oder den Blüten selbst fort, nur ist das Blatt kleiner als die andern Blätter, weniger ausgebildet, also verkümmert, als ob die Blüte ihnen die Nahrung genommen habe. Unter jeder Blüte einer Hyacinthe befindet sich ein solches verkümmertes kleines Blättchen. Man nennt solche Blätter *Bracteen* (*bracteae*), auch *Afterblätter* und *Nebenblätter*; die deutschen Benennungen sind hier sehr unbestimmt. Sie fehlen öfter unter den Blüten, als die Blätter unter den Ästen; es scheint, als ob sie von den Blüten

*) *Planta artiphylla*, wenn fast alle Blätter in den Winkeln Knospen tragen; *planta pleiophylla*, wenn die meisten Blattwinkel ohne Knospen sind.

ganz verzehrt wären; so haben fast alle Cruciferen, z. B. Leukoje (Matthiola), Gold-Lack (Cheiranthus Cheiri), Kohl (Brassica), Senf (Sinapis) u. s. w., keine Bracteen. Seltener sind die Bracteen anders gestaltet als die übrigen Blätter und nicht bloss verkümmert. Diese verdienten wohl einen eigenen Namen, um sie von den vorigen zu unterscheiden.

Es ist also die Regel — keine Regel ohne Ausnahme — dass unter jeder Knospe ein Blatt hervorkommt. Diese Regel dient dazu, um das Blatt in seinen mannichfältigen Gestalten zu erkennen, denn es ist zwar meistens, aber keinesweges immer flach ausgedehnt, es hat vielmehr die sonderbarsten Formen in den saftigen Pflanzen und einigen andern. Immer steht nur ein Blatt unter einer Knospe. Wenn mehrere Blätter an derselben Stelle hervorbrechen, so ist gewiss ein besonderer Umstand vorhanden, der dieses hervorbringt. So sind die sogenannten Blätter am Spargel (*Asparagus officinalis*) eigentlich Blütenstiele, deren Blüten fehlgeschlagen sind, und das wahre Blatt gleich einer Schuppe sitzt darunter. Man sieht dieses sehr deutlich an dem schönen *Asparagus albus*, der in Portugal, Südspanien, Sicilien (noch nicht bei Neapel) wild wächst, und an dem alle ähnlich gestalteten und an ähnlichen Stellen hervorkommenden Theile Blüten tragen. Die Blätter der Kiefern (*Pinus*), deren 2 — 5 zusammenstehen, sind offenbar die untersten eines Astes, der sich nicht entwickelt hat; denn an dem jungen Stämme stehen die Blätter einzeln, und aus ihren Blattwinkeln kommen die büschelichten Blätter, wie sonst die Äste hervor. Diese einzelnen Blätter werden am ausgewachsenen Stämme nicht mehr hervorgetrieben, doch ist dieses noch immer der Fall an den jungen Trieben der italienischen Kiefer mit essbaren Nüssen (*Pinus Pinea*).

Umgekehrt können aber mehr Äste aus einem Blattwinkel hervorkommen, ein Blätterzweig und ein Blütenzweig an einigen Malvaceen, ein Blätterzweig und ein Stachel, der ein veränderter Zweig ist, an *Crataegus*, ein Blätterzweig und eine Ranke an den Cucurbitaceen. Doch gehören sie wohl immer zu einem Aste, von dem nur ein unterer Nebenast früher hervorbricht als die oberen.

Sehr selten fehlen die Blätter ganz und gar, wie an den

Wasserlinsen (*Lemna*) und einigen andern Pflanzen, die den Übergang zu den weniger entwickelten Gewächsen machen; öfter aber sind sie klein und gleichsam verstümmelt, von dem dicken Stamm gleichsam aufgezehrt (absorbirt), wie an den meisten Cacteen, auch scheinen sie mit dem Stämme verwachsen, wie an den Cacteen, die zur Gattung *Epiphyllum* gehören; in einem gewissen Grade findet ein solches Verwachsen bei allen Cacteen Statt. Nicht selten nehmen auch die Blätter ganz andere Gestalten an, z. B. von Stacheln an Stachelbeeren, *Berberis* u. a., welches man an ihrer Stellung erkennt, oder andere Theile nehmen die Gestalt von Blättern an, wie wir so eben an den Blättern von *Asparagus* gesehen haben. Wenn die Theile an einer und derselben Pflanze andere Gestalten annehmen, so nennen wir das eine *Metamorphose*, und es wird sogleich davon geredet werden, wenn die Theile aber an verschiedenen Pflanzen die Gestalt anderer Theile annehmen, so nenne ich das eine *Anamorphose*. So sind die Blätter am Spargel eine *Anamorphose* der Blütenstiele.

Die Blüte (*flos*) ist ursprünglich eine Knospe. Auch nennen wir sie in ihrem ersten Zustande eine Knospe, wie wir den Ast in seinem ersten Zustande eine Knospe nennen. Wenn sie sich entwickelt, ist sie mit Blättern umgeben, auf dieselbe Weise, wie der Ast im Anfange mit kleinen Blättern umgeben ist. Statt des Astes, der aus der Mitte der Knospe hervorgeht und andere Knospen, eine junge Brut trägt, geht hier aus der Mitte der Fruchtknoten hervor, worin sich die Anlagen zu Samen befinden, ebenfalls eine junge Brut. Nur mit dem Unterschiede, dass diese Anlagen sich nicht entwickeln und keine junge Pflanze hervorbringen, wenn sie nicht mit dem Staube anderer Theile, die sich ebenfalls meistens in derselben Blüte befinden, bestäubt und also befruchtet werden, was bekanntlich bei den Knospen nicht nöthig ist. So reihen sich also die Pflanzen erst in der Blüte den höhern Thieren an, indem sie im Kraut noch den niedrigsten Thieren, den Polypen, gleichstehen.

Die Blüte besteht zuerst aus blattartigen Theilen. Die äusserste Umhüllung bildet der Kelch (*calyx*), gewöhnlich aus grünen, den Blättern noch sehr ähnlichen Theilen zusammen-

gesetzt. Dann folgt die zartere Blumenkrone (corolla), *) die durch ihre Schönheit an vielen Pflanzen unsere Aufmerksamkeit erregt. Zuweilen sind Kelch und Blume gleichsam verwachsen: die letzte hat äusserlich eine grünliche Farbe, wenigstens einen grünen Streifen in der Mitte und der Kelch fehlt, wie wir dieses an Tulpen, Hyacinthen und Lilien bemerken. Man könnte einen solchen Theil Kelchblume (perigonium) nennen. Dann folgen nach Innen zu Theile von verschiedener Anzahl, welche an den Säckchen kenntlich sind, worin sich der befruchtende Staub befindet. Diese Theile heissen Staubfäden oder besser Staubgefässe (stamina), der Stiel, worauf das Säckchen befindlich ist, Träger (filamentum), das Säckchen Anthere (anthera), und das befruchtende Pulver Blütenstaub (pollen). In der Mitte der Blüte erhebt sich die Anlage zur Frucht von grüner Farbe, entweder eine oder auch mehrere, und sehr oft erkennt man in ihnen schon die künftigen Samen, jetzt noch als kleine Körner. Diese Anlage zur Frucht heisst Fruchtknoten (germen), auch wohl Eierstock (ovarium) genannt, ein weniger zweckmässiger Ausdruck, da man in den Eierstöcken der Thiere immer mehr Eichen, niemals ein einziges sieht, wie es doch in den Pflanzen nicht selten der Fall ist. Auf dem Fruchtknoten sieht man sehr oft den Griffel (stylus), der sich in eine Narbe (stigma) ausbreitet, durch welche die Befruchtung zum Ei dringt. Fruchtknoten, Griffel und Narbe zusammen heissen Staubweg (pistillum), zuweilen schränkt man diesen Ausdruck nur auf die beiden letzten Theile ein. So ist also die Frucht nicht allein, sondern auch die Blüte zur Fortpflanzung bestimmt; die Pflanze hat ihre grösste Schönheit erlangt und endet damit nicht allein mechanisch, möchte man sagen, indem die Blüte beständig am Ende des Astes sich befindet, sondern auch geistig, indem der letzte Ast mit der Blüte abstirbt.

Die wesentlichen Theile der Blüte sind die Staubgefässe und der Fruchtknoten mit der Narbe, alle übrigen können

*) Wir bedürfen in unserer Sprache des Worts Blumenkrone eigentlich nicht, wir haben das Wort Blüte für flos und Blume für corolla. Aber wir dürfen dem Dichter die Sprache nicht durch zu genaue Bestimmungen verderben.

fehlen, und oft ist dieses der Fall. Sind Staubgefässe und Fruchtknoten vereinigt in einer Knospe oder Blüte, so wird die Blüte eine Zwitterblüte, und dieses ist der häufigste Fall im Pflanzenreiche; sind Staubgefässe allein darin, so wird die Blüte männlich, ist der Fruchtknoten allein darin, so wird sie weiblich. Dass männliche und weibliche Blüten auf verschiedenen Individuen sich befinden, wie dieses am häufigsten im Thierreiche vorkommt, ist im Ganzen genommen selten, öfter befinden sich männliche und weibliche Blüten auf einem und demselben Individuum; ein Fall, der meines Wissens bei den zusammengesetzten Thieren im Thierreiche gar nicht vorkommt.

Auf die Blüte folgt die Frucht, gleichsam eine Endknospe, die sich aber nur bis zu einem gewissen Grade entwickelt, bis die Samen oder Eier die gehörige Reife erlangt haben. Wohl nie ist der Same ohne Fruchthülle (pericarpium); sehr oft haben mehrere Samen eine gemeinschaftliche Fruchthülle. So wie der Same als Folge der Befruchtung den wesentlichen Theil der Frucht ausmacht, so ist in dem Samen der wesentliche Theil der Embryo, als Anfang der künftigen Pflanze. Der Embryo sehr vieler Pflanzen, die wir Dikotyledonen, kürzer Dikotylen nennen, stellt schon den künftigen Stamm der Pflanze dar mit den ersten Samenblättern versehen, deren wenigstens zwei sind, daher der Name. Dieser Stamm wächst aus, treibt eine Wurzel und eine Endknospe, die in ihrer Entwicklung die ganze Pflanze bildet. Diejenigen Pflanzen, deren Embryo den künftigen Stamm nicht darstellt, nennen wir Monokotyledonen oder Monokotylen, mit einem Namen, den wir für's erste nicht untersuchen wollen. Die lilienartigen Pflanzen, die Gräser gehören dahin, ohne Zweifel einfachere Gewächse, als die vorigen, wenn gleich die Palmen durch ihren erhabenen Wuchs in dieser Rücksicht blenden mögen. Die Namen Monokotyledonen und Dikotyledonen — wozu noch die Akotyledonen kommen, in deren Samen man keinen Embryo finden kann — sind eben so unzweckmässig als allgemein angenommen, so dass man keine Änderung wagen darf.

Alle diese Theile der Blüte und der Frucht, von denen

auch einer und der andere fehlen kann, sind veränderte Blätter. Der Kelch zeigt diese blattartige Natur so deutlich, dass darüber kein Zweifel sein kann. Die Blumenblätter hat unsere Sprache schon nach ihrer blattartigen Natur genannt, die nicht zu erkennen ist, wenn man auch wirklich nicht Verwandlungen von Blumenblättern in wirkliche Blätter beobachtet hätte. Die Ähnlichkeit der Staubfäden mit den Blättern ist weniger auffallend, desto häufiger sehen wir aber in den gefüllten Blüten diese Theile in Blumenblätter verwandelt, oft so, dass man sie auf dem Übergange ertappt. Eben dieses bemerkst man auch am Griffel, und der Fruchtknoten zeigt nicht allein deutlich eine grüne blattartige Farbe, sondern man sieht auch seine Klappen in Blätter oder blattartige Theile, besonders an den Agrumen (Zitronen, Apfelsinen, Pomeranzen) auswachsen.

Den Übergang von den Blättern zur Blüte, von den roh gebildeten Samenblättern zu den Blättern am Stämme, und von dort durch immer zarter gebildete Bracteen zur wirklichen Blume, hat der hochberühmte Goethe in einer Schrift: *J. W. von Goethe, Versuch über die Metamorphose der Pflanzen, Stuttg. 1831*, vortrefflich dichterisch dargestellt. Ich nenne die Schrift eine dichterische Darstellung, nicht eine erdichtete, denn sie ist wahrhaft in der Natur gegründet, und giebt ein lebendes Bild der Folge, nicht des starren Zusammenseins, gerade so, wie es von den Bildern der Dichter verlangt wird. Das Buch erschien zuerst zu Gotha schon 1790 unter dem Titel: *Versuch die Metamorphose der Pflanzen zu erklären*. Erklärt war nun eigentlich nichts, denn die Verfeinerung des Safts in den oberen Theilen gleich einer Filtration, wie sich der Verfasser ausdrückte, konnte man nicht für eine Erklärung gelten lassen, da sie auf einer blossen Erdichtung beruhete. Tiefer war der Gedanke, dass die Natur in den feinen, zarten Theilen der Blüte sich von der gröbneren Natur zur geistigen wende, wie sie die Fortpflanzung des lebendigen Wesens erfordert. Auf seinen Wegen von der Blumenkrone zu den Staubfäden findet Goethe die mannichfältigen Theile, welche Linné Nectarien nannte, als Übergänge von einem jener Theile zum andern, bald mehr dem einen, bald dem andern ähnlich, in welchem Sinne ich sie auch paracorolla, parapetala und

parastamina genannt habe. Den Übergang von den Bracteen zum Kelch und von den Staubfäden zum Fruchtknoten stellt er nur als einen Übergang von Zusammenziehung zur Ausdehnung dar, da es doch Übergang zu einer andern Knospe ist.

Linné hat in einer Abhandlung von 1755, *Metamorphosis plantarum* (*Amoenitates academicae*. Ed. 2. cur. J. Chr. D. Schreber. V. 4. pag. 368) die Sache ganz anders dargestellt. Er vergleicht die Pflanzen mit den Insekten, und indem er sehr richtig sagt, dass der Schmetterling nur die Larvenhülle abstreife, meint er, dass die Blume den Kelch, der die Rinde darstelle, abstreife, mit den innern Theilen gleich einem Schmetterling hervorgehe, und nun erst, wie jener, zur Fortpflanzung fähig sei. Er geht nun weiter und lässt die Blumenkrone aus dem Splint, wie den Kelch aus der Rinde entstehen, ferner die Staubfäden aus dem Holze und den Fruchtknoten aus dem Marke, welches anatomisch genommen, wie es Linné zu nehmen schien, unrichtig ist, aber vergleichsweise als Inneres zum Äussern, gar wohl seine Richtigkeit hat. Und so möchte eine tiefe Bedeutung darin liegen, dass bei der Fortpflanzung das Innere hervortrete und das Äussere als seine Hülle abstreife.

In der ersten Abhandlung über die *Prolepsis plantarum* vom Jahre 1760 (Am. ac. V. 6. p. 324) geht Linné von der bekannten Erscheinung aus; dass in den Blattwinkeln unserer Bäume sich Knospen befinden, welche sich erst im folgenden Jahre entwickeln, dass die Blätter des folgenden Jahres wiederum in ihren Blattwinkeln Knospen haben, die sich im folgenden Jahre entwickeln und so fort, so lange der Baum lebt. Dass die Blätter die Erzeugnisse des laufenden Jahres sind, fahrt er fort, ist klar; die Bracteen sind aber die Erzeugnisse des folgenden Jahres, wie man an den Zwiebelgewächsen, z. B. an einem *Ornithogalum* sehen kann, wo der Schaft mit seinen Blüten und Bracteen wie eine Knospe zwischen den Schuppen der Zwiebeln hervordringt, und diese Schuppen sind die Anfänge (bases) der Blätter des jetzigen Jahres. Nun kommt der Kelch aus den Winkeln der Bracteen, die Blumenkrone aus den Winkeln der Kelchblätter hervor, und ein Gleiches lässt sich von den Staubfäden und Staubwegen in

Rücksicht auf ihre äusseren Umgebungen sagen; es ist also nur nöthig ihre blattartige Natur zu beweisen, welches von den Bracteen nicht nöthig war, und diess thut Linné, indem er auf die monströsen Verwandlungen des Kelches und der Blumenkrone in wahre Blätter hinweist, so wie auf die Verwandlung der Staubfäden und Staubwege in Blumenblätter in den gefüllten Blumen. — In einer zweiten Abhandlung über die Prolepsis plantarum vom Jahre 1763 (Am. ac. V. 6. p. 365) untersuchte er einige hieher gehörige Gegenstände. Wenn man einer Pflanze zu häufige Nahrung gebe, so gehe diese zu sehr in die äussern Theile, in die Rinde über, und der Trieb des Markes kann sie nicht durchdringen, darum verhindere zu reichliche Nahrung das Blühen der Pflanze; eine an sich richtige, aber auch auf andere Weise zu erklärende Bemerkung. Eben diese Theorie von dem Treiben des Markes und dem Widerstande der Rinde wendet er auch auf die Fälle an, wo die Gemmen, wie man sie damals bestimmte, fehlen, oder auch wenn keine Bracteen u. s. w. vorhanden sind, wo es, nach seiner Meinung, dem innern zugehörigen Theile an Kraft zur Entwicklung fehlt. Dieser Theil der Linnéischen Theorie, dass nämlich die Entwicklung der Pflanze von dem Triebe des Markes abhänge, hat vorzüglich dazu beigetragen, die ganze Lehre in Vergessenheit zu bringen. Man sieht oft genug, dass Weidenbäume ohne Mark im Stämme nicht allein fortgrünen, sondern auch jährlich Blüten und Früchte tragen, und eben so kommen Triebe mit Blättern bedeckt gar oft aus dem dichten Holze des Stammes der Pappeln hervor. Merkwürdig ist es doch immer, dass zur Bildung dieser Triebe im dichten Holze erst Mark erzeugt wird, um den Trieb zu entwickeln.

Aber Linné irrite darin, dass er annahm, die Blumenblätter kämen aus den Winkeln der Kelchblätter, die Staubfäden aus den Winkeln der Blumenblätter hervor, wofür durchaus kein anderer Grund war, als dass die Blumenblätter sich innerhalb der Kelchblätter, die Staubfäden sich innerhalb der Blumenblätter befinden. Indessen wenn ich eine Pflanze betrachte, deren Blätter in Kreisen stehen, wie beim Labkraut (*Galium*), beim Waldmeister (*Asperula odorata*), so stehen die

obern Kreise innerhalb der untern, wie man leicht sieht, wenn man sich die Blätter in einer Knospe vereinigt denkt. Und wirklich verhalten sich die Kreise der Blätter zu einander wie die Kreise der Staubfäden zu den Kreisen der Blumenblätter, und die Kreise der Blumenblätter zu den Kreisen der Kelchblätter, sie wechseln in der Regel mit einander gerade so, wie man es bei den Kreisen der Blätter sieht, welche über einander stehen. Wir werden in der Folge sehen, dass die Grundstellung der Blätter die Stellung in Kreisen ist, und dass man die andern Stellungen, besonders die äusserst häufige wechselnde Stellung, daraus ableiten kann, wenn man sich denkt, dass die Blätter aus dem Kreise in einer Schraubenlinie in die Höhe gezogen worden. Es verhalten sich also Kelch, Blume, Staubfäden zu einander, wie Blätter einer und derselben Knospe, und da sie sich in einander und in wahre Blätter verwandeln können, so kann man diese Blütentheile als Blätter derselben Knospe betrachten. Dieser Satz ist die Grundlage der ganzen vegetabilischen Morphologie oder Gestaltenlehre, wie die Folge lehren wird.

Übrigens hat Linné Recht, die Blüte, die aus dem Winkel eines Blattes oder einer Bractee hervorkommt, ist eine verfrühte Knospe, wenn ich so sagen darf, eine Knospe, welche sich früher entwickelt, als sie sich entwickeln sollte. Sie verschwendet in einem Sommer ihr ganzes Leben, da sie nach dem gewöhnlichen Laufe, durch eine unbestimmte Reihe von Jahren — nicht bloss fünf Jahren, wie Linné wollte — Blätter und Knospen würde hervorgebracht haben. Sie schüttet diese Knospe auf einmal aus, theils in dem männlichen Blütenstaube, theils in den Anlagen zu Samen, in den Eichen. Die Erfahrung bestätigt dieses Alles gar sehr; eine jährige Pflanze ist darum jährig, weil sie ihre ganze Zeugungskraft in einem Jahre verschwendet, wie die Ephemere unter den Insekten nach der ersten Begattung stirbt, und wenn man einen Baum übermässig blühen lässt, so stirbt er nachher. Auffallend ist der Ricinus. In unserm Klima, wo ihn der Sommer plötzlich trifft, wird er so stark gereizt, eigentlich überreizt, dass er in einer raschen Prolepsis Blüten treibt, und damit seine ganze Kraft ausschüttet; im südlichen Europa, wo es nie sehr kalt wird, kann die Wärme

nicht so sehr auf ihn wirken, und gemächlich treibt er eine Reihe von Jahren nur Blätter und Knospen, bis er endlich Kräfte genug hat, Blüten und Früchte zu entwickeln, die nur seine äussersten Zweige, nicht die ganze Pflanze tödten.

Fünfte Vorlesung.

Phanerophyten und Kryptophyten, letztere eingetheilt in Lichenen, Algen, Pilze. Mesophyten oder Moose und Farn.

Was bisher gesagt wurde, bezieht sich nur auf die vollkommen entwickelten Pflanzen, bei denen alle fünf Haupttheile, Wurzel, Stamm, Blätter, Blüte und Frucht, gehörig entwickelt und folglich von einander gesondert sind. Ich will sie **Phanerophyten** nennen, weil an ihnen alle Theile deutlich geschieden und mithin offenbar sind, zum Gegensatz der **Kryptophyten**, an denen alle Theile nicht völlig von einander gesondert, gleichsam in einander verlossen, daher undeutlich und gleichsam verborgen sind; *) mit Ausnahme der Frucht, die an allen organischen Körpern von den übrigen Theilen ausgezeichnet und getrennt erscheint. Dass zwischen diesen beiden äussersten Grenzen noch andere Mittelformen sich finden, lässt sich schon erwarten, da nirgends in der Natur die Gestalten scharf geschieden einander gegenüber stehen. Es giebt also noch **Mesophyten**, Mittelpflanzen zwischen jenen beiden entgegengesetzten Abtheilungen der Pflanzenwelt.

Es wird am zweckmässigsten sein, zuerst von dem Gegensatze der Phanerophyten, nämlich den Kryptophyten zu reden, indem von diesen der Übergang zu den Mesophyten leichter sein wird. Hierher gehören zuerst die Flechten oder Lichenen (Lichenes), die wir überall häufig auf Steinen und Bäumen gewahr werden, und die gleichsam eine Krankheit, ein

*) Von dem Griechischen *φανερός*, offenbar, deutlich, *κρυπτός*, verborgen, undeutlich, und *φυτόν*, Pflanze.

Ausschlag der letztern zu sein scheinen, daher der Name. Sie sind von verschiedener Bildung. Viele stellen eine blattartige, meistens eingeschnittene Ausdehnung dar, auf der runde, warzenförmige oder schüsselförmige Erhabenheiten hervorkommen, Früchte, mit Körnern oder Samen (Sporen) angefüllt. Zur Erzeugung wahrer Samen gehört die Befruchtung durch männliche Blüten, und da diese bei allen Kryptophyten wenigstens zweifelhaft ist, so will ich diese Körner, die doch keimen und anderé ähnliche Pflanzen hervorbringen, Sporen (sporae) nennen, mit einem aus dem Griechischen genommenen Worte für Samen, dem wir sogleich ein anderes für Früchte, nämlich das Wort *sporangium*, Sporangie, beifügen wollen.*). Die blattartige Ausbreitung, auf welcher diese Sporangien sich befinden, ist Stamm, Blatt und Wurzel zugleich; Stamm, so fern sie alle andere Theile trägt, Blatt ihrer Gestalt nach, und Wurzel, weil die Theile, welche als Wurzel in die Ritzen der Baumrinde oder der Felsen dringen und die Flechte ernähren, blosse Verlängerungen der Unterlage sind und durchaus nicht im innern Bau von dem Ganzen sich unterscheiden. Ein schwedischer Arzt zu Wadstena, Erik Acharius, welcher über die Flechten viele Werke geschrieben, hat dieser Unterlage den passenden Namen *Thallus* **) gegeben, den man mit Sprosstheil, Sprosslage, Unterlage übersetzen könnte. Gewöhnlich ist diese Unterlage auf der Rinde der Bäume oder auf Felsen und Steinen, seltner auf der Erde liegend ausgebreitet, wovon die gemeine gelbe Wandflechte (*Parmelia parietina*) ein Beispiel giebt, so wie die graue Steinflechte (*Parmelia saxatilis*), die jedoch eben so häufig auf Baumstämmen, als auf Steinen wächst. Zuweilen aber steht dieser Thallus auf der Erde oder auch auf Baumstämmen und Steinen aufrecht, ist sehr zertheilt und gleicht dadurch einem verästelten Stämme, wie das sogenannte isländische Moos (*Cetraria islandica*) zeigt. Im Innern sieht man ein Gewebe von sehr verwickelten Fasern oder vielmehr Röhren, der feinsten Baumwolle gleich. Es giebt noch eine andere Unterlage

*) Von *σπόρα*, die Saat und *ἄγγεῖον*, das Gefäß, Behältniss.

**) Von *θαλλός*, ein Sprössling, weil die ganze Unterlage fortwächst.

der Lichenen, welche man gewöhnlich die krustenförmige (crustaceus) nennt. Sie ist, wie die blattartige, auf Baumstämmen, Steinen und auf der Erde liegend ausgebreitet, gleicht auch, flüchtig angesehen, einem zertheilten Blatte, besteht aber aus lauter kleinen, an Grösse und Form ungleichen Körnern, die man sehr wohl mit Knospen vergleichen könnte; denn die blattartigen Lichenen bestehen zuerst aus solchen kleinen Körnern, welche nachher zu Blättern auswachsen. Die Sporangien sitzen auf mehreren dieser Körner zugleich fest. Diese Lichenen geben ein Bild im Kleinen eines durchaus zusammengesetzten organischen Körpers, der oft ein bestimmtes Individuum bildet, oft hingegen weniger umgrenzt ist. In der Regel sitzen die Sporangien auf dem Thallus unmittelbar, zuweilen aber auf einfachen oder verästelten Stielen, die dann nicht selten so gross sind, dass man den krustenförmigen oder blattartigen Thallus leicht übersehen kann und wirklich übersehen hat. Das Rennthiermoos (*Cladonia rangiferina*) hat so grosse und so sehr verästelte Stiele, dass man darüber die krustenförmige Unterlage oft übersieht. Immer haben diese Stiele den innern Bau eines blattartigen Thallus, und sind also wesentlich vom Thallus nicht verschieden. Nun aber geschieht auch, was nicht selten in der Natur vorkommt, die schon in diesen Gestalten abnehmende Unterlage verschwindet in einigen ganz und gar, und es bleiben nur diese Stiele, aber sehr ausgewachsen, mit den Sporangien übrig. So sind die an Bäumen herabhängenden Flechten *Usnea*, *Alectoria*, u. s. w.

Es ist schwer, die Mannichfaltigkeit der Pilze (Fungi) unter gemeinschaftliche Kennzeichen zu fassen, und eben so schwer, sie durch scharfe Kennzeichen von den Lichenen zu unterscheiden. Die grossen Pilze, von denen auch manche gegessen werden, wie der gemeine Champignon (*Agaricus campestris*), der Steinpilz (*Boletus edulis*), die Morchel (*Helvella esculenta*) u. a. m., bestehen fast ganz aus einem gestielten oder ungestielten Fruchttheile (sporangium), dem Hut, auf dessen unterer Fläche Platten (Lamellen), Röhren, Spitzen, Falten sich befinden, worin die Sporen oder Samen liegen, aus denen sich junge Pilze erzeugen können. Aber es darf ein anderer Theil nicht übersehen werden, obwohl er unbe-

deutend erscheint, nämlich ein weisses flockiges Gewebe aus verästelten Röhren, welches sich um den Fruchttheil in unbestimpter Weite verbreitet. Man kann Pilze daraus erzeugen, wie die Gärtner sehr wohl wissen, welche sich mit dem Anbau der essbaren Champignons beschäftigen; sie nennen dies Gewebe Champignonbrut. Manche Schriftsteller halten dieses Gewebe für die Wurzeln, und dies ist nicht unrichtig, da dieser Theil wirklich in der Erde, auf Baumstämmen und andern Pflanzentheilen wächst. Aber derselbe Theil trägt auch die Pilzfrüchte wie der Stamm, er pflanzt den Pilz fort wie durch Sprossen, und so besitzt er gemeinschaftlich die Eigenschaften des Stammes und der Wurzel, so dass wir ihn mit dem Thallus der Lichenen vergleichen und ihm denselben Namen geben dürfen. Dieser Thallus hat ein sehr verschiedenes Verhältniss zu dem Sporangium. Zuweilen ist er sehr bedeutend und der Fruchttheil dagegen sehr klein, wie an dem Schimmel. Eine Gattung von Schimmel, Mucor, deren Arten meistens auf faullem Fleisch wachsen, hat einen oft weit verbreiteten Thallus, auf denen die Sporangien als kleine gestielte, häutige Behälter stehen, worin die Sporen sich befinden; eine andere, Aspergillus, deren Arten auf trocknen, verderbenden organischen Körpern hervorkommen, wie Aspergillus glaucus auf Brot, trägt auf dem Thallus keulenartige Fäden, die äusserlich mit kleinen Samen oder Sporen besetzt sind, und eine dritte, Penicillium, deren Arten aus süßen Flüssigkeiten sich entwickeln, und den Thallus gleich Wurzeln in die Flüssigkeit herab senken, ist mit gestielten, flockigen Pinseln besetzt, worauf die Sporen äusserlich gestreut sind. Diese Körner sind wahrhafte Samen oder Knospen, man kann sie säen und daraus jungen Schimmel ziehen. An andern Pilzen hingegen ist der Thallus, mit dem Sporangium verglichen, sehr klein, oder verschwindet auch, wenn das Sporangium anwächst, wie an den gallertartigen Pilzen, den Tremellen, dem Bovist u. a. m., selbst an vielen Arten von Agaricus, Boletus und verwandten Pilzen.

Es giebt aber auch Pilze, an denen man einen solchen flockigen Theil nicht wahrnimmt, sondern wo die ganze Pflanze nur aus einem Fruchttheil zu bestehen scheint. Hierher gehört

der Brand in Getreide. Die Blättchen der Blüte, welche den Samen umgeben, und dieser selbst bekommen Risse in der oberen Haut, unter welcher viele kleine schwarze Körner herauskommen. Man nennt diesen Brand den Flugbrand (*Caeoma Ustilago segetum*). Auf den Blättern und an den grünen Stämmen findet man oft gelbe Flecke; die obere Haut reisst entweder unregelmässig auf, oder sie bildet beim Aufreissen regelmässige, becherförmige Behälter, worin gelbe Körner in Menge liegen, dann heraustreten und sich umher verbreiten. Die unregelmässigen Haufen, welche zur Abtheilung *Uredo* der Gattung *Caeoma* gehören, finden sich an vielen Pflanzen; die becherförmigen — Abtheilung *Aecidium* der Gattung *Caeoma* — sind an der grossen Nessel (*Urtica dioica*), an den Rhamnusarten und besonders an der Wolfsmilch (*Euphorbia Cyparissias*) sehr häufig, und der letztern Pflanze geben sie, ehe sie hervorbrechen, ein ganz anderes Ansehen; die Blätter schwollen nämlich nach allen Richtungen auf, werden dicker, breiter und kürzer, auch blühen solche Pflanzen niemals. Man entdeckt in dem Innern dieser Körner nichts als eine ungleich und undeutlich körnige Masse. Es könnte also wohl die Frage sein, ob diese Körner wirklich Pilze sind, oder nur durch Krankheit entstandene zufällige Gebilde. Aber es kann jetzt darüber kein Zweifel mehr Statt finden, nachdem man die Mittelbildungen zwischen diesen Körnern und wahren Pilzen kennt, an deren Pilznatur niemand gezweifelt hat. Zuerst finden wir auf den Blättern mancher Leguminosen, Erbsen, Schminkbohnen und anderer Gewächse völlig ähnliche, auf dieselbe Weise hervorkommende Körner, die aber schon ein Stielchen haben (*Caeoma Leguminosarum appendiculosum* u. a.). Dann folgt der Rost auf den Blättern von Weizen und andern grossen Grasarten; die Körner sind, mit blossem Auge betrachtet, Körner wie im Rost auf andern Pflanzen, befinden sich auch im ersten Zustande unter dem Oberhäutchen verborgen, aber vergrössert zeigen sie ausser einem Stiel eine Scheidewand, welche das Korn in zwei Behälter theilt. Dieses ist *Puccinia Graminis* der Botaniker. Nun kommt ein ziemlich grosses (bis 6 Zoll langes) und dickes, kegelförmiges, schwammiges Gewächs von gelbrother Farbe, im regnichten

Herbst auf Wacholdersträuchen vor, welches Micheli in der Mitte des vorigen Jahrhunderts schon als einen Pilz beschrieben und *Puccinia* genannt hat. Hierauf ist es von andern Botanikern beobachtet und zu *Puccinia*, *Tremella* oder *Gymnosporangium*, Pilzgattungen gerechnet worden. Bei der genauen Untersuchung findet man, dass die Körner, welche äusserlich den Pilz bedecken, den Körnern von *Puccinia Graminis* völlig ähnlich sind, und dass der Körper des Pilzes ganz und gar aus den verlängerten und verwickelten Stielen besteht, wie sie nur äusserst klein an derselben *Puccinia Graminis* zu sehen sind, und darum habe ich die Gattung *Podisoma* genannt. Wer diese Mittelformen, diese Übergänge betrachtet, kann nicht zweifeln, dass die Körner des Brandes eben so wohl Pilze sind, als dieses *Podisoma*, nur klein und stiellos und ohne jene Querwand, welche das Korn in zwei Abtheilungen scheidet.

Diese kleinen, zu den Krankheiten der Pflanzen gerechneten Pilze haben nun gar keinen Thallus, wenn man nicht den gelben oder braunen Flecken der Oberhaut, unter welcher sie hervorbrechen, dazu rechnen will. Die becherförmigen Erhöhungen der Aecidien sind aus der Oberhaut der Pflanze gebildet, wie das Zellgewebe zeigt, welches ganz die Form des Zellgewebes der Phanerogamen hat, auch brechen die Becher selbst unter einem gelben oder rothen Flecken hervor. Der Thallus könnte hier gar wohl eine zarte Flüssigkeit sein, welche den grünen Stoff in den Pflanzen, das Chlorophyll, entfärbt und gleichsam tödtet. Dieses wird durch einen merkwürdigen Becherpilz (*Peziza aeruginosa*) bestätigt, der rund umher das trockne und mulmige Holz mit einer schönen grünen Farbe tränkt, so dass man bei sehr genauer mikroskopischer Untersuchung nichts anderes als Holzfasern sieht, folglich die Farbe nur durch eine Flüssigkeit kann entstanden sein. Döbereiner hat einst ein solches Holz chemisch untersucht, er hatte nicht abgewartet, bis die Becherpilze erschienen. Deutlicher ist der Thallus an einigen andern Pilzen, an manchen Arten von *Sphaeria* und *Peziza*, z. B. *Patellaria bullata*, der wie ein zarter schwarzer Anflug das mulmige Holz überzieht. Unter dem Mikroskop betrachtet, besteht er aus Körnern, aber diese Körner sind einfache, durchscheinende

Kügelchen, die, wenn sie dicht auf einander liegen, undurchsichtig und schwarz erscheinen, aber nicht solche Körner, wie sie die krustenartigen Lichenen haben, die aus kleinen, unregelmässigen Körnern von verschiedener Grösse zusammengesetzt sind. Die Körner solcher Pilze, besonders der eben erwähnten *Patellaria bullata*, haben jene unregelmässigen, aber doch, wie es scheint, selbstständigen organischen Bewegungen, welche man nicht allein in den Körnern der Pilze, sondern auch der Lichenen antrifft. Es ist sehr schwer, die Sphären oder auch Pezizen mit einem solchen zarten, dünn verbreiteten Thallus von den Lichenen zu unterscheiden, und ich wüsste wahrlich kein anderes Kennzeichen, als das eben genannte, die Einfachheit der Körner.

Merkwürdig ist eine Ordnung von Pilzen, die *Physaroidei*, die zuerst als eine halbfüssige, ungeformte Gallerte erscheinen. Unter dem Mikroskop entdeckt man keine Organisation darin, als helle Körner. Aber nach einiger Zeit trocknet die Gallerte aus und es zeigen sich dann ungemein schöne Formen von Pilzen, von Sporangien nämlich, auf einer ungebildeten Haut, dem thallus. Die schönen Formen von *Physarum*, *Trichia*, *Arcyria*, *Stemonitis* u. a. m. gehören hieher.

Die dritte Ordnung der Kryptophyten machen die Algen (Algae). Es sind Nachahmungen der Lichenen und der Pilze im Wasser, oder vielmehr untergetauchte Lichenen und Pilze, und eben darum, wenn man nicht auf den Standort sehen will, sehr schwer von den Lichenen oder Pilzen zu unterscheiden. Die grössern Tangarten (Fuci) haben einen oft sehr verästelten Stamm, aber die Äste kommen unmittelbar ohne vorhergegangene Knospen aus dem Stamm hervor; sie haben ferner oft blattartige Anhängsel, aber diese sind keine gesonderten Theile, wie an den Phanerophyten; sie wurzeln auch zuweilen durch das untere ausgebreitete und zertheilte Stammende, aber es ist keine vom Stamm gesonderte, durch den Bau verschiedene Wurzel. Wir wollen diesen Stamm einen Thallus nennen, da er nicht allein Stamm, sondern auch Wurzel und Blatt zugleich ist. Er hat mit dem Thallus der strauchartigen und blattartigen Lichenen auch die Ähnlichkeit, dass er inwendig aus verwickelten Röhren besteht, die aber

nicht trocken und fasrig, sondern gallertartig sind. Die Sporangien haben ebenfalls eine grosse Ähnlichkeit mit den Sporangien der Lichenen, doch sind sie mehr innerlich als diese, welche mehr hervortreten. Es giebt auch blass blattartige Algen, z. B. die Gattung *Ulva*, die aber blass aus einem sehr zarten Zellgewebe mit eingestreuten Körnern besteht.

Merkwürdig sind die fadenförmigen Algen, die meistens mit Querwänden versehen sind. Sie kommen dem flockigen Thallus der Pilze, der Schimmelarten zuweilen sehr nahe, so dass man sie nur durch die grüne Farbe, die den Pilzen überhaupt selten, den Schimmelarten besonders nie zukommt, unterscheiden kann. Ist daher die Farbe roth, wie an der *Trentepohlia*, dem *Byssus aurea* und *B. Jolithus Linn.*, dem Veilchenmoos, so ist die Stelle sehr zweifelhaft, um so mehr, da eine Art dieser Gattung im Wasser, die andere auf nur vom Regen befeuchteten Steinen in Gebirgen wächst. Dass auch hier die Körner, vermutlich Sporenkörner, mehr innerlich sind und innerlich bleiben, als an den Schimmelarten, möchte noch wohl das sicherste, wenn auch nicht das deutlichste Kennzeichen sein.

Es giebt viele Algen, besonders unter den mit Querwänden versehenen, welche mit einer kalkigen Kruste überzogen sind. Der kohlensaure Kalk wird von ihnen auf der Oberfläche der Pflanze abgesondert, vermutlich von dem durch die Einsauung mit dem Wasser eingesogenen kohlensauren Kalk. Eine häufig in unsren Gewässern vorkommende, stinkende Alge, die *Chara vulgaris* thut dieses schon, aber sehr ausgezeichnet sieht man es an einigen Meeresalgen, der Gattung *Corallina* und andern. Die Ähnlichkeit mit den Korallen ist so gross, dass sie Linné für Zoophyten hielt und sie zum Thierreich brachte. Schweigger, Professor der Naturgeschichte in Königsberg, der sich vorzüglich mit diesen kleinen Thieren beschäftigte, führte sie zu den Pflanzen zurück.*). Man darf nur diese Pflanzen durch etwas verdünnte Salzsäure von ihrem

*) S. dessen Handbuch der Naturgeschichte der skeletlosen ungegliederten Thiere von A. F. Schweigger. Leipzig 1820 S. 385 u. 456. Der Verfasser wurde auf einer naturhistorischen Reise in Sicilien von einem räuberischen Lohnkutscher erschlagen.

kalkigen Überzuge befreien und man wird bald den Pflanzenbau erkennen. — Umgekehrt hat Ehrenberg viele vermeinte Algen zu den Thieren gebracht, z. B. die Gattung *Bacillaria*, *Fragilaria*, *Frustulia* u. a. m. *) Er sieht diejenigen, welche mit den Wasseralgen, die man Conferven nennt, die grösste Ähnlichkeit haben, als Thiere an, welche sich durch Selbstzertheilung in zwei oder mehre Stücke vermehren; diese Stücke wurden sonst für Glieder von Conferven gehalten. Aber diese Zertheilung in mehre Einzelwesen zeigt nicht nur eine grösse Einheit an, wie sie nur den Thieren, nie den Pflanzen zukommt, sondern auch die Übergänge zu solchen Organismen, welche wirklich als Thiere anerkannt sind, zeigen, dass sie mehr dem Thierreiche als dem Pflanzenreiche angehören. Wenn aber auch dieses der Fall ist, so lässt sich doch die Ähnlichkeit mit den Conferven, die aus verschiedenen an einander gereihten und verbundenen Schläuchen bestehen, nicht erkennen, und immer bleibt hier die Grenze zwischen Thier und Pflanze.

Die Mesophyten, die Farrn nämlich und die Moose, stehen in der Mitte zwischen den Phanerophyten und den Kryptophyten; es sind an ihnen einige von den vier Haupttheilen entwickelt, welche wir bei den Kryptophyten verbunden finden. Die Farrn (Filices) unterscheiden sich wenig von den Phanerophyten, nur die Blüte mit den Staubgefassen ist an ihnen verschwunden, oder wenigstens undeutlich geworden. Die meisten von ihnen, die Epiphylospermen und Thecaspermen zeichnen sich noch durch einen echt kryptophyten Charakter aus, nämlich, dass Blatt- und Blütenhaft innig mit einander verbunden und verwachsen sind, so dass sich die Sporangien auf der Rückseite der Blätter befinden, wenn nicht die Sporangien selbst die Blattsubstanz zusammengezogen und so gleichsam überwältigt haben. Diese Verbindung hat auch, wie es scheint, auf den Stamm selbst Einfluss gehabt; selten erhebt er sich als echter Stamm über die Erde, meistens kriecht er auf ihr (*Polypodium vulgare*), oder er

*) Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen von C. G. Ehrenberg. Leipzig 1838. Fol. Zehnte Familie: *Bacillaria*, S. 136.

bildet einen Wurzelstock (*Aspidium Filix mas*), der sich in einigen Fällen baumartig erhebt. Die Rhizospermen zeichnen sich durch doppelte Früchte an derselben Pflanze aus, wovon die eine Form eine Nachbildung der Antheren scheint. Die Peltispermen, die Equiseten stehen den Wasserpflanzen der Phanerophyten nahe. Die Maschalospermen oder die Lykopodiaceen haben keine Wurzel mehr, sondern an deren Statt Haare; der Stamm selbst scheint eine Wurzel geworden zu sein; er hat ein Holzbündel in der Mitte, wie die Wurzel der Phanerophyten; die Blätter stehen in keinem Verhältniss zu den Knospen, und so würden sie sich sehr von den übrigen Farrnunterscheiden, wenn sie nicht wahres Holz, und eine Gattung derselben doppelte Früchte hätte, wie die Rhizospermen.

Die Moose (*Musci*) weichen von den Phanerophyten sehr dadurch ab, dass sie kein Holz haben, oder vielmehr keine Gefässbündel, welche das Holz vor andern Theilen auszeichnen; ihre Blätter sind darum auch ohne wahre Blattnerven. Die Wurzel ist geschwunden, an ihrer Stelle findet man nur Haare. Die Laubmose tragen deutlich gesonderte Blätter auf einem Stämme, aber an den meisten Lebermoosen sind Stamm und Blätter mit einander verwachsen, wie im Thallus der Lichenen. Sehr merkwürdig entwickelt findet man die Staubgefässe und die Frucht; ein auffallendes Beispiel, dass die Ausbildung keinesweges in allen Theilen gleichen Schritt hält. Die Frucht wird nach und nach einfacher, und durch *Riccia* geht die Mesophyten zu den Kryptophyten über.

Sechste Vorlesung.

Innerer Bau der Gewächse. Das Geschichtliche der Untersuchungen über diesen Gegenstand im Allgemeinen. Zellgewebe der Pflanzen, und zwar Gestalt und Lage der Zellen.

Der innere Bau der Gewächse ist gar sehr verschieden von dem innern Bau der Thiere, wenigstens der mehr entwickelten Thiere. Diese haben drei grosse Höhlungen; die

Kopf-, Brust- und Bauchhöhle, worin gar mannichfaltige Organe verborgen liegen, Organe, die wiederum einen sehr verschiedenen, oft verwickelten und künstlichen innern Bau haben. Ganz anders ist es mit den Pflanzen. Stamm, Wurzel und Blätter sind äusserliche Organe, mit den Gliedern der Thiere zu vergleichen; gesonderte innere Organe, wie Herz, Leber u. dgl., finden sich nicht in ihnen; die Blüte ist zwar im Anfange verschlossen, aber bald öffnet sie sich und Staubgefässe und Staubwege treten als besondere Gliedmassen hervor; die Frucht ist nur ein zur Entwicklung und Reife gekommener Eierstock. Was wir innern Bau der Pflanze nennen, wird man im Thierreiche den innersten Bau des Thieres nennen müssen, denjenigen, woraus die äussern Glieder und die innern Organe zusammengesetzt sind.

Dieser innere und innerste Bau der organischen Körper bedarf zur Untersuchung nothwendig der Vergrösserungsgläser. Was die Thiere betrifft, so hat man so viel grössere, mit dem blossen Auge zu erkennende innere Theile, dass man erst in den neuesten Zeiten sich der Mikroskope zu ihrer Untersuchung bediente. Aber in den Pflanzen gab es solche innere Theile nicht, wie wir eben gesehen haben, daher ist alles, was vor dem Gebrauch der Mikroskope von dem innern Bau der Pflanzen gesagt worden, ganz unbedeutend. Zuerst lieferte **Marcellus Malpighi**, bei Bologna geboren und mit einigen Abwechselungen Professor zu Bologna, zuletzt päbstlicher Leibarzt, eine Anatomie der Pflanzen,*) die ganz auf genaue mikroskopische Untersuchungen gegründet war. Mit ihm zu gleicher Zeit, oder früher oder später — schwer lässt es sich entscheiden — machte **Nehemias Grew**, ein Engländer, ein geistreicher Mann, Untersuchungen über den innern Bau der Gewächse, die zuerst noch unvollkommen waren, bald aber mikroskopisch genau wurden, so dass sie mit den Untersuchungen von Malpighi an Genauigkeit wetteifern.**)

*) *Anatome plantarum.* Auct. **Marcello Malpighio** Londin. 1675.
Fol. Tom. 1. 2.

**) Die erste Schrift: *The Anatomy of Vegetables begun*, Lond. 1671
12., enthält die ersten noch unvollkommenen Untersuchungen. Die spä-

Beide Werke sind noch immer wichtig für die Wissenschaft. Etwas später kamen die Untersuchungen von Anton von Leeuwenhoek, einem Holländer, der aber nur einzelne Gegenstände, nicht allein aus dem Pflanzenreiche, wie sie ihm auffielen, mikroskopisch untersuchte und in Briefen, meistens an die Königl. Societät zu London, beschrieb.*.) Mit diesen Männern hörte die genauere anatomische Untersuchung der Pflanzen vorläufig ganz auf, und als Magnol, Sarrabat und der berühmte Bonnet sahen, dass gefärbte Flüssigkeiten von den Pflanzen, und zwar nach den Versuchen der beiden letzten, von Gefässen im Holze eingesogen wurden, untersuchten sie diese Gefässen nicht einmal genauer.**) Dieses geschah erst 1758 von Reichel, Professor in Leipzig; er sah, dass diese Gefässen Spiralgefässen waren.***) Es war die erste genaue anatomische Untersuchung von Pflanzenteilen seit Leeuwenhoek. Hierauf folgte wiederum eine lange Unterbrechung, bis Hedwig, Professor zu Leipzig, berühmt durch die Entdeckung der Geschlechtstheile der Moose, seine kleine Schrift: *De fibrae animalis et vegetabilis ortu* (Lips. 1790. 4.) schrieb. Sie machte grosses Aufsehen unter den Botanikern, enthielt

tern Schriften sind zusammengedruckt in dem *Werke: The Anatomy of Plants* by Nehem. Grew. 1682. Fol.

*) Antonii a Leeuwenhoek, *Opera omnia seu Arcana Naturae operae exactissimorum microscopiorum detecta, Epistolis ad varios Illustris Viros et ad integrum, quae Londini floret, sapientem Societatem datis comprehensa et Quatuor Tomis distincta.* Lugd. Bat. 1722. 4. Die andern Theile haben besondere Titel. Hierzu kommen noch seine *Epistolae physiologicae*. Delphis 1719. 4.

**) Magnols Versuche sind in der Geschichte der Akademie der Wissenschaften zu Paris von 1709 erzählt. Sarrabats Versuche machen den Hauptgegenstand einer Preissschrift, die er unter dem Namen *de la Baisse* zur Beantwortung einer Preisfrage der Akademie zu Bordeaux über die Circulation des Safts in den Pflanzen im Jahre 1733 geschrieben hatte. Bonnets Versuche befinden sich in seinen *Recherches sur l'usage des feuilles par Ch. Bonnet.* Goetting. 1754. 4. p. 242.

***) *Dissertat. de vasis spiralibus praes.* C. R. Reichel, resp. C. C. Wagner Lips. 1758. 8. Die Versuche von Bonnet hatten besonders das Füllen der Gefässen in den Pflanzen durch gefärbte Flüssigkeiten wieder in Erinnerung gebracht und Reichels Untersuchungen veranlasst. Übrigens waren alle Versuche mit abgeschnittenen Zweigen angestellt.

aber sehr viele Sonderbarkeiten, die man dem geübten Beobachter in solchen Dingen nur zu sehr zu glauben Neigung hatte. Es war ein grosses Verdienst von Kurt Sprengel, Professor zu Halle, dass er in seiner vortrefflich geschriebenen Anleitung zur Kenntniss der Gewächse in Briefen (Halle 1802 bis 1804 in 3 Theilen) nicht allein freimüthig Hedwigs Meinungen beurtheilte, sondern auch überhaupt den Sinn für Pflanzen-Physiologie in Deutschland erweckte. Er setzte seine Untersuchungen immer fort, die eben erwähnte Anleitung erhielt eine zweite sehr vermehrte Auflage, und im Jahre 1812 erschien sein Buch von dem Bau und der Natur der Gewächse, wozu ich einen Nachtrag liefern musste. Der sinnreiche, sehr lebhafte, äusserst thätige und gelehrte Verfasser arbeitete zu schnell für diese schwierigen Untersuchungen. So wie Sprengel in Deutschland Pflanzen-Anatomie und Pflanzen-Physiologie gegründet hatte, so that es auch Mirbel in Frankreich zu derselben Zeit, denn auch im Jahre 1802 erschien zu Paris *Traité d'Anatomie et de Physiologie végétale par Brisseau-Mirbel*. Der Verfasser ist dieser Wissenschaft treu geblieben; im Jahre 1809 erschien die zweite Auflage seiner *Exposition de la Théorie de l'Organisation végétale*, und noch immer arbeitet er thätig für die Fortschritte derselben. Im Jahre 1805 stellte die K. Societät zu Göttingen eine Preisfrage über die Anatomie der Pflanzen auf; der Preis wurde zwischen Rudolphi und mir getheilt und das Accessit wurde Treviranus zuerkannt. Dieses hatte drei Schriften über die Anatomie der Pflanzen zur Folge.*). Rudolphi verliess diese Wissenschaft ganz und gar, da er seine Thätigkeit auf die Anatomie und Physiologie des Menschen und der Thiere beschränkte; Treviranus hat seitdem mehre Werke zur Erweiterung der Wissenschaft geschrieben, und zuletzt ein umfassendes Werk, seine vortreffliche Physiologie der Gewächse in zwei Bänden, Bonn 1835 und 1838, herausgegeben. So viel ich konnte, beschäftigte ich mich mit Untersuchungen dieser Art, aber eine Menge

*) K. A. Rudolphi *Anatomie der Pflanzen*, Berlin 1807. L. C. Treviranus vom inwendigen Bau der Gewächse, Göttingen 1806. 8. H. F. Link *Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen*, Göttingen 1807.

von Geschäften hinderte mich, mehr zu geben, als blosse leichte Umrisse, wozu auch die *Elementa Philosophiae botanicae* (Berol. 1824) gehören, bis ich in Herrn C. F. Schmidt ein vortreffliches Talent gewann, nicht allein für die genaueste künstlerische Darstellung, sondern auch für die Geschicklichkeit in Zerlegung der feinsten Theile. Die Trennung des Zeichners von dem Beobachter hat grosse Vortheile, wenn der letzte den ersten zeichnen lässt, wie er es sieht, und keinen andern Einfluss auf ihn verlangt, als ihn aufmerksam zu machen auf das Gesuchte, denn man sieht nur gar zu gern, was man wünscht. Mit seiner Hülfe sind die anatomisch-botanischen Abbildungen zur Erläuterung der Grundlehren der Kräuterkunde und die Ausgewählten anatomisch-botanischen Abbildungen zusammen in sieben Heften, Berlin 1837—1842 Fol., erschienen. Jene Grundlehren waren eine zweite ganz veränderte Auflage der *Elementa Philosophiae botanicae* und kamen Berlin 1837. 38. in zwei Bänden deutsch und lateinisch heraus. Aber durch jene Göttinger Preisfrage war die Verschiedenheit der Meinungen noch grösser geworden und die Harlemer Societät unternahm es, durch eine neue Preisfrage den Streit zu schlichten. Den Preis erhielt D. G. Kieser, Professor der Medicin zu Jena, durch das *Mémoire sur l'organisation des plantes*, Harlem 1814. 4., mit vielen Kupfern. Ein Auszug daraus gewissermassen ist des Verfassers Buch: *Elemente der Phytonomie*, erster Theil: *Phytotomie*, Jena 1815; ein zweiter Theil ist nicht erschienen. Dass durch den Erfolg dieser Preisfrage der Streit der Meinungen nicht würde geschlichtet werden, liess sich erwarten. Überhaupt hat die Societät zu Harlem in dieser Rücksicht nicht viel Glück gehabt. Sie krönte später eine Abhandlung von Meyen über die Anatomie und Physiologie, unter den Schriften des fleissigen Verfassers über diesen Gegenstand gewiss die voreiligste. Noch ehe Kiesers Schrift erschien, gab Moldenhawer, Professor in Kiel, unter dem bescheidenen Titel: *Beiträge zur Anatomie der Pflanzen*, Kiel 1812. 4., eine vollständige Anatomie der Pflanzen nach den Grundtheilen heraus. Ein merkwürdiges Werk, welches die genauesten Untersuchungen neben sehr ungenauen und unrichtigen enthält. --- Die Deutschen haben

sich am meisten mit der Anatomie der Pflanzen beschäftigt, weniger die Franzosen, noch weniger die Engländer. Zu den schon genannten Werken über die Anatomie- und Physiologie der Pflanzen überhaupt, setze ich nur noch: Der Bau der lebendigen Pflanze von C. H. Schultz, Berlin. Th. 1. 1823. Th. 2. 1828. Der Verfasser, Professor in Berlin, hat zuerst die Bewegung der Säfte in den eigenen Gefässen beobachtet, und den Preis für die Beantwortung der vom Institut de France aufgegebenen Preisfrage erhalten. F. J. F. Meyen, ebenfalls Professor zu Berlin, ein sehr fleissiger Beobachter, hat, nachdem er verschiedene Schriften über einzelne Gegenstände, auch eine Phytotomie herausgegeben, seine Laufbahn beschlossen mit einem grössern Werke: Neues System der Pflanzen-Physiologie, Berlin 1—3r Band 1837—39. Der vierte Theil, welcher die Lehre von den Krankheiten der Pflanzen enthält, ist nach dem Tode des Verfassers 1841 von Nees von Esenbeck herausgegeben worden unter dem Titel: Pflanzen-Pathologie von F. J. F. Meyen, Berlin 1841. Die Physiologie végétale par A. P. de Candolle, Paris T. 1. 2. 1832, enthält keine eigenen anatomischen Untersuchungen, und wo er solche anführt, wählt er nicht immer die besten aus, weil ihm alle Kenntniss der deutschen Sprache fehlte. Von den Werken über einzelne Gegenstände der Anatomie und Physiologie der Pflanzen wird bei diesen Gegenständen selbst die Rede sein. Vorläufig will ich nur einige der thätigsten Schriftsteller zusammenstellen, und zwar: Mohl und Dütrochet, Raspail und Schleiden.

Das Innere der Gewächse und zwar der Phanerogamen, von denen wir zuerst allein reden wollen, besteht grösstentheils aus Zellgewebe (*contextus cellulosus, tela cellulosa*). Es macht die Grundlage des Stammes aus, bildet Rinde und Mark ganz allein, und nur das Holz ist mit andern Theilen, mit Gefässen durchzogen. Eben so bestehen die Blätter und Blüten daraus, bis auf die Blattnerven und die Nerven in den Blütentheilen, worin sich ebenfalls Gefässer befinden. Unsere saftigen und fleischigen Früchte enthalten ausser wenigen Holzbündeln nur Zellgewebe. Die Zellen der Pflanzen sind häutige, von einander getrennte, wenn auch zusammenhängende, überall geschlossene, meistens saftführende Behälter.

Die Haut oder Membran ist, physikalisch betrachtet, das einfachste Gebilde der festen Körper. Ein flüssiger Körper ist nur darum flüssig, weil die Theile sich durch die geringste bewegende Kraft an einander verschieben lassen, und dieses kann nur geschehen, wenn die anziehenden und zurückstossenden Kräfte der Theilchen als gleich und entgegengesetzt einander überall aufheben. Im Innern der flüssigen Körper kann dieses wohl Statt finden, aber nicht an der Oberfläche, wo sie in Berührung mit einem andern Körper, namentlich Luft, sind; hier müssen nämlich die Theilchen nach einer Seite stärker oder schwächer gezogen werden, als nach der andern; die ziehenden Kräfte heben sich also einander nicht auf, und die Theilchen sind hier weniger beweglich als im Innern. Dünne Körper, wenn auch specifisch schwerer als Wässer, z. B. Nähnadeln, Blättchen von Staniol und andere solche Körper schwimmen daher auf dem Wasser. Indem nämlich eine Wassersäule mit einem solchen Körper beladen sinkt, muss die daneben liegende steigen; in den eben erwähnten Fällen aber verhindert der Widerstand an der Oberfläche das Steigen der Wassersäulen und folglich das Sinken der andern, mithin auch das Sinken jener Körper. Die Oberfläche flüssiger Körper an der Luft zeigt also schon einige Festigkeit; die Theilchen lassen sich in ihr nicht so leicht verschieben, als in der Mitte; sie ist, wie schon Graf von Rumford sagte, gleichsam mit einer Haut überzogen. Wenn wir nun auch Luft unter die oberste Schicht bringen, mit andern Worten eine Blase machen, so wird der flüssige Körper an dieser Stelle schon die Eigenschaften eines festen haben, und es bedarf dann nur, dass die Anziehung der Theilchen zu einander vermehrt werde, um dieses sehr deutlich zu machen. Eine Wasserblase zeigt schon einige Festigkeit, noch mehr aber sehen wir dieses an einer Seifenblase, und eine zähre Flüssigkeit muss allerdings noch eine festere Membran werden können. So lässt sich die Entstehung der Zellen aus Bläschen mit den andern Kenntnissen, welche wir von der Natur haben, sehr wohl vereinen, auch möchte man es wohl für's erste hypothetisch und den Erscheinungen nicht widersprechend

annehmen dürfen, dass alles Organische in einer Zelle seinen Ursprung nehme. Allerdings ein geistiger Anfang.

Gegen die Evolutionstheorie der Generation, welche Haller vertheidigte, trat besonders C. F. Wolf auf. Sein fast vergessenes Buch (*Theoria generationis*, Halle 1759 und *Theorie der Generation*, Berlin 1764. 2 Thl.) ist in neuern Zeiten wieder studirt worden und hat nicht allein Beifall gefunden, sondern seine Lehre von der Grundlage des organischen Körpers aus einem Schleime, worin Kugelchen sich entwickeln, hat Einfluss auf manche neuere Theorie gehabt. Schleim ist ein Gemenge vom Flüssigen und vom Festen, und so allerdings der Übergang zur Bildung, ja in vielen Fällen scheinen die festen Theile darin schon die Bildung zu haben, in der sie nachher sich zeigen. Viele Pilze, z. B. *Lycogala*, *Trichia*, *Arcyria*, *Physarum* u. a. m. stellen beim Entstehen eine schleimige Masse mit Körnern dar, sobald aber die Masse ausgetrocknet ist, erscheinen die Pilze in mannichfältigern sehr zierlichen Formen. Der Schleim ist keinesweges das Letzte, woraus sich etwas entwickelt, sondern dieses ist und bleibt das Flüssige, wohl aber gehen im organischen Reiche viele Theile durch den Zustand des Schleimes in den festen über. In dem unorganischen Reiche ist dieses bekanntlich nie der Fall, da der Krystall aus dem vollkommen flüssigen plötzlich zum festen Körper wird.

Ob die Gestalt der Theile, woraus die Membran besteht, nachdem sie fest geworden, noch die kugelförmige sei, welche sie im Zustande der Flüssigkeit ohne Zweifel war, muss der Physik zur Beurtheilung überlassen bleiben; das Mikroskop lässt die Membran gleichförmig erscheinen. Einige haben behauptet, sie bestände aus Bläschen; Meyen meinte im Neuen System der Physiologie (Kap. 1.), sie wäre aus Spiralfasern zusammengesetzt. Es giebt Zellen, worin sich Spiralfasern befinden, dieser ist aber in Vergleichung mit denen, worin sie sich nicht befinden, eine geringe Anzahl, und selbst in jenen sieht man ausser den Spiralfasern eine durchaus unsförmige Membran, und wo man sie nicht erkennen sollte (was man doch immer vermag), da ist nur zu erwarten, dass sie

verkannt sei. Es ist kein Grund vorhanden, eine solche Zusammensetzung anzunehmen.

Ungeachtet die Zellen der Pflanzen oft dicht neben einander liegen, so sind sie doch völlig von einander gesondert. Man sieht dieses an gekochten Pflanzenteilen, an gefrorenen und an manchen weichen Früchten, namentlich Beeren, und zwar den sogenannten trocknen Beeren von *Ligustrum* u. dgl. Unter dem Miskroskop kann man sie dann sehr leicht mit einem Pinsel von einander trennen. Doch geschieht dieses allerdings in manchen sehr festen und zähen Theilen nicht leicht.

Die Wände der Zellen sind in der Regel überall umher geschlossen. Mirbel nahm in früheren Zeiten regelmässige Löcher in ihnen an, und da er auch ähnliche Löcher in den Gefässen sah, so ergab sich daraus ein Circulationssystem, welches der Natur aufgedrungen war. Er hat in den späteren Zeiten seinen Irrthum auf eine nicht genug zu empfehlende Weise anerkannt. Aus der leicht anzustellenden Beobachtung, dass sich gar oft in rothgefärbten Stämmen und Blättern eine Zelle mit rothem Saft zwischen andern Zellen mit farblosem Saft findet, ohne dass sich die Flüssigkeiten mit einander mischen, schloss ich schon längst, dass keine offene Gemeinschaft zwischen anliegenden Zellen Statt finde (Römers Archiv der Botanik. Th. 3. S. 439). Es folgt hieraus noch ferner, dass die Zelle für sich ein absonderndes Organ sei, denn sonst könnte sie nicht allein rothen Saft enthalten, indem die umherliegenden ungefärbt blieben. Wir werden auch in der Folge sehen, dass die Drüsen der Pflanzen entweder einzelne Zellen sind, oder doch ganz aus Zellen bestehen, und dass in diesen allein das Vermögen, gewisse Säfte abzusondern, sich befindet.

Ungeachtet die Wände der Zellen nicht von Löchern durchbohrt sind, um Säfte durchzulassen, so müssen diese doch durch die Wände derselben dringen können. Denn wir finden die Zellen mit Saft gefüllt im Mark und in der Rinde der Dikotylen, in solchen Theilen nämlich, worin man keine Gefässer wahrgenommen hat, durch welche der Saft zu den Zellen gelangen könnte. Auch giebt es sonst gar viele Stellen in den Theilen der Pflanzen, weit genug von allen Gefässen ent-

fernt und dennoch aus Zellen, strotzend von Saft, zusammengesetzt, z. B. in den grossen Früchten. Alles dieses beweist ein Vermögen der Zellwände, Säfte durchzulassen und wiederum auch Säfte zurückzuhalten, da, wie so eben erwähnt worden, einzelne Zellen mit gefärbtem Saft sich zwischen Zellen mit ungefärbtem Saft befinden. Wir werden hiedurch an das erinnert, was oben in der dritten Vorlesung von den Gesetzen des Organismus gesagt wurde, an den Ton der Membran, oder das Vermögen derselben, sich zusammenzuziehen und auszudehnen, die Flüssigkeiten zurückzuhalten und durchzulassen; eine Kraft, die in den Gewächsen als niederen Gebilden vorzüglich stark zu sein scheint, indem die höhern, die bildenden und zweckmässigen Kräfte in ihnen mehr beschränkt erscheinen.

Dutrochet hat viele merkwürdige Versuche über die Bewegung von Flüssigkeiten durch zarte Häute und andere poröse Körper angestellt. Man findet sie in seinen *Mémoires pour servir à l'Histoire anatomique et physiologique des Végétaux et des Animaux* im T. 1. (Par. 1837), wo die erste Abhandlung von dieser Erscheinung der Endosmose, wie er sie nennt, handelt. Er trennte Auflösungen von Salzen, Zucker, Gummi, auch Säure durch thierische Blasenhaut, durch die Haut der Früchte von *Colutea arborescens*, der Zwiebeln von *Allium* und durch Thonplatten, von reinem Wasser und bemerkte, dass, unter verschiedenen Bedingungen, eine Strömung bald von den Auflösungen und Säuren zum Wasser, bald umgekehrt hervorgebracht wurde, aber auch und in der Regel eine doppelte Strömung in entgegengesetzter Richtung. Er wendet dieses auf die Physiologie der Pflanzen an, und findet in gar vielen Fällen, besonders wo Zellen mit Saft zu erfüllen sind, eine Endosmose. — Die Erscheinung dieser Endosmose ist, ihren Gründen nach, selbst gar nicht erklärt, und es ist sonderbar genug, wenn man, wie Dutrochet, andere Erscheinungen durch das Unerklärte erklären will. Nur die Erinnerung, dass etwas Ähnliches in diesem oder jenem Falle in der lebenden Pflanze vorkomme, möchte anzunehmen sein. Aber wenn auch von Erklärung keine Rede wäre, sondern nur von einer Zusammenstellung ähnlicher Erscheinungen, so ist doch

auch von der Endosmose für die Pflanzen-Physiologie kein bedeutender Gebrauch zu machen; denn die Hauptsache in der Endosmose sind zwei verschiedene, aber zusammen mischbare Flüssigkeiten, die durch eine porösen Körper mit einander in Verbindung kommen und nun wechselseitige Strömungen veranlassen. Diese Bedingungen müssten in der Pflanze da nachgewiesen werden, wo die Endosmose angewandt wird, und bis jetzt hat man dergleichen nicht gefunden. Zur Beantwortung der vorliegenden Frage, wie der Saft die Zellen fülle, welche von Gefäßen weit entfernt sind, hilft uns die Endosmose nicht.

Es gibt auch Zellen, die nicht mit Saft, sondern mit Luft gefüllt sind; besonders finden wir sie im Mark der Pflanzen, und das Mark des Hollunderbaumes (*Sambucus nigra*) ist in dieser Rücksicht sehr bekannt. Aber diese Zellen sind immer in der Jugend mit Saft gefüllt, und der Zustand, wo sie nur Luft führen, scheint nur ein Zustand der Altersschwäche zu sein.

Die Zellen sind von verschiedener Gestalt, und man könnte sie, wie die Krystalle, in Zellen mit drei gleichen Axen, mit zwei gleichen und mit ganz ungleichen eintheilen, wobei man allerdings das organische Ungefähr nicht übersehen darf. Zu den ersten gehören die kugelförmigen Zellen. Sie sind nicht häufig und kommen meistens nur in trocknen Theilen vor, in den Knollen, Blättern, trocknen Früchten und Samen. Auch gehören hieher die vieleckigen Zellen, eine gar häufige, ja sogar die gewöhnliche Zellenform in jungen sowohl als alten Theilen. Haben diese Zellen sich regelmässig geformt, so stellen sie ein Rhomboidal-Dodecaeder dar, worauf Kieser *) zuerst aufmerksam gemacht und zugleich ein Kennzeichen angegeben hat, woran man sie sehr leicht erkennt, nämlich dass solche Zellen im Querschnitt wie im Längsschnitt sechseckig erscheinen. S. Taf. 1. Fig. 1. a. im Querschnitt, Fig. 2. a. im Längsschnitt. Zu den Zellen mit einer verlängerten Axe und zwei gleichen Seitenaxen gehören die vieleckigen Zellen, welche man flaschenförmig, und wenn die

*) Verhandlungen der Leopold.-Carolinischen Akademie. Th. 9. S. 57.

Kanten verwischt sind, ellipsoidisch nennen kann; sie laufen nämlich an beiden Enden schmal zu. Liegen sie nach der Länge des Theiles, so heissen sie Längszellen, liegen sie nach der Breite, welches besonders in dicken Theilen geschieht, so kann man sie Querzellen nennen. Ferner gehören hieher die walzenförmigen (cylindrischen) und prismatischen Zellen, die besonders im Holzkörper vorkommen. Auch findet man Zellen mit drei sehr ungleichen Axen, die man tafelförmig nennen kann, doch sieht man sie fast allein in der Oberschicht oder Epidermis.

Als Grundform der Zellen kann man die kugelförmige annehmen, welche zur cylindrischen (walzenförmigen) wird, wenn die Kugel sich nach zwei entgegengesetzten Richtungen ausdehnt. Doch wüsste ich keinen bestimmten Fall, wo die runde Zelle sich in die walzenförmige verwandelt hätte, vielmehr scheinen sie aus den ellipsoidischen und weiter aus den flaschenförmigen sich zu bilden. Durch den Druck der Zellen auf einander entsteht die vieleckige Form, und ist der Druck gleichmässig von allen Seiten, so bildet sich ein Rhomboidal-Dodecaëder, ein in zwölf rhomboidalische Flächen eingeschlossener Körper. Denn es lässt sich leicht geometrisch darthun, dass eine Kugel rund umher nur von zwölf gleichen Kugeln (von gleichem Durchmesser) kann berührt werden, nicht von mehreren, und wird sie von wenigeren berührt, so bleibt eine Lücke. Die durch den Druck entstandenen Flächen nähern sich den rhomboidalischen. So haben wir das Rhomboidal-Dodecaëder, eine der allerhäufigsten Formen der Zellen des Zellgewebes, und zwar in allen Theilen der Pflanze, kenntlich daran, dass sie sowohl im Längsschnitt als im Querschnitt ein Sechseck darstellt. Aber sehr oft ist die sechseckige Form nicht deutlich, es fehlt eine oder die andere Ecke, auch sind die Seiten des Sechsecks nicht immer gleich und dergleichen Abänderungen mehr. Dieses kommt aber daher, weil nicht immer zwölf kugelförmige Zellen um eine mittlere regelmässig gestellt sind, auch weil die Zellen, welche mit einander in Berührung kommen, nicht immer gleiche Grösse haben. Oft sieht man Zellen eckig in den Lücken, welches man als einen Grund gegen die Meinung angeführt hat, dass die eckige Form der

Zellen durch Druck entstehe, aber die Lücken sind später entstanden und die Gestalt ist bleibend geworden. Es ist nicht nothwendig, dass die eckige Zelle in der Jugend immer rund gewesen sei, es konnte auch die Zelle unter dem Druck eckig entstehen. — Kieser hat, wie gesagt, auf die dodekaëdrische Form der Zellen zuerst aufmerksam gemacht, aber seine mathematisch sein sollende teleologische Ableitung genügt keinesweges. Dass die prismatischen Zellen durch den gegenseitigen Druck aus walzenförmigen entstehen, ist allgemein angenommen und richtig, wenn auch wiederum nicht folgt, dass die prismatische Zelle, früher walzenförmig gewesen sei.

Diese Ableitung der Zellen setzt voraus, dass die Zellen sich beim Wachsen nach allen Richtungen gleichförmig ausdehnen, wobei die Wände selbst sich ausdehnen und vergrössern müssen. Das ist auch wirklich der Fall. In einem jungen Zweige von *Pelargonium cucullatum*, von ungefähr 1 Linie im Durchmesser, fand ich die grössern Zellen von $\frac{1}{21}$ Linie im Durchmesser; in einem andern Zweige derselben Pflanze, von ungefähr 2 Linien im Durchmesser, fand ich die grössern Zellen von $\frac{1}{10}$ Linie im Durchmesser, also ungefähr noch einmal so gross, als in dem jüngern Zweige, woraus erhellte, dass die Dicke des Zweiges von der vergrösserten Zelle fast allein herührte (Grundlehren der Kräuterkunde. Bd. 1. S. 101). Diese Ausdehnung ist eine Folge der bildenden Kraft, wovon in der dritten Vorlesung die Rede gewesen ist. Ausser diesen durch gegenseitigen Druck veränderten, giebt es noch Zellen, die auf eine andere Weise verändert wurden. So werden die Zellen in den Früchten der Citrus-Arten ausgedehnt und gekrümmmt; so werden sie in den Lücken aus einander gezogen und geschoben, wodurch das sternförmige Zellgewebe entsteht u. dgl. Wir wollen solche Zellen anomale nennen, und es wird von ihnen in der Folge die Rede sein.

Die Zellen liegen entweder unregelmässig durch einander gehäuft, z. B. in dem Innern der Blätter und Früchte, oder sie stehen in wechselnden Reihen, nämlich so, dass die querliegenden Wände zweier neben einander befindlichen Zellen nicht auf einander treffen, sondern dass vielmehr die querliegende Wand der einen auf die Mitte der andern trifft, s. T. 1. F. 2 a. Die Reihen

folgen in der Regel der Länge des Theils; zuweilen folgen sie dem Querdurchmesser, und dann heisst das Zellgewebe, nach Bernhardi, mauerförmiges; *) zuweilen, wie in den Blättern, folgen sie manchfältigen Richtungen. Dieser Wechsel lässt sich leicht erklären. Fast alle Zellen, von den kugelförmigen an bis zu den ellipsoidischen, sind in der Mitte dicker als am Ende, wenn sie also zusammengedrängt werden, so müssen sie in einander passen, dass die Mitte der einen Zelle auf die Enden der andern trifft. Vermüthlich sind die prismatischen oder cylindrischen Zellen aus den flaschenförmigen und ellipsoidischen entstanden, wie eben gesagt wurde, und dann sieht man leicht ein, warum auch bei den prismatischen und ellipsoidischen jener Wechsel Statt findet. Doch wenn die Zellen ursprünglich schmal sind, die Durchmesser einer und derselben Zelle nicht sehr von einander verschieden, so rücken auch die querliegenden Wände berührender Zellen einander näher, wie man T. 1. F. 2 c. sieht.

In der ersten Ausgabe der *Elem. phil. bot.* hatte ich als Arten des Zellgewebes *Parenchym* und *Prosenchym* unterschieden. Die Zellen des ersten stehen mit ihren Endflächen auf einander, die Zellen des letztern liegen mit ihren Endflächen neben einander. Die kugelförmigen Zellen gehören zum *Parenchym*, denn in der Natur berühren sich zwei Kugeln nicht bloss in einem Punkte, sondern drücken eine kleine Fläche ein. Die *Prosenchym*zellen entstehen durch ein Zusammenziehen der Enden, und finden sich daher im Splint, in den Stacheln und Dornen. Nach dieser Eintheilung erschienen manche andere. *Hayne***) machte ein *Perienchym* oder *Perenchym*, ferner *Parenchym*, *Aktinenenchym*, *Prosenchym*, *Porenchym*. *Meyen****) hat ein *Merenchym*, *Parenchym*, *Prosenchym*, *Pleurenchym*. Endlich hat *Morren*****) folgende Arten aufgeführt: *Merenchym*, *Conenchym*, *Ovenchym*, *Atraktenchym*, *Cylindrenchym*, *Colrenchym*, *Claidentchym*, *Prismenchym*. Die

*) *Handbuch der Botanik*, p. 120.

**) *Verhandl. d. Leop.-Carol. Akademie*. 14. 2. 499.

***) *N. System der Pflanzen-Physiologie*. 1. 12.

****) *Bullet. de l'Acad. R. de Bruxell.* 5. Nr. 3.

Wissenschaften sind mit Kunströrtern überhäuft und diese nur da anzuwenden, wo sie eine weitläufige Beschreibung ersetzen, und das ist bei den wenigsten der oben erwähnten der Fall.

Siebente Vorlesung.

Das poröse Zellgewebe. Zwischenräume der Zellen und Zwischenmassen. Oberhaut und Oberschicht. Anomale Zellenformen.

Der aufmerksame Moldenhawer redet zuerst von Löchern, die er in den Zellen der Pflanzen gesehen habe; er setzt hinzu, dass er nicht solche Löcher meine, wie sie vormals Mirbel in allen Zellen wollte gesehen haben, sondern andere nur in einigen Pflanzen vorkommende, von denen er *Cysas revoluta* und die Markzellen vom Hollunder (*Sambucus nigra*) nennt. (Beiträge S. 111. 112). Die Bemerkung wurde von Mohl aufgefasst, er zeigte in einer besondern kleinen Schrift, *) dass diese sogenannten Poren keine Löcher sind, sondern nur Stellen mit einer dünnen Haut überzogen. Alle andere Beobachter stimmen damit überein, und man kann dieses sehr deutlich sehen, wenn man, wie Unger es räth, **) zarte Schnitte macht, und nicht sowohl die horizontal unter dem Mikroskop liegenden Zellenwände betrachtet, als die vertikal oder senkrecht auf den vorigen stehenden einer genauen Beobachtung unterwirft. Man sieht dann sehr deutlich, dass Kanäle von verschiedener Weite durch die Auswüchse auf der innern Wand der Zellenmembran bis auf die Wand selbst dringen, sie aber in der Regel nicht durchdringen, sondern nur bis auf die dünne Platte gehen, die dann, wegen der Zartheit der Membran, ein Loch scheint. Mit Recht haben sie daher Valentin Porenkanäle, Meyen Tüpfelkanäle genannt. Zuweilen sind die

*) Über die Poren des Pflanzenzellgewebes, von Hugo Mohl. Tübingen 1828.

**) Flora oder Botan. Zeitung 1832. S. 577.

Kanäle in zwei neben einander liegenden Zellen einander gerade entgegengesetzt, und in solchen Fällen habe ich die Wand auch wohl ganz durchbohrt gefunden und ein wirkliches Loch erkannt. Die Hervorragungen zwischen den Kanälen, die man in den vertikalliegenden Wänden deutlich sieht, sind sehr unregelmässig und stehen bald mehr, bald weniger hervor. Mohl und alle anderen nehmen Schichten an, die sich nach und nach auf die Zellenwand abgesetzt und nur diese sogenannten Poren freigelassen haben. Solche Schichten kann ich durchaus nicht finden, und ich fürchte, man hat sie von den Baströhren, wo sie gar deutlich sind, hieher übertragen. Die Unregelmässigkeit dgr Kanäle und der Auswüchse dazwischen, machen eine solche Entstehungsart nicht glaublich. Ich halte diese scheinbaren Poren für unvollkommene Bildungen, aus dem ursprünglichen Schleim, so entstanden, wie es in den porösen Gefässen und endlich in den Spiralgefässen vollkommener geschehen ist. Unten mehr davon. S. T. 1. F. 3.

Die Zellen des Zellgewebes berühren sich selten überall in allen Flächen, sondern es bleiben Zwischenräume zwischen ihnen, die entweder hohl, oder mit Saft, oder mit einer festen Materie erfüllt sind. Diese Zwischenräume sieht man sehr deutlich in einem Querschnitt des Stengels, wo die Zellenwände der an einander liegenden Zellen sich von einander abwenden. Sie stellen dann gleichsam Kanäle vor, die auch einst Hedwig für lymphatische Gefässen und zwar für zurückführende Gefässen hielt. Dass solche Gefässen nicht vorhanden sind, sagte schon Sprengel, er meinte aber, Hedwig sei dadurch zu seinem Irrthum verleitet, dass er den untern Rand der Zellenwände mit dem obern in gleicher Ebene gesehen, und so ein Gefäss sich eingebildet habe. Treviranus in seiner ersten Schrift über Pflanzen-Anatomie erkannte sie zuerst und nannte sie Inter-cellulargänge (meatus intercellulares): ein Name, den sie seit der Zeit immer behalten haben. Er hielt sie damals für die Wege, wodurch sich der Nahrungssaft in den Pflanzen verbreite, und folglich für Gänge von grosser Wichtigkeit, eine Meinung, die er später aufgegeben hat. Sie fand aber im Anfange grossen Beifall; Kieser nahm sie an, und später hat sie de Candolle in seiner Physiologie der Pflanzen in der Lehre

vom Aufsteigen des Nahrungssastes in den Pflanzen vorgetragen. Als Hauptgrund führt er an, dass sein Freund Dutrochet in den Wurzeln der Pflanzen keine Spiralgefässe gefunden habe, denen man sonst das Aufsaugen des Nahrungssastes zusehreibt. Aber es finden sich allerdings in den Wurzeln Spiralgefässe, und ein Hauptgrund gegen diese angebliche Verrichtung der Intercellulargänge besteht darin, dass die Rinde, worin sich bloss Zellgewebe befindet und keine Gefässe, worin also jene Gänge in der grössten Menge sein müssten, zum Aufsteigen des Nahrungssastes am wenigsten beiträgt. Man kann den Stamm der Bäume ganz und gar von der Rinde entblössen und doch fährt der Baum fort zu grünen, auch wohl zu blühen. So scheinen diese Gänge in der Physiologie der Pflanzen nicht von grosser Bedeutung. Es giebt auch andere Gänge zwischen den Zellen, welche gerade nieder gehen, und dadurch gebildet werden, dass mehre, gewöhnlich drei Zellenreihen neben einander stehen und so, da sie sich nicht genau berühren, einen meistens dreieckigen Zwischenraum zwischen sich lassen. Ich habe sie *ductus intercellulares* genannt, aber ich glaube nicht, dass sie von besonderm Werthe für die Physiologie der Pflanzen sind. In den Intercellulargängen scheint nur selten flüssiger Saft, sondern meistens Luft zu sein; doch muss man sie wohl von den Luftgängen oder Lücken unterscheiden. Die Intercellulargänge befinden sich zwischen Zellen, die sich berühren, nur nicht überall; die Lücken finden sich zwischen Zellen, die sich gar nicht berühren.

Es findet sich gar nicht selten eine dichte feste Materie zwischen den Zellen, die man wohl mit Mohl die *Intercellulärsubstanz* nennen kann. Auch hierauf hat der eben genannte Verfasser zuerst aufmerksam gemacht.*). Er scheint eine solche Substanz für die Grundlage des ganzen Pflanzenkörpers zu halten, wovon diese in den Zwischenräumen der Zellen befindliche Substanz gleichsam nur ein Überbleibsel sei. Es lässt sich gar nicht läugnen, dass in der Membran der Kryptophyten

*) Über die Verbindung der Pflanzenzellen mit einander, von Hugo Mohl. Tübing. 1835, und Erläuterung und Vertheidigung meiner Ansicht von der Structur der Pflanzensubstanz. Tübing. 1836.

namentlich der Lichenen, die Zellen überall von einer solchen Substanz eingehüllt werden, in den Phanerophyten ist dieses nicht der Fall. Denn in den jungen Pflanzen und Theilen findet sich diese Substanz nicht, wenigstens bei weitem nicht so stark, als in den ältern und holzigen Theilen, so dass ich glauben muss, sie sei erst später abgesondert worden. Meyen redet in seiner Pflanzen - Physiologie (1. 170) sehr genau davon und scheint dieselbe Meinung zu haben, nur spricht er von verdickten Zellwänden, aber die Wände sind nicht verdickt, sondern die Intercellularmasse zwischen den Wänden verschiedener Zellen. Allerdings röhrt das Verholzen der Theile nicht allein von dieser zwischen den Zellen ergossenen festen Materie her, sondern auch von den verdickten Zellmembranen selbst.

Die Theile der Pflanze sind grösstentheils, wie die Theile der Thiere, mit einem Oberhäutchen (*cuticula*) überzogen, das nicht immer fein, sondern zuweilen dick und lederartig ist. Die ältern Pflanzen-Physiologen, z. B. Ludwig *), haben ein solches Oberhäutchen schon angenommen, aber mehr wegen der Analogie mit den Thieren, als nach eigenen Beobachtungen. Sprengel widerlegte diese Meinung; das Oberhäutchen, welches sich abziehen liess, bestand deutlich aus Zellen, und nach ihm hat man nur auf dieses geachtet, bis Ad. Brongniart das Oberhäutchen durch Maceration trennte. **) Wenn man Kohlblätter faulen lässt und dann die Oberhaut abzieht, so kann man sie sehr wohl von den darunter liegenden Zellen mit einem Pinsel reinigen und als einfaches Häutchen darstellen, mit den Öffnungen durchbohrt, welche von den Spaltöffnungen herrühren. Kohlblätter faulen sehr leicht, sonst kann man dasselbe auch an zufällig gesauerten Blättern anderer Pflanzen wahrnehmen. Mohl meint in seiner Abhandlung über die Verbindung der Zellen, dieses Oberhäutchen sei aus der Intercellularsubstanz, als der Grundlage der ganzen Pflanze, entstanden, aber es scheint mir vielmehr erst später gebildet zu

*) *Institutiones Regni Vegetabilis.* Auct. Chr. G. Ludwig. Lips. 1757.
pag. 166.

**) *Annal des scienc. naturell.* 2. Ser. T. 1. p. 65. tab. 2. 3.

sein, wie schon gesagt worden. Meyen sagt (Pfl.-Phys. 1. 177), dieses Oberhäutchen sei aus den verdickten äussern Zellenwänden entsprungen; aber richtiger wäre es zu sagen, die Intercellularmasse habe sich über die äussern Zellen ergossen, und so eine besondere Hant gebildet.

Von vielen Theilen der Pflanze lässt sich ohne Fäulniss ein anderes Häutchen abziehen, besonders von den Blättern, und zwar von ihrer untern Seite. Betrachtet man dieses Häutchen unter dem Vergrößerungsglase, so sieht man deutlich, dass es nicht aus einer einfachen Haut, sondern aus Zellen besteht. Sprengel zeigte dieses zuerst, und man wurde dadurch bewogen, das Oberhäutchen ganz zu läugnen, wie oben gesagt wurde. Treviranus *) und Amici **) haben zuerst den wahren Bau dieses Häutchens gelehrt. Es ist eine Schicht von ungefärbten Zellen, die über den grün gefärbten Zellen hingiebt, s. Anat. bot. Abbild. T. 8. F. 3. den Querschnitt eines Blattes von *Cydonia vulgaris*. Zuweilen liegen auch zwei Schichten solcher ungefärbten Zellen über einander, wie man es wohl bei den Alpiniazeen, den Cannaceen und andern antrifft, s. den Querschnitt eines Blattes von *Tradescantia discolor* Anat. bot. Abbild. T. 8. F. 4 a. Auf der untern Seite der Blätter bei c. ist die Oberschicht gefärbt, welches nur selten der Fall ist, und zwar meistens bei roth gefärbten Zellen. Der Name *Epidermis* würde mehr für das vorige Häutchen, die Oberhaut, passen, weil die Epidermis im Thierreiche eine einfache Haut ist. Indessen Namen muss man nicht ändern, und so mag denn auch *epidermis* für dieses Häutchen bleiben, und für jenes mag man *cuticula* wählen, im Deutschen kann man bequem Oberhäutchen und Oberschicht sagen. Liegt die ungefärbte Oberschicht auf anders als grün gefärbten Zellen, so zieht sich die Farbe zuweilen in die Oberschicht. Die ungefärbten Zellen scheinen nur Luft zu enthalten; Saft ist wenigstens nur in geringer Menge vorhanden. Nicht immer lässt sich diese ungefärbte Oberschicht gut abziehen; sie befindet sich nicht selten auf der oberen Fläche der Blätter, wo sie

*) *Vermischte Schriften* B. 4. S. 8.

**) *Annal. d. sciences natur.* T. 2. p. 211.

doch schwer zu trennen ist. Nach Amici unterscheidet sich die Oberschicht dadurch, dass die Zellen eine andere Gestalt haben, als die darunter liegenden, und das ist auch in den meisten Fällen richtig, doch ist der Unterschied an den langen und schmalen Blättern sehr gering. Die Gestalt der Zellen in der Oberschicht überhaupt ist sehr verschieden, auch findet man oft Zellen mit gebogenen Wänden, von denen bald die Rede sein wird. Man kann sehr wohl diese Oberschicht mit der Haut der Thiere vergleichen, die einen viel zusammenge- setzteren Bau hat, als die Oberhaut, nur muss man erwägen, dass der Bau der Pflanzen überhaupt viel einfacher ist, als der Bau der Thiere. Wenn auch diese Formbildung der eigentliche Zweck der Oberschicht sein mag, so ist doch ein Nebenzweck ohne Zweifel die Beziehung auf das Licht, indem die unge- färbten Zellen das Licht in das Innere der Pflanze lassen, um dort vorzüglich die grüne Farbe hervorzubringen.

Es giebt manche von den gewöhnlichen sehr abweichende Zellenformen, die zwar nicht in den Phanerophyten allgemein verbreitet sind, aber doch in einzelnen Familien ziemlich ver- breitet erscheinen. Wir mögen sie anomale Zellen nennen. Unter diesen sind zuerst die sternförmigen Zellen zu be- trachten. Sie finden sich gar häufig in den Familien der Cy- peroideen, der Junceen, der Gräser und anderer Familien aus der Klasse der Monokotyledonen, und zwar immer in solchen Pflanzen, die im Wasser wachsen. Aus der Papierstaude (*Papyrus Antiquorum*) sind sie Anat. bot. Abbild. T. 10. F. 1. abgebildet. Sie entstehen aus den Lücken, die sich erst später im Stämme bilden, und die Zellen des Zellgewebes von einan- der entfernen. Bei dieser Entfernung werden einige Zellen nach drei oder sechs Seiten hin verlängert oder vielmehr aus- einander gezogen, und diese sind es eigentlich, welche man sternförmig nennen kann, denn die übrigen haben eine sphäro- idische oder ellipsoidische Form. Mit drei Ecken oder Zipfeln sind sie aus der Papierstaude in den An. b. Abbildungen a. a. O. abgebildet; Morren, der zuerst auf ihre wahre Bildung aufmerksam gemacht hat, stellt sie aus *Musa* mit sechs Zipfeln dar. Er nennt dieses sternförmige Zellgewebe *Actinenchyma* und meint, Hayne habe es schon so genannt; aber dieses ist

nicht der Fall, Hayne benannte mit jenem Namen das Zellgewebe der Markstrahlen. In den jungen Pflanzen ist dieses Zellgewebe nicht vorhanden, sondern es bildet sich erst im Alter mit den Lücken aus. — Ähnliche aus einander gezogene Zellen finden sich auch in den Lücken der Blätter, wo sich das Zellgewebe ebenfalls sternförmig zu bilden anfängt.

Die wellenförmigen Zellen haben hin und her gebogene oder wellenförmige Zellenwände. Man findet sie nur in der Oberschicht der Pflanzen, nicht allein in den Monokotylen, sondern auch in den Dikotylen; in den Blättern und in den Blumenblättern, überhaupt wohl nur in den flachen Theilen. Die horizontalen, mit der Fläche nämlich parallelen Wände scheinen ganz eben, die vertikalen, senkrecht darauf stehenden allein gebogen. Die Oberschicht, besonders der breiten und zarten Blätter, nimmt dadurch eine zierliche Gestalt an, und der gebogene Verlauf der Zellenwände, verbunden mit den Spaltöffnungen, hat vermutlich Hedwig besonders bewogen, sie für zurückführende Gefässe zu halten. Meistens sind es zarte Zellen, welche gebogene Wände haben, doch nicht immer, so haben die dicken Zellen der Epheublätter gebogene Wände. Treviranus hat in seiner Schrift über die Epidermis umständlich davon gehandelt. (V. Schrift. S. 26.) Er glaubt, dass die Luft Einfluss auf diese Bildung habe, wenn der Bau dazu geeignet sei, und das scheint allerdings richtig. Die äussere Fläche der Blattscheide am Weizen hat Zellen mit wellenartigen Wänden, die innere durchaus nicht.

Die Spaltöffnungszellen haben eine besondere Form. Sie sind meistens halbmondförmig mit abgerundeten Enden, und schliessen einen mit Luft erfüllten Raum ein. Bei den Spaltöffnungen wird davon gehandelt werden.

Raphiden-Zellen sind lange Zellen von fast gallertartiger Beschaffenheit welche nadelförmige Krystalle (Raphiden) enge umschließen. Diese Krystalle liegen gewöhnlich in Bündeln zusammen, selten sind sie einzeln. Man findet sie häufig in den Pflanzen, besonders in den Monokotylen, in dem Schaft der Hyacinthen, den Blättern der Aloëarten u. a. m., wovon noch unten die Rede sein wird. Merkwürdig sind die Raphiden-Zellen, welche Turpin in den

Blättern einiger Aroideen beobachtet hat, und Biforinen nennt.*.) Es sind längliche Zellen, die sich von den übrigen dadurch unterscheiden, dass sie ungemein dicke Wände haben, und dass sie die Krystalle, welche sie enthalten, unter Wasser an beiden Enden ausschütten. Turpin, der eine lebhafte Phantasie hatte, zeichnet ihnen auf beiden Seiten zierliche Öffnungen und einen eignen Schlauch oder Darm (boyau), welcher sich zusammenziehen und die Krystalle auswerfen soll. Die zierlichen Öffnungen und den Darm hat niemand ausser Turpin gesehen, und sehr richtig sagt Meyen, dass die Zellen an beiden Enden aufreissen, indem der Schleim mit den Zellen unter Wasser hervordringt.**) Ich habe auch zuweilen nur Schleim, aber ohne Krystalle hervordringen gesehen, und vergleiche das Ausdringen des Schleims mit dem, was man bemerkt, wenn man die äussere Haut der Karyopsis von manchen Labiaten, besonders Salveiarten, unter Wasser bringt. Meyen meint, das Hervordringen des Schleimes aus den Zellen sei eine hygrokopische Eigenschaft desselben; es ist vielmehr eine chemische Eigenschaft, das Aufquillen nämlich in Wasser.

Verhärtete Zellen sind solche, die ganz und gar mit einer steinharten Masse angefüllt und dadurch so ausgedehnt sind, dass sich auf der obern Fläche sehr oft eine Öffnung gebildet hat. Die Membran der Zelle liegt dicht umher an. Diese Zellen haben eine sonderbare Gestalt und überall fast dieselbe. Die aus den Winterbirnen sind T. 1. Fig. 3. vorgestellt; aus der *Hoya carnosa* in den Anat. bot. Abb. T. 12. F. 4. 5., in der Erklärung werden sie Krystalle genannt. Zuerst hat sie Mohl in der *Hoya carnosa* und *Banisteria auriculata* beobachtet und ihre Schichtung gesehen, s. dessen Schrift über die Poren S. 25. Meyen untersuchte zuerst die sogenannten steinigen Winterbirnen, und bildet die verhärteten Zellen daraus ab in seiner Pfl.-Phys. I. T. 1. F. 1. Wie Mohl hält sie Meyen für Zellen, worin sich eine membranöse Schicht über die andere hingelagert hat, gleich den Porenzellen, und die Risse, welche man darin bemerkt, hält er für Poren oder Tüpfelkanäle. Auch

*) Annal. des Scienc. naturell. 1836. II. 4.

**) Jahrebericht in Wiegmanns Archiv f. Naturgesch. 1837. II. 39.

stellt er sie, wie Mohl, mit den geschichteten Baströhren zusammen. Es ist, wie es mir scheint, Theoriesucht, dieses Alles zusammen zu bringen, die biegsamen Parenzellen und Röhren mit diesen steinharten Zellkörnern. Die steinige Masse in den Zellen, die auch vor dem Löthrohr zusammenschmilzt, sich nicht ganz in Kohle verwandelt, bildet allerdings sehr oft Schichten, die aber zuweilen kaum merklich sind, nie so deutlich und so regelmässig, wie sie Meyen abbildet. Unger zählte in solchen Zellen der *Helosis brasiliensis* 13 und der *Langsdorfia hypogaea* sogar 30 Schichten; er setzt aber hinzu, die Zahl der Schichten sei nicht allein in derselben Pflanze, sondern auch in demselben Zellenhaufen verschieden und überhaupt unbeständig. Es ist daher der schichtenweise Absatz der steinigen Materie ohne Bedeutung, wenn auch der Absatz an und für sich selbst seine Bedeutung hat. Die Pflaumenkerne (putamina) und die Mispelkerne (pyrenae) bestehen aus verhärteten Zellen, die denen in den Birnen nicht bloss ähnlich, sondern ganz gleich sind. Die steinigen Zellen bei den Birnen haben sich auch so um das Kernhaus gelagert, als ob sie Mispelkerne bilden wollten; ein Gedanke, den man, meine ich, schon oft geäussert hat. Immer ist es aber merkwürdig, dass eine Krankheit oder eine Misbildung auf eine Form deutet, die sich in einer verwandten Pflanze findet, und man sieht aus solchen Beispielen, möchte man sagen, wie sich neue Formen und Arten bilden könnten.

Die anomalen Zellen, die sternförmigen, die Spaltöffnungs- zellen, die wellenförmigen sind aus dem gewöhnlichen Zellstoff gebildet, und unterscheiden sich bloss durch ihre Gestalt. Die verhärteten Zellen bestehen zwar auch aus dem gewöhnlichen Zellstoff, aber sie sind mit einer fremden Materie angefüllt, die sich schichtenweise ablagert. Kann dieser Stoff sich frei ausbilden, so macht er Krystalle, hier aber, wo er sich schnell absetzt, bildet er bloss eine steinige Masse.

Ganz verschieden von allen diesen Zellen scheinen die Raphiden-Zellen, die Mirbel daher auch nicht mit Unrecht zum cambium rechnete. Sie zeigen sich fast gallertartig, und da sie den Raphiden oft dicht anliegen, so sind sie von vielen Untersuchern als Zellen verkannt worden. Diese Zellen schei-

nen wirklich aus einem Schleime gebildet, der sich in den Biforinen noch deutlich zeigt, indem alle übrigen Zellen, wie es scheint, geradezu aus einer vollkommenen Flüssigkeit entstanden.

Achte Vorlesung.

Inhalt der Pflanzenzellen. Körner von Zellstoff und Stärkmehl. Chlorophyll.

Fast in allen Pflanzen findet man Körner von verschiedener Art und Gestalt, die sich auf zwei Abtheilungen zurückführen lassen. Einige werden nämlich von Jodtinctur blau gefärbt, andere rothgelb. Die ersten sind die Stärkmehlkörner, die andern kann man Eiweisskörner nennen, wenn man nämlich diesen Stoff von der reinen Membran noch unterscheidet, die von der Jodtinctur gar nicht gefärbt wird. Von diesen soll hier zuerst geredet werden. Sie sind von weisser Farbe, oft aber grün gefärbt, verhalten sich aber, wenn man den grünen Stoff durch Weingeist weggenommen hat, völlig so wie die ursprünglich weissen. Sie finden sich von dreifacher Art, zuerst sehr klein und unregelmässig gebildet, zuweilen sieht man auch auf ihnen einen dunklen Streifen, so dass man glauben möchte, es wären aufgesprungene Bläschen. Sie schwimmen einzeln umher, doch öfter sieht man sie zusammengehäuft, meistens in rundlichen Haufen. Sehr oft sind sie grün gefärbt von Chlorophyll, welches sie überzieht oder umhüllt. Die zweite Art sind grössere, genau runde, fast immer grün gefärbte Körner, die besonders in den saftigen Pflanzen, auch in den Wasserpflanzen vorkommen. Von diesen wird noch weiter unten die Rede sein. Endlich giebt es auch noch grössere kugelrunde oder eiförmige Körner, die ganz wie Bläschen hell und durchsichtig erscheinen. Sie sind ungefärbt, z. B. in den Wurzeln von *Helleborus niger*, den Zwiebeln von *Allium Cepa*, im *Perigonium* von *Amaryllis formosissima* u. a. m., grün gefärbt in *Piper mollissimum* und einigen andern. Zuweilen enthalten sie noch andere kleinere Körner.

Es scheint als ob an diesen Körnern sich der Grünstoff durch das Licht erzeuge, indem sie nämlich die Lichtstrahlen aufhalten und dadurch eine chemische Einwirkung veranlassen.

Es finden sich auch noch äusserst kleine ungefärbte Körner in dem Milchsaft der Pflanzen, auch zuweilen in ungefärbten Flüssigkeiten. Die ersten sind diejenigen, woran man die Bewegungen dieser Flüssigkeiten erkennt, die andern scheinen aber eine eigenthümliche Bewegung zu haben. Auch von diesen wird weiter unten die Rede sein.

Unter den grössern Körnern verdienen aber die Körner von Stärkmehl (amylum), welche sich gar häufig in den Pflanzen finden, eine besondere Aufmerksamkeit. Ihre chemischen Eigenschaften sind folgende. Sie lösen sich nicht in kaltem Wasser und Weingeist auf, wohl aber werden sie in heissem Wasser zu einer schleimigen und gallertartigen Masse; Jodtinctur färbt sie blau. Da sie gross und deutlich sind, so ist es kein Wunder, dass sie schon früh und zwar von Leeuwenhoek gesehen wurden; aber lange nachher machte erst Sprengel wiederum auf Körner im Getreidesamen, als junge Zellen, wie er meinte, aufmerksam, die ich für Stärkmehl erkennen musste, da sie in heissem Wasser verschwanden und in einen Brei zerflossen. Einen grossen Anstoss zur Untersuchung des Gegenstandes gab Raspail, der sich auch zuerst der Jodtinktur zum Erkennen der Amylumkörner bediente. Ein Tropfen dieser Tinktur neben einem Schnitte unter dem Mikroskop färbt die Stärkmehlkörner augenblicklich blau. Raspail behauptete, das Amylumkorn sei ein kleines Organ, bestehend aus einer Haut, die in heissem Wasser nur aufquille, aufplatze und einen Inhalt von Gummi, in kaltem Wasser auflöslich, ausschütte.*). Nachdem er diese Entdeckung gemacht, ging er weiter und sah überall Bläschen mit einem andern Inhalte, schrieb auch ein grosses Werk, worin ausser vielen andern Sachen beiläufig eine Theorie der Moral vorkommt**). Biot zeigte einen Unterschied zwischen dieser Substanz und dem Gummi darin, dass sie die Polarisations-Ebene des

*) Annal. d. scienc. natur. T. 6. p. 384.

**) Essai de Chimie organique. Paris 1833. T. 1. 2. 8.

Lichts rechts dreht, da Gummi eine entgegengesetzte Drehung hervorbringt, und nannte sie Dextrin, welche man, da der Unterschied gering ist, Stärkegummi genannt hat. Aber die Erwärmung, die man angewendet hatte, um diese Substanz aus den Stärkmehlkörnern auszuziehen, das Reiben mit kaltem Wasser, die Behandlung mit Salpetersäure, hatten die Stärke schon verändert, und es ist jetzt ausgemacht, dass die Stärkekörner innerlich wie äusserlich aus derselben Substanz bestehen. Dieses behauptet Payen in einer grossen ausführlichen Abhandlung,*) und ich habe ebenfalls gesehen, dass der allerdings weichere Inhalt der Stärkekörner, wenn man sie in warmem Wasser aufplatzen lässt, eben sowohl durch Jod blau gefärbt wird, als die Schale, s. Anat. bot. Abbild. T. 16. F. 1. 2.

Die Stärkekörner finden sich in allen Theilen der Pflanze, auch in den Blumen und den Antheren, wo sie Raspail zuerst bemerkt hat, am häufigsten aber in den Samen der Getreidearten und in den Knollen, aus welchen sie durch Zerreissen der Theile und Ausspülen mit kaltem Wasser gezogen werden. Die Stärke dient zur Nahrung und zu andern technischen Zwecken, sehr häufig bedient man sich der daraus gekochten Gallerie zum Steifen der Leinwand. Ausser dem Weizen, woraus viel Stärke bereitet wird, findet man sie in Gerste, Hafer, Mais, Reis, Bonen, Phaseolen u. s. w., überall macht sie einen Gemengtheil des Mehles aus. In den Getreidesamen oder vielmehr Früchten sind die äussern Zellen gegen die Umhüllung mit kleinen, einander ziemlich gleichen Körnern von Eiweiss(?) angefüllt, in den mittlern Zellen finden sich grössere Körner von Stärkmehl mit sehr kleinen untermischt. (A. b. Abbild. a. a. O. F. 4—7., auch F. 11.) Auch im Eiweisskörper der Samen von *Polygonum Fagopyrum* sind sie in grosser Menge und dienen dort zur Nahrung (s. Abb. F. 15.). Aus dem Zellgewebe im Innern des Stammes mancher Palmen, z. B. *Sagus Rumphii* u. a. m., bereitet man den Sago. In den Kartoffeln (*Solanum tuberosum*) sind sie häufig und gross, und an diesen hat Fritzsche zuerst beobachtet,**) dass

*) Annal. d. scienc. natur. 1838. Bot. p. 5. 65. 161, ferner 1840. p. 73.

**) Poggendorff Annal. d. Physik 32. 129.

sie aus einem Kern bestehen, um den sich Schichten anlegen, zuweilen sind auch zwei und mehr Kerne vorhanden, um die sich die Schichten so gelegt haben, dass sie ein gemeinschaftliches Korn bilden (s. Abb. F. 1.); ein wichtiger Beitrag zur Kenntniss der Amylumkörner. Dadurch kommt es, dass die ursprünglich kugelförmige oder eiförmige Gestalt sich verändert, kegelförmig, birnförmig, höckerig wird. Payen, der alle diese Formen dargestellt hat, giebt noch einen Eindruck oder ein kleines Loch an, welches Turpin zuerst sah und hilum nannte, und welches an trocknen Körnern sich besonders deutlich zeigen, ja dann zuweilen bis ins Innerste dringen soll. Er meint, dass durch diese Öffnung das Korn Nahrung einziehe und die Schichten sich also von innen anlegen. Dass Fritzsche dieses hilum nicht gesehen, hebt Payen bedeutend hervor. Ich habe es auch nicht gesehen und halte es für eine Turpinsche Vision, die durch die Lage des Kerns mag entstanden sein. Oder sah er geplatzte Körner, durch Feuchtigkeit und Wärme verändert? Für die Behauptung, dass die Schichten von innen sich ansetzen, hat er kaum einen Grund, nur dass die Körner vieleckig erscheinen durch den Druck auf einander, in *Cycus circinalis*. Aber kann nicht das Ansetzen neuer Schichten von aussen eben sowohl die Körner gegen einander pressen und eckig machen? Dass übrigens das Korn aus Schichten bestehe, bestätigt Payen; er benetzte Körner von Stärkmehl mit Weingeist, der mit viel Wasser versetzt war, in der Wärme, und sah, dass die Körner abplätterten, als der Weingeist verdunstet war und das Wasser auf die Körner wirkte. — Das Pfeilwurzmehl (Arrow root) liefern die Knollen von *Maranta arundinacea* einer *Scitaminee*, die besonders in Jamaika gebaut wird und aus Barbadoes dort eingeführt sein soll. Das Tikmehl kommt von den Knollen einiger *Curcuma*-Arten aus Indien. Aus den Wurzeln der *Jatropha* (oder *Manihot*) *edulis* wird der weisse Sago (Tapioca) bereitet.

Die Grösse der Körner ist sehr verschieden. Raspail hat die Grösse der Stärkmehlkörner von verschiedenen Pflanzen angegeben, und ihm ist Payen gefolgt. Die grössten fand dieser in den Knollen der Rohankartoffel, von 0,185 Milli-

meter, *) die Körner aus den gewöhnlichen Kartoffeln hatten 0,140 Millimeter; von Bonen 0,075 M., von Linsen 0,067, von welschen Bonen 0,063, von Weizen 0,050, von Mais 0,030, von *Panicum italicum* 0,016, von *Pan. miliac.* 0,010, von *Chenopodium Quinoa* 0,002 M. Doch dieses kann nur von den grössern Körnern gelten, da diese, wie schon oben erwähnt worden, immer mit kleinern gemengt sind. — Übrigens sah Fritzsche in jungen Kartoffeln die Körner so gross als in alten.

Die Menge von Stärkmehl ist in verschiedenen Pflanzen verschieden, auch zu verschiedenen Jahreszeiten. Decandolle führt in seiner Pflanzen-Physiologie (I. 181) Beobachtungen darüber an. Hundert Pfund Kartoffeln gaben im August ungefähr 10 Pfund Stärkmehl, im September $14\frac{1}{2}$ Pfund, im October $14\frac{3}{4}$, im November 17, im März 17, im April $13\frac{3}{4}$, im Mai 10 Pfund, doch hatten im letzten Monat die Kartoffeln bereits viel Wasser eingesogen.

Fritzsche sah, dass in keimenden Kartoffeln die Stärkmehlkörner sich verminderten, indem ihre Schichten von aussen abgelöst und gleichsam ausgefressen wurden. Ich habe dieses nicht gesehen, wohl aber in dem gekeimten Samen der hohen Mais-Abänderung die Amylumkörner geplatzt, da sie in dem ungekeimten Samen ganz waren (s. Abb. T. 16 F. 8—10.). Dass sie sich übrigens beim Keimen verändern, es mag auf diese oder jene Weise geschehen, Stärkegummi und Zucker werden, ist eine durch chemische Untersuchung und Beobachtung bekannte Sache, denn ohne Verwandlung in Zucker wäre keine Gährung möglich, die doch zur Bildung geistiger Getränke, und also zum Bierbrauen aus dem Getreide erfordert wird. — Ich fand übrigens in den Bonen (*Phaseolus vulgaris*) Stärkmehlkörner, die einen länglichen Riss zeigten, ungeachtet die Samen ganz trocken waren, zugleich aber fand sich daneben eine ungeformte Masse, die durch Jod nicht gefärbt wurde, s. Abb. a. a. O. F. 12. War diese Masse vielleicht aus den geplatzten Körnern ausgeworfen und bestand sie aus Stärkegummi?

Die Färbung durch Jod ist nach Payens Versuchen keine chemische Verbindung; sie hängt bloss von dem Aggregat-

*) Ein Millimeter ist gleich 0,458 Preuss. Linien.

zustande des Stärkmehls ab; sie verschwindet beim Ausdehnen der Theilchen in der Wärme und entsteht wieder, wenn sie sich nähern. Lassaigne beobachtete schon, dass die Farbe in der Wärme verschwindet und in der Kälte zurückkehrt. Payen führt einen merkwürdigen Versuch an, welcher zeigt, wie gut die Membran der Pflanzen Substanzen durchzuseien vermag. Er löste ein Theil Stärkmehl in 100 Theilen Wasser bei 100° C. auf, liess die Flüssigkeit kalt werden und stellte nun Wurzeln von Pflanzen hinein. Sie saugten die Flüssigkeit ein und schlügen das Stärkmehl gleichsam aus der Flüssigkeit nieder, welches nun durch Jod blau gefärbt wurde.

Payen hat die Stärke von mehrern Pflanzen, namentlich Kartoffeln, Weizen, Pastinaken, Arrow root chemisch untersucht, auch eben so in verschiedenen Zuständen, wo sie in Stärkegummi (Dextrin) übergegangen war, und gefunden, dass sie immer dasselbe Verhältniss der Bestandtheile zeigt. Er bestimmte dieses Verhältniss zu $C^{24} H^{20} O^{10}$; auch fand er sie isomer mit der Membran der Pflanzen, wenn diese von allen den Stoffen gereinigt ist, welche sich darauf abgesetzt hatten. Sie wird dann von Jod nicht blau, auch nicht einmal rothgelb-orange gefärbt, sondern bleibt ganz unverändert. Dass viele Pflanzenstoffe, so wie hier Stärkmehl und die reine Membran oder Zellstoff, in ihren chemischen Bestandtheilen und dem Verhältnisse derselben ganz übereinstimmen, ist eine merkwürdige Erscheinung, die den Übergang derselben in einander zu erklären scheint, aber wenn wir die Sache genau überlegen, die Erklärung noch schwieriger macht, indem wir das Mittel nicht kennen, wodurch die Veränderungen hervorgebracht werden.

Bei dieser Isomerie, Gleichartigkeit der Bestandtheile, in denselben Verhältnissen verschieden erscheinender Stoffe, ist es nicht zu verwundern, wenn es mehr oder weniger abweichende Abänderungen der Stärke in den Pflanzen giebt. Dahin gehört zuerst der Salep. Das Pulver quillt bekanntlich schon in kaltem Wasser auf, verwandelt sich aber in heissem Wasser in eine Gallerte. In dem käuflichen Salep sah ich die Zellen nicht mit Körnern, sondern mit einer ungeformten Masse angefüllt, die aber mit Jod sehr schön blau gefärbt wurde.

Diese ungeformte Stärke ist Anat. bot. Abb. T. 16. F. 13. vor-
gestellt, mit einer andern ungestalteten, durch Jod nicht blau
gefärbten Masse. Vielleicht ist es diese letztere allein, welche
in kaltem Wasser aufquillt. Da man behauptet, die käuflichen
Salepknollen würden in heissem Wasser aufgeweicht und dann
getrocknet, so hielt ich die Salepkörner durch diese Zuberei-
tung verändert, aber ich sah bald, dass die Knollen von *Orchis latifolia* ebenfalls nur eine ungeformte Masse von Amylum
enthielten, und später, nach der Blüte, fand ich diese Masse
in Körner umgebildet. In den Knollen von *Orchis Morio*, *co-
riophora* und *pyramidalis* sah ich Körner, und nach der Blüte
ebenfalls dergleichen in den Knollen von *Orchis latifolia*. Es
ist also nach diesen Beobachtungen kein Zweifel, dass die
ungeformte Stärkemasse im späten Alter sich zu Körnern
ausbildet.

Eine andere ähnliche Erscheinung ist der Schleim in der Altheewurzel. Schon früh habe ich bemerkt, dass er aus Körnern bestehe, auch habe ich ihn durch Weingeist ausgeschieden auf dieselbe Weise, wie man das Stärkmehl aus den Knollen auszuscheiden pflegt. Er löst sich dann in kaltem Wasser auf.*
Später habe ich gefunden, dass die Körner nicht allein für sich durch Jod blau gefärbt werden, sondern auch, dass der Schleim, welcher durch aufgegossenes kaltes Wasser entsteht, ebenfalls blau gefärbt wird, s. Anat. botan. Abbild. T. 16. F. 16.

Es darf wohl nicht erinnert werden, dass die Stärkmehlkörner keine Organe sind, wie Raspail meinte und Payen auch zu meinen scheint, indem er ihnen eine sonderbare Bildung zuschreibt, sondern Niederschläge, Absätze aus den Säften der Pflanzen. Das unregelmässige Zusammenballen der Körner, welches man besonders im Kartoffelmehl bemerkt, zeigt dieses sehr deutlich, so wie auch damit die überhaupt genommen unregelmässige Gestalt und gar verschiedene Grösse in einer und derselben Zelle übereinkommen.

Bei der Kartoffelkrankheit in den Jahren 1841 und 1842 war die Haut der Zellen braun geworden und so verändert,

*) Journal f. Chemie und Physik von Schweigger. B. 13. S. 186.

dass Pilze zwischen den Zellen entstanden, aber die Stärke war unverändert geblieben, so dass man sie sehr wohl gebrauchen konnte. Man sieht also, dass die einmal gebildete Stärke sich wie ein fremder, lebloser Körper in den Zellen verhält und an den Veränderungen der lebenden Organe keinen Theil nimmt.

Es ist bekannt, dass Stärkmehl von Kartoffeln, auf die gewöhnliche Weise durch Zerreiben derselben und Ausspülen mit Wasser geschieden, sich durch Kochen mit Wasser in eine Gallerte verwandelt, dass hingegen die Kartoffeln selbst gekocht mehlig bleiben, nicht schleimig werden. Berzelius schreibt dieses dem gerinnenden Eiweiss zu, aber es ballen sich die Körner durch Kochen in eine Masse zusammen, die Membran der Zellen bleibt unverändert und legt sich dicht um die Masse von Stärkmehl an, und die Zellen sondern sich oft von einander, wie es durch Kochen zu geschehen pflegt, so dass jede Zelle wie ein einzelnes Korn erscheint, s. Anat. bot. Abbild. T. 16. F. 3. Es geschieht im Grunde dasselbe in den Getreidesamen, nur zerreissen die Zellen zuweilen und schütten den Inhalt aus, wie z. B. im Hafer:

Man rechnet das Inulin, welches auch in den Wurzeln von Inula Helenium, den Knollen von Dahlia variabilis sich findet, zum Stärkmehl, aber mit Unrecht. Es ist in Körnern und wird nicht durch Jod blau gefärbt. Die Membran in den Lichenen wird allerdings oft von Jod gefärbt, auch durch anhaltendes Kochen in Wasser gelöst.

Es war nötig, vom Stärkmehl umständlicher zu handeln, da dieser Gegenstand für die Haushaltung von Wichtigkeit ist.

Wir gehen nun zu den Krystallen über, welche sich ebenfalls nicht selten in den Zellen der Pflanzen finden. Sie sind von verschiedener Art. Die ersten sind die nadelförmigen Krystalle. Sie finden sich ungemein häufig in den Monokotylen, doch kommen sie auch in den Dikotylen vor; in den Wurzeln von Oenothera biennis haben sie schon früh Rudolphi und ich als Krystalle erkannt. Einige sind sehr lang, vorzüglich von Iris florentina (Veilchenwurzeln), die ich 0,166 Linien lang, aber sehr dünn fand. Nach Unger*) besitzen

*) Annal. d. Wiener Museums d. Naturgesch. 1840. II. 1.

die grössten Krystalle, die im Pflanzenkörper vorkommen, bei einer Länge von 0,11 Wiener Lin. kaum den 60. Theil dieses Maasses der Breite. Nach Raspail haben sie im Rhizom von *Iris germanica* eine Länge von 0,148 Lin. und eine Dicke von 0,008 Lin. Derselbe Verfasser giebt auch (Chim. org. 522) die Gestalt an; es sei ein vierseitiges Prisma mit Kantenwinkeln von 62° und 149° , am einen Ende zugespitzt, die Zuspitzungsflächen auf die Seitenflächen aufgesetzt, so viel man aus seiner Beschreibung schliessen kann, am andern wären sie oft ausgerandet, wie die Gipsdoppelkrystalle von Montmartre bei Paris. Es ist sehr schwer, an solchen dünnen Krystallen die Winkel genau zu messen. Diese langen Krystalle liegen einzeln oder mehre zusammen zwischen den Zellen, sind aber, wie Meyen behauptet, mit einer dünnen Haut überzogen, die er für eine Zelle nimmt, worin ich nicht widersprechen will. Die nicht so langen nadelförmigen Krystalle sind noch immer lang genug, ich fand sie von 0,01 bis 0,047 L. lang, aber auch sehr dünn. Sie liegen immer in Zellen meistens büschelförmig; diese Zellen sind aber zuweilen eigenthümlich und von den gewöhnlichen Zellen verschieden. Die Biforinen, von welchen oben geredet wurde, haben solche eigenthümliche, aber sehr dicke Zellen. Die chemische Untersuchung dieser Krystalle hat einige Schwierigkeiten, weil man von ihnen nicht viel zusammenbringen kann: Buchner hielt die Krystalle aus *Scilla maritima* für phosphorsaure Kalkerde, *) Fr. Nees für Kalk, Magnesia und Phosphorsäure (Flora 1835. 411).

Die zweite Abtheilung bilden die einzelnen Krystalle von gröserer Dicke als die vorigen. Sie sind nicht selten und kommen in manchen Pflanzen vor, oft mehre Arten in derselben Pflanze, ja sogar in derselben Zelle. Unger (a. a. O.) hat dergleichen anis mehren Pflanzen, besonders Monokotylen abbilden lassen, um durch die Krystallgestalt auf die Bestandtheile schliessen zu können. Auch führt er chemische Versuche an mit Krystallen aus *Piper blandum*, die auf weinsauren Kalk deuten, womit auch die Krystallgestalt übereinkommt.

*) Neues Jahrb. d. Pharmacie 3. 2. 35.

Die dritte Abtheilung machen endlich die zusammengewachsenen Krystalle oder Krystalldrusen, die sich in sehr vielen Pflanzen finden. Es sind immer prismatische Krystalle mit zugespitzten Enden in kugelförmige Drusen vereinigt. Sehr deutlich sind sie in der echten Rhabarberwurzel, wo die weissen krystallinischen Körner längst auffielen, und schon von Scheele als oxalsaurer Kalk bestimmt wurden. Sie liegen dort in Zellen, meistens jede Druse allein, aber auch mit Stärkmehl zugleich zwischen andern Zellen, die ganz mit gelbem Rhabarbersaft, oder auch mit Stärkmehl gefüllt sind.

Die einzelnen Krystalle mögen in jungen Pflanzen seltner sein, aber was die Drusen betrifft, so ist dieses nicht der Fall, sondern sie scheinen manchen Pflanzen beständig und an bestimmten Stellen eigen zu sein. In den jüngsten, so eben entwickelten Zweigen von *Salix*, z. B. *Salix pentandra* sind sie schon in der Rinde und zwar beständig zu finden. Sie verhalten sich in dieser Rücksicht wie die verhärteten Zellen, welche ebenfalls an gewissen Stellen sich beständig finden.

Hieher gehören auch die freien Krystalle von kohlensaurem Kalk, welche sich in den Lücken des Stengels von *Myriophyllum spicatum* befinden, von denen Meyen in seiner Pflanzen-Physiologie I. 242 redet, auch will er dergleichen in den Lücken der unterirdischen Blätter oder Schuppen von *Lathraea Squamaria* gefunden haben. Sonderbar sind auch die Zellen mit kohlensaurem Kalk gefüllt in den Früchten (Karyopsen) von *Lithospernum officinale*. Die Früchte haben davon eine glänzend weisse Farbe, sind undurchsichtig und hart, und fielen schon den ältern Botanikern so auf, dass man sie unter die Arzneimittel versetzte und *grana Milii solis* nannte. In Salzsäure kann man bis auf die Zellmembran und den Kern des Samens die Früchte ganz auflösen, auch wächst die Pflanze nur auf Kalkboden. Hieher gehört ferner das berühmte Tabaschir der Inder, Perser und Araber — denn der Name ist im Sanskrit, dem Persischen und Arabischen fast dasselbe — eine Ansammlung von Kieselsäure in den Stämmen von *Bambusa arundinacea*, wie man sagt in den Knoten, doch auf welche Weise ist noch nicht anatomisch untersucht. Die Masse ist ohne bestimmte Bildung, durchscheinend, weiss,

etwas ins Blauliche fallend, fast eben im Bruch, halbhärt, an der Zunge hängend. Macie untersuchte das Tabaschir aus Indien und fand darin nur Kieselerde. Das Tabaschir aus Amerika, welches Humboldt mitbrachte, hielt nach Vauquelins Untersuchungen in Hundert 70 Theile Kieselsäure und 30 Theile Kali. Auch ist das Tabaschir durch Brewsters optische Untersuchungen bekannt geworden. Übrigens enthalten die Grashalme und Grasblätter Kieselerde, auch hat man sie in grosser Menge in der Oberschicht von Equisetum gefunden.

Diess sind die festen Körper, welche man in den Zellen der Pflanzen findet. Man hat sie mit den Steinen im Körper der Thiere verglichen, aber wie es scheint, nicht ganz richtig. Die letzten sind Krankheitserscheinungen, oder wenigstens Abweichungen von dem regelmässigen Zustande des Thieres, aber die Verhärtungen in den Zellen der Pflanzen scheinen vielmehr dem gesunden Zustande der Pflanze anzugehören, und gleichsam Theile derselben zu sein.

Ein Stoff, der nicht zu den festen Körpern, aber auch nicht zu den ganz flüssigen Säften gehört, wie sie in den Zellen vorkommen, ist das Blattgrün oder das Chlorophyll.* Er färbt wie bekannt die jungen Stengel, die Blätter und die Kelche der Pflanzen mit dieser den Augen wohlthuenden, den ausgebildeten Gewächsen eigenthümlichen grünen Farbe. Da sich dieser Stoff nicht im Wasser auflöst, so schimmt er wohl nur fein zertheilt in den Säften der Zellen. Er findet sich meistens an den kleinen unregelmässigen Körnern aus Zellstoff, die er umgibt und einhüllt; oft färbt er auch die grössern kugelförmigen Körner, die sich in den saftigen Pflanzen und den Wassergewächsen finden. Man nennt diese durch Chlorophyll gefärbten Körner auch wohl Chlorophyllkörner, ungetacht die Grundlage nicht Chlorophyll sondern Zellstoff ist.

Mohl hat zuerst die Bemerkung gemacht, dass in den Chlorophyllkörnern zuweilen ein Korn, zuweilen mehrere Körner, grössere oder kleinere vorkommen, die durch Jod blau gefärbt

*) Pelletier und Caventou haben diesen Namen gegeben, der französisch-griechisch gebildet ist, statt Phyllochlor; s. Journ. d. Pharmac. 1718. III. 486.

werden, also Stärkmehlkörner sein mögen.*). Er sah dieses zuerst in *Chara flexilis*, dann auch in *Calla (Collocasia) aethiopica*, *Abies pectinata*, *Picea alba*, *Camellia japonica* und noch andern Pflanzen. Meyen fand, dass in der *Vallisneria* die Amylumkörner nach und nach sich grün färbten und endlich in Chlorophyll veränderten, besonders die dem Licht zugekehrten (Wiegmanns Archiv 1838. II. 64). Mir schien die Sache umgekehrt; die grünen Chlorophyllkörner bewegten sich mit einer grossen Schnelligkeit in einer Pflanze von *Vallisneria*; aber nach einiger Zeit erschienen die Körner mit einem Kern, der durch Jod blau gefärbt wurde, und nun hörte die Bewegung auf. Meine Beobachtungen darüber habe ich in der Versammlung der Gelehrten in Florenz vorgetragen.**)

Mit dem Blattgrün sind viele chemische Versuche ange stellt worden; die ausführlichsten sind von Berzelius.***). Was man vorher als Chlorophyll angab, sagt er, war nichts als Harz, Wachs oder ein Fett durch reines Blattgrün gefärbt. Er bediente sich zur Reinigung desselben des von Clamor Macquart in dessen Buche über die Farben der Blüten zuerst angegebenen Mittels, nämlich der concentrirten Salzsäure, und erhielt es so in einer dreifachen Modification. Das Blattgrün, welches in den frischen Blättern gegenwärtig zu sein scheint, ist in Alkohol und Aether auflöslich; der Alkohol löst jedoch mehr auf. Von concentrirter Schwefelsäure und concentrirter Salzsäure wird es mit einer schönen grünen Farbe aufgelöst, und Wasser fällt es daraus nieder. Die Salzsäure kann davon abgedunstet werden und das Blattgrün bleibt dann zurück. Es verbindet sich mit den kaustischen Alkalien, mit Erden und Metalloxyden und kann durch Alaun auf Wolle befestigt werden, doch bleicht die Farbe bald aus. Berzelius zog Blätter von *Pyrus Aria* im Verdrängungs-Apparat durch Aether aus, destillirte die Auflösung, bis nur noch ein geringer Theil davon übrig war, brachte den Niederschlag auf ein Filtrum und goss wasserfreien Alkohol zu, so lange die Auflösung dunkel-

*) Untersuchungen über die anatomischen Verhältnisse des Chlorophylls. Tübing. 1837.

**) Atti della terza riunione degli Scienziati Italiani Firenze 1841. p. 498.

***) Jahresbericht f. 1837, übers. von Wöhler. Tübing. 1838. S. 381.

grün durchlief. Wenn man diese Auflösung abdampft und den Rückstand mit concentrirter Salzsäure auszieht, so erhält man das reine Blattgrün. — Der Übergang dieses harzigen Farbestoffs in Stärkmehl, oder auch umgekehrt, ist eine merkwürdige Erscheinung in der natürlichen Chemie der Pflanzen möchte man sagen.

R. Brown bemerkte zuerst in den Zellen der Epidermis der Orchideen und dann auch anderer Pflanzen, besonders der Monokotylen, Kerne oder areolae, wie er sie nennt.* Schleiden hat diese Kerne in dem Eiweisskörper und dem Embryo vieler Pflanzen vom ersten Beginn an beobachtet.**) Zuerst sind diese Kerne sehr klein und frei; wenn sie aber die gehörige Grösse erreicht haben, so erscheint auf ihnen ein Bläschen, der Anfang einer künstigen Zelle, welches sich immer mehr vergrössert, endlich viel grösser als der Kern wird und diesen zwischen die beiden Platten aufnimmt.

In den Blättern habe ich das Anwachsen der Zellen zu bemerken gesucht. Im December wurde ein Blatt von *Amaryllis formosissima* bezeichnet; der unterste Strich war 3 Linien von der Zwiebel, so nahe man kommen konnte, dann waren 10 Zwischenräume, jeder von 4 Linien, durch einen Strich bezeichnet. Nach zwei Monaten war der unterste Strich um 4 Zoll 8 Lin. von der Zwiebel entfernt; der folgende Zwischenraum hatte eine Länge von $4\frac{1}{2}$ Lin., alle übrigen hatten sich nicht über 4 Lin. von einander entfernt, die Spitze allein hielt 6 Lin. Es war also das Anwachsen dicht an der Zwiebel geschehen und das Blatt war gleichsam in die Höhe geschoben. Beim Durchschnüren der Zwiebel erkannte man zuerst den hemisphärischen Zwiebelstock, ausgezeichnet durch Bündel von Spiralgefäß, dann folgte ein Halbkreis aus Zellgewebe, und nun trennten sich gleich die Blätter. Im Umfange dieses Halbkreises musste das Anwachsen geschehen sein. Hier sah man auch an der Basis des Blattes eine Schicht von in die Quer gezogenen ziemlich grossen Zellen mit einigen kleinen untermengt, mit Körnern, die durch Jod nicht gefärbt worden;

*) *Vermischte Schriften* Th. 5. S. 156.

**) *Müllers Archiv f. Anatomie u. w.* 1838 S. 137.

darüber und darunter lag aber Zellgewebe mit grossen und kleinen Körnern von Stärkmehl. Hier schob sich also eine Schicht von Zellen ein, die zuerst gleichsam platt gedrückt war, dann sich aber mehr verlängerte, um den Zellen darunter ähnlich zu werden. Spuren von Zellenkernen oder Zellen innerhalb anderer habe ich nicht gesehen. Indem eine Bildungsausdehnung geschieht, wovon oben die Rede war, scheinen sich in den Zwischenräumen neue Zellen zu entwickeln und selbst auszudehnen.*)

Merkwürdig ist hier die Veränderung der Körner in den Zellen, von Zellstoff zum Stärkmehl. Überhaupt ist es höchst wunderbar, dass eine Menge chemischer Veränderungen in Zellen vorgehen können, die dicht neben einander liegen und sich durch nichts von einander in der Structur zu unterscheiden scheinen. Unger hat dieses bei Gelegenheit der verschiedenen Krystallen in den Zellen treffend bemerkt. Viel möchte wohl aus einer Filtration der Pflanzensaft, welche durch den Ton der Zellmembranen bewirkt wird, zu erklären sein. Die Pflanzensaft enthalten meistens nicht vollkommen aufgelöste Stoffe, weil sie beim Abdampfen dickflüssig werden, z. B. wenn sie Zucker, Gummi, Extrakt u. dgl. enthalten, da hingegen die Auflösung von einem Salze kurz vor dem völligen Verdunsten der Flüssigkeit noch vollkommen flüssig erscheint. Das Dickflüssige röhrt daher, weil feste Körper mit flüssigen gemengt sind, und es wird nun erklärlich, wie hier ein Durchseihen geschehen könne.

Neunte Vorlesung.

Baströhren. Prosenchym. Spiral- oder Faserzellen.

Es finden sich in den Pflanzen Fasern, die wegen ihres Nutzens für den Menschen schon seit langer Zeit bekannt sind. Aus den Fasern von Flachs und Hanf macht man bekanntlich

*) S. die bald erscheinende Anatomie der Pflanzen.

Gewebe, und zwar seit den ältesten Zeiten, denn der Gebrauch des Flachsес war schon den alten Ägyptern bekannt, wie die Leinwand in den Mumiengräbern zeigt. Ausser dem Hanf giebt es noch andere Pflanzen, aus denen man Stricke bereitet, besonders aus der Ordnung der Malvaceen. Nicht alle Gewächse liefern Fasern, die zu solchen Zwecken stark und fein genug sind, und in vielen sieht man keine Spur davon. Bringt man Flachs- oder Hanffasern unter ein Vergrösserungglas, so unterscheidet man sie sehr leicht in der Pflanze selbst von dem Zellgewebe, welches sie umgibt. Sie haben nämlich dicke Wände und in der Regel keine Querwände, wie das umgebende Zellgewebe; man kann einen Flachsfaden von einem Fuss Länge und darüber unter einem Vergrösserungsglase hinziehen, ohne eine Spur von Querwänden zu entdecken. Die dicken Wände sichern diese Fasern vor der Zerstörung durch die Fäulniss, und sie widerstehen daher beim Rösten des Flachsес in stehendem Gewässer derselben, indem das Zellgewebe mit den Spiralgefässen verfault, beim Trocknen brüchig wird und sich dann durch Schlagen und Brechen von den Baströhren entfernen lässt.

Diese Röhren sind in den neuesten Zeiten vorzüglich genau untersucht worden. Zuerst hat Hugo Mohl in der: Erläuterung und Vertheidigung meiner Ansicht von der Structur der Pflanzensubstanz (Tübingen 1836); die wichtigsten Eigenschaften derselben aufgefunden. Fast zu gleicher Zeit erschien Valentins Abhandlung über den Bau der vegetabilischen Membran, insbesondere der secundären Verholzungsschichten, in dessen Repertorium für Anatomie und Physiologie B. 1. S. 88. Meyen hat in seiner Pflanzen-Physiologie I. 97 umständlich von diesen Röhren, die er Pleurenychym nennt, gehandelt und Abbildungen derselben in ihren verschiedenen Zuständen gegeben. Alles ist zusammengestellt und gehörig beurtheilt in Hugo Mohls Abhandlung: Über den Bau der vegetabilischen Zellmembran, Tübingen 1837, und abgedruckt in der botanischen Zeitung B. 22. S. 81. Ich werde sie hier nach meinen Beobachtungen beschreiben, und muss nur die Erinnerung hinzufügen, dass die Schriftsteller, vielleicht zu rasch, das was sie an diesen Röhren bemerkten, auf alle Zellen und Gefässe anwandten.

Die Baströhren (*tubuli fibrosi*), so wollen wir sie nennen, weil sie das ausmachen, was wir Bast zu nennen pflegen, befinden sich erstlich in der Rinde der Dikotyledonen immer gegen das Holz zu, aber noch im Parenchym der Rinde, und zwar in der Regel in runden oder halbrunden Bündeln, die sich nachher seitwärts ausbreiten, ja sogar zuweilen eine zusammenhängende Schicht bilden. Sie haben dicke Wände, wie schon oben gesagt wurde, und diese zeigen im Querschnitt in der Regel Schichten, doch nur in alten Stämmen und Zweigen, woraus sich wohl schliessen lässt, dass eine Schicht nach der andern abgesetzt wurde. Die Baströhren haben eine deutliche Höhlung, zuweilen mit Körnern, auch mit einer ungeformten Masse angefüllt, und an den kleinen Körnern bemerkt man nicht selten eine Bewegung, auch sind sie zuweilen Körner von Stärkmehl. Sehr oft, sogar meistens ist die Höhlung offen, so dass die Röhre eine Rinne bildet, in der die körnige Masse gleichfalls offen darliegt. Die Höhlung geht nicht immer ganz durch, sondern sie ist hier und da geschlossen und zwar dadurch, dass sich die Wände der Röhre mit einander vereinigt haben, wobei sich die Fasern der Wände krümmen und die Höhlung einfassen. Zuweilen erweitert sich dagegen die Höhlung mit der darin liegenden Körnermasse und zugleich die ganze Röhre plötzlich, wie man an den Baströhren in den Asklepiadeen besonders sieht. Die Baströhren haben, wie erwähnt, selten Querwände, und wo sie sich finden, durchziehen sie nur die Höhlung, ohne die dicken Wände zu durchschneiden, da man hingegen in einer Reihe von Parenchymzellen deutlich sieht, wie die Wände der Zellen selbst an der Scheidewand Theil nehmen. Denn die Querwände der Zellen im Parenchym entstehen dadurch, dass die Zellen auf einander stehen; diese Wände sind also eigentlich keine wahre Querwände, in den Baströhren aber sind sie es allerdings. Ein Beispiel von einer Querwand in einer Baströhre von *Cephalartus Frider. Quil. III.*, einer Cycade, sieht man Ausgew. Abbild. H. 2. T. 2. F. 6. Viele Querwände dieser Art zeigen sich in den Baströhren des gemeinen Zimmts, und einige dieser Röhren, besonders diejenigen, welche dünneren Wände haben, machen einen deutlichen Übergang zum Parenchym, und mögen auch

dazu gerechnet werden. Die Baströhren endigen sich mit verschlossenen stumpfen Enden unregelmässig, bald hier bald da, sind also von verschiedener Länge und gleichen in dieser Rücksicht dem Prosenchym. Man kann dieses besonders an den Baströhren in den jungen Zweigen von *Nerium Oleander* deutlich sehen. Meyen behauptet, sie wären in der Jugend Zellen, die mit ihren Enden auf einander ständen, und wenn die Querwände resorbirt würden, eine Röhre darstellten. Er kochte bei Mitscherlich Leinwand mit concentrirter Salzsäure, wodurch sie in sehr kleine Stücke zerfiel, und hielt diese Stücke für Absätze, aus den ursprünglichen Zellen entstanden. Aber die Baströhren in jungen eben getriebenen Zweigen haben durchaus keine Querwände, dagegen sieht man in der dicken Wand Querstreifen, gleichsam Glieder oder Absätze, die Meyen meinen mag, jedoch keineswegs mit einer solchen Querwand verbunden, wie sie oben angegeben wurden. An den ältern und grössern Baströhren, besonders in den Apocyneen und Asklepiadeen, doch auch in einigen andern Pflanzen, bemerkt man eine Streifung von Fasern, die schraubenförmig gewunden sind, ja in der Regel kreuzen sich die Fasern. Dass Meyen dieses als einen Beweis für seine Theorie ansah, welche die Membran aus Spiralfasern entstehen lässt, war zu erwarten. Aber die ganze Röhre besteht aus Fasern, die in den innern Schichten ganz gerade sind, da, wo eine Höhlung sich schliesst, Bogen bilden und in den äussern Schichten sich spiralförmig oder vielmehr schraubenförmig winden. Sie sind ziemlich dick, aber wenn sie gepresst werden oder trocken geklopft, wie in manchen Zeugen, erscheinen sie sehr feinfasrig, dass also die dicke Faser sich noch weiter trennen lässt. Der sogenannte Manila-Hanf, nämlich die Fäden aus den Blättern der *Agave americana*, zeigt dieses deutlich. In der offenen Rinne der Baströhre sieht man zuweilen diese dickern Fasern sich durchschlängeln oder durchwinden, einzeln oder zwei um einander in entgegengesetzter Richtung.

Eine sonderbare Abänderung machen die ästigen Baströhren, von denen Meyen einige Formen in seiner Pfl.-Phys. T. 6. F. 2—5. aus der *Ceropegia aphylla* abgebildet hat. Sie sind aber noch in vielen andern Pflanzen und vorzüglich schön

und mannigfaltig in der Rinde von Daphne Mezereum zu finden. Bald haben sie ganz kurze am Ende verdickte Äste, bald sind diese länger, aber auch am Ende verdickt und abgestumpft. Bald spaltet sich die Baströhre, indem die Wände sich von einander entfernen und die Höhlung zwischen ihnen aufhört. Eine wahre Verästelung findet aber weiter nicht Statt.

Die Baströhren sind nicht selten mit den sogenannten eigenen Gefäßen verwechselt worden, oder vielmehr man hat sie zuweilen für eigene Gefäße gehalten, mit denen sie durchaus keine Verbindung haben. Mirbel nennt sie noch immer vaisseaux laticifères. Eine Flüssigkeit ist auch in ihnen nie wahrgenommen worden; sie sind dagegen mehr als andere innere Pflanzenteile trocken und fest.

In den Stämmen unserer einheimischen Bäume findet man Baströhren, aber nicht in den Kräutern, die Malvaceen*) und Urticaceen und vielleicht noch andere Familien und Gattungen ausgenommen. Aber es ist oft schwer, sie vom Prosenchym zu unterscheiden und aufzusuchen, wenn sie in geringer Anzahl vorhanden und nicht sehr dickwandig sind.

In den Stämmen der Monokotylen fehlen die Baströhren nicht, auch liegen sie dort immer gegen die äussere Oberfläche in der Nähe der ersten Holzbündel. Sie bilden ebenfalls Bündel im Stämme der Palmen und Cykadeen von dickwandigen und inwendig geschichteten Röhren, wie in den einheimischen dikotylen Bäumen. S. Ausgew. Abb. H. 2. T. 2. Fig. 4—6. Aber sie sind auch sonst nicht selten. In dem Stämme der Gräser findet man sie sehr ausgebretet und fast einen Ring um den Stamm darstellend, zwar nicht so dickwandig als in den Cykadeen, aber doch so, dass man sie von dem naheliegenden Parenchym dadurch unterscheiden kann. Eben so kommen sie in dem Stämme der Liliaceen und verwandten Gewächse vor; sie machen dann mit engen Zellen von Parenchym oder Prosenchym zusammen einen Ring im Stämme. S. den Längsschnitt aus dem Stämme von Polygonatum vulgare, Abb. T. 4. F. 6.

*) Man bedient sich des *Malvaviscus arboreus* Cavan. in Brasilien, um daraus Stricke und Taue zu machen. S. eine Abhandlung darüber von Joaquim de Amorim Castro in den *Memorias economicas da Adademia das Sciencias de Lisboa* T. 3. S. 392.

In den Wurzeln der Kräuter sind sie selten, wenn gleich der Stamm derselben Pflanze sie in Menge besitzt; doch findet man sie in der Wurzel von *Althaea officinalis*. So lange die Wurzel unserer Bäume noch jung ist, fehlen sie, und erst in den ältern Zweigen kann man sie finden, die dann überhaupt dem Stamm ganz ähnlich werden.

Die Blätter der Dikotylen enthalten sie, und zwar immer, wenn sich dergleichen im Stämme befinden. Auch liegen sie hier in den Blattnerven und in der Nähe der Spiralgefässe, gewöhnlich durch Prosenchymzellen davon getrennt. So finden sie sich gross und stark in den Blättern vom Oleander und den Blättern der Bäume und Sträucher, in deren Stämmen ebenfalls grosse und starke Baströhren angetroffen werden. Dagegen sucht man sie vergeblich in den Blättern vieler Kräuter, wenn sie nämlich dem Stämme fehlen oder undeutlich sind. In den langen und schmalen Blättern der Monokotylen begleiten sie die Spiralgefässe der Blattnerven, auch wenn diese durch die Mitte des Blattes laufen, wie in *Agave americana*. Man benutzt die Blätter dieser Pflanze wie gesägt als Hanf, man zieht die Baströhren heraus und flieht daraus Schnüre, Beutel und ähnliche Sachen, die sehr hübsch sind, weil die Fäden sehr weiss werden. Es geschieht schon in Portugal, wo sich die Nonnen damit beschäftigten. Auf eine ähnliche Weise benutzt man in Südamerika die Blätter von *Musa textilis*, um mancherlei Geflecht daraus zu ververtigen. Der Gebrauch der Blätter vom Neuseeländischen Flachs (*Phormium tenax*) ist in dieser Rücksicht bekannt genug geworden; die Eingeborenen von Neuseeland bedienten sich desselben schon, als die ersten europäischen Seefahrer dahin kamen. Die Fäden dieser Pflanze sind ausserordentlich stark, und erscheinen so schon unter dem Vergrösserungsglase.

In den Stämmen der weniger ausgebildeten Wasserpflanzen, der Najadeen nämlich, findet man lange Röhren, ohne alle Querwände und zwar an der Stelle der Spiralgefässe, deren Verrichtungen sie vermutlich haben. Sie unterscheiden sich von den gewöhnlichen Baströhren, dass sie viel zarter sind und dass man in ihnen keine Spur von irgend einer Höhlung bemerkt; sie sind überall ganz durchsichtig.

Warum Meyen die Baströhren Faserzellen nannte, ist schwer einzusehen, da man in den meisten keine Querwände und keinen Zellenbau findet. Sie gleichen nur darin den prosenchymatischen Zellen, dass sie mit zusammengezogenen und verschlossenen Enden sich hier und da endigen, wie schon oben gesagt wurde. Ich habe diese Baströhren vormals, doch zweifelhaft, Gefäße genannt und hinzugefügt, sie hätten zwar das äussere Ansehen von Gefässen, aber nicht ihre Verrichtung. Allerdings ist dieses richtig, denn nie habe ich in ihnen gefärbte Flüssigkeiten aufsteigen gesehen. Aus diesen Gründen habe ich sie Baströhren genannt, weil sie den grössten Theil von dem ausmachen, was wir Bast nennen. Oder will man sie lieber Faserröhren nennen, um das Wort den lateinischen Tubuli fibrosi näher zu bringen?

Baströhren von gewöhnlicher Form sind T. 1. F. 1. u. 2 bb. abgebildet.

Ich habe oben S. 61 Prosenchym von Parenchym unterschieden, aber von dem ersten nur kurz die Kennzeichen angegeben. Hier, wo es darauf ankommt, das Prosenchym von den Baströhren zu unterscheiden, da zwischen beiden ein Übergang von einem zum andern Statt findet, ist es nöthig, umständlicher davon zu reden. Meyen meint in seiner Pfl.-Physiol. (S. 73), der Unterschied zwischen Prosenchym und Parenchym sei nicht bedeutend, er bestehe nach meinen Angaben darin, dass dort die Zellen mit schiefen Endflächen auf einander ständen, aber hier mit geraden, nun sehe man aber die Endflächen der Zellen in mannichfältigen Winkeln gegen die Wände geneigt, und so scheine ich selbst in den Grundlehrnen der Botanik keinen grossen Werth auf die Unterscheidung gelegt zu haben. Aber es war nicht sowohl von den schiefen Endflächen die Rede, als davon, dass die Zellen mit ihren Enden neben einander liegen und nicht auf einander. Die beiden Enden der Zelle haben sich zusammengezogen, und so sind die Zellen spindelförmig geworden, und da sie sich nun nicht mehr mit ihren zusammengezogenen spitzen Enden vereinigen können, so liegen sie neben einander. Die Enden reichen bald mehr, bald weniger über einander hinaus und bilden auf diese Art ein Gewebe, welches sich beim ersten

Blick von dem Parenchym unterscheidet. Dass Übergänge zwischen dem Prosenchym und Parenchym vorkommen, läugne ich keinesweges, aber überall finden sich im Pflanzenreiche Übergänge. Nicht selten findet man zwischen lauter Prosenchymzellen zwei lange Zellen, die mit ihren zwar etwas zusammengezogenen aber doch ziemlich breiten Endflächen sich mit einander verbinden, und noch häufiger sieht man da, wo Prosenchym dem Parenchym anliegt, Mittelformen zwischen beiden in nicht geringer Anzahl. Dennoch können und müssen diese beiden Formen des Zellgewebes wohl unterschieden werden, da sie in ihren Hauptformen sehr von einander abweichen und auch ihre bestimmten Stellen in der Pflanze einnehmen.

Auf der andern Seite gehen die Prosenchymzellen zu den Baströhren über. In der echten Zimptrinde (*Cinnamomum acutum*) befinden sich deutlich Prosenchymzellen, die mit ihren Enden aneinander liegen, aber dickwandig sind wie die Baströhren. Man kann auf diese Weise den echten Zimt von dem gemeinen unterscheiden, der, wie schon oben erwähnt wurde, Baströhren hat, welche zum Parenchym übergehen. Einen andern Übergang zeigen die getheilten Baströhren, von denen ebenfalls oben die Rede war, die, wenn sie wieder sich vereinigen, eine längliche Zelle darstellen.

Das Prosenchym findet sich am häufigsten in den Dikotylen und zwar in den holzigen Theilen derselben. Es begleitet in diesen Theilen überall die Spiroiden und macht mit diesen vereint das Holz der Pflanzen. Wo die Rinde sich vom Holze trennt, geschieht es immer im Prosenchym und zwar gerade da, wo die Spiroiden anfangen. Die Bastbündel liegen in der Rinde und werden vom Holze durch Prosenchym geschieden, so dass die innerste Rinde niemals aus Baströhren besteht, sondern immer aus Prosenchym. In den Kräutern hingegen, wo jene Trennung nicht Statt findet, macht das Prosenchym mit Parenchym und Bastbündeln zusammen eine Schicht aus, welche das Holz überall umschliesst. In den Monokotylen ist das Prosenchym seltener und an seiner Stelle findet sich sehr oft ein Parenchym von langen und schmalen Zellen. Auch geht es oft in Parenchym über. Es begleitet auch hier die Spiroiden, und bildet mit Parenchym und Bast-

bündeln die Schicht, welche die Rinde von dem Innern scheidet, da hier das Holz nur in einzelnen Bündeln, nicht in Schichten vorkommt. Die Bastbündel liegen in den Stämmen der Palmen und Cykadeen wie in den Dikotylenstämmen im Parenchym, und die Schicht, welche die Rinde scheidet, fehlt hier ganz und gar. Auch ist das Prosenchym in den Monokotylen oft schwer vom Parenchym zu unterscheiden, dessen Endflächen schiefliegen.

Die innere Rinde vieler Sträucher und Bäume, welche aus Prosenchym besteht, wird gar oft zu Zeugen gebraucht, wie die Baströhren, ja es ist noch weniger Zubereitung zum Gebrauch nöthig, als wenn man Baströhren anwenden will, denn das Prosenchym ist schon ein Gewebe, die Baströhren müssen erst gewebt werden. Da der innere Theil der Rinde, besonders wenn er etwas zäh ist, auch Bast genannt wird, so könnte man das Prosenchym mit dem deutschen Namen Bastgewebe benennen, zum Unterschiede von den Baströhren, und auf eine ähnliche Weise Rinden- oder Markgewebe das Parenchym. Ein solches Bastgewebe sieht man sehr deutlich in der inneren Rinde von Seidelbast (*Daphne Mezereum*), der seinen Namen davon hat, ein Name, der von Seidenbast verstimmt ist, weil der Bast glänzt. In den Thymelaceen der natürlichen Ordnung, wozu *Daphne* gehört, findet sich überhaupt ein solcher zäher Bast nicht selten; die innere Rinde der Lagetta *lintearia*, eines Baumes auf Jamaika, St. Domingo und in Mexiko, besteht aus dünnen Lagen und erscheint, wenn sie geklopft und dadurch ausgedehnt wird, wie ein feines Netzwerk, welches man anwendet und Spaltenrinde (*lace bark*) nennt. Aus der inneren Rinde von *Broussonetia papyrifera* macht man in Japan Zeuge von mancherlei Art und Papier. Der Baum kommt im südlichen Deutschland gut fort, erfriert aber leicht im nördlichen, und wird wegen seiner Grösse und breiten Blätter in Italien an den Wegen gepflanzt. In den aus der inneren Rinde verfertigten Zeugen findet man immer ausser dem Prosenchym auch Bastfasern, die ihnen besonders die Festigkeit geben, wie man an den Zeugen von den Südseeinseln sehen kann. — Die Zellen des Prosenchym's enthalten oft kleinere Parenchymzellen, Anfänge der Markstrahlen.

Es giebt Zellen in den Pflanzen, welche den Übergang zu den Spiralgefässen machen, indem sich in ihnen eine Faser schraubenförmig umhérwindet. Wir wollen sie Spiral- oder Faserzellen nennen. Zuweilen verästelt sich diese Faser, wie in den Spiralgefässen, zuweilen bildet sie Ringe, wie in den Ringgefässen. Zuerst sah Hedwig Spuren von solchen Fasern in den Blättern von *Sphagnum cymbifolium*.*). Dann beobachtete sie Moldenhawer genauer (Beiträge S. 55—91 T. 4. F. 2—5.). Treviranus untersuchte sie in der Membran der Sporidochien von *Equisetum* (Vom inwend. Bau der Gew. T. 4. F. 24.). Aber diese Beobachtungen waren an Moosen und Farnen angestellt, von der gewöhnlichen Form abweichenden Gewächsen. Da bemerkte zuerst Rob. Brown an den Samen (der *Caryopsis*) von *Casuarina torulosa* (Verm. Schrift. I. 91) unter der äussersten Membran eine Lage von Spiralgefässen, wie er sagt, welche Labillardière, der sie nicht genau beobachtete, eine spinnwebenartige Umhüllung nannte. Nach diesem Fingerzeige hat man eine solche Umhüllung an andern Früchten und Samen aufgesucht und gefunden, z. B. an den Samen der *Collomia*, wo sie Lindley zuerst bemerkte, an den Karyopsen der Labiaten, den Früchten von *Hydrocharis Morsus ranae*, wo sie Nees von Esenbeck fand, und so an einigen andern. Nun erschien eine vortreffliche Abhandlung von Purkinje: *Commentatio de antherarum cellulis fibrosis*, Vratislav. 1830, der eine ganze Schicht von solchen Faserzellen in den Antheren fand, und zwar unter einer äussern Schicht von Zellen ohne Fasern. Sie lassen sich hier in den grössern Antheren sehr gut beobachten; man sieht, dass die Spiralfasern in Zellen liegen und zuweilen umgibt eine doppelte Schicht von Faserzellen die Anthere. Die Haut, welche die Fasern umschliesst, ist oft ungemein zart, ja es ist mir zuweilen nicht gelungen sie zu finden. Die Faserzellen kommen ferner in den Rindenzellen von *Helleborus foetidus*, *Sambucus nigra* u. a. m. vor. An den Luftwurzeln der Orchideen hat sie Meyen zuerst bemerkt,**) und in seiner Pfl.-Physiol. führt er die Faserzellen

*) J. Hedwig *Fundamentum Histor. natural. Muscorum frondosorum*. Lips. 1782. I. p. 25. T. 3. F. 13 h.

**) *Phytotomie* von F. J. F. Meyen. Berlin 1830, S. 163. T. 11. F. 1.

der Luftwurzeln einer von ihm entdeckten Art von Stelis als einen Beweis für seine Meinung an, dass die Pflanzenmembran aus Spiralfasern bestehe. Indessen ist die Membran zwischen den Fasern hier wohl zu sehen, wie schon Mohl (Flora B. 22. S. 92) gezeigt hat. An den Luftwurzeln von *Epidendrum cochleatum* sieht man eine dreifache Schicht von Faserzellen im Umfange der Wurzel, nur an der Spitze fehlen sie, und an ihrer Stelle finden sich Zellen mit einem Kern oder Bläschen in der Mitte. Die Faserzellen sind zum Theil merkwürdig gebaut; es gehen nämlich die Fasern von den Wänden umher nur bis in die Mitte der Zelle und hören dort in der Mitte auf, spitz sich endend. Die zweite Schicht der Faserzellen an dem Samen der *Casuarina torulosa* ist ebenfalls von einer eigenthümlichen Beschaffenheit. Die Faserzellen sind dort sehr lang wie die Baströhren, auch ohne alle Querwände, und endigen sich wie diese mit stumpfen Enden hier und da an unbestimmten Stellen. Sie bestehen ganz und gar aus einer regelmässig gewundenen Spiralfaser, zwischen deren Windungen man keine Membran entdeckt; s. die Abbildung zu den Grundlehrnen der Kräuterkunde Th. 1. S. 186. T. 3. F. 1. Meyen nahm zuerst davon Anlass zu behaupten, dass die Pflanzenmembran ganz aus Spiralfasern bestehe. Mohl hat diese Faserzellen auch an der zarten innern Haut unter der äussern Schale der Kürbissamen gefunden, und so ist es kein Zweifel, dass man sie noch an vielen andern Stellen in den Pflanzen finden werde.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen die Schleimausflüsse mit Spiralfasern, welche Schleiden nach Horkels Anzeigen aus der Epidermis der Karyopsen von *Ocymum Basilicum*, *Salvia verticillata*, *S. Horminum*, *S. Spielmanni* und den Samen von *Leptosiphon androsaceus* in Müllers Archiv f. Physiologie f. 1838 T. 4. F. 26—30. u. F. 34. abgebildet hat. Er sagt wenig davon. Ich habe sie an den Karyopsen von *Salvia runcinata*, *S. canariensis* und *S. hirsuta* besonders beobachtet. Wenn man einen kleinen Schnitt von der äussern Umhüllung der Karyopse macht und einen Wassertropfen darauf bringt, so strömt Schleim in länglichen Massen aus der zweiten Zellenschicht, wie es scheint, mit einem Male hervor. In diesen Schleimhaufen entdeckt man Spiralfasern und zwar sehr deutlich in den Ausflüssen von

Salvia canariensis, die mit ihrer Schleimumhüllung ein vollständiges Spiralgefäß vorstellen, ja man sieht die Faser zuweilen ästig und verwickelt, wie sie in den Spiralgefassen vorkommt. Die Schleimausflüsse der Karyopsen von *Salvia runcinata* hingegen zeigen eine Haut, wie ein Gefäß, in denen die Windungen der Spiralfasern sehr schwach ausgedrückt, aber sehr dicht sind und steiler in die Höhe steigen, als es in den Spiralgefassen in der Regel zu sein pflegt. In den Ausflüssen von *S. hirsuta* waren die Spiralfasern locker gewunden und wenigstens an den oberen Theilen ganz ohne Schleimüberzug. In den Zellen, woraus diese Schleimausflüsse hervorzugehen pflegen, sieht man einzelne wenige, dunkle und dicke Querstreifen, als wären die Spiralfasern in einige Haufen zusammengezogen. Der Ursprung der Spiralgefässe scheint mir hier angedeutet zu sein. Das Dickflüssige ist, wie schon gesagt, ein Gemenge von Festem und Flüssigem; die Theile haben sich also hier und da geordnet, und bilden eben dadurch das Feste im Flüssigen. So ist es hier in den Zellen geschehen, aber die Bildung ist dadurch aufgehalten, dass alles Flüssige entwich und das Feste allein zurückblieb. So wie nun den festen Theilen ihre Beweglichkeit wieder gegeben wird, hier durch Zusatz von Wasser, fängt die Bildung von Neuem an, die Fasern entwickeln sich und treiben dadurch den Schleim hervor, der sie umhüllt. Dass die Spiralfaser Ursache des Ausflusses ist, zeigt die Gestalt des Ganzen, indem der Schleim nur die Faser umhüllt, und zuweilen, wie wir gesehen, entwickelt sich die Faser frei ohne Schleim. Wir können uns also mit Mohl Zellen und Gefäße vorstellen, als gebildet aus einer Membran, über welche auf der innern Seite sich eine Schicht hingelegt hat, nur mit dem Zusatze, dass diese Schicht gallertartig war und dass sie auch mit der äussern Umhüllung der Membran zugleich entstehen konnte. Wir wollen zwar nicht mit Meyen annehmen, dass die Membran der Zellen und Gefäße aus Spiralfasern bestehe, wohl aber ist es deutlich genug, dass der Pflanzenstoff ein Bestreben habe, sich spiralförmig oder schraubenförmig zu gestalten. Dadurch entstehen die Spiralfasern der Gefäße, der Zellen, die oft nicht vollendet sind, und der Baströhren; dadurch entstehen, indem

die gallertartigen Fasern zusammenfliessen, die Poren der Gefässen, die noch spiralförmig geordnet sind. Die Poren der Zellen stellen das äusserste Ende dieser Bildung dar; die ausgebretete gallertartige Masse hat sich überall verbreitet, und das Bestreben Spirale zu bilden, hat sich nur an den Stellen gezeigt, wo wir die hellen Stellen der Wände sehen, die man Poren nennt. Doch dieses wird noch deutlicher werden, wenn wir die innern Bildungen der Gefässen im Zusammenhange betrachtet haben.

Spiralzellen sind T. 2. F. 2. abgebildet.

Ich muss hier noch der porösen Zellen erwähnen, welche neben den Gefässen oder auch an ihrer Stelle vorzukommen pflegen. Sie sind mit einer Menge von Poren (hellen Stellen) versehen, die fast immer in einer Spirale stehen, haben schiefe Wände und liegen parallel mit den Enden in derselben Querlinie, bald als Parenchym - bald als Prosenchymzellen. Die porösen Zellen T. 1. F. 2 c. sind dieser Art. Da sie sich im festen Holze befinden, so will ich sie Holzzellen nennen (cellulae ligneae).

Zehnte Vorlesung.

Gefässer. Verschiedenheiten derselben.

Zu den Gefässen rechne ich nur diejenigen Röhren, welche gefärbte Flüssigkeiten aufnehmen und weiter fortführen. Sie unterscheiden sich sehr auffallend von den Zellen des Zellgewebes, diese mögen noch so lang sein, und eben so von den Baströhren, in denen man das Aufsteigen jener Flüssigkeiten nie bemerkt hat. Auch ist es eine blosse Hypothese, dass diese Gefässer in dem ersten Zustande an einander gereihte Zellen sind, welche durch Resorption der Zellwände da, wo sie sich an einander reihen, zu Gefässen werden.

Von diesen Gefässen stellen die Spiralgefässer die Musterbildung dar, und die mannichfältigen Gestalten der Gefässer überhaupt sind nur Abänderungen derselben. Die

Spiralgefässe bestehen aus einer cylindrischen Röhre, in welcher eine Spiralfaser sich schraubenförmig umherwindet. Wir mögen daher die Gefässe, von welchen hier überhaupt die Rede ist, Spiralgefässe, oder auch Spiroiden nennen. Es ist dem Pflanzenreiche eigenthümlich, dass die Abänderung der Gestalt sich auf eine oder auf einige Musterbildungen zurückführen lasse, und so ist es auch hier mit den Gefässen.

In der Geschichte der Königl. Societät zu London, welche 1687 daselbst erschien, wird gesagt, Th. Henshaw habe schon 1661 Spiralgefässe aus einem Wallnussbaum der K. Societät vorgezeigt. Da nun Neh. Grew in einer kleinen Script: *The Anatomy of Vegetables* begun. Lond. 1671, noch nichts von diesen Gefässen weiss, so schien mir die Angabe verdächtig. Meyen meint zwar, Grew sei damals noch nicht Mitglied der Societät und überhaupt noch nicht von Bedeutung gewesen, aber Grew sagt selbst, dass er den ersten Theil seiner *Anatomy of Vegetables*, die 1682 erschien, schon 1670 und 1671 dem Präsidenten der K. Societät vorzulesen übergeben habe, es ist also nicht wahrscheinlich, dass er gar nichts sollte von jener Entdeckung gehört haben. Malpighi schickte seine *Anatomia plantarum* schon 1671 nach London, wo sie 1675 gedruckt wurde, und es muss dabei bleiben, dass dem eine Entdeckung gebührt, der sie zuerst durch den Druck bekannt gemacht hat. Man war damals sehr eifersüchtig auf Entdeckungen in den Naturwissenschaften und der Mathematik, und nicht selten mischte sich die Nationalehre hinein.

Malpighi hatte mit diesen Gefässen zugleich die Luftröhren in den Insekten mikroskopisch untersucht, und die grosse Ähnlichkeit, welche er zwischen beiden fand, bewog ihn auch, die Spiralgefässe der Pflanzen für Luftröhren zu halten. Er nannte sie daher tracheae, ein Ausdruck, den die Franzosen beibehalten haben, die sie trachées nennen. Als nun Reichenel entdeckte, dass es Spiralgefässe wären, in denen die gefärbten Flüssigkeiten aufsteigen, fand die entgegengesetzte Meinung Beifall, dass sich nämlich der Nahrungssaft in diesen Gefässen bewege. Hedwig wollte beide Meinungen vereinigen; er meinte, der Nahrungssaft steige in der hohlen Spiralfaser auf, welche sich um das Gefäss winde, die Höhlung des Gefässes

enthielte Luft. Er nannte daher diese Gefässse *ductus pneumatocochylieri*. Vermuthlich kam er auf diesen Gedanken durch die Betrachtung der mit Tinte oder einer andern nicht ganz klaren gefärbten Flüssigkeit gefüllten Gefässse; der dicke färbende Stoff setzt sich dann um die Spiralfaser an, und die dünnere, weniger gefärbte Flüssigkeit färbt die zarte Haut des Gefässes oft so wenig, dass man die Färbung kaum erkennt. Die Täusobung wurde bald bemerkt, wenn auch die Erscheinung blieb. Hedwigs Meinung fand keinen Beifall, weil man die Höhlung in der Faser nicht finden konnte, und weil man auch deutlich sah, dass die gefärbte Flüssigkeit die ganze Röhre erfüllte. Ob aber diese Gefässse Luft oder Nahrungsstaft führen, darüber sind die Meinungen der Schriftsteller noch bis jetzt getheilt, und wir wollen erst dann davon reden, wann wir die verschiedenen Formen der Gefässse betrachtet haben.

Zuerst von der Röhre selbst. Einige, wie Sprengel, Kieser und neuertlich Trevoranus (Physiol. I. 91), haben sie ganz gelängnet; sie meinten, die Faser winde sich frei im umgebenden Zellgewebe umher. Meyen glaubte einst, sie wachse später nach. Aber in den meisten Fällen sieht man sie ganz deutlich, und man muss wohl bedenken, dass zarte völlig durchsichtige Häute unter dem Vergrösserungsgläse nicht leicht erkannt werden. Indessen möchten sie doch wohl zuweilen fehlen, wie auch in den Faserzellen zuweilen die Wände zu Schalen scheinen, und wie man in den Schleimauswürfen der Samen und Karyopsen zuweilen Spiralfasern ohne Hülle sieht, wie in der vorigen Vorlesung gesagt wurde. Doch will ich nicht entscheiden, da man sich hierin gar zu leicht irren kann.

Wenn aber die Haut oder die Röhre vorhanden ist, so entstehen diese Fragen: befindet sie sich ausserhalb der Spiralfaser oder innerhalb derselben, oder zwischen ihren Windungen. Dass sie sich innerhalb der Spiralfasern befindet, hat meines Wissens nur Hedwig behauptet, wenn ich ihn richtig verstanden habe, was bei seiner unklaren Darstellung nicht leicht ist. Wo es so scheint, sieht man bei genauer Untersuchung deutlich, dass die Haut zwischen den Windungen nur eingezogen war, aber die Windungen selbst noch umgibt. Es befindet sich also die Spiralfaser innerhalb der Röhre.

Dieses ist auch die Meinung von Mohl und der meisten neuern Pflanzen-Anatomen. Mirbel, Dutrochet und Andere meinen dagegen, dass die Haut nur zwischen den Windungen sich befindet, welches durch die eben angegebenen Beobachtungen widerlegt wird. In den schon erwähnten Schleimausflüssen aus den Karyopsen der Labiaten sieht man deutlich, wie eine Haut die Spiralfaser umgibt.

Die Spiralfaser ist unter starken Vergrösserungen ziemlich breit und fast ein Band zu nennen. Ich sahe dieses Band an den Rändern abgerundet und nicht verdickt. Meyen sah sie oft verdickt und sogar auch vierkantig. Mohl in seiner Schrift über die Pflanzensubstanz (S. 29) sagt, die Faser zeige auf einem Querschnitt, dass sie aus zwei Schichten bestehe, gleichsam aus einem Mittelstrange und aus einer Scheide. In den Fasern der Faserzellen von Oncidium maximum hat Meyen Querstreifen gesehen, als bestände die Faser aus Gliedern (Pfl.-Physiol. S. 124).

Die Windungen der Faser sind dichter oder lockerer, zuweilen so dicht, dass man keine Haut zwischen ihnen wahrnimmt, zuweilen so locker, dass die Windung in eine gerade Linie übergeht, wie gegen die Spitze der Wurzeln. Nicht selten sieht man sie in einem und demselben Bündel dicht und locker gewunden, ja in den meisten Fällen ist die Dichte der Windungen in einem solchen Bündel nicht gleich. Die Windungen der Faser werden lockerer, indem das Spiralgefäß wächst, d. h. sich nach allen Richtungen erweitert, aber dieses geschieht auch auf eine sehr verschiedene Weise, und man sieht oft in der ersten Jugend der Gefässe weite und lockere Windungen.

Die Faser windet sich bald von der Rechten zur Linken, bald umgekehrt, und man findet in einem und demselben Bündel die Fasern bald rechts, bald links gewunden. Meyen sagt, es sei sehr schwer die Richtung der Faser zu bestimmen. Man hat ihn darüber zurecht gewiesen und gesagt, das sei sehr leicht. Aber Meyen redet nicht von der Wahrnehmung, die gar leicht ist, sondern von der Bestimmung, in Bezug auf die Richtung rechts und links. Er will, man solle sich in das Gefäß stellen und so die Richtung beurtheilen. Aber die

Bestimmung ist, wie bei den Windungen überhaupt, leicht, wenn man sagt, mit dem Laufe der Sonne und gegen den Lauf der Sonne, wie schon Grew that, als er behauptete, die Spiralfaser sei in den Wurzeln anders gewunden, als in den Stämmen. Ja es ist gar nicht selten, dass in einem Gefässе zwei Fasern in entgegengesetzter Richtung sich herumwinden.

Die Spiralfaser lässt sich zuweilen abwickeln, zuweilen nicht. Die meisten Schriftsteller meinen, sie sei im letzten Falle stärker mit der Röhre verwachsen als im ersten. Das mag sein, aber sie lässt sich auch abwickeln, wenn die Membran sehr zart ist, und sich um die Faser nach dem Risse so zusammenzieht, dass man sie nicht gewahr wird. Übrigens scheint es nicht von grosser Bedeutung zu sein, ob die Fasern sich abwickeln lassen oder nicht.

Die Faser der Spiralgefässe ist sehr zäh. Wenn man einen Rosenzweig nicht ganz zerbricht, so sieht man sie auf der Bruchfläche allein nicht zerrissen, und man kann sie dann mit einer mässigen Lupe oder mit blossen Augen erkennen. Eben dies ist der Fall, wenn man die Blätter von *Plantago major* und andere aus einander reisst, wo die Gefässe sich in den Rissen der Blattnerven zeigen.

Oft sieht man zwei oder mehr Fasern, die sich zugleich in derselben Röhre umherwinden. Sprengel und Mirbel haben zuerst zwei beobachtet, dann sah man immer mehr; ich selbst sah bis 15. Die grösste Zahl bemerkte ein gewisser de la Chesnaye in Amerika an der *Musa paradisiaca*, nämlich 22.* Sehr oft theilen sie sich erst im Verlauf in zwei Fasern, die dann mit einander sich herumwinden, und wenn jede wiederum sich theilt, so begreift man, wie endlich gar viele zugleich sich winden können. Man bemerkte dieses oft zufällig bei Längsschnitten. Allerdings sieht man in der Jugend oft nur einfache Fasern, im Alter vielfache, aber dass sie sich nach und nach erst theilen, möchte ich nicht mehr behaupten.

Nicht selten nimmt man wahr, dass die Äste einer Windung sich mit der folgenden obern oder auch untern Windung vereinigen, und so, wenn dieses öfter geschieht, den Anfang

*^o) *Annal. du Museum d'Histoire natur.* 7. 296.

eines Netzwerkes machen. Noch deutlicher wird dieses Netzwerk, wenn kurze, rechtwinklig auslaufende Äste die Windungen an vielen Stellen verbinden, und zuweilen gehen diese Äste so von den Windungen ab, dass sie Längsstreifen durch das Gefäss darstellen. Solche netzförmige Spiralgefässe sind von vielen Schriftstellern beschrieben und abgebildet worden, auch finden sich dergleichen in meinen Anat. bot. Abbildungen zur Erläuterung der Grundlehren und in den Ausgew. Abbild., auch werden sie in der Anatomie der Pflanzen in Abbildungen erscheinen.

Gar häufig sieht man helle Punkte oder kleine, helle, runde Stellen an den Windungen der Spiralfaser in einer auf- und niedersteigenden Reihe, gewöhnlich an den Seiten der Röhre, aber auch in der Mitte derselben. Wenn die Faser locker gewunden ist, so befindet sich diese Stelle da, wo sich an den Seiten die Faser windet, das heisst da, wo man an den Seiten durch die beiden Windungen, der vordern und der hintern, durchsehen muss. Ist die Faser aber ganz abgerollt, so bemerkt man umher zuweilen unregelmässige Erhabenheiten, als wäre die Faser dort verwachsen gewesen. In den porösen Gefässen findet man die helle Stelle an den Seiten zwischen den Poren, gleichsam als Anzeichen der Windungen, die mit andern zusammengeflossen sind. Ich empfehle diese Stellen zur näheren Untersuchung.

Moldenhawer redet (Beiträge 250. 262) von Längfasern der Gefässe, denen er eine grosse Wichtigkeit für die verschiedene Gestaltung derselben beilegt. Man findet allerdings diese Längfasern nicht selten, aber bessere Untersuchungen, als die von Moldenhawer, haben seine Lehren über den Werth, den er diesen Fasern beilegt, vergessen gemacht. Sie röhren zuweilen von anliegenden Zellen her; meistens aber sind sie die rechtwinklig von den Windungen abgehenden Äste, von denen kurz vorher die Rede war.

Wenn man die Verästelungen und Vereinigungen der Fasern oder vielmehr Bänder in Gedanken fortsetzt, so kommt man zuerst zu den Gefässen mit länglichen scheinbaren Querspalten, und bei noch weiter fortgehender Vereinigung zu den Gefässen mit scheinbaren Poren. Ich sage scheinbar, weil in den

meisten Fällen eine Haut die Spiralfaser umschliesst, folglich nicht wahre Öffnungen vorhanden sind, sondern nur Stellen, die wegen der Zartheit der äussern umgebenden Haut hell erscheinen. Sprengel nannte die Gefässer mit länglichen Querspalten Treppengänge (*vasa scalariformia*). Diese Spalten, wenn sie schmal sind, stellen unter dem Mikroskop eine erhabene Linie dar, und so hielten sie auch Sprengel, Rudolphi, Bernhardi und ich selbst vormals für Erhabenheiten. Aber man darf nur bei gehörig starken Vergrösserungen der Faser folgen und man wird bald finden, dass diese Stellen nicht Fortsetzungen der Faser und Erhabenheiten, sondern vielmehr Zwischenräume oder Lücken sind. Mirbel, der sie falsche Tracheen (*fausses trachées*) nennt, sah sehr richtig mit Treviranus, dass hier vielmehr Spalten als Hervorragungen sich befinden. Nach Mohls Untersuchungen *) umschliesst eine dünne Haut sowohl die Spalten als die Poren, die wegen ihrer Durchsichtigkeit nicht sichtbar ist, und die scheinbaren Spalten und Poren als wirkliche ansehen lässt. In einigen, doch seltenen Fällen scheinen sie, wie die Poren in den Zellen, wirkliche Öffnungen zu sein, wenn nämlich keine Haut die Öffnungen umschliesst oder beim Ausdehnen geschwunden ist, wie die Färbungen mit Jodtinktur zu zeigen scheinen. De Candolle und Meyen nennen die Gefässer mit länglichen Spalten, gestreifte Gefässer oder Röhren; ein nicht passender Name, wenigstens müsste man quergestreifte sagen. Eben so nennen Mohl und Meyen die porösen Gefässer und Zellen getüpfelte, um nicht poröse zu sagen, aber Tüpfel bedeutet in unserer Sprache eine Erhabenheit, welche hier sich niemals findet; wir mögen also die Ausdrücke Spaltengefässer und poröse Gefässer behalten, weil es leicht ist, sich daran zu erinnern, dass die Spalten und Poren meistens scheinbar sind. Der Name poröse Gefässer röhrt von Mirbel her, der sie mit Recht mit den vorigen in eine Reihe stellt. Der Ursprung der Poren und Spalten aus den Windungen der Spiralfaser zeigt sich auch dadurch, dass sie sehr oft in einer Spirallinie oder vielmehr Schraubenlinie stehen. Die Poren sind rund oder auch länglich, und

*) S. *De Palmarum structura*. Monach. 1831. Fol. S. 26.

in dem letztern Falle lässt sich aus der Längenaxe der Poren auf die Richtung der zum Grunde liegenden Spiralfaser schliessen, die zuweilen kreuzend wird. Auch haben die Poren in den Coniferen und den Cycadeen in der Regel einen Hof, der in den übrigen Bäumen und Sträuchern seltener und meistens viel kleiner ist, z. B. in den Weiden, *Sambucus nigra* u. a. m. Der Hof zeigt in den Coniferen nicht selten concentrische Ringe, gleichsam Abnahme von Schichten. Diese so wie andere Erscheinungen deuten allerdings auf eine oder gar mehr Schichten in den Gefässen.

Wir sehen hier also einen deutlichen Übergang von dem einfachen Spiralgefasse zu dem porösen Gefässen durch mannichfaltige Übergänge; wir sehen hier deutlich eine ursprüngliche Gestalt auf mannichfaltige Weise sich in andere Gestalten verändern, die man in ihrer äussersten Umgestaltung nicht für gleichartig halten möchte. Kein Wunder, wenn die ersten Beobachter, Sprengel, Rudolphi, ich selbst u. a. m. glaubten, dass die Spiralgefässen sich nach und nach und mit dem Alter in alle die verschiedenen Formen verwandeln könnten, die oben angezeigt sind. Mirbel unter den Franzosen und Treviranus in Deutschland blieben aber standhaft dabei, dass diese Formen ursprünglich wären. Das war richtig und hart. Eine ursprünglich kleinlich verschiedene Gestaltung! Doch es ist der Begriff der Metamorphose in dem Sinne, wie die Botaniker ihn fassen, welche die Blütentheile der Pflanzen für Metamorphosen der Blätter halten, ohne dass sie darum glauben, dass jedes Blumenblatt bei seinem ersten Entstehen ein wirkliches Blatt gewesen sei. Dieser Begriff ist es, welcher hier die Einheit wieder herstellt, die in den kleinen Verschiedenheiten sich verliert. In diesem Sinne habe ich die Verschiedenheit der Spiralgefässen, — so will ich sie der Urform wegen nennen, oder wem dieser Ausdruck zu enge scheint, der mag Spiroiden sagen — in der zweiten Ausgabe meiner Grundlehren der Kräuterkunde aufgefasst. Meyen ist in seiner Pflanzen-Physiologie gewissermassen gefolgt. Nachdem ich aber die Schleimausflüsse aus den Karyopsen der Salveiarten gesehen und beachtet, ist mir Alles noch deutlicher geworden; die Bildung der einfachen Spiralgefässen ist einer vollkommenen Krystalli-

sation zu vergleichen, die Bildung aller übrigen Spiroiden einer mehr oder weniger gestörten. Wenn ich mich hier des Ausdrucks Krystallisation bediene, so möge man nicht glauben, dass ich beide in ihren Gründen für einerlei halte; ich will sie nur in einigen ihrer Äusserungen einander gleichstellen. Die Krystalle entstehen, wie ich in einer besondern kleinen Schrift gezeigt habe,* aus einer reinen ungetrübten Flüssigkeit plötzlich; die Spiroiden aus einer schleimigen trüben Flüssigkeit nicht so plötzlich, sondern langsamer und nach und nach. Jene sind in ihren kleinsten Theilen immer gehörig krystallisiert, hier setzen aber den kleinsten Theilen mancherlei äussere Umstände und selbst der grössere Widerstand des mehr oder weniger schleimigen Grundstoffs mannigfaltige Hindernisse der Ausbildung entgegen. Dass hiebei die umgebenden Zellen und Gefässer hemmend einwirken, wird man wohl erwarten. Es lässt sich dadurch erklären, warum beinahe zugleich an ähnlichen Stellen einfache Spiralgefässer und poröse Gefässer hervorkommen, warum ein und dasselbe Gefäss an einem Ende ein Spiralgefäss, am andern ein poröses ist; eine Beobachtung, die schon Mirbel als beweisend gegen die Behauptung angeführt hat, dass ein poröses Gefäss aus dem Spiralgefäss entstehe, und endlich, warum in den ältern Pflanzen und ihren Theilen mehr netzförmige und poröse, aber weniger einfache Spiralgefässer von Neuem sich bilden, als in den jüngern; in den letztern wird nämlich die Ausbildung weniger gestört, als in den erstern. Der erste Schritt zur Bildung ist das Zurückziehen des Schleims von einer bestimmten Stelle der äussern Haut, auch wohl ohne diese in einem Kreise, oder noch weiter in einer länglichen Lücke, die sich zur Spalte erweitert, bis endlich die Faser oder vielmehr das Bändchen sich löst und als Spiralfaser frei umher sich windet, alles dieses in einem Bestreben, welches auf verschiedenen Stufen der Bildung gehemmt wurde. Noch ehe die Spiralfaser ganz sich sondert, bleibt sie durch Querbänder vereinigt, die von der Umgebung bewirkt, Längsfasern bilden, durch welche ein netzförmiges Gefäss erzeugt wird. Nicht immer geht eine

* Über die Bildung der festen Körper. Berlin 1841. 8.

Längsfaser weit durch, sie setzt hier ab und fängt dort wieder an, um die Mannichfaltigkeit noch grösser zu machen. Oder die Spirale, an einigen Stellen frei, bleibt an den übrigen mit der nächsten verbunden, die Faser verästelt sich, verbindet sich auch nicht selten mit der folgenden und macht so ein anderes weniger deutliches Netz. In den gewöhnlichen porösen Zellen ist die Ausfüllung der ersten zum Grunde liegenden Membran so unregelmässig, dass nur der erste Schritt zur Spiralfaser, die Porenbildung, geschehen kann, in den Faserzellen ist sie zur Vollendung gekommen, doch zuweilen nicht so sehr, dass die Spiralen sich völlig ausbilden konnten.

Auf der ersten Tafel Fig. 2 * ist ein Längsschnitt durch einen jungen Zweig von *Salix pentandra* vorgestellt, der in Wasser erzogen am 14. März erst zwei Wochen alt war. Hier sieht man, neben dem Mark a, bei d nur ein Paar einfache, abzuwickelnde Spiralgefässe, dann folgen bei c die Ansänge von Holzzellen noch sehr undeutlich, und kaum wird man bei b eine Baströhre gewahr. In Fig. 2, dem Längsschnitte eines Zweiges desselben Baumes von vorigem Jahre, zu gleicher Zeit mit dem daran befindlichen jungen untersucht, sieht man neben dem Marke a bei d wiederum einfache Spiralgefässe, denen zur Seite bei e ein netzförmiges Gefäss steht, offenbar erst später nachgewachsen, weil man davon keine Spur im jungen Zweige sieht, und so unter grösserm Widerstande entwickelt; dann folgen die völlig entwickelten Holzzellen bei c, auch ein ausgebildetes Bündel von Baströhren bei b, worauf die Rinde f das Ganze umgibt, mit Krystalldrusen hier und da versehen, wovon allerdings im jungen Zweige Fig. 2 * keine Spur zu sehen ist. Es erhellit aus diesen Abbildungen, dass sich das Ganze in allen seinen einzelnen Theilen nicht allein durch jene allgemein bildende Kraft erweitert und vergrössert hat, von der schon öfter die Rede war, sondern dass auch Gefässe, Baströhren und Zellen von Neuem angewachsen sind, und zwar immer neben einem oder einigen Theilen derselben Art, welche schon in dem jungen Zweige vorhanden waren. Bei der allgemeinen Erweiterung entstanden hier Lücken, welche durch einen bildenden Stoff, durch einen

Schleimerguss (cambium) gefüllt wurden, der im Gefässen überging.

Ich will bei Gelegenheit dieser Figuren 2 und 2* eine Bemerkung über die grossen Körner in den Zellen einschieben. Man sieht Fig. 2* sowohl im Marke a, als in der Rinde f des jungen Zweiges, einzelne grosse Körner zwischen andern kleinern. Es sind, wie ich meine, die Cytoplasmata von Schleiden, wenigstens haben andere Schriftsteller es so genommen. Hier sind sie grünlich, aber in den Zwiebeln von Allium Cepa und vielen andern jungen und ungefärbten Theilen sind sie hell und durchsichtig und in der Regel ohne alle kleinere Körner. Es entstehen aber aus diesen grossen Körnern keine Zellen, sondern kleinere Körner, wie hier aus Vergleichungen der beiden Figuren 2 und 2* hervorgeht, und wie man in den andern Gewächsen ebenfalls sehen kann. De caisne hat in der Abhandlung über den Mistel solche Körner Phakoeysten genannt, von *φακός* eine Linse und *εστία* eine Blase, eine Benennung, die man immer beibehalten mag, wenn auch das Korn nicht immer linsenförmig ist.

Da nun ganze Gefässer nachwachsen, wie wir eben gesehen haben, so lässt sich auch vermuten, dass in den Gefässen selbst durch eine allgemeine oder besondere Schleimabsonderung oder auf eine andere Art etwas nachwachsen könne. Wir haben schon in den Baströhren Schichten gesehen, welche sich höchst wahrscheinlich nach und nach gebildet hatten, wir werden auf Erscheinungen in den Spiralgefäßsen treffen, welche ein Ähnliches vermuten lassen. In den gewöhnlichen porösen Zellen scheint der innere Absatz zu wenig gleichförmig zu sein, um solche Schichten hervorbringen zu können.

Mohl sagt in seiner Abhandlung über den Bau der Ringgefäßse (Flora B. 22. S. 676): „dass die Faser der Spiralgefäßse kein eigenthümliches, für sich bestehendes Gebilde ist, sondern als die in spiralförmiger Richtung in eine oder in mehrere parallel laufende Bänder getheilte secundäre Membran des Gefässschlauches betrachtet werden muss, darüber kann für den, welcher die Entwicklungsgeschichte der Spiralgefäßse und der Spiralzellen untersuchte, und die durchgreifende Analogie dieser beiden Bildungen unter einander und mit den getüpfelten

Zellen erkannte, kein Zweifel Statt finden." Dieser Ausspruch hat sein Wahres darin, dass die Faserbildung eine besondere, von der äussern Röhrenhaut getrennte Bildung ist, die aber gleichzeitig mit der Haut entstehen kann, und aus einer Schleimverbreitung entsteht, die man, wenn man will, eine Membran nennen mag.

Die Spiralgefässe legen sich mit ihren Enden an einander, aber auf sehr verschiedene Weise, bald mit abgerundeten Enden, bald mit schief und scharf abgeschnittenen. Zuweilen nähert sich diese Verbindung dem Anreihen der Parenchymzellen an einander und geht ganz darin über. Vielleicht führt dieses daher, dass die Wände bei der Vergrösserung und Erweiterung der Gefässe eine gerade (senkrechte) Richtung auf die Wände des Gefässes bekommen, da sie sonst schief waren. Nicht selten findet man auch ein grosses Gefäss mit stumpfen Enden, worauf sich zwei andere schief angesetzt haben, ja man findet auch wohl ein solches grosses stumpfendiges Gefäss, auf welches sich ein anderes eben so grosses gesetzt und sich danach geformt hat. Alles dieses findet man besonders in alten Stämmen und Zweigen, da hingegen in der Jugend ein deutliches Aneinanderlegen der Gefässe bemerkt wird. Ja man sieht nicht selten im Alter und im Holz deutlich zerriessene Gefässe, auch wohl eckige Zellen in den Lücken, die später entstanden sein mögen. Gefärbte Flüssigkeiten dringen durch die Scheidewände; oft bemerkt man gar kein Hinderniss, zuweilen scheint die Flüssigkeit sich in der Nähe derselben verdickt zu haben. Dicke Flüssigkeiten, z. B. schwarze Tinte, steigen überhaupt nicht gleichförmig auf, sondern lassen hier und da schwarze Häufchen; selbst die Lackmustinktur färbt die Gefässe nicht gleichförmig. Es versteht sich, dass man die Stellen zur Untersuchung wählen muss, welche sich über der Oberfläche der Flüssigkeit befinden, woren der Zweig getaucht wurde, denn unter derselben wird die gefärbte Flüssigkeit mit desto grösserer Gewalt in die Gefässe gedrückt, je höher die darüber stehende Säule von Flüssigkeit ist. Aber auch an diesen Stellen findet man nur die Gefässe gefärbt, und weder Baströhren noch Zellgewebe.

Die mit ihren Enden an einander liegenden Gefässe sind

nun länger oder kürzer, zuweilen sehr kurz und zellenartig an einander gereiht. Man findet die letzten meistens da, wo Knospen oder Zweige aus dem Stamme und der Wurzel entspringen, besonders in dem letztern Falle. So sind sie in den Ausgew. Abb. H. 1. T. 3. F. 9. aus der Wurzel von *Reseda odorata* vorgestellt. Mirbel hat diese Form zuerst beschrieben und Rosenkranz Gefäße (*vaisseaux en chapelet* *) genannt. Etwas länger und viel dünner findet man sie daselbst T. 4. F. 8. aus dem Übergange des Stammes in die Wurzel von *Daucus Carota* abgebildet. Aus der Knospe von *Tradescantia undulata* sieht man sie Abb. T. 4. F. 1. und von *Iris haematocephala* daselbst F. 4. *Treviranus* (V. innern Bau 68. Beitr. 27) beschreibt die zweite Form sehr genau und nennt sie gar nicht unpassend wurmförmige Körper, auch zeigt er die Stellen an, wo sie gefunden werden. *Moldenhawer* meint, sie entstanden durch Zusammenschnürungen, und *Kieser* folgt ihm, eine unrichtige Ansicht. Ich hielt sie vormals für verschobene Gefäße, nachher für jugendliche, aus denen sich grössere entwickeln. Dass dieses zuweilen der Fall sei, glaube ich noch immer, aber keinesweges, dass dieses beständig geschehe. Man mag diese Gefäße mit *Meyen* kurzgliedrige nennen, wenn gleich der Name nicht ganz passend ist.

Wo die Gefäße in Seitenzweige übergehen, wenden sich von dem Bündel einige derselben zur Seite, indem die übrigen ihren Weg verfolgen. Eine wahre Verästelung hat man nie gefunden, und diese Gefäße gleichen darin den Nerven im Thierreiche, bei denen ebenfalls die Verästelung der Bündel nur dadurch geschieht, dass ein Strang zu dem andern übergeht. Am zierlichsten ist das Netzwerk in den Blumen, wo die Bogen, welche die Gefäße machen, ganz und gar aus kurzgliedrigen, wahrhaft wurmförmigen Gefässen bestehen, die sich dicht an einander legen. S. die Anat. bot. Abb. T. 18. F. 6. und 7. aus den Blümchen von *Syngenesisten*.

Die Gefäße endigen sich in den Wurzeln oft in zarte Fäden, an denen man kaum eine Windung noch erkennt, wie man dergleichen Anat. hot. Abb. T. 2. F. 7. und Ausgew. Abb.

*) *Annal. du Museum d'Histoire natur. T. 5. p. 83. Taf. 8.*

H. 1. T. 5. F. 3. sieht. Aber dieses ist nicht die einzige Art, sondern zuweilen geschieht dieses auch mit stumpfen Enden, an denen man nur die trübe, vielleicht schleimige Röhre erkennt, ohne Spur von Spiralfaser. Mit solchen dünn stumpfen Enden sieht man sie auch in den äussersten, neu gebildeten Holzschichten, z. B. in der Birke Abb. T. 6. F. 9., wo ich in der Erklärung bemerkt habe, sie möchten wohl aus dem Nebenaste in das Holz des Hauptastes übergegangen oder vielmehr eingewachsen sein. Endlich endigen sie sich auch schief und scharf abgeschnitten, als ob dieses mit einem Messer geschehen wäre, welches doch nicht wegen der Gleichförmigkeit des Abschnittes und weil es zu oft vorkommt, der Fall sein kann. Diese Verschiedenheit erinnert wieder an die Mannichfaltigkeit der Schleimausflüsse aus den Früchten der Labiaten. Die Spiralgefässe aus der inneren Knospe scheinen auch in der Mitte derselben als zarte Röhren mit deutlicher Spiralfaser zu entspringen, ohne mit den Gefässen in dem Holze des Mutterzweiges zusammenzuhängen. In dem ersten, frühesten Zustande, wo die Gefässen noch nicht lange entstanden und gebildet scheinen, sind sie schwach ausgedrückt, z. B. in den Wurzeln, wo sie sich dünn und stumpf endigen; in der äussersten Holzschicht der Birke im Frühling, wo zarte Gefässen mit kleinen Poren den Saft ergieissen, und eben so in der jüngsten Holzschicht der Rosskastanie, Abb. T. 7. F. 11. 12., wo sie aus der Knospe in den Mutterzweig vermutlich eingewachsen sind.

Ich muss noch einer besondern Form von Gefässen erwähnen, der *Ringgefässe* nämlich. Die Faser bildet hier vollkommene Ringe, die in einer Röhre, oder auch frei über einander stehen. Die Faser hat dieselbe Breite wie die Spiralfaser, und gar oft sieht man in derselben Röhre, wo Ringe vorkommen, die schraubenförmig gewundene Spiralfaser in einen vollkommenen Ring sich endigen. Die Ringe stehen in verschiedener Entfernung von einander, doch in der Regel weiter als die Windungen der Spiralfaser, und nie stehen die letztern so weit aus einander als die Ringe. In der Regel ist eine Röhre vorhanden, worin die Ringe liegen; in einigen Fällen ist es mir aber nicht möglich gewesen, eine solche zu

finden, ungeachtet die Ringe weit aus einander standen und sehr gross waren. Diese Gefässen hat Bernhardi zuerst unterschieden und in einer besondern Schrift beschrieben.*). Ich glaubte früher, das Ringgefäß entstünde aus dem Spiralgefäß durch Zerreissung, und Rudolphi, Sprengel, Meyen traten bei, Moldenhawer und Kieser sagten, das geschehe nie, Andere sagten, die Natur zerreisse sich nicht, Meyen fuhr fort es zu behaupten, Schleiden und Mohl schrieben darüber (Flora B. 22. S. 321 und 673), und allerdings war das Resultat, dass die Ringgefäß eben so früh erschienen als die Spiralgefäß. Doch war die Übereinstimmung beider Arten von Gefässen so gross, dass man beide für Metamorphosen derselben Art halten musste, in der wahren Bedeutung des Wortes Metamorphose. Die Ringgefäß sind besonders häufig in den Monokotyledonen, und zwar in den schnellwachsenden Schäften derselben. Mit dem Zerreissen konnte es so schlimm nicht gemeint sein, denn der Ring musste sich doch schliessen, also eine Vereinigung des Gesonderten geschehen. Und so möchte die Erklärung wohl dahin zu ändern sein, dass in den Ringgefäßen nicht Stoff genug vorhanden war, um die Spirale auszubilden, dass sich daher die Fasern schlossen und nur einen Ring bildeten.

Nicht allein im Innern der Böhren ist Bestreben der Spiralfbildung, sondern auch in der ganzen Röhre. Man sieht oft ein ganzes poröses Gefäß in breiten Spiralfächern abgerollt. Ein solches Gefäß ist Anat. bot. Abb. T. 9. F. 8. abgebildet. Das beweiset nun keinesweges eine Zusammensetzung der Membran aus Spiralfasern, denn die umhüllende Membran ist vermutlich so zart und so fest an die folgende innere angewachsen, dass sie mitfolgt, wenn die letztere zerrissen wird. Wohl aber beweist es eine ursprüngliche Anordnung der Theile in Spiralen oder Schraubenlinien. Es ist schon oft die Rede davon gewesen, dass immer das Dickflüssige ein Gemenge vom Festen und Flüssigen sei, und so war vermutlich in der ersten ursprünglichen Schleimausdehnung hier und da die Spiralfaser schon völlig ausgebildet, aber noch nicht ganz gesondert. Denn die Abwickelung geschieht in einem breiten Bande, viel breiter als das Spiralfächer gewöhnlich zu sein pflegt.

*) Über Pflanzengefäß u. eine besondere Art derselben. Erfurt 1805.

Die Tannenbäume (Coniferen) weichen in Rücksicht auf die Gefässbildung von den übrigen dikotylen Bäumen etwas ab, doch nicht so sehr als man gewöhnlich annimmt. In der Nähe des Markes findet man hier, wie in jenen, vollkommen ausgebildete Spiralgefässe, die gar oft einzelne Ringe enthalten, öfter, als sie sonst vorzukommen pflegen. In *Ephedra monostachya* zeigt sich sogar ein völliges Ringgefäß dicht am Mark. Neben diesen gewöhnlichen Spiralgefässen erscheinen zuweilen Spiralgefässe von besonderer Art. Die Faser ist nämlich viel zarter und feiner als an den gewöhnlichen Spiralgefässen, welche ihnen zur Seite stehen; die Windungen sind selten recht deutlich, sondern man sieht nur Querfasern von einer Wand zur andern gehen; übrigens ist die Faser nicht selten gespalten. Diese Gefässe fehlen in vielen Coniferen, z. B. in *Araucaria*; in andern sind sie wenig von den Spiralgefässen zur Seite verschieden, am deutlichsten findet man sie am *Taxus*, wo sie schon lange bekannt sind, und Anat. bot. Abb. T. 13. F. 9. 10. abgebildet. Auf diesen Gefässen, die man fasrige Spiralgefässe nennen könnte, kommen gar nicht selten Poren vor, und zwar die gewöhnlichen mit einem Hof umgebenen Poren der Coniferen. Hier sind die Erscheinungen verschieden. Zuweilen befinden sich dort, wo die Poren stehen, gar keine Spiralfasern, zuweilen winden sich diese gleichsam sorgfältig um die Poren weg, zuweilen ziehen sie sich aber über den Hof der Poren hin. Es ist wohl ohne Zweifel, dass die Spiralfasern später entstanden sind als die Poren, um die sie weggehen, und nur zuweilen, vielleicht wenn der Hof niedrig ist, in ihrem Lauf nicht gehindert werden. Sie sind also, wie Mohl sehr richtig in seiner Abhandlung über die Zellmembran gesagt hat, einer dritten Schicht anghörig, indem die erste die äusserste Membran des Gefäßes ausmacht, die zweite aus den gewöhnlichen Spiralfasern und dem Porenüberzuge besteht, die dritte aber diese zarten Spiralfasern enthält. Nun folgen in dem Stämme oder dem Aste, nach Aussen zu, die porösen Gefässe der Coniferen, die Meyen, etwas ungeschickt, Prosenchymzellen nannte, von verschiedener Art. Die Poren sind erstlich gross und liegen in einer Längsreihe, ohne Hof. Die Poren sind zweitens rund, mit einem Hof, in

einer oder mehreren Längsreihen; besonders haben die Araucarien mehre solcher Reihen. Sieht man auf die vertikale Wand, so bemerkt man inwendig hohle Anschwellungen, in die eine kleine Öffnung führt; jene bildet den Hof, diese die sogenannte Pore. Drittens sieht man elliptische Poren mit einem Hof, nicht selten in zwei Längsreihen; die grossen Axen der Ellipsen liegen in einer von der rechten zur linken, oder auch umgekehrt schief aufsteigenden Richtung, oft beides zugleich in einem und demselben Zweige; deutend auf Spiralen, die einander entgegen gewunden sind. Endlich zusammenge setzte Poren in einer Reihe mit einem Hof; zwei elliptische Poren kreuzen einander. Es scheinen hier also zwei Schichten hinter einander zu liegen mit einer entgegengesetzten Spirali chung. Dass diese Poren mit einer Haut überzogen sind, zeigt ihre grüne und gelbe Färbung. Poren mit Höfen, aber immer kleiner als in den Coniferen, finden sich auch in den Cykadeen, den Weiden, im Hollunder und in andern Ge wächsen, aber fasrige Spiralgefässe, wie im Taxus, sind mir sonst nicht vorgekommen.

Elfte Vorlesung.

Verrichtungen der Gefässe. Aufsteigen des Saftes in denselben.

Die beiden Entdecker der Spiralgefässe oder Spiroiden, wenigstens die ersten, die sich mit ihrer Untersuchung ernst lich beschäftigten, Malpighi und Grew, hatten schon entgegengesetzte Meinungen über die Verrichtungen derselben; eine Meinungsverschiedenheit, welche bis auf die jetzige Zeit nicht allein fortgedauert hat, sondern auch bis auf einige unbedeutende Ausnahmen allein geblieben ist. Malpighi hielt sie für Luftröhren wegen ihrer Ähnlichkeit mit den Luftröhren der Insecten, Grew hielt sie für Saftgefässe, weil im Frühling der Saft aus dem Holze ausfliest, worin sich solche Gefässe befinden; zugleich aber meinte er, dass im Sommer der Saft

durch die Fasergefäße der Rinde (Baströhren und Prosenchymzellen) aufsteige, weil dann das Holz keinen Saft mehr ergiesst, die Rinde hingegen mehr saftig erscheint. Es ist schon oben gesagt worden, dass durch Reichels Entdeckung, der gefärbte Flüssigkeiten nur in Spiralgefäßen aufsteigen sah, die Meinung, welche diese Gefäße für Saftgefäße hielt, wiederum Anhänger fand, da lange Zeit der Name tracheae die meisten Botaniker für Malpighi's Meinung gewonnen hatte. Hedwigs Meinung, nach welcher die nährende Flüssigkeit in der Spiralfaser, die er für eine Röhre hält, aufsteigen, das umgebende Gefäss aber Luft führen soll, wurde besonders von Sprengel widerlegt, aber aus einem besondern Grunde. Es gelang ihm nämlich nicht, die Spiralgefäße mit gefärbten Flüssigkeiten zu füllen, weil er die Pflanzen in Töpfen damit begoss, und er sprach nun kühn die Meinung aus, dass man sich in dieser Hinsicht getäuscht habe. Die Spiralgefäße und zwar die Spiralfasern in ihnen dienten nach ihm dazu, den Trieb zu befördern. Er hat später diese Meinung aufgegeben, damals ging aber aus seinen Beobachtungen die Merkwürdigkeit hervor, dass keine gefärbte Flüssigkeit in den Spiralgefäßen aufsteigt, wenn diese unverletzt sind, was durch eine Menge von Versuchen bestätigt wurde. Damit sank nun der Beweis, den man von dem Aufsteigen solcher Flüssigkeiten hergenommen hatte, etwas, denn dieses Aufsteigen konnte eine Wirkung der Capillarität, ein Aufsteigen wie in Haarröhrchen sein, und es wurde weiter nichts dadurch bewiesen, als dass die Spiralgefäße eine zusammenhängende Höhlung haben, welche in einer Reihe von Zellen nicht Statt findet.

Doch wir wollen die Gründe für die beiden Meinungen von den Verrichtungen der Spiralgefäße oder Spiroiden einander gegenüber stellen. Die Ähnlichkeit mit den Luftröhren war, wie schon gesagt, der Grund, welcher Malpighi und seine Nachfolger vorzüglich bewog, diese Gefäße für Luftgefäße zu halten. Aber es kam noch ein anderer Grund hinzu, welcher die Gelegenheit von Luft in den Spiralgefäßen darzuthun schien. Bringt man nämlich dünne Scheiben, besonders von saftigen Pflanzen, unter Wasser, so sieht man nur an einzelnen Punkten Luftblasen hervorkommen, und zwar an solchen Stellen, wo in

der Luft kein Saft hervorquillt. An diesen Stellen sind immer bei genauer Untersuchung Bündel von Gefässen, welches man schon mit blossen Augen bemerken kann. Besonders gelingt der Versuch, wenn man ihn mit Pflanzen anstellt, welche grosse Spiralgefässe haben. Genau und scharfsinnig hat L. W. Th. Bischoff dieses darzuthun gesucht.*.) Er brachte ein Stück vom Stamme eines Kürbisses unter Wasser in die Glocke einer Luftpumpe, zog die Luft aus und sah nun deutlich die Luft nur aus den zehn Gefässbündeln ausströmen. Er stellte ferner einen jungen Stamm von einer Kartoffel, einen sogenannten Kartoffelkeim, mit einem Ende in ein offenes Glasgefäß, worin sich Wasser und etwas Schwefelsäure befand, setzte das Glasgefäß unter die Glocke einer Luftpumpe, leitete das andere Ende luftdicht durch einen Stöpsel der Glocke in ein Glasgefäß, worin sich Barytwasser befand. Als er nun die Luft aus der Glocke auspumpte, zeigten sich zuerst Luftblasen, welche aus den Gefässbündeln hervorkamen, dann aber fiel, wie in kleinen Fäden, ein Pulver von schwefelsaurem Baryt herab, welcher sich auf dem Boden sammelte. Es war also Luft in den Gefässen, und nachdem diese ausgepumpt war, drang Barytwasser durch die Gefäße und verbreitete sich in der Schwefelsäure. Den Stamm einer jungen Balsaminpflanze, von Blättern befreit, stellte er verkehrt in ein Gefäß mit Wasser und schloss den abgeschnittenen Stamm in die Röhre eines Trichters luftdicht ein, der oben in der Glocke einer Luftpumpe luftdicht befestigt war; das abgeschnittene Ende des Stammes übergoss er mit Dinte. Beim Auspumpen der Luft kamen an den abgeschnittenen Stellen des Stammes Luftblasen überall hervor, dann folgte die Dinte, und bei der mikroskopischen Untersuchung waren alle Gefäße mit Dinte gefüllt. Auch suchte er die Luft aus den Gefässen der Pflanzen so viel als möglich unvermischt zu erhalten, und fand sie reicher an Sauerstoffgas als die atmosphärische. Wenn sich auch gegen die letzten Versuche einige Zweifel erheben liessen, so beweisen doch die übrigen Versuche hinreichend, dass in gewöhnlichem Zustande die Gefäße nur Luft enthalten.

*) *De vera vasorum plantarum spirali structura et functione. Diss. inaug. Bonnae s. a.*

Aber diese Versuche entschieden noch nicht ganz. Würde man von dem Darmkanal eines Thieres behaupten, dass er nicht zur Ernährung diene, weil man ihn in der Regel leer findet? Hat nicht der Leerdarm (intestinum jejunum) seinen Namen erhalten, weil man ihn in der Regel leer findet? Das Wasser, mit den nährenden Stoffen leicht getränkt, geht schnell durch die Gefässe und ergiesst sich so schnell in die Zellen, dass es nicht zu verwundern wäre, wenn man jene in der Regel leer fände. Es ist also wenigstens nicht entscheidend erwiesen, dass die Spiralgefässe Luft führen.

Allerdings bewog die Färbung der Gefässe durch Flüssigkeiten zuerst die Naturforscher, die Spiroiden für die Nahrungsgefässe der Pflanzen zu halten. Mirbel in Frankreich hat, meine ich, zuerst und unbedingt dieses gelehrt. Ich habe dieses ebenfalls in meinen Grundlehren d. Anat. und Phys. d. Pflanz. behauptet. Nie ist es mir eingefallen Hedwigs Lehre zu vertheidigen, wie man mir angedichtet hat; ich wollte seinen Irrthum erklären, der daher rührte, weil an der Spiralfaser sich die trübe Flüssigkeit ansetzte und weil dieses durch eine Krümmung der Spiralfaser befördert wurde, indem die Farbe der übrigen dünnern Flüssigkeit im Gefässe nicht sichtbar ward. Dass die Säfte nur in dem Holz in die Höhe steigen, liess sich leicht beweisen. Man kann die Rinde von einem Baum ganz abschälen, ohne dass er darum abstirbt, man ringelt die Bäume, um sie fruchtbarer zu machen; durch die Rinde werden sie also nicht ernährt. Nun aber finden sich in der Rinde keine Gefässe, nur Zellgewebe. Wenn man dagegen das Holz wegschneidet, stirbt die Pflanze sogleich. Ich band (Grundlehren d. Ant. u. Phys. 27) an einen jungen Baum einen Stab fest, damit der Baum nicht umfiele, und schnitt nun behutsam unter der Rinde alles Holz weg, so dass die Rinde allein nur die Säfte hinaufleiten konnte, und das Bäumchen starb sehr bald. Ein anderer Versuch lehrte aber auch, dass der Saft sich schnell in das Zellgewebe ergiesse. Ich machte in dem Stämme eines jungen Apfelbaumes Ausschnitte durch das Holz bis zum Mark, und zwar in einer Schraubenlinie über einander, so dass kein Gefäss, auch selbst keine Zellenreihe, ohne Unterbrechung von unten nach oben gelangen konnte, und das

Bäumchen fuhr fort zu grünen und zu wachsen, ohne alle Störung. Es war also nothwendig, dass der nährende Saft sich sogleich seitwärts in andere Gefässe und Zellen ergoss, sobald er auf einen Ausschnitt traf, und so zu den oberen Theilen gelangte. Einen solchen Versuch hat schon Steph. Hales angestellt, *) auch ist er von de Candolle benutzt worden, um das Aufsteigen der Säfte in den Intercellulargängen darzuthun, wie wir unten sehen werden. Es ist also nicht zu verwundern, wenn die Gefässe meistens leer gefunden werden, denn sie geben ihren Saft schnell dem Zellgewebe ab, und der oben angeführte Grund dafür, dass die Spiralgefässe Luft führen, von ihrem gewöhnlichen saftlosen Zustande hergenommen, fällt hierdurch ganz weg. Alle diese Versuche zeigten indessen nur, dass der Nahrungssaft im Holze aufsteige, es könnte dieses also ebensowohl in dem begleitenden langzelligen Gewebe, als in den Spiroiden geschehen, und es wäre auch wohl möglich, dass die Spiroiden Luftgefässe wären, welche, wie im Thierreiche, diejenigen Theile begleiten, in denen der Saft sich bewegt; eine Meinung, die ich in den Nachträgen zu den Grundlehren der Anat. u. Phys. d. Pflanz. vorgetragen habe. Es schien mir aber für die Physiologie der Pflanzen sehr wichtig, darüber bestimmte Versuche anzustellen, und es gelang mir, die Aufnahme der nährenden Säfte in den Spiroiden selbst darzuthun. Sie sind in den Annal. d. sciences naturelles T. 23. p. 144 erzählt worden. Ich nahm also aus dem Königl. botanischen Garten zu Berlin ziemlich grosse Stämme von *Rhagodia Billardieri*, *Begonia divaricata*, *Styliodium fruticosum* und *Herrmannia althaeifolia*, jeden Stamm in einem Topfe, goss in den Tränker unter dem Topfe eine Auflösung von *Cyaneisenkalium* in 32 Theilen Wasser und erneuerte die Flüssigkeit immerfort mit neuer von derselben Mischung. Die Pflanzen lebten darin sehr wohl fort. Nach acht Tagen nahm ich die Tränker weg und brachte andere Tränker darunter, mit einer Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd in 32 Th. Wasser gelöst. Nach 24 Stunden untersuchte

*) *Statique d. végétaux. Par. 1735 p. 111.*

ich die Pflanze mikroskopisch und fand alle Spiroiden, Spiralgefässe sowohl als poröse Gefässe, mit einer blauen Flüssigkeit angefüllt, hingegen die anliegenden Zellen ganz ungefärbt. Diese Versuche zeigten nun, dass die Auflösung von Cyaneisenkalium bloss in die Gefässe aufgenommen wurde und nicht, wenigstens nicht unverändert in die Zellen kann. Es wird daraus höchst wahrscheinlich, wenn nicht gewiss, dass die Gefässe, von denen wir hier reden, diejenigen sind, welche den nährenden Saft zu den Theilen der Pflanzen führen.

Ich habe die eben erzählten Versuche an vielen Pflanzen angestellt, aber nicht immer mit glücklichem Erfolg; sehr oft sind sie fehlgeschlagen, und zwar dadurch, dass die Pflanzen starben, noch ehe die Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd konnte angebracht werden, meistens aber kurz nachdem diese angebracht war. Besonders gelang es mir nicht mit zarten Gewächsen, als Balsaminen u. dergl., am besten dagegen mit Pelargonien und andern harten, nicht sehr saftigen Pflanzen. Die oben angegebene Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd ist zu stark, doch habe ich bemerkt, dass wenn sie schwächer war, gar keine Wirkung erfolgte, die Pflanze wuchs fort, aber die Gefässe der Pflanze blieben ungefärbt. Es ist besser die Auflösungen in einen Tränker zu giessen und so aufsteigen zu lassen, als die Pflanze damit zu begießen, so dass der Stamm benetzt wird. Es ist mir sehr selten gelungen, die Wurzelgefässe auf diese Weise zu färben, auch nicht, wenn ich die Wurzeln oder Zwiebeln in die geeigneten Flüssigkeiten setzte. Sehr oft habe ich einzelne Zellen blau gefärbt gesehen, ohne dass die umgebenden Zellen oder die Gefässe gefärbt waren. Wenn man bedenkt, wie rasch der Saft aus den Gefässen in die Zellen übergeht, wie die oben angeführten Versuche zeigen, so wird man sich nicht wundern, dass solche Ungleichheiten, wie so eben erzählt worden, Statt finden können.

Ich will hier an eine Beobachtung von Carradori erinnern, deren ich schon in meinen Grundlehren der Kräuterkunde (I. 196) gedacht habe, die man sehr leicht mit auffallendem Erfolge nachmachen kann. Wenn man den Hauptkelch von Lattich (*Lactuca sativa*) mit einem Nadelknopf leise berührt,

so quillt sogleich ein Tropfen Milchsaft heraus.*¹) Hier dringt also der dickflüssige Saft sogleich durch die ebenfalls dicken Zellenhäute an die Oberfläche, wenn nur ein geringer Reiz ohne alle Verletzung angebracht wird, wie viel leichter muss die Durchdringung einer zarten Zellenwand von einem dünnflüssigen Saft sein!

Die Spiralgefässe reichen nie bis an das Ende der feinen Würzelchen, wodurch der Nahrungssaft eingesogen wird, sie endigen sich vorher auf eine verschiedene Weise, meistens aber durch eine äusserst zarte kaum noch gewundene Zaser. Die Spitze der Wurzeln besteht nur aus Zellen, von einer etwas verschiedenen Gestalt als die, woran sie sich nach oben schliessen, auch treten die äussersten in der Regel etwas über den Umfang hervor, fast wie Warzen oder Papillen. Diesen besonders gebauten Wurzelspitzen hat de Candolle zuerst, wenn ich nicht irre, den Namen Spongiolen gegeben. Dass durch diese der Nahrungssaft eingesogen wird, ist wohl kein Zweifel, und aus ihnen nehmen erst die Spiralgefässe den Saft auf und führen ihn weiter. Ihre Verrichtung besteht also vorzüglich darin, nicht sowohl überhaupt den Saft weiter zu führen, als dieses schnell zu thun, und ihn so zu den Ästen, Blättern und Blüten zu bringen. Dazu schicken sie sich auch vor allen innern Theilen am besten, denn sie gehen auf eine ziemliche Strecke ohne Unterbrechung fort, welches bei den Zellen, selbst den längsten, nicht der Fall ist. An einigen Stellen sind sie allerdings kurzgliedrig, oder kurze Gefässe legen sich wurmförmig an einander, wie wir oben gesehen haben, aber dieses scheint nur dort zu geschehen, wo der Saft eines Aufenthalts bedarf, um in die umgebenden Zellen überzugehen. Sie sind darin den Adern der Thiere ähnlich, denen ebenfalls der Nahrungssaft erst von andern Theilen zugeführt wird, um ihn durch das Blut weiter zu verbreiten. Die Wurzelspitzen, die Spongiolen, sind eine Art von Magen, in welchem die Säfte einige, wenn auch geringe Vorbereitung erhalten mögen. Immer scheint auch die Aufnahme von Flüssigkeiten durch die Wurzelspitzen langsamer zu geschehen, als durch die abgeschnittenen

*¹) Memor. di Matemat. e Fisic. d. Societa Italiana T. 22. P. 2. p. 30.

Gefässen selbst, und darin liegt wohl der Grund, warum die Gärtner, wenn sie Pflanzen versetzen, ihnen die Wurzeln beschneiden. Die Pflanze, welche oft schon etwas welk geworden ist, muss schnell eine Erfrischung haben, um nicht ganz zu verwelken.

Man könnte sagen, die Baströhren haben eben sowohl einen wenig unterbrochenen Kanal, wie die Gefässer, und möchten also auch zur Fortleitung des Nahrungssafes dienen. Aber wenn der Kanal derselben unterbrochen ist, dann geschieht es durch Verwachsen der Wände, so dass gewiss keine Feuchtigkeit durch kann, wie durch Querwände. Überdiess ist der Kanal der Baströhren sehr enge, oft mit einer körnigen Masse gefüllt, und endlich befinden sie sich in der Rinde, wo wie gezeigt der Saft nicht aufsteigt. Nur eine Verwechslung mit den Prosenchymzellen konnte die Meinung erzeugen, dass in ihnen und in den Baströhren der Nahrungssaft aufsteige. Aber die Verwechslung war leicht möglich, besonders vormals, wo die Mikroskope noch nicht zu der grossen Vollkommenheit gebracht waren, in der wir sie jetzt haben.

Dass der Saft in den Intercellulargängen aufsteige, erschien nicht mit Unrecht darum sehr wahrscheinlich, weil er sich auf diesen Wegen nach allen Richtungen leicht verbreiten kann, wie es die Erfahrung lehrt. Treviranus, der diese Theorie zuerst annahm, hat sie zuletzt selbst aufgegeben. Kieser, der ihm folgte, hat in den späteren Zeiten seine Untersuchungen über diesen Gegenstand, so viel ich weiss, nicht weiter fortgesetzt. Nur de Candolle hat diese Lehre wieder aufgefasst, doch sagt er nicht, dass er sie von einem andern hat. So wie der berühmte Verfasser sich der Anatomie der Pflanzen in der Ferne nähert, fängt er an zu straucheln. Er zeigt zuerst, dass der Saft im Holze aufsteige, und nun führt er den oben erwähnten Versuch von Hales an, welcher zeigt, dass der Saft sich seitwärts verbreitet, und meint, es könne dieses nicht anders geschehen als durch Intercellulargänge. Aber ausser den Gefässen besteht das Holz grösstentheils aus Prosenchymzellen, zwischen denen ich keine Intercellulargänge finde. Was er gegen meine oben erzählten Versuche über die Färbung des Saftes in den Spiroiden sagt, trifft nicht. „Diese merkwürdige

Thatsache," heisst es Physiol. I. 86, „beweiset nur, dass sich der färbende Stoff auf der Membran der Gefässe inwärts oder auswärts abgesetzt hat, wie es in den Knochen der Thiere geschieht." Aber warum setzte sich der färbende Stoff nur auf die Membran der Gefässe nieder? — Überhaupt sind die Inter-cellulargänge in den meisten Fällen sehr enge, auch so oft, besonders in verholzten Theilen, mit fester Materie angefüllt, dass man ihnen das Geschäft, den Nahrungssaft herbei zu führen, nicht zuschreiben kann.

Die Markstrahlen, bestehend aus Parenchymzellen, welche von der Rinde durch das Holz gegen das Mark zu strahlenförmig sich erstrecken, wurden bei den ältern Schriftstellern für ein Hauptmittel zur Beförderung der Saftverbreitung in den Pflanzen betrachtet. Die Theorie röhrt, wie ich meine, von Darwin her, der sie in seiner Phytonomie vorgetragen hat. Dass sie etwas Saft von dem Holz zur Rinde führen, ist wohl möglich, aber tief im Holze werden sie so zusammengedrückt und so saftleer, dass sie wenigstens nur eine geringe Menge Saft fortlassen können. Meyen glaubt, sie könnten wohl etwas dazu beitragen, den Saft seitwärts und aufwärts zu leiten, wenn der Lauf der Gefässe durch Ausschnitte, wie in den oben erzählten Versuchen, gehemmt ist. Aber sie werden nach oben durch das Prosenchym so oft unterbrochen, dass ihre Wirksamkeit nicht gross sein kann, und dass man doch die Hauptwirkung eben diesen Prosenchymzellen zuschreiben muss.

Eine sehr bekannte, jedoch merkwürdige Erscheinung ist das Thränen des Weinstocks im Frühling und das Ausfliessen von Saft aus den Stämmen der Birken, verschiedener Ahornarten und anderer Bäume, wenn man sie anbohrt oder anschneidet, ehe die Blätter ausschlagen. Man findet dann die Rinde fest am Holze anhängend und ganz trocken, so dass man durchaus keinen Tropfen von Saft daraus ziehen kann. Aber verletzt man das Holz z. B. einer Birke, so quillt an vielen Stellen der Saft hervor, sammelt sich bald in Tropfen und fliest in grosser Menge an dem Stamme herab, oft bis auf die Erde. Untersucht man einen feinen Schnitt vom Holze dicht unter der Rinde, woraus der Saft geflossen, mikroskopisch, so findet man eine Menge abgeschnittener poröser Ge-

fässer, nebst Prosenchymzellen und den Parenchymzellen der Markstrahlen, doch letztere in geringer Anzahl, auch wohl gar keine. Der Saft floss ohne Zweifel aus den porösen Gefässen, denn sie befinden sich auf dem Schnitt bei weitem in der grössten Menge, und nicht selten bemerkt man Luftblasen in ihnen, welche man nicht erkennen würde, wenn sie nicht mit Saft erfüllt und zum Theil ausgeleert wären. Es sind also keinesweges die Spiralgefässer um das Mark allein, welche den Saft in die Höhe führen, wie man wohl gesagt hat, sondern es sind auch die porösen Gefässer in den äussersten Holzschichten, wie denn überhaupt in der Verrichtung der Spiralgefässer und der porösen Gefässer kein Unterschied Statt zu finden scheint.

Über dieses Ausfliessen des Saftes beim Anbohren der Bäume haben wir schon früher sehr gute Beobachtungen von Walker.*) Sie zeigen, dass die Thätigkeit der Gefässer im Stämme von unten anfängt und nachdem das Wetter warm ist, immer höher steigt, bis endlich die Knospen anfangen zu treiben und die Blätter auszuschlagen, wo dann nach einer überall bekannten Erfahrung kein Saft mehr gewonnen wird. Bei wiederum eintretendem kalten Wetter hört auch der Saft wiederum auf, in den oberen Theilen des Stammes auszufliessen, und nur die untern Theile geben noch mehr oder weniger Saft, nachdem die Kälte geringer oder stärker ist. Es scheint also die Stockung des Saftes und die Anfüllung desselben im Holze von der Unthätigkeit der Gefässer in den höhern Theilen des Baumes herzurühren, die dann noch vom Winter gelähmt sind und erst von der Wärme müssen belebt werden, auch wiederum bei rückkehrender Kälte gelähmt werden. Sobald aber die Wärme anhaltend gewirkt hat und die Blätter anfangen auszuschlagen, hört die Stockung der Säfte im Stämme auf, und mit ihr zugleich der Ausfluss derselben, wenn man das Holz anschneidet.**))

Der ausfliessende Saft hat schon eine Bereitung erfahren

*) Walker Transact. of the Soc. of Edinburgh 1778. Samml. zur Physik u. Naturgesch. T. 4. p. 455.

**) Annal. d. Sc. natur. T. 6. (1836) p. 138.

und ist nicht mehr reines Wasser. Der Saft einiger Ahornarten, besonders von *Acer dasycarpum* und *Acer rubrum* in Nordamerika, auch *A. Pseudo-Platanus* in Deutschland liefert beim Einkochen Zucker, aus dem Saft der Birke wird bekanntlich durch die Gährung ein weinartiges Getränk gemacht. Sogar ein ganz unschmackhafter Saft, vom Thränen des Weinstocks setzt nach einem Tage einen schleimigten Bodensatz ab. Doch davon an einem andern Orte.

Das Aufsteigen des Saftes in den Gefässen ist ein so allgemeiner physiologischer Gegenstand, dass er sich hier nicht abhandeln lässt. Die neuesten Physiologen in Rücksicht auf die Gewächse, de Candolle und Treviranus, nehmen als Ursache eine Lebenskraft an, und man muss ihnen in dieser Behauptung völlig beistimmen. Meyen ist der einzige, der in neuern Zeiten wiederum zu der alten Meinung zurückkehrt, dass hier die Erscheinung nach rein physikalischen Gesetzen sich richte. Seine Gründe sind unbedeutend. Er hat die Versuche von Hales nachgemacht und gefunden, dass die Einsauung mit der Ausdünung (ungefähr) in gleichem Verhältnisse stehe, und dass die letztere, wie er sich ausdrückt, den Saft aufpumpe. Wie dieses nach physikalischen Gesetzen anders geschehen könne als durch Aufsteigen des Saftes in den Gefässen, wie in Haarröhrchen, ist nicht einzusehen. Dagegen hat man oft genug triftige Gründe angeführt, und ein einziger, schon von Hales angestellter, von Meyen bestätigter Versuch widerlegt jene Hypothese völlig. (Pfl.-Phys. II. 61.) Schneidet man nämlich den Ast eines thränenden Weinstocks quer ab, befestigt um ihn an der Schnittstelle eine doppelt gebogene Röhre und giesst in diese Quecksilber, so wird die Quecksilbersäule durch den hervordringenden Saft gehoben. So etwas geschieht aber nie beim Aufsteigen der Flüssigkeiten in Haarröhrchen, nie giessen sie die Flüssigkeit nach oben zu aus, und nie kann dieses mit einer Kraft geschehen, wodurch eine Quecksilbersäule gehoben wird. Nur durch ihre eigene Schwere kann die Flüssigkeit ausfliessen, welche in die Haarröhrchen eingedrungen ist. Wir müssen also de Candolle und Treviranus beistimmen, dass der Saft in den Gefässen durch die Lebenskraft fortgetrieben wird. Dadurch wird aber die Untersuchung

nicht gelieemmt; die Lebenskraft kann andere physische Kräfte, elektrische und magnetische, erregen, wodurch die Begebenheit vermittelt wird; sehen wir doch im Zitterrochen eine solche Erregung, und dass ein solcher Vorgang zwischen Nerven und Muskeln überhaupt Statt finde, ist ohne Zweifel. Schon früher habe ich der elektrischen Spirale erwähnt, an welche hier, wo besonders von Spiralgefassen die Rede ist, wohl mag erinnert werden. Dass die Flüssigkeit in den Gewächsen, welche durch Ausdünstung vermindert ist, wieder ersetzt wird, beweiset nichts für bloss physisch wirkende Kräfte; die Lebenskraft kann eben sowohl und noch mehr die Säfte dahin treiben, wo es ihrer bedarf, um das Leben zu erhalten.

Einer Erwähnung verdienen noch die Erfindungen des Herrn Boucherie, dem Holze nutzbare Eigenschaften dadurch zu geben, dass man verschiedene Flüssigkeiten davon einsaugen lässt.*). Durch die bekannten Versuche, gefärbte Flüssigkeiten in den Gefässen aufsteigen zu lassen, wurde er auf den Gedanken gebracht, Versuche, welche bisher für die Wissenschaft angestellt wurden, zum allgemeinen Nutzen anzuwenden, oder, wie er sagt, aus der Lebenskraft eine industrielle Kraft zu machen. Die Operation wird an einem aufrecht stehenden Baume angestellt; denn indem man einen Querschnitt macht, um die Saftgefäßse mit den Auflösungen in Verbindung zu bringen, die der Baum einsaugen soll, kann man an zwei entgegengesetzten Punkten genug Holz stehen lassen, dass der Baum seine vertikale Lage behält. Wenn man den Baum ganz von seinem Unterstock trennt, so nimmt die einsaugende Kraft von dem Augenblicke des Abhauens ab; indessen zwei Tage und noch länger kann man davon Gebrauch machen. Sie ist übrigens verschieden zu verschiedenen Jahreszeiten, im Herbst ist sie am stärksten. Auch ist die Quantität der Flüssigkeiten, welche absorbirt werden, sehr verschieden, doch werden im Allgemeinen die neutralen Verbindungen in grösserer Menge aufgenommen, als die Säuren und Alkalien. Um das Holz haltbar zu machen, lässt er holzsaures Eisen (pyrolignite de fer) einsaugen; um aber dem Holze eine grössere Biegsamkeit

*) Comptes rendus p. 1840. T. 1. p. 686.

und Elasticität zu geben, bedient er sich der Auflösung zerfliessender Chlorverbindungen, und eben diese sind auch am zweckmässigsten, um zu verhindern, dass sich das Holz nicht wirft; ja sie dienen auch dazu, das Holz weniger verbrennlich zu machen. Nach einer späteren Weise, solche Einsaugungen hervorzubringen (Comp. rend. 1841 I. 337), nimmt er auch den Druck zu Hülfe; er lässt nämlich den Stamm in runde Scheite schneiden, stellt diese vertikal, und bringt an ihrem oberen Ende einen Behälter an, worin er die einzusaugenden Flüssigkeiten giesst. Es ist zu bedauern, dass keine genauen anatomischen Untersuchungen darüber gemacht wurden.* Es geht aber aus diesen Versuchen hervor, dass nur die lebende Pflanze einsauge, was auch Biot sagen mag, dessen Bemerkungen über den Gehalt des ausfliessenden Saftes an einem andern Orte ihren Platz finden werden. Es mag aber wohl geschehen, dass in diesen Versuchen die eingesogene Flüssigkeit aus den Gefässen in die anliegenden Zellen und so durch den ganzen Stamm dringt, indem nämlich die Membranen durch die scharfe Flüssigkeit erschlafft werden und diese durchlassen.

Die Spiroiden, Spiralgefässe und andere Gefässe finden sich nicht in allen Gewächsen. Sie fehlen zuerst allen Kryptophyten durchaus, ferner den Moosen, aber nicht den Farrn, in welchen sie so gebildet und verbreitet sind, als in den Phanerophyten, ja sie fehlen sogar auch einigen weniger ausgebildeten Phanerophyten, und zwar folgenden vier Gattungen, *Najas*, *Caulinia*, *Ceratophyllum*, *Lemna*. In *Najas* mögen wohl die langen zarthäutigen Röhren die Stellen der Spiroiden ersetzen, wie ich schon oben erwähnt habe. In *Caulinia* werden vielleicht noch Spiroiden gefunden; der verwandten Gattung *Zostera* sprach ich sie sonst ab, später habe ich sie darin gefunden. Da sie in *Potamogeton*, *Myriophyllum* und ähnlichen Wassergewächsen sehr klein sind, so möchten sie vielleicht auch noch in *Ceratophyllum* nur sehr klein beobachtet werden.

*) Nur eine kurze Notiz ist mir, seitdem ich dieses schrieb, von Mohl in der Botanischen Zeitung zu Gesicht gekommen, worin er sagt, dass der ganze innere Stamm, Gefässe und Zellen von dem holzauren Eisen durchdrungen waren.

Die ganze Pflanze einer *Lemna* ist so klein, dass sie leicht der Nahrungssaft durchdringen kann, ohne dass es dazu besonderer Gefässe bedarf. Die nicht selten sehr dicke Rinde der Pflanzen lehrt uns, wie der Saft durch die Zellen sich verbreiten kann, ohne dass Gefässe in der Nähe sich befinden. In den Kryptophyten und so auch in den Moosen scheinen zweierlei Bildungen die Gefässe überflüssig zu machen. Erstlich die trocknen dichten Zellen langsam wachsender Pflanzen, z. B. der Lichenen, vieler Laubmose und der trocknen dichten Pilze, durch welche sich der Nahrungssaft nur langsam zu verbreiten braucht, und dann die zarten Zellen der Lebermose und mancher Pilze, besonders der Schimmelarten, durch welche der nährende Saft sich schnell verbreiten kann. Die Algen bedürfen der Gefässe nicht, da sie in den nährenden Saft eingesenkt sind, der sie von allen Seiten durchdringen kann, auch sind die grössten unter ihnen flach gedrückt, wo dann die Durchdringung von der Flüssigkeit leicht wird. Es ist daher auch nicht zu verwundern, wenn unter den Algen die grössten Gewächse gefunden werden.

Es erhellt also, dass die Abtheilung der Gewächse in Gefässpflanzen und Zellenpflanzen (*plantae vasculares* und *cellulares*) nicht natürlich ist. Sie trennt die Farrn weit von den Moosen, und bringt hingegen *Najas*, *Lemna* und andere den Algen nahe. Auch ist es bei dieser Eintheilung ein Übelstand, dass die Gefässe sich durch ihre Zartheit der Beobachtung leicht entziehen können, welches die Grenzen unsicher macht. Ein Kennzeichen allein macht keine natürliche Abtheilungen; man muss mehre zusammen nehmen, von denen eins oder das andere abweichen kann, wie es bei der Eintheilung in Phanerophyten, Mesophyten und Kryptophyten der Fall ist.

Zwölftes Vorlesung.

Gefässen, die einen eigenthümlichen Saft führen, oder Saftgänge und Saftbehälter. Bewegung der Säfte.

Dass viele Pflanzen einen eigenthümlichen Saft ergiessen, wenn sie angeschnitten werden, einen Saft nämlich, der sich durch Farbe, Geruch oder ungewöhnlich starken Erguss auszeichnet, musste bald in die Augen fallen. Hierher gehört der Milchsaft der Euphorbien und mancher anderer Pflanzen, der röthlich gelbe Saft des Schöllkrauts (*Chelidonium majus*), der harzige Saft der Tannen und ähnliche besondere Säfte der Pflanzen. Es liess sich erwarten, dass man in den früheren Zeiten diese Säfte mit dem Blute der Thiere verglich, und Adrian Spiegel nennt in dieser Rücksicht die Blattnerven, in deren Umgebung sich die Gefässen mit dem besonders gefärbten Saft in der Regel befinden, die Adern der Pflanzen.*.) Ich nenne diesen Schriftsteller, da seine Einleitung in die Botanik das erste Lehrbuch ist, was wir in dieser Wissenschaft besitzen, alle andern botanischen Schriften gingen mehr in das Einzelne, und die Schriften von Theophrast haben eine so abweichende Form, dass man sie kaum zu den Lehrbüchern zählen kann, wie wir sie jetzt verlangen. Adrian Spiegel war 1578 zu Brüssel geboren, er wurde Professor zu Padua und starb daselbst 1626.**) Mit dem Gebrauche der Mikroskope fängt aber erst die genaue Kenntniss dieser Gefässen an, und wir finden sie schon bei Malpighi, der solche Gefässen *vasa peculiaria*, auch *propria* nannte, und die Milchgefässen aus der *Cinara* (welcher?) richtig abbilden liess (Anat. pl. T. 7. F. 31). Er sagt, sie wären *fere sanguineo turgida succo*, welches ich so verstehe, sie wären mit einem Saft fast wie mit Blut er-

*) Isagoge in rem herbarium. Helmst. 1667. p. 4. Die erste Ausgabe erschien zu Padua 1607.

**) S. Adrien Spiegel par M. Ch. Morren. Bruxelles 1838. 8. Spiegel nannte sich selbst einen Deutschen.

füllt. Wirklich stellt jene, obgleich rohe Figur die Milchgefässe so vor, wie sie sich in den Syngenesisten zeigen, wie es aber erst in den neuesten Zeiten erkannt worden ist. Ich rede hier noch nicht von den Harzgängen der Fichten und Tannen, die wegen ihrer Grösse gar leicht können erkannt werden, sondern nur von den Gefässen, die einen Milchsaft, oder einen solchen Saft wie das Schöllkraut führen.

Nach Malpighi findet man eine Lücke in den Beobachtungen über diese Gefässe, Hedwig, Sprengel in seinen ersten Schriften, Rudolphi, Treviranus ebenfalls in den ersten Schriften, haben keine besondern genauen Untersuchungen darüber angestellt; ich selbst muss mich dazu rechnen. Es ist sehr unbequem bei den anatomischen Untersuchungen mit dem Messer, dass der dicke, trübe Saft in der Regel ausfliesst, wodurch die Theile bedeckt und entstellt werden. Erst Mirbel gab eine genaue Untersuchung und Abbildung von diesen Gefässen, die, wenn sie auch nicht richtig war, doch zuerst eine richtige Untersuchung veranlasste.*.) Er hielt nämlich die Bündel von Baströhren für diese eigenthümlichen Gefässen und bildet sie auch als solche ab. Die Meinung hatte viel Empfehlendes, weil die eigenen Gefässen in der Nähe der Bastbündel oft einfach verlaufen, und fand daher grossen Beifall. Moldenhawer widerlegte zwar diese Meinung sehr gründlich (Beitr. S. 126 u. folg.); er trennte diese Gefässen aus dem Schöllkraut sorgfältig von ihren Umgebungen und stellte sie dar, aber dieses geschieht mit einer solchen umständlichen Weitläufigkeit, mit Einmengung mancher Sachen, die nicht hieher gehören, dass es kein Wunder ist, wenn Mirbel nichts davon erfuhr. Auch sah er einmal ein Gefäss mit Absätzen, und zog daraus die Folge, dass diese Gefässen ursprünglich aus an einander gereihten Zellen beständen.

Ein grosser Schritt zur Erkenntniss dieser Gefässen wurde durch die Entdeckung von C. H. Schultz, Professor zu Berlin, veranlasst. Er sah nämlich, dass der Saft in diesen Gefässen sich bewege, und machte dieses durch eine kleine Schrift be-

*) *Exposition de la théorie de l'organisation végétale par Brisseau Mirbel.* Paris 1809. p. 247.

kannt: Über den Kreislauf der Säfte im Schöllkraut, Berlin 1821. 8. Nicht lange nachher trug er seine Theorie vom Kreislauf der Säfte in diesen Gefässen in einem grösseren Werke vor: Die Natur der lebendigen Pflanze, Berlin 1823. 1ster Th. S. 501. Er stellt hier die Pflanzen den Thieren näher; er behauptet einen Kreislauf der Säfte in allen ausgebildeten Pflanzen und folglich auch die Gegenwart der dazu gehörigen Gefässe, weswegen er sie Lebenssaftgefässe nennt. Man fing an, in Deutschland an der Richtigkeit der Beobachtung, der Bewegung des Saftes nämlich, zu zweifeln, und die, welche sie anerkannten, überliessen es dem Verfasser, sie zu vertheidigen. Mit Recht wandte er sich nun nach Paris, um die dortigen Botaniker zu überzeugen, und dieses gelang ihm vollständig. Die Folge davon war die Aussetzung eines Preises für die beste Abhandlung über diesen Gegenstand, welchen er gewann. Die Preisschrift erschien erst 1839 unter dem Titel: *Sur la circulation et sur les vaisseaux laticifères dans les plantes.* 1839. 4. Der Verfasser hatte nämlich den eigenthümlichen Saft der Pflanzen latex genannt, woraus der Ausdruck *vasa laticifera* folgte. Meyen hat diese Theorie bald aufgefasst und in seiner Phytotomie (Berlin 1830 S. 277) mit einigen Abänderungen vorgetragen und zwar in aller Strenge, so dass er einen vollständigen Kreislauf in den Pflanzen annimmt, welche mit solchen Lebensgefässen versehen sind.*). Er will nämlich ein zusammenhängendes Gefässnetz in vielen Pflanzen beobachtet haben, worin ein Kreislauf geschehen müsse, wenn überhaupt eine Bewegung Statt finden könne. Die andern Gründe, welche er für diesen Kreislauf beibringt, dass nämlich der Saft, wenn man einen Ast durchschneide, von oben und von unten ausfliesse, ferner dass er in einem feinen Schnitte, wenn mehre Gefässe sich darin befinden, häufig nach verschiedenen Richtungen ausfliesse, und endlich, dass das Gefässsystem in den Pflanzen dem Gefässsystem in den niedern Thieren ähnlich sei, sind unbedeutend.

*) Meyen trägt die Theorie so vor, dass man glauben sollte, sie röhre von ihm her, denn zuletzt sagt er nur beiläufig, Schultz habe die schon vor ihm behauptete Bewegung der Säfte in diesen Gefässen durch Anschauung zur Gewissheit gebracht.

Mirbel behauptete in einer Abhandlung vom Jahre 1835*): die Rindenschichten in den Dikotylenbäumen, sowie auch die Rindenfasern beständen wesentlich aus jenen tubes latexiferes, oder Latexgefäßsen, wie sie Schultz nenne. Er beschreibt dann die Baströhren aus der Ulme sehr genau nach ihren dicken Wänden und den verschiedenen Schichten, woraus sie bestehen. Die Prosenchymzellen unterscheidet er nicht scharf und genau genug von den Baströhren. Es ist hierbei zu bemerken, dass die dickwandigen Baströhren, an denen man äusserst selten kurze Äste bemerkt, keine Ähnlichkeit haben mit den äusserst zartwandigen, fast immer ästigen eigenen Gefäßsen, und dass man in jenen keinen besonders gefärbten oder häufigen Saft bemerkt. Meyen meint zwar in seiner Pflanzen-Physiologie, dass die Baströhren in den Apocyneen und Asklepiadeen eine Art von Mittelgefäßsen wären zwischen den Baströhren und eigenen Gefäßsen, wegen ihres körnigen Inhalts, aber die Prosenchymzellen der Rinde von vielen Pflanzen, namentlich der *Broussonetia papyrifera*, enthalten eine gleiche körnige Masse.

In dem zweiten Supplementbande des achtzehnten Bandes der Verhandlungen der Leopold. Carolin. Akademie der Naturforscher (1841) befindet sich ein ausführliches Werk über diesen Gegenstand: Die Cyklose des Lebenssaftes in den Pflanzen von C. H. Schultz. Es wird das Gefäßnetz der eigenen Gefäße, die hier, wie schon oben gesagt worden, immer Lebenssaftgefäßsen genannt werden, nach den Verzweigungen und den Anastomosen genau beschrieben und in vielen, meistens sehr richtigen Darstellungen abgebildet. Wir wollen die grossen Verdienste des Verfassers nicht verkennen; diese Gefäße sind hier besser dargestellt und genauer untersucht, als in irgend einem Werke vorher. Aber in der Theorie kann ich nicht beistimmen, und da, wo es darauf ankam die Theorie zu beweisen, ist die Untersuchung nicht genau geführt. Die eigenthümlichen Grundorgane, sagt der Verfasser, im Holz und in der Rinde sind die Gefäße, Spiralgefäßse im Holz und Lebenssaftgefäßse in der Rinde; die vereinigende Bildung von beiden

*) Annal. d. sciences natur. 1835. I. 143.

ist das Zellgewebe, durch welches die Spiralgefässe zu einem Holzsysteme, die Lebenssaftgefässe zu einem Rindensysteme verbunden werden, während das Zellgewebe selbst noch um die Gefässe zu einem besondern Bildungssystem sich gestaltet hat. Die Lebenssaftgefässe zeigen zuerst Altersverschiedenheiten in den contrahirten Lebenssaftgefässen, deren Charakter darin besteht, dass sie der ganzen Länge nach contrahirt sind, aber einzelne expandirte Stellen zeigen, und dann in den expandirten Lebenssaftgefässen, die in ihrer ganzen Ausdehnung erweitert und von Saft aufgeschwollen erscheinen, aber einzelne contrahirte Stellen zeigen. Die letzten Entwickelungsstufen sind die artikulirten Lebenssaftgefässe. Es giebt aber manche Übergänge der Formen; so bemerkt man in manchen Pflanzen eine doppelte Schicht von Lebenssaftgefässen, und die innere Schicht ist gewöhnlich die contrahirte, die äussere die expandirte Form. Was die Lage betrifft, sagt der Verfasser, so leide es keinen Zweifel, dass in allen Gefässbündeln die Spiralgefässe noch Lebenssaftgefässe um sich haben. Die Rinde besteht aus zwei Systemen, dem Oberhautsystem und dem eigentlichen Rinden- oder Gefässrindensystem. Zu jenem gehören Mohls Epidermis und Periderma, die aber natürlich nicht zu trennen sind, und ebenso machen die Lebenssaftgefässe mit den sie bedeckenden Bündeldecken oder Schichtendecken und den das Ganze einschliessenden Zellen (dem Rindenmark) ein natürliches, untrennbares Ganze aus, wodurch die eigentliche Rinde (Gefässrinde) gebildet wird. Die Lebenssaftgefässe bieten, sagt der Verfasser ferner, im Ganzen betrachtet, in ihren äussern Formen, wie in der Entwickelung und den lebendigen Eigenschaften, bildende Typen dar, wodurch sie sich von den Spiralgefässen sehr unterscheiden. Ihr wesentlicher Charakter liegt in dem Contractions- und Expansionsvermögen, das den Centralpunkt bildet, um den sich alle Formenentwickelung bei ihnen dreht. Der Hauptcharakter dieser Gefässe liegt daher nicht allein in Merkmalen an den Formen, wie bei den Spiralgefässen, sondern in der Entwickelungsgeschichte ihrer Thätigkeiten, und sie sind weniger anatomisch als physiologisch zu beschreiben. Was nun die Bewegung des Saftes betrifft, so behauptet der Verfasser keinen allgemeinen Kreislauf durch die

ganze Pflanze, daher auch nicht von einer Circulation, sondern einer Cyklose die Rede ist. Die aufsteigenden Ströme gehen in absteigende über und umgekehrt, so dass die Ströme entweder ganz in einander umkehren oder sich theilen. Auf diese Art entsteht ein Netz von Kreisbewegungen, die sämmtlich unter einander verbunden sind und in einander überfliessen können, aber auch im Stande sind, sich gänzlich von einander auszuschliessen. Das Letztere geschieht dadurch, dass die Theilung der Ströme in den Anastomosen aufhört, und nunmehr der aufsteigende Strom gänzlich in einen absteigenden übergeht oder umgekehrt. Die bewegende Kraft sei vorzüglich in der Contraction der Gefässe gegründet; dann habe auch der Lebenssaft selbst grossen Anteil daran, und vorzüglich werde die Richtung des Stroms dadurch bestimmt. Sie liege in dem organischen Erregungsprocess des Saftplasma (des flüssigen Theils, worin die Kugelchen schwimmen), wodurch er seine plastische Natur erhält. Es sei also die durch innere Anziehung und Abstossung erzeugte oscillatorische Bewegung des Plasma, in welcher das Saftplasma von den Gefässwänden angezogen oder repellirt und wodurch der Ernährungsprocess vermittelt werde.

Man sieht wohl ein, dass es hier nicht um die Untersuchung einer Art von Gefässen zu thun ist, sondern um eine Theorie der Vegetation überhaupt. Es kommt hier zuerst und vorzüglich auf die Frage an: Sind die innern Theile, woraus die Rinde wesentlich besteht, Lebenssaftgefässe, und übereinstimmend mit den Gefässen in vielen Pflanzen, welche einen gefärbten Saft führen und von welchen die Untersuchung ausging? Dafür sehe ich durchaus keinen Grund. In der Rinde sind ausser den Parenchymzellen, welche leicht zu erkennen sind, Baströhren und Prosenchymzellen zu finden, in denen ich nicht die geringste Ähnlichkeit mit den eigenen Gefässen sehe. Die Baströhren sind dickwandige Röhren in Bündeln, die Prosenchymzellen wahre Zellen, mit den Spitzen in einander geschoben, die eigenen Gefässen dagegen ein deutliches Netz von Gefässen, selten einzelne, einfache Röhren; in Bastbündeln und Prosenchym ist kaum Feuchtigkeit, in den eigenen Gefässen hingegen eine Fülle von gefärbtem oder auch

wasserhellem Saft enthalten. Von Contractionen und Expansionen sehe ich weder in den sogenannten Lebenssaftgefässen der Rinde, als in den eigenen Gefässen irgend eine Spur, und es scheint mir willkürlich, die Baströhren und das Prosenchym contrahirte Lebenssaftgefässe zu nennen, die eigenen Gefässen hingegen expandirte, so verstehe ich nämlich den Verfasser. So lange von den eigenen Gefässen, nämlich von Gestalt und Vertheilung derselben, die Rede ist, finde ich alles richtig, aber nicht, wenn der Verfasser darüber hinausgeht. So stellt er z. B. den Längsschnitt eines Stammes von *Commelina coelestis* (T. 29. F. 1) vor und zwar sieht man hier zuerst die Spiralgefäßformen, dann folgen die Lebenssaftgefässe mit dem Heerde der Cyklose, wie der Verfasser sagt, auch gehen nach ihm die Ströme hier in auf- und absteigender Richtung dicht neben einander, und die Anastomosen werden durch Gabeltheilungen verwickelt, wie gewöhnlich in den Bündeln, nur dass die Gefässen sehr fein contrahirt sind. Ich finde hier aber neben den Spiralgefäßformen nur lange schmale Zellen, und zwar Parenchymzellen mit deutlichen Querwänden, durchaus keine Spur von irgend einer Verästelung. In diesen Zellen bemerkt man ein Kreisen der Körner, wie in den Zellen der *Vallisneria*, und zwar ungemein deutlich und schön. Der Verfasser äussert sich über diese Bewegung sehr wenig und nebenher; er meint an einer Stelle, die Bewegung geschehe zwischen den Wänden. Aber dieses ist nicht der Fall; die Körner drängen einander in ihren raschen Bewegungen und werden dadurch in die Mitte der Zellen getrieben, wo sie sogleich still liegen. Nun folgen grosse und weite Parenchymzellen und in ihnen nach dem Verfasser die feinen Gefässnetze der einzelnen Zellen, welche aber durch Ramification vom Heerde aus ihren Ursprung nehmen sollen. Die Ströme bilden weite Netze, sagt er, und sind nicht auf einzelne Zellen beschränkt, sondern gehen über deren Scheidewände hinaus, laufen aber häufig an den Wänden grosse Strecken entlang, wodurch das Ansehen entsteht, als ob die Bewegung innerhalb der Zellen wäre. Zuweilen, fügt er hinzu, kommen mitten auf einer Zelle viele Ströme strahlensförmig in einen Punkt zusammen, der das Ansehen eines herzartigen Gefässknotens

hat. Vorausgesetzt, dass diese Strömungen sich in Gefässen befänden, wie der Verfasser annimmt, so könnten diese doch nicht von den Gefässbündeln, wie sie hier genannt werden, auslaufen, da man an ihrer Stelle nichts als lange Zellen sieht, wo von Verästelung keine Rede sein kann, auch müsste der Unterschied im Durchmesser schon auf den Gedanken bringen, dass diese letztern zarten Gefässer nicht von den erstern viel stärkern entstehen könnten. Diese feinen Gefässer sind die feinen Strömungen, welche R. Brown zuerst in den Haaren der Staubfäden von *Tradescantia* entdeckt hat. Sie sind nicht von zarten Gefässen eingeschlossen, denn oft sieht man, wie die Kügelchen auf einander stossen, sich drängen und um einander weggehen, wobei sie über die Grenzen des eingebildeten Gefässes deutlich hinauskommen, nie aber sah ich sie hier über die Grenzen der Zelle hinausgehen, worin sie sich befinden. Eine solche Täuschung kann leicht Statt finden, wenn Zellen über einander liegen. Ich habe einen Längsschnitt des Stammes von *Commelinia coelestis* in der mit diesen Vorlesungen zugleich erscheinenden Anatomie der Pflanzen abbilden lassen.

Ebendaselbst findet man auch viele Abbildungen von eigenen Gefässen, welche mich aber bestimmt haben, diese Gefässer für erweiterte Intercellulargänge zu halten, eine Meinung, welche Treviranus (Beitr. 41 — 55) schon geäussert, aber später völlig verworfen hat. Er meinte nämlich, dass Moldenhawer Recht habe, wenn er sagt: wo es auch scheine, dass der eigene Saft sich zwischen den Zellen befände, wäre er doch in einer Reihe von Zellen befindlich (s. Treviranus Physiol. der Gew. I. 140). Die Vergrösserungsgläser, deren ich mich bediene, sind viel besser, als die, womit Moldenhawer arbeitete, und ich sehe von einer solchen Zellenreihe keine Spur. Die Gründe, welche mich bestimmen, jene Meinung anzunehmen, sind erstlich das Netz, welches die eigenen Gefässer bilden und welches ganz das Ansehen von Intercellulargängen hat. Ich habe dieses deutlich im Kelche von *Tragopogon porrifolius* gefunden, in der Wurzel von *Lactuca intermedia* Schrad., in einem Ausläufer von *Euphorbia erosa*, in der Basis des Stammes von derselben Pflanze, auch sieht man es in der Wurzel von

Trachelium coeruleum s. T. 2. F. 4. In dem oberen, fleischigen Stämme der *Euphorbia erosa*, wo diese Gefäße in einem hohen Grade angeschwollen sind, haben sie die Ähnlichkeit etwas verloren und zeigen sich mehr als besondere Gefäße. Zuweilen laufen sie einfach und einzeln durch den Stamm, wie in *Acer platanoides*, zuweilen aber finden sie sich einzeln und verästelt neben einander, wie in der *Euphorbia erosa*, oder verästelt in den kleinen Wurzeln von *Trachelium coeruleum* und einfach und einzeln in der dicken Wurzel, aber in den meisten Fällen zeigen sie die Intercellularform deutlich. Ein zweiter Hauptgrund ist das Verlaufen dieser Gefäße zwischen den Zellen, wie es auch T. 2. F. 4. vorgestellt ist, wie es aber sich noch auffallender in derselben Wurzel und zwar im dickern Ende gegen die Rinde zeigt, und wie man es in gar vielen andern Fällen sieht. Dieses Verlaufen der eigenen Gefäße in der *Hoya carnosa* wurde schon der Lehre vom Kreislaufe dieses Saftes in den Pflanzen entgegengesetzt, und Meyen wusste sich nicht anders zu helfen, als diese Gefäße für verästelte Baströhren zu erklären. Aus diesem plötzlichen Aufhören der eigenen Gefäße zwischen den Zellen lassen sich die Ungleichheiten im Vorkommen des gefärbten Saftes leicht erklären, welche Trevoranus (Physiol. I. 138) zusammengestellt hat. So findet sich keine Milch in der Wurzel von *Asclepias syriaca*, *Euphorbia Esula* und *E. Cyprassias*, wohl aber sind Stämme und Nebenstämme, Blätter und Bracteen damit angefüllt. Dagegen hat der Oleander in der Wurzel eigene Gefäße mit Milch gefüllt, im Stämme nicht. Zuweilen verliert sich die Milch, wenn der Theil, der sie enthält, älter wird, z. B. im Stämme von *Asclepias syriaca*, *Periploca graeca*, auch im Stämme von *Papaver somniferum* u. a. m.

Ein Haupteinwurf gegen die Theorie, welche die eigenen Gefäße zu Intercellulargängen macht, ist, dass sie wirklich eine deutliche Membran haben, welche eine Röhre bildet. Da wir aber gesehen haben, dass sich in den Baströhren neue Schichten von Innen ansetzen, und ebenso in den porösen Gefässen, wenigstens der Coniferen, so scheint es auch nicht sonderbar, dass auch in einem Intercellulargange sich eine solche Haut bilde. Oder mit dem Absatz der Flüssigkeit, die

immer nicht vollkommen flüssig ist, bildet sich auch zugleich die umgebende Haut, wovon die Flüssigkeit eingeschlossen wird.

Die Flüssigkeit, welche sich in den eigenen Gefässen befindet, ist von verschiedener Farbe, gewöhnlich aber milchweiss, weswegen man auch diese Gefässer oft Milchgefässer, *vasa lactifera*, und den Saft selbst Milchsaft genannt hat. Einen solchen Milchsaft geben die Arten der Gattung *Euphorbia*, die meisten *Cichoraceen*, viele *Asklepiaden*, einige *Papaveraceen*, Arten von *Acer*, *Ficus* u. s. w. Nicht aller Milchsaft der Pflanzen fliessst in solchen Gefässen, er kommt auch in Saftgängen und Behältern vor, z. B. in *Rhus* und den *Umbellaten*. Nicht selten ist dieser Saft ungefärbt, wie im Stämme des *Oleanders* und vielen Monokotylen, aber sehr oft haben diese den Saft milchig in der Wurzel, wenn auch blässer wie gewöhnlich, ungefärbt im Stämme, wie Meyen bemerkt; auch im *Oleander* ist diess der Fall. Das Schöllkraut (*Chelidonium majus*) führt bekanntlich einen gelben Saft, der mehr oder weniger gelb nach der Verschiedenheit der Theile ist; auch die verwandte *Bocconia* hat einen gelben Saft, aber der rothe Saft der *Sanguinaria canadensis* fliessst in Behältern. Blauer Saft scheint nicht vorzukommen; Bernhardi hat einen solchen in *Rhus glabra* bemerkt, wo ich ihn aber ebenso wenig gefunden habe als Meyen, überdiess hat die Gattung *Rhus* nur Saftgänge. Grüner Saft ist ebenfalls nie gefunden worden; auch kommen Chlorophyllkörner in diesen Gefässen nicht vor. Der chemischen Beschaffenheit nach ist der Milchsaft sehr verschieden, doch tritt darin die alkalische Eigenschaft hervor. Hiervon an einem andern Orte.

Der eigene Saft der Pflanzen, welche Farbe er auch haben mag, ist immer mit sehr kleinen Körnern erfüllt, doch sind sie in dem ungefärbten in geringer Menge vorhanden, und die Milchfarbe röhrt wohl von diesen kleinen Körnern her, welche den ungefärbten Saft trübe machen. So scheint es auch, dass diese Körner in dem gefärbten Saft ungefärbt sind, folglich die Farbe nur von der Flüssigkeit herröhrt, worin sie schwimmen. Diese Körner — ich nenne sie Körner und nicht Kugelchen, weil sie keine Kugelgestalt haben — sind noch kleiner als die gewöhnlichen kleinen Kugelchen im Zellensaft, und

wie Meyen sagt, um $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{8}$ kleiner, doch aber viel grösser als die Körner, welche die Bewegungen in den Haaren von Tradescantia machen. Sie sind mehr oder weniger gedrängt in den Gefässen und nicht selten setzen sie sich in der Mitte des Gefässes in einen Cylinder zusammen, der zuweilen eingeschnürt erscheint, so dass man glauben sollte, sie wären noch in einer besondern Haut eingeschlossen. Die einzelnen Körner haben allerdings eine eigenthümliche Bewegung, von der Art, welche man eine Molekularbewegung nennt, aber diese ist wenig fortschreitend und die Anhäufung der Körner an gewissen Stellen röhrt nicht davon her.

Diese kleinen Körner sind keinesweges den Milchsäften eigenthümlich; sie finden sich in den Baströhren, in den Prosenchymzellen und auch in den Parenchymzellen, nur pflegen sie hier gewöhnlich etwas grösser zu sein; auch scheinen mir alle diese Körner eine gleiche Natur zu haben. Die sehr kleinen Körner, welche sich in den Haaren und den Zellen z. B. der Commelina coelestis zuweilen befinden und bewegen, sind ebenfalls wohl nicht verschieden; ja sogar die ungefärbte Grundlage der Chlorophyllkörner halte ich nicht für verschieden. Sie werden durch Jodtinktur braun gefärbt und gehören also ihrer Grundlage nach zum Zellstoff, den wir von der Zellmembran unterscheiden müssen, welche von der Jodtinktur nicht gefärbt wird.

Ausser diesen kleinen Körnern, die oft in grosser Menge vorhanden sind, finden sich in der Milch der Euphorbien längliche Stäbchen (bacilli). Rafn hat sie zuerst entdeckt und für Krystalle gehalten.*). Sie werden aber von Jod blau, wie Hartig zuerst bekannt gemacht hat,**) und bestehen also wenigstens zum Theil aus Amylum. Sie sind sehr verschieden an Gestalt, doch ist die cylindrische, an beiden Enden kugelförmig verdickte die Grundform, die an diesen Enden zuweilen mannichfaltig gekerbt und gezackt erscheint. Meyen hat

*) Entwurf einer Pflanzen-Physiologie, übersetzt von Markussen. Kopenhagen 1798. §. 64.

**) Journal f. praktische Chemie, B. 5. S. 217.

in seiner Pflanzen-Physiol. (II. T. 9. F. 9.) eine Menge solcher Formen dargestellt. Er sah, dass diese Stäbchen auch durch Jod braun werden, und Schultz bemerkte, dass sie zwar im Anfange dadurch blau werden, dass diese Farbe aber bald vergeht und dafür die braune hervorkommt. Die Grundlage scheint also aus demselben Stoff, woraus die eben erwähnten Körner bestehen, nur in einem Übergange zum Amylum.

Wenn wir Gefässe nur diejenigen Röhren in den Pflanzen nennen wollen, in denen gefärbte Flüssigkeiten aufsteigen können, so verdienen diese eigenen Gefässe den Namen Gefässe nicht. Statt dessen möchte man sie lieber Saftkanäle nennen. Indessen kommt es in der Anatomie der Pflanzen gar nicht darauf an, wie man ein Organ nennt, nur muss man sich hüten die Ausdrücke zu vermehren, weil eine genauere Untersuchung wiederum den neu gewählten Namen unpassend machen kann.

Es giebt noch andere Gefässe in den Pflanzen, welche mit den eigenen darin übereinkommen, dass sie sich durch das Zellgewebe hinziehen und mit einer eigenen Haut umkleidet sind; doch unterscheiden sie sich dadurch, dass sie sich nicht verästeln und dass kein Saft aus ihnen ausfliest. Sie finden sich im Mark der Fliederarten, deutlich im gemeinen Flieder (*Sambucus nigra*), in jungen Zweigen durchsichtig ohne Farbe, in ältern von einer braunen Farbe. Moldenhawer hat sie mit seiner gewöhnlichen Sorgfalt beschrieben (Beitr. 152). Aber dass sie in der Jugend aus Schläuchen bestehen sollen, finde ich nicht, und möchte glauben, dass anhängende Zellen diese Täuschung hervorgebracht haben. Man kann sie wegen der Festigkeit der umgebenden Haut leicht vom Zellgewebe sondern, doch bleiben wohl Zellenwände äußerlich daran kleben. Im Alter wird die braune Haut sehr dick. Sie enthalten überhaupt wenig Feuchtigkeit, im Alter, wie es scheint, gar keine; die braune Farbe sitzt fest auf der Membran. Nach Moldenhawer finden sie sich auch in der Rinde. Die braune Farbe macht sie im Mark leicht kenntlich, und da sie doch von den eigenen Gefässen sehr verschieden sind, so könnte man den Namen Markgefässe (*vasa medullaria*) darauf anwenden,

mit welchem Namen der ältere Moldenhawer die eigenen Gefäße benennt.*)

Wenn man einen Zweig von einer Fichte oder einer Tanne zerschneidet, so quillen an bestimmten Stellen in der Rinde und auch im Holz kleine Tropfen von einer harzigen Flüssigkeit hervor. Man erkennt schon mit einer Lupe die Stellen als Löcher. Sie stehen in einem Kreise, doch keinesweges regelmässig, sondern bald näher, bald entfernter, auch oft mehre hinter einander. Schneidet man den Ast der Länge nach durch, so sieht man sie als längere oder kürzere, zuweilen gar kurze Aushöhlungen durch die Rinde in gerader Linie fortlaufen, nur an den Ästen biegen sie sich zuweilen um und laufen in diese hinein. So scheinen sie bald durchziehende Gefäße, bald nur geschlossene Behälter zu sein, und wirklich sind die hervorstehenden Behälter auf den Blättern mancher Coniferen, namentlich Juniperus und Thuya, dieser Art. Sie haben allerdings keine besondere Haut, wie die eigenen Gefäße und die Markgefäße; in der Jugend ist ein hohler Kanal mit Zellen umgeben, die sich von dem benachbarten Zellgewebe nicht unterscheiden, mit der Zeit aber wachsen kleinere oder engere Zellen um den Kanal an, auch mehr mit einer körnigen Masse gefüllt, so dass man sie für eine besondere Umhüllung halten könnte. Meyen hat also Recht, wenn er eine besondere Haut diesen Kanälen abgesprochen hat, auch unterscheiden sie sich von den eigenen Gefäßen gar sehr. Wenn ich diese Gänge in den jüngsten Zweigen und den Knospen genau untersuchte, so fand ich doch immer offene Behälter, aber keine Zellen, deren Querwände geschwunden waren.**) Da diese Terpentingänge oder Kanäle in den Tannenbäumen

*) J. H. D. Moldenhawer Diss. de vasis plantarum. Traj. ad Viadr. 1779. 4. p. 28.

**) Es ist zwar in den Anat. bot. Abbild. T. 7. F. 2 ein Längsschnitt aus dem jungen Aste einer Veynauthskiefer abgebildet, worin ein solcher Kanal aus einer Reihe von Zellen zu bestehen scheint. Aber die Zwischenwände sind nur unten zu sehen, nicht oben, so dass ich jetzt die unteren für eine Täuschung halten muss. Einzelne Reihen von Zellen in den Coniferen sind oft mit Harz gefüllt und können daher auch für junge Kanäle gehalten werden.

sehr gross und deutlich sind, so wurden sie auch schon früh erkannt und beschrieben, und schon Grew redet umständlich und genau davon. Meyen hat auch davon sehr gut in seiner Preisschrift über die Secretionsorgane der Pflanzen (Berlin 1837. 4. S. 19) gehandelt. Die Flüssigkeit, welche sich in diesen Kanälen befindet, ist Terpentin, der beim Austrocknen zum Harz wird. Auch sagte schon Malpighi, die Gefäße wären terebinthinam fundentia. Wenn daher die Rinde der Tannenbäume eingeschnitten wird, so fliesst der Terpentin heraus, der sehr bald an der Luft zu Harz wird. Man bedient sich dieses Mittels gar häufig, um einen Harzfluss zu bewirken, weil dieses Harz zum Colophonium, zur Destilirung des Terpentinöls, als Zusatz zu Pflastern u. s. w. gebraucht wird. Der Stamm ergiesst auf diese Weise eine Menge Terpentin, der sich zum Harz verdickt, und zwar in solcher Menge, dass dieser Ausfluss der Gesundheit des Baumes nachtheilig werden kann. Es geschieht dieses nach einem alten bekannten Gesetz, dass nämlich da, wo ein Reiz angebracht wird, der Zufluss der Säfte sich mehrt.

In den Cykadeen finden sich ebenfalls grosse Gänge, welche den Stamm, die Blattstiele (eigentlich Äste), und selbst die Blättchen durchziehen und eine Flüssigkeit enthalten, welche in grosser Menge ausfliesst, und an der Luft eingetrocknet ein wahres Gummi darstellt. Sie sind von Schultz und Meyen und besonders von Morren*) genau beobachtet. In der Jugend sind sie nach den älteren Schriftsteller blosse Lücken im Zellgewebe ausgehöhlt, dann bekommen sie eine Wand von kleinen Zellen als die umgebenden, auch weniger mit Stärkmehl angefüllt; in dem alten Blattstiel sind die Zellen um die Lücke dickwandig geworden und haben ihr Stärkmehl ganz verloren. Sie verhalten sich also völlig wie die Terpentinkanäle in den Coniferen. Morren machte auch Beobachtungen über den Gummizufluss und sah, dass er immer von unten nach oben ging, also nicht in den Blättern erzeugt werde, um zur Ernährung der Pflanze zu dienen.

*) Sur le gomme des Cycadées par M. Ch. Morren. Extrait du T. 6. et 8. des Bulletins de l'Academie roy. d. Bruxelles.

Hieher gehören auch die Milchkanäle in verschiedenen Arten von *Rhus*, z. B. *Rh. typhina* und *glabra*. Sie gleichen in ihrem Bau den Terpentinkanälen völlig, nur sind sie viel feiner; auch von keiner eigenen Haut umgeben, sondern nur von einem Kranze kleiner Zellen, der statt der Haut ist.

Ferner gehören hieher die Gummigänge in der Rinde der Linden und ähnliche in den Cacteen, welche Meyen in seinem Werke über die Secretionsorgane der Pflanzen T. 3. F. 12. 13. u. F. 21. abgebildet hat.

Behälter von verschiedener Gestalt, mit Milchsaft oder anders gefärbtem Saft gefüllt, finden sich häufig in den Wurzeln und Stämmen mancher natürlichen Familien, besonders der Umbellaten und der Alpiniaceen. Sie sind im Zellgewebe ausgehöhlt, in der Regel nicht mit engen Zellen umgeben, die eine besondere Einfassung bilden, wie in den Coniferen und den Cycadeen, nur findet man zuweilen den dickflüssigen Saft so ausgetrocknet, dass er eine besondere Haut darzustellen scheint.*). Ungemein grosse Behälter dieser Art sieht man in der Wurzel vom Liebstöckel (*Levisticum officinale*), kleinere in der Wurzel von *Archangelica officinalis*, und noch kleinere im Wurzelstocke vom Ingwer (*Zingiber officinale*). Mit diesen Behältern zugleich findet man den harzigen oder Balsamsaft zwischen den langen Zellen — wie es scheint, denn es ist schwer zu sehen, ob in oder zwischen den Zellen — unregelmässig verbreitet, ja man sieht einzelne Tropfen, die Zellen scheinen, vielleicht auch sind, ferner runde Massen im Umfange traubig, wie der Mineraloge sagt, als wären sie mehrere zusammengewachsene Zellen, doch mit einer gemeinschaftlichen Höhlung. Alle diese Verschiedenheiten finden sich in demselben Schnitte oft nahe neben einander. Meyen hat dieses Vorkommen zu den einfachen Zellen gerechnet (Über Secretionsorgane, 61 folg.); er meint, der Saft habe die Zelle umher erweitert. Aber das traubige Ansehen scheint dem zu widersprechen. Besonders aber ist das Vor-

*) In den Ausgew. Abbild. H. 1. T. 3. F. 6. habe ich einen solchen Behälter, aus der Wurzel von *Levisticum officinale*, abbilden lassen, auch eine besondere Haut angegeben, welche den Balsam einschliesst.

kommen mit wirklichen Behältern zugleich, wodurch es wahrscheinlich wird, dass auch diese kleinen Massen in Behältern vorkommen. Ich sah in einem deutlichen Behälter der Angelikawurzel den dickflüssigen Saft unten in einen Tropfen deutlich abgerundet. Dass die Gummiharze der Umbellaten, der stinkende Asant, das Ammoniakgummi, das Galbanumharz aus ähnlichen Behältern hervorquellen, ist sehr wahrscheinlich, obgleich wir noch keine bestimmte Untersuchung darüber haben.

In dem Wurzelstock von *Sanguinaria canadensis* sind die Behälter sehr gross und der Saft schön roth, wie schon erwähnt worden.

In dem Stämme von *Ptelea trifoliata* giebt es solche Behälter in der Rinde, ebenso in der *Piscidia Erythrina*, wo sie Hill beschreibt,*) auch bringe ich die Punkte in dem Stämme und den Blättern von *Lysimachia punctata* hieher. Meyen (a. a. O.) rechnet sie zu den einfachen Zellen, wobei ich aber dieselben Bedenken habe, wie oben bei den Behältern in der Angelikawurzel. Die Streifen in der Fruchthülle der Umbellaten (vittae), am besten in den Früchten von *Heracleum* zu sehen, gehören ebenfalls zu den Saftbehältern.

Die Zellen im Umfange der Höhlung sind allerdings die absondernden Organe des gefärbten Saftes, auch zuweilen selbst etwas gefärbt, aber man muss wohl erwägen, dass der Saft beim Durchgange durch die Membran in den Behälter noch eine bedeutende Änderung erleiden kann.

Die Bewegung der Flüssigkeiten in den eigenen Gefässen ist eine allerdings merkwürdige Erscheinung, doch steht sie nicht einzeln da, sondern man hat in den Zellen der Pflanzen ähnliche Bewegungen wahrgenommen, die es nöthig machen, beide zugleich zu betrachten.

Die Bewegung in den Zellen wurde zuerst von Corti in den grossen Zellen entdeckt, woraus die Arten der Gattung *Chara* bestehen, nach der Weise der conservenartigen Algen überhaupt.**) Die Geschichte dieser Entdeckung und die

*) *The Construction of timber by J. Hill. Loud. 1770. T. 13. F. 1 bb. F. 3.*

**) *Osservazioni microscopiche sulla Tremella e sulla circolazione del fluido in una pianta aquajuola. In Lucca 1771. Eine zweite Abhandlung*

Untersuchungen, welche sie erregten, sind von Meyen in seiner Pflanzen- Physiol. Th. II. S. 206 folg. sehr gut erzählt worden. Besonders deutlich sieht man die Strömung in *Chara flexilis*, in welcher die Zellen oder Schläuche nur in einfachen Röhren bestehen und welcher auch der Überzug von kohlensaurem Kalk fehlt, der die Haut undurchsichtig macht, wie in *Chara vulgaris* u. a. Doch sieht man sie auch hier in den jüngsten Ästen. Die Bewegung wird nur an den kleinen Körnern von verschiedener Grösse und Gestalt kenntlich, die sich in der durchsichtigen und ungefärbten Flüssigkeit bewegen, oder vielmehr von dem Strom der bewegten Flüssigkeit ergriffen und fortgeführt werden. Es ist eine kreisende Bewegung, die an einer Längswand hingehet, der anliegenden Querwand folgt, an der entgegengesetzten Längswand zurückströmt und an der nächstliegenden Querwand zu der Stelle zurückkehrt, wo die Kreisbewegung anfing. Der Strom geht in derselben Zelle immer in derselben Richtung, nämlich mit dem Laufe der Sonne oder gegen denselben, in den andern Zellen folgt er aber oft einer andern Richtung; überhaupt ist die Bewegung in verschiedenen Zellen ganz von einander unabhängig. Eine merkwürdige Beobachtung machte zuerst Gozzi.*). Wenn man nämlich die lange Zelle oder den Schlauch der *Chara* unterbindet, oder zusammendrückt oder einknickt, so theilen sich die Strömungen ebenfalls in zwei Theile, und Meyen sah daselbe, wenn das Zusammenballen der Körner in eine grössere Masse ein Hinderniss hervorbringt. Zerschneidet man den Schlauch, so strömt der Theil der Flüssigkeit, welcher dem Schnitt am nächsten ist, aus, der andere vollendet erst seine Bahn und fliesst dann aus. Die Körner sind ungefärbt und bestehen aus Zellstoff, denn sie werden durch Jod braungelb gefärbt. Dass sie dem Strome folgen und keine eigenthümliche Bewegung haben, ist deutlich, denn sie drängen sich an einander, werden von ihrem Wege abgestossen und verwickeln sich wieder zu grösseren Massen in einander. Die Rich-

findet sich in Rozier Observations sur la Physique etc. T. 8. 1776. p. 232. Daselbst ist auch eine Abhandlung von Fontana darüber, T. 7. p. 285. 1776 Diess sind die ersten Abhandlungen über diesen Gegenstand.

*) Brugnatelli Giornale di fisica dec. II. T. 1. p. 199. 1818.

tung der Ströme wird in der Röhre durch eine eigenthümliche Vorrichtung bezeichnet. Kleine grüne Körperchen, in Linien an einander gereiht, liegen an der innern Fläche des Schlauches, in den jüngern Zweigen parallel mit der Axe, in den ältern machen sie spitze Winkel mit derselben, so dass sie in einem Zickzack aufsteigen. Eben so verhält sich auch der Lauf des Stroms im Innern der Schläuche, in den jüngern geht er mit der Axe parallel, in den ältern geht er in einer Spirale aufwärts, die nach der Länge des Schlauches mehre Windungen macht. Auch in den Wurzelhaaren der Chara befindet sich eine Strömung, wie Meyen mit Recht gegen Agardh behauptet. Dutrochet*) hat gefunden, dass Wärme die Schnelligkeit der Strömung vermehrt, doch nur bis zu 27° C., wo sie wieder langsamer wird; eine Hitze von 45° C. tödtet aber die Pflanze augenblicklich. Mangel an Luft mache die Bewegung langsamer und tödtete die Pflanze durch Bleichsucht am 24. oder 26. Tage. Im luftleeren Raume endete die Bewegung erst am 23. Tage mit dem Leben der Pflanze. Verletzungen der Pflanze, Abschneiden von Ästen, Druck u. dgl. macht, dass die Bewegung so gleich aufhört oder wenigstens langsamer wird, doch stellt sie sich bald wiederum her. Eine Auflösung von einem Theile kaustischem Kali in 1000 Theilen Wasser mache zuerst die Bewegung langsamer, nach fünf Minuten darauf wurde sie aber wieder sehr stark; nach 25 Minuten wurde sie wieder langsam, nach 35 Minuten hörte sie aber ganz auf. Kalkwasser hob die Bewegung in 2—3 Minuten völlig auf. Starke Auflösungen von Salzen und Säuren vernichten die Bewegung, schwache machen sie zwar langsamer, doch erholt sich die Pflanze wieder. Opiumauflösung hemmte die Bewegung in 6 Minuten, nach einer Viertelstunde fing sie zwar wieder an, aber nach einer halben Stunde hörte sie gänzlich auf. Auf eine ähnliche Weise verhielt sich auch Alkohol. Später **) hat Dutrochet die Bewegungen in der Chara mit den Bewegungen verglichen, welche der Kampher auf Wasser macht. Die grünen Körner, welche den Strom gleichsam leiten, sind

*) Comptes rendus de l'Acad. d. Scienc. d. Par. 1837 p. 773.

**) Ibid. 1841. I. 1.

nach ihm die kampherartigen Körper, wodurch die Bewegung hervorgebracht wird. Aber sie bewegen sich ja selbst nicht, wie die Kampherstückchen. Und wo sind solche Körner in der *Vallisneria*?

Becquerels Versuche über die Bewegung der *Chara* zeigen, dass die Wirkung starker galvanischer Säulen die Bewegung aufhebt, dass sie aber nach einiger Zeit wieder anfängt, und dass man die Wiederkehr beschleunigen kann, wenn man die Zahl der Plattenpaare vermindert.

Ich habe die Bewegung des Saftes in dieser Pflanze, ungeachtet sie zu den Kryptophyten gehört, umständlich abgehandelt, weil sie am genauesten untersucht ist. Es scheint nach allen Beobachtungen und Versuchen, dass die Bewegung zuletzt von der Lebenskraft abhängt. Dutrochet's eben angeführte Vergleichung mit der Bewegung von Kampherstückchen, bei denen er ebenso Gewöhnung (habitude) und periodische Anfälle (saccades) bemerkt habe, ist so weit entfernt, dass ich nicht daran glauben kann. Ob aber nicht eine vermittelnde, durch Lebenskraft erregte physische, vielleicht elektrische Kraft dazwischen tritt, lässt sich nach unsren jetzigen Kenntnissen nicht ausmachen, da man weiss, wie versteckt solche Wirkungen sein können. Auch war die Erscheinung der Bewegung in den Charen für die ganze Physiologie sehr merkwürdig, da wir hier Bewegungen von Flüssigkeit in Behältern sehen, ohne alle Zusammenziehung des Gefässes, worin sie sich befinden; eine Erscheinung, die sich auf den Blutumlauf der Thiere leicht anwenden lässt.

Amici untersuchte zuerst genauer die Bewegung in den Zellen der *Caulinia fragilis* (*Najas minor*), die schon Corti zu kennen schien, und beschrieb sie in einer merkwürdigen Abhandlung vom Jahre 1823, welche auch die Entdeckung der Pollenschläuche und die Bewegung in den Pollenschläuchen enthielt.*.) Im Jahre 1827 entdeckte Meyen die Bewegung der Chlorophyllkörner in der *Vallisneria* und beschrieb sie genau.**)

*) *Atti della Societá italiana in Modena T. XIX.*, übersetzt in *Annal. d. Sciences naturell.* T. 2. p. 41 sq.

**) *Nova Acta Acad. Leop. Carol.* T. 13. P. 2. p. 839.

Sie lässt sich in dieser Pflanze am leichtesten beobachten, da die Körner sehr gross sind. Die Körner kreisen in den Zellen, wie die kleinen Körner in dem Schlauche der Chara, mit einer sehr verschiedenen Geschwindigkeit, nicht allein überhaupt, sondern auch im Einzelnen; sie holen daher einander ein, drängen sich und stauen sich auf. Hier sieht man deutlich, dass die Körner bei der Bewegung nur leidend sich verhalten; sobald sie aus dem Strome nach der Mitte der Zelle zu gedrängt werden, liegen sie still, oder haben eine langsame oft rückgängige Bewegung, bis sie wieder von dem Strome ergriffen werden, der sie forttreibt. Nicht selten dreht sich auch ein Haufen von Körnern, seitwärts angetrieben, um seine Axe, ein Umstand, worauf Meyen einen Werth liegt, den er mir nicht zu haben scheint. Zuweilen gleiten die Körner dicht an den Wänden der Zelle sehr schnell hinauf oder hinunter, und es scheint mir überhaupt, als ob die, welche den Wänden näher liegen, schneller bewegt werden, als die andern, mehr nach der Mitte befindlichen. Zuweilen entsteht, besonders im Alter der Pflanze, ein Amylumkern in jedem Chlorophyllkorne, und dann hört die Bewegung der Körner sogleich auf. Von diesem Entstehen des Stärkmehls in der Mitte der Chlorophyllkörner ist schon oben geredet worden. Die Bewegung ist auch bei hoher Temperatur schneller, als bei niedriger; in der Regel steht sie still, nachdem man den Schnitt aus der Pflanze gemacht hat, und erst nach einiger Zeit fängt die Bewegung wieder an. Eine ganz ähnliche Bewegung sieht man auch in manchen andern Pflanzen, in der *Commelina coelestis*, wie schon oben gesagt wurde, in der *Tradescantia virginica*, und in manchen andern, doch muss man sich hüten, diese Bewegung mit andern zu verwechseln, wovon sogleich die Rede sein wird.

Eine sonderbare höchst merkwürdige Bewegung in den Haaren der Staubfäden von *Tradescantia* entdeckte zuerst Rob. Brown.*.) Dann ist sie von Slack beobachtet, besonders aber von Meyen (Pflanzen-Physiol. II. 237 folg.) genau beschrieben worden. Auch sieht man sie in den Haaren anderer Pflanzen,

*) On the sexual organs and impregnation in *Orchideae* 1831. p. 21.

so wie in den Zellen des Stammes von *Commelina* und *Trädescantia*, welche in der Nähe der Spiralgefässe sich befinden.*.) Oben ist schon etwas davon gesagt worden. Sie zeichnet sich durch ihre Veränderlichkeit sehr aus; die Strömungen sind nicht allein verschieden in Zellen, die dicht neben einander liegen, sondern sie sind auch in denselben Zellen zu verschiedenen Zeiten ganz verschieden, wodurch schon die Meinung derjenigen widerlegt wird, welche glauben, dass diese Strömungen in Gefässen geschehen, welche sie für Zweige der Lebenssaftgefässe halten, wie ebenfalls schon oben erwähnt wurde. Im Ganzen scheint die kreisende Bewegung zum Grunde zu liegen, aber durch mannichfaltige Wendungen verändert. So geht zum Beispiel der Strom zuweilen an der einen Seitenwand der Zelle in die Höhe, macht an der obern Wand eine Biegung, geht von dort schief durch die Zelle nach der untern Zellenwand, macht dort eine andere Biegung und geht an der entgegengesetzten Seitenwand in die Höhe. Es würde überflüssig sein, die mannichfaltigen, einander niemals ganz gleichen Bewegungen dieser Art zu schildern. Eine andere Art der Bewegung ist, wenn der Strom nach irgend einer Wand hingehet und sich dort stauet, indem die Körner sich sammeln und unbeweglich werden. Nicht selten sieht man auch einen Kern an der Seite der Zelle liegen, nach dem sich die Ströme von mehren Seiten her wenden, und entweder dort aufgehalten und ruhig werden, oder sich rasch in einem kleinen Bogen umwenden und zurückkehren.*.) Die Körner sind entweder äusserst klein und zeigen sich dann nur als dunkle Punkte, oder sie sind grösser und grün, ja es scheint, als ob die grossen, grünen aus dem Zusammentreffen der kleinen, punktförmigen entstehen. So sieht man in den Strömungen grosse Körner mit kleinen dunklen punktförmigen vermengt. Die Bewegung ist von ungleicher Geschwindigkeit, daher drängen sich oft die Körner und einige werden zur Seite geworfen, ein anderer Beweis, dass die Bewegung nicht in kleinen

*) In der mit diesen Vorlesungen zugleich erscheinenden Anatomie der Pflanzen in Abbildungen sind T. 12. F. 4. Zellen aus dem Stämme der *Commelina coelestis* dargestellt mit den Bewegungen, so gut sich diese andeuten liessen.

Gefässen geschieht, sondern frei in den Zellen vor sich geht. Auch wenn man sich nicht durch über einander liegende Zellen täuschen lässt, geht die Bewegung nie über die Wände der Zelle hinaus. Was hier gesagt wurde, ist meistens von den Bewegungen in den Zellen des Stammes der *Commelina coelestis* hergenommen. Man könnte diese Bewegung eine noch nicht zur Regelmässigkeit gelangte kreisende nennen, auch sieht man zuweilen — in dem Stamme von *Tradescantia virginica* habe ich es beobachtet — beide Bewegungen zugleich in einer und derselben Zelle, die grössern Körner machten eine regelmässig kreisende, die kleinern eine unregelmässig kreisende Bewegung.

Mit dieser letztern Bewegung kommt nun allerdings diejenige noch am meisten überein, welche C. H. Schultz in den eigenen Gefässen zuerst bemerkt hat, nur dass diese sich in Gefässen bewegt, was dort nicht zu erkennen ist. Auch hier sind es Körner, wodurch die Bewegung überhaupt kenntlich wird. Sie hat es auch mit den kreisenden Bewegungen gemein, dass sie keinesweges gleichförmig forschreitet, sondern dass sie zuweilen aufhört und dann wiederum fortfährt. Auch fängt sie in der Regel erst an, nachdem der Theil oder auch der Schnitt einige Zeit unter dem Mikroskop gelegen hat. Alle Beobachtungen sind einer Circulation entgegen, wie sie Meyen annimmt, einem Aufsteigen des Saftes nach den oberen Theilen, einem Kreisen in ihnen, einem Herabsteigen zur Wurzel, einem Kreisen in derselben, und einem Zurückkehren nach den oberen Theilen auf die angegebene Weise. Näher kommt die Cyklose der Wahrheit oder die partiellen Circulationen, wie sie C. H. Schultz annimmt, doch ist auch hier der Verlauf nicht so regelmässig, als er ihn beschreibt; sehr oft stossen zwei Ströme in einer schiefen Richtung gegen einander, stauen sich, der eine siegt und geht seitwärts weiter.*.) Auch kehren wohl Ströme in einem kurzen Bogen um und gehen unter einem sehr spitzen Winkel wieder zurück. Oft

*) Ich habe Ausgew. Abbild. H 2. T. 8. F. 1. ein Stück aus einem Kelchblatte von *Chelidonium majus* abbilden lassen, wo die beigesetzten Pfeile die Richtung der Ströme anzeigen. Man sieht hier die oben erwähnten Verschiedenheiten in der Strömung.

ruht auch der Saft in einem Kanale, indem er sich in dem andern lebhaft bewegt. Alle diese Verschiedenheiten kommen nicht selten in einem kleinen Raume neben einander vor. Am besten beobachtet man diese Bewegungen am Schöllkraute (*Cheledonium majus*) und zwar an den Kelchblättern und den Kapselklappen bei gewöhnlichem Tageslicht, ohne dass man einen Schnitt anbringt. Beobachtungen im hellen Sonnenlicht sind gänzlich zu vermeiden. Ausser dem Flimmern sieht man dort ein heftiges Strömen bald rechts, bald links, nachdem man den Spiegel dreht. Diese Verwechselung mit den wirklichen Strömungen hat manche Naturforscher, namentlich den vortrefflichen Beobachter Amici bewogen, die Bewegung in den eigenen Gefässen überhaupt für eine Täuschung zu erklären.

Es ist eben so wenig erklärt, wie diese Bewegungen geschehen, als wie die vorigen. An eine Zusammenziehung der Gefässer ist nicht zu denken; man sieht davon nirgends die geringste Spur. Die Gefässer sind gross genug, die Strömungen deutlich genug, um sich davon leicht zu überzeugen. Die Strömung ist die Hauptsache, das Gefäss selbst — wenn es wirklich immer vorhanden ist — Nebensache. Man sieht gar oft die Körner in der Mitte des Kanals zusammengedrängt, den Saft gleichsam geronnen, und dann scheinbare Erweiterungen und Zusammenziehungen, aber gewiss ohne alle umgebende Haut, allein durch die Strömung hervorgebracht.

Weil der Milchsaft und die gefärbten Säfte überhaupt bei einem Querschnitt der Pflanze nach oben zu ausfliessen, was nicht geschehen würde, wenn die Säfte durch die Kraft der Haarröhrchen allein aufstiegen, so vermutete man längst eine andere Bewegung der Säfte in diesen Gefässen, als sie in Haarröhrchen Statt findet. Man dachte bald an eine Zusammenziehung der Gefässer, wie man sie im thierischen Körper angenommen hatte. Die verschiedenen Beobachtungen und Versuche der ältern und neuern Pflanzen-Physiologen, Mariotte, Duhamel, vorzüglich Rafn, van Marum, Dutrochet, hat Meyen in der Pflanzen-Physiologie (II. 411) angeführt. Die mikroskopische Untersuchung kann hier allein entscheiden.

In allen diesen Fällen ist die Bewegung der Körner, wie es scheint, nur leidend (passiv), der Strom wird allein bewegt,

und die Bewegung scheint zuletzt von den Wänden der Zellen, oder auch der Kanäle auszugehen. Wenn er in der Vallisneria aufhört, sobald die Körner einen Amylumkern bekommen, so scheint wohl Beides von derselben Ursache, von einer Veränderung in der Vegetation überhaupt abzuhängen. Es giebt aber auch eine Bewegung der Körner in den Zellen, welche ganz activ ist und von den Körnern allein abhängt, denn man bemerkt sie auch ausserhalb der Zellen, und im blossem Wasser. Es ist die bekannte, von Rob. Brown zuerst entdeckte Molecularbewegung. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass die Körner nicht weit von ihrer Stelle fortgehen und sehr oft eine kreisende Bewegung haben. Es ist hier nicht der Ort, von dieser viel besprochenen Bewegung zu reden; ich will nur bemerken, dass man sie am häufigsten in den Eichen der Pflanzen und überhaupt nicht weniger häufig in den Kryptophyten, als den Phanerophyten bemerkt.

Dreizehnte Vorlesung.

Innere Drüsen. Spaltöffnungen. Lücken.

Die Saftkanäle und Saftbehälter führen uns durch eine natürliche Verbindung zu den Drüsen der Pflanzen, in denen ebenfalls ein besonderer, von allen andern Säften derselben Pflanze unterschiedener Saft enthalten ist. Gehen wir auf den Grund aller Absonderung in der Pflanze zurück, so kommen wir zur einzelnen Zelle, die schon allein und für sich das Vermögen hat, einen eigenthümlichen Saft zu bereiten. Es ist schon oben angeführt worden, dass nicht gar selten einzelne mit einem gefärbten Saft erfüllte Zellen zwischen andern völlig farblosen gefunden werden. Da nun diese Zellen von den benachbarten Zellen ihren Saft, also einen ungefärbten erhalten, weil kein Gefäss zu ihnen geht, so muss ihnen das Vermögen zukommen, den ungefärbten Saft in einen gefärbten zu verwandeln und also einen eigenthümlichen Saft abzusondern. Jede Zelle kann also unter Umständen, die uns nicht

bekannt sind, eine Drüse werden, und zwar allein und für sich, indem es die umgebenden Zellen nicht sind; jede Zelle ist also in dieser Rücksicht ein Individuum. Eine solche Zelle mögen wir eine einfache Drüse nennen.

Aber nicht selten finden sich auch mehre Zellen vereinigt, um eine zusammengesetzte Drüse zu bilden. Es ist hier nicht davon die Rede, wenn zuweilen mehre gefärbte Zellen zwischen andern ungefärbten zufällig zusammenstehen, in welchem Falle die Zahl der zusammenstehenden Zellen sehr verschieden ist, sondern es können nur die Fälle hieher gerechnet werden, wo ungefähr eine gleiche Anzahl von Zellen in nicht so gar verschiedenen Entfernungshäufungen haufenweise verteilt ist. Solche Anhäufungen von Zellen kann man zusammengesetzte Drüsen nennen. Sie sind häufig in den Pflanzen und bezeichnen ganze natürliche Familien; so finden sie sich in den Blättern vieler Rutaceen, aller Myrtaceen, in Hypericum perforatum und andern Gewächsen. Da sie einen hellen, höchst wahrscheinlich ölichen Saft enthalten, so erscheinen sie durchsichtig in den grünen undurchsichtigen Blättern und diese gleichsam durchlöchert. Man bemerkt nicht, dass sie einen Saft aussondern, und man riecht erst ihren wahrscheinlichen Inhalt, wenn man die Blätter zerreibt. Sie kommen darin mit den einfachen Drüsen überein, indem man zwar einen abgesonderten Saft, aber keinen ausgesonderten Saft gewahr wird.

Die Saftbehälter, von denen in der vorigen Vorlesung die Rede war, bilden meistens lange Kanäle, und wenn sie auch nicht selten kurz und länglich erscheinen, so sind sie doch in der Regel mit langen Kanälen in derselben Pflanze zusammen. Aber wenn auch dieses nicht der Fall sein sollte, so zeichnet sie doch die unbestimmte Gestalt aus. Es giebt aber andere Saftbehälter in den Pflanzen von einer bestimmten kugelförmigen Gestalt, und mit Zellen umgeben, welche einen schon zubereiteten Saft, oder vielmehr einen solchen zu führen scheinen, wie er sich in den Behälter zu ergießen pflegt. Von dieser Art sind die Saftbehälter in den Schalen der Zitronen, Apfelsinen, Pomeranzen. Sie haben eine so bedeutende Grösse, dass man sie mit blossen Augen erkennt, befinden sich in der Schale, dicht unter der Oberfläche, und

zeigen sich als grosse Löcher mit ätherischem Oel erfüllt, welches beim Pressen der Schale ausspringt. Durch ein solches Auspressen wird das Bergamottöl aus den kleinen und runden Früchten der Bergamotte (*Citrus Limetta Risso*) in Italien bereitet, welches einen feinern und angenehmern Geruch hat, als die destillirten Oele aus den Früchten anderer Citrus-Arten. Die Zellen, welche den Behälter zunächst umgeben, sind sehr locker und von gewöhnlicher Form, die darauf folgenden liegen aber in mehren Reihen im Kreise umher, sind viel breiter als lang, und nach der Höhlung gebogen. Die innersten Zellen sind ganz farbenlos, auch die gebogenen Zellen sind es in den innersten Reihen, aber in den äussersten Reihen werden sie schon etwas gefärbt. Gegen die Oberfläche und in derselben findet man wiederum gar viele gewöhnlich gebildete Zellen, aber ganz gelb gefärbt. Der ölige Saft in den Behältern ist ganz farbenlos, auch sieht man ihn zuweilen, wie er in kleinen Strömen durch das Zellgewebe sich hinzieht; ausserdem nimmt man viele gelbe Oeltropfen, hier und da im Zellgewebe zerstreut, besonders gegen die Oberfläche wahr. Der färbende Stoff scheint also harziger Natur.

Von diesen kugelförmigen Saftbehältern bis zu den eingedrückten Drüsen haben wir nur einen kurzen Schritt. Der Behälter ist hier nach aussen gekehrt, bildet eine Vertiefung auf der Oberfläche der Pflanzen, und ist von etwas dickwandigen, gewöhnlich dunkel gefärbten Zellen eingefasst. In der Vertiefung sammelt sich der ausgeschiedene Saft der Zellen, der also der äussern Lust immer ausgesetzt ist. Hierher gehören die Drüsen unter dem Fruchtknoten der Raute, *Ruta graveolens*, die ausgezeichneten Nectarien von *Fritillaria imperialis L.*, auch findet man auf der Schale der Apfelsinen und ähnlicher Früchte kleine Eindrücke, in denen sich etwas Oel sammelt.

Da ich hier nur von dem innern Bau der Pflanzen rede, so kann auch von den äussern, sowohl ungestielten als gestielten Drüsen die Rede nicht sein, eben so wenig, als von den Haaren, welche den Drüsen sehr verwandt sind. Alle diese Theile gehören zu den äussern. Es scheint auch zweck-

mässiger, sie mit den Theilen abzuhandeln, auf denen sie sich befinden und für welche sie oft von Bedeutung sind.

Zu den Theilen, welche noch zu den innern zu zählen sind, mit ihnen wenigstens in einer genauen Verbindung stehen, ob sie gleich an der Oberfläche sich befinden, gehören die Spaltöffnungen oder Poren (stomata, pori). Der Name macht sie schon kenntlich, auch sind sie bei der Untersuchung mit einem zusammengesetzten Mikroskop so leicht zu finden, dass sie immer wieder von Neuem entdeckt wurden. Malpighi sah sie schon und bildet sie sehr roh ab (Anat. pl. F. 109), Grew beschreibt sie genauer und giebt ebenfalls eine Abbildung davon (An. of. pl. F. 48). Aber diese Abbildungen wurden ganz vergessen und Guettard in seinen Abhandlungen über die Drüsen der Pflanzen, in den Schriften der Pariser Akademie für 1745 (S. 377 T. 6. F. B. 6), zählt sie unter diesen mit auf und nennt sie glandes miliaires. Nun entdeckte sie Horaz Benedict de Saussure, der später berühmt gewordene Geolog, wieder und beschrieb sie genau in seinem Buche über die Rinde der Blätter,*) welches aber wenig verbreitet und bekannt wurde. Denn einige Jahre nachher sah sie von Gleichen auf den Blättern der Farn, wo sie eben so häufig sind, als auf den Blättern der Phanerogamen, und hielt sie für die männlichen Geschlechtstheile derselben.**) Er durfte nur irgend eine andere Pflanze untersuchen und er würde seine Täuschung bald eingesehen haben. Man sieht aber, dass Gleichen nichts von dem kannte, was vor ihm über diese Spaltöffnungen geschrieben war. Ungeachtet Comparetti***) diese Spaltöffnungen wiederum genau beschrieben hatte, so kannte Hedwig in seiner Abhandlung über die Ausdünstungswege der Pflanzen (Samml. s. zerstreut. Schrift. 119) nichts als Gleichen's Fehlgriff und er hielt sich für den Entdecker dieser Theile in Rücksicht auf das ganze Pflanzenreich, wenigstens die Phanerogamen. Mit Hedwig fangen die Forschungen für Anatomie und Physiologie in Deutschland an, und besonders hat die

*) Observations sur l'écorce des feuilles. Genève 1760. p. 21.

**) Das Neueste aus dem Reiche der Pflanzen. Nürnb. 1764. p. 24. 30.

***) Prodromo di fisica vegetabile. Padov. 1791. p. 5.

Untersuchung dieser Spaltöffnungen die Botaniker sehr beschäftigt. Es wäre zu umständlich, alles zu erwähnen, was über diesen Gegenstand geschrieben worden, wir wollen nur das Wichtigste anführen.

Man glaubte sonst, die Spalte befände sich in der oberen Haut der Zelle und habe das Vermögen sich zu öffnen und zu schliessen, bis endlich Moldenhawer (s. Beitr. 94.) (T. 2. F. 5) den wahren Bau zuerst lehrte. Sie werden nämlich (s. T. 2. F. 5) durch zwei halbmondförmig gebogene Zellen gebildet, die an den Enden zusammenschliessen, und in der Mitte eine Öffnung lassen, die einer Spalte gleicht. Die Verschiedenheiten, welche hierbei vorkommen, liegen zuerst in der Krümmung der beiden Zellen, die zuweilen sehr stark ist, so dass die Öffnung fast rund erscheint, zuweilen geringer, wodurch die Öffnung eiförmig, länglich und linienförmig wird. Eine zweite Verschiedenheit liegt in der Berührung der beiden Enden. Zuweilen sind die Enden abgerundet, so dass sie sich nur in wenigen Punkten berühren, zuweilen bilden sie aber eine Fläche, so dass sie über die Öffnung hinaus eine kürzere oder längere Fuge bilden. In sehr seltenen Fällen sind die beiden Zellen an ihren Enden ganz und gar mit einander verwachsen und bilden einen Ring um die Öffnung, so sah ich sie an *Aloë succotrina*. Die beiden Zellen sind mehr oder weniger mit Chlorophyllkörnern in ihrem Innern versehen, entweder einzelnen, zerstreuten und grössern, oder dicht zusammengedrängten kleinern. Sehr oft bilden sie eine der ganzen Zelle ähnliche, aber von der Oberfläche entfernt stehende grüne Figur, die eine Zusammenziehung des grünen Stoffs anzuzeigen scheint, welche auch zuweilen durch Jodtinktur bewirkt wird, nur dass diese den grünen Stoff braun färbt. Ein Beispiel geben die Spaltöffnungen der Blätter von *Papaver somniferum*. Zuweilen zieht sich auch diese grüne Figur von beiden Enden zurück, wie an *Opuntia vulgaris* (Ausgew. Abb. H. 2. T. 4. F. 9). Die grossen hellen Kugeln, welche R. Brown in den gebogenen Zellen beobachtet hat, finde ich häufig fast in allen Zellen auf der Unterseite der Blätter von *Lilium candidum*. In saftigen Pflanzen, wo die Zellen einen ungefärbten Saft enthalten, finden sich doch in der Regel Chlorophyllkörner

in den gebogenen Zellen, und eben dieses ist auch oft der Fall, wenn alle umgebenden Zellen, ausser den gebogenen, roth gefärbt sind. Diese Spaltöffnungen, oder vielmehr die Zellen, welche die Spaltöffnung bilden, liegen entweder in der Oberfläche selbst oder in einer Vertiefung der Oberfläche, deren Ränder entweder sanft abgerundet sind oder scharf hervorstehen, wie dieses besonders an vielen Proteaceen bemerkt wird, welchen Rand der Vertiefung Mohl den Wall nennt.* An *Nerium Oleander* liegen die Spaltöffnungen in den grossen Vertiefungen auf der untern Seite der Blätter, und zwar auf dem Boden derselben unter den Haaren, womit die Wände der Vertiefung besetzt sind, in Menge dicht neben einander, auch viel dichter, als man sie sonst in der Regel findet; anderwärts sieht man sie auf diesen Blättern nicht. Rudolphi (Anat. d. Pfl. 95) sagt nicht, dass sie auf dem Boden jener Vertiefungen liegen, er schildert sie sehr klein, so dass ich auch zweifle, dass er sie wirklich gesehen, sondern einzelne längliche Zusammenballungen von einem gelblichen Stoff, der in der Oberschicht dieser Blätter öfter vorkommt, dafür gehalten habe. Sonst liegen sie meistens unregelmässig zerstreut auf der Oberfläche der Blätter, nur auf den schmalen linienförmigen Blättern vieler Monokotylen, besonders der Gräser, auch der Coniferen, sieht man sie in Reihen geordnet.

Die Spaltöffnungen fehlen immer auf den Blattnerven wie auch auf den Blattstielen, ausser wenn diese erweitert sind und die Gestalt eines Blattes angenommen haben. Sie fehlen ferner den Wasserpflanzen, soweit diese unter Wasser stehen. Wenn die Blätter auf dem Wasser schwimmen, so sind sie in grosser Menge auf der obern, der Luft ausgesetzten Fläche, dagegen fehlen sie gänzlich auf der untern Fläche, wo diese auf dem Wasser liegt. Diess ist der Fall mit den Blättern der Arten von *Nymphaea* und *Hydrocharis*. Sie fehlen den Pflanzen, welche von Natur nicht grün sind und im Schatten wachsen, wie *Monotropa*, *Neottia Nidus Avis*. Wohl aber finden sie sich an den Pflanzen, welche sonst grün sind, aber zufällig im Dunkeln aufgewachsen, wie Rudolphi (Anatom. 67)

*) *N. Acta Acad. Leopold. Carol. XVI. II. 791.*

gegen de Candolle durch Versuche mit *Ipomoea carnea* und *Ip. violacea* gezeigt hat, die im Dunkeln gesät und erzogen weissgelbe Blätter hatten, aber voll Spaltöffnungen waren. Auch fand derselbe solche Öffnungen an roth, weiss und gelb gefleckten Blättern und Stengeln, und zwar an den Stellen, wo die Farbe nicht grün war, z. B. an den Blättern von *Aucuba japonica*, *Amaranthus tricolor*, *Orchis latifolia* und *maculata* u. dgl. Sie fehlen den blattlosen Pflanzen, nämlich *Rafflesia*, *Brugmansia*, nach Meyen (Phytotom. 107), doch sah sie an *Cuscuta* Unger, und an *Lathraea Squamaria* Meyen.

Am häufigsten finden sich die Spaltöffnungen an den Blättern, oft auf beiden Flächen und zwar fast in gleicher Menge, besonders an den schmalblättrigen Monokotylen, z. B. den Gräsern, Junceen, Liliaceen, Palmen u. s. w., doch Cyproiden und Orchideen ausgenommen, wo auf der obren Fläche in der Regel keine sind. Ferner ist dieses auch der Fall an den meisten schmalblättrigen Dikotylen, namentlich *Melaleuca*, *Callistemon* u. s. w., doch auch an einigen breitblättrigen, namentlich *Beta*. Auf der obren Fläche finden sich keine an den lederartigen Blättern, die schmalen ausgenommen, ferner an den meisten Bäumen und Sträuchern, ausgenommen *Syringa*. Sehr oft hat die obere Fläche eine geringere Anzahl als die untere, selten sind mehr vorhanden, wie an *Primula Auricula*. Umständlich genau handelt Rudolphi von diesem Ge- genstande (Anat. 56—59). Rudolphi fand sie nicht an den Blättern, die mit einem dichten Filz bedeckt sind, aber sie sind wirklich vorhanden, wie man sieht, wenn man den Filz behutsam wegnimmt. Die Grösse der Spaltöffnungen auf den Blättern ist sehr verschieden; auf den saftigen Blättern sind sie sehr gross und wohl überhaupt am grössten, z. B. an den *Aloe*arten, dagegen sind sie auf den Blättern von einem festen dichten Gewebe, meistens sehr klein. Über die Anzahl derselben führt Meyen (Pfl.-Phys. I. 289) sehr verschiedene Angaben auf; so zählte Humboldt auf einer Quadratlinie eines Blattes von *Agave americana* 55 Spaltöffnungen, Herrmann Krocker aber 130. Sprengel fand auf einer Quadratlinie von der obren Blattfläche einer weissen Lilie 24 Spaltöffnungen, von der untern Blattfläche 577, Kieser fand auf der gemeinen

Bohne 2000. Nach Unger kommen im Durchschnitt von den grössern Spaltöffnungen auf einer Quadratlinie 120 vor, von den kleinern 5-600.

Was nun die übrigen Theile betrifft, so finden sie sich auf jungen und krautartigen Stämmen, doch seltener als auf den Blättern, sobald aber die Stämme holzig werden und eine gelbe oder braune Farbe bekommen, werden sie so entstellt, dass man sie nicht mehr erkennt. An den Wurzeln und den unterirdischen Stämmen fehlen sie immer. Am Kelche sieht man sie fast immer, auch an dem gefärbten Kelche; gewöhnlich auf der äussern Fläche, doch auch zuweilen auf der inneren, wenn der Kelch absteht (Rudolphi An. 87. 88). Wo die Kelchblätter oder Kelchabtheilungen über einander liegen, habe ich sie meistens nicht gefunden. Auf der Blume der Monokotylen, dem Perigonium, finden sie sich, entweder auf beiden Flächen, oder auf der äussern; doch fehlen sie an der Blume der Allium-Arten, so viel ich untersucht habe. An den Blumenkronen kommen sie selten vor, doch bemerkt man sie an sehr grossen Blumen, die weit über den Kelch hervorragen, wie *Stapelia* und andere; oft auch an den Stellen, wo die Blume grün gefärbt ist; ich sah sie z. B. an den grünen monströsen Blumenblättern einer *Paeonia officinalis*, da sie doch an der gefärbten unveränderten Blume dieser Art nicht zu bemerken waren. Meistens sind sie auf der äussern Fläche, seltener auf beiden, wie Rudolphi an *Dictamnus albus*, *Mesembrianthemum bicolor* und *Passiflora serratifolia* bemerkte. Man sieht sie auch an grossen Staubfäden, nämlich an den Trägern, so wie an den Griffeln, z. B. an *Passiflora*; Rudolphi fand sie auch an den Antheren von *Lilium bulbiferum*. An den grünen Fruchtknoten sind sie meistens in grosser Menge, doch schwinden sie an der reifen Frucht. Die Samenschale hat keine, an den Samenlappen als künstigen Blättern sind sie schon im Samen kenntlich.

Hieraus erhellt, dass die grünen Theile in der Regel damit versehen sind, die anders gefärbten nicht, ausgenommen die rothen Stellen der Blätter, wo jedoch die gebogenen Zellen der Spaltöffnungen meistens grüne Chlorophyllkörper enthalten. Pflanzen, deren Stämme nicht grün sind, und

denen grüne Blätter fehlen, haben auch keine Spaltöffnungen, doch macht *Cuscuta* eine Ausnahme. Zufällig abgeblassten Theilen fehlen aber Spaltöffnungen nicht, denn diese bilden sich nicht später, sondern sind schon in den eben entwickelten Theilen vorhanden, wie die Samenlappen lehren. Eine andere Folge der oben angegebenen Beobachtungen ist, dass sie sich da finden, wo die Pflanze der freien Luft ausgesetzt ist.

Die Spaltöffnungen erscheinen gar oft geschlossen; ein dunkler Streifen verdeckt ihre Öffnung, und man sollte glauben, es sei eine schlaffe Haut, welche sie verschliesst, und die schlaffe Haut sei durch eine Erschlaffung der gebogenen einfassenden Zellen entstanden. Dieses Verschliessen der Öffnungen fällt so sehr auf, dass die Beobachter sehr bald etwas Periodisches darin sahen. So glanbte *Comparetti*, sie wären bei Tage geöffnet und in der Nacht verschlossen, auch *Sprengel* meinte, sie wären des Morgens mehr als des Abends geöffnet, *Moldenhawer* aber, sie wären bei regnigtem Wetter geschlossen. Ich habe schon früh gezeigt (Grundlehren 140), dass hierin nichts Beständiges ist, sondern dass sehr oft verschlossene Spaltöffnungen mit den offenen zugleich vorkommen. Ich bin durch spätere Untersuchungen völlig überzeugt worden, dass ein ausgesonderter dunkler, feinkörniger, wie es scheint weicher Stoff es ist, welcher diese Öffnungen ganz allein verschliesst, und dass weder eine Membran, noch eine Erschlaffung der Seitenzellen irgend einen Anteil daran hat. Man sieht dieses ganz deutlich, wenn man Querschnitte der Blätter macht, wo dieser abgesonderte Stoff über und auch unter den Seitenzellen deutlich zu sehen ist. S. T. 2. F. 5. Schon längst bemerkte ich, dass die Spaltöffnungen der Coniferen mit einem dunklen Stoff bedeckt sind, der sich aber durch Kochen mit Wasser oder Weingeist wegnehmen lässt. Man sollte ihn für harzig halten, aber durch kochendes Wasser lässt er sich leichter entfernen, als durch kochenden Weingeist.

Man sieht gar oft an den Seiten der Spaltöffnungen im Querschnitte einen körnigen, aber hellen, mehr durchscheinenden Stoff hängen, als der ist, welcher sich in den Spaltöffnungen anhäuft, auch kommt er auf der Oberfläche der

meisten Blätter, besonders der festen und dichten hier und da unregelmässig angehäuft vor. Dieser Stoff scheint, wenigstens in vielen Fällen, von dem verschieden, welcher die Spaltöffnungen verstopft. Vermuthlich werden alle diese Stoffe vom Regen oder Thau weggespült, und man möchte sie zu den Aussonderungen, zum Unrath der Pflanzen rechnen.

Den Kryptophyten fehlen die Spaltöffnungen durchaus. Was man an den Marchantien dieser Art gefunden hat, ist wenigstens sehr abweichend. An dem Fruchtansatz (*apophysis*) einiger Arten von *Splachnum* (nicht *Sp. rubrum* und *luteum*) sind sie vorhanden, wie zuerst *Treviranus* bemerkt hat (Beitr. 10. F. 9—11). Aber am Wedel der *Farrn* finden sie sich in eben solcher Menge, als an den *Phanerogamen*, wie schon aus dem oben angeführten Fehler erhellte, den von Gleichen in dieser Rücksicht beging.

Zwei Botaniker, Vater und Sohn, haben sich um die Kenntniss der Spaltöffnungen sehr verdient gemacht. Im Jahre 1800 erschien eine Dissertation; *De plantarum epidermide* Auct. *Krocker*, Hal., und im Jahre 1833 eine andere von dem Sohne: *Dissertatio de plantarum epidermide*, Auct. *Herrmann. Krocker*, Vratislav., worin nicht allein das damals Bekannte vollständig gesammelt ist, sondern worin sich auch eine Menge eigener Beobachtungen finden. So hat auch *Treviranus* in seiner Physiologie der Gewächse (Th. I. S. 462—476) vollständig und beurtheilend gesammelt, was über diesen Gegenstand bis dahin bekannt war.

Die Meinungen über die Verrichtungen dieser Theile sind sehr verschieden und einander ganz entgegengesetzt. *Hedwig* meinte, es wären die Ausdünstungswege der Pflanzen, die gebogenen Zellenwände mit ihren Zwischenräumen sah er für die zurückführenden Gefässe an, welche den Saft zur Verdunstung der Spaltöffnungen zurückführen. Die Lage der gebogenen Zellen zwischen den übrigen ist aber in den meisten Pflanzen ganz abweichend von der gewöhnlichen Anordnung der Zellen überhaupt; die umgebenden Zellen schneiden scharf an der Randung ab. Nur an den Begonien und einigen andern Pflanzen bemerkt man, dass die umliegenden Zellen Theil nehmen an der Krümmung der Seitenzellen. Die ganze

Bildung der Spaltöffnungen scheint also zu künstlich und folglich überflüssig für die Ausdünstung, da die Membran selbst leicht genug die Flüssigkeiten zur Ausdünstung durchlässt. Indessen meinten Moldenhawer und Treviranus dennoch, dass sie zur Ausdüstung dienen, weil, setzt der letztere hinzu, die Oberhaut der Pflanzen zu dicht ist, um Feuchtigkeiten durchzulassen. Aber auf der viel dichtern obern Fläche sind weniger Spaltöffnungen, als auf der untern. Sprengel glaubte, die Spaltöffnungen dienten zum Einsaugen der Feuchtigkeiten. Bonnet hatte die Bemerkung gemacht, dass die Blätter mit der untern Fläche mehr einsaugen als mit der obern; er spannte nämlich Blätter mit der obnen oder untern Fläche über Wasser aus, und sah, dass die letzten viel länger sich hielten als die ersten. Er suchte dadurch die Stellung der Blätter in einer Schraubenlinie zu erklären, weil in dieser Stellung die Blätter einander nicht bedecken und folglich sich nicht am Einsaugen der Feuchtigkeit aus der Erde hindern. Sprengel wandte dieses auf die Spaltöffnungen an und meinte, da diese sich auf der untern Fläche der Blätter in der Regel am häufigsten finden, und die untere Fläche mehr einsaugt als die obere, so könne man daraus folgern, dass die Spaltöffnungen zum Einsaugen dienen. Aber die Versuche von Bonnet sind immer richtig; wenn auch die obere Fläche eben so viel und mehr Spaltöffnungen hat als die untere, so saugt sie doch weniger ein als die letztere, und die Blätter verwelken eher, wenn die obere Fläche dem Wasser zugekehrt ist, als wenn die untere, wie ich an Versuchen mit *Browallia elata* gefunden habe. Die Verrichtung des Einsaugens ist also unabhängig von den Spaltöffnungen. Wie Sprengel, hielten auch Schranck, Humboldt, Krocker und Rudolphi die Spaltöffnungen für Einsaugungsorgane. Nach den Untersuchungen von Ad. Brogniart, der zuerst die Lücken im Zellgewebe der Pflanzen einer besondern Aufmerksamkeit würdigte, stehen sie mit diesen in Verbindung und sind die Respirationsorgane der Pflanzen; eine Meinung, die sich fast allgemeinen Beifall nicht mit Unrecht erworben hat.*). Diese Verbindung ist oft sehr

*) *Annal. d. scienc. natur.* T. 21. p. 420.

auffallend und deutlich, besonders an *Nelumbium speciosum*, *Cereus grandiflorus* und andern vorzüglich saftigen Pflanzen, wo die Öffnung zwischen den beiden gebogenen Zellen zu einem grossen und weiten Luftkanale führt. In sehr vielen andern Pflanzen findet sich unter jeder Spaltöffnung eine bedeutend grosse Erweiterung mit Luft gefüllt, wie man im Querschnitte der Blätter sieht. Moldenhawer und Treviranus haben diese Höhlungen schon früher gesehen. Amici hat sie ebenfalls beobachtet, und Unger nennt sie in seinem Buche über die Exantheme der Pflanzen (S. 14) Athemhöhlen. Die Exantheme sind ihm die Pilzarten, welche ich *Caeoma* genannt habe, Brand nämlich und Rost, die aus den Spaltöffnungen hervorkommen sollen, als Krankheiten der Respirationswerkzeuge. Diese Luftbehälter stehen zuweilen mit den Lücken des Blattes in Verbindung, zuweilen ist es mir aber nicht möglich gewesen, eine solche zu finden. In manchen Fällen, besonders in dichten, fast saftlosen Blättern, ist auch unter den Spaltöffnungen kein Luftbehälter zu sehen, wie schon Meyen bemerkt, auch keine Verbindung mit den Lücken wahrzunehmen. Aber diese Ausnahmen können die Behauptung nicht umstossen, dass die Spaltöffnungen mit dem Luftwechsel in den Pflanzen, den wir Respiration nennen wollen, in einer Beziehung stehen, welche durch die andern angegebenen Erscheinungen in einem hohen Grade wahrscheinlich wird, so wie auch dadurch, dass die Wasserpflanzen an den Theilen, wo sie mit Wasser bedeckt sind, keine Spaltöffnungen haben. Vermuthlich ist dieser Luftwechsel derselbe, welchen man schon seit längerer Zeit bemerkt hat, dessen Gesetze oder wenigstens Regeln noch keinesweges genau bestimmt sind, und von denen an einem anderen Orte zu reden ist. Mit dieser Respiration der Pflanzen scheint auch der Umstand in Beziehung zu stehen, dass die Spaltöffnungen vorzüglich auf grünen Theilen sich befinden, welche unter Umständen im Sonnenlicht Sauerstoff zu entwickeln vermögen. Wenn sie nicht weniger auf den Flecken der roth und gelb gefleckten Blätter gefunden werden, so stösst dieses jene Behauptung nicht um; die Spaltöffnungen sind vorgebildet und beständig, da hingegen die rothen und gelben Flecke als etwas Zufälliges

erscheinen, indem sie bald mehr bald weniger sich verbreiten, ja bisweilen ganz fehlen, auch wohl nur in den meisten Fällen als Fortpflanzung einer ursprünglichen Abänderung anzusehen sind. Die Spaltöffnungen erscheinen aber auch als Secretionsorgane, wenn ich sie auch nicht mit Meyen Hautdrüsen nennen möchte, denn sie werden durch einen ausgesonderten Stoff von Zeit zu Zeit verstopft, ja in den Coniferen scheint diese Verstopfung eine beständige zu sein. Daraus möchte ich aber noch nicht schliessen, dass ihre Hauptverrichtung die Absonderung sei, denn auch im Thierreiche sondern die Respirationsorgane mancherlei Stoffe ab, und eine Verrichtung kann gar wohl in einzelnen Fällen, sogar in natürlichen Gattungen und Familien, gehemmt sein, ohne dass man daraus Schlüsse für das Ganze ziehen darf. Keinesweges ist aber die ganze Erscheinung so ins Licht gesetzt, dass man die Untersuchung, ungeachtet der vielen und grossen Bemühungen, für geschlossen halten kann. Besonders ist es schwer zu unterscheiden, ob die bei den Versuchen entwickelten oder eingesogenen Gasarten von den Spaltöffnungen oder auf eine andere Weise entwickelt und eingesogen werden.

Es scheint nicht, dass die Intercellulargänge zu diesem System der Luftkanäle gehören können, wie Unger in dem angeführten Werke über die Exantheme meint, sondern die entgegengesetzte Meinung von Meyen (Pflanzen-Physiol. I. 266) scheint mir der Wahrheit näher zu kommen. Die Intercellulargänge entstehen nur dadurch, dass die Zellen sich einander nicht in allen Punkten berühren, ein höchst zufälliger Umstand. Auch zeigen sie sich bald offen, bald verschlossen entweder dadurch, dass die Zellwände sich dicht an einander gelegt haben, oder dass eine fremde Materie sich dahin abgesetzt hat. Oben in der siebenten Vorlesung ist davon schon die Rede gewesen. Ihr Luftgehalt ist wohl nur zufällig und röhrt von Mangel an Saft her.

Die Lücken (lacunae) sind Aushöhlungen im Zellgewebe, dadurch entstanden, dass sich die Zellen von einander gesondert haben. Man kann sie eintheilen in die einzelnen und in die zusammenstehenden Lücken. Die letztern, die wir auch

das zusammengesetzte Zellgewebe nennen wollen, müssen zuerst beschrieben werden.

Das zusammengesetzte Zellgewebe entsteht durch Lücken. Es ist nämlich das Parenchym durch Lücken in lange, meistens prismatische Kanäle gesondert worden, deren Wände aus einer Schicht von Zellen bestehen, so dass jede Wand zwei an einander liegenden Kanälen gemeinschaftlich ist. Im Querschnitte vieler Wassergewächse sieht man diese Kanäle schon mit blossen Augen neben einander liegen, wie Bienenzellen. Ohne Zweifel hat auch der Ausdruck Zellgewebe von diesem zelligen Bau der Wasserpflanzen, den man mit blossen Augen leicht sehen konnte, seinen Ursprung genommen. Sehr oft, ja in der Regel durchschneiden diese Kanäle Querwände, die zuweilen, wie im Blattstiele von *Hydrocharis*, nur aus einer Schicht von Zellen bestehen, welche aber kleiner sind als die Zellen der langen Wände, zuweilen aber aus einer dicken Schicht von zusammengehästeten kleinen, dichten Parenchymzellen. In dieser Rüksicht, und weil die Kanäle wirklich das Ansehen von Zellen haben, schien mir der Name zusammengesetztes Zellgewebe für sie schicklich. In der Ecke, wo drei oder mehr Kanäle zusammenkommen, sieht man die sternförmigen Zellen, die schon oben (S. 67) beschrieben wurden. In der Jugend sind die Kanäle noch zusammengedrückt und erweitern sich nach und nach, so dass man die Zipfel der sternförmigen Zellen ansehen kann, als wären sie bei der Erweiterung nach verschiedenen Seiten hin gezogen und verlängert worden. Immer ist es das weite Parenchym, welches auf diese Weise zu einem zusammengesetzten Zellgewebe aufgelockert ist, nie das Prosenchym oder enge Parenchym, auch nie sind es die Baströhren so, dass sie von einander gesondert wären. Das zusammengesetzte Zellgewebe findet sich gar häufig in den Monokotylen, den Cyperoiden, Juncen und vielen andern Wassergewächsen, aber es kommt auch in den dikotylen Wasserpflanzen vor, namentlich in *Menyanthes trifoliata*. Die kleine *Lemna* hat einzelne grosse Behälter dieser Art im Umfange neben einander stehen, die wegen ihrer Kürze und Breite nicht Kanäle zu nennen sind, obgleich nur eine Zellenschicht sie von einander trennt, wie es bei dem

zusammengesetzten Zellgewebe der Fall ist, auch sieht man Querwände von kleinern Zellen. Im Stämme von Hippuris besteht die Rinde allein aus einem solchen zusammengesetzten Zellgewebe.

Durch dieses zusammengesetzte Zellgewebe ziehen sich zuweilen viel grössere, meistens cylindrische, ununterbrochene Luftkanäle. So erscheinen sie in dem Blatte von *Nelumbium speciosum*, wo sie den Blattstiel der Länge nach durchziehen, in der Blattplatte selbst strahlenförmig auslaufen und am Rande sich blind endigen. Wenn man daher einen Riss in das Blatt macht und durch den Blattstiel bläst, so kommen Luftblasen unter Wasser aus dem Risse hervor. Das Blatt von *Nelumbium* unterscheidet sich dadurch von allen andern, dass die Mitte, da wo unterwärts der Blattstiel sich einsenkt, von der übrigen Fläche durch das äussere Ansehen verschieden erscheint, sie ist blassgrün und gespannter. Untersucht man sie genauer, so findet man, dass die Spaltöffnungen dort dichter und grösser sind, als übrigens, auch ist dasselbe der Fall mit den Papillen, womit aber auch die ganze Oberfläche besetzt ist. Delile*) machte die merkwürdige Beobachtung, dass wenn man die Mitte des Blattes mit Wasser bedeckt (in der Sonne an heissen Tagen), so dringen Luftblasen daraus hervor, unter der Bedingung, dass der übrige Theil des Blattes ganz oder zum Theil vom Wasser frei ist, wird er aber ganz mit Wasser bedeckt, so hören die Luftblasen auf hervorzukommen. Wenn er nun ferner den Blattstiel unter Wasser anschnitt, so traten Luftblasen aus dem obern Theile des Schnittes hervor, so lange die obere Fläche des Blattes frei war, hörten aber so gleich auf, sobald das Blatt mit Wasser bedeckt wurde. Delile meint, das Blatt sänge auf der obere Fläche im Umfange par le velouté Luft ein und lasse es durch die Spaltöffnungen in der Mitte des Blattes wieder heraus. Aber das Blatt ist überall mit Spaltöffnungen bedeckt, nur sind sie in der Mitte grösser

*) S. Annal. des scienc. naturell. T. 16. p. 328. Dagegen Dutrochet p. 330. Replik von Delile p. 333. Duplik von Dutrochet p. 335. Dutrochet erinnert nur, dass er schon früher eine Luftentwickelung aus dem Blattstiele von *Nymphaea* beobachtet habe, die Luft sei aber reicher an Sauerstoff gewesen. Es ist also ursprünglich nur ein Prioritäts-Streit.

und stehen näher zusammen. Es scheint nach diesen Versuchen, als ob die Spaltöffnungen sowohl zum Einsaugen als zum Aushauchen dienen, also wahre Respirationsorgane sind. Doch ist es nöthig, dass solche Versuche noch öfter wiederholt werden, um hierüber etwas Genaues zu bestimmen.

Auch in unsren Nymphaeen gehen Luftkanäle durch den Stiel in die Blattplatte und verbreiten sich darin. In dem Luftkanale der Gattung *Nymphaea* Linn. finden sich die merkwürdigen Haare, welche nach Meyen (Pflanz.-Physiol. I. 311) bereits Guettard *) gekannt hat. Nachher wurden sie von Ypey in den Schriften der Societät d. Wissensch. zu Haarlem (Th. 14. S. 367) beschrieben, ferner von Jurine im Journ. d. Physiq. (Tom. 56. p. 187), der sie für Krystalle hielt, und am genauesten von Rudolphi (An. d. Pfl. S. 146), der aber seine Vorgänger nicht kannte. Es sind sternförmige oder vielmehr büschelförmige Haare mit einem Untersatz (bulbus) von einer erweiterten Zelle, ziemlich spitz und steif und auf der Oberfläche überall mit kleinen warzenartigen Punkten besetzt. Meyen hält sie (Phytotom. S. 201) für Zellen, welche in den Luftkanal hinein gewachsen sind, und bildet zum Beweise Zellen ab, die in einen Luftkanal hinein gewachsen sein sollen, welche aber ganz anders aussehen. Er will sie dadurch zu den sternförmigen Zellen hinführen. Es sind innere Haare, den äussern Haaren ganz ähnlich, die auch zuweilen mit warzenähnlichen Punkten bedeckt gefunden werden; ich will nur an die Haare im Schlunde der *Anchusa italicica* erinnern.

Solche Luftkanäle ziehen sich nicht allein durch das zusammengesetzte Zellgewebe, sondern auch durch das begleitende enge Zellgewebe der Spiralgefässe und der Rinde der Wasserpflanzen. Mohl hat zuerst bemerkt, dass die dritte grosse Öffnung in den Holzbündeln der monokotylen Wasserpflanzen ein solcher Luftkanal sei. In *Eriophorum vaginatum* sind viele solche Luftkanäle von ungleicher Mündung im Umriss und Grösse, welche im straffen Parenchym unter der Rinde sich befinden. Dann folgen ungemein grosse Luftkanäle im lockern aber nicht zusammengesetzten Parenchym. So ist

*) *Observations s. l. plantes. Paris 1747. II. 184.*

es, wenn die Pflanze ihre Blütenähre trägt.*). Ähnliche Verschiedenheiten kommen in andern Wasserpflanzen vor.

Es ist wohl ohne Zweifel, dass die vielen Luftkanäle in den Wasserpflanzen, das Auflockern des Parenchys in ein zusammengesetztes Zellgewebe, die äussere Luft ersetzen sollen. Es scheint daher, dass die Berührung mit der äussern Luft, mit der Atmosphäre, nothwendig zum Leben der Pflanze sei. Ihre beständige Wirkung auf das umgebende Zellgewebe sehen wir deutlich an dem Grau- und Braunwerden alter Rinden, dem Gelb- und Rothwerden der Blätter u. s. w.; eine Wirkung, die vermutlich unter Umständen heilsam und schädlich werden kann, denn so wie das Holz von der Rinde entblösst ist, stirbt es sogleich ab. Die Wasserpflanzen haben also in den untergetauchten Theilen ihre Atmosphäre im Innern.

Die geraden Luftkanäle in den Landpflanzen beschränken sich fast allein auf den hohlen Stamm und dessen Äste; selten kommen hohle Blattstiele und hohle Blätter (*folia fistulosa*) vor. Die Kanäle sind zuweilen inwendig mit einer Haut überzogen, die zwar aus Zellen, aber aus dicht anliegenden Zellen besteht. Sie gehören eigentlich zur Formenlehre des Stammes und der Blätter, und nicht sowohl zu dem inneren Bau; auch sind sie schon in der ersten Jugend vorhanden. Ein Beispiel geben die Restiaceen, manche Junceen, Alliaceen u. s. w. Nun findet man aber auch noch andere hohle Theile, wo das Zellgewebe in der Mitte derselben nur aufgelockert ist, so dass der innere Überzug ungleich erscheint und ein zerrissenes Zellgewebe darstellt. Hierher gehören die hohlen Stämme, welche in der Jugend dicht sind, im Alter aber hohl werden, wie sie sich in vielen Pflanzen finden, auch sieht man eine solche Auflockerung des Zellgewebes nicht selten in dem Blütenboden der Syngenesisten, der eine Sammlung von Blattstielchen ist. Alle diese Lücken entstehen, wie es scheint, wenn die Zellen austrocknen und so der allgemeinen Erweiterung oder Ausdehnung der Theile nicht mehr folgen können, son-

*) Meyen mag im October das Innere der Pflanze zerstört gesehen haben, sonst kann ich mir seine Darstellung nicht erklären. Überhaupt ist mir, was er von den Luftkanälen in seiner Pflanzen-Physiologie I. 294 folgt, sehr undeutlich.

dern sich von einander lösen und dadurch diese Höhlungen hervorbringen.

Die unregelmässigen Lücken in den Blättern sind nun diejenigen, worauf Ad. Brongniart, wie schon oben erwähnt wurde, zuerst die Beobachtung der Naturforscher richtete. Sie sind mit den Athemhöhlen und so auch mit den Spaltöffnungen oft in Verbindung, wie es scheint, und daher zu den Respirationswerkzeugen gerechnet worden. Aber es finden sich auch eben solche Höhlungen in den Blumenblättern, wo sie mit den Spaltöffnungen in keiner Verbindung sein können, weil solche in der Regel auf den Blumenblättern sich nicht befinden.

In manchen Früchten entwickelt sich viel Luft, so dass diese davon ausgedehnt erscheinen, z. B. von *Colutea*, *Cicer*, *Nigella* und manchen andern. Es sind regelmässige Höhlungen und als solche der Formenlehre der Früchte selbst angehörig. Die Luft in diesen Früchten ist schon oft chemisch untersucht, aber von der atmosphärischen in ihrer Zusammensetzung nicht wesentlich verschieden gefunden worden. — Auch in dem Eiweisskörper der Samen, in den Kotyledonen und in der Embryohülle der Monokotylen, namentlich der Dattelpalmen, finden sich Lücken.

Überall, wo die Zellen nicht voll Saft sind, oder wo der Saft mit dem Alter verzehrt ist, wie im Mark vieler Pflanzen, findet sich Luft. Daher ist es auch nicht sonderbar, dass in den Spiralgefässen zur Zeit, wo sie keinen Saft führen, nur Luft enthalten ist.

Bisher ist eigentlich nur von den Phanerophyten geredet worden. Leicht lässt sich aber Alles auf die Farn und auf die Moose anwenden, und ist nur der Mangel der Spiralgefässe bei den letztern bedeutend. Wesentlich verschieden sind aber die Kryptophyten; doch, da sie fast ganz aus dem Thallus bestehen, so wird es am bequemsten sein, bei der Beschreibung des Thallus auch den innern Bau desselben aus einander zu setzen.

Vierzehnte Vorlesung.

Morphologie der Pflanzen. Terminologie.

Morphologie ist die Lehre von der Gestalt der Naturkörper. Der Name röhrt von Goethe her, der ihn in der Sammlung von Aufsätzen zuerst gebrauchte, die unter dem Titel: Zur Morphologie, (1817 und 1823) in zwei Bänden, Stuttg. u. Tübing. bei Cotta erschienen. Das geistvolle Buch hat den zweckmässig gewählten Ausdruck in Deutschland längst empfohlen, und er ist von vielen Schriftstellern angewendet worden. Goethe schildert die Lehre sehr lebendig; „es hat sich,” sagt er, „auch in den wissenschaftlichen Menschen zu allen Zeiten ein Trieb hervorgethan, die lebendigen Bildungen als solche zu erkennen, ihre äussern sichtbaren, greiflichen Theile im Zusammenhange zu erfassen, sie als Andeutungen des Innern aufzunehmen, und so das Ganze in der Anschauung gewissermaassen zu beherrschen.“ Ein vortrefflicher Zweck, wenn er mit einem hingebenden Anschmiegen an die Natur, möchte man sagen, ausgeführt wird, aber nur zu leicht kann er irre führen, und hat wirklich irre geführt, wenn man willkürliche Einfälle für Andeutungen der Natur hält, und so, wie die Alten sagten, eine Wolke statt der Juno umarmt. Nur zu sehr hat Goethe die Veranlassung gegeben — was er jedoch selbst nicht wollte — die Philosophie auf die Naturkunde anzuwenden und eine bloss formelle, die Natur gar nicht treffende, oder nur oberflächlich berührende Darstellung von ihr zu geben.

„Betrachten wir aber alle Gestalten,” fährt Goethe fort, „besonders die organischen, so finden wir, dass nirgend ein Bestehendes, nirgend ein Ruhendes, ein Abgeschlossenes vor kommt, sondern dass vielmehr Alles in einer steten Bewegung schwanke. Daher unsere Sprache das Wort Bildung sowohl von dem Hervorgebrachten, als von dem Hervorgebrachtwenden gehörig genug zu brauchen pflegt.“ Und bald darauf:

„das Gebildete wird so gleich wieder umgebildet, und wir haben uns, wenn wir einigermaassen zum lebendigen Anschauen der Natur gelangen wollen, selbst so beweglich als bildsam zu erhalten, nach dem Beispiele, mit dem sie uns vorgeht.“ Diese Worte deuten uns den Sinn an, worin Goethe die Metamorphose der Pflanzen, welche das erste Stück in jener Sammlung ausmacht, geschrieben hat. Ich habe schon oben (vierte Vorlesung) Goethe's Darstellung von der Metamorphose ein dichterisches Bild, ein Bild der lebenden Folge, nicht des starren Zusammenseins genannt, nach einer Bestimmung des Ausdrucks Bild in der Dichtkunst, welche der vortreffliche Lessing in seinem Laokoon ausgeführt hat. Wie viele mögen wohl daran gedacht haben, was Goethe mit seiner Metamorphose eigentlich wollte! Goethe vergass es selbst zuweilen.

Gewiss wusste es der neueste Schriftsteller über die Morphologie der Pflanzen, Auguste de St. Hilaire, nicht.*) Seine übrigens vortreffliche und besonders vortrefflich geschriebene Morphologie végétale hat einen ganz andern Gegenstand; er ist die Zurückführung mannichfältiger Formen auf einige Musterformen, um Einheit in die Mannichfältigkeit zu bringen. Wenn auch die Metamorphose behülflich sein kann, jene Musterformen zu finden, so ist doch die Aufgabe der Morphologie eine ganz andere, als die der Untersuchung jener Übergänge; diese beschäftigt sich vorzüglich mit einer Pflanze, jene mit der Vergleichung vieler unter einander. Doch es ist vielleicht zweckmässig, genauer von dem Hauptgedanken zu reden, der in dem Buche herrscht. Nachdem der Verfasser Linné als den ersten genannt hat, der von der Metamorphose der Pflanzen geredet, sagt er, ein Schriftsteller, dessen Deutschland sich rühme, habe einen eleganten und sinnreichen Commentar über Linné's Abhandlung lange nach dem Erscheinen derselben geschrieben. Nachdem er ferner Goethe als Dichter gerühmt, als den Verfasser von Faust, auf eine eigenthümliche Weise, die das Äussere des Gedichts besonders hervorhebt, setzt er hinzu, sein biegsames Genie habe alle Gestalten an-

*) Leçons de Botanique comprenant principalement la Morphologie végétale par Auguste de St. Hilaire. Paris 1841.

genommen, und immer die gewählt, welche sich am besten für seinen Gegenstand schicke, so sei er hier ernst gewesen, wie die Wissenschaft selbst. Wenn, schliesst er, die Metamorphose der Pflanzen im Anfange nicht gefiel, so war es, weil sie zu früh kam und weil der Verfasser seinem Zeitalter vorgeeilt war. Er kommt nun auf Jussieu's System und sagt dann Folgendes: „Wo die Natur Ähnlichkeiten hervorgebracht hat, werde ich sie darstellen, wo sie Verschiedenheiten gelassen hat, werde ich sie zeigen. Wenn wir z. B. in der Berberis Stacheln an der Stelle finden, wo gewöhnlich die Blätter stehen, so werde ich nicht sagen, dass sie mit den letzteren einerlei sind, sondern ich werde sie nur als Organe anzeigen, die gleich den Blättern zu den Anhängen gehören, ungewohnte Gestalten angenommen haben, und die unter anderen Umständen zu ihren gewöhnlichen Formen zurückgekehrt sein würden. Ein anderes Beispiel wird meine Meinung noch deutlicher machen. Die Vegetation der Urwälder, beständig erregt durch Feuchtigkeit und Wärme, ruht nie, und da die Blüte das Ende des vegetabilischen Lebens ist, so können auch Bäume, die unaufhörlich Blätter und Äste hervorbringen, nur sehr selten Blüten erzeugen; so blieb eine Noblevillea Gestasiana, die sehr schöne Blüten geliefert hätte, nachher fünf Jahre fort dauernd ohne neue hervorzubringen, aber wenn ein trocknes Jahr gekommen wäre, so würden die Säfte zu den äussersten Ästen in geringerer Menge aber mehr ausgearbeitet gekommen sein, und statt kräftiger Blätter würde man Kelche, Blumenblätter, Staubfäden und Karpellen gesehen haben. Verschiedene Einflüsse bringen in den Organen, welche hätten gleich sein können, verschiedene Modificationen hervor, und sowie sie nicht auf dieselbe Weise modifizirt sind, hören sie auf, identisch zu sein. Dieses ist die Art, auf welche ich die Grundlehren der Morphologie vortragen werde, das heisst, die Organographie erklärt durch die Umbildungen, denen die Theile der Vegetabilien unterworfen sind.“

Die Wissenschaft, von welcher St. Hilaire hier den Inhalt angiebt, umfasst viel mehr als die Metamorphosenlehre von Goethe. Auch die beiden Beispiele, welche er hier giebt, gehören nach meiner Meinung nicht für die Lehre von der Metamorphose

der Pflanzen. Das erste Beispiel ist ein Fall der Anamorphose, das zweite der Prolepsis. An einer und derselben Pflanze verwandelt sich nie das Blatt in einen Stachel, nur an der Stelle, wo an dieser Pflanze ein Blatt sich befindet, wächst dort ein Stachel hervor. Und in dem zweiten Falle bewirkt das heitere Licht in einem trocknen Jahre ein Austreiben zur Blüte, was in dem dunkeln, nassen Jahre nicht geschieht. Goethe verwarf die Anamorphose nicht weniger als die Prolepsis, aber nur, weil er nicht darüber nachdenken wollte.

Doch es ist nöthig, eine Übersicht von der Gestaltenlehre der Pflanzen, von der Morphologie der Pflanzen zu geben, wobei allerdings auf die Metamorphose der Pflanzen zurückzukehren ist, von der schon in der vierten Vorlesung geredet wurde. Sie macht nicht sowohl die Grundlage, als die Einleitung zu der Morphologie.

Die Pflanze in ihrer vollständigen Entwicklung fängt von einem Keim, einer Knospe oder einem Samen an, verlängert sich in einen stützenden Theil oder Stamm, treibt mehrere in die Breite ausgedehnte Seitentheile oder Blätter, in deren Schoosse oder in deren Blattwinkeln sich ähnliche Knospen erzeugen, als der Pflanze zum Anfang dienen konnten. Die Knospen trennen sich nicht von der Mutterpflanze, sondern entwickeln sich auf ihr, bringen auf ähnliche Weise andere Knospen hervor, die sich auf dem Mutterzweige wiederum entwickeln, andere Blätter und Knospen erzeugen, und so fort in einem beständigen Wechsel, dessen Ende nur durch äusserre Umstände bestimmt wird, und der nach dem innern Vermögen der Pflanze unaufhörlich fort dauern könnte.

Aber eine innere Veränderung setzt diesem bald ein Ziel und Ende. Die nach und nach anwachsenden Blätter eines Zweiges ziehen sich zusammen, verfeinern sich, werden Bracteen, Kelch, Blume, Staubfäden, und schütten in dem Blütenstaube eine grosse Menge Halbknospen aus. Der Zweig wächst fort, die Blätter umschließen andere Halbknospen, weibliche Knospen nämlich, die mit den vorigen den männlichen vereinigt, vollkommene Knospen oder Samen bilden, welche sich von der Mutter trennen, um ein selbstständiges Leben

zu führen und der Mutter ähnlich, aber nicht gleich zu werden. Die Knospe, welche die Blüte und den Samen hervorgebracht hat, stirbt, wie die Ephemer im Thierreich, die nach einem Larvenstande von mehren Jahren als vollkommenes Insekt die erste Begattung mit dem Tode besiegt. So ist die Metamorphose der Pflanzen mit der Metamorphose im Thierreiche in ihrem Verlaufe übereinstimmend.

Dieselbe Knospe, welche in der Blüte ihrem Tode zugeeilt ist, würde beim mässigen Leben, beim einfachen Wechsel von Blatt- und Knospenbildung viele Jahre gelebt haben. Das hat sie nun Alles in einem Jahre durchgelebt; sie hat ihr künftiges Leben vorausgenommen und rasch verschwendet. Es ist die Prolepsis, wie sie Linné nannte. Verschwenden alle Knospen im ersten Jahre ihr Leben auf diese Art, so ist die Pflanze jährig, geschieht es im zweiten Jahre, so ist sie zweijährig, thun es gar keine oder einige, so ist die Pflanze, nach äussern Verhältnissen, Stande, Strauch oder Baum. So ist also die Prolepsis eine Zeitbestimmung der Metamorphose.

Nun zeigt sich ein auffallender Wendungspunkt in dem Gange der vegetabilischen Metamorphose. Die Blätter gehen bis zur Bractee fort, als Erzeugnisse eines und desselben Zweiges und zu demselben Jahrwuchs gehörig. Dann kommt aus dem Blattwinkel der Bractee erst die Blüte hervor, als eine besondere Knospe, die sich im künftigen Jahre entwickeln sollte, und die nun, vorgreifend, in ihrer Prolepsis nach dem Blühen Früchte bringt und stirbt. Es ist nöthig hierauf Rücksicht zu nehmen, um die verschiedenen Theile der Pflanze gehörig von einander zu unterscheiden. So gehört die Bractee mit dem Blatte zu einer Knospe oder zu einem Jahrestriebe, da hingegen der Kelch sich von der Bractee oder auch der Hülle (involucrum) dadurch unterscheidet, dass er aus dem Winkel der Bractee hervorkommt und zu einem andern Triebe gehört.

St. Hilaire nennt die Theile, welche zum Stamm und zu den Ästen gehören, Axentheile (axiles), und die, welche zu den Seitentheilen oder Blättern gehören, Anhangstheile (appendiculaires). Turpin hat dieses, meine ich, zuerst gethan. Wir wollen lieber die Ausdrücke stützende Theile und Seiten-

theile behalten, denn die Anhangstheile haben einen höhern Rang, als ihr Name anzugeben scheint. Sie sind eigentlich die ernährenden Theile der jungen Knospe, die Brüste, woraus das Junge seine erste Nahrung zieht, und daran zu erkennen, dass sie unter den Knospen stehen und folglich auch unter den Ästen, die aus den Knospen entsprossen sind. Sie stehen unter den Knospen, nicht darüber, um die Nahrungssäfte, die von unten aufsteigen, zuerst aufnehmen zu können und sie dann den Knospen oder den jungen Zweigen zu überliefern.

Die Pflanze strebt in ihrer Entwicklung zuerst nach Mannichfaltigkeit, sie stellt Äste auf Äste, sie treibt Blätter, zertheilt diese und setzt sie sogar aus mehren zusammen. Dann aber zeigt sich ein anderer Gang der Metamorphose. Die Theile, welche sich von einander entfernt hatten, nähern sich einander, kommen wieder zusammen und bilden eine mehr oder weniger regelmässige Blüte, ja sie verwachsen mit einander und stellen so die Einheit wiederum her, die sie bei ihrer Verästelung und Verbreitung verloren zu haben schienen. Diese Einheit scheint sich am meisten in den unregelmässigen aber doch zusammenstimmenden Formen zu bewahren, in den Lippen- und Schmetterlingsblumen, wo sogar ein Zweck zur Bewahrung und Beschützung der zarten Keime hervortritt.

Die Seitentheile scheinen eine höhere Organisation erreicht zu haben, als die stützenden Theile. Die Blätter haben nicht selten einen Schlaf, sie zeigen zuweilen Reizbarkeit und Selbstbewegung, auch wachsen sie nicht durch einfaches Ansetzen, wie der Stamm und die Wurzel, sondern durch eine Erweiterung und Vergrösserung nach allen Richtungen, wie die thierischen Theile. In der Blume sieht man diese höhere Organisation noch deutlicher; sie öffnet sich und schliesst sich zweckmässig, die Staubfäden und Staubwege machen zu einem bestimmten Zwecke, zur Befruchtung, zusammentreffende Bewegungen, und in dieser letzten Rücksicht überhaupt hat sie schon den höhern thierischen Charakter angenommen. Stamm und Wurzel zeigen hingegen ein viel geringeres Leben; steif und starr scheinen sie vielmehr grösstentheils von äussern Einflüssen, von Licht, Feuchtigkeit und Wärme abzuhängen.

Das Bestreben zur Einheit finden wir nicht allein in den

Theilen desselben Triebes, in den Theilen, welche zur Blüte oder zur Frucht gehören, sondern es greift, so zu sagen, weiter um sich und ergreift die Blütenstiele. Diese streben dann mit grösserem oder geringerem Erfolge, durch ihre Zusammenstellung und Verbindung eine einzige Blüte zu bilden, und es ist ihnen in den Syngenesisten vollkommen gelungen, besonders in den Kamillen- und Asterblüten, wo die kleinen röhrenförmigen Blüten in der Mitte fast ganz den grossen Antheren angehören, und die weiblichen Blumen im Umfange die Blumenblätter vorstellen. Darum ist diese Zusammenstellung schon von den ältern Botanikern eine zusammengesetzte Blume genannt worden. Ein treffender Ausdruck, den die Natur bestätigt, denn viele Syngenesisten öffnen und schliessen bei Tage und bei Nacht, ja zu gewissen Stunden des Tages, bei gutem und schlechtem Wetter ihre zusammengesetzten Blüten auf dieselbe Weise, wie es viele einfache Blüten zu thun pflegen. Der pedantische, nüchterne Cassini hat dieses bei seiner Anordnung dieser Pflanzen übersehen; er hat die zusammengesetzte Blüte der Syngenesisten — die er sprachwidrig Synanthereen nennt — ein capitulum genannt, den umgebenden Kelch ein involucrum u. s. w., mit einer wahren Anfänger-Weisheit; Ausdrücke, welche unglücklicher Weise de Candolle in seinem Prodromus aufgenommen hat. Da der Ausdruck flos compositus nicht kurz genug ist, so wählte Ehrhart den treffenden Namen anthodium, der aber für alle solche Blütenstände zu brauchen wäre, die ein Bestreben zeigen, sich zu einer einzigen Blüte zu vereinigen. Dahin gehören das Kätzchen (amentum), die Blüte der Euphorbia, der Feige, die Dolde und andere solche Zusammenstellungen.

Die Übergänge der Blattgestalten in der Metamorphose der Pflanzen von dem einfachen, noch unausgebildeten Samen- oder Cotyledonenblatte zur mehr ausgebildeten des Stammes, zur Rückkehr in das zarte Blumenblatt u. s. w., zu den Staubfäden und Staubwegen, hat Goethe vortrefflich dargestellt. Eben solche Übergänge sehen wir auch in den Zusammenstellungen der Blütenstile zu einer zusammengesetzten Blüte. Aber wo sähen wir nicht in der Natur Übergänge. Sie ist keine Natur der Contraste, der Gegensätze, der Polaritäten,

sie ist vielmehr eine Natur der Vermittelungen, der Verbindungen, der sanften Biegungen und Wendungen. Waren einst, in ihrem früheren Zustande, die Gegensätze schroffer, schärfer, und wurden sie erst in den späteren Zeiten mehr vermittelt und versöhnt?

Man könnte die Metamorphose der Pflanzen, wo nicht allein die Blätter, sondern auch die Blütenstiele zu einer Blüte übergehen, eine verdoppelte Metamorphose nennen. Eine dritte kommt hinzu, der Zweig wächst in der Blume selbst noch weiter aus, er bildet die Säule des Fruchtknotens, und die zu Samen verwandelten Knospen sitzen in den Winkeln der zu Klappen verwandelten innern Blätter, die sich nun zu einer Frucht zusammenschliessen wie die äussern Blätter zu den Blütentheilen. Die Formen sind hier nicht weniger verschieden, wie die Formen der Blume, und noch deutlicher als in der Blume hat die zweckmässigste Frucht die höchste Stufe erreicht.

Es ist hier von mancherlei Formen, mancherlei Übergängen, mancherlei Stufen die Rede, wodurch die Blätter zur Einheit der Blume, die Blütenstiele zur Einheit des Anthodiums, und die Fruchtblätter zur Einheit der Frucht gelangen, aber eben solche Übergänge und Stufen finden wir auch, wenn wir die Mannichfaltigkeit der Gestaltung betrachten. Wir sehen hier, wie sich ein Theil vom andern stufenweise losreisst, um für sich, in seiner eigenthümlichen Gestalt dazustehen, wir sehen ferner, wie er sich nach und nach zertheilt, und wie die Theile sich wiederum von einander sondern, um ebenfalls jedes für sich, in seiner eigenen Gestalt zu erscheinen, wie dieses Bestreben zur eigenen, von andern Bildungen verschiedenen Gestalt eine Hauptquelle aller Mannichfaltigkeit in der Natur ist. Es giebt eben so viele, vielleicht noch mehr Stufen in den Übergängen von der Einheit zur Vielheit, als in den entgegengesetzten Übergängen, wenn auch die letztern auffallender sind.

Durch diese Betrachtung der Übergänge erhalten wir nun eine Übersicht der Morphologie, eine Übersicht der Mannichfaltigkeit der Gestalten im Gewächsreiche, die wahre Methode zur Eintheilung der Pflanzen und den Schlüssel zum natürlichen System. Schon an mehreren Orten habe ich die Gesetze

ausgesprochen, denen die Mannichfältigkeit der Gestaltung in der Natur folgt, noch zuletzt ausführlich in den Propyläen der Naturgeschichte (Berlin 1839 S. 83 folg.). Es sind folgende drei Gesetze dort angegeben worden, wobei ich nur erinnern will, dass ich den Ausdruck Entwicklung nicht allein von den Stufen zur Mannichfältigkeit, sondern auch von den Stufen zur Einheit verstehe. Allerdings wäre das Wort Ausbildung vorzuziehen.

Das erste Gesetz sagt: Indem ein Theil auf derselben Stufe der Entwicklung stehen bleibt, durchlaufen die übrigen Theile, jeder für sich, ihre Reihenfolge der Entwicklung oder Ausbildung. Das Gesetz wird durch Beispiele zu erläutern und auch zu bestätigen sein. Ein solches Beispiel geben die Leguminosen. Indem die Frucht in dieser natürlichen Ordnung dieselbe bleibt, laufen die Blätter eine Reihe verschiedener Bildungen durch, von dem einfachen Blatte der Pultenaeen und anderer Neuhollandischer Pflanzen, zu dem dreifachen der Kleearten, der einfach gefiederten der Wicken und endlich den vielfach gefiederten der Mimosen. Eben so durchlaufen auch die Blüten eine Reihenfolge von der einfachen, regelmässigen der Mimosen und Acacien zu den wenig unregelmässigen der Cassien, und den schmetterlingsförmigen der Bonen und Wicken, in denen die Stellung der Blumenblätter auf den Anfang einer Fiederung deutet. Auf eine ähnliche Weise verhalten sich die Syngenesisten; mit der zusammengesetzten Blüte ist bald das Grasblatt von Tragopogon, bald das liniensförmige von Taraxacum, bald das gefiederte mit einer Ranke von Mutisia verbunden. Die Palmen sind allein durch das sonderbare gefiederte oder fächerförmige, aber in der Jugend einfache Blatt bestimmt, indem die Blüte oder die Frucht sich mannichfältig verschieden zeigt. Die Blüte der Rosaceen besteht aus einem Unter- und Oberkelch, wo nach innen an der Trennungslinie beider die Staubfäden und die fünf regelmässig gebildeten Blumenblätter stehen, indem die Frucht von der Karyopsis durch die Steinfrucht zur Kapsel übergeht.

So wie der organische Körper überhaupt in seiner Gestalt keine gerade Linie, keine Ebenen, keine regelmässigen Winkel

hat, sondern in allen seinen Theilen in krummen Linien und Flächen eingeschlossen ist, wie schon in der ersten Vorlesung angedeutet wurde, so ist es auch hier mit der Bestimmung der Stufen, auf welchen der Gang der Bildung fortschreitet. Was dort nur galt für den einzelnen Körper, gilt hier für eine ganze Ordnung. Auf mannichfaltige Weise spielt, wenn man so sagen darf, die Natur um eine bestimmte Stufe. Die Mittel, deren sie sich zu jenen Abweichungen bedient, sind erstlich bei Betrachtung der einzelnen Theile die Vergrösserung und Verminderung eines Theils, die bis zum Mangel desselben geht. Man kann das Mangeln eines Theils (deficere) sehr wohl von dem Fehlen (carere) unterscheiden; in dem ersten Falle ist die Stelle da, wo er gewöhnlich steht, und die umgebenden Theile haben ihre gewöhnliche Stelle und Form; im andern Falle ist nicht einmal eine Stelle zu finden, wo er der Analogie nach stehen könnte. So fehlt die Blumenkrone den Farrn, den Coniferen, Amentaceen und andern Pflanzen, sie mangelt aber nur den Chenopodiaceen. Dann die Form der Theile, sofern sie nur von den Verhältnissen der Länge zur Breite und zur Dicke abhängt. Die Zertheilung ist von einer doppelten Art; sie zeigt entweder eine Stufe an, und ist von höherer Bedeutung, oder sie ist nur durch die Grösse der Abtheilungen und die Tiefe der Eintheilungen verschieden und dient nur die Mannichfaltigkeit der Gestaltung zu vermehren. Endlich ist auch die Richtung des Theiles verschieden, indem der Theil auf mannichfaltige Weise gebogen sein kann, ohne dass es im Zusammenhange mit der Stufe stände, auf welcher ein Theil sich befindet. Betrachten wir aber mehrere Theile zusammen genommen im Verhältniss zu einander, so finden wir zuerst die Zahl als eine Quelle grosser Verschiedenheit und Mannichfaltigkeit, wie die grössere oder geringere Menge der Knospen, Äste, Blätter und Blüten zeigt. Eben so entsteht eine grosse Mannichfaltigkeit von dem verschiedenen Verhältnisse der Grösse der Theile zu einander; besonders sehen wir nicht selten, dass ein Theil durch seine Grösse den andern gleichsam aufgezehrt und verkümmert hat, und da auch die Entfernung der Theile sehr verschieden ist, so hat auch der sehr vermehrte und vergrösserte Theil andere

kleinere mit sich hingerissen und sich einverleibt. Wir sehen dieses an den Cacteen, aber noch deutlicher an den Euphorbien, wo man den Übergang von den beblätterten Pflanzen mit dünnem Stämme zum blattlosen cacteenartigen sehr gut beobachten kann. Dieses ist eine Art der Verkümmерung der Theile im Pflanzenreiche. Eine andere Verkümmmerung entsteht dann, wenn die Theile sich so sehr an einander gedrängt haben, dass sie sich nicht gehörig entwickeln konnten. Dahin gehören die Spreublättchen auf dem Blütenboden der Syngenesisten, die Haarkrone derselben Gewächse, die kleinen Blüten in den Kätzchen und der Feige. Alle diese Veränderungen, welche nur für die Mannichfaltigkeit und gar nicht selten für die Schönheit der Gewächse bestimmt scheinen, könnte man unter dem Namen des Eumorphismus zusammenfassen.

Das zweite Gesetz sagt, dass die Pflanzenordnungen vorzüglich reich an Arten sind, wo die Haupttheile insgesamt oder meistens auf derselben Stufe der Entwicklung stehen. In der zahlreichen Ordnung der Gräser ist das einfache, scheidenartige Blatt mit der eben so einfachen, nur aus Bracten bestehenden Blüte und der kaum vom Samen zu unterscheidenden Frucht verbunden. Eben so ist in der zahlreichen Ordnung der Pflanzen mit Schmetterlingsblüten diese künstliche Ausbildung der Blume, so zu sagen, mit dem zusammengesetzten Blatte fast immer verbunden. Die Ordnung der Syngenesisten gehört zu den grössten Ordnungen; ihre zusammengesetzte Blüte hat die Blümchen und die Früchte in ihrer Entwicklung zurückgehalten, auch erhebt sich das Blatt sehr selten über das einfache. Eben dieses ist auch mit den Amentaceen und noch mehr mit den Coniferen der Fall. Überhaupt ist hierbei zu bedenken, dass unsere natürlich genannten Ordnungen keinesweges die Ordnungen der Natur sind, sondern dass viele möchten zu vereinigen sein, die wir in unserem System der Bequemlichkeit wegen trennen, und dass dann dieses Gesetz eine grössere Ausdehnung erhalten würde, als man ihm jetzt noch geben kann.

Drittes Gesetz. Die Theile derselben Pflanze wirken auf einander, und wenn Theile auf sehr verschiedenen Stufen

der Ausbildung zusammen treffen, so entstehen nicht allein kleine natürliche Ordnungen, sondern auch oft sonderbare Formen. Dass die Theile auf einander wirken, davon haben wir viele Beispiele. So hat in der Regel der Kelch eben so viel Abtheilungen, als die Blume, und selbst, wenn eine zufällige Vermehrung der Blume, der Theile, eintritt, richtet sich der Kelch nach der Blume; so hat die Blume von *Tomentilla erecta* vier Blumenblätter und auch vier grosse, vier kleine Kelchabtheilungen; erhält aber die Blume zufällig fünf Blumenblätter, so zeigen sich auch sogleich fünf grosse, fünf kleine Abtheilungen. Damit steht auch die Zahl der Staubfäden im Verhältniss, die sehr oft ein Vielfaches der Zahl der Blumenblätter ist. Nicht bloss auf die Zahl geht diese Wirkung der Theile auf einander, sondern auch auf die Verbindung und Verwachsung. Man kann sehr wohl die Verbindung der Staubfäden unter einander an *Fumaria*, mit dem Zusammenhängen der Blumenblätter als eine Folge dieser Regel ansehen. Ja ich möchte auch die Lippenblumen der Labiaten mit der entgegengesetzten Stellung der Blätter und dem Verwachsen derselben in Verbindung mit dieser Regel bringen. Doch zeigt sich diese Uebereinstimmung mehr in den Theilen derselben Knospe, oder desselben Triebes, als an verschiedenes; es stimmt zum Beispiel die Zahl der Griffel und der Narben viel seltener mit der Zahl der Staubfäden, der Blumen- und Kelchblätter, als diese unter einander überein. — Nachdem was oben gesagt wurde, kann es nicht auffallend sein, dass die Lippenblume weit häufiger in der Klasse der Dikotylen angetroffen wird, als in der Klasse der Monokotylen, weil in dieser Klasse äusserst selten entgegengesetzte Blätter vorkommen. Wenn auch die Lippenblume an den Monokotylen vorkommt, z. B. an den *Scita mineen*, so erreicht sie doch nie den Grad der Ausbildung, und zwar der innigen Verbindung aller Theile, wie wir sie sonst wahrnehmen. An den Orchideen ist sie noch mehr verändert, und es scheint hier, als ob der Kampf der Theile, um sich zu entwickeln und auszubilden, die sonderbaren Blüten-gestalten erzeugt hat, wodurch sich diese natürliche Familie auszeichnet. Die gegen andere Theile übertriebene Ausbildung

der innern Blütenstiele hat wahrscheinlich die sehr kleinen Familien der Passifloren und der Loaseen hervorgebracht.

Es giebt noch eine Veränderung der Gestalt, welche sich nicht auf die Entwicklungsgesetze, auch nicht auf den Eumorphismus der Pflanzen zurückführen lässt, diejenige nämlich, wo ein Theil die Gestalt eines andern annimmt. Ich nenne sie die *Anamorphose*. Wir finden diese Veränderung der Gestalt hin und wieder. Beispiele sind folgende: die Äste werden zu Stacheln (spinae), eine Veränderung, die an und für sich nicht hierher gehört, denn der Stachel ist nur ein zusammengezogener Ast, aber nicht selten finden wir das Blatt in einen Stachel, also in einen Ast verwandelt, z. B. an *Grossularia*, *Berberis* u. a. m. Noch auffallender ist die Anamorphose an den Cykadeen, deren gefiederte Blätter Äste sind, und das wahre Blatt unter dem falschen steht*). Umgekehrt wird der Ast zu einem Blatte, wie an *Ruscus*, *Phyllanthus*, *Xylophylla*, wobei das wahre Blatt zu einer Schuppe verkümmert, aus dem scheinbaren Blatte dagegen Blüten und Früchte hervorbrechen. Eine ähnliche Veränderung sehen wir dann an dem gemeinen Spargel, dessen Blütenstiele Blätter werden, und das Blatt ebenfalls zu einer Schuppe schwindet. Der Kelch stellt sich als eine Blumenkrone dar, und zwar als eine sehr entwickelte, besonders an *Aconitum*, aber auch an *Delphinium* u. a. m. Die falschen Früchte sind bekannt genug; zuweilen wird der Blütenstiel fruchtartig, *Anacardium*, *Litsaea*; oder der Kelch, *Blitum*, *Morus*; oder die Blume, *Mirabilis*. Diese Beispiele zeigen, dass wir die Theile nicht nach der Gestalt unterscheiden können, sondern nur an der Stellung in Verhältniss zu andern Theilen.

Von der Morphologie des inneren Baues und der Metamorphose desselben ist wenig zu sagen. Dass man die Zelle zum Grunde aller Bildung legt, scheint sehr richtig, aber es ist, wie schon erwähnt worden, ganz unrichtig, dass aus einer Reihe von Zellen, deren Querwände resorbirt worden, das

*) Ich habe dieses in einer Abhandlung gezeigt, die in der Akademie der Wissenschaften zu Berlin vorgelesen wurde, aber noch nicht gedruckt ist.

Gefäss entsteht. Man kann das Gefäss allerdings als eine verlängerte Zelle betrachten, aber es entsteht nicht aus einer Zelle. Die Spiralfaser ist ein für sich bestehendes Gebilde, welches zu der Zelle oder Röhre hinzutritt, gleichsam um ein höheres Leben darin anzufachen. Immer entsteht das Spiralgefäß, und oft auch, wie es scheint, die Spiralzelle später als das Zellgewebe, welches die Grundlage des Theiles bildet. Die Spiralgefässe (die porösen mit einbegriffen), welche fast immer in Bündeln stehen und von Prosenchym oder lang- und engzelligem Parenchym begleitet werden, erleiden keine andere Metamorphose, als dass die Bündel mit einander verwachsen, denn die Zertheilung der Bündel in kleinere, und die dadurch entstehende scheinbare Verästelung, hängt mit der äussern Morphologie so genau zusammen, dass sie keiner besondern Erläuterung bedarf.

Die Terminologie, oder die Lehre von den Kunstwörtern, deren man sich zur Beschreibung der natürlichen Körper bedient, wurde zuerst in der Botanik zu einiger Genauigkeit gebracht, und zwar vorzüglich durch Joachim Junge, von dem schon in der dritten Vorlesung etwas gesagt wurde. Vermehrt mit neuen Kunstwörtern, genauer bestimmt und überall angewendet wurde sie von Linné, da man vorher auf die Genauigkeit der Beschreibung und auf die Bestimmtheit der Kunstwörter, deren man sich zu den Beschreibungen bediente, nicht sehr achtete. Auch gab Linné zuerst die Art und Weise bestimmt an, wie man eine Beschreibung machen solle. Nach der Gewohnheit der damaligen Zeit bediente man sich der lateinischen Sprache, und da Linné die grösste Kürze vorschrieb, so war auch keine Sprache dazu geschickter, als diese, indem sie zur Rede die kleinen Wörter verwirft, deren die neuern Sprachen nicht entbehren können. Daher ist die lateinische Sprache zur Beschreibung der Naturkörper, besonders der Pflanzen, bisher überall angewandt worden, welches viel zur Verbreitung der beschreibenden Botanik beigetragen hat. Nach Linné wurde die Terminologie, besonders in Deutschland, ein so wichtiger Gegenstand, dass sie fast die Theorie der Botanik allein ausmachte, und beim Lehren unstreitig übertrieben wurde. Willdenow trug in seinem Grundrisse der Kräuterkunde gar viel

zu dieser Uebertreibung bei, auch soll es in seinen Vorlesungen der Fall gewesen sein. Gewiss ist es, dass die meisten Kunstwörter durch die Wiederholung bei den Demonstrationen am besten gelernt werden, und dass man nur hin und wieder eine Uebersicht voranschicken muss. Desto mehr ist aber die Terminologie in Frankreich vernachlässigt, und in den neuesten beschreibenden Werken der Botanik, besonders in dem grossen Werke von De Candolle, dem *Prodromus Systematis Vegetabilium*, fehlt gar sehr die genaue Bestimmung der Kunstwörter und folglich auch die richtige Anwendung desselben.

Man findet eine sehr gute Darstellung der vegetabilischen Terminologie in G. W. Bischof's *Handbuch der botanischen Terminologie und Systemkunde*, Nürnberg 1830, in 2 Abtheilungen, ferner in dessen *Handwörterbuch der beschreibenden Botanik*, 1839. 8. 1r Thl., auch kann man hiebei sein Lehrbuch der Botanik anführen, wovon der dritte Theil 1840 erschienen ist.

Es ist allerdings nothwendig, dass die Erklärung der meisten Kunstwörter bei den Theilen gegeben wird, deren Kennzeichen sie andeuten. Indessen scheint es zweckmässig, nicht allein von den Kunstwörtern überhaupt zu reden, sondern auch von denen, welche auf alle Theile können angewendet werden *).

Die Kunstwörter für die Verschiedenheiten der Gestalt, die sich an den organischen Körpern und ihren Theilen zeigen, müssen zuerst von den mathematischen Figuren abgeleitet werden. Sie sind die Grundlage aller Gestaltung. Aber die organischen Körper weichen in ihrer Bildung immer von diesen Grundgestalten ab; sie bleiben nie innerhalb der Grenzen genau stehen, sie übertreten dieselben oft auf beiden Seiten, und wo Ecken und Winkel und grade Flächen sind, werden diese durch Rundungen dem Auge gefällig gemacht, wie

*) In einer kleinen Schrift: *Philosophiae botanicae novae seu Institutionum phytographicarum Prodromus*. Auct. H. F. Link 1798, aber geschrieben 1796, weil der Verfasser 1797 seine Portugiesische Reise antrat, habe ich die Terminologie auf diese Weise behandelt. Jlliger ist in seinem Versuche einer systematischen Terminologie für das Thierreich und Pflanzenreich, Helmstadt 1800, sehr gefolgt.

schon in der ersten Vorlesung gesagt wurde. Sehr oft also können wir das mathematische Kunstwort nicht streng gebrauchen, sondern wenn die Natur etwas davon abweicht, setzen wir demselben im Lateinischen *sub* vor, im Deutschen fast, wie *subrotundus*, fast rund. Ist die Abweichung noch grösser, so wird das Wort geändert, und es wird aus *rotundus*, *rotundiusculus*, im Deutschen aus rund, rundlich. Wir können auch die Gestalten nach mathematischer Weise erstlich als Linie betrachten, wo dann nur die Richtung des Ganzen in Betracht kommt, wie sie auf eine gerade Linie von der Basis zur Spitze bezogen wird *). Sieht man zugleich auf die Festigkeit, so entstehen zusammengesetzte Kunstwörter **).

Als eine Fläche lassen sich die Theile betrachten, wenn sie entweder eine sehr geringe Dicke haben, oder wenn man nur einen Durchschnitt derselben nach der Länge betrachtet, denn die völlig runde Figur kommt selten vor. Häufiger ist die elliptische Form, aber da die Ellipse ein verschiedenes Verhältniss der Axen haben kann, so hat der Sprachgebrauch dafür Kunstwörter eingeführt; so heisst eiförmig (*ovalis*), wenn der Längsdurchmesser länger ist als der Querdurchmesser, aber noch nicht zweimal so lang; länglich (*oblongus*), wenn der Längsdurchmesser zwischen zwei- und dreimal so lang ist, als der Querdurchmesser; lanzettförmig oder lanzettlich (*lanceolatus*), wenn der Längsdurchmesser über dreimal so lang ist, als der Querdurchmesser. Mittelformen werden im Deutschen so bezeichnet, länglich-lanzettlich, im Lateinischen *oblongo-lanceolatus* ***).

*) Z. B. *rectus*, gerade; *curvus*, krumm; *flexus*, gebogen; *flexuosus*, hin und her gebogen, beide in derselben Ebene; *tortus*, gedreht; *contortus*, verdreht, in beiden Fällen geht die Linie aus einer Ebene in die andere; *spiralis*, spiralförmig, in derselben Ebene gewunden; *helicinus*, schraubenförmig, aus einer Ebene in die andere übergehend. Es ist also eigentlich unrichtig, von einer Spiralfaser zu reden, es sollte Schraubenfaser heissen.

**) Z. B. *strictus*, straff, gerade und steif; *laxus*, schlaff, etwas gebogen und nicht steif.

***) Man muss aber diese Verbindungen nicht dort anwenden, wo kein Uebergang ist, so ist es z. B. unrichtig zu sagen *cordato-lanceolatus*, weil

Man sieht aber leicht ein, dass keine treffende Beschreibung kann gegeben werden, wenn man nicht die Verhältnisse in einem bestimmten Maasse angiebt; etwas, worauf ich längst aufmerksam gemacht habe, was aber dessen ungeachtet sehr selten geschehen ist. Welcher Unterschied zwischen einem Myrtenblatte und einem Blatte von Meerrettig (*Cochlearia Armoracia*) in Rücksicht auf die Gestalt, und doch sind beide lanzettlich. So wenig man verlangt, dass die Gestalt im organischen Körper mit der mathematischen Figur genau über ein komme, so wenig kann man auch verlangen, dass die Verhältnisse mit dem angegebenen Maasse genau überein kommen, sondern man erlaubt immer einige Abweichungen.

Die Ellipse, wie jede in sich zurückkehrende Figur, hat stumpfe (obtusus) Enden; in der Natur findet man aber auch am Ende den Scheitel eines Winkels, und dann heisst das Ende spitz (acutus). Zwei Kunstwörter sind aber noch sehr nöthig. Wenn nämlich nach dem Ende, sei es stumpf oder spitz, ziemlich lange und ziemlich grade, oder auch nach aussen concave Linien führen, so nenne man das Ende gespitzt (acutatus)*), führen aber dahin nach aussen convexe Linien, so nenne man es gestumpft (obtusatus). Dieses macht viele Bestimmungen leicht und genau **).

Auch die Richtung einer Fläche kommt in Betracht, wie concav und convex, und der Wechsel derselben als wellenförmig, auch die mannichfältigen Formen des Eingebögenen und Eingerollten.

Wenn man einen auf die Axe senkrechten Schnitt, einen Querschnitt betrachtet, so ergiebt sich daraus, in Vergleichung mit dem Längsschnitt, die Form des ganzen Körpers. All-

zwischen dem herzförmigen und lanzettförmigen kein Uebergang Statt findet; es müsste heissen cordate lanceolatus.

*) Nicht acuminatus, zugespitzt, denn dieses bedeutet eineplöt zliche Verschmälerung am Ende.

**) Z. B. gesägt (*serratus*), gespitzte Ausschnitte zwischen gespitzten Ecken; gekerbt (*crenatus*), gespitzte Ausschnitte zwischen gestumpften Ecken; gezähnt (*dentatus*), gestumpfte Ausschnitte zwischen gespitzten Ecken; geschweift (*repandus*), gestumpfte Ausschnitte zwischen gestumpften Ecken.

gemein genommen ist der Körper stielrund (*teres*) mit runden Querschnitten, und kantig (*angularis*) mit eckigen. Der ganze Körper leidet Veränderungen seiner Grundform, durch Veränderung oder Vergrösserung, allgemeine und besondere; letztere an einem Ende, oder an beiden Enden, oder im Verlauf des Ganzen *).

Betrachtet man mehre Theile zugleich, so hat man auf Zahl, gegenseitige Lage und Entfernung, Verhältniss und gegenseitige Richtung und Verbindung zu sehen.

Es ist sehr bequem und zweckmässig, dass derjenige, welcher eine Pflanze beschreiben will, sich einen Entwurf von dem macht, was dabei zu berücksichtigen ist, damit nichts übersehen und alles in die gehörige Ordnung gestellt werde. Nicht alle Beschreiber haben diese Regel befolgt.

* *) Z. B. zusammengedrückt (*compressus*); plattgedrückt (*depressus*); keulenshormig (*clavatus*); verdünnt (*attenuatus* oder *intenuatus*); knotig (*nodosus*); zusammengeschnürt (*constrictus*); ausgehöhlt (*excavatus*); lückig (*lacunosus*); höckerig (*gibbus*) u. s. w.

Erklärung der Kupfertafeln.

Taf. I.

Fig. 1. Ein Stück aus dem Querschnitte eines Astes vom vorigen Jahre von *Salix pentandra*. *a*. Das Mark mit porösen Zellen, daneben sieht man das Holz mit dem anliegenden Splint, hierauf folgt Zellgewebe der innern Rinde, worin die Bastbündel *b* liegen und zuletzt die äussere Rinde mit lockern Parenchym, worin grüne Körner, Lücken und Krystalldrusen.

Fig. 1*. Ein Stück aus dem Querschnitte eines jungen Zweiges von zwei Wochen im Wasser gezogen, von *Salix pentandra*. *a*. Das Mark, dessen Zellen zum Theil mit grünen Körnern gefüllt sind, und noch nicht porös, wie die in Fig. 1 *a*. *b*. Bastbündel. *c*. Parenchym mit Körnern, wie es scheint, gefüllt. *d*. Spiralgefässe, *f*. Zellgewebe der Rinde.

Fig. 2. Ein Stück aus einem Längsschnitte, an der Stelle gemacht, wo der Querschnitt Fig. 1. gemacht war. *a*. Poröse Zellen des Markes. *b*. Baströhren. *c*. Die Holzzellen, wie sie S. 96 beschrieben sind. *e*. Poröse Gefässe, welche in Fig. 1* und Fig. 2* noch gar nicht zu sehen sind und daher nicht bezeichnet wurden. *f*. Die Rinde mit grünen Körnern, Lücken und Krystalldrusen. Die äusserste Zellenschicht ist durch verdickte Zellenwände getrennt von den folgenden Zellen.

Fig. 2*. Ein Stück aus einem Längsschnitte an der Stelle gemacht, wo der Querschnitt Fig. 1 * gemacht war. *a*. Das Zellgewebe des Markes mit grünen Körnern. *b*. Die noch sehr zusammen gedrückten Baströhren. *c*. Die Holzzellen, noch mit Körnern, wie es scheint, gefüllt, und nicht porös. *d*. Abrollbare Spiral gefässe. Poröse Gefässe wie *e* Fig. 2. waren noch nicht zu sehen. *f*. Parenchym der Rinde mit Körnern ohne Lücken und ohne Krystalldrusen, auch ist die äusserste Zellenschicht noch nicht getrennt.

Ueber diese vier Figuren s. S. 105.

Fig. 3. Poröse Zellen, s. S. 63.

Fig. 4. Verhärtete Zellen aus einer sogenannten steinigen Winterbirne, s. S. 69. Es ist hier Taf. 1. Fig. 3 statt Fig. 4 gesetzt worden, weil die Tafel noch nicht abgedruckt war.

Taf. II.

Fig. 1. Faserzellen aus der Luftwurzel von *Epidendrum cochleatum*, s. S. 94. S. 96 ist auch die Angabe der Figur, nämlich Taf. 2.

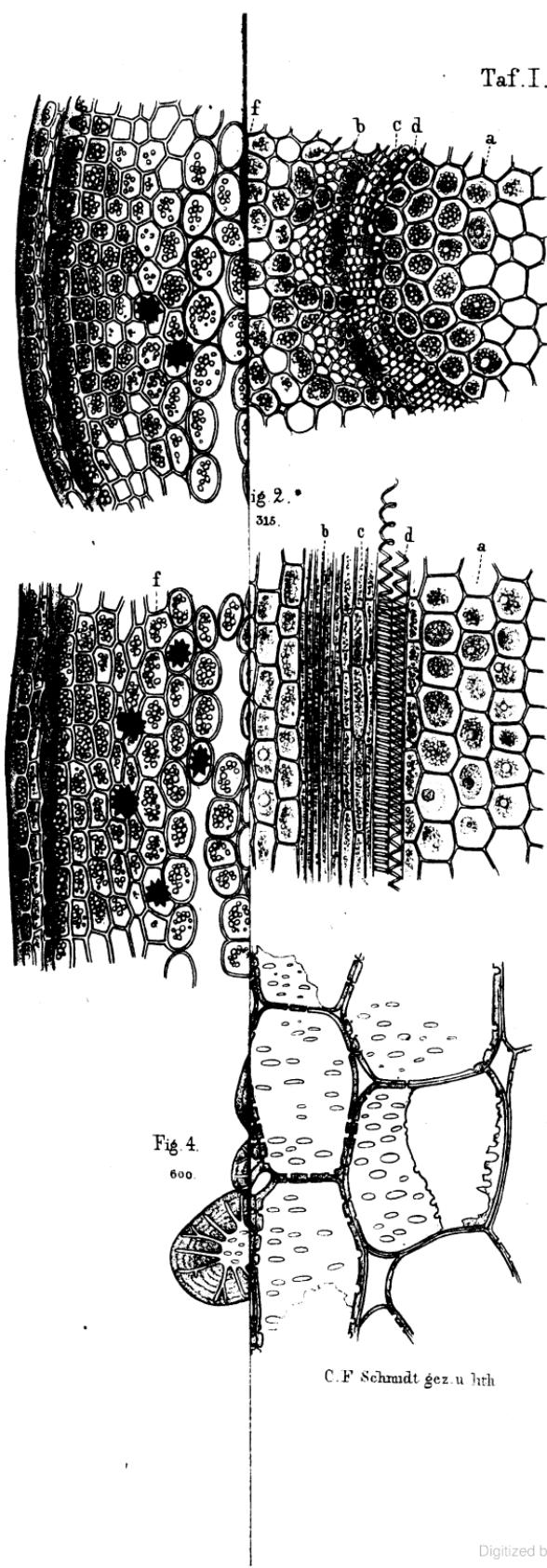
Fig. 2. unrichtig; es muss Fig. 1. heissen.

Fig. 2. Ringgefässe und Uebergang zu einem Spiralgefäß, s. S. 100 und 101. Die Figur ist dort nicht angeführt.

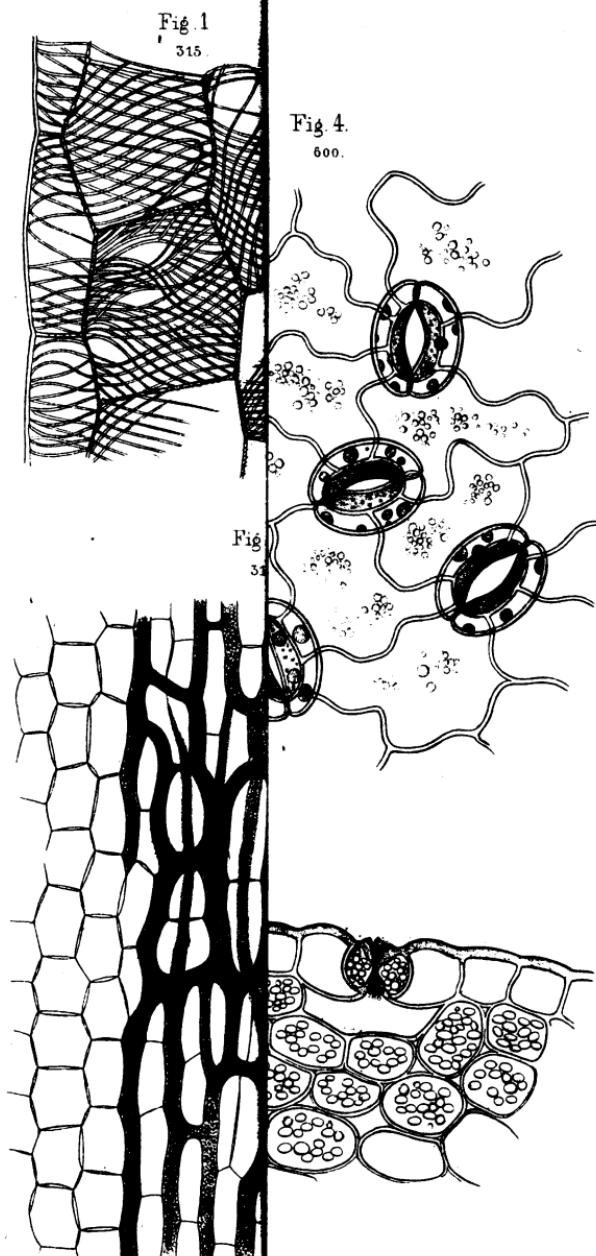
Fig. 3. Eigene Gefässe aus der Wurzel von *Trachelium coeruleum*. S. 13. ist zweimal dieser Figur erwähnt, aber immer Taf. 2. Fig. 4. gesetzt worden.

Fig. 4. Spaltöffnungen an der Unterfläche der Blätter von *Papaver somniferum*, s. S. 153. Doch gehört nicht Fig. 5. hierher, welche dort angeführt ist.

Fig. 5. Spaltöffnungen von den Blättern des *Zephyranthes Atamaseo* im Querschnitt. Sie sind von einer dunkeln Materie verstopft und dadurch geschlossen.



Taf. II.



C. F. Schmidt gez. u. lith.

VORLESUNGEN ÜBER DIE KRÄUTERKUNDE

FREUNDE DER WISSENSCHAFT, DER NATUR
UND DER GÄRTEN

von

Dr. H. F. L I N K,

KÖNIGL. GEH. MEDICINALRATHE, PROFESSOR AN DER UNIVERSITAT, DIRECTOR
DES KÖNIGL. BOTANISCHEN GARTENS BEI BERLIN, MITGLIEDE DER AKADEMIE
DER WISSENSCHAFTEN ZU BERLIN UND ANDERER GELEHRTEN-GESELLSCHAFTEN,
RITTER DES ROTHEN ADLERORDENS ZWEITER KLASSE MIT EICHENLAUB, UND
DER FRIEDENSKLASSE DES ORDENS POUR LE MÉRITE FÜR WISSENSCHAFT
UND KÜNSTE.

ERSTEN BANDES ZWEITE ABTHEILUNG.
MIT EINER KUPFERTAFEL.

BERLIN.
VERLAG VON C. G. LÜDERITZ.
1845.

Funfzehnte Vorlesung.

Stamm. Sprösslinge. Äste. Arten des Stammes.
Ausläufer. Rhizom. Knolstock. Mittelstock.
Knolle.

Der Hauptstock (caudex) der Pflanzen, welche ich Phanerophyten nenne, ist der Theil, welcher alle übrigen trägt und hält. Es lassen sich an ihm wiederum zwei Theile unterscheiden; der eine wächst, wenigstens im Anfange, aufwärts oder über den Horizont, und heisst der **aufsteigende Stock** oder **Stamm** (caudex adscendens, caulis). Der andere wächst dagegen, wenigstens im Anfange, nach unten, und heisst der **niedersteigende Stock**, oder die **Wurzel** (caudex descendens, radix). Die Bestimmungen sind bereits oben gegeben und dabei erwähnt worden, dass im Wachsthum des Stammes und der Wurzel sich die einzige wahre Polarität zeige, die wir im Pflanzenreiche finden. Die Bildungsrichtungen gehen nämlich in den übrigen Theilen mehr nach der Fläche, wie wir an den Blättern, Blumenblättern und Fruchtklappen (Carpellarblättern) gewahr werden; da sie hingegen im Thierreiche nach allen Seiten in einer Sphäre umher sich erstrecken, wovon vielleicht nur eine Spur in dem Samen der Pflanzen zu bemerken sein möchte.

Wir haben im Deutschen zwei Worte: **Stamm** und **Stengel**; das erste bezeichnet den Stamm der Bäume, das zweite den Stamm der Kräuter. Aber beide sind nicht so sehr verschieden, dass man sie verschieden benennen dürfte, ja es könnte dieses sogar zu Irrthümern führen, wenn man glauben wollte, dass sich ein bedeutender Unterschied im innern und äussern Bau des Stammes und Stengels finde. Ein jähriger Stengel wird oft unten holzig, und zeigt Holz und Rinde von

derselben Beschaffenheit, wie Holz und Rinde an einem jährligen Baume.

Linné gebraucht in seiner *Philosophia botanica* (§. 80. 82) caudex für den Wurzelstock, den er auch caudex descendens nennt; caudex adscendens ist ihm nur der Stamm der Bäume und Sträucher, und nach seiner Ansicht eine Wurzel über der Erde. In den Ansichten des grossen Mannes, den man zu erkennen anfängt, lag immer etwas Wahres und so auch hier; der dicke Stamm der Pappeln z. B. treibt Sprösslinge (*sureculi*), die sich von den wahren Ästen dadurch unterscheiden, dass sie nicht in den Blattwinkeln und nicht aus wahren Knospen hervorspreissen; eben so kommen auch aus den Wurzeln ähnliche Sprösslinge hervor, und wie sich erwarten lässt, nicht aus Blattwinkeln. In dieser Rücksicht ist also der Stamm eine Wurzel geworden.

Junge sagt vom Stamm *): „Die Pflanze theilt sich in zwei Theile; der obere ist der Stamm, der sich in die Höhe erhebt, so dass die vordere Seite von der hintern, die rechte von der linken nicht verschieden ist.“ Es ist hierin eine Bemerkung enthalten, die, so viel ich weiss, von keinem Botaniker beachtet wurde, dass nämlich dem Stämme eine grössere Symmetrie zukomme, als den Blättern, weil er sich nicht allein durch einen, sondern auch durch mehr Schnitte in zwei gleiche Hälften theilen lässt. Hält man dagegen ein Blatt mit der Fläche vor sich, so ist zwar die rechte Seite der linken ziemlich gleich, aber nicht die vordere der hintere, oder die obere der untere. Die grössere Symmetrie des Stammes ist aber nicht eine grössere Vollkommenheit desselben, sondern sie deutet eine geringere Stufe der Bildung an, indem sie den Stamm den Krystallen im Mineralreiche näher stellt.

Der Stamm oder in dieser Beziehung der Hauptstamm bringt in der Regel Äste oder Zweige (*rami*) hervor, welche sich wie der Hauptstamm selbst verhalten; sie haben densel-

*) *Caulis est pars superne in altitudinem exorrecta, ut anteriora a posterioribus vel dextra a sinistris non differant. Isagoge phytoscop. c. 2. §. 6.*

ben innern und äussern Bau, sie treiben andere Äste, gegen welche sie die Stelle des Hauptstammes einnehmen. Es ist daher sehr bequem, dass man alle diese Theile Axentheile (partes axiles) nennt, so wie die Blätter Anhängsel oder besser Nebentheile (partes appendiculares, laterales). Turpin hat, so viel ich weiss, diese Ausdrücke zuerst eingeführt, dann sind sie von St. Hilaire, von Endlicher und Unger, und von andern angenommen worden. Zu den Ästen gehören auch in dieser Rücksicht die Blütenstiele (pedunculi) als die letzten Verzweigungen des Stammes unter der Blüte. Sie unterscheiden sich wenig von den Ästen, doch fallen sie oft mit der Blüte ab, oder verwelken mit ihr, wenigstens erlangen sie nie das Alter der wahren Äste. Wir wollen sie also für's erste bei Seite setzen. Weil nun ein Ast oft einen andern Ast hervorbringt, so muss man in der Kunstsprache einen ästigen und vielästigen Stamm (c. ramosus, multi-ramosus) wohl von einem sehr verästelten Stamm (caulis ramosissimus) unterscheiden. Bedeutend ist der Unterschied, ob der Stamm bis ans Ende ausläuft und die Äste seitwärts treibt, wie an den Tannen (*Picea excelsa*, *Abies pectinata*), in welchem Falle man ihn auslaufend (integer, excurrentis) nennt, oder ob er sich so verästelt, dass man ihn nicht bis ans Ende verfolgen kann, wie die Krone der Fichten (*Pinus sylvestris*), unserer Obstbäume und vieler anderer Pflanzen. Einen solchen Stamm kann man verlaufend (deliquescoens) nennen. An einem auslaufenden Stamm nehmen gar oft die Äste von unten nach oben stufenweise ab und machen ihn dadurch pyramidenförmig (pyramidatus), wie wir an den Tannen sehen. Auffallend ist diese Form, wenn die Äste nach oben hin angedrückt sind, wie an der Lombardischen Pappel (*Populus dilatata* Ait.) und an der Cypresse (*Cupressus sempervirens*). Es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese Form eine abgeänderte, später entstandene ist; denn jene Pappel hat man nirgends wild gefunden, und die Heimat der Cypresse kennt man nicht mit Gewissheit. Auch findet man eine Cypressenart mit abstehenden Zweigen (*Cupressus horizontalis* Mill.) häufig mit der andern, der sie sonst in allen Stücken gleicht, in Italien, von der man sagt, dass sie aus dem Samen

der gewöhnlichen Cypresse entstanden sei. Der verlaufende Stamm ist meistens unregelmässig verästelt *), zuweilen aber regelmässig in zwei ziemlich gleich dicke Äste getheilt; dann heisst er zweitheilig (dichotomus), wie am Mistel (*Viscum album*). Doch scheint hier die Theilung dadurch entstanden zu sein, dass der Endast, ein Blütenzweig, zwischen zwei gegenüberstehenden Ästen fehlgeschlagen ist, da man in den obern Verzweigungen einen solchen Blütenast noch findet. Eine auffallende Verästelung bildet die Araukarie von Chili (*Araucaria imbricata*); der Stamm ist auslaufend, die Äste sind zweitheilig, und zwar so, dass die Theile in gerader Linie von einander ab- und gegenüberstehen. Ein hoher Stamm dieser Art mit einer solchen Krone bietet einen wunderbaren Anblick dar.

Wenn wir auf die Blütenstiele Rücksicht nehmen, auch wenn sie nicht entwickelt sind, auf die Holzbündel, welche zu den Blüten gehen, so giebt es keine Phanerophyten mit ganz einfachem Stamm. Sehen wir aber von den Blütenstielchen ab, so giebt es einfache Stämme (c. simplices), doch von sehr verschiedener Art. Ganz einfach ist der Stamm, welcher gar keine Blätter hat, an dem sich also nicht einmal eine Stelle findet, wo ein Ast entspringen könnte. Hierher gehört der Stamm des sonderbaren pilzartigen *Cynomorium* aus dem südlichen Europa, und der ähnlichen *Hydnora* vom Kap. Ferner ist der Stamm einfach, weil er nur Schuppen statt der Blätter hat, aus deren Winkel selten Äste hervorkommen. Solche Stämme haben viele parasitische Gewächse: *Monotropa Hypopithys*, *Orobanche*, ausgenommen *O. ramosa*, *Cytinus Hypocistus* u. dgl. m. Dann folgt der einfache Stamm, der nur Blätter an der Spitze trägt, oder das Caulom, wie der Stamm der Palmen, Cycadeen, Pandaneen und einiger anderer verwandten natürlichen Ordnungen. Zuweilen hat ein solcher Stamm gegen die Spitze Äste; selten findet er

*) Habituelle hieher gehörige Kunstwörter sind noch: der verworrene Stamm (c. diffusus) mit vielen Ästen, die sich in manchen Richtungen kreuzen, und der rutenförmige (c. virgatus) mit vielen langen, dünnen Zweigen.

sich auf diese Weise unter den Palmen, häufiger unter den Pandaneen, nie unter den Cycadeen. Am häufigsten ist endlich der einfache Stamm, der überall Blätter trägt, auch Knospen in den Winkeln, oder wenigstens die Spuren von Knospen, woraus Äste hervorkommen könnten. Ausgezeichnet sind in dieser Rücksicht die Stämme von *Euphorbia Lathyris*, von *Erythraea Centaureum*, von *Linum catharticum* u. a. m., welche bis an den Blütenstand einfach bleiben, und dann sehr verästelt Blütenstiele tragen. Wenn an der Spitze eines solchen Stammes ein und zwar einfacher Blütenstiel entsteht, wie an *Erigeron uniflorus*, *Campanula uniflora*, so erscheint der Stamm zwar ganz einfach, doch ist das Kennzeichen sogar zur Unterscheidung der Art nicht sehr bedeutend.

Die Bäume unterscheiden sich dadurch von den Sträuchern, dass der Stamm unten einfach ist und oben nur ästig oder verästelt, da er hingegen an den Sträuchern von unten auf verästelt erscheint. Dass ein Strauch in einen Baum übergehen kann, ist eine bekannte Sache. Die Eiche bildet in der Jugend einen Strauch, wird aber im Alter in gutem Boden ein Baum; auch kann man sie so ziehen, dass sie nur ein Strauch bleibt, wenn man nämlich die oberen Äste abschneidet, wie es zuweilen geschieht, um Zweige für die Gerberei zu gewinnen. Auch macht sie zuweilen auf schlechtem Boden grosse Gebüsche, und die Eiche des südlichen Europa (*Quercus pubescens* Lam.) thut dieses besonders auf dem steinigen Boden von Italien und Dalmatien sehr oft. Unsere Buche (*Fagus sylvatica*), bei uns ein schöner grosser Baum, bleibt auf den Gebirgen von Italien nur ein Strauch, und die Lorbeerweide ist selbst bei uns bald Baum, bald Strauch. In dichten Beständen schiessen die Bäume schlank in die Höhe; wie es scheint, weil das rasche Wachsthum nach oben die Entwicklung nach aussen in den untern Theilen hindert. Zuweilen vertrocknen dort auch die untern Zweige, wie an den Fichten und Tannen deutlich zu sehen ist. Der verästelte obere Theil des Stammes heisst die Krone (coma der Alten), jener malerische Theil der Bäume, welcher den Landschaften ihren Charakter giebt. Ausgezeichnet ist in dieser Rücksicht die Krone der Pinie (*Pinus Pinea* L.), an der die untern

Äste stufenweise länger sind als die oberen, so dass die Enden in einer gewölbten Fläche stehen, welches dem Baume ein ausserordentlich schönes Ansehen giebt. Der grosse Pinienwald bei Ravenna erregt wahrhafte Bewunderung.

Zu den einfachen Stämmen gehören noch die kurzen Stämme der Pflanzen, welche man *stammlos* (*acaules*) nennt, ungeachtet sie es eigentlich nicht sind, und der Unterschied zwischen stammlosen und Stamm Pflanzen (*plantae caulescentes*) hängt nicht selten von äussern Umständen ab. Ein Beispiel giebt *Carlina acaulis*, die auf den Bergen in Deutschland fast immer stammlos erscheint, da sie hingegen im südlichen Frankreich, auch in Italien auf den Vorbergen des nördlichen Apennins einen oft füsslangen Stamm treibt. So ist auch die *Primula acaulis* höchst wahrscheinlich nur eine Abänderung von *Primula elatior* mit einem nicht ausgewachsenen Stamm. Der Ausdruck *stammlos* (*acaulis*) muss nur als ein habitueller, der keiner genauen Bestimmung fähig ist, angesehen werden, denn ihn ganz zu verwerfen, könnte gesucht erscheinen.

Doch giebt es Gewächse, die allerdings Ansprüche darauf machen können, *stammlos* genannt zu werden. Drei Gattungen, deren Blüten geradezu den Wurzeln oder dem Stamm anderer Pflanzen parasitisch eingewurzelt sind, kann man hieher rechnen, *Rafflesia*, *Brugmannia* und *Frostia* (*Pilotyles* Guillemin). *Rafflesia*, zuerst von Rob. Brown, dann von Blume beschrieben, wächst auf den Wurzeln der Bäume in Sumatra und ist auch wegen der Grösse und lederartigen Consistenz der Blumen merkwürdig; *Brugmannia*, von Blume beschrieben, steht ihr nahe. *Frostia*, von Bertero genannt *),

*) Guillemin, der die *Frostia* unter dem Namen *Pilotyles* beschreibt (Annal. d. Scienc. natur. 2e Sér. T. 2. p. 21), verwirft den Namen *Frostia*, weil dieser Name, setzt er hinzu, ein Epigramm sein würde, da er einen Parasiten bezeichnet; denn Frost gehöre zu den pretendus Botanistes, die de Candolle in seinem *Traité élémentaire* 2 Ed. p. 263 geschildert habe. Der unglückliche, in Elend verstorbene Frost war allerdings thöricht eitel, aber der nun auch verstorbene Guillemin war doch nicht befugt, einen Namen zu ändern, den ein von G. sehr gelobter Botaniker gegeben hatte. Endlicher hat mit Recht den Namen *Frostia* wieder hergestellt. Uebri-

gehört zu den sonderbarsten Gewächsen im Pflanzenreiche. Die kleinen Blumen kommen aus dem Stamme der Adesmia arborea Berter. in Chili so hervor, als gehörten sie zu diesem Strauch, aber dieser trägt, wie die andern zu dieser Gattung gehörigen Arten, Schmetterlingsblumen, und zwar aus den Winkeln der Blätter, da hingegen jene an unbestimmten Stellen des Stammes unter der Rinde hervorbrechen und sie durchdringen, wie ein parasitischer Pilz, eine Sphaeria zu thun pflegt. Es wäre ein Gegenstand von grosser Wichtigkeit, die Fortpflanzungsweise dieses Gewächses kennen zu lernen.

Wir haben das Verhältniss des Stammes zu den Ästen im Allgemeinen betrachtet, wir gehen nun zu dem Verhältniss des Stammes oder vielmehr der Axentheile, zu den Knospen und Blättern über. Die Stelle, wo eine Knospe, mithin auch ein Blatt entspringt, heisst ein Knoten (nodus), wenn auch keine Verdickung vorhanden ist. So brauchten das Wort die ältern Botaniker und zwar sehr zweckmässig, weil wir für eine solche Stelle keinen bestimmten Ausdruck haben *). In der Regel ist auch da, wo der Ast oder das Blatt entspringt, wirklich eine kleine Verdickung vorhanden. Der Knoten ist einfach (simplex), wenn dort nur ein Blatt entsteht, ohne Knospen, oder zusammengesetzt (compositus), wenn außer dem Blatte auch eine Knospe sich entwickelt. Das Stück des Stammes zwischen zwei Knoten heisst ein Internodium, mit einem lateinischen Ausdrucke, wofür wir nur Glied oder Stammglied sagen können; denn der Ausdruck Zwischenknoten wäre falsch gebildet, weil unsere Sprache, wie die griechische, immer das bestimmende Wort voran, das dadurch bestimmte zuletzt stellt. Hier ist von dem Theile zwischen den Knoten die Rede, nicht von den Knoten selbst, welche nur die Gränze jenes Theils bestimmen. Die Franzosen sagen

gens bildet G. ein Gefäss aus dieser Pflanze ab, was Niemand dafür erkennen kann a. a. O. Taf. 1.

*) S. Ludwig Institution. Regni Vegetabilis Lips. 1757. §. 418 u. 419. Dass ich den Ausdruck so gebrauche, habe ich Elem. Phil. bot. Ed. 2. I. 230 bestimmt. Das Wort hat jemand getadelt, der, um zu tadeln, alles mit der grössten Flüchtigkeit nur halb liest.

merithalle, mit einem aus dem Griechischen entlehnten, aber gegen die Regeln dieser Sprache falsch zusammengesetzten Worte. Es ist eine französische Zusammensetzung *).

Der wahre, echte, eigentliche Stamm (*caulis genuinus seu stricte sic dictus*) hat nun zuerst die Eigenschaft, dass er sich durch mehr als einen Schnitt in zwei gleiche und ähnliche Hälften theilen lässt, oder wie Junge sagte, dass die vordere Seite der hintern, die rechte der linken gleich ist. Durch dieses Kennzeichen unterscheidet er sich zuerst von den flachen Theilen, den Blättern u. dgl. Die zweite Eigenschaft besteht darin, dass die Axentheile desselben sich gegen die Enden allmählig verdünnen. Wenn und wo dieses nicht Statt findet, vermuthen wir sogleich ein fremdes Hinderniss, welches die Pflanze in ihrer Entwicklung gestört und zurückgehalten hat. Die dritte Eigenschaft, welche einen solchen Stamm auszeichnet, ist, dass sich seine Triebe mit den Blättern gleichförmig entwickeln, und dass nicht, wie es z. B. beim Palmstamme geschieht, die Blätter früher sich entwickeln, und der Stamm selbst langsam nachwächst. Diese Bestimmungen des wahren oder echten Stammes sind nothwendig, um die mannichfältigen Veränderungen kennen zu lernen, in welchen er sich zeigt. Die Pflanze verändert sich nicht allein während ihres Lebens und durchläuft ihre Metamorphose, sondern sie vertauscht auch gleichsam die Gestalten ihrer Theile, sie lässt sie mit einander verwachsen, sie lässt sie ganz unentwickelt, und bildet dadurch so manche Anamorphosen, dass es gar nöthig ist, den Typus, die Mustergestalt eines jeden Theiles und so auch des Stammes genau zu bestimmen.

Neben dem Hauptstamme einer Pflanze kommen zuweilen aus derselben Basis Seitenstämme hervor, welche dem Hauptstamme in aller Rücksicht ähnlich sind. Man könnte sie leicht mit den Ästen verwechseln, wenn diese tief unten sitzen,

*) Von *μέρος* Theil und *ῥάλλως*, Trieb, Sprosse. Das Bestimmende ist hier der Trieb und das dadurch Bestimmte der Theil, folglich müsste (den Regeln der griechischen Sprache gemäss) der Theil zuletzt stehen. Im Französischen sagt man umgekehrt *porte-faix*, Lastträger.

aber sie kommen nicht, wie die Äste, aus dem Winkel eines Blattes hervor. Man sieht sie oft an den jährigen und zweijährigen Stämmen; wir sagen dann z. B. vom Roggen oder Weizen, er habe sich bestaudet; seltener finden sie sich an den Staudengewächsen, fast gar nicht an Sträuchern und Bäumen. Von den Seitenstämmen sind die Nebenstämmen wenig verschieden, welche aus den Wurzeln des Hauptstamms entstehen. In der Regel treibt der Nebenstamm für sich Wurzeln, aus denen andere Nebenstämmen entspringen; dadurch wird der Nebenstamm selbst ein Hauptstamm, der andere Nebenstämmen erzeugt u. s. w., so dass sich die Pflanze von ihrer ersten Stelle nach allen Richtungen verbreitet, wo sie Platz und günstigen Boden findet. Nicht selten verwelkt der erste Hauptstamm, oder es verwelken die ersten Stämme überhaupt, und die Pflanze zieht sich von einem Orte zum andern. Entstehen die Nebenstämmen in der Nähe des Hauptstamms, so bildet die Pflanze einen Rasen (pl. caespitosa), welcher dicht oder locker sein kann, je nachdem die Nebenstämmen wieder näher oder weniger nahe dem Hauptstamme entstehen. Wir bauen nicht allein Gräser des Rasens wegen, z. B. das englische Raygras (*Lolium perenne*), sondern auch andere Pflanzen, wie die Grasnelke (*Armeria vulgaris*, auch *A. maritima*), Marienblümchen (*Bellis perennis*), selbst Buchsbaum (*Buxus sempervirens*) u. a. m. Es kommt aber nicht allein darauf an, dass die Nebenstämmen dicht neben dem Hauptstamme hervorkommen, sondern dass auch die Hauptstämmen lange ausdauern, weil sonst Lücken in der Mitte entstehen. Solche Lücken, wenn sie ziemlich regelmässig rund sind, geben auch die Veranlassung zu den sogenannten Hexenkreisen, die von einem Grase, der *Sesleria coerulea Arduin.*, auf nackten Bergen in Deutschland und England entstehen. Sehr oft wird der untere Theil der Nebenstämmen, wo er sich unter der Erde befindet, wurzelartig, welches man wohl eine vielköpfige Wurzel (*radix multiceps*) genannt hat, wie wir an den Nelken (*Dianthus Caryophyllus*) sehen. Entspringen die Nebenstämmen entfernt von den Hauptstämmen, so nennen wir die Pflanze wuchernd (*luxurians*), wie *Senecio sarracenicus*, *Aristolochia Clematitis*, *Asclepias syriaca* u. a. m. Doch nennen wir auch Pflanzen

wuchernd, welche sich durch Ausläufer und Rhizome weit verbreiten.

Es kommen nämlich aus der Basis eines Hauptstamms nicht selten Nebenstämme hervor, welche nicht, wie vorher, dem Hauptstamme ähnlich, sondern mehr oder weniger unähnlich sind. Hierher gehören zuerst die Ausläufer (stolones). Sie unterscheiden sich von dem Hauptstamme nur dadurch, dass sie über oder unter der Erde fortkriechen, das heisst, an den Knoten Wurzeln treiben, indem der Hauptstamm mehr oder weniger gerade aufsteigt. Sie sind über der Erde beblättert und treiben aus den Winkeln der Blätter Knospen, die sich zu Hauptstämmen entwickeln, wodurch eine grosse Vermehrung der Pflanze hervorgebracht wird. Fast alle Arten der Münze (*Mentha*) wuchern auf diese Weise. Nicht selten treibt auch die Spitze des Ausläufers einen Hauptstamm. Die Ausläufer unter der Erde, wovon das Queckengras (*Triticum repens*) ein bekanntes Beispiel giebt, können wegen ihres Standorts nicht vollkommene Blätter hervorbringen, sondern nur die Anfänge derselben, in dem erwähnten Falle nur Blattscheiden. Aus den Winkeln der Blätter oder Blattscheiden treiben sie darum auch seltener Hauptstämme, wohl aber tritt die Spitze des Ausläufers aus der Erde hervor und wächst zu einem Hauptstamme aus. Wegen jener Verstümmelung der Blätter, und der oberflächlichen Ähnlichkeit mit den Wurzeln werden die in der Arzneikunde gebräuchlichen Ausläufer Wurzeln genannt, z. B. *radices Graminis* die Ausläufer von *Triticum repens*, *radices Caricis arenariae* u. dgl.

Eine andere Art von Ausläufern sind die nackten Ausläufer (flagella). Der Hauptstamm ist bei diesen Pflanzen meistens sehr kurz, so dass man sie zu den stammlosen zu rechnen pflegt; seitwärts kommen aber lange, dünne, liegende Stämme hervor, die aus den Winkeln scheidensartiger Blätter Knospen treiben, woraus ebenfalls nur kurze Stämme sich entwickeln. Die Erdbeerstaude (*Fragaria vesca*) und die Hasselwurzel (*Asarum europaeum*) geben von diesen Ausläufern ausgezeichnete Beispiele. Man möchte sagen, dass hier der Ausläufer der wahre Stamm oder Hauptstamm sei, welcher nur Knospen hervorbringt, die sich nicht zu einem wahren

Stamm entwickeln. Mit vielen Farrnkräutern ist es der selbe Fall.

Noch weniger ähnlich dem Hauptstamme, als die Ausläufer, sind die Wurzelstücke oder Rhizome. Sie gehen, wie die Ausläufer, seitwärts vom Hauptstamme ab, wachsen auch seitwärts unter der Oberfläche der Erde oder auch wohl dicht auf der Oberfläche weiter, sind einfach oder wenig ästig, mehr oder weniger hin und hergebogen, mit Wurzelzasern mehr oder weniger besetzt, treiben keine Blätter, und höchstens nur Blattscheiden gegen die Knospen zu, die an den Seiten, aber auch an den freien Enden entspringen, haben eine dunkelbraune, zuweilen schwarzbraune Farbe und gleichen daher den Wurzeln so sehr, dass man sie im gemeinen Leben Wurzeln nennt, ja dass sogar die Botaniker bis zu den späteren Zeiten sie zu den Wurzeln gerechnet haben. Aber sie unterscheiden sich von den Wurzeln dadurch wesentlich, dass sie an ihren Enden nicht die Saugspitzen haben, wodurch sich alle wahren Wurzeln auszeichnen, sondern vielmehr Knospen tragen, wie der Stamm; sie dienen also zur Fortpflanzung, die Wurzeln hingegen zur Ernährung der Gewächse. Zuweilen zeigen auch die Ringe von in einander geschobenen Gliedern, oder gar Spuren von Blattscheiden die Übereinstimmung mit dem Stämme. Die Rhizome sind häufig unter den Monokotylen, z. B. die sogenannten Wurzeln von Kalmus (*Acorus Calamus*), Ingber (*Zingiber officinale Roscoe*), Veilchenwurzel (*Iris florentina*) u. dgl. m.; seltener unter den Dikotylen, doch geben die Tormentillwurzel (*Tormentilla erecta*) und Natterwurzel (*Polygonum Bistorta*) bekannte Beispiele.

Seitwärts vom Hauptstamm entspringt ferner meistens unterirdisch, doch zuweilen an der Oberfläche der Erde der Knollstock oder Zwiebelstock (*cormus* *). Er unterscheidet sich vom Rhizom nur dadurch, dass er sehr kurz, mehr oder weniger kugelförmig und fast ganz mit einer oder mehreren Knospen bedeckt ist. So macht er die Grundlage

*) Κορμὸς heisst eigentlich ein abgehauenes Stück Holz, oder ein Klotz.

aller Zwiebeln, sowohl der echten, als der Knollzwiebeln. Er treibt oft Seitentheile, gleichsam Äste, die besonders unter den Knollzwiebeln auf eine unregelmässige Weise weiter Seitentheile treiben, und so viele Knollzwiebeln tragen. Unter diesen dauert der Knollstock oft viele Jahre, da er hingegen unter den echten Zwiebeln wenige Jahre, zuweilen nur ein Jahr dauert. Man möchte dem Knollstock ein Bestreben zuschreiben, Stamm zu werden, welches aber bald von dem übertriebenen Anwuchs der Knospen unterdrückt wird.

Der Stamm, welcher im ersten Jahre den Anfang eines Rhizoms gebildet hat, vergeht am Ende dieses Jahres, ohne zu blühen und Früchte zu tragen. Um ihn zu ersetzen, entsteht im folgenden Jahre ein anderer Stamm, aber nicht aus derselben Wurzel, woraus der erste entsprang, sondern immer aus dem Rhizom, und dieser Stamm trägt dann oft, doch nicht immer, in demselben Jahre Blüten und Früchte; diese erscheinen zuweilen erst an den Stämmen desselben Rhizoms vom dritten, vierten oder fünften Jahre, auch wohl noch später. Das Rhizom ist ein Baum unter der Erde, der aber nur jährige Zweige treibt. Ähnlich ist der Verlauf des Grünens und Blühens am Knoll- oder Zwiebelstock; die blühenden Stämme entstehen nur aus dem Knollstock im zweiten Jahre oder in den folgenden, ja nicht selten aus Zwiebeln der folgenden Jahre, nachdem die ersten schon vergangen sind, wie wir an der Tulpe sehen. Wir bemerken überhaupt im Pflanzenreiche, dass die Pflanzen, besonders der niedern Ordnungen einer Vorbereitung bedürfen, um in ihrer ganzen Vollkommenheit zu erscheinen; die Farn entspringen aus blattartigen Vorbildern, die den Lebermoosen gleichen, die Moose aus algenartigen Vorbildern, und so finden wir es auch an den Monokotyledonen, die niedriger stehen, als Dikotyledonen, und die einer Vorbereitung durch Rhizom oder Zwiebel bedürfen, um ihre oft sehr schönen Blüten zeigen zu können.

Mit dem Knollstock kommt der Mittelstock (caudex intermedius), wie ihn Mohl zuerst genannt hat, sehr überein, nur verdickt sich hier der erste Stamm selbst, da hingegen der Knollstock seitwärts aus dem ersten Stamm hervorkommt. Von dem baumartigen Stämme unterscheidet er sich aber gar

sehr dadurch, dass diese Verdickung stehen bleibt, und einen Stamm nach dem andern hervorbringt, indem diese Stämme einer nach dem andern absterben *). Einen solchen ausgezeichneten Mittelstock sehen wir am Elephantenfuss (*Thaumus Elephantopus*), den Mohl beschrieben hat, auch findet sich ein Mittelstock am *Cyclamen*, am *Selleri* (*Apium graveolens*) am Kohlrabi, einer Abänderung vom Kohl (*Brassica oleracea*) und manchen andern Gewächsen. Hieher möchte ich die verdickten Stammglieder vieler ausländischer Orchideen rechnen, deren oft gar viele an einander hängen, die auch stehen bleiben, nachdem sie blühende Schafte getrieben haben. Man könnte sie vielgliedrige Mittelstücke nennen.

Ein unterirdischer Ausläufer besonderer Art, der überall an den Wurzeln, sogar an den feinern und zarteren, aber auch an den untern Theilen des Stammes erscheint, ist die Knolle (tuber). Sie stellt einen kurzen dicken Stamm oder vielmehr solche Sprösslinge dar, mit einer oder auch mehreren Knospen. Sie unterscheidet sich durch den innern Bau wenig vom Stamm, ja weit weniger, als der Knollstock. Die Dicke röhrt vom Mark her, denn der Holzring ist äusserst dünn, auch die Rinde nicht sehr dick. Die Kartoffelpflanze (*Solanum tuberosum*) giebt davon ein allbekanntes Beispiel; auch finden sich solche Knollen, wie es scheint, an den Wurzeln mancher Leguminosen, überhaupt, so viel ich weiss, nur an Dikotyledonen. Man muss diese Knollen gar wohl von den andern Theilen unterscheiden, die man ebenfalls Knollen nennt, z. B. den verdickten Zaserwurzeln vieler Ophrydeen, den hier und da verdickten Wurzeln der *Spiraea Filipendula*, dem verdickten Stämme des *Selleri* u. a. m. Wenn sie unter der Erde herwachsen, haben sie eine braune Farbe, wenn sie aber unten am Stamm über der Erde hervorkommen, sind sie grün; auch werden sie zuweilen, wenn sie am Licht liegen, grün.

*) In den *Elem. Philosoph. botan.* Ed. 2. I. 304 habe ich Mittelstock und Knollstock verbunden und den obigen Charakter für beide angegeben. Jetzt scheint es mir besser, beide zu trennen, da sie auf verschiedene Weise entspringen, und danach war die Bestimmung der Namen Knollstock und Mittelstock sehr leicht.

gefärbt. Man hat sie oft der braunen Farbe wegen zu den Wurzeltheilen gerechnet, von denen sie sehr verschieden sind.

Der Wurzelstock, der Knollstock oder Zwiebelstock, der Mittelstock und die Knolle gehören zu den Anamorphosen des Stammes, wie man sie wohl nennen kann, weil der Stamm in ihnen eine fremde Gestalt und zwar die Gestalt der Wurzel annimmt. Es sind aber ausser diesen noch einige andere Anamorphosen des Stammes und der Äste, von denen erst in der Folge die Rede sein wird, z. B. die Verwachsung mit den Blättern in dem Stamme der Cacteen und einiger andern, die Verwandlung der Äste in Stacheln u. dgl. m. Übrigens ist der Stamm einer der wichtigsten Theile der Pflanze, weil aus ihm sich alle andern entwickeln; aber dennoch ist er vielleicht unter allen am wenigsten ein Gegenstand der Untersuchung gewesen, den innern Bau ausgenommen, vielleicht weil er zu sehr in die Augen fiel und daher keiner genauern Untersuchung zu bedürfen schien.

Sechszehnte Vorlesung.

Innerer Bau des Stammes. Ursprung desselben. Stamm der Dikotyledonen überhaupt. Holz, dessen Jahrringe, Holzstralen, Markstralen.

In der genauen Kenntniß des Stammes kann man keinen Schritt thun, ohne auf den innern Bau desselben Rücksicht zu nehmen. Die Knospen, die Zweige und Blätter, womit der Stamm besetzt ist, kommen aus dem Innern hervor, und selbst die äussere Gestalt des Stammes ist nicht recht verständlich, wenn man nicht auf den innern Bau zurückgeht. Auch ist der innere Bau des Stammes mannichfaltig und merkwürdig genug, um die Aufmerksamkeit des Beobachters auf sich zu ziehen. Ja die verschiedenen Arten, welche in der vorigen Vorlesung nur oberflächlich unterschieden wurden, erhalten erst durch den innern Bau ihre wahren Kennzeichen.

Es ist oben erwähnt worden, dass der Stamm der Diko-

tylen schon im Samen vorgezeichnet sei, da er hingegen in den Monokotylen sich erst später aus dem Embryo entwickelt. Man kann jene mit den lebendig gebährenden Thieren vergleichen, wo das Junge im Fruchthalter schon vorgebildet liegt, diese hingegen mit den eierlegenden, wo von dem künftigen Thiere im Fruchthalter noch keine Spur zu finden ist. Wie unter den Thieren, so giebt es auch im Pflanzenreiche Mittelformen, wie von der einen Seite die Gräser, wo der künftige Stamm, aber mit einem Kotyledon umgeben, schon vorgebildet im Samen erscheint, und auf der andern Seite einige Wassergewächse (*Nelumbium*), in deren Samen zwar ein Stämmchen schon gebildet erscheint, aber nicht zu einem wahren Stamm auswächst, sondern verwelkt, nachdem es den wahren Stamm hervorgebracht.

Einige Botaniker haben den Stamm ursprünglich als ein Blatt betrachtet. Turpin nannte den Stamm beim ersten Anfange ein Kotyledonarblatt und Gaudichaud ist ihm in neuern Zeiten darin gefolgt. Agardh hat sich sehr scharfsinnig darüber geäussert *), auch von E. Meyer haben wir eine Abhandlung über diesen Gegenstand **), und andere dgl. ***). Dem Satze liegt eine dreifache Bedeutung zum Grunde. Erstlich sagt er, dass dem Stamme ein Blatt vorhergehe und dass er durch dasselbe gebildet werde; zweitens, dass er aus zusammengewickelten Blättern bestehe, und drittens, dass der Stamm seinem Wesen nach nichts anders sei, als ein zusammengewickeltes und verwachsesenes Blatt. Die letzte Bedeutung kann man immerhin annehmen, ob sie gleich nichts weiter sagt, als dass in der Pflanze ein Streben bemerkt werde, aus der Länge in die Fläche überzugehen, eine allerdings sehr richtige Bemerkung. Die zweite Bedeutung ist durchaus falsch; das Innere der Knospe der Dikotylen stellt deutlich genug das Ende des Stammes oder Astes dar, worauf die Blätter stehen, und die Knospe der Monokotylen hat immer eine dem Stamme angehörige Unterlage von Zellgewebe, wie

*) Lärebok i Botaniken af C. A. Agardh Malmö 1829—1830. p. 406.

**) Linnaea. Bd. 7. p. 401.

***) S. Meyens Jahresbericht f. 1837 in Wiegmanns Arch. 1838. S. 129.

wir in der Folge sehen werden. Was die erste Bedeutung betrifft, so lässt sich nicht läugnen, dass in den Monokotyledonen zuerst ein an den Rändern zusammengewachsesenes Blatt erscheint, der sogenannte Kotyledon, der völlig den inneren Bau eines Blattes oder einer Blattscheide hat. Aber aus der Spitze dieses Kotyledons geht eine Knospe hervor, welche sich nach oben entwickelt und Wurzeln nach unten treibt, folglich ein ganz anderes Gebilde, als jenes Kotyledonarblatt. In dem Innern der Knospe befindet sich ein Zellenhaufe, und in diesem muss eine Zelle oder eine Horizontalschicht von Zellen sein, von welcher das Wachsthum nach oben und nach unten geht. Was nach oben wächst, bildet den Stamm, was nach unten wächst, die Wurzel. Es lässt sich dieses nun auch leicht auf die keimenden Dikotyledonen anwenden. Man kann das Würzelchen (den künftigen Stamm) als eine Verbindung von den Stielen der Kotyledonarblätter betrachten; wirklich sieht man auch an der schon hervorgewachsenen Pflanze, dass die Stiele jener Blätter eine Scheide um den jungen Stamm bilden und ihn ganz einschliessen. Da, wo nun die Stiele der Kotyledonarblätter in der Spitze des Würzelchens zusammenschliessen, ist eine Stelle, von welcher die Wurzel nach unten geht, und der Stamm nach oben wächst. Auch hier sehen wir im Innern nur Zellen und unter diesen muss wenigstens eine sein, von der die Richtungen nach oben und nach unten von einander abgehen, ja, da die Kotyledonenstiele in einer Spitze zusammentreffen, eine Centralzelle. Der Stamm ist ein neues Gebilde und die Blätter sind gleichsam der Eidotter, der das junge organische Geschöpf ernährt.

In der Naturgeschichte ist es immer am zweckmässigsten von dem Zusammengesetzten und am meisten Entwickelten zu dem Einfachen überzugehen, weil dort alles deutlicher in die Augen fällt. Wir wollen also von dem Stämme der Dikotyledonen anfangen, der immer ein echter Stamm ist. Er besteht aus Rinde, Holz und Mark. Die Rinde (cortex) bildet die äusserste den Stamm umgebende Schicht, die grösstentheils aus Parenchym besteht, aber nie Spiralgefässe oder poröse Gefässe enthält. Selbst da, wo solche Gefässe zu den Knospen oder Zweigen gehen, durchdringen sie die Rinde

nicht, sondern laufen unter ihr hin, zu den Knospen oder Ästen. Das Holz (lignum) liegt in der Mitte zwischen Mark und Rinde, und wird an den Spiral- oder porösen Gefässen erkannt, die aber selten allein stehen, sondern mit einem begleitenden Zellgewebe aus langen und engen Zellen, meistens Prosenchym, umgeben sind. Das Mark (medulla) nimmt die Mitte des Stammes ein und besteht fast ganz aus Parenchym ohne alle Spiral- oder porösen Gefässen. Es ist in den jungen Axentheilen immer vorhanden, ja es nimmt sogar den grössten Theil des Ganzes ein, indem das Holz nur noch sehr dünn ist, auch die Rinde noch nicht ihren vollen Wuchs erreicht hat. Es kann sogar zu einem Kennzeichen des Stammes werden, indem es immer an Grösse zunimmt, ungeachtet die Stammtheile selbst abnehmen, da hingegen in der Wurzel das Mark, wenn es überhaupt vorhanden ist, mit den Wurzeltheilen gleichförmig abnimmt. Im Alter schwindet das Mark in der Mitte sehr oft, und lässt nur rund umher eine schmale Schicht übrig, die doch aber den Umfang gar wohl bezeichnet.

Wir wollen von dem Holz anfangen, weil es den grössten Theil des Stammes ausmacht, und dann zu der Rinde, endlich zum Mark übergehen. In den ganz jungen Pflanzen und Trieben bildet das Holz nur eine dünne, noch nicht ganz regelmässige Schicht von meistens Spiralgefässen, doch auch porösen Gefässen um das Mark. Nach einiger bei verschiedenen Arten verschiedener Zeit sind Gefässer an bestimmten Stellen angewachsen, welche nun in einzelnen, rundlichen oder stumpf dreikantigen Bündeln um das Mark stehen. Vermuthlich geschieht dieses dadurch, dass sich der Ast im Umfange erweitert, wodurch Lücken im Gefässkreise veranlasst werden, in welchem Parenchym anwächst, und zugleich Bündel durch Anwachsen von neuen Gefässen sich bilden.*.) Jedes Bündel besteht aus abrollbaren Spiralgefässen nach innen gegen das Mark und aus porösen Gefässen nach aussen gegen die Rinde. Diese Bündel bilden einen Kreis um das Mark; ist dieses eckig, so stehen sie entweder an den hervortretenden Enden desselben, wie an *Salix pentandra*, oder sie wechseln

*) S. Anatom. bot. Abbild. T. 6 F. 1, 2. aus *Pyrus baccata*.

mit diesen Ecken, wie an der Eiche (*Quercus pedunculata*). Wenn im Alter diese Ecken schwinden und das Mark einen runden Umfang erhält, so ändern diese Bündel dennoch ihre Stellung im Umfange des Markes nicht. Niemals wachsen diese Bündel seitwärts zusammen, um einen vollständigen Holzring zu bilden, so viel ich nämlich beobachtet habe, sondern die Verbindung geschieht durch die umgebende Schicht.

Diesen Kreis von Gefäßbündeln nannte Hill die *corona**) und schrieb ihnen nicht ganz mit Unrecht wesentliche Bestimmungen zu; er lehrte nämlich, dass aus diesem Kranze die Knospen und jungen Zweige hervorkämen. Wirklich gehen von diesen Bündeln Gefässer ab, um zu den Knospen oder Ästen zu gelangen, doch geschieht dieses nie ohne Vordringen des Markes, von welchem die Bildung neuer Triebe und Zweige vorzüglich abhängt. Mirbel nennt diesen Kreis von Bündeln, wie er sich im Querschnitt zeigt, *étau medullaire* und ihm sind die Franzosen gefolgt. Treviranus nennt ihn *Markscheide* (Physiol. 15. 142). Die Spiralgefässer in diesen Bündeln dicht am Mark bleiben bis in das späte Alter unverändert und abrollbar; ich habe sie noch eben so in einem über 30 Jahre alten Fichtenstamme gesehen. Doch muss man nicht glauben, dass in diesen Spiralgefässen der Saft vorzüglich aufsteige. Versuche mit gefärbten Flüssigkeiten, besonders aber Beobachtungen an Stämmen, welche in Frühling Saft ergiessen, wenn man sie anbohrt, zeigen deutlich, dass jenes Aufsteigen vorzüglich in den porösen Gefässen geschehe.**)

*) *The construction of timber* by John Hill. Lond. 1775 fol. ch. 8 p. 55

**) S. oben S. 120—121. die Abbildung dazu T. 3 F. 1, wo bei *aaa* die Luftblasen in den saftführenden Gefässen angedeutet sind. Bei *bb* sieht man Einkeilungen; bei *c* gehen die Wände zweier Prosenchymzellen aus einander, vielleicht um Einkeilungen aufzunehmen. S. ferner T. 1 F. 1* den Querschnitt eines jungen, zwei Wochen alten Triebes von *Salix pentandra* und den Längsschnitt von demselben Trieb F. 2*. Der Längsschnitt ist daneben gestellt, damit man die einzelnen Theile erkenne, welches im Querschnitt allein nicht wohl geschehen kann. In diesem jungen Trieb machen die Spiralgefässer noch einen unregelmässigen Kreis um das Mark. In dem vorigjährigen Zweige von *Salix pentandra* sieht man schon den Anfang von Bündeln T. 1 F. 1 *d* und F. 2 *d*. S. fer-

Von dem ersten Gefässkreise um das Mark wächst nun das Holz stralenweise gegen die Rinde an, indem es zugleich von andern stärkern Stralen in derselben Richtung durchsetzt wird, die man Markstralen genannt hat, daher wir jene Holzstralen nennen mögen. Schon im Verlaufe des ersten Jahres zeigen sich diese Stralen nicht allein in den Stämmen und Zweigen der Bäume und Sträucher, sondern auch in den Gewächsen mit einjährigen Stämmen. Die angewachsenen Holzstralen bestehen in der Regel aus porösen Gefässen und aus einem begleitenden Zellgewebe von engen und langen Zellen. Die scheinbaren Poren der porösen Gefässen sind zuweilen so gross, dass sie scheinbare Spalten werden. Man findet enge und weite Gefässen neben einander; selten und nur in Kräutern habe ich Spiralgefässen statt der porösen Gefässen angewachsen gefunden, zuweilen nehmen Holzzellen den Platz der porösen Gefässen ein. Das begleitende Zellgewebe ist in der Jugend meistens Parenchym, später sieht man mehr Prosenchym; auch findet man die jungen Zellen mit einer weichen, hie und da körnigen Masse angefüllt, die sich in den ältern Zellen offenbar regelmässig absetzt, um die scheinbaren Poren und Spalten zu bilden. Auf dem Querschnitte erkennt man die Gefässen an den grossen Oeffnungen, das begleitende Zellgewebe an den kleinern. In den meisten Gewächsen finden

ner die dünne Schicht aus einem Stämmchen von *Pyrus baccata* unter den Samenblättern Anat. bot. Abbild. T. 6 F. 1, ziemlich deutliche Bündel über den Samenblättern das. F. 2 und ganz deutliche an einem ausgewachsenen Stämmchen F. 3. S. ferner solche Bündel in *Betula alba* Anat. bot. Abb. T. 6 F. 4 und 5; in *Pinus Strobus* T. 7 F. 1 und 2. ferner das. F. 3 und 5. und T. 17 F. 2 und 3; in *Taxus baccata* das. F. 8 und 10; in einem älteren Aste von *Hakea obliqua* Ausgew. An. bot. Abb. H. 1 T. 7 F. 8 und 9. Den Kreis von Spiralgefässen sieht man sehr deutlich an der Spitze eines diesjährigen Zweiges von *Salix pentandra*, Anat. d. Pflanz. in Abbild. T. 13 Fig. 1f und Fig. 2f, auch an der Basis des Zweiges, wo die Bündel noch nicht deutlich sind, das. Fig. 3 u. 4; an dem vorjährigen Zweige, so wie an dem dreijährigen, sind sie dagegen sehr deutlich und sitzen in den hervorspringenden Ecken des Markes. Eben so werden die Bündel erst an den vorjährigen Zweigen der Eiche (*Quercus pedunculata*) sichtbar, Anat. in Abb. T. 17 F. 5, und wechseln mit den Ecken des Markes, wie oben gesagt würde.

sich Gefäße in dem begleitenden Zellgewebe, in einigen zarten Kräutern sind die Gefäßbündel der Markscheide nur durch eine schmale Schicht von begleitendem Zellgewebe verbunden ohne Gefäße. Dieses Zellgewebe besteht aus langen, engen, zarten, wie es scheint, prosenchymatischen Zellen. Nur in jungen und zarten Kräutern, in Begonien, Reseda und andern, findet sich dieser Bau, der auch wohl in den gewöhnlichen übergeht.

Die Holzzellen, die oben S. 96 nur kurz beschrieben sind, stellen kurze und weite Prosenchymzellen dar, welche durch die Einfügung mit einander an ihren Enden sechseckig erscheinen, auch liegen die Enden beinahe in einer Horizontallinie, und wechseln nicht mit einander, wie die Parenchymzellen, von denen sie sich atich dadurch unterscheiden, dass sie mit den kurz zugeschräfsten Endflächen neben einander, nicht auf einander liegen. In der Jugend sind sie, wie die Zellen des begleitenden Zellgewebes, mit einer hier und da körnigen Masse aufgefüllt, welche sich später absetzt und dadurch die hellen Stellen, sogenannte Poren, bildet.

Die Stämme und Zweige der Bäume zeigen bekanntlich auf einem Querschnitte Schichten, die man Jahrringe nennt, weil man meint, dass jährlich ein neuer Ring zuwachse und zwar um das alte Holz unter der Rinde. Wenn dieses richtig ist, so muss man das Alter eines Baumes an der Zahl der Schichten im Stamm erkennen. Aber es ist nicht leicht, die Richtigkeit jener Behauptung an den Stämmen selbst zu prüfen. Sehr oft weiss man das Alter eines Baumes nicht genau, und wenn man dieses auch weiss, so sind doch die innersten kleinsten Holzschichten schwer zu unterscheiden. Schober versuchte*) jenen Satz auf eine andere Weise darzuthun. Es ist bekannt, sagt er, dass jährlich an den Fichten ein Kreis von Ästen anwächst; man darf also nur die Zahl der Kreise an einem Baume mit der Zahl der Schichten vergleichen, um die Richtigkeit der obigen Behauptung zu erfahren, und bei einem von ihm angestellten Versuche kamen beide Zahlen ganz mit einander überein. Abgesehen davon, dass sich dieses nur

*) Hamburgisches Magazin B. 11 S. 590.

an Fichten anstellen lässt, kommt noch hinzu, dass an alten Fichtenstämmen die Kreise, worin die Zweige anwachsen, unten wenigstens sich nicht leicht erkennen lassen; auch weiss ich nicht, ob wirklich in jedem Boden jährlich ein neuer Kreis von Ästen anwächst. Aber schon Malpighi kam auf den Gedanken, die Zahl der Schichten in den Ästen zu zählen, und diese Zahl mit dem Alter des Astes zu vergleichen, welches man leicht an den Absätzen erkennt, wo ein neuer Trieb hervorgeschosßen ist. Er versuchte dieses an einem Kastanienbaum und fand die Zahl der Schichten mit dem Alter völlig übereinstimmend. (Anatom. plantar. p. 36). Unstreitig ist dieses das beste und zugleich bequemste Mittel, die Richtigkeit des allgemein angenommenen Satzes zu erforschen, da der Schluss von Ast auf den Stamm wohl keinem Zweifel unterworfen sein möchte. Ich habe viele Untersuchungen darüber angestellt und nach diesen glaube ich, dass man die Übereinstimmung der Zahl der Schichten mit der Zahl der Jahre für Ast und folglich auch für Stamm als die Regel ansehen kann. Nur bei schnell wachsenden Bäumen habe ich Ausnahmen von jener Regel bemerkt; so ist mir ein Zweig von *Salix pentandra* von dem vorhergehenden Jahre vorgekommen, der an seinem untern Theile drei Schichten hatte. Übrigens erkennt man die zuletzt angewachsene Schicht selten vor Johannis; in der Regel erscheint sie längere oder kürzere Zeit nachher. So ist sie in dem Aste von *Salix pentandra* (T. 1 F. 1) noch nicht sichtbar, da der Schnitt im Mai gemacht wurde.

Es ist die Frage, ob in tropischen Ländern die Bäume und Sträucher überhaupt Holz in Schichten ansetzen und dann, ob die Zahl der Schichten mit der Zahl der Jahre ihres Alters übereukomme. Dass sie Schichten ansetzen, sieht man an allen Stämmen und Zweigen dikotyledoner Bäume aus jenen Gegenden; auch lässt sich wohl vermuthen, dass in jenen tropischen Gegenden sich das Wachsthum der Bäume und Sträucher wie bei uns verhalten werde. Denn die trockene Jahreszeit zwischen den Wendezirkeln entspricht unserem Winter, so wie die nasse unserem Sommer. In jener hört alle Vegetation auf, so dass sogar viele Bäume ihr Laub verlieren.

In unseren Gewächshäusern, und in unseren Gärten überhaupt ist es anders, besonders wenn die Pflanzen im Sommer ins Freie gebracht werden, wo sie oft keine Ruhe in der Vegetation haben. So zählte ich an einem Aste der Araucaria (*Eutacta*) *excelsa*, der über zehn Jahre alt war, nicht mehr als drei Jahrringe, allerdings wächst dieser Baum bei uns sehr langsam. In sehr alten Stämmen verschiedener Arten von *Cereus* z. B. *Cereus peruvianus* sah ich gar keine Holzringe, auch nicht Meyen in andern Cacteen (Physiol 1. 361). Wenn auch einzelne Abweichungen von der jährlichen Entwicklung eines Holzringes vorkommen, so ist es doch gewiss ganz unrichtig, dass, wie Hill*) einst behauptete, jährlich zwei Holzringe entstehen.

Ungeachtet die Grenzen der Holzschichten mit blossem Auge leicht erkannt werden, so verschwinden doch die Unterschiede der Schichten mehr oder weniger unter dem Mikroskop. Denn sie röhren allein von der stärkern oder geringern Färbung der Zellwände her, die man, wie jede geringe Färbung, unter dem Mikroskop nicht leicht erkennt. Die Ursache liegt darin, dass nur einige Theilchen gefärbt sind, die dann, mit blossem Auge gesehen, einander näher sind, und vereint wirken, da sie hingegen unter dem Mikroskop von einander entfernt liegen, und nicht zusammen einen Eindruck auf das Auge machen. Doch herrscht diese stärkere Färbung nicht gleichförmig durch die ganze Schicht. So sieht man besonders bei stark gefärbten Hölzern, namentlich Sandelholz, Ebenholz, dem Holze von *Gleditschia carolinensis* Lam. u. a. m. deutlich, wie der färbende Stoff in jeder Schicht nach einer Grenze, entweder überall nach aussen oder nach innen hin, gehäuft ist, wodurch die Unterschiede sehr auffallend werden. Andere Unterschiede findet man nicht. Die Markstrahlen gehen ohne alle Unterbrechung aus einer Schicht in die andere, die Holzstrahlen wenigstens an den meisten Stellen. In einigen Hölzern sind die Gefässe gegen die Grenzen sehr gehäuft, und das zeichnet allerdings die Grenzen

*) Construct. of timber p. 26.

sehr aus, aber es ist nur zufällig, und man erkennt die Grenzen, auch ohne auf diese Gefäße zu achten.*)

Da die Holzstrahlen, wie eben bemerkt worden, ohne bedeutende Unterbrechung aus einer Schicht in die andere übergehen, so müssen, indem sie in den angewachsenen Schichten immer mehr und mehr aus einander fahren, Zwischenräume entstehen, und es ist die Frage, wie solche ausgefüllt werden. Etwas geschieht dadurch, dass sich die Zellen selbst erweitern, aber diese Erweiterung ist nicht allein hinreichend, sondern die Ausfüllung wird auch durch neue Holzstrahlen bewirkt, welche sich hier und da zwischen den andern ansetzen. Dieses stört nun die Ordnung der aus einander laufenden Holzstrahlen etwas, doch den blosen Augen und selbst der Lupe kaum merklich.

Im ersten Jahre sind die Zellen des begleitenden Zellgewebes, wie gesagt, mehr parenchymatisch und nicht porös; sie werden beides oft schon in dem untern Theile des Stammes oder Astes vom ersten Jahre. In den später entstandenen, besonders den äussersten Schichten sind sie prosenchymatisch, sehr verlängert, durch eingewachsenes Parenchym, wie es scheint, sehr verschoben und überhaupt so verwachsen, dass es schwer wird, sie zu verfolgen. In der jüngsten äussersten Schicht sieht man sie noch mit einem weichen Stoffe angefüllt, zum Beweise ihres jugendlichen Alters. Auch findet man sowohl in der äussersten Schicht, als in der Schicht des ersten Jahres, wenn man einen mit der Oberfläche parallelen Schnitt macht, einzelne Reihen von Parenchymzellen mit eben solchem weichen und zugleich körnigen Stoffe versehen.**)

Sehr verändert treten die Gefäße in den späteren Holz-

*) In der Anat. d. Pflanz. in Abbild. T. 14 ist Fig. 5 die Grenze zwischen der äussersten und mittleren Schicht und Fig. 6 die Grenze zwischen der mittleren und innersten Schicht eines dreijährigen Astes von *Salix pentandra* vorgestellt worden.

**) S. Anat. d. Pflanz. in Abbild. T. 13 F. 7 aus einem diesjährigen Zweige von *Salix pentandra* und T. 14 F. 8 aus einem dreijährigen Aste desselben Baumes und zwar von der äussersten Holzschicht unter der Rinde.

schichten, so wie in dem untern und ältern Holze des ersten Jahres auf. Sie sind sehr erweitert, aber nicht gleichförmig, sondern einzelne grosse finden sich zwischen anderen kleinen. Die scheinbaren Poren sind oft unregelmässig gehäuft, oder sie stehen in einer oder auch mehreren Reihen neben einander, so dass man meinen sollte, es wären mehrere Gefässe zusammengewachsen. Nicht selten bekommen die Poren einen Hof von verschiedener Grösse und Form; auch sind dann die Poren bald rund, bald länglich, im letztern Falle entweder in der Richtung der Röhre oder auch im rechten Winkel mit derselben. Querwände sieht man nicht selten in diesen Gefässen; sie stehen oft schief, und dann erkennt man deutlich, dass sie aus kurzgliedrigen Gefässen entstanden sind, die an einander gelegt waren. Sie machen aber auch nicht selten einen rechten oder fast rechten Winkel mit der Röhre, und dann mögen sie wohl durch Erweiterung eines Gefässes gegen das andere entstanden sein, wie schon oben gesagt wurde (S. 107). Dass sie gefärbte Flüssigkeiten durchlassen, ist ebenfalls dort gesagt worden. Vermuthlich gehen sie durch die Poren, die vielleicht hier mitunter wahre Löcher sein mögen. Zuweilen stehen Holzzellen mit den porösen Gefässen in einer Reihe, oder die Holzzellen nehmen die Stelle der porösen Gefässen ganz ein.*.) Merkwürdig ist es, dass sich zuweilen Gefässer mit Spiralfasern mitten im harten Holze finden. Sie sind oft sehr weit, endigen sich schnell in eine Spitze und scheinen gleichsam in einem porösen Gefässer, wenigstens mit dem Ende, zu stecken, auch sieht man Gefässer im harten Holz, die an einem Ende porös; am andern mit Spiralfasern versehen sind. Die Fasern sind dünn, locker gewunden, wenig biegsam, wie es scheint, und oft zerrissen.**))

*) S. die beigefügte T. 1 F. 1 und 2 aus einem diesjährigen Aste von *Salix pentandra* an der Basis; An. d. Pl. in Abbild. T. 14 F. 3 aus einem vorigjährigen Aste von *Salix pentandra*; An. bot. Abb. T. 12 F. 5 aus *Hoya carcosa*.

**) S. Anat. botan. Abb. T. 6 F. 8 aus einem vierjährigen Aste von *Betula alba* im Längsschnitt, F. 9 in einem Schnitt mit der Oberfläche parallel, F. 10 aus altem Holze von *Betula alba*. — Überhaupt ist der innere Bau des Holzes dargestellt: An. bot. Abb. T. 7 F. 4 aus einem

Ja zuweilen ist wirklich das erweiterte Gefäss mit Zellgewebe erfüllt *).

Der Splint (alburnum) ist der äussere, weichere und blässere Theil des Holzes. Der Unterschied ist bei manchen Bäumen deutlich, z. B. bei der Eiche, Ulme, Kiefer und Tanne, bei andern sehr undeutlich, so dass man ihnen den Splint abspricht, z. B. Pappel, Linde, Espe, Erle und Birke; er ist also im harten Holze kenntlicher, als im weichen. Durch die beständig fortfahrende Vegetation wird in dem Innern der ältern Holzschichten immer neuer Pflanzenstoff angesetzt, nicht allein in den Gefässen, sondern auch in dem Zellgewebe und wie es scheint, in einem noch grössern Maasse, wodurch das Holz dichter und stärker wird. Dieses beweist die überhaupt dunklere Farbe der innern Holzschichten im Verhältniss zu den äussern. Aber dieses ist nicht allein der Grund von der grössern Verdichtung des Holzes im Innern, sondern es wachsen auch neue Theile zwischen den alten an, wie Messungen zeigen, von denen noch die Rede sein wird, indem nämlich die innern Holzschichten noch grösser werden, nachdem die äussern schon gebildet waren. Wie weit dieses in das Innere des Stammes dringe, vermag ich nicht zu sagen, vermutlich hängt es vom Boden und von der Witterung ab.

Überhaupt genommen, wird die Farbe des Holzes gegen die Mitte dunkler, und steht mit der Dichtigkeit mehr oder weniger in einem geraden Verhältnisse. Aber der Absatz des Farbestoffs folgt besondern Bildungsregeln. So ist der Splint zuweilen noch gelblich, und plötzlich erscheinen die Holzschichten von einer andern Farbe, ohne dass die Dichtigkeit eben so plötzlich zuzunehmen scheint, in manchen Hölzern, z. B. in dem Holze von *Cytisus proliferus* L. aus Tene-

Stämmchen von *Pyrus baccata*; das. Fig. 4 und 5 aus einem vorigjährigen Aste von *Betula alba*, F. 6. 7. 8 aus einem vierjährigen Aste, F. 9 aus altem Holze; das. Taf. 11 F. 6. 7. 8 aus einem dreijährigen Aste von *Malpighia nitens*; Anat. d. Pfl. in Abb. Taf. 13. 14. 15 aus ein- bis dreijährigen Ästen von *Salix pentandra*; das. Taf. 17. 18 aus einem diesjährigen und einem vorigjährigen Aste von *Quercus pedunculata*.

*) S. Anat. d. Pfl. in Abbild. T. 14 F. 7, und noch deutlicher in dem Stämme einer *Bignoniacee* aus Brasilien.

riffa, im Pockholze (*Guajacum officinale*) und einigen andern. Auch wo die Änderung nach und nach geschieht, scheint sie doch schneller zuzunehmen, als die Dichtigkeit, z. B. im Holze vom Wallnussbaum. Es ist schon erinnert worden, dass nicht selten der Farbestoff sich an einer bestimmten Seite der Schicht anlegt, und fast nie ist die dunkle Farbe gleichförmig im Holze verbreitet

Besonders sind die Holzarten aus den Tropenländern durch ihre schönen Farben sehr ausgezeichnet, und Amerika schickt uns ausser dem Mahagoniholze, dem Campeche- und dem Fernambukholze noch manche andere schöne Holzarten, die zum Theil noch nicht systematisch bestimmt sind.

In manchen Fällen erscheinen die Holzschichten noch aus kleineren Schichten zusammengesetzt, die aber weit unregelmässiger sind, als die grössern jährlichen Schichten. Sie gehen meistens nicht in einem vollständigen Kreise um einander, sondern sie setzen hier und da ab; sie bilden auch in der Regel keine Kreisbogen, sondern vielmehr wellenförmige Umrisse; sie sind endlich viel schwächer bezeichnet, als die wahren Holzschichten. Schon Grew (Anat. p. 115) erwähnt ihrer und bildet sie nur zu auffallend ab; ferner redet Du Hamel von ihnen (L. 1 ch. 2 art. 1) und Treviranus (Physiol. 1 §. 140). Sie scheinen mir nur von kleinen Störungen in der Vegetation herzuröhren und ohne grossen Einfluss auf das Ganze zu sein *).

Ausser den Holzstralen bemerkt man noch im Holze schon mit blossem Auge dunklere Streifen als die Holzstralen, welche aber auf dieselbe Weise von der Mitte gegen den Umfang laufen. Man hat sie Markstralen genannt, mit einem nicht unbequemen Namen. Sie gehen vom Marke, oder von dessen Nähe aus, bis zur Rinde, mit der sie sich mehr oder weniger deutlich verbinden. Sie sind von verschiedener Breite; deutlicher, überhaupt genommen, in weichem Holze, als im harten; auch ist derselbe Strahl nicht immer von derselben Breite, sondern in der Regel gegen den Umfang mehr oder weniger

*) S. Anat. d. Pfl. in Abbild. Taf. 18 F. 1 aus einem vierjährigen Aste von *Quercus pedunculata* an der Basis.

breiter. Zuweilen setzen sich kürzere Marksträlen zwischen den längern in einer bedeutenden Entfernung von dem Marke an, wie an *Platanus acerifolia* Willd. oder die Marksträlen theilen sich in zwei oder drei Theile *). Bei stärkern Vergrösserungen erkennt man, dass diese Marksträlen aus langen, fast cylindrischen, engen, zusammengedrückten, dickwandigen, mit einer weichen und körnigen Masse gefüllten oder auch porösen Parenchymzellen in einer oder mehrern Reihen bestehen, auf deren horizontale Wände man in einem Querschnitt herabsieht. Im Längsschnitte erscheinen sie als ein mauerförmiges Zellgewebe (s. S. 61), welches das Holz in horizontalen Linien durchsetzt. Wenn diese Linien oft nicht weit eindringen, auch an verschiedenen Stellen wieder hervortreten, oder gar nicht zu sehen sind, so muss man bedenken, dass es äusserst schwer ist, einen Schnitt durch einen Zweig so zu führen, dass er immer an einem Markstral durchgeht, ihn nicht ein oder mehre Mal durchschneidet, oder ihn auch wohl ganz verfehlt. Starke Abweichungen von der Horizontallinie mit Verrückungen, welche hin und wieder vorkommen, mögen ebenfalls wohl vom Schnitt durch hartes Holz herrühren. In den ältern Zweigen der Bäume und Sträucher endigen sie sich in dem Zellgewebe, worin sich die Rinde von dem Holze zu trennen pflegt und immer vor den Bastbündeln; in der Jugend hingegen ziehen sie sich durch die Bastbündel hin, und trennen auf diese Weise die Holzbündel ganz von einander **). Doch dauert dieser Zustand meistens nur kurze Zeit.

*) So sehe ich in dem Stämme einer *Aristolochia* aus Südamerika, dass sich die Marksträlen gleich im Ansange in zwei Strälen theilen, in dem Aste einer *Alexia* von La Guayra theilen sie sich erst gegen die Mitte in drei Strälen.

**) Man sieht dieses deutlich an einem jungen und etwas ältern Stämme von *Pyrus baccata*, Anat. bot. Abb. T. 6 F. 1 u. 3; ferner auch an jungen Eichenästen auf nicht herausgegebenen Abbildungen. Übrigens sind Marksträlen abgebildet: Anat. bot. Abbild. T. 6 F. 3 von *Pyrus baccata*, T. 6 F. 4. 6 von *Betula alba* im Querschnitt, F. 8 im Längsschnitt; T. 7. F. 1. 5 von *Pinus Strobus* im Querschnitt, F. 3 im Längsschnitt; T. 7 F. 9 von *Aesculus Hippocastanum* im L.; T. 11 F. 6 von *Malpighia nitens* im Q.; F. 7 im L.; T. 12 F. 4 von *Hoya carnosa* im Q.; T. 12 F. 11 von *Juniperus virginiana* im Q. Ferner Anat. d. Pf. in Abbild. T. 13 F. 4 aus einem

Länger besteht er in den Ahornarten, den Proteaceen, den Cacteen, den Feigenbäumen (*Hoya carnosa*) und andern nicht gar zu harten Holzarten, aber auch in *Berberis* und dem anomalen *Viscum album* *). In vielen, vielleicht den meisten Kräutern bleiben aber die Holzbündel immer getrennt, z. B. in den Umbellenpflanzen, den Ranunculaceen, den Cruciferen, den Cucurbitaceen u. a. m. **). Die Bildung gleicht dann der Bildung der Monokotyledonen; nur finden sich in diesen mehrere Kreise von Holzbündeln, in den Dikotyledonen immer nur einer.

Dass die Markstralen durch eine seitliche Zusammendrückung ihre Gestalt erhalten, ist augenscheinlich. In den gewöhnlichen Markstralen sind schon die Zellen länger und enger, als die anliegenden Zellen im Holze, so dass man hieraus auf ein Zusammendrücken schliessen könnte. Man findet auch nicht selten, dass die Zellen der Markstralen, ehe sie aus der Rinde oder dem Marke in das Holz treten, nicht zusammengedrückt sind, aber sogleich nehmen sie diese Gestalt an, wenn sie zwischen die Holzbündel gelangen, ja sie werden sogar weiter, da wo ihnen die Holz- und Bastbündel mehr Platz

diesjährigen Aste von *Salix pentandra* an der Basis im Q., F. 5 im L., F. 6 ein Stück von einem Markstral aus demselben Aste, stark vergrößert, um den Bau zu zeigen, im Querschnitt, und F. 7 Stücken von zwei Markstralen aus demselben Aste, stark vergrößert in einem mit der Oberfläche parallelen Schnitte; daselbst T. 14 F. 1. 2 aus einem jährigen Aste von *Salix pentandra* im Q., F. 4 im L. mit verschobenen Stralen, F. 5. 6 aus einem dreijährigen Aste von *S. p.* im Querschnitt, F. 7 im L. mit verschobenen Stralen; T. 18 F. 1 aus einem vorigjährigen Aste von *Quercus pedunculata* im Q., F. 2 im L.; T. 19 F. 7 aus dem alten Holze eines Stammes von *Fagus sylvatica* im L.

*) S. An. bot. Abb. T. 10 F. 7 aus *Viscum album*; T. 12 F. 4 aus *Hoya carnosa*; Taf 14 F. 1 aus *Ficus elastica*; ferner Ausgew. anat. bot. Abb. 1 T. 7 F. 3. 4 aus *Dryandra floribunda*, F. 6. 8 aus *Hakea obliqua*. Hierher gehört auch die sonderbare Form von *Casuarina*, wo kleine Holzbündel mit grossen wechseln, und mehrere beim Anwachsen mit einander verbunden werden; s. Anat. in Abbild. T. 22 F. 2. 3. 4. Ähnliche Abbildungen habe ich von *Acacia armata* und *Robinia Pseud-Acacia*.

**) S. Anat. bot. Abbild. T. 11 F. 1 aus einem dreijährigen Stamme von *Helleborus foetidus*, F. 4 aus einem vorigjährigen Stamme derselben Pflanze an der Spitze; T. 12 F. 1 aus *Heracleum asperum*.

lassen, wie *Hakea obliqua* und *Dryandra floribunda* (s. Ausgew. an. bot. Abb. Taf. 7 Fig. 4. 6. 8) deutlich zeigen. In den ältern Zweigen von *Hakea obliqua* sind auch die Zellen mehr zusammengedrückt, weil mehr Reihen sich neben einander befinden, da hingegen in den jungen Zweigen höchstens zwei Reihen neben einander liegen. In einem Querschnitte von *Cannabis sativa* sah ich, wie ein Markstral von einem grossen Gefäss an die Seite geschoben und fast verdrückt wurde. Auch sind sie noch am Marke durch das dichtere Holz so verdrückt, dass man sie oft nicht erkennen kann.

Gréw redet in der Anatomie der Pflanzen von diesen Markstralen, die er insertions nennt, sehr genau (B. 1 ch. 3 und B. 3 ch. 3), auch lässt er sie durch Zusammendrückung des Zellgewebes von den Seiten entstehen. Er hat aber nur das Holz in Querschnitten betrachtet, gar nicht in gehörig vergrösserten Längsschnitten. Das hat Malpighi gethan (siehe seine Anat. der Pflanzen Fig. 25), wo er die Querreihen von Zellen der Markstralen aber nur mit dem allgemeinen Namen *utriculorum tubuli transversi* bezeichnet. Du Hamel nennt sie *productions medullaires* (L. 1 ch. 3 art. 3). De Candolle redet umständlich von den *rayons medullaires du corps ligneux*, aber, wie gewöhnlich in solchen Fällen, sehr ungenau*), auch verwechselt er sie mit den Einkeilungen der Rinde, eine Verwechslung, in die man leicht verfallen kann, wie dieses z. B. von Meyen geschehen ist (Physiol. 1. 387). Die verschiedenen Meinungen der Schriftsteller von den Markstralen sind angegeben und beurtheilt in der Physiologie der Gewächse von L. C. Treviranus (1. §. 135). Man hat nach dem Einflusse gefragt, welche diese, wie man meinte, Communication zwischen Mark und Rinde auf das Leben der Pflanze haben könnte; aber abgesehen davon, dass eine solche Communication wirklich nicht immer Statt findet, bedachte man nicht, dass im Pflanzenreiche die besondere Bildung selbst der Hauptzweck ihres Lebens ist.

Eine besondere Erscheinung sind die zerstreuten oder *excentrischen* Holzbündel, welche sich, oft regelmässig

*) *Organographie végétale par A. P. de Candolle Par. 1827 T. 1 p. 187*

gestellt, in der Rinde finden. Mirbel hat sie zuerst in einem alten Stämme von *Calycanthus floridus* gesehen und beschrieben und zwar mit ihren concentrischen Holzschichten *). Wenn man einen Zweig dieses Strauches von mittlerer Grösse untersucht, so sieht man in der Mittelrinde vier im Kreuz gestellte Holzbündel, da wo sonst die Bastbündel zu stehen pflegen. In der Mitte eines solchen ellipsoidischen Bündels finden sich weite poröse Gefässe mit grossen sogenannten Poren und engere Spiralgefässe ohne markartiges Zellgewebe. Nach aussen liegt dieser Gefässbündel an einem länglichen Bastbündel aus dickwandigen Baströhren, nach innen ist er von eugen cylindrischen Parenchymzellen umgeben. Concentrische Schichten um die Gefässbündel sah ich nicht, ohne Zweifel, weil ich so dicke Stämme, wie Mirbel, nicht untersuchen konnte. Wohl aber habe ich durch die Güte des Herrn Gaudichaud ein Stück vom Stämme einer *Malpighiacee* aus Brasilien bekommen, wo um einen Mittelstamm, in dessen Rinde, sich fünf andere, unregelmässig gestellte, grössere und kleinere, dem Mittelstamm völ- lig ähnliche, nur marklose Nebenstämme befinden; also in der Hauptsache Mirbels *Calycanthus*stämme ähnlich. In einem andern Stämme von Rio de Janeiro, wovon mir Herr Gaudichaud ein Stück gegeben hat, stehen drei ziemlich regelmässig gestellte Nebenstämme um einen Mittelstamm; aber dieser sowohl, als jene haben keine Schichten. Der Mittelstamm hat Mark, die Nebenstämme nicht. Diese letzten Beispiele gehören, wie ich meine, zu der höchst merkwürdigen, von Mirbel zuerst beobachteten Form.

Siebzehnte Vorlesung.

Die Rinde der dikotylen Gewächse. Einzellungen derselben. Das Mark. Innerer Bau der Ausläufer der Dikotylen.

Die Rinde (cortex) umkleidet das Holz und enthält nie Spiral- oder poröse Gefässe. In den Bäumen, wo sich die

*) Annal. d. Scjenc. naturell. T. 14 p. 367.

Rinde zu gewissen Zeiten des *Jahres* trennt, kann man die Grenze zwischen Rinde und Holz genau bestimmen; sie geht durch den Splint und scheidet den Theil desselben, so weit er Gefässer enthält, von dem andern Theile, worin sich keine Gefässer befinden, sehr genau. Jener gehört zum Holz, dieser zur Rinde. In den Kräutern und in den jungen Ästen ist es nicht so leicht, Holz und Rinde zu unterscheiden, weil die innere Rinde dicht an dem Holze anliegt; indessen fängt auch hier mit den Gefässen das Holz deutlich genug an.

Die Rinde enthält die kräftigsten Säfte von allen Theilen des Stammes und verdient daher eine genaue Untersuchung, um die Rinden gehörig beschreiben zu können, welche zur Arznei und zu den Künsten gebraucht werden. Es ist darin sehr wenig geschehen, ja man kann die gewöhnlichen Beschreibungen der Rinden nur roh nennen *).

Man kann die Rinde überhaupt sehr bequem in die äussere, mittlere und innere, oder in die Aussenrinde (Exophloeum), Mittelrinde (Mesophloeum) und Innenrinde (Endophloeum) abtheilen.

Die Aussenrinde (Exophloeum) ist nur zuweilen an den Kräutern, so wie an den jungen Stämmen und Zweigen der Bäume und Sträucher mit einer Epidermis überzogen, welche der Epidermis der Blätter und Kelche ähnlich ist; sie besteht aus einer oder zwei Lagen von vieleckigen, ungefärbten oder höchstens mit Chlorophyllkörnern punkirten Parenchymzellen, doch selten mit Spaltöffnungen. Auch sieht man mehrere Lagen von solchen ungefärbten Zellen ohne Spaltöffnungen an *Acacia armata*, *Robinia Pseud-Acacia* u. dgl. m. Gewöhnlich sind die Zellen der Aussenrinde grün gefärbt und dann von den Zellen der Mittelrinde nur durch ihre Gestalt verschieden; sie sind meistens kleiner, aber auch wohl grösser, oder länger und enger, als diese. In sehr vielen Fällen stellen sie nur eine Lage dar; doch findet man auch mehr, selten viele Lagen. Deutlicher unterschieden ist die Aussenrinde von der

*) Der erste, der über den Bau der Rinde überhaupt treffend geschrieben hat, ist Mohl in seinen Untersuchungen über die Entwicklung des Korkes und der Borke. Tübing. 1836. 4.

Mittelrinde, wenn die grünen Zellen durch eine oder mehrere Lagen ungefärbter Zellen von der Mittelrinde gesondert erscheinen, z. B. in *Nerium Oleander* (s. Anat. d. Pfl. in Abbild. Taf. 8 Fig. 1, 3).

So verhält sich die Aussenrinde in der ersten Jugend, die ich die epidermatische nennen werde. Aber sie wird bald verdrückt und graubraun und es entsteht eine veränderte Aussenrinde, die ich die peridermatische nennen möchte. Es legt sich eine Lage nach der andern von ähnlichen Parenchymzellen, als die äussersten, auf der innern Seite an und bald in solcher Menge und so dicht, dass die Zellen zusammengedrückt erscheinen, wenn man einen Schnitt der Länge nach gegen die Axe macht. In einem der Oberfläche parallelen Schnitte sind hingegen die Zellen ungefähr von derselben Breite, und es scheint wirklich, als ob ein Druck von innen nach aussen und nicht seitwärts Statt gefunden habe. Das Zellgewebe ist dabei in ein mauerförmiges (S. 61) verwandelt worden. Doch das Anwachsen der Aussenrinde bleibt zuweilen nicht dabei stehen, eine Schicht zu bilden; es entstehen mehre aus weiten, fast würfelförmigen, zarthäutigen Zellen, welche mit eben so langen, aber von innen nach aussen sehr zusammengedrückten Zellen wechseln. Ungeachtet die Zellen in der Gestalt sehr von einander verschieden sind, so machen sie doch zusammen ein mauerförmiges Gewebe aus. Man sieht dieses deutlich an der weißen Rinde alter Birkenstämme, wenn man nämlich die Masse, welche die Zellen ausfüllt und undeutlich macht, durch Aether auflöst und dadurch entfernt. Auch lassen sich diese Schichten der Aussenrinde leicht von einander trennen. Es kann also keine mechanische Gewalt sein, welche die Lagen der Zellen zusammengedrückt hat; denn warum sollte eine Schicht mehr als die andere zusammengedrückt sein, da sie hinter einander liegen, und der Druck von Innen die eine sowohl, als die andere treffen musste. Es bleibt also nichts übrig, als anzunehmen, dass die Zellen von Anfang an so gebildet waren, und wir sehen hier wiederum einen Fall, wo die Bildung mechanisch gestaltet erscheint und es doch nicht ist; eine Erscheinung, welche Aufmerksamkeit verdient. — Übrigens habe ich in der Zahl

der Schichten und der Zahl der Jahre kein bestimmtes Verhältniss finden können, nur dass allerdings die Zahl der Schichten mit der Zahl der Jahre zunimmt.

Im Alter ändert sich auch die Farbe der Zellen in der Aussenrinde; sie geht aus der ungefärbten, oder grünen, in die grünlich gelbe, bräunlich gelbe, braune und fast schwarze Farbe über. Zuweilen, wie in der Aussenrinde des Birkenstamms, geht die Farbe endlich in die weisse über. In den Zellen der Aussenrinde legen sich gar oft die Stoffe ab, welche als Arzneimittel wirken, vielleicht, weil diese Stoffe von den Gefässen bis zur Aussenrinde einen weiten Weg haben und oft durch Zellenwände durchschwitzen müssen, vielleicht auch, weil die Luft von Aussen auf die Säfte in diesen Zellen wirkt, und sie chemisch verändert, oder, was am wahrscheinlichsten ist, weil Beides zugleich auf die Bereitung dieser Stoffe wirkt. Sehr auffallend ist dieses an der *China fusca*, wo die Dicke der schwarzen Aussenrinde mit der Menge der Chinagerbsäure in einem geraden Verhältnisse steht, wie der verstorbene Schrader zu Berlin durch Versuche gefunden hat*). Ein anderes Beispiel giebt die weisse Rinde von der Birke (*Betula alba*). Man brennt aus dieser Rinde den Birkentheer, den man zur Bereitung des Juchtenleders in Russland anwenden soll, auch sind die Zellen so voll von einem harzigen Stoffe, dass man sie, wie schon erwähnt worden, mit Aether übergiessen muss, um jene Stoffe zu entfernen, welche ihre Untersuchung verhindern **).

*) Jahrbuch der Pharmacie für 1820. Bd. 21. S. 81.

**) Den Bau der Rinde von *Betula alba* sieht man von der Jugend bis zum Alter dargestellt: Anat. bot. Abbild. Taf. 6 Fig. 4—15; eine grosszellige Aussenrinde von *Malpighia nitens*, das. Taf. 11 Fig. 6—8; die Lagen zusammengedrückter Zellen aus *Portulacaria afra*, Ausgew. Anat. botan. Abbild. H. 1 Taf. 6 Fig. 10; aus *Cotyledon fascicularis* das. Taf. 7 Fig. 1. 2; aus der Buchenrinde, Anat. d. Pfl. in Abbild. Taf. 19 Fig. 2; aus *China fusca*, das. Taf. 23 Fig. 7; aus der Kaskarillrinde, das. Taf. 24. Fig. 2. Wie die äusserste Zellenlage sich ändert, sieht man das. Taf. 15 Fig. 5. 6. 7. An dem eben gewachsenen Zweige von *Salix pentandra* sind die äussersten Zellen ungefärbt, an dem vorigjährigen sind die Wände nur mit grünen Körnern besetzt, wie man an den flachliegenden Wänden sieht, indem die Seitenwände nur dunkel erscheinen, an dem vierjährigen

Zu der Aussenrinde rechne ich noch die schichtweise Verbindung von Aussenrinde und Mittelrinde, von welcher bald die Rede sein wird, wenn ich zuvor die Mittelrinde abgehend habe.

Die Mittelrinde (*Mesophloem*) macht den grössten Theil der Rinde, besonders in der Jugend, aus, und besteht in den Kräutern und den jungen Zweigen und Stämmen fast ganz aus vieleckigen Parenchymzellen, welche in der Regel gegen den Umsang und gegen das Holz in der Gestalt sich ändern, kleiner oder länger und enger werden. Die Zellen sind von Chlorophyll grün gefärbt, mit unregelmässig vertheilten und zerstreuten ungefärbten Zellen, auch nicht selten mit zerstreuten Lücken. Das Parenchym der Mittelrinde umgibt die Bastbündel von allen Seiten, so dass diese ohne Zweifel zur Rinde gehören (s. Taf. 1 Fig. 1. 2. 6), und selbst wenn die Baströhren in den Kräutern und sehr jungen Zweigen der Bäume dicht am Holze zu liegen scheinen, findet man doch zwischen ihnen und dem Holze deutliche Lagen von Parenchymzellen (s. Taf. 1 Fig. 1*, 2*).

Die Mittelrinde wächst nach Aussen zu an, und zwar schon in den ersten Jahren, wo die Zellen noch ganz grün sind. Man sieht dieses deutlich an dem Vorrücken der Bastbündel gegen den Umsang (s. Taf. 1 Fig. 1. 2, verglichen mit Fig. 1* u. 2*), und an dem Entstehen neuer Kreise von Baströhren. Zuweilen stimmt die Zahl der Kreise mit der Zahl der Jahre überein, sehr oft ist dieses aber nicht der Fall. Die Bastbündel sind in den jungen Zweigen der Sträucher und Bäume ganz rein, ohne Prosenchym, und so auch in den Kräutern, wo es nämlich deutlich gesonderte Bastbündel giebt, wie in Flachs und Hanf. In andern Kräutern liegen die Baströhren zerstreut mit Parenchym und Prosenchym umgeben, und so dicht am Holz, dass man sie nicht sogleich unterscheidet*).

Zweige sind die Zellen mit einer bräunlich gelben, körnigen Masse gefüllt und in die Quer gezogen.

*) S. in einem diesjährigen Aste von *Salix pentandra* einen Kreis von Bastbündeln, Anat. in Abbild. Taf. 13 Fig. 4. 5; in einem dreijährigen drei Kreise, das. Taf. 15 Fig. 3. 4; in einem vorigjährigen Aste von

Mit dem Alter färbt sich die Mittelrinde früher oder später braun, wächst in diesem Zustande nach aussen immerfort an, und ist mit der oben beschriebenen peridermatischen Aussenrinde bedeckt. Einen solchen einfachen Bau haben die dünnen Rinden der Bäume und Sträucher mit einer glatten Oberfläche, deren es gar viele giebt. An den Bäumen, wo die Rinde dicker wird, zeigt sie gar oft einen mannichfältigen Bau. Man sieht rundliche oder längliche, hellere, weissliche Stellen, die aus verhärteten Zellen bestehen, welche zuweilen weiss sind, mit einem braunen Kern in der Mitte. Dann durchziehen auch breitere oder schmalere, längere oder kürzere Bastbündel der Länge nach die Rinde in einer grossen oder geringern Menge, und um die Mannichfaltigkeit zu vermehren, durchsetzen verticale Platten von Prosenchymzellen, die an Festigkeit den Bastbündeln gar sehr gleichen, die Rinde und treten auf der innern Fläche stark hervor. Es sind dieses die Einkeilungen, wovon in der Folge noch soll geredet werden*).

An den meisten Bäumen und vielen Sträuchern wächst die Rinde nach aussen auf eine andere Weise an. Es erscheinen wechselnde Schichten von Mittelrinde und Aussenrinde, und zwar von peridermatischer Aussenrinde. Wir wollen diese Bedeckung des Stammes die gemischte Aussenrinde (exophloeum mixtum) nennen, und zwar weil die Aussenrinde den äussersten Überzug des Stammes bildet, wenn auch die Mittelrinde den grössten Antheil daran hat. Die Schichten dieser Aussenrinde wechseln zuweilen sehr regelmässig mit einander näher oder entfernter, erheben sich nicht über den Umfang des Baumes und stellen eine glatte, oder wenig ungleiche Rinde dar; nur findet man zwischen den Schichten zuweilen sehr regelmässig gestellte Bastbündel. Solche Rinden

Quercus pedunculata an der Spitze einen Kreis, das. Taf. 17 Fig. 5; an der Basis einen vollständigen und einen äussern unvollständigen, das. Taf. 18 Fig. 1; aber in einem dreijährigen Aste von *Fraxinus pendula* nur einen Kreis, Anat. bot. Abbild. Taf. 13 Fig. 6. 7; in einem dreijährigen Aste von *Malpighia nitens* nur einen Kreis, das. Taf. 12 Fig. 6. 7.

*) S. die Anatomie der Buchenrinde mit den Haufen verhärteter Zellen, Bastbündeln und Einkeilungen, Anat. d. Pfl. in Abb. Taf. 19 Fig. 1—5.

kommen, in ausländischen sowohl als einheimischen Bäumen vor*). Das Anwachsen der gemischten Aussenrinde bleibt aber oft nicht in den Grenzen des cylindrischen Umfanges stehen, es geht darüber hinaus, erhebt die äusserste Aussenrinde und zerreisst sie auch wohl. So entstehen die Ungleichheiten auf der Rinde an alten Stämmen, die man, wenn sie diesen Zustand erreicht hat, im Deutschen Borke zu nennen pflegt. Jene Risse werden nicht durch das allgemeine Anwachsen des ganzen Stammes hervorgebracht, wie man oft gesagt hat, denn es giebt sehr dicke und dennoch glatte Stämme, wie der Stamm der Buche, sondern durch das Hervorwachsen der Mittelrinde an einzelnen, nach der Verschiedenheit der Art bestimmten Stellen, so dass man an der Borke die Art zu erkennen vermag, worin die Förster und Jäger vorzüglich geschickt sind. Es ist z. B. gar nicht schwer an der Borke die Stieleiche (*Quercus pedunculata*) von der Steineiche (*Q. Robur*) zu unterscheiden. Die Schichten der Aussenrinde, welche mit der Mittelrinde wechseln, sind schon innerhalb des Umfangs nicht ganz mit einander gleichlaufend; sie machen unregelmässige Biegungen, ja sie verästeln sich, indem Äste von einer Schicht zur andern übergehen. Noch mehr und noch auffallender ist dieses der Fall, wo diese gemischte Aussenrinde über den Umfang sich erhebt. Dort theilen sich zuweilen die Schichten der Aussenrinde an den nicht erhobenen Stellen in mehrere, und durchziehen die daneben liegende und erhobene Mittelrinde auslaufend in ziemlich geraden Richtungen. Man sieht dieses deutlich und schon mit blossen Augen an der Birkenrinde, weil die Aussenrinde weiss ist und mehrere Schichten hat **). Oder die Mittelrinde, welche schon innerhalb des Umfangs mit den Schichten der Aussenrinde eine gemischte Aussenrinde macht, fährt eben so fort, an bestimmten Stellen

*) S. die Anatomie des Holzes von *Eucalyptus longifolia*, Anat. d. Pfl. in Abbild. Taf. 24 Fig. 4—8 und Anatomie der Rinde von *China regia* mit den Schichten der Aussenrinde, den Bastbündeln und Parenchym, daselbst Taf. 23 Fig. 1—4.

**) S. Anatomie der Rinde von *Betula alba* mit den Schichten der Aussenrinde, welche sich durch die Mittelrinde ziehen, nebst Haufen von dickwandigen und verhärteten Zellen Anat. bot. Abbild. Taf. 6 Fig. 12 — 15.

über den Umfang hinaus zu wachsen und die Hervorragungen zu bilden, an denen ein geübter Blick die Art erkennt. Die Schichten der Aussenrinde in den Hervorragungen sind den Schichten unter denselben ziemlich parallel, doch haben sie, wie von den letztern schon gesagt wurde, keine regelmässige Richtung, sondern erscheinen hier noch mehr, wie dort, an einigen Stellen gespalten, auch hier und da wiederum verbunden. Man sieht dieses sehr gut an unsren Eichen. Solchen Rinden fehlen auch Haufen verhärteter Zellen nicht, so wie auch nicht Streifen von Prosenchymsschichten oder Bastbündeln und Platten von Einkeilungen, die sich zuweilen weit gegen den Umfang erstrecken; doch sind diese Einmengungen nicht immer in grosser Menge vorhanden, so sind sie zum Beispiel gar selten an unsren Eichen *).

Die Korkreiche hat allerdings einen sonderbaren Bau. In der Jugend, an den Ästen und an dem oberen Theile des Stamnes, überhaupt wo keine Korkansätze sich befinden, ist die Rinde der Rinde einer Buche gar sehr ähnlich, nur sind die weisslichen Streifen und Einkeilungen noch viel häufiger und gedrängter. Gehörig vergrössert erkennt man die dickwändigen Prosenchymzellen nur an den zerrissenen Rändern, sonst erscheinen sie als eine dichte, feste, fast gleichförmige Membran. Über dieser Rinde, unter der dünnen Aussenrinde, liegt die dicke Korkschicht, durch ihre hellere Farbe und elastische Beschaffenheit gar sehr von der darunter befindlichen braunen und härteren Rinde verschieden. Mit unregelmässigen kleinen Erhabenheiten senkt sie sich in die ähnlichen Vertiefungen der braunen Rinde und ist daran zuerst festgewachsen, sondert sich aber mit der Zeit nach und nach davon ab. Die Korkschicht hat Schichten wie die gemischte Aussenrinde; es wechseln darin weitere und engere vieleckige Parenchymzellen, eben so wie in den Auswüchsen der Rinde unserer gemeinen Eichen, nur mit dem Unterschiede, dass diese Auswüchse sich

*) Anatomie der Borke von *Quercus pedunculata* mit den Schichten der Aussenrinde, welche sich durch die Mittelenden ziehen, den Haufen von verhärteten Zellen, Bastbündeln und Einkeilungen. Anat. d. Pf. in Abb. Taf. 18 Fig. 3—5.

in der Korkrinde in einer grossen Platte ausbreiten, und dass diese scharf von der darunter befindlichen festen Rinde sich unterscheidet, indem man in unsren Eichen keine Trennungsline wahrnimmt. In der Jugend ist die Korkschicht dünn und unterwärts glatter; mit dem Alter wird sie dicker und mehr ungleich. Aber diese Korkrinde wächst noch auf eine andere Weise an. Die braune Rinde trennt sich im Alter vom Holz, so dass eine Lücke zwischen ihr und dem Holze entsteht. Dann bildet sich unter ihr auf dem Holz (wie wir bei den Platanen sehen werden) eine neue Korkrinde, zuerst dünn, dann aber immer dicker, und mit der innern rauhen Fläche der braunen Rinde innig verwachsen. Diese Rinde löset sich wieder vom Holz, es entsteht eine neue und so fort, dass man zuweilen viele Schichten über einander sieht. Ich halte den Korkansatz für eine Monstrosität, wie man gefüllte Blumen u. dgl. dafür hält. Die Korkeiche, *Quercus Suber* ist von *Quercus Ilex* gar nicht unterschieden, wenn man nicht die Rinde sieht, und scheint mir daher eine blosse Varietät, die zu diesen Auswüchsen der Rinde Anlage zeigt. Nimmt man die Korkrinde nicht weg, so wird der Baum von der Menge der anwachsenden Schichten erdrückt und verkrüppelt. Ich habe Korkbäume an der portugiesischen Küste gesehen, die aus der Rindenmasse des niedrigen Stammes einige wenige dünne schwachbeblätterte Äste getrieben hatten, auch ist es im Lande ganz bekannt, dass man die Bäume schälen muss, wenn sie gedeihen sollen. In den Landes de Bordeaux, wo man sie regelmässig schält, um den Kork zu gewinnen, sind die Korkbäume hoch und schön. Übrigens liebt der Korkbaum Meeresgegenden, und giebt nur in einem warmen Klima gute Korkrinde.

Andere Bäume und Sträucher mit einer Korkrinde haben einen ähnlichen, nur einfacheren Bau. Die Mittelrinde wird nämlich gegen den Umfang korkartig und wächst dann (meistens mit Aussenrinde geschichtet) in korkartige Hervorragungen aus. So an *Ulmus suberosa*. An dem Stämme einer *Banisteria* ist die Innenrinde mit einer durchaus korkartigen Mittelrinde umgeben, die ebenfalls in lange, schmale Hervorragungen auswächst. Es mag noch manche abweichende For-

men der Rinde an den tropischen Pflanzen geben, die noch nicht gehörig beachtet sind.

An den Platanen und zwar bei uns an *Platanus acerifolia* Willd. löst sich die Rinde von Zeit zu Zeit an einigen unbestimmten Stellen, und zwar in Stücken von verschiedener Grösse ab, so doch, dass der ganze Stamm nebst den dicken Ästen nach und nach geschält wird. Unter dieser abgelösten Rinde findet man einen grünen, frischen Überzug, der immer dicker, nach und nach blasser grün und endlich grau wird, lange Zeit einen Absatz gegen die Oberfläche des Stammes macht, aber endlich ganz darein übergeht. Untersucht man die Sache genauer, so findet man, dass sich fast die ganze Rinde, sogar mit den Bastbündeln, in der Nähe des Holzes abgesondert hat, und dass der grüne Überzug in der Lücke aus grünem Parenchym besteht, welches sich von dem Parenchym der Mittelrinde nicht unterscheidet. Die Trennung geschieht durch ein Vertrocknen der äussern Rinde; sie bleibt noch lange so vertrocknet mit der innersten Rinde verbunden und scheint sich erst dann zu lösen, wenn die letztere anfängt fortzuwachsen. Die Grenze, innerhalb welcher die Rinde austrocknet, ist scharf gezogen und sticht gegen den grünen Theil der zurückbleibenden innern sehr ab. Man sieht auch hier, wie ohne alle äussere Abzeichen die Vegetation ihren bestimmten, von äusseren Einwirkungen, wenigstens scheinbar, unabgeänderten Wegen folgt. — Die Platane, welche bei uns, und so auch in Italien, überall gezogen wird, ist *Platanus acerifolia* Willd. und nicht *Platanus orientalis* L., wofür sie gewöhnlich ausgegeben wird. Aber *Platanus orientalis* hat viel tiefer und fast bis auf die Basis getheilte Blätter, wächst nur in Griechenland und in Natolien an den Bächen und erträgt unsren Winter nicht wohl, wie schon Willdenow erwähnt hat, sondern bleibt in Stamm und Blättern immer klein.

Du Hamel führt noch eine zellige Hülle an (enveloppe cellulaire Phys. d. arbr. L. 1 ch. 2 art. 2), welche er als krautartig und grün schildert, auch den Hollunder nennt, als einen Strauch, worin sie sich in Menge finde. Wenn man einen dreijährigen Ast von *Sambucus nigra* untersucht, so sieht man zu äusserst die Aussenrinde von brauner Farbe und mauer-

förmigem Zellgewebe, dann folgt die Mittelrinde aus vieleckigen grünen Zellen, die sich leicht in drei Schichten trennt, eine äussere, mit der Aussenrinde zusammenhängende, eine mittlere, von beiden Seiten getrennte, worin sich auch Bastbündel befinden, und eine innere, mit der innern Rinde zusammenhängende. Eine Verschiedenheit der Bildung findet man auf den beiden Seiten der Trennungen nicht, und wenn nach der Bildung die Eintheilung der Rindentheile gemacht wird, und nicht nach den, wie es scheint, zufälligen Trennungen, so gehören sie alle zur Mittelrinde. Es scheint mir daher nicht nöthig, eine Schicht unter dem Namen der zelligen Hülle anzunehmen. Du Hamel und seine Nachfolger haben vermutlich die ganze grüne Mittelrinde darunter verstanden. Zwischen der äussern und mittlern Schicht dieser Mittelrinde sieht man Faserzellen mit unregelmässig verästelten Fasern.

Die Innenrinde (Endophloeum) unterscheidet sich durch die langen und engen Zellen, deren Öffnungen im Querschnitt mit den Öffnungen der Zellen im Holze in derselben strahlenförmigen Richtung liegen. In der ersten Jugend ist sie nur an den langen und engen Zellen kenntlich, aber am Ende des ersten Jahres in den Stämmen und Ästen der Bäume und Sträucher, auch in den Kräutern mit starkem Stamme sieht man sehr deutlich die Fortsetzung der Holzstralen, doch ohne jene grössere Öffnungen, welche auf Gefässe deuten. Die Innenrinde wächst nun nach Aussen immer mehr und mehr an, wird auch oft fasrig wegen der engen und langen Zellen, woraus sie besteht, und da die Gefässe in derselben Richtung nachwachsen, so geschieht zu gewissen Jahreszeiten die Trennung zwischen Rinde und Holz, da wo die Gefässe anfangen. Vergleicht man zu dieser Zeit die innere Oberfläche der Rinde mit der äussern Oberfläche des Holzes, so wird man die grösste Übereinstimmung im Bau finden, nur dass auf der Oberfläche des Holzes poröse Gefässe erscheinen. Diese Gefässe, und mit ihnen also das Holz, rücken in der Innenrinde immer mehr nach Aussen, so wie diese selbst mehr nach Aussen wächst, auf welche Weise die letztere nur zum gefässlosen Rand des Holzes wird. Man könnte also den ganzen Theil den Splintbast nennen, um ihn nicht mit

der Innenrinde oder dem Bast zu verwechseln. — In den Kräutern, auch in den Sträuchern, wo die Holzbündel durch breite Markstralen ganz von einander getrennt werden, sieht man die innere Rinde zwischen den Bastbündeln und dem Holz.

Ursprünglich sind die Zellen der Innenrinde meistens parenchymatisch, aber eng und lang. Sie erscheinen in einem höhern Alter in der Regel prosenchymatisch; doch wechseln auch Prosenchym- und Parenchymzellen. In sehr alten Rinden, namentlich von Zimmt, sieht man äusserst dickwandige Prosenchymzellen, die man von den Baströhren schwer unterscheiden kann, wie denn überhaupt die Grenzen zwischen den Baströhren, vorzüglich den getheilten und den Prosenchymzellen nicht leicht anzugeben sind. Es ist schon oben S. 91 davon geredet worden. Auch scheinen wahre Übergänge vorzukommen, und vielleicht auch Veränderungen aus einer Form in die andere; so sehe ich in einem südamerikanischen Stämme von einer *Aristolochia*, dünnwandige prosenchymatische Zellen in einer Schicht neben dickwandigen, getheilten Baströhren. Eine Merkwürdigkeit der Rinde mancher Hölzer, z. E. Eichen, Pappeln, sind lange Röhren mit Querwänden, wo zwischen zwei solcher Wände sich ein kubischer Krystall befindet, von Kochsalz, wie es scheint. Sie mögen wohl aus einer Reihe von Zellen bestehen, aber man sieht an den Rändern der Zellen, da, wo die Wände auf einander liegen, durchaus keinen Absatz, wie es doch in der Regel der Fall ist, wenn die Zellen in einer Reihe stehen; auch sah ich in *Eucalyptus longifolia* eine zugespitzte Röhre, gleichsam Prosenchymzelle mit Querwänden. Doch es ist mir noch sehr zweifelhaft, ob diese Röhren und so auch die Baströhren schon zur Innenrinde und nicht vielmehr zur Mittelrinde gehören, was solche Bastbildungen häufig sind *).

*) Die Innenrinde ist aus einem sehr jungen Zweige von *Salix pentandra*, Taf. 1 Fig. 1*. 2*, vorgestellt; aus einem vorigjährigen im Frühling, das. Fig. 1. 2; aus einem jährigen Aste von *Betula alba*, Anat. bot. Abb. T. 6 Fig. 4. 5; aus *Viscum album*, und zwar getrennten Holzbündeln, wo man im Längsschnitt die Innenrinde und davor die Mittelrinde erkennt, das. Taf. 10 Fig. 7. 8 bei d; aus *Helleborus foetidus*, das. T. 11 Fig. 1. 2c2f. 3. 4.c; aus *Heracleum asperum*, das. Taf. 12 Fig. 1. 2; aus

Wie es excentrisches Holz giebt, so giebt es auch *excentrische Rindentheile*. Es sind nämlich Bündel von langen, engen, ungemein zarten Zellen, die oft spitz zulaufen und also zu den Prosenchymzellen zu gehören scheinen, wenigstens sieht man keine Querwände darin. Sie finden sich in den Ecken des Stammes der Labiaten, wo sie Mirbel zuerst beschrieben hat*). Auch kommen sie an vielen Leguminosen und andern Pflanzen vor. Gefässer findet man niemals darin. Sie sind vielleicht mit den Bastbündeln zu vergleichen, die sich ebenfalls regelmässig gestellt in der Rinde finden, aber sie unterscheiden sich von diesen durch ihre grosse Zartheit. Weiter unten wird davon die Rede sein.

Ehe wir zum Mark übergehen, müssen wir noch die fast immer mit den Markstralen verwechselten Einkeilungen betrachten, welche aus der Mittelrinde in das Holz bis gegen das Mark zu eindringen. Man findet nicht einmal einen Namen für diese Erscheinung in dem Stämme, besonders der Bäume, bei den Schriftstellern, ungeachtet ihrer unter andern Namen oft erwähnt wird. Es sind vertikale Platten nur aus Zellgewebe und meistens Parenchym bestehend, immer ohne Gefässer, die sich von den Markstralen durch ihre unregelmässige Lage und Verlauf auffallend unterscheiden, indem sie nicht, wie jene, in bestimmten Zwischenräumen von einander stehen, auch nicht in einem Zuge den Stamm der Länge nach

Hoya carnosa, das. Fig. 4. 5c; aus einem Ast desselben Jahres von *Hakea obliqua*, Ausgew. anat. bot. Abb. 1. H. Taf. 7 Fig. 6. 7; aus *Epiphyllum phyllanthus*, das. H. 2. Taf. 3 Fig. 1. 2.c; aus einem jungen Aste von *Salix pentandra*, Anat. d. Pfl. in Abb. Taf. 13 Fig. 1. 2.e; aus einem diesjährigen an der Basis, das. Fig. 3. 4; aus einem dreijährigen Ast an der Basis, das. Taf. 15 Fig. 3. 4; aus einem diesjährigen Ast von *Quercus pedunculata* an der Spitze, das. Taf. 17 F. 1. 2.d; aus demselben Aste an der Basis, das. Fig. 3. 4.d; aus einem vorigjährigen Aste im Frühling, das. Fig. 3. 6; aus *Casuarina torulosa*, das. Taf. 22 Fig. 2. 3; aus *China regia*, mit dickwandigen und gestreiften Baströhren der Mittelrinde, das. Taf. 23 Fig. 5; aus *China fusca* mit sehr dickwandigen Baströhren, das. Fig. 9; aus *Eucalyptus longifolia*, das. Taf. 24 Fig. 6; die Röhren mit Querwänden und kubischen Krystallen aus *Quercus pedunculata*, das. Taf. 18 Fig. 6; aus *Eucalyptus longifolia* Taf. 24 Fig. 7.

*) *Anatomie des Labiées* p. 45 in *Mémoir. d. Musée d'Histoire naturelle*.

durchsetzen, sondern bald kürzer, bald länger im Holz und in der innern Rinde sich zeigen. Man sieht sie mit blossen Augen und fühlt sie sehr deutlich als hervorstehende Platten auf der innern Fläche der abgelösten Rinde von alten Baumstämmen, z. B. der Buchen. Sie sind dort zwei bis drei Linien lang, in der Mitte eine halbe Linie bis eine Linie breit; laufen aber an beiden Enden dünner zu; die kürzern sind die dicksten. Sie stehen gleichsam in einer Höhlung der innern Rinde und ihnen völlig entsprechende Höhlungen sieht man auf der Oberfläche des Holzes. Im Querschnitt der Rinde erscheinen sie als längere oder kürzere weisse Streifen, die in sehr verschiedenen Entfernungen von einander stehen. Betrachtet man einen Scheit Holz, so fallen sogleich auf dem nach der Axe gerichteten Längsschnitt bräunliche, sehr glatte Stellen auf, die sich durch Farbe und Glätte von dem angrenzenden Holze gar sehr unterscheiden. In dieser Rücksicht sind die Einkeilungen den Tischlern sehr bekannt, weil sie den Holzarten ein eigenthümliches, oft sehr hübsches Ansehen geben. Sie sind aber sehr verschieden; auf der innern Fläche der Eichenrinde sind sie sehr lang, oft einen Zoll lang und darüber, aber sehr schmal und mit einem viel lokkeren Gewebe ausgefüllt. Unter den gehörigen Vergrösserungen sieht man auf Schnitten, welche mit der Oberfläche gleichlaufend gemacht sind, vieleckige parenchymatische Zellen, auf dem Längsschnitte aber, sowohl in der Rinde, als im dichten Holz, enge, ziemlich lange Querzellen, gleichsam um das dichte Holz besser zu durchdringen*). An allen, selbst jungen Ästen und Stämmen, ist es leicht zwischen Rinde und Holz auf Schnitten mit der Oberfläche gleichlaufend diese oben und unten spitz zulaufende Nester von Parenchymzellen zu untersuchen, und ihren Unterschied von den Markstralen zu beobachten. Diese ziehen sich von oben nach unten, gleichförmig breit, aus einer oder zwei Reihen Parenchymzellen

*) In der Anat. d. Pfl. in Abbild. ist Taf. 19 ganz für diese Einkeilungen in Rinde und Holz der Buche gezeichnet, so dass man Vergleichungen mit den umliegenden Theilen anstellen kann. In der beigefügten Taf. 3 Fig. 1 sieht man bei *bb* die Einkeilungen.

bestehend; dahingegen die Einkeilungen vom ellipsoidischen Längsschnitt dem Holz jene netzförmige Bildung geben, welche schon oft die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen hat.

Wenn ich sagte, die Einkeilungen erstreckten sich von der Rinde keilförmig in das Holz hinein, so habe ich damit nicht sagen wollen, als ob sie von der Rinde nach dem Holze zu wachsen, sondern es war mir nur darum zu thun, ein Kennzeichen für sie anzugeben. Vielmehr ist es wohl ohne Zweifel, dass sie mitten im Holze entstehen, nach der Rinde zu wachsen, in diese eindringen, und gegen den Umfang breiter werden. Von einer solchen Entstehung neuer Theile mitten im Holze geben auch die Sprossen (surculi), welche mitten im Holz entspringen, und von denen unten die Rede sein wird, ein Beispiel.

Die tropischen Bäume und Sträucher zeigen, was diese Einkeilungen betrifft, höchst sonderbare Formen. Besonders merkwürdig sind in dieser Rücksicht die Bignonaceen. Die Einkeilungen stehen dort zuweilen nur zu vier kreuzweise gegen einander über, treten etwas über die Oberfläche hervor, und laufen gegen das Mark verschmälert zu. Sie haben nach dem Umfange zu eine scharf abgeschnitten dunkelbraune Farbe, werden dann aber gegen die Axe heller. Untersucht man sie genauer, so findet man, dass die braune Farbe von bogenförmigen Schichten verhärteter Zellen herrührt. Übrigens sind sie aus Zellgewebe, wie die Einkeilungen unserer einheimischen Bäume, zusammengesetzt. Noch sonderbarer ist es aber, wenn die rindenartigen Eindringungen das ganze Holz bis auf die Axe durchsetzen und es in mehre Theile theilen, die von der Axe aus nach dem Umfange zu gehen, wie ich an dem Stück des Stammes einer *Malpighia* sehe. Ja zuweilen durchsetzen diese rindenartigen Einkeilungen das Holz ganz und gar und theilen es in mehre Stücke, auch sieht man Übergänge von der vorigen Form zu dieser, indem nur eine oder die andere Einkeilung durch die Axe des Stammes dringt *).

*) Die meisten von diesen Stücken habe ich durch die Güte des Hrn. Gaudichaud erhalten; einige derselben hat Hr. Ed. Otto aus Südamer.

Das Mark (medulla) nimmt den innersten Theil um die Axe des Stammes und der Äste ein. Es besteht aus vieleckigen Parenchymzellen, die in der Jugend in der Regel mit Saft, oft mit Chlorophyll, auch wohl mit andern Stoffen angefüllt, im Alter nicht selten porös sind. Die Zellen in der Nähe des Holzes nehmen eine etwas verschiedene Gestalt an, sie werden länger und enger, überhaupt werden sie in der Mitte des Stammes grösser. Es ist eine bekannte Sache, dass die Zellen des Markes in vielen Pflanzen mit dem Alter saftleer werden, auch nicht selten sich von einander ablösen und so einen hohlen Stamm machen. Es gerathen dann die Zellen gar oft in Fäulniss und werden, indem der Stamm Öffnungen erhält, ganz von der Witterung zerstört. Diese Fäulniss, der die alten Stämme dicker Bäume gar oft ausgesetzt sind, scheint von den Centralwurzeln herzuröhren, denn sie entsteht an der Basis des Stammes und geht von unten nach oben weiter fort. Nie kann das Mark einem lebenden Stämme oder einem lebenden Zweige ganz fehlen, und da, wo Knospen entstehen, muss Mark vorhanden sein, und zwar grünes, saftvolles Mark. Ich nehme die Sprossen aus, welche im dichten Holz, wo sich kein Mark befindet, aber nur zufällig entstehen.

Nicht bloss in dem Stämme der Bäume, sondern auch in dem Stämme der Kräuter befindet sich eine solche Höhlung, welche durch die Entfernung einzelner Zellen von einander entsteht, besonders an dem untern Theile derselben. Man muss aber den hohlen Stamm (*caulis cavus*) von dem röhrligen (*c. fistulosus*) unterscheiden. In jenem sondern sich, wie gesagt, die einzelnen Zellen von einander, so wie sich der Stamm erweitert, in diesem aber ist die Höhlung mit einer, allerdings aus Zellen bestehenden Haut auskleidet, die aber in der Jugend des Stammes schon angedeutet ist, und im Alter sich nur erweitert, so dass einzelne Zellen nicht von einander getrennt oder gerissen werden. Ein solcher Stamm kommt nur in Kräutern, einigen Cruciferen, namentlich *Nasturtium aquaticum* und andern vor.

rika für unsere Sammlungen mitgebracht; de Candolle hat einen ähnlichen Stamm von einer *Bauhinia* in *Organograph. végétale* Pl. 4 abgebildet.

Das Mark ist nicht selten von Querwänden durchzogen, die aber, so viel ich gesehen habe, immer aus Parenchym bestehen, nie Gefäße haben, wie es doch in den Monokotyledonen in der Regel der Fall ist. Immer nehmen die Zellen des Markes in den Querwänden eine in die Quer gezogene Gestalt an, welches deutlich zeigt, dass die Querwände nicht allein von einer mechanischen Trennung und Sonderung durch Erweiterung oder Verlängerung des Stammes entstanden, sondern dass eine vorherbestimmte Bildung die Querwände hervorgebracht hat. *) Auch ist nicht immer die Bildung so einfach, wie eben angegeben wurde. So ist in dem Stämme von *Carica Papaya*, eines süd-amerikanischen Baumes, die Querwand von beiden Seiten mit dem zarten Parenchym des Markes überzogen und besteht aus dickern Schichten von ungefärbtem Parenchym, mit welchen dünnere Schichten von rothen Querzellen wechseln. So beschreibt Miquel ein aus zwei Schichten bestehendes Mark mit dichten Querwänden aus der *Cecropia peltata* **) u. s. f.

Die Querwände befinden sich besonders an den Knoten des Stammes und zwar, wenn die Blätter mit einer Scheide den ganzen Stamm umfassen, wie an den Umbellenpflanzen, oder wenn die Blätter entgegengesetzt sind, wie an den Labiaten und Karyophyllaceen. Sie sind in diesen Fällen ein bestimmtes Kennzeichen natürlicher Familien. Unten ist ein solcher Stamm zuweilen ganz dicht, ohne Zweifel von ineinander geschobenen Knoten, nach oben zu entstehen Fächer, dadurch, dass sich beim Anwachsen des Stammes die oberen Zellenschichten des Markes von den unteren sondern, und zwar immer mehr und mehr, so dass die Gestalt der Höhlung aus der linsenförmigen in die cylindrische übergeht. Endlich nach oben erscheinen Stamm und Äste ganz röhlig, ohne alle Querwände. Sehr deutlich sieht man dieses an den Umbellenpflanzen, besonders an *Cicuta virosa*, wo man den unteren Theil des Stammes im Schlamin Wurzel zu nennen pflegt.

*) S. die Querwand aus dem Stämme von *Anthriscus vulgaris Anat.* bot. Abbild. Taf. 10. Fig. 6.

**) *Bulletin d. Scienc. physiq. et naturell. en Neerlande* 1838. p. 29.

Morren hat die Entstehung der Fächer in der *Begonia argyrostigma* sehr gut beschrieben.*)

Die Ausläufer gehören zu den echten Stämmen und die, welche sich an den Dikotylen finden, sind hier zu erwähnen. Die beblätterten gleichen im innern Baue den Hauptstämmen in aller Rücksicht. Sie haben auch die Eigenthümlichkeiten desselben; so findet sich in den Ecken der Ausläufer von den *Mentha*-Arten dasselbe excentrische Prosenchym, welches in dem Stamme angetroffen wird. Von dem Wurzeltrieben der Stämme überhaupt wird an einem anderen Orte geredet.

Eine etwas andere Bewandniss hat es mit den blattlosen Ausläufern, die man, wie schon oben bemerkt wurde, als Hauptstämmen ansehen kann, und das, was man Stamm nennt, für eine Knospe, welche sich nicht zu einem wahren Stamm entwickelt, sondern nur Blätter und Blütenstiele treibt. Die Anatomie stimmt damit ganz überein. Ein Ausläufer von *Fragaria vesca* zeigt einen strahlenförmigen Kreis von Gefässen, die in der Nähe des Markes vollkommene Spiralen sind. Diesen Kreis umgibt ein anderer von Prosenchym, und wiederum ein anderer von zarten Baströhren. Die Rinde besteht aus einer Aussenrinde von kleinern vieleckigen Zellen und einer Mittelrinde von grössern solchen Zellen; die Innenrinde ist, wie es in den Kräutern oft zu gehen pflegt, mit dem Bast und Prosenchym verschmolzen.

Achtzehnte Vorlesung.

Anwachsen des Stammes der dikotylen Gewächse in die Dicke.

Das Wachsen in die Dicke der dikotylen Bäume ist seit alten Zeiten ein Gegenstand der Untersuchung für die Natur-

*) S. Annals of Natural History T. 4. p. 73 Jahresbericht f. physiol. Botan. f. 1844 in Wiegmann's Archiv VIII. 2. 119.

forscher gewesen, wie es auch wohl zu erwarten war, da diese Bäume als Baumaterial und zur Feuerung für den Menschen in einem hohen Grade wichtig sind. Erfahrungen haben Theorien hervorgebracht, und umgekehrt haben Theorien Erfahrungen vorgegriffen, so dass es, wie an vielen Stellen der Naturkenntniss, schwer geworden ist, genau zu sondern, was die Erfahrung und was die Theorie für sich lehrt. Wir müssen uns geradezu an die Natur wenden, junge Stämme mit alten vergleichen, und dadurch herauszubringen suchen, was beim Anwachsen hinzugekommen ist, und an welchen Stellen es sich gebildet hat.

Dazu mögen nun die Figuren Taf. 1. Fig. 1.* 2* und Fig. 1. 2 dienen. Die ersten sind von einem jungen Zweige von *Salix pentandra*, der vor einigen Tagen erst im Wasser getrieben war, die andern beiden von einem vorigjährigen Zweige desselben Baumes, der aber um dieselbe Zeit untersucht wurde; man kann ihn also als einen Ast des ersten Jahres ansehen, der am Ende desselben sein Wachsthum erreicht hatte. Folglich sehen wir hier, wie sich ein Zweig im ersten Jahre verändert. Vergleichungen mit Zweigen am Ende des ersten Jahres haben gelehrt, dass diese Annahme richtig ist. Die Figuren 1 und 1* sind die Querschnitte, welche durch die Figuren 2 und 2* die Längsschnitte erläutert werden. Hier zeigt es sich deutlich, dass neue Theile überall eingewachsen, gleichsam eingeschoben sind, aber überall finden wir auch, in dem jüngsten Zweige, durch wenigstens einen ähnlichen Theil die Stelle schon angedeutet, wohin der neue Theil kommen soll. Die Spiralgefässe am Mark sind in dem vorliegenden Falle nicht vermehrt, vielleicht weil der Schnitt vorbeiging, auch in ähnlichen Fällen war die Vermehrung sehr gering. Statt der Holzzellen habe ich in andern, gleich alten Zweigen desselben Baumes, wie gewöhnlich, Gefässe mit scheinbaren Poren oder Spalten gefunden. Jene sowohl als diese haben sich in einem Jahre bedeutend vermehrt. Das lang- und engzellige begleitende Zellgewebe, worin später sich Holz und Rinde trennen, ist ebenfalls angewachsen, vorzüglich aber das Parenchym aus vieleckigen Zellen, welches nun die Bastbündel nach Aussen geschoben hat.

Hierauf folgt die Mittelrinde mit einem bedeutenden Zuwachs an Zellen und endlich die Aussenrinde, welche verdoppelt scheint.

Nicht allein alle einzelnen Theile, Gefässe und Zellen haben sich bedeutend erweitert, sondern auch das Ganze muss sich erweitert haben; damit neue Theile zwischen den alten anwachsen konnten. Wie dieses geschieht, ist äusserst schwer zu beobachten, und nicht leicht zu schliessen. Nach dem, was oben S. 83 von der Entwicklung eines Blattes von *Amaryllis formosissima* gesagt wurde, und auch in der Anatomie der Pflanzen in Abbildungen (Taf. 1) dargestellt ist, scheinen die jungen anwachsenden Zellen sich dadurch auszuzeichnen, dass sie langgezogen und enge sind. Nach dieser Voraussetzung würde also das Anwachsen der Zellen da geschehen, wo sie lang und enge sind, also in der Nähe des Holzes, der Bastbündel und der Aussenrinde, dort bilden sie sich vermutlich als zarte Röhren, welche sich nachher ausdehnen, und an die Stelle derer rücken, an deren Seite sie entsprungen sind. — Dieses gilt nur von dem Zellgewebe; die Baströhren entstehen ebenfalls in der Nähe des Holzes, auf der innern Seite des Bündels, doch so dass zwischen ihnen und dem Holze selbst, immer eine Schicht von lang- und engzelligem Parenchym bleibt, welches durch Anwachsen und Erweitern die Baströhren weiter gegen den Umsang treibt. Da das Anwachsen von Zellen und Baströhren an den Seiten da geschieht, wo verschiedene Theile an einander liegen, so dringt sich die Ver- mutung auf, dass gerade dieses Aneinanderliegen verschiedener Theile das Anwachsen der schon vorhandenen befördere und bedinge. Darum machte die Natur von jedem der verschiedenen Theile gleichsam nur eine Reihe als Aufriss, um die Zwischenräume nachher auszufüllen.

Übrigens scheint das Anwachsen der Rinde zwar immer von Innen nach Aussen *), aber doch von verschiedenen Stel-

*) Dass die Rinde von Innen nach Aussen wächst, hat schon Du Hamel (L. 4 c. 3 a. 2) dadurch bewiesen, dass er einen Silberdrat in die Mitte der Rinde brachte, und nun sah, wie er in jedem Jahre weiter nach dem Umfange des Baumes getrieben wurde.

len auszugehen. Man sieht dieses an den Bäumen, welche die Rinde ganz oder zum Theil abwerfen. Die Birke z. B. wirft nur die weisse Aussenrinde ab, oder es löst sich vielmehr die äussere, getrocknete und dünn eingeschrumpfte Schicht von den untern Schichten, und wird durch neue von Innen angewachsene Schichten ersetzt. Auf eine ähnliche Weise sieht man auch die Schichten der Aussenrinde gegen den Umfang gedrängt, da wo dieser Umfang nicht nachgiebt, wie oben gesagt wurde. Hier geschieht also das Anwachsen nur in der Aussenrinde. An den Stämmen von *Platanus acerifolia* dagegen vertrocknet die ganze Rinde, mit den Bastbündeln bis nahe an das Holz und löst sich dann von der darunter befindlichen Rinde ab, die wiederum dicht vom Holze aus herangewachsen ist, und eine ähnliche Aussenrinde, wie die getrocknete gebildet hat.

In den folgenden Jahren entstehen die Jahrringe, so dass der Bastsplint, wie wir ihn nannten, gegen die Mittelrinde anwächst, und die Gefäße in ihnen nachwachsen, wodurch sie ihn in Holzsplint verwandeln. Wenn man im Frühjahr, so wie die Rinde anfängt sich vom Holz zu trennen, die Oberfläche des Holzes z. B. von einer Birke untersucht, findet man ausser Prosenchym- und Parenchymzellen in Einkeilungen poröse Gefäße von einer doppelten Art. Einige sind weiter, stark getüpfelt, mit starken Wänden und so viel ich bemerken konnte, ohne Saft; andere und zwar die meisten, sind enger, zart getüpfelt, mit zarten Wänden und voll Saft, den man an den grossen Luftblasen, die beim Ausfliessen desselben aufsteigen, bald erkennt. Hier scheinen die zartwandigen und engern saftvollen Gefäße nachgewachsen und später entstanden zu sein, als die dickwandigen, weitern und starkwandigen. Die Rinde ist dann noch durchaus trocken und dicht, von einer braunen Farbe; erst später wird sie, so zu sagen lebendig, nämlich saftig und heller gefärbt, ja zuweilen grünlich. Auf eine ähnliche Weise sah ich an der Oberfläche des Holzes in einem Aste unter einer Knospe von *Fraxinus pendula* ziemlich dickwandige und stark getüpfelte Gefäße, zwischen welchen sich zartes Prosenchym und zarte getüpfelte weitere Gefäße mit schiefen Querwänden in Reihen befanden. Das

Prosenchym mit diesen Gefässen schien erst später angewachsen. In den Knospen selbst befanden sich zwischen zarten ellipsoidischen Parenchymzellen sehr zarte, enge, mit den zugespitzten Enden an einander liegende Spiralgefässe, neben ganz ähnlichen, aber dickwandigern, mit stärkern Spiralen durchzogenen Gefässen *). So, meine ich, sieht man hier zwischen ältern, aus einander gerückten Gefässen junges Parenchym oder Prosenchym mit zarten Gefässen eingewachsen.

Unter der Rinde auf der Oberfläche findet sich im ersten Frühling ein schleimiger Saft, der Bildungssaft, das cambium, ein Name, der von Grew herrührt. Aber Grew meinte schon, wie Du Hamel beistimmend erwähnt (L. 4 c. 3 a. 2), dass dieser schleimige Saft aus weichen Gefässen und Zellgewebe besteht, und fast alle Schriftsteller stimmen damit überein, unter denen ich nur Mirbel in seinen ältern Untersuchungen nennen will **). Auch ich habe keinen unorganisirten Schleim hier wahrgenommen. In späteren Zeiten hat aber Mirbel in seinen Nouvelles notes sur le cambium (Par. 1842. 4.) in Querschnitten der Wurzel von einer Dattelpalme einen schleimigen Saft gefunden, der aus dem ungeformten Zustande in Zellgewebe nach und nach überging. Übrigens wie wenig Organisation man auch in einem solchen Schleim sehen möge, immer wird doch die Frage bleiben, ob man nicht bei stärkern Vergrösserungen eine Organisation erkennen werde. Es ist sehr wahrscheinlich, dass mit dem Hervortreten des Schleimes die Pflanzentheile darin sogleich sich bilden, wie wir an dein Schleim sehen, welcher die Früchte in einigen Salviaarten umhüllt (S. 94), und welcher sich gleichsam elastisch bei der Benetzung zu seiner Bildung entwickelt.

Es ist nun die Frage, wie sich das junge Holz bei seinem Anwachsen bilde, ob seitwärts von der Axe nach dem Umfange zu, oder ob es von unten hinaufwächst, oder ob von oben hinunter. Die erste Meinung ist von de Candolle angenommen ***), die zweite möchte die gewöhnliche sein, und

*) S. Anat. botan. Abbild. Taf. 7. Fig. 9—12.

**) S. auch C. H. Schultz in Flora B. 14. S. 758 und B. 15. S. 708.

***) Organographie végétale T. 1. p. 297.

die dritte ist die von Du Petit Thouars *), welche auch in Gaudichaud's ausführlicherem Werke **) zum Grunde gelegt ist. Wir wollen von der letzten zuerst reden. Sie gründet sich vorzüglich darauf, dass man die Knospen als junge Individuen betrachten müsse, die sich wie die Pflanzen verhalten, welche aus Samen entsprossen sind. Nach oben wächst die Knospe in einen Stamm aus, der dem Hauptstamm in allen Stücken gleicht, nach unten treibt sie, wie sich erwarten lässt, Wurzeln, die nun in den Hauptstamm hineinwachsen. Da nun aber der Hauptstamm auch in die Höhe wächst, so unterscheidet Gaudichaud in ihm ein systeme ascendant und ein systeme descendant. Das System ist so scharf und so scharfsinnig bestimmt, dass es den Unbefangenen sehr einnimmt, und den Verfasser selbst vielleicht zu lebhaft hingerissen hat. Aber es ist schwer zu bestimmen, in einer durchaus erfüllten Masse, was nach oben und was nach unten wächst; es kommt also hier, wo genaue Beobachtungen gar oft fehlen, nur zu sehr auf willkürliche Bestimmungen an. Es ist wohl nicht zu leugnen, dass an unberindeten Stellen das Holz von oben herabwächst, aber es ist die Frage, ob dieses immer geschehe und ob man von jenem besondern Fall auf das Anwachsen des Holzes überhaupt schliessen dürfe. Untersucht man eine junge Knospe mikroskopisch, so sieht man, wie schon oben gesagt wurde, allerdings junge angewachsene Gefässe und junges Zellgewebe zwischen ältern sowohl in der Knospe selbst, als unter derselben im alten Holz, aber die Gefässe erstrecken sich nie weit; sie bestehen vielmehr aus kurzen, mit ihren En-

*) In mehreren Schriften vorgetragen: *Essai sur la végétation des plantes* Par. 1809 behauptet besonders die Entstehung der Holzschichten aus Knospen; *Histoire d'un morceau d. bois* Par. 1812 sucht die Übereinstimmung des Embryo und der Knospe zu zeigen. *Observations sur l'enlèvement d'un morceau d'écorce* Par. 1822 führt Beispiele an, wo über einer entrindeten Stelle neue Schichten anwachsen, darunter nicht, auch wo ein Ppropfpreis von *Robinia hispida* über einen todteten Stamm von *Robinia Pseud-Acacia* abwärts gewachsen sein sollte, welche Beobachtung aber *Treviranus* (*Physiol. I. 267*) berichtigt.

**) *Recherches générales sur l'Organographie, la Physiologie et l'Organogenie des Végétaux.* Par Ch. Gaudichaud. Par. 1841. 4.

den an einander gelegten und gereihten Spiralgefassen, die gar nicht selten nach oben und unten spitz zulaufen. Es ist also nicht unwahrscheinlich, dass aus der Knospe Zellgewebe, doch kaum Gefässe, in den Ast, welcher die Knospe trägt, hineinwachse und zwar in die Erweiterung des Astes, wo die Knospe entsteht; auch kommt damit die von mir oft gemachte Erfahrung überein, dass bei Spätfrost, wenn die Knospe erfriert, die jungen Theile in dem darunter befindlichen Aste mit erfrieren. Aber weit erstrecken sich diese neu angewachsenen Theile nicht und wie daraus eine Schicht um den Stamm oder Ast entstehen könnte, sieht man nicht ein. Auch wüsste ich dem, welcher behauptete, diese neuen Theile wären von unten nach oben hinaufgewachsen, nichts Entscheidendes entgegenzusetzen. Überhaupt genommen ist gewiss der seitliche Anwuchs der herrschende, wie die Folge zeigen wird.

Ich habe nämlich Beobachtungen über die Dicke der Jahresschichten an einem Baume von *Salix pentandra* gemacht, indem ich die Schichten in einem Aste an dessen obern Ende, in der Mitte, und an dem untern Ende mit einem Mikrometer mass. Da es hier nur auf das Fortschreiten der Zahlen ankommt, so habe ich auch nur die Zahl der Umdrehungen am Mikrometer angegeben, wovon jede $\frac{1}{5}$ Lin. beträgt.

Vorjähriger dünner Ast.

Innere Schicht.	Äussere Schicht.
Oben 0,588	1,464
Mitte 1,029	0,939
Unten 2,352	0,901

Dreijähriger Ast.

Innerste Schicht.	Mittlere Schicht.	Äussere Schicht.
Oben 1,050	9,881	0,547
Mitte 2,198	13,003	2,267
Unten 2,486	18,119	1,630

Wenn die Schichten von oben nach unten anwachsen, so liesse sich wohl annehmen, dass sie entweder von derselben Dicke bleiben oder nach unten abnehmen müssten. Wachsen sie dagegen von unten nach oben, so müssten sie entweder

auch in derselben Dicke bleiben, oder umgekehrt nach oben abnehmen. Das Letzte ist in der Regel der Fall, und es liesse sich daraus schon folgern, dass ein Wachsen von oben nach unten nicht Statt finde. Aber nun findet sich hier eine auffallende Abweichung von jenen beiden Folgen des Wachsthums; die äussere Schicht des vorigjährigen sowohl als des dreijährigen Astes ist in der Mitte des Astes am dicksten, da sie hingegen unten und oben schmäler ist. Woher nun diese plötzliche Verdickung in der Mitte? Es lässt sich kein anderer Grund finden, als dass die Vegetation zu der Zeit, als jene Schichten gebildet wurden, stärker war und dadurch mehr Seitentheile angesetzt wurden, welches auf ein seitliches Anwachsen deutet. Ähnliche Anomalien sind mir auch an Eichenzweigen vorgekommen. Diese Bemerkungen bestätigen de Candolle's oben angeführte Theorie, dass nämlich die Holzschichten seitwärts anwachsen.

Übrigens zeigen die obigen Messungen, dass die innern Schichten nachwachsen, nachdem die äussern bereits gebildet waren. Davon ist schon oben beim Splint die Rede gewesen.

Es ist oft die Frage aufgeworfen, ob die Holzringe aus der Rinde hervorgebracht würden, oder aus dem Holze selbst. Du Hamel hat schon die verschiedenen Meinungen und Versuche darüber erzählt, und selbst verschiedene Versuche darüber angestellt, die ihm bewiesen, dass wirklich Holz aus der Rinde gebildet werde (L. 4 c. 3 a. 2). Seine Versuche waren auf die Weise angestellt, dass er Folie, Papier und dergl. zwischen Holz und Rinde brachte, oder auch, dass er Bäume, welche verschieden gefärbtes Holz haben, mit einander durch Okuliren verband, wo man sehen konnte, dass aus dem Rindenstücke des eingesetzten Auges Holz entstanden war. Tревиранус (Physiol. I. 262), welcher hiévon redet, führt doch Fälle an, wo das junge Holz unmittelbar aus dem gerinnbaren Saft entstand, welchen das Holz ergossen hatte, dem cambium nämlich. Meyen dagegen meint (Physiol. I. 390 folg.), wiederum, dass Holz aus der Rinde entstehe, und zwar durch den Saft, der in der Rinde herabsteige. Ein solcher herabsteigender Saft ist nicht zu leugnen, aber im Frühling, wenn der Saft aus den angebohrten Stämmen ausfliest, und zwar

darum ausfliest, weil er sich noch nicht in den Blättern verteilt, ist die Rinde noch ganz trocken, so dass von ihr noch kein Bildungssaft kommen kann. Du Hamel's Versuche mögen sehr richtig sein; die Trennung zwischen Holz und Rinde geschieht in der Innenrinde und es könnte gar wohl Innenrinde angewachsen sein, die man für neu entstandenes Holz hielt, da man keine mikroskopischen Untersuchungen anstelle, um die Gegenwart der Gefäße zu erkennen.

Wenn man einen Schnitt von der äussern Fläche des Holzes und von der innern der Rinde betrachtet, so findet man darin eine Art von Netzwerk, welches dadurch gebildet wird, dass sich das fasrig erscheinende begleitende Zellgewebe stellenweise von einander trennt und dann wieder zusammenschliesst, wodurch längliche Lücken entstehen, die dann mit vieleckigen Parenchymzellen erfüllt sind. Da sie jedem in die Augen fallen mussten, der sich mit mikroskopischen Untersuchungen der Stämme beschäftigte, so ist es oft genug beobachtet und gedeutet worden. Dieses Bastnetz, wie man es genannt hat, findet sich nur in ältern Stämmen, und dringt nicht tief in das Innere des Holzes. Man hat geglaubt, das Parenchym in den Maschen des Netzes gehöre den Markstralen an — ich selbst — aber es gehört zu den Einkeilungen *), wovon oben die Rede war.

Das Mark leidet, was die Grösse betrifft, weniger Veränderungen als die übrigen Theile des Stammes bei dessen Anwachsen in die Dicke. Es wächst zuerst an, schneller oder langsamer; es ist z. B. sehr bedeutend am Hollunder (*Sambucus nigra*) schon im ersten Jahre, weniger an *Salix pentandra* und andern. In einem vorigjährigen Aste von dem eben genannten Baume fand ich es 0,8 Lin. im Durchmesser; in einem dreijährigen 1 Lin.; während dieser Zeit betrug also die Zunahme nur 0,2 Lin. Auch die Markzellen selbst hatten zugenommen, und zwar bedeutender als das ganze Mark; eine Zelle im vorigjährigen Aste hielt 0,04 Lin. im Durchmesser,

*) Dutrochet's accroissement en largeur par production mediane scheint mehr zu den kürzern Holzstralen zu gehören, die sich in den Divergenzen ansetzen. S. auch Treviranus Physiolog. I. 269.

eine Zelle aus dem dreijährigen Aste aber **0,09** Linien. Es hatte also das Mark im Ganzen vielmehr abgenommen, als zugenommen. In manchen Gewächsen nimmt aber das Mark offenbar ab; am auffallendsten in *Sambucus nigra*. In einem Zweige von vorigem Jahre, im Winter untersucht, betrug der Durchmesser des Markes 4 Linien, in einem Zweige von drei Jahren (mit drei Schichten) 3,75 Linien, in einem Zweige mit 6 Schichten 3 Linien. Dabei sind die Zellen selbst in den ältern Zweigen keinesweges kleiner geworden, sondern von derselben Grösse geblieben; man kann also die Verminderung nicht einem Drucke auf das Mark zuschreiben. In einigen, besonders ausländischen Bäumen scheint das Mark ganz zu verschwinden, in den meisten unserer einheimischen Bäume geschieht dieses nicht, ja es soll sich gar in derselben Dicke durch die ganze Lebenszeit des Baumes erhalten, was jedoch wohl nie in volliger Schärfe Statt findet. Überhaupt scheint die Vergrösserung und Verminderung des Markes sehr verschieden vielleicht in einem und demselben Strauche*). Woher diese in manchen Fällen gar deutliche Verminderung führt, ist schwer zu sagen. Ich meinte, die innerste Holzschicht wachse nach innen und bringe das Mark zum Verschwinden, auch finde ich an einigen ausländischen Baumzweigen die Markstralen mehr oder weniger tief in das Mark dringen. Doch scheint auch die Erweiterung der Gefässe und des begleitenden Zellgewebes in der Nähe des Markes von grossem Einflusse auf den Umfang desselben zu sein, und wenigstens immer auf die äussern Zellen in der Nähe des Holzes zu wirken.

Die Veränderungen in der Form des Markes und zugleich in der Form des Holzes sind in manchen Pflanzen ausserordentlich gross. Sehr oft ist das Mark in den jungen Zweigen fünfkantig, wird aber mit der Zeit rund im Umfange. So ist es in Eichen, Birken, Erlen, Weiden und vielen andern

*) Es ist mir ganz unbegreiflich wie Moldenhawer (Beitr. 240) behaupten, dass sich das Mark im Hollunder nicht vermindere, ja, wie er meinen Irrthum, wie er meint, so schief beurtheilen konnte. Ich will nicht leugnen, dass in vielen Bäumen das Mark, obenhin betrachtet, dieselbe Dicke behält, aber keinesweges geschieht dieses immer. Vergleiche Treviranus Physiol. 1. 274.

Bäumen und Sträuchern. Die Gestalt des Markes wie des umgebenden Holzes ändert sich zuweilen auf eine ungleiche Weise, und ist auf der einen Seite fast rund geworden, indem es auf der andern seinen eckigen Umfang behalten hat *). Wie sehen hier offenbar ein zweckmässiges Anwachsen, nämlich so fern zweckmässig, als es eine gewisse Gestalt hervorzubringen strebt. Es ist der Fehler der meisten Forscher gewesen, welche über die Bildung der Pflanzen geschrieben haben, dass sie zu sehr nach mechanischen Wirkungen suchten und zu wenig auf die bestimmten Bildungsgesetze achteten. Über das gleichförmige Anwachsen der Stämme in einen runden Umfang haben viele geschrieben, kaum einer hat gefragt, wie aus dem eckigen Marke das runde werden könne. Jener Fehler war in der Regel und musste begangen werden; denn es ist nothwendig, mit den einfachen, mechanischen Erklärungsgründen anzufangen, aber es ist auch nöthig, wenn diese nicht mehr ausreichen, zu andern überzugehen, und nicht eine mechanische Erklärungsart herauszuzwingen, wie es unter andern Dutrochet gar oft gethan hat. So ist das Anwachsen der Rinde, der Wechsel von Querzellen und eckigen Zellen in der Aussenrinde, so wie der Wechsel der Mittelrinde mit der Aussenrinde, besonders aber die Verästelung der Aussenrinde in der Mittelrinde **) ein zweckmässiger, oder vielmehr nach einer bestimmten Bildung strebender Bildungstrieb. Das Einwachsen und Verwachsen der Bündel von Baströhren, auch von verhärteten Zellen hängt ebenfalls von bestimmten Bildungsgesetzen ab, das heisst, Bildungsgesetzen, die für jede besondere Art auch besonders bestimmt sind. Erweiterung des Ganzen und einzelner Theile, Entfernung einzelner Theile von einander, und Zwischenwachsen neuer Theile sind die allgemeinen Gesetze, aber die Richtungen der Erweiterungen,

*) S. Anat. d. Pfl. in Abbild. Taf. 13 Fig. 1 das eckige Mark von *Salix pentandra* in einem diessjährigen Zweig an der Spitze, Fig. 3 das halbeckige Mark an der Basis des Zweiges und das. Taf. 17 Fig. 1. 3. 5 wie sich das Mark in den Zweigen einer Eiche mit dem Alter umformt.

**) S. Anat. bot. Abbild. Taf. 6 Fig. 12 die Vertheilung der Aussenrinde in der Mittelrinde aus der Birke, und so auch Anat. d. Pfl. in Abb. Taf. 18 Fig. 3 aus der Eiche.

der Entfernungen und des Zwischenwachsens sind die besondern Bestimmungen.

Was nun die verschiedene Dicke der Schichten an einem und demselben Baume, oder an einer und derselben Baumart betrifft, so kommt hier zuerst das Klima in Betracht. Den Reisenden nach dem Norden von Europa, den Hérren Bravais und Martins, fiel die geringe Dicke der Schichten in den Fichtenstämmen (*Pinus sylvestris*) zu Kaafjord in Finmarken unter $69^{\circ} 57'$ N. B. auf; sie beobachteten ferner solche Stämme zu Pello ($66^{\circ} 48'$ N. B.), zu Gefle ($60^{\circ} 40'$ N. B.), zu Halle ($51^{\circ} 30'$ N. B.) und Haguenau ($48^{\circ} 43'$ N. B.) und fanden, dass die Bäume in wärmern Gegenden viel schneller in der Dicke zunehmen, als in kältern *). Die beiden Beobachter fanden ferner, dass die Trennung zwischen Splint und vollkommenen Holz in den Stämmen der nördlichen Bäume deutlicher angezeigt sei, als in den Bäumen der gemässigten Zone. — Dass die Schichten oft nicht concentrisch sind, sondern nicht selten sehr excentrisch, auf der einen Seite also viel dicker als auf der andern, ist schon früher und zwar von Malpighi (Anat. pl. 145) beobachtet worden. Die ältern Botaniker meinten, diese Ungleichheit röhre von den Weltgegenden her; die Schichten wären gegen Norden nicht so dick,

*) S. Jahresbericht für physiologische Botanik in den Jahren 1842 und 1843 S. 38. Um die Fortschritte des Wachstums leichter zu übersehen, sind Curven nach den fünf Örtern der Beobachtungen construirt, deren Ordinaten nach zehn und zehn Jahren des Alters und deren Absissen nach den Centimetern des Anwuchses in die Dicke genommen wurden. Die Curve für Haguenau nähert sich fast einer geraden Linie. Für diese Curven wird folgende Gleichung angenommen, $r = \frac{an}{1 - bn}$, wo r

den mittlern Durchmesser des Stammes, n die Zahl der Jahre bezeichnet; a ist eine Grösse beständig für jede einzelne Curve, aber verschieden für die andern Curven. Aus der Vergleichung der Formel mit den Beobachtungen finden die Verfasser, dass der Coefficient a beinahe den mittlern Halbmesser der Holzschicht des ersten Jahres bedeutet. Schwieriger ist es, einen Grund für den Werth des Coefficients b zu finden. Mit dem Klima kommt er nicht überein; eher muss man annehmen, dass er vom Boden abhängt. Nimmt man den mittlern von den gefundenen Werten, so kommt man auf $b = 0,005$.

als gegen Süden. Aber Du Hamels Beobachtungen haben gezeigt (L. 1 c. 3 a. 7), dass die Schichten an der Seite am dicksten sind, wo die stärksten Wurzeln sich befinden; ein merkwürdiges Ergebniss für die Physiologie der Pflanzen, welches zeigt, dass die Säfte von der Wurzel grade in die Höhe steigen, und zwar auf der äussern Fläche der Schichten, von welcher das Anwachsen derselben zunächst bestimmt wird. Auch sehen wir daraus, wie wenig Einheit in dem Leben des Stammes der Pflanze herrscht, und dass man ihn als nicht ganz selbständige, sondern auch als abhängig von andern Theilen, Wurzeln und Ästen betrachten muss. Doch die obigen Beobachtungen sind nur beim Fällen von Bäumen anzustellen, daher nicht oft zu machen, und verdienen also öfter wiederholt zu werden.

Ausser dieser einseitigen Zunahme oder Abnahme der Holzschichten giebt es auch noch Ungleichheiten anderer Art in einem und demselben Stämme. Manche Botaniker und Forstmänner haben geglaubt, dass der Baum in einem gewissen Alter dickere Schichten ansetze, als in einem andern. So behauptet Ray, die innern Schichten wären dünner als die äussern. Du Hamel sagt dagegen, die äussern wären dünner als die innern. Kalm fand die Schichten in Buchenstämmen um das dreissigste Jahr am dicksten; nach Burgsdorff wächst die Buche bis zum 30. Jahre am meisten in die Höhe, dann aber werden die Schichten dicker bis zum 50. Jahre, worauf sie wieder abnehmen. De Candolle sah an gefällten Eichen die Schichten dicker werden bis zum Alter von 30—40 Jahren, dann aber dünner bis zum 50—60 Jahre, und nun blieben die Schichten von gleicher Dicke bis zum Tode des Baumes. Treviranus führt diese Meinungen an (Physiol. 1. 238) und zieht aus den Widersprüchen derselben den Schluss, dass Boden und Klima allein Anteil an den Verschiedenheiten habe. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass Perioden des Wachstums in die Länge oder in die Dicke im Leben der Stämme eintreten, und zwar in verschiedenen Arten zu verschiedenen Zeiten des Alters, wodurch manche Widersprüche gehoben würden. Goeppert sagt von den Kiefern, dass ihr Wachsthum in den ersten Jahren schnell, in den späteren, gegen

30 — 40 J. aber langsamer geschehe, so dass dann die Schichten dichter an einander liegen *). Dass übrigens die Witterung Einfluss auf die Dicke der Schichten haben könne, ist wohl ohne Zweifel, und mehr als der Boden, denn dieser bleibt doch für einen und denselben Baum fast immer derselbe.

Auch auf die Festigkeit der Holzschichten haben Boden und Witterung grossen Einfluss, also auch auf die Grösse des Splints, der aus den weichen Holzschichten besteht. Wir haben darüber sehr gute Beobachtungen von Du Hamel (Phys. d. arbr. L. 1 ch. 3 art. 6); er fand, dass im guten Boden die Splintlagen der Eichen dicker waren, aber in einer geringern Anzahl, als im schlechten, und dass dieses auch der Fall an der Seite war, wo sich stärkere Äste oder Wurzeln befanden. Der gute Boden hatte die Vegetation verstärkt; er hatte die Splintlagen dicker gemacht, aber dem Splint auch Lagen entzogen, die sich zu Holz umgebildet hatten. Auch diese Beobachtungen beweisen den Einfluss, den starke Wurzeln und auch Äste auf die Seite haben, wo sie sich befinden. Es giebt eine Krankheit der Bäume, welche man im Französischen *jelivure* oder *jelissure* nennt, wo nämlich eine nicht verhärtete Holz- oder Splintschicht zwischen zwei gehörig verhärteten Holzschichten angetroffen wird. Was hier die Holzschicht verhindert, fester und härter zu werden, sagt Adanson**), ist die grosse Kälte, wie z. B. die grosse Kälte von 1709, und man hat bemerkt, dass dieses häufiger in leichten und magern Boden und an lichten Stellen geschieht, als in einem stärkern Boden und in dichten Wäldern. Die Kälte von 1709 erkannten Buffon und Daubenton noch nach 27 Jahren in gefällten Holzstämmen, an dem nicht gehörig ausgebildeten Holze der auf jenes Jahr treffenden Holzschicht ***). De Candolle liess auch einen Wachholderbaum im Walde von Fontainebleau fällen, der einen lockern Ring enthielt, welchen man auf 1709 zurückführen konnte †). Hat der von dicht-

*) *De Coniferarum structura anatomica* Auct. H. R. Goeppert. Vratislav. 1841 p. 18.

**) *Familles des plantes* par. M. Adanson. Par. 1763. P. 1 p. 46.

***) *Histoire de l'Academie d. Scienc.* p. 1837.

†) *Organographie végétale* T. 1 p. 184 t. 3 f. 2.

tem Holz eingeschlossene Splint, setzt Adanson hinzu, Rinde mit eingeschlossen, so nennt man ihn *jélivure entrelardée*.

Eine solche Erzeugung von Rinde im Innern des Stamnes habe ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Es wurden mir nämlich Buchstaben gebracht, die man in einem Lindenbaum beim Fällen und Spalten des Stamnes gefunden hatte. Man erkannte die Buchstaben dadurch, dass ihre Höhlung mit einer Substanz ausgefüllt war, die sich durch ihre Farbe und ganze Beschaffenheit von dem anliegenden Holz unterschied. Beim Querdurchschnitt sah man, dass sie aus wechselnden Schichten bestand, wie die gemischte Aussenrinde; die dickern, von Farbe hellern Schichten waren aus vieleckigen Zellen zusammengesetzt, die schmalern und dunklern Schichten, aus einer Reihe von Querzellen mit einer dunkeln, körnigen Masse angefüllt. Der innere Theil erschien besonders im Längsschnitt mehr holzartig und der Innenrinde ähnlich. Niemals sah man Spiralen darin, welche in dem anliegenden, sonst ganz ähnlich gebaueten Holze leicht erkannt wurden. Viele rundliche und längliche Lücken befanden sich hier und da zerstreut, wie es sonst in Holz und Rinde der Bäume ungewöhnlich ist*).

Es ist sehr bekannt, dass nicht selten Buchstaben, Figuren, fremde Körper u. dgl. im Innern alter Stämme beim Fällen gefunden wurden. Die fremden Körper sind Tannzapfen, wie ein vorliegendes Beispiel zeigt, Steine, Nüsse, meistens in bestimmten Entfernungen von einander in das Holz eingelegt, vielleicht als Gränzzeichen, vielleicht als Zeichen, dass die Bäume sollten gefällt werden u. s. w. Da sich nun nach aussen ein Jahrring um den andern anlegt, so konnten solche eingelegte Körper immer tiefer in den Stamm hineinkommen. Figuren und Buchstaben müssen ebenfalls so tief in das Holz eingeschnitten sein, dass sich äussere Holzschichten umherlegen können. In den Höhlungen, welche durch die Einschnitte entstanden sind, wächst nun die Rinde nach, um sie auszufüllen, und zwar gewiss seitwärts und keinesweges von oben

*) S. Ausgew. anat. bot. Abb. H. 2 Taf. 2 Fig. 7—12. In der deutschen Erklärung von Fig. 11 steht durch einen Schreibfehler Querschnitt statt Längsschnitt.

nach unten oder umgekehrt, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, wo die Reihen von Querzellen von einer Seite zur andern gehen, und nicht einmal die äussere Fläche erreichen, also weder von oben noch von unten konnten eingewachsen sein. Wir sehen also auch hier, wie die Rinde sich durch einen eigenthümlichen Bildungstrieb gebildet hat, und keinesweges ein Fortwachsen umgebender Theile ist.

Buchstaben und Figuren mitten im Holze alter Stämme mussten im Volke grosse Aufmerksamkeit erregen und wir haben daher eine Menge von Nachrichten darüber. Viele derselben sind in J. D. Reuss *Repertorium Commentationum a Societatibus litterariis editorum.* Goetting. 1800. T. 2 p. 222 verzeichnet. Eines der ältesten, ziemlich genau beschriebenen und auch recht gut erklärten Beispiele findet sich in den *Ephemerides Naturae Curiosorum* (Dec. 1 Ann. 6 p. 8) von Salomon Reisel, einem zu seiner Zeit bekannten Physiker. Die Buchstaben waren 1654 in einem Buchenstamme bei Hanau gefunden worden, und machten grosses Aufsehen als Unglücksboten, zumal da in diesem Jahre eine grosse Sonnenfinsterniss eintrat. Es wurde darüber sogar von den Kanzeln gepredigt, ungeachtet man aus den übriggebliebenen Buchstaben und Silben keinen rechten Sinn herausbringen konnte. Als Reisel die Beschreibung fast 20 Jahre nachher machte, war die Furcht vergessen, und er selbst redet davon, wie von einer Thorheit. Ein anderer Fall ist in derselben Zeitschrift (Dec. 3 Ann. 5. 6 p. 67) von J. P. Albrecht beschrieben, wo zu Sibbesen bei Hildesheim in einer Buche ein H gefunden wurde, mit einem Kreuz darüber. Der Beschreiber nennt es ein Spiel der Natur, und deutet den Buchstaben auf Hildesheim und das Bisthum. Es war damals die gewöhnliche Ansicht, solche Dinge als Spiele der Natur zu betrachten. Vermuthlich machte man die Einschnitte in das glatte Holz, nachdem man die Rinde abgenommen hatte. Wenigstens geschah dieses in dem merkwürdigen Falle, wo ein Versuch über dieses Einwachsen von Buchstaben absichtlich gemacht wurde. Professor Lars Laurel liess 1748 verschiedene Worte und die Jahrzahl in das Holz eines Buchenstammes schneiden. Ein Stück davon wurde im Jahre 1756 ausgehauen; ein anderes

aber erst 1764, und man fand das erste mit 8 Jahrringen, das andere mit 16 bedeckt, so dass also die Zahl der Jahrringe mit der Zahl der Jahre, worin sie zugewachsen waren, ~~vollkommen~~ übereinstimmte. Die Jahrringe waren sehr ungleich, dichter oder weniger dicht an einander. Die Buchstaben waren schwarz, und nach der Beschreibung scheint es, dass sie mit Rinde ausgefüllt waren *).

Wir sehen hieraus, dass die Rinde reproducirt wird, ob aber auch das Holz? ist noch die Frage. Die Innenrinde, die dem Holze so ähnlich ist, dass man sie ohne eine genaue mikroskopische Untersuchung nicht unterscheiden kann, ist leicht mit Holz zu verwechseln. In den von mir untersuchten Buehstaben war Innenrinde nachgewachsen, aber kein Holz.

Es ist merkwürdig, dass die Stämme noch fortfahren in die Dicke zu wachsen, nachdem sie schon ganz hohl sind. Wir sehen dieses an unsren Weidenbäumen, die eine ausserordentliche Dicke erreichen, nachdem sie schon hohl geworden sind. Der dickste Baum ist der Baobab (*Adansonia digitata*) und zugleich bei seiner Dicke ein hohler Baum. Er wächst im sandigen Boden auf der Westküste von Afrika in Sengambien und in den anliegenden Ländern, mit grossen, schönen Blättern, und ebenfalls schönen grossen Blüthen, die ihn unter die Bombaceae setzen. Golberry fand auf seiner Reise nach Afrika (T. 2 ch. 17) in dem Thale der Gaynacks einen Baum von 104 Fuss im Umfange, mit einer Höhle von 22 Fuss Höhe und mehr als 20 Fuss im Durchmesser. Er war nur 30 Fuss hoch; die Aeste streckten sich horizontal auf mehr als 50 Schritte aus; an der Spitze bogen sie sich nieder. Die Neger bedienen sich der Höhlung eines solchen Baumes zu ihren Staatsversammlungen. Diese ungeheure Dicke bei der geringen Höhe stellt mehr einen monströsen, als gehörig ausgebildeten Stamm vor.

*) S. Abhandlungen der K. Schwedischen Akademie d. Wiss., übers. von A. G. Kästner für 1771. Leipzig 1775. B. 33-S. 52. S. auch Agardh Om inskrifter i lefvande träd. Lund. 1829.

Neunzehnte Vorlesung.

Bau des Stammes der Coniferen. Mittelformen zwischen Monokotylen und Dikotylen. Bau des Stammes der Monokotylen und Wachsen in die Dicke.

Die Zapfenbäume (Coniferae) verdienen allerdings eine besondere Betrachtung, da sie in mancher Hinsicht von den übrigen dikotylen Pflanzen abweichen, doch ist diese Abweichung nicht so gross, dass man sie dürfte den Monokotylen und zwar den Cykadeen nahe stellen, wie von vielen Botanikern geschehen ist. Sie haben Rinde, Holz und Mark, wie die Dikotylen; sie wachsen durch Jahrringe, von denen sich jährlich einer zwischen Holz und Rinde anlegt, und liefern, dieses Baues wegen, ein festes, dichtes, nutzbares Holz, gleich den dikotylen Bäumen unserer Forsten. Die Formen, welche sie vor den übrigen dikotylen Bäumen auszeichnen, sind, wie wir sogleich sehen werden, in einem weit geringern Grade bei den Monokotylen zu finden.

Wenn man die Axentheile einer Kiefer, einer Tanne oder irgend einer andern echten Conifere untersucht, so findet man das Mark, die Markscheide und die daran liegenden Spiralgefässe von der gewöhnlichen Gestalt. Es war sonderbar, dass einige Beobachter den Tannenbäumen die Spiralgefässe abstreiten wollten; sie befinden sich bei allen um das Mark, und zeigen sich sogar abrollbar. Wenn man nun aber weiter das Holz der eben genannten Bäume in einem Querschnitt betrachtet, so fällt sogleich die einförmige Bildung auf. Alle Öffnungen der Gefässe oder Zellen stehen zwar strahlenförmig vom Mark zur Rinde, wie in den übrigen Bäumen, aber sie sind ungefähr von derselben Grösse, fast vierkantig, und man sieht keinesweges grössere Öffnungen zwischen kleineren zerstreut. Macht man einen Längsschnitt durch die Axe, so findet man nur poröse Gefässe, fast von derselben Grösse, ohne alles dazwischen gemengtes Prosenchym, wie es die Gleichförmigkeit im Querschnitt schon andeutete. Die Gefässe haben ausserordentlich grosse Poren, oder vielmehr, um die

Poren ausserordentlich grosse trichterförmige Höfe, die zuweilen inwendig geringelt erscheinen. Im Grunde eines solchen Trichters liegt die Pore oder die helle Stelle entweder rund oder elliptisch und zwar in der Regel so, dass in einem Gefässe nur runde oder nur elliptische Poren sich befinden. Aber Gefässe mit solchen verschiedenen Poren finden sich oft dicht neben einander, ohne dass hierauf das Alter Einfluss zu haben scheint. Wohl aber scheint dieses auf die Grösse des Hofes Einfluss zu haben; denn man findet Poren, welche sich von den Poren der übrigen dikotylen Bäume nicht unterscheiden, vorzüglich in jungen Zweigen. Die Poren sind ferner meistens einzeln, zuweilen aber liegen zwei Poren neben einander, auch wohl, wenn sie elliptisch sind, so, dass sie sich kreuzen. Ganz anders aber zeigen sich diese Gefässe, wenn man sie in einem mit der Oberfläche parallelen Schnitte betrachtet, s. Taf. 3 Fig. 2. Die Wände, worauf man sieht, also die mit ihrer Fläche der Axe zugekehrten Wände, sind ganz ohne Poren; die Poren aber, welche sich auf den beiden andern den Markstralen zugekehrten Wänden befinden, erscheinen hier von einer andern Seite und zwar einer solchen, welche ihren Bau am besten erkennen lässt. Wo sich eine Pore befindet, gehen die Wände der beiden an einander liegenden Gefässe aus einander und schliessen eine ovale Lücke ein, Fig. 4. *aaa*. Auf der innern, nach der Mitte des Gefässes zugekehrten Seite findet sich nun eine Aushöhlung in der verdickten Wand, welche bis an die dünne, ursprüngliche Wandhaut geht, wodurch die helle Stelle, sogenannte Pore, hervorgebracht wird. Es ist also völlig dasselbe, was man bei den Poren anderer Gewächse wahrnimmt, nur mit dem Unterschiede, dass die Wände der an einander liegenden Gefässe sich von einander stellenweise entfernen und Lücken machen. Daher kommt es, dass zwei Poren zuweilen neben einander zu liegen scheinen, sich berühren, sich kreuzen, oder auch auf einander fallen. Denn man sieht beide Poren durch die Lücke zwischen den Wänden der Gefässe, und es kommt also zuerst auf ihre Lage an, ob sie einander gerade gegenüber stehen, oder nicht, dann aber auch auf die Stellung des Auges, ob beide Poren gerade in der Augenaxe lie-

gen, oder nicht. Die Gestalt ist auch, wie schon erwähnt worden, bald rund, bald elliptisch, und in dem letztern Falle sind sie oft reihenweise regelmässig nach einer Seite oder nach der andern gekehrt. Die Ansätze, welche die ursprüngliche zarte Haut der Gefässe verdecken, zeigen nicht selten eine sehr regelmässige Gestalt, wie man bei Fig. 2. *bbb* deutlich sehen kann. Die Bildung der Poren scheint in allen Pflanzen am wenigsten Regelmässigkeit in den Zellen zu haben, mehr in den Gefässen, und unter diesen am meisten in den Gefässen der Coniferen. Ausser den Poren bemerkt man gar oft eine weiche Masse in den Gefässen, wie sie in andern Bäumen nur in der Jugend vorhanden ist.

Der sonderbare Bau der porösen Gefässe in den Coniferen hat schon früh die Botaniker aufmerksam gemacht. Malpighi (Anat. pl. 27) hielt die Poren für Erhabenheiten oder Aufschwellungen (tumores). Man blieb längere Zeit und wiederholt in der Meinung, dass man Erhabenheiten, Körner, sogar, wie Lindley meinte, Drüsen vor sich habe, bis Mohl den Bau der Poren überhaupt, und auch diesen genauer kennen lehrte. Am besten ist aber die Abbildung, welche Meyen von dem Baue dieser Poren in seiner Physiologie B. 1 Taf. 3 Fig. 3 giebt. Es ist oben S. 111. 112 von diesen Poren sowohl, als von Faserspiroiden — deren Beschreibung bald folgen wird — eine vorläufige Nachricht gegeben worden, welche durch das, was hier gesagt worden, zu ergänzen ist.

In den Kiefern befindet sich in der Regel eine Reihe von Poren in jedem Gefässe, zuweilen, jedoch selten, sind zwei vorhanden, in vielen andern Coniferen aber sind mehre sogar in der Regel, wie in den Araucarien, wo man nie unter zwei, in der Regel 4 — 6 Reihen findet. Auch stehen sie meistens sehr regelmässig in Reihen, zuweilen aber doch sehr zerstreut. Es finden sich aber auch, wie schon beiläufig erwähnt wurde, in den Coniferen Poren in den Gefässen, die sich von den Poren in andern Dikotylen gar nicht oder doch sehr wenig unterscheiden, wie zu erwarten war, da es nur auf die Entfernung der Gefässwände von einander ankommt. Man muss auch die Entfernung jener Wände, worin Poren vorkommen, nicht mit andern, grössern verwechseln, die ent-

weder ganz leer sind, oder mehr oder weniger parenchymatische Zellen enthalten. Diese letztern sind Anfänge von Einkeilungen, wie es mir scheint.

An denselben Stellen, welche diese porösen Gefässen in den Coniferen einnehmen, befinden sich oft Gefässer, welche den Spiralgefässen gar sehr ähnlich sind, doch aber beim ersten Blick sich so unterscheiden, dass manche Botaniker sie für ganz verschieden von denselben gehalten haben. Sie sind am leichtesten in *Taxus* zu finden und zu beobachten, weil sie dort immer statt der porösen Gefässer auftreten, auch oft mit den letztern so verbunden sind, dass man in denselben Gefässen, Poren und diese Fasern findet. Die Fasern sind gar oft spiralförmig gewunden, wie man sie in den echten Spiralgefässen findet, auch zeigen sie sich unter denselben Veränderungen, sie erscheinen abgebrochen, zweigetheilt, gebogen u. s. w. Aber diese Gefässer unterscheiden sich von den Spiralgefässen erstlich durch die Feinheit der Faser, die sich in entfernten Windungen umher zieht, und dann durch die Dicke der Wände, an welche die Faser festgewachsen ist. Wenn Poren zugleich vorhanden sind, haben sich die Wände an einander liegender Gefässer wie sonst von einander entfernt und die dicke Wand ist bis auf die erste ursprüngliche Hant ausgehöhlt. Zwischen diesen Gefässen, die ich Faser-spiroiden nennen möchte, finden sich echte Spiralgefässer zerstreut, welche es erleichtern, den Unterschied zwischen beiden Gefässen zu beobachten und zu erforschen. Alles scheint von der Verdickung der Wände vorzüglich abzuhängen.

Die oben beschriebenen Gefässer mit den anscheinenden Poren sind zu den porösen Gefässen zu rechnen, von denen sie allerdings eine besondere Modification darstellen. *Meyen* nannte sie (Physiol. Th. 1 Kap. 3) prosenchymatische Zellen, weil er meinte, der angegebene Unterschied zwischen Parenchym und Prosenchym sei nicht bestimmt genug. Es ist wahr, die Zellen sind in der Jugend nicht selten parenchymatisch und werden später prosenchymatisch, auch gibt es Mittelformen, aber man würde grosse Umschreibungen wiederholen müssen, wenn man beide Hauptformen nicht durch ein Wort unterscheiden wollte. Dagegen ist zwischen den

porösen Gefässen, sowohl der Coniferen als überhaupt, ein bestimmter Unterschied, man muss nur nicht die Lücken, welche die Wände der Gefässer mit einander machen, und welche oft Parenchymzellen einschliessen, mit Prosenchymzellen verwechseln. Wohl aber könnte man poröse Gefässer mit Baströhren verwechseln. Denn Gefässer ohne Poren, welche letztere doch im Ganzen zufällig sind, lassen sich nicht von Baströhren anders unterscheiden, als durch die Lage der letzteren in der Rinde, was unter Umständen, wenn die Rinde dicht am Holze liegt, ungewiss werden kann. Denn es tritt hier allerdings der sonderbare Umstand ein, dass die Bündel von Baströhren, welche in allen dikotylen Bäumen in der Rinde gefunden werden, in den Coniferen nicht zu bemerken sind, wenigstens habe ich sie deutlich niemals gesehen. Wohl aber findet man einzelne Baströhren in der Rinde nahe am Holz, auch dicht unter der äussern Rinde in *Juniperus virginiana* u. a. Dagegen kommen aber in *Pinus Strobus* gegen die Rinde poröse Gefässer mit dicken Wänden vor, welche eben so spiralförmig gestreift erscheinen, wie die oben S. 87 beschriebenen und Anatomie der Pfl. H. 1 Taf. 8 Fig. 3. B abgebildeten Baströhren.

Die Schicht um das Holz, welche ich Bastsplint nenne, ist ebenfalls in den Coniferen vorhanden. In den übrigen Dikotylen unterscheidet sie sich dadurch von den inneren Schichten des Holzes, dass sie nicht die grossen porösen Gefässer enthält, sondern aus engem Zellgewebe, meistens Prosenchym besteht. In den Coniferen unterscheidet sie sich auf eine ähnliche Weise von dem innern Holze dadurch, dass die Röhren in ihr keine Poren haben. Auch geschieht die Trennung zwischen Holz und Rinde in dieser Schicht wie gewöhnlich, doch pflegt die Faserschicht der Rinde, oder die innere Rinde sehr dünn zu sein. Die äussere Rinde besteht fast ganz aus dünnen Schichten von Aussenrinde und Mittelrinde, die sich besonders im Alter leicht von einander trennen, daher die Rinde blätterig erscheint. So ist es wenigstens in vielen Coniferen.

Die Markstralen sind überhaupt genommen mit den Markstralen in andern Dikotylen übereinstimmend. Goeppert in

seiner Abhandlung über den Bau der Coniferen hat die Bemerkung gemacht, dass die Zellen der Markstrahlen in einem Längsschnitt nicht, wie gewöhnlich, mauerförmig auf einander liegen, sondern in Querreihen stehen, deren Zellenwände zusammentreffen *).

Einkeilungen sind häufig an den Coniferen, aber schmal, und nie so hervorstehend, wie in der Buche und Eiche.

In jeder Holzlage der Kiefer bemerkt man zwei Schichten, eine äussere dichtere, gewöhnlich dunkler gefärbte, und eine innere lockere, heller gefärbte. Meyen führt dieses in seiner Physiologie (I. 363) an. Untersucht man sie mikroskopisch, so finden man, dass die äussere, dichtere aus engen, dichter stehenden Gefässen besteht, die innere lockere aus weitem. Goeppert sagt (a. a. O. S. 17), die erste Schicht sei im Spätsommer entstanden, die zweite hingegen im Frühjahr, welches mir sehr richtig scheint.

Nach dem Keimen weichen die jungen Stämme der Tannenbäume (Abietinae) etwas in ihrem Baue von den übrigen Dikotylen ab, so viel ich habe beobachten können. Die Gefässbündel stehen von einander entfernt; zuweilen sind ihrer nur drei, in einem Dreieck stehend, vorhanden, und werden durch eine Schicht von engen begleitenden, fast parenchymatischen Zellen verbunden. Die Bündel bestehen ganz aus abrollbaren Spiralgefässen. Mit der Zeit wachsen diese rund umher an, und das parenchymatische Zellgewebe geht in poröse Gefässer über. Schon in der frühen Jugend sieht man jene Erweiterung der Zellenwände, die vielleicht den Anfang zu Einkeilungen machen **).

Eine merkwürdige Erscheinung in der Holzbildung der Tannenbäume, welche die Forstmänner das Überwalleu nennen, ist von Goeppert genau beobachtet und beschrieben worden ***). Wenn ein Baum, wie gewöhnlich, nicht hoch über dem Ende abgehauen wird, so überzieht sich der Stumpf, wo

*) *De Coniferarum structura anatomica scr. H. G. Goeppert. Vratislav 1841. 4. p. 21.*

**) *S. Anatom. bot. Abbild. Taf. 13 Fig. 1—3 von Pinus Strobus.*

***) *Beobachtungen über das sogenannte Überwalleu der Tannenstöcke für Botaniker und Forstmänner v. Prof. Goeppert zu Breslau. Bonn 1842.*

ein solches Überwallen Statt findet, mit einer neuen Holz- und Rindenmasse. Es entsteht nämlich, Goepperts Beobachtungen zufolge, bald nach dem Abhauen des Stammes, zwischen Holz und Rinde, eine neue Holzlage im ganzen Umfange der Wurzel und der untern Theile des Stumpfes. Im Anfange bedeckt die Rinde des Stumpfes diesen neuen Ansatz und es vergeht oft eine lange Zeit, ehe man ihn wahrnimmt, indem mit jedem Jahre ein neuer, nur wenig höher hinauf reichender Holz- und Rindenring sich bildet. Endlich zeigt sich auf der Oberfläche des Stumpfes, in dessen Umfange, eine aus jungem Holze und junger Rinde bestehende wulstförmige Erhebung, die sich allmälig nach der Mitte zu überwölbt, und bis diese erreicht wird, von Jahr zu Jahr in dieser Richtung fortschreitet. War die Oberfläche des Stumpfes gleichförmig, so zeigt sich auch die Überwallung gleichförmig; war dieses nicht der Fall, so folgt sie den Ungleichheiten der Oberfläche, doch so, dass sie dieselben durch ihre grössere oder geringere Dicke ausgleicht. In einem Stücke, welches ich der Güte des Herrn Prof. Goeppert verdanke, sieht man deutlich, wie die Ecken des alten Stammes durch die neu angesetzten bogenförmigen Holzschichten abgerundet werden, und wie diese, gleichsam zweckmässig, an den Stellen, wo es nöthig ist, sich erweitern, um eine weniger abgerundete Fläche zu bilden, die dann von andern weniger gewölbten Schichten umzogen wird. Nur an einigen Abietinen hat man diese Überwallung beobachtet, am häufigsten an der Edeltanne (*Abies pectinata*), seltener an der Rothanne (*Picea excelsa*), sehr selten an der gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*) und nur einmal sah sie Goeppert an einer der Krummholzkiefer (*Pinus Pumilio*) nahe stehenden Kiefer, vermutlich *Pinus humilis*.

Es giebt aber manche Mittelformen zwischen den Coniferen und den übrigen Dikotylen in Rücksicht auf den innern Bau des Stammes. Hierher gehört besonders *Ephedra*. Sie hat grosse, poröse Gefässer zwischen kleinern, wie die übrigen Dikotylen solche grosse Gefässer zwischen engem Zellgewebe haben. Die sonderbaren Gewächse dieser Gattung sind auch durch ihre äussere Gestalt sehr von den andern

Coniferen verschieden, und bilden eine kleine, für sich bestehende Familie. Auch führt Goeppert in der oben erwähnten Abhandlung *Chloranthus elatior* und *Gnetum Gnemon* als solche Mittelformen an *).

Doch wir wollen von diesen Mittelformen zu andern noch wichtigeren übergehen, zu den Mittelformen zwischen den Dikotylen und Monokotylen überhaupt. Es gibt nämlich Pflanzen, welche den Charakter beider Klassen in ihren Stämmen zeigen, einen Kreis von stralenförmigem Zellgewebe mit Bündeln von Spiroiden im Umfange, einen Holzring, wie wir ihn in den Dikotylen finden, und eine Menge von einzeln stehenden Holzbündeln, wie sie die Monokotylen in der Mitte um die Axe haben. In einigen Piperaceen (*Piper unguiculatum*) ist der Ring breit, mit deutlichen Markstralen, gleich dem Holzringe der dikotylen Sträucher, in *Amarantus* besteht er aus Holzbündeln, durch breite Markstralen getrennt, wie in vielen dikotylen Kräutern, z. B. den Umbellaten. Die Holzbündel stehen in Kreisen, doch im Ganzen unregelmässig, und sind aus engem begleitenden Zellgewebe und Spiroiden, meistens jedoch wirklichen Spiralgefassen zusammengesetzt. Die Gefässe liegen in der Regel an einer Seite, und zwar der Axe zugekehrt, zuweilen ist aber auch der Holzbündel von Zellgewebe umgeben, oder es liegen zwei Gefässbündel von einander getrennt im Zellgewebe. In der Jugend fehlt der äussere stralenförmige Holzring, die zerstreuten Holzbündel sind allein vorhanden, und im Alter wächst der Holzring erst nach. Auch in einigen Arten mit

*) S. Abbildungen von dem Baue der Coniferen überhaupt in den Anatom. botan. Abbild. Taf. 7, Fig. 1. 2 einen jährigen Zweig von *Pinus Strobus*; Fig. 3—5 dreijährigen Ast; Taf. 13 Fig. 1—3 junge Pflanze von *Pinus Strobus*; Fig. 8—10 Ast von *Taxus baccata*; Fig. 11—13 Ast von *Juniperus virginiana*. Wie sehr der Bau der Wurzel mit dem Baue des Stamnes übereinstimmt, sieht man an der Wurzel von einem sehr jungen *Pinus* Anat. bot. Abb. Taf. 13 Fig. 4—7 als Folge der Anatomie von einem jungen *Pinus Strobus*. Die Figuren, Ausgew. anat. bot. Abbild. H. 1 Taf. 5 Fig. 5—7 nach einem dreijährigen Ast der Wurzel von *Pinus sylvestris* sind wegen der gefärbten hellen Stellen in den Poren dargestellt. Die Poren scheinen Drüsen, sind es aber nicht, sondern wohl nur zufällig mit flüssigem Harz getränkt worden.

weichem, krautartigen Stengel solcher natürlicher Ordnungen, worin die Stämme den eben beschriebenen Bau haben, fehlt der Holzring ebenfalls, und die Holzbündel bleiben immer von einander getrennt. Dieses ist der Fall in den Piperaceen, wie schon Trevoranus bemerkt hat *). Zuerst wurde diese Bildung beobachtet in der Gattung *Mirabilis* und in den Cucurbitaceen von Bernhardi **), dann sah ich sie in *Amarantus* und einigen Arten von *Chenopodium* ***), auch hat sie E. Meyer in den Piperaceen zuerst gefunden und beschrieben †). Nach Mirbel kommen solche zerstreute Holzbündel im Marke alter und dicker Stämme von Umbellaten vor, und in de Candolle's *Organographie végétale* (Tab. 3 Fig. 5) ist ein Querschnitt aus dem Stämme von *Ferula communis* verkleinert und nicht vergrössert, abgebildet. Doch scheinen die vereinzelten Bündel nur in grossen und alten Stämmen zu sein; in den kleineren und jüngern sucht man sie vergebens. — Es kommt also diese Mittelform in sehr verschiedenen Pflanzen vor. Nur in den Piperaceen stimmt die äussere Gestalt mit dem innern Bau überein; sie schwankt zwischen der äussern Gestalt der Monokotylen und Dikotylen, sogar das Keimen ist nicht entschieden monokotylisch oder dikotylisch, aber die Amaranten und Nyctagineen sind so entschieden dikotylisch und weichen so wenig von den Urticeen ab, dass man mit Verwunderung auf einen so abweichenden innern Bau trifft.

Wir kommen nun zu dem Stamm der Monokotylen. Es ist auffallend, dass in dieser Pflanzenklasse besonders viele Stämme zu den unechten Stämmen, zu den Caulomen, Knollstöcken, Mittelstöcken u. s. w. gehören, ja dass sogar die echten Stämme selten als Hauptstämme, sondern vielmehr als

*) *S. Physiolog. d. Gewächse* Bd. 1 S. 210. Vergl. *anatomisch botan. Abbild.* Taf. 9 Fig. 9, 10.

**) *Über Pflanzengefäße und eine neue Art derselben von Bernhardi.* Erfurt 1805. S. 12. 20 Taf. 1 Fig. 1.

***) *Grundlehre d. Anat. d. Pfl.* Gött. 1807. S. 144. S. auch *anatom. bot. Abbild.* Taf. 10 Fig. 4. 5 aus dem Stämme von *Amarantus strictus*.

†) *De Houttuynia et Saururo dissert.* E. Meyer Regiom. 1827. p. 39. S. auch *Duverney Untersuchung über Keimung, Bau und Wachsthum der Monokotyledonen.* Stuttg. 1834.

Äste von einem unterirdischen Stainme, einem Rhizom, einer Zwiebel, einem Knollstocke zu betrachten sind. Es giebt auch unter den Monokotylen keinen Baum mit einem echten Stamm. Daher ist es denn gekommen, dass man viel Unrichtiges und Halbrichtiges von den Stämmen der Monokotylen gesagt hat, indem man sie den Dikotylen nicht unter gleichen Verhältnissen entgegenstellte. So verglich man den Stamm der Palmen mit dem Stämme der dikotylen Bäume und wandte, was man nur für das Caulom gefunden hatte, auf alle Monokotylen an. Eine der ersten öffentlich bekannt gemachten botanischen Untersuchungen nach den Stürmen der französischen Revolution betraf den Unterschied im Baue des Stammes der Monokotyledonen und Dikotyledonen, worauf Desfontaines zuerst aufmerksam machte*). Er verglich den Stamm der Palmen mit den Stämmen unserer dikotylen Bäume; er sah dort zerstreute Holzbündel, hier Jahrringe; er sah dort das Holz gegen die Mitte lockerer werden, hier dichter und bald zog man daraus den Schluss, dass dort das jährliche Anwachsen nach innen geschehe, hier nach aussen, weil das Jüngere lockerer und weicher zu sein pflegt, als das Ältere. Aber der Palmenstamm ist kein echter Stamm und kann also nicht den echten Stämmen der Dikotylen entgegengestellt werden.

Es sind also die echten Stämme, zu denen wir uns zuerst wenden müssen, und da diese Stämme als Hauptstämme selten sind, so wollen wir die Äste der unterirdischen Stämme als echte Stämme annehmen. Dazu bietet uns die Analogie mit den dikotylen Pflanzen gute Gründe dar, und zwar erstlich, weil in allen Dikotylen, welche doch den grössten Theil der phanerogamen Pflanzen überhaupt ausmachen, die Äste dem Hauptstamme in allen Stücken ähnlich sind, und dann, weil in den Dikotylen, welche Rhizome haben, z. B. Tormentilla, die Stämme, oder eigentlich Äste, welche aus dem Rhizome hervorkommen, durchaus nicht von den echten Hauptstämmen der Dikotylen sich unterscheiden lassen.

Diese Stämme nun, von denen, wie sonst, ihre Äste nicht verschieden sind, zeichnen sich im innern Bau von den Diko-

*) *Memoires de l'Institut T. 1 p. 478.*

tylen zuerst dadurch aus, dass sie niemals einen stralenförmig anwachsenden Holzring erzeugen. Wo wir einen solchen Holzring sehen, können wir sicher auf ein dikotyles Gewächs schließen. Da diese monokotylen Stämme nicht einen Holzring haben, so haben sie auch natürlicher Weise nicht mehrere, und die Jahrringe der dikotylen Bäume fehlen ihnen ganz und gar. Aber die Holzbündel in den Stämmen der dikotylen Bäume sind in der Jugend von einander getrennt, und wachsen erst später in einen stralenförmigen Ring aus, auch giebt es unter den Dikotylen viele Kräuter, deren Holzbündel immer getrennt bleiben, daher bedarf es noch eines Kennzeichnens, um die Stämme der Monokotylen von den Dikotylen zu unterscheiden. Dieses besteht nun darin, dass in den monokotylen Stämmen immer mehr als ein Kreis von Holzbündeln sich befindet, und dass die Holzbündel in zwei nächsten Kreisen wechselnd stehen. Nie wächst auch der Holzbündel gegen den Umfang zu allein aus, wie es in vielen dikotylen Kräutern geschieht, sondern die Bündel behalten dieselbe Gestalt beim Anwachsen des Stammes, und erweitern und vergrössern sich nach allen Richtungen.

Die äussere Umhüllung des Stammes ist, wie bei allen Pflanzen, die Gefässe haben, ein parenchymatisches Zellgewebe aus vieleckigen Zellen, dieses liegt bei einigen Monokotylen dicht um den Kreis von Holzbündeln, und steht mit dem Zellgewebe zwischen den Holzbündeln in Verbindung, nur unterscheidet es sich in der Regel durch die etwas veränderte Gestalt und Grösse der Zellen. Es ist die einfachste Bildung. Unter dieser parenchymatischen Rinde befindet sich in einer grössern oder geringern Entfernung ein Kreis von engen, langen, parenchymatischen, oder prosenchymatischen Zellen, auch wohl Baströhren. Er ist schmäler oder breiter; in einigen saftigen Gewächsen fehlt er ganz; er umgibt entweder die Holzbündel näher oder ferner, oder diese befinden sich schon in ihm selbst. Wir wollen ihn die innere Rinde nennen, und jene parenchymatische die äussere. In einigen Fällen ist die letzte sehr zusammengesetzt, und besteht aus mehrern, verschieden gestalteten Parenchymzellen*).

*) S. meine Abhandlung de structura caulis plantarum Monocotylea-

Die Holzbündel im Stämme zeigen bei allen Monokotyledonen nur geringe Verschiedenheiten. Sie sind rundlich oder oval, haben in der Regel in der Mitte zwei grosse von einander etwas entfernte, ebenfalls ovale, poröse Gefässer und an einem Ende mehrere, mannichfaltige und oft unregelmässig zusammengestellte Gefässer, zwar immer kleiner als jene porösen Gefässer, aber doch von verschiedener Grösse, die kleineren meistens Spiralgefässer, die grössern auch poröse Gefässer. An dem andern Ende des Holzbündels befindet sich ein grosser oder kleiner, zuweilen kaum merklicher Haufen von Baströhren. Ein Zellgewebe von langen, engen, parenchymatischen, im Alter auch wohl prosenchymatischen Zellen füllt die Lücken zwischen den Gefässen aus und umgibt auch das Holzbündel rund umher so, dass es in dem Parenchym aus vieleckigen, weiten Zellen, welches den ganzen innern Stamm einnimmt, ausgezeichnet liegt. Die grösste Verschiedenheit, die nur in grossen Gewächsen, namentlich den Palmen, vorkommt, besteht darin, dass sich nur ein sehr grosses poröses Gefäss in der Mitte befindet, und andere kleinere umher, bald regelmässig, bald unregelmässig, gestellt sind, bald beides zugleich. Das Gefässende der Holzbündel ist immer der Axe zugekehrt, das Bastende dem Umfange. Die hier gegebene Beschreibung passt auch ganz auf die Holzbündel der Pfefferarten, Amaranten u. s. w.

Wenn man den Bau des Stammes der Monokotyledonen mit dem Baue des Stammes der Dikotyledonen vergleicht, so führt die regelmässige Richtung der Holzbündel in den ersten darauf, dass die Holzbündel des Stammes der letztern in der Richtung nach dem Umfange zu alle mit einander verwachsen sind, wobei der Bast, der oft sehr gering ist, in jedem Holzbündel verschwand. Es liegen nämlich die grossen porösen Gefässer in den straligen Holzschichten in unregelmässigen Reihen, ungefähr so wie sie liegen würden, wenn man die Holzbündel einer Monokotyle zusammengeschoben hätte. Diese Ansicht vereinigt die beiden grossen Klassen

rum in der Abhandl. d. K. Akadem. der Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1832 p. 85 in 4 Kupfertafeln.

von Pflanzen, welche in ihrem Baue gar zu abweichend von einander sonst erscheinen würden.

Das Anwachsen des echten Stammes der Monokotylen in die Dicke geschieht, wie es scheint, auf eine ähnliche Weise, wie bei den Dikotylen. Es giebt verhältnissmässig weniger ausdauernde echte Stämme unter den Monokotylen, als unter den Dikotylen, und gar keine Bäume, wie schon bemerkt wurde; man hat also nicht so viele und so oft wiederholte Beobachtungen über dieselben als über die dikotylen Bäume zu machen Veranlassung gehabt. Indessen ergiebt sich Folgendes leicht. In einem jungen Stamm einer Monokotyle sind die Holzbündel kleiner, als in einem ältern, wie sich wohl erwarten lässt. Vergleicht man nun den Querschnitt von dem oberen jüngern Stämme einer jährigen Monokotyle mit dem Querschnitte desselben Stammes an der Basis, so findet man mehr Kreise von Holzbündeln, als oben, und die äussersten Kreise bestehen aus kleinen Holzbündeln. Man hat also Ursache zu vermuthen, dass diese äussern Holzbündel jünger sind, als die innern, mithin später und gegen den Umfang zu angewachsen. An Gräsern ist dieses leicht zu sehen. Indessen stimmt die Zahl der Knotenglieder keinesweges mit der Zahl der Kreise überein, wie man schon daraus sieht, dass in dem obersten und jüngsten Stammgliede mehr als ein Kreis von Holzbündeln sich befindet. So verhält es sich auch mit den ausdauernden Stämmen, z. B. mit den Axentheilen von Smilax, wo die Kreise der Holzbündel sich vermehren mit dem Alter, wo auch die Holzbündel in den jüngern Zweigen klein sind, und wo in den ältern Zweigen die kleinern Holzbündel sich gegen den Umfang zu befinden. Man kann daraus wohl schliessen, dass die Holzbündel nach aussen zu angewachsen sind und dass sich ein Kreis um den andern angelegt hat. Die Analogie mit den Dikotylen lässt ein solches Anwachsen schon vermuten, zumal da nicht der geringste Beweis, nicht einmal die Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass neue Schichten sich von innen ansetzen, wie man von allen Monokotylen behauptete. Aber keinesweges legt sich jährlich ein Kreis von Holzbündeln nach aussen zu an, wie in den Dikotylen, sondern die Sache verhält sich auf eine

ähnliche Weise, wie vorher von dem Anwachsen der Glieder desselben Stammes gesagt wurde; es sind nämlich in den jüngsten Zweigen schon viele Kreise von Holzbündeln vorhanden. Auch scheint nicht ein ganzer Kreis von solchen Bündeln zugleich anzuwachsen, denn man sieht oft gegen den Umfang einzelne Holzbündel, gleichsam als den Anfang eines neuen Kreises. — Die Rinde leidet keine andere Veränderung, als dass nicht allein die innere Rinde nach aussen zu anwächst, sondern dass auch die Holzbündel in dieser innern Rinde nach aussen zu einwachsen, sich also gegen den Umfang zu häufen, und dadurch eine dichte und feste Rinde hervorbringen. Am Bambus und einigen Palmen ist dies sehr auffallend, daher man sich ihrer auch zu Pfälen u. dergl. in ihrem Vaterlande, bei uns zu Spazierstöcken zu bedienen pflegt.

Der Bau der Querwände in den Knoten der Stämme ist bei manchen Monokotylen sehr auffallend und merkwürdig. In den hohen und den ausdauernden Gräserstämmen, z. B. von Mais, Zuckerrohr und Bambus, sind die Holzbündel so verästelt und wieder verbunden, dass sie ein dichtes Netz bilden. In der Mitte des Stammes gehen viele dicke Holzbündel gerade durch das Netz, ohne Theil daran zu nehmen, an den Seiten nur sieht man gerade aufsteigende Holzbündel, welche Äste zu dem Netz schicken, welches aus solchen Ästen durch eine mannichfaltige Verzweigung zu entstehen scheint. Dass die Holzbündel an den Knoten angewachsen wären, und daher ihren Ursprung nähmen, habe ich nicht finden können, ungeachtet ich mir viele Mühe gegeben, danach zu suchen. Nicht immer findet sich dieses Netzwerk von Holzbündeln in Knoten, aber immer sind die Gefässe in der Mitte desselben gehäuft, und gehen von dort in die Blätter aus, machen also die Grundlage zu einer Knospe, wie wir sehen werden. So ist auch der netzförmig durch Holzbündel geschlossene Knoten in seinem innern Baue, dem Zwiebelstock ganz ähnlich, der bekanntlich eine grosse Knospe unterstützt, wie wir in der Folge sehen werden. Es ist also in vielen Monokotylen ein andres Fortwachsen durch Knospen, als in den Dikotylen. Doch giebt es auch viele Monokotylen, in de-

nen keine Querwand in dem Knoten zu finden ist, z. B. den Smilacinen*).

Die Ausläufer der Monokotylen sind meistens unterirdisch, daher können sich an ihnen die Blätter nicht so gut entwickeln, als über der Erde. Meistens sind sie auch saftiger, das heißt die Höhlung des Stammes ist statt der Röhre über der Erde mit Parenchym gefüllt, und dieses ist saftig. Die Ausläufer gleichen also etwas den Wurzeln, und werden auch an *Triticum repens* und *Carex arenaria* pharmaceutisch radices genannt.

Zwanzigste Vorlesung.

Hervorbrechen der Knospen am Stämme bei den Dikotylen und Monokotylen. Ununterbrochenes Anwachsen der Axentheile in die Länge.

Das Wachsthum der echten Stämme in die Länge geschieht durch Knospen, d. h. durch Theile, welche die Anfänge der Axentheile und der Blätter enthalten. Der Hauptstamm entspringt aus der ersten Knospe des Embryo, und verlängert sich den ersten Sommer oder die erste nasse Jahreszeit hindurch mehr oder weniger. Wenn er nicht abstirbt, sondern ausdauert bis zu einer der Vegetation mehr günstigen Jahreszeit, so geschieht das Fortwachsen immer durch eine

*) In den Anat. bot. Abbild. Taf. 2 ist Fig. 1. 2. 3 der innere Bau eines Stammes von *Zea Mays* vorgestellt, wo die innere Rinde fehlt, die äussere langzellig ist; Fig. 5. 6 das Netz der Holzbündel von Mays und Zuckerrohr, durch Fäulniss von Parenchym befreit; Taf. 3 Fig. 1—7 die Anatomie von *Secale cereale*; Taf. 4 Fig. 1 u. 2 Längsschnitt durch das Innere der Knospe von *Tradescantia undata* und *Iris haematocephala*; Fig. 2 ist der Längsschnitt durch den Stamm von *Tradescantia undata*, wo ebenfalls die innere Rinde fehlt, und die äussere dafür langzellig ist; Fig. 5. 6 Querschnitt und Längsschnitt durch den Stamm von *Polygonatum vulgare*, wo die innere Rinde sehr deutlich ist; Taf. 10 Fig. 1. 2. 3 der Bau des Stammes von *Papyrus antiquorum* mit dem S. 67 beschriebenen sternförmigen Zellgewebe.

an der Spitze oder nahe bei derselben entstandene Knospe: Alle Seitenvegetation entsteht ebenfalls immer, auch in der ersten Jahreszeit der Vegetation, durch Knospen.

Es ist das Mark, welches vordringt, um das Anwachsen der Dikotylen zu veranlassen. Linné hat dieses bestimmt ausgesprochen. Das Mark, sagt er (Ph. bot. §. 79), wächst, indem es sich ausdehnt und die Umhüllungen; ferner, das Ende der Markfaser dringt durch die Rinde hervor und löst sich in eine Knospe auf, die aus zusammengelegten, nie wieder wachsenden Blättern besteht. Medicus, auch Hedwig, welche die Pflanzen oberflächlich betrachteten, setzten diesem sogleich entgegen, dass man in vielen Pflanzen das Mark vertrocknet, versauft und ganz geschwunden finde, indem die Pflanze noch immer fortwüchse und blühe. Aber man darf nur genauer zusehen, so wird man finden, dass da, wo eine neue Knospe entsteht, das Mark innen saftig wird, und dass es erst dann vertrocknet und verschwindet, wenn es seine Dienste zur Bildung der jungen Knospe gethan hat. Wenn man im Frühjahr einen Ast von einer Rosskastanie, worauf eine Knospe sich befindet, der Länge nach durchschneidet, so sieht man, dass in dem Aste selbst das Mark weiss und saftleer ist, dann folgt eine Querwand von gelbem, nicht ganz saftleerem Parenchym, über dieser Querwand wird aber das Mark sogleich grün und saftig. Macht man nun ferner Längsschnitte durch die Knospe mit der Oberfläche parallel, oder durch die Axe, so zeigt sich ein zartes Zellgewebe mit zarten Spiral- oder porösen Gefässen, die mit den Enden an einander liegen, ohne Zweifel junger Anwuchs zwischen ältern, stärker ausgedrückten Gefässen und einem ebenfalls stärkern, ältern Gewebe. Die ältern Zellen und Gefässen haben sich von einander entfernt, um den zuletzt angewachsenen Zellen und Gefässen zu ihrer Entwicklung Platz zu machen*).

Die Knospe der Dikotylen löst sich an der Spitze keinesweges in Blätter auf, wie die Knospe der Monokotylen, sondern sie endigt sich in einer stumpfen Spitze, an der die jungen unentwickelten Blätter sich befinden. Das Mark, als

*) S. Anat. bot. Abbild. Taf. 7 Fig. 6—12.

saftiges Parenchym, steigt bis in die äusserste Spitze hinauf, und erfüllt sie ganz und gar, wenigstens bemerkte man keine Gefässer darin; auch in den ganz jungen Blättern ist es mir nicht möglich gewesen, Gefässer zu finden. Weiter unten in der Knospe findet man die Gefässer als echte Spiralgefässer, und zwar oft in ein Bündel gehäuft, von welchem sie sich nach oben in der Knospe verbreiten, doch sich endlich verlieren. Die Zellen des Zellgewebes enthalten meistens einen weichen körnigen Stoff, mit einem Kern (sogenannten Cytoblasten), und gar nicht selten Krystalldrusen. Dass aber aus den jungen Cytoblasten Zellen in der Mutterzelle gebildet hervorgegangen sein sollten, sieht man nirgends. Vielmehr ist es sehr deutlich, dass aus der weichen körnigen Masse sich die innern Ansätze bilden, zwischen denen leere und deswegen helle Stellen oder sogenannte Poren bleiben.

Wo nun eine Knospe aus dem alten Holz entspringt, da wenden sich die innern Gefässer des Holzes zur Seite, theils um das Blatt, theils um die Knospe zu bilden. Es sind nur die innern und innersten Gefässer des Holzes dicht um das Mark, welche sich hier seitwärts wenden. Die innersten Gefässer, Spiralgefässer, begeben sich zu den äussersten Theilen der Knospe; die innern, Spiralgefässer und poröse Gefässer, ja zuweilen unten poröse Gefässer nach oben plötzlich in Spiralgefässer verändert, gehen zum Blatte; die äussersten bleiben im alten Holze zurück, indem sie nach oben zu sich verschmälern. Es wenden sich also auch die innersten Gefässer des Holzes nach aussen, und überlassen den ganzen innern Raum einer neuen Bildung. Zwischen den innersten, zur Seite gebogenen Spiralgefässen und den alten Markzellen, die sich dadurch auszeichnen, dass sie verdickte Wände mit hellen Stellen haben, entwickelt sich eine Masse von neu angewachsenem, mit einer körnigen Materie angefülltem vieleckigen Zellgewebe, die nach unten, wo sie sich dem alten Marke anschliesst, sehr verrchmälert, nach oben, wo sie in die neue Knospe übergeht, sehr erweitert ist. Die Gefässer, welche sich zum äussern Theile der Knospe wenden, gehen allerdings von den innern Gefässen des Stammes ab, sind aber keinesweges eine Verlängerung derselben, sondern es legt

sich ein Gefäss an das andere mit seinem Ende an, um so zu der Knospe zu gelangen. Aber im Innern des neu entstandenen Zellenhaufens entstehen ganz neue, zarte Spiralgefässe, deren Verbindung mit denen im ältern Holze wenigstens nicht zu erkennen ist. Aus allem diesem geht es klar hervor, dass bei der Knospenbildung überhaupt das Zellgewebe die erste ursprüngliche Bildung ausmacht*).

Dass die Gefässe aus der Knospe in den Stamm, oder in den Ast hineinwachsen und darin wurzeln, wie nach Petit Thouars Gaudichaud behauptet, ist nicht wahrscheinlich. Es gehen vielmehr einzelne Gefässe von einem grossen Haufen des Axentheiles ab, um in die Knospe zu gelangen, die Gefässbündel verästeln sich also nach oben und nicht nach unten, wie es doch der Fall sein müsste, wenn sie aus der Knospe in den Axentheil übergingen. Wohl aber scheint Zellgewebe in den Stamm hineinzuwachsen. Denn das neu angewachsene Zellgewebe ist am dicksten in den Knospen und verschmälert sich immer mehr da wo es nach unten in den Axentheil hineintritt, es verhält sich folglich auf eine umgekehrte Weise als die Gefässe. Die Knospe entsteht bekanntlich in einem Blattwinkel, ist anfangs sehr klein, wird aber nach und nach grösser, und hat eine mehr oder weniger rundliche Gestalt.

*) S. Ausgew. anat. bot. Abb. H. 2 Taf. 6 Fig. 3. 4 eine junge Knospe von *Sempervivum arboreum*, Fig. 5. 6 eine solche von *Quercus Robur*, Fig. 7. 8 eine solche von *Syringa vulgaris*. Man sieht, dass die Spitze des Astes in die Knospe tritt, und nicht aus Blättern zusammengesetzt ist. Die jungen Zellen enthalten eine körnige Materie, zuweilen in einen Zellkern (Cytoblasten) zusammengeballt, aus dem aber keine neue Zelle hervorgeht. In Anat. d. Pfl. in Abbild. Taf. 16 ist das Hervorbrechen einer Knospe an *Salix pentandra* dargestellt, und besonders Fig. 4, was oben beschrieben ist; auch findet man Fig. 6—9 die Veränderungen der Markzellen von den todteten bis zu den neu belebten nach ihrem Inhalt. Kristallhaufen sind schon früh vorhanden. Dasselbst Taf. 21 Fig. 1—5 sieht man das Hervorbrechen der Knospen an *Fraxinus pendula* und Fig. 6 eine junge Knospe von *Prunus Padus*, wo sich die Gefässe an einander legen, wie oben beschrieben ist; Fig. 7 sind einige Markzellen dargestellt und sogenannte Cytoblasten. Die Knospe Fig. 6 und die Spitze eines Astes von *Nerium Oleander* Taf. 22 Fig. 1 zeigen, dass die Äste und Knospen in ihrem Innern sich nicht in Blätter auflösen.

Indem sie nun anwächst, muss sie die Basis des Blattes nach aussen treiben, und immer mehr und mehr, wodurch nach unten eine Spalte entsteht, die immer weiter und länger wird, je mehr die Knospe sich vergrössert. Dass eine solche Spalte wirklich entstehe, zeigt die äussere Erhabenheit. Sie ist mit Zellgewebe erfüllt, und zwar mit demselben Zellgewebe, welches sich im Innern der Knospe befindet, auch sieht man deutlich, dass es ein später angewachsenes Zellgewebe ist. Dieses Zellgewebe kann nun nicht anders die ganze Spalte erfüllen, als indem es von oben nach unten wächst, weil auch die Spalte von oben nach unten sich immer mehr entwickelt. Ich habe mich so ausgedrückt, als ob die Knospe die Basis des Blattes nach aussen mit Gewalt trieb, der Deutlichkeit wegen, aber man sieht leicht ein, dass dieses das weiche Zellgewebe nicht vermag, sondern es ist das allgemeine Ausdehnungsvermögen, wodurch die Theile sich von einander entfernen, um den neu anwachsenden Platz zu machen. Hiedurch wird das ergänzt, was oben von dem Wachsen der Knospen in den Stamm gesagt wurde. Das neu entstandene Zellgewebe wächst allerdings aus dem Innern der Knospe in den Stamm, keilt sich aber bald aus, und dringt nicht weit ein, nicht weiter als die Spalte reicht, welche durch die Entwicklung der Knospe veranlasst wurde. Dieses neu angewachsene zarte Gewebe ist es auch, welches leicht durch den Frost zerstört wird, wie die oben angeführte Beobachtung lehrt. Die Gefässe hingegen scheinen in einer entgegengesetzten Richtung, von unten nach oben zu wachsen, und das ist wohl möglich, da überall zuerst das Zellgewebe erscheint, worauf dann später die Gefässe folgen. Es erhellt aber aus dieser Darstellung, dass die Knospen nicht weit in den Stamm, gleich Wurzeln hineinwachsen, und dass man noch weit weniger diesem Einwachsen die Entstehung der Jahrringe zuschreiben kann. Auch ist jenes Anwachsen der Zellen nicht sowohl ein unterwärts Wachsen, als vielmehr der Trieb des Zellgewebes sich nach allen Seiten, wo es nur Platz hat, auszubreiten.

Wir sehen aus dem Vorhergehenden, dass die Vermehrung der Pflanzen durch Knospen bei den Dikotylen vorzüg-

lich vom Mark abhängt. Das kann nun bei den Monokotylen nicht der Fall sein, da sie kein abgesondertes Mark in der Mitte des Stammes haben. Die Knospe, Blütenknospen ausgenommen, von denen hier nicht die Rede ist, bildet keinen rundlichen Körper, weil sich das Mark nicht in der Mitte anhäuft, sondern sie breitet sich auf der Unterlage flach aus, so dass sie bis auf ihr Innerstes aus Blättern besteht. Daher hat man den Monokotylen keine eigentliche Knospen zugeschrieben. Es ist aber die Knospe der Monokotylen eigentlich eine plattgedrückte Dikotylenknospe und dieser dann in allen Stücken ähnlich; so wie nämlich die jüngsten Blätter dort an der Spitze stehen, so stehen sie hier in der Mitte. Dieses ist besonders bei den grossen Endknospen der Palmen auffallend, und es musste dadurch die Meinung bestätigt erscheinen, dass der Stamm der Monokotylen nach innen anwachse. Die Gefässe, welche zu den jungen Blättern in den Dikotylen gehen, wenden sich nicht allein nach aussen und nach oben, sondern es entstehen auch in der Mitte der Knospe und zwar in dem sehr vermehrten Zellgewebe des Markes neue Gefässe, um zu den jungen Blättern zu gelangen. In den Monokotylen sind die jungen Blätter der Knospe auf dem flachen Grunde mehr zusammengedrängt, als auf der langgezogenen Spitze, daher liegen auch die Gefässe in der Mitte der Knospe mehr einander genähert, und wenn neue zwischen den ältern entstehen, bildet sich zuletzt ein starkes Bündel in der Mitte der Knospe.

Die Stämme der Monokotylen stehen sehr oft, ja man möchte sagen meistens, auf unterirdischen Stämmen oder Rhizomen, und sind daher als Äste, oder als Nebenachsen einer unter der Erde liegenden Hauptaxe anzusehen. Sie haben auch oft keine Seitenäste, ausser den Blütenstielen und sind daher in diesen Fällen als grosse Blütenstiele zu betrachten. Es kommt noch dazu, dass die Stammblätter, wenn sie nicht scheidenartig den ganzen Stamm umfassen, wie dieses bei den übrigen Monokotylen die Regel ist, sich gar sehr von den untern Blättern oder den Wurzelscheiden (den wahren, nur veränderten Blättern) unterscheiden, und mehr den Namen Bracten als Blätter verdienen, wie man an *Polygonatum*, *Fri-*

tillaria, Paris und andern sehen kann. An vielen Monokotylen ist der Knollstock so klein, dass man ihn leicht übersehen kann, namentlich an *Panicum plicatum*, und ohne Zweifel ist die Entwicklung der Stämme als Äste aus Rhizomen viel weiter verbreiter als man meint.

Die Monokotyledonen wachsen viel häufiger durch Endknospen an, als es unter den Dikotylen der Fall ist, und die Verästelung der ausdauernden ist immer viel einfacher, als sie bei jenen zu sein pflegt. Aber sie fehlt nicht ganz, wie man sich wohl ausgedrückt hat, wenn man sie *Acroblastae* nannte. Unsere einheimischen Gräser haben allerdings nur zuweilen Äste, man sieht sie jedoch in Menge an *Agrostis stolonifera*, aber an den ausländischen Gräsern sind sie sehr häufig. Sie kommen dann aus den Winkeln der Blätter hervor, auf dieselbe Weise wie an den Dikotylen, nur mit dem erwähnten Unterschiede der Knospenbildung, dass nämlich die Knospe ganz aus Blättern besteht, und in der Mitte keine Markspitze hat. Dieselben Unterschiede finden wir auch an den Endknospen der Monokotylen, welche sonst sich wesentlich vor den Endknospen der Dikotylen nicht auszeichnen.

Überall zeigt sich an den Monokotylen ein Mangel der Entwicklung. Die Hauptstämme liegen sehr oft in sich zusammengezogen in der Erde; das Caulom, wovon noch die Rede sein wird, besteht aus zusammengeschobenen Knoten; die Entwicklung des Stammes über die Erde geht nicht selten nur einfach nach oben und die Knospe ist weniger entwickelt und in sich zusammengedrückt*).

*) S. Anat. bot. Abbild. Taf. 1 Fig. 5. 6 das Innere der Knospen von *Zea Mays*; Taf. 3 Fig. 13 einen Querschnitt der Knospe von *Tradescantia undata*; Taf. 4 Fig. 1 einen Längsschnitt durch den Stamm und die Knospe von derselben Pflanze, wo man die Anhäufung der Gefäße in der Mitte sieht; Taf. 4 Fig. 4 einen ähnlichen Schnitt durch Stamm und Knospe von *Iris haematocephala*; Taf. 5 Fig. 10. 11 Querschnitte durch den Stamm von *Cyperus aureus*, wo er sich in Blätter entwickelt; Ausgew. anat. bot. Abbild. H. 1 Taf. 6 Fig. 2. 4 Schnitt durch die Basis des Stammes von *Aloë vulgaris*, wo man ebenfalls die Anhäufung der Gefäße in der Mitte sieht. Man vergleiche hiermit die Anatomie einer Zwiebelknospe von *Lilium bulbiferum* das. H. 2 Taf. 6 Fig. 9—13.

Wir haben von dem abgesetzten Anwachsen des Stammes durch Knospen geredet, es ist aber noch von dem ununterbrochenen Anwachsen zu reden, wodurch die vorhandenen einzelnen Theile von einander entfernt und neue Theile eingeschoben werden. Alles organische Anwachsen geschieht auf dieselbe Weise; selbst da, wo man als Beispiele eines blossen Ansetzens das Anwachsen der Nägel und Haare beim Menschen anführt, werden doch die neuen Theilchen an der Basis der genannten Theile eingeschoben, wodurch die übrigen, wo kein Einschieben geschieht, fortgeschoben werden. Das Anwachsen dieser Theile hat Ähnlichkeit mit dem Anwachsen des Stammes, nur dass dort die Basis anwächst, hier aber das Ende, wie wir in der Folge sehen werden.

Über dieses ununterbrochene Anwachsen hat schon Du Hamel Versuche angestellt. Er sah, dass Wurzeln, welche im Wasser wuchsen, nur am Ende sich verlängerten, an der Basis aber durchaus nicht (Physiq. d. arbr. L. 1 c. 5). Mit dem Stamm verhielt sich aber die Sache anders. Er machte Zeichen in gleichen Entfernungen an einem jungen Stamm, jede anderthalb Zoll lang, im Frühling und betrachtete sie wieder im Herbst. Er sah, dass alle Zeichen von einander entfernt waren, die untern wenig, die obern hingegen sehr. Im folgenden Jahre wuchs das untere Glied nicht mehr an. Aus diesen nicht wohl aufgefassten, und gar nicht wiederholten Versuchen bestimmt sogleich de Candolle einen Unterschied zwischen Stamm und Wurzel, dass jener überall sich verlängere, diese nur an den Enden, da doch Du Hamel selbst sagt, der Stamm habe sich unten wenig, zuletzt gar nicht mehr verlängert. Versuche, die ich selbst an jungen Trieben von *Solanum tuberosum*, *Lupinus Cruikshanki* und einigen andern Pflanzen anstelle, zeigten, dass die Stämme zwar nicht allein, aber doch vorzüglich an der Spitze anwachsen*). Hierauf folgten die sehr genauen Untersuchungen von dem Dr. Münter**), besonders an *Phaseolus vulgaris* angestellt. Sie

*) Element. Philosoph. botan. Ed. 2. I. §. 65.

**) Observationes physiologicae auct. A. H. A. J. Münter. Berol. 1841. Linnaea T. XV p. 209. Ferner Botan. Zeitung 1843! St. 5—8 u. St. 44—47.

gaben folgende Resultate; 1) Jeder Zwischenraum wird im Anfange überall ausgedehnt und wächst. 2) Die Theile, welche dem untern Knoten am nächsten sind, hören zuerst auf zu wachsen, hierauf die höheren u. s. w. 3) Die untere Abtheilung bleibt die kleinste, wenn sie auch im Anfange dieselbe Grösse, wie die übrigen, gehabt hat. Das Wachsthum der Zwischenknoten nimmt nach oben zu. 4) Im oberen Theile des Zwischenknotens dauert das Wachsthum fort, nachdem die Basis schon die grösste Länge erreicht hat. Was an drei Zwischenknoten beobachtet sei, meint der Verfasser nicht mit Unrecht, lasse sich auch auf die übrigen anwenden. Die angegebenen Gesetze fand er auch an *Dahlia variabilis* bestätigt. Doch ist es auffallend, dass an dieser Pflanze das oberste Endstück nicht absolut die grösste Länge zeigte, während es sonst fast stets die längste Zeit hindurch wuchs. Immer sind mehr Zwischenknoten im Wachsthum begriffen, nur wachsen die obersten mehr aus, und an einjährigen Pflanzen steht ein Theil in Rücksicht auf Wachsthum ganz still, indem der darüber befindliche sich in voller Thätigkeit befindet. Die untern Zwischenknoten übertreffen die folgenden in der Länge, doch gilt diess nur von den oberhalb der Mitte der ganzen Pflanze oder des Zweiges befindlichen Zwischenknoten, denn die darunter stehenden verhalten sich in Rücksicht auf die Länge gerade umgekehrt. Das Wachsthum des Internodiums hängt nicht von dem des Blattes ab. Nach Beobachtungen an *Acer Pseudo-Platanus*, *Vitis vinifera* und *Sambucus nigra* geht die Ausdehnung der Zwischenknoten anfangs in allen Theilen vor sich, lässt dann an der Basis zuerst nach, indem die übrigen Theile des Internodiums fortfahren sich zu verlängern, und endlich tritt die nach oben fortschreitende Stockung der Ausdehnung im obersten Theile zuletzt ein.

Allerdings waren alle diese Beobachtungen mit zu wenigen Pflanzenarten angestellt, und die Erweiterungen, welche Grisebach ihnen gab, sehr nöthig*). Bei gewissen Pflanzen

*) Beobachtungen über das Wachsthum der Vegetationsorgane v. A. Grisebach. Wiegmanns Archiv der Naturgeschichte. Fortges. v. Erichson. 9. Jahrg. 1. Bd. S. 208.

zerfällt die Entwicklung des Stengelgliedes in vier Perioden, die gesetzmässig von einander geschieden sind. Diese Perioden sind: 1) Das Stengelglied dehnt sich der ganzen Länge nach gleichförmig aus. Periode der gleichförmigen Ausdehnung. 2) Gleiche Abschnitte werden nach der Basis des Gliedes zu grösser, das Wachsthum ist daher im untern Theile des Gliedes stärker als im oberen. Eine scharfe Gränze zwischen wachsenden und ruhenden Theilen findet dabei gar nicht Statt. 3) Gleiche Abschnitte werden nach der Spitze des Gliedes zu grösser, so dass zuerst die oberen den untern gleich werden und sie zuletzt an Länge übertreffen. 4) Zwischen einem der beiden, gewöhnlich dem untern Knoten und dem Anfange der Abtheilungsskale wird ein Stück eingeschaltet. Diess geschieht indessen, wenn alle vier Entwickelungsweisen vorkommen, meistentheils während die zweite oder dritte Periode noch fortdauert. Zuweilen ist die Periodicität aber auch ganz scharf abgeschnitten, namentlich wenn die vierte Periode gleich auf die erste folgt, z. B. bei *Polygonum orientale*. Grisebach nennt die erste Periode die des gleichförmigen Wachsthums, die zweite des centrifugalen, weil er die Endknospe als das Centrum ansieht, die dritte des centripetalen, die vierte das intercalare. Die Folgerungen, welche Grisebach aus seinen Beobachtungen gezogen hat, sind folgende: 1) Gleichförmiges Wachsthum für sich allein kommt in allen natürlichen Familien bei einzelnen Internodien vor. Ob es Familien giebt, in denen alle Stengelglieder auf diesem Stadium stehen bleiben, ist nicht bekannt. 2) Wesentlich unterscheiden sich dadurch zwei Reihen von dikotylichen Familien, dass in einer derselben das centripetale Wachsthum der Glieder unmittelbar auf das gleichförmige folgt, welches der häufigste Fall ist, in der andern aber, dass zwischen beiden Perioden ein centrifugales Wachsthum Statt findet. Dieses ist bei *Umbellaten*, *Caryophylleen*, *Synanthereen* und *Cucurbitaceen* beobachtet worden. 3) Das intercalare Wachsthum ist eine Eigenthümlichkeit besonderer dikotylichen Familien. Es kommt a) mit dem centripetalen Wachsthum vor bei *Synanthereen* und *Umbelliferen* und folgt b) sogleich auf das gleichförmige Wachsthum und ist von viel grösserer Intensität,

wovon nur *Polygonum orientale* ein auffallendes Beispiel giebt *).

Beobachtungen dieser Art verdienen fortgesetzt zu werden, da sie über die Bildung der Pflanze manche Aufschlüsse geben. Das gleichförmige und centrifugale Wachsthum scheint von einer äusserlichen Hemmung herzuröhren, wodurch die äussern, gegen die Enden befindlichen Theile, in ihrem Triebe zurückgehalten wurden, doch mögen die Stämme oder Schäfte, welche aus einer Zwiebel entspringen, eine Ausnahme machen, und ein regelmässiges und natürliches centrifugales Wachsthum haben, indem die untern Theile besonders anwachsen und die obern fortschieben. Auf diese Weise wachsen die Haare und Nägel im Thierreiche, da hingegen das gewöhnliche centripetale Wachsthum im Pflanzenreiche jenem ganz entgegengesetzt ist, wie oben gesagt wurde. Das centripetale Anwachsen im Pflanzenreiche gehört diesem Reiche, wie es scheint, ausschliesslich an, und es schreitet der Trieb gegen die Enden der Zweige in einer gleichsam beschleunigten Bewegung fort. Es ist daher unbequem das Centrum in der Endknospe anzunehmen, und es ist weit zweckmässiger, die Basis des Zweiges oder Gliedes als Centrum anzusehen, wo sich dann die Bedeutungen von centripetal und centrifugal umkehren würden.

Das intercalare Anwachsen ist eine sonderbare Erscheinung.

*) Die Beobachtungen von Münter s. auch in dem Jahresberichte für physiologische Botanik für 1841 in Wiegmanns (Erichsons) Archiv für Naturgeschichte 8. Jahrg. Bd. 2 S. 121 folg.; auch Jahrg. 10 Bd. 2 S. 43. Die Abhandlung von Grisebach das. S. 46 ist nur kurz angeführt, indem sie sich in demselben Archiv Jahrg. 9 Bd. 1 S. 267 befindet. Auch habe ich den Inhalt einer Abhandlung von Hartingh in demselben Archiv Jahrg. 10 Bd. 2 S. 40 angezeigt, der sich aber vorzüglich auf den Einfluss der Witterung auf das Wachsthum von Hopfen bezieht. Eine vortreffliche Abhandlung von Unger über das Wachsthum der Internodien von anatomischer Seite betrachtet ist in der botanischen Zeitung 1845 St. 28—30 erschienen. Es wird darin durch Beobachtung dargethan, dass die Vergrösserung der Internodien der Axe zugleich durch Zusatz neuer Elementartheile und durch Vergrösserung bereits vorhandener erfolge. Die Entstehung neuer Zellen entsteht durch Theilung; ein Gegenstand, wovon noch die Rede sein wird.

nung. Es geschieht in der Regel über einem Knoten, welcher gleichsam die Stelle eines Knollstocks einzunehmen und als solcher sich unabhängig von dem Stengelgliede zu entwickeln strebt, also gewissermassen einen besondern Theil zu bilden sucht. Aber es sind noch Beobachtungen nöthig, um die Verschiedenheit der Knoten in Rücksicht auf ihre Selbständigkeit zu bestimmen. Ein Kennzeichen jener grössern Selbständigkeit liegt in den Querwänden des Stammes.

Das gewöhnliche Anwachsen des Stammes und der Äste geschieht also, indem das Wachsthum gegen die äussern Enden sich vergrössert, und, wie Ungers Beobachtungen zeigen, indem sich nicht allein die Zellen verlängern, sondern indem auch neue Zellen zwischen ihnen entstehen. Diese Art des Wachsthums ist nur vegetabilischen Theilen eigen, und findet sich, so viel ich weiss, nicht im Thierreiche. Die Gefäße wachsen fort, indem sich eines an das andere legt, wobei sie sich verlängern und erweitern; die Zellen, indem neue zwischen den alten entstehen, welche sich ebenfalls nachher verlängern und erweitern. Ob dieses durch Entstehung ganz neuer Zellen, oder nur durch Theilung alter Zellen geschieht, will ich nicht entscheiden; die Analogie mit dem Wachsen in die Dicke, wobei offenbar neue Zellen entstehen, scheint für die erste Meinung zu sprechen. Dass man für die letzte Meinung auf Beobachtungen, angestellt an Algen, sich beruft, scheint mir nicht zweckmässig, denn die Algen sind ihrer ganzen Natur nach sehr verschieden von den Phanerogamen; sie nähern sich einigermassen den niedern Thieren. Jede Zelle der Algen scheint eine höhere Bedeutung zu haben, wenn ich mich so ausdrücken darf, sie scheint mehr für sich zu bestehen, ein eigenes, mehr unabhängiges Leben zu führen, wie es die Spirogyren zeigen, und so, nicht sowohl den Zellen der Phanerogamen, als den Zwischenknoten zu vergleichen zu sein. Eine Entwicklung der Zellen aus Cytoplasmata, Kernen, welche sich in einer Mutterzelle erzeugen, und nachdem die Mutterzelle absorbirt worden, hervortreten und sich selbstständig als Zellen entwickeln, habe ich, wie schon oben erwähnt worden, wenigstens an den Knospen der Phanerogamen, woraus die Äste hervortreten, nie bemerkt.

Die Pflanze ist ein zusammengesetzter organischer Körper, welcher durch eine Wurzel ernährt wird. An dem Stämme und den Ästen können immerfort neue Zweige entstehen, so lange sie nur durch die Wurzel ernährt werden. Auch der Stamm selbst wächst so wie die Zweige durch Endknospen in die Länge, und beide sind daher ihrer Länge nach aus mehrern Individuen zusammengesetzt. Die Entstehung neuer Individuen an Stamm und Ästen, und die Erzeugung neuer Würzelchen an der Hauptwurzel lassen ein unbegrenztes Wachsthum zu, und es ist nicht zu verwundern, wenn die Bäume älter und grösser werden, als einfache Thiere. Würden sie nicht durch Wurzeln ernährt, und müsste der Stamm nicht lebendig bleiben, um die Säfte durchzulassen, so könnten sie, wie die Phytozoen, eine ausserordentliche Grösse erreichen, oder gar, wie die Korallen, bergähnliche Massen bilden. Allerdings setzt dem Fortwachsen die Fäulniss ein Hinderniss entgegen, und die Zerstörung des Stammes und der Wurzel ist auch hier das Ende des organischen Körpers, aber dieses Hinderniss ist doch ein äusseres und zufälliges, und der Natur der Bäume gemäss könnten sie wohl ein bedeutendes Alter, eine ausserordentlich grosse Höhe und Dicke, auch eine sehr ausgebreitete Krone erreichen. Es ist gar nicht unmöglich, dass die grossen Cedern auf dem Libanon aus Salamons Zeiten herrühren, und auch nicht zu verwundern, dass Lamartine, der sie im Jahre 1832 sah, es glaubt. Er fand nur noch sieben dieser grossen Bäume auf jenem Berge, da frühere Reisende nach einander 30 bis 40, 17 und 12 angeben, so dass sich also die Zahl gar sehr vermindert hat. Bei allen Stämmen der Araber, von verschiedenen Secten, stehen sie in grosser Verehrung. Jedes Jahr, setzt Lamartine hinzu, im Monat Juni, kommen die Einwohner von Bestchieserai, von Eden, Kanobin und aus den benachbarten Thälern und Dörfern zu diesen Bäumen, wo Messe gelesen wird. Genauer ist die Nachricht von Laure, einem französischen Seeofficier, der im Jahre 1836, im Monat September, als Begleiter des Prinzen von Joinville den Libanon besuchte*). „Nachdem wir

*) Histoire du Cedre du Liban p. M. Loiseleur de Longchamps in Annal. de l'Agricul. Franz. p. 1836 p. 63.

das Dorf Eden“, sagt er, „den Hauptort der Maroniten, verlassen hatten, und zwei oder drei Stunden einem Pfade gefolgt waren, der zuweilen zwischen Feldern und Pflanzungen von Maulbeerbäumen, meistens aber durch Felsen führte, kamen wir nach El Herse, einer Ebene, die ganz mit den steilen Gipfeln des Berges umgeben ist. Auf dieser Ebene, die im Umfange drei oder vier Meilen hat, befinden sich die berühmten Cedern Funfzehn von den sechzehn Cedern, deren Maundrell erwähnt, sind noch am Leben, aber alle mehr oder weniger dem Absterben nahe, und eine von ihnen ist merkwürdig wegen drei grosser Stämme, die aus einem einzigen, dieht über der Oberfläche des Bodens hervorkommen. Ein anderer Baum, der gesundeste von den alten Bäumen, vielleicht der kleinste, hatte 33 Fuss im Umfange. Alle Bäume sind von Blitzschlägen gefürcht, welche jedes Jahr diese Bäume zu treffen scheinen. In der Mitte dieser alten Cedern sind noch ungefähr vierzig, verhältnissmässig jüngere Cedern, obgleich der Stamm der kleinsten unter ihnen 10 — 12 Fuss im Umfange hatte. — Es findet sich keine junge Ceder im Walde von El Herse.“ Schon Belon, der um das Jahr 1550 nach dem Libanon kam, gedenkt der grossen Cedern auf dem Berge, obgleich mit wenigen Worten, doch ist es übrigens ein Zeichen, dass schon damals alte Bäume auf dem Libanon vorhanden waren, und es ist wohl anzunehmen, dass sie die ältesten Bäume sind, von denen wir Nachrichten haben.

Die höchste Baumart, so viel wir wissen, ist eine Fichtenart von der nordwestlichen Küste von Nord-Amerika, die Douglas*) dem Beschreiber der Gattung *Pinus*, Lambert, zu Ehren *Pinus Lambertiana* nannte. Der Stamm dieses Baumes erreicht nach Douglas eine Höhe von 150 bis über 200 Fuss (englisch) und eine Dicke von 20 bis fast 60 Fuss im Umfange. Ein Stamm, den der Wind umgeworfen hatte und der gewiss nicht der grösste war, hatte eine Höhe von 215 F., einen Umfang bei 3 F. vom Boden von 57 F. 9 Z., bei 13

*) Dieser vortreffliche Botaniker und höchst thätige Reisende hatte das Unglück auf Owhaii in eine Grube zu fallen, welche zum Fange der wilden Ochsen gemacht war und worin sich gerade ein solcher gefangner Stier befand, der ihn sogleich tötete.

bis 14 F. vom Boden von 17 F. 5 Z. Die Bäume dieser Art bedecken einen weiten Strich Landes von etwa 100 (engl.) Meilen von 43° N. B. bis zum 40° N. B. „Im Oktober 1826,“ sagt Douglas, „hatte ich das Glück, diesen Baum jenseits einer Reihe von Bergen anzutreffen, die sich in südwestlicher Richtung von dem Rocky Mountains gegen das Meer ziehen und sich bei Cape Orford endigen. Er wächst sparsam auf den Bergen und auf dem wellenförmigen Boden östlich von diesen Bergen, wo der Boden fast nur aus reinem Sand besteht und wie es scheint unfähig ist, Pflanzen zu nähren. Hier erreicht er die grösste Höhe und trägt reife Früchte in Menge. Die Bäume bilden keine dichten Wälder, wie die meisten andern Fichten in Nordamerika, sondern wie *P. resinosa*, welcher dazwischen wächst, sind sie einzeln über die Ebenen verbreitet“*). Übrigens hat der Baum fünf Nadeln in einem Büschel, und aufrechte Zapfen und kommt der Weymouths-Fichte, *Pinus strobus* am nächsten. Ferner gehört zu diesen sehr hohen Bäumen die Norfolk-Tanne (Norfolk Pine), (*Eutacta (Araucaria) excelsa*), welche auf der Ostküste von Neuholland, auf der Norfolkinsel und Neukatalonien wächst, und nach Kapitain Hunters Bericht eine Höhe von 150 bis 160 Fuss erreicht, das *Cerroxylum Andicola*, eine Palme auf den Anden von Peru, nach Humboldt 180 Fuss hoch; *Areca oleracea*, eine in den tropischen Gegenden häufige Palme, nach Bory St. Vincent 150 — 170 F. hoch; *Taxodium distichum* Rich. in Nordamerika 120 F. hoch, 25 bis 40 F. im Umfange an der Basis, und unter den einheimischen Bäumen *Picea excelsa* (*Pinus Abies* Linn., *Pinus Picea Du Roi*), die zuweilen 175 bis 200 F. hoch wird **).

Was nun die Grösse oder den Umfang der Aeste betrifft, so müssen wir den Banianenbaum (*Ficus benghalensis*) ausschliessen, der allerdings die grösste Krone hat, aber nur weil sie durch Luftwurzeln unterstützt und ernährt wird. Die beiden einheimischen Arten unserer Eichen haben eine ausserordentlich grosse Krone; ein Stamm von *Quercus pedunculata*

*) *Transact. of the Linnean Society* T. 15 p. 500.

**) S. M. B. Borkhausens Forstbotanik, Giessen und Darmstadt 1800, S. 383. 384, wo solche Bäume im Odenwalde angegeben werden.

in Studley Park Yorkshire hatte eine Höhe von 80 F. (engl.), einen Umfang des Stammes von 24 F. 6 Z. und eine Krone von 91 F. im Durchmesser; ein anderer Stamm daselbst von *Q. sessiliflora* (*Q. Robur*) hatte eine Höhe von 118 F., einen Umfang von $33\frac{1}{2}$ F. und eine Krone von 96 F. im Durchmesser*). Von dicken Bäumen ist bereits oben, wo von dem Wachsen in die Dicke die Rede war, gehandelt worden, und die *Adansonia digitata* L. als Beispiel angeführt. Es ist eine sehr entwickelte Pflanze, da hingegen die grosse Verlängerung nur bei weniger entwickelten Gewächsen, den Coniferen und Palmen, ausgezeichnet ist.

Einundzwanzigste Vorlesung.

Gestalt des Stammes. Richtung des Stammes beim Keimen und überhaupt. Einfluss der Anhöhe auf die Richtung. Das Winden der Stämme. Einfluss des Lichts auf die Richtung des Stammes.

Die äussere Gestalt des Stammes, oder vielmehr der Axentheile, ist im Ganzen genommen entweder rund (teres) oder eckig, besser gesagt, kantig (angulatus). Die erste Gestalt kann man als die ursprüngliche betrachten; die Theile streben von der Axe aus nach allen Richtungen gleichförmig dem Umfange zu, und geben dadurch dem Umfange eine cylindrische Gestalt; nur das Hervorbrechen der Blätter und Knospen macht darin eine Veränderung und bringt eckige Axentheile hervor. Auch verlieren sich die Kanten mit dem Alter; oft schon im ersten Jahre, gewiss aber in den folgenden Jahren, denn nie wird man Ecken an dem Hauptstamme der Bäume finden, und sogar an den Stämmen sehr kantiger Sträucher verlieren sie

*) *Arboretum et Fruticetum britannicum* by J. L. Loudon. Vol. 3. Lond. 1838. p. 1744. 1745. Nachrichten von andern grossen Eichen finden sich in demselben Werke p. 1775, worunter die von einem Eichenstamm von 120 F. Länge und an der Basis von 36 F. im Umfange, welcher in einem Moor gefunden wurde, besonders merkwürdig ist. *S. Phil. Transact. f. 1701.*

sich endlich; so sind sie z. B. an einem vorjährigen Laven-delzweige kaum mehr zu sehen.

Die Ecken sind entweder durchgreifend, so dass nämlich das Mark daran Theil nimmt, oder nicht. Das Wort Mark gilt zwar eigentlich nur von den Dikotylen, es kann aber sehr gut auf die Monokotylen angewandt werden, wenn man das innere und innerste Zellgewebe, welches mit einzelnen Holzbündeln durchzogen ist, Mark nennt. So findet man häufig bei den Monokotylen einen dreikantigen Stamm, und zwar scharf dreikantig (c. triqueter), mit scharfen Kanten und einer ebenen Fläche dazwischen, oder stumpfkantig (c. trigonus), seltener einen dreieckigen Stamm (c. triangularis) mit rinnenförmigen (concavem) Flächen zwischen den Kanten. Die Dikotylen haben dagegen in der Regel fünfeckige oder viereckige Axentheile mit rinnenförmigen Flächen zwischen den Kanten. Hier finden wir nun gar oft, dass die jungen fünfeckigen Zweige von Eichen, Weiden (*Salix pentandra*) und andern Bäumen ein schärfer fünfeckiges Mark haben, als die Rinde im Umfange ist. Indem die innern Theile des Zweiges mit dem Alter sich erweitern und das Mark sich ausbreitet, verschwinden die Ecken und der Umfang wird rund.*).

Die Kanten der Axentheile treffen entweder auf die Mitte der Blätter, nämlich auf den Blattstiel und den Hauptnerven des Blattes, oder sie treffen auf die Seiten der Blätter. Jene mögen wir Hauptkanten, diese Nebenkanten nennen. Die Hauptkanten (anguli primarii) der Axentheile sind in der Regel mit einem eben so vieleckigen oder vielkantigen Marke verbunden, doch giebt es auch Fälle, wo das Mark des eckigen Axentheiles rund ist. Der umgekehrte Fall, wo das Mark eckig und der Umfang des Axentheils rund ist, kommt, wie schon gesagt worden, sehr häufig vor. Das Holz nimmt in

*) S. Anat. d. Pfl. Taf. 13 Fig. 1 einen jungen Zweig von *Salix pentandra*, wo Mark und Rinde fünfeckig sind; Fig. 3 sieht man die Veränderung, welche das Mark schon am Ende des ersten Jahres gemacht hat; Taf. 17 Fig. 1 zeigt das sehr eckige Mark in einem Zweige von *Quercus pedunculata* im ersten Jahre an der Spitze; Fig. 3 an der Basis; Fig. 5 im zweiten Jahre an der Spitze; Taf. 18 F. 1 an der Basis, wo man die Veränderung der innern Theile mit dem Alter deutlich sehen kann.

der Regel weniger Anteil an den Kanten als das Mark und macht in vielen Fällen den Übergang von dem eckigen Mark zur abgerundeten Rinde. Diese Hauptkanten stehen offenbar mit dem Hervorbrechen der Blätter oder Zweige in genauer Verbindung.

Ganz verschieden von diesen Hauptkanten sind die Nebenkanten (*anguli secundarii*), welche zu den Rändern der Blattstiele oder Blätter laufen. Sie sind ganz unabhängig von Holz und Mark, und gehören zur Rinde, in welcher diese Kanten durch ein Zellgewebe von langen und engen Zellen hervorgebracht werden. Sehr auffallend sind sie in den Labiaten, wo sie vier sehr hervorstehende Kanten des Stammes machen. Sie enthalten niemals Gefäße und unterscheiden sich dadurch auffallend von den in der Rinde eingeschlossenen Nebenstämmen, z. B. an *Calycanthus*, die oben S. 226 beschrieben wurde. Sie finden sich auch an manchen andern, besonders krautartigen Pflanzen, aber nicht so ausgezeichnet, doch bestehen sie aus besondern engen und langen Zellen, und zeichnen sich dadurch von dem angrenzenden Zellgewebe aus. Es ist also nicht gleichgültig in den Beschreibungen der Pflanzen anzugeben, ob man von diesen oder den ersten Kanten des Stammes redet.

Wir kommen nun zu der Richtung des Stammes und da ist es allerdings ein Gegenstand, welcher Aufmerksamkeit erregt, dass beim Keimen der junge Stamm sich über die Horizontalfläche erhebt, in welcher der Same gelegt war, die Wurzel hingegen unter dieselbe herabwächst, auch dass dieses immer Statt findet, in welcher Richtung der Embryo und der ganze Same liegen mag. Man hat diese Erscheinung oft zu erklären versucht. Dodart war meines Wissens der erste, der schon 1700 in den Abhandlungen der Pariser Akademie Betrachtungen darüber anstellte. Er meinte, die Feuchtigkeit der Erde ziehe das Gewebe der Wurzeln herab, so wie die trocknere Luft die Faser des Stammes in die Höhe ziehe. Auf eine ähnliche Weise behauptete La Hire 1708, die schwere Flüssigkeit treibe die Wurzel herab, die fast dunstförmige den Stamm in die Höhe. Diese Meinungen sind schon von vielen widerlegt worden; noch in den neuern Zeiten von Dutro-

chet*). Er pflanzte z. B. Zwiebeln in feuchte Erde in einem durchlöcherten Topf und sah, dass die Wurzeln durch die Öffnungen aus der feuchten Erde nach unten in die Luft drangen, wo sie verwelkten. Auch gehen die Wurzeln nicht der Feuchtigkeit nach, denn, sagt De Candolle **), lässt man eine Faseole in einer Röhre keimen, die oben mit feuchter, unten mit trockner Erde gefüllt ist, so ändern Wurzel und Stamm ihre gewöhnliche Richtung dennoch nicht. Viele haben geglaubt, das Licht ziehe die Stämme an, und besonders ist in den neuern Zeiten diese Meinung herrschend geworden. Aber De Candolle liess Samen auf Wasser in einer Röhre keimen, die oben undurchsichtig, unten durchsichtig war, und doch stiegen die Wurzeln aus dem oberen dunkeln Theile der Röhre in den hellen herab.

Es hat Naturforscher gegeben, wie Percival, Johnson u. a., sagt De Candolle (a. a. O. p. 818), die in Verzweiflung, die Ursache dieser Begebenheit finden zu können, sie mit dem Instinct der Thiere verglichen; oder andere, wie Lefebure, welche sie zu den unerklärten Thatsachen brachten, die man einer directen Wirkung der Lebenskraft zuschreibt. De Candolle will also, wie fast alle französischen Naturforscher, mechanische Ursachen für die Erscheinungen im organischen Körper, ohne zu bedenken, das alle mechanischen Erklärungen doch auf einer unerklärten Thatsache, auf der Mittheilung der Bewegung beruhen. Allerdings ist es nicht genug, sich auf die Lebenskraft überhaupt zu berufen, sondern es sind die genauern Bestimmungen anzugeben, unter welchen diese Kraft einwirkt. De Candolle setzt die Ursache des Phänomens, von hier die Rede ist, in die Schwere (a. a. O. S. 822). Die Wurzeln wachsen nur an der Spitze, sagt er, sie sind dort gleichsam halb flüssig und das Gewicht des angewachsenen Theiles zieht sie herunter. Was den Stamm betrifft, so vermengt er, wie viele, die eigenthümliche Richtung des Stammes überhaupt mit der ersten Richtung, welche das Stämmchen beim

*) Mémoir. p. servir à l'Histoire des Végétaux et d. Mineraux p. M. H. Dutrochet T. 2 Par. 1837 p. 3.

**) Physiologie végétale T. 2 p. 819.

Keimen annimmt. Er meint, der Stamm wachse wohl nie ganz vertical; es senke sich also der Saft vermöge seiner Schwere mehr auf der untern Seite herab, als auf der obern, daher entstehe auch gewöhnlich eine Anschwellung auf der untern Seite. Durch diese würden die Fasern mehr verlängert, als auf der obern, diese mehr verkürzt, und daher werde die Spitze in die Höhe gezogen. Die mechanischen Erklärungen der vegetabilischen Verrichtungen, wie sie De Candolle giebt, haben etwas so Gezwungenes, dass es schwer ist, sie zu beurtheilen. Sie beruhen hier auf der Annahme, dass der Saft sich in den Intercellulargängen der Schwere wegen senke und Anschwellungen verursache. Abgesehen davon, dass er in den Intercellulargängen sich nicht bewegt, kann man fragen, ob nicht der aufsteigende Saft die Wirkungen der Schwere aufheben müsse, um aufzusteigen, ob er also vermöge der Schwere sinken könne? Ferner bestehen die Anschwellungen aus angewachsenen Zellen und keinesweges aus blossem Saft, der die Fasern ausdehnen könnte, wie kann man also hier an eine mechanische Wirkung denken? Alle solche Erklärungen muss man eigentlich roh nennen, da sie nur ganz oberflächlich bleiben, nie auf die Bildung der Theile genau eingehen, auch nicht auf die fortwährende Bildung der Pflanzentheile, die keinem mechanischen Gesetzen unterworfen sind.

Eben so künstlich ist die Theorie von Dutrochet*). Alle Bewegung in Pflanzen geschieht vermittelst Zellen, die durch Endosmose (s. oben S. 57) gefüllt, oder durch Exosmose geleert werden, und dadurch nach einer oder der andern Richtung den Theil ziehen. Im Stämme befinden sich zwei Zellsysteme, eines im Mark, dessen Zellen nach innen grösser werden, und eines (auch wohl zwei) in der Rinde, dessen Zellen nach aussen grösser werden. Beide würden eine entgegengesetzte Biegung hervorbringen. Aber im Stämme herrscht das Markszellensystem vor, in der Wurzel das Rindezellsystem, daher entsteht in beiden Fällen eine entgegengesetzte Krümmung, so bald eine anfüllende Endosmose statt findet.

*) Mémoires pour servir à l'Histoire anatomique et physiologique des Végétaux par. M. H. Dutrochet T. 2 Par. 1837 p. 10 — 37.

Stellt man sich vor, dass in einem Samen das Pflänzchen horizontal liege, so wird der dichtere Saft nach unten dringen, eine anfüllende Endosmose machen und Stamm und Wurzel in einer entgegengesetzten Richtung drehen, wie sich dieses auch beim Anwachsen zeigt. — Wenn uns doch Dutrochet mechanisch genau wollte aus einander setzen, auf welche Weise eine solche Krümmung oder vielmehr Drehung geschehen könne, besonders in den ersten Zeiten des Keimens. Auch sind viele von seinen Angaben wenig begründet, und gerade in den jüngsten Stämmen und Zweigen, wo das Bestreben nach oben am grössten ist, unterscheiden sich die innern Markzellen von den äussern am wenigsten durch ihre Grösse.

Die Richtung der Stämme und Äste, die Richtung der Axentheile überhaupt ist jeder Art eigenthümlich, für dieselbe charakteristisch, und hier nach Erklärungen fragen, heisst fragen, warum die Blätter entgegengesetzt und nicht abwechselnd sind, oder auch, warum die Blätter rund und nicht länglich sind, denn hier kommt alles auf die Richtung der Blattnerven an. Merkwürdig ist indessen die bei allen Phanerogamen völlig übereinstimmende Richtung des Stammes nach oben beim Keimen, die man von der für jede Art verschiedenen Richtung des Stammes überhaupt wohl unterscheiden muss. Diese, die Richtung des Stammes überhaupt, hängt von dem Bildungsgesetz ab, welches für jede Art besonders bestimmt wird; die andere, die allgemeine Richtung des Stammes nach oben beim Keimen, scheint hingegen eine zweckmässige zu sein. In dieser Rücksicht möchte ich das Licht als den Grund dieser Richtung ansehen, nicht, dass sie durch das Licht physisch bewirkt würde, sondern dass sie eben in Rücksicht auf das Licht zweckmässig sein möchte, wie die Richtung der Luftwurzeln nach unten zur Erde.

Doch es sind noch einige über diesen Gegenstand angestellte Versuche zu erwägen. Du Hamel, welcher in der Naturgeschichte der Bäume (L. 4. ch. 6) von der Richtung der Stämme vortrefflich handelt, die damals bekannten Meinungen über die Ursache dieser Richtung widerlegt, aber selbst nichts zu erklären versucht, schloss eine keimende Eichel in einer Röhre ein, die er oft umdrehte. Die Folge war, dass die

Wurzel beim Umdrehen immer die Richtung änderte, und so fast eine schraubenförmige Richtung annahm. Dieser Versuch hat, wie es scheint, die Veranlassung zu folgenden Versuchen gegeben. William Hunter kam zuerst auf den Gedanken, eine keimende Bone (Faseole) in ein Fass mit Erde einzuschliessen, und diesem eine drehende Bewegung zu geben, wo dann das Würzelchen in der Axe der Drehung fortwuchs. Genauer und zweckmässiger sind diese Versuche von Th. A. Knight*) angestellt worden. Er befestigte Bonen (Faseolen) am Umfange eines Rades von 11 Zoll im Durchmesser, welches von Wasser in einer vertikalen Ebene getrieben, 150 Umdrehungen in der Minute machte. Wurzeln und Stämmchen waren in der Richtung der Speichen gewachsen, die Stämmchen gegen den Mittelpunkt des Rades, die Wurzeln gegen den Umfang. Derselbe Versuch, so angestellt, dass sich das Rad in einer horizontalen Ebene drehte und 250 Umläufe in einer Minute machte, hatten denselben Erfolg, nur neigten sich die Stämmchen und die Wurzeln, jede um 10° nach oben und nach unten. Als die Schnelligkeit des Rades bis auf 80 Umläufe in einer Minute vermindert wurde, betrug die Neigung der Stämmchen und Wurzeln 45° . Dutrochet hat (Mem. 2 p. 139) diese Umdrehungsversuche wiederholt und bestätigt. Die Versuche sind allerdings sehr merkwürdig. Sie zeigen, dass eine schnelle Umdrehung das Bestreben zur Richtung nach oben ganz aufhebt, dass aber eine geringere Geschwindigkeit dieses nur zum Theil thut, und jenem Bestreben einen grössern oder geringern Spielraum überlässt. Wohl aber wächst das Stämmchen dahin, wo die Schwungkraft, welche jenes Bestreben aufgehoben hat, am geringsten ist, indem das Würzelchen gleichsam polarisch die entgegengesetzte Richtung annimmt.

Der Stamm ist also zuerst immer aufrecht (erectus), er macht ungefähr einen rechten Winkel mit dem Boden, und wenn er steif oder straff (strictus) ist, macht die Längslinie, sogenannte Axe, eine gerade Linie. Ist er aber nicht so steif, so biegt er sich sehr oft nieder, gleichsam durch die Schwere

*) Philosoph. Transact. f. 1806. I. p. 99.

niedergedrückt und steigt dann wieder in die Höhe, er ist aufsteigend (adscendens). Zuweilen biegt er sich mehr oder weniger gegen die Erde nieder, und nur die Spitzen heben sich in die Höhe, niedergebogen, niederliegend, niedergedrückt (procumbens, decumbens, declinatus). Zuweilen wendet er sich, sobald er über dem Boden ist, seitwärts und liegt auf der Erde niedergestreckt (prostratus). Die Ausläufer pflegen in der Regel niederzuliegen*).

Die ursprüngliche Richtung des Stammes nach oben wird aber durch den Boden selbst etwas geändert. Es ist eine alte, ja veraltete Frage, ob auf dem Abhange eines Berges mehr wachse, als auf der Grundfläche desselben. Wenn die Wurzeln und Stämme ihre Richtung an einem Abhange nicht ändern, so kann allerdings nicht mehr an einem Anhange einer Anhöhe wachsen, als auf der Grundfläche derselben, wie man leicht sieht. Ändert sich aber diese Richtung, so kann allerdings auf einem Abhange mehr wachsen, als auf der Grundfläche. Ich fand darüber zuerst bestimmte Angaben in Rosenthal's mathematischer Encyklopädie (Th. I. S. 98), die aus dem Hannöverischen Gelehrten-Anzeiger (für 1753, St. 6, von J. C. Döderlein) genommen waren, eine Zeitschrift, welche in der Mitte des vorigen Jahrhunderts von vorzüglichem Werthe war. Dort finden sich Untersuchungen, nach welchen sich die Halme von Korn an einer Anhöhe um den halben Inclinationswinkel der Anhöhe gegen den Horizont abwärts bogen, woraus sich durch Rechnung finden lässt, wie viel Korn mehr auf dem Abhange eines Berges, als auf der Grundfläche desselben wächst. Ich habe schon vor vielen Jahren Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt, und sie in den Nachträgen zu den Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen (Göttingen 1809, S. 44) angegeben. Auf einer Anhöhe von 10° wichen die Stämme nur um 2° von der Verticallinie nach unten ab, auf Anhöhen von 35° ungefähr 15° und darüber, auf Anhöhen von 45° etwa $20^{\circ} - 24^{\circ}$. Im

*) Wenn Stämme und Ausläufer dann Wurzeln treiben, so heissen sie kriechend (repentes), wenn aber der Stamm höher über der Erde Wurzeln treibt, so heisst er wurzelnd (radicans).

Ganzen ist also der Winkel der Abweichung noch nicht völlig der halbe Inclinationswinkel der Anhöhe. Viele, etwas schwächeren Stämme, biegen sich unten in einen Winkel, steigen dann in einem Bogen aufwärts und erreichen zuletzt die genannte Richtung. Allein die steifern Stämme steigen in dieser Richtung sogleich aufwärts. Mir sind seit der Zeit keine andere Untersuchungen über diesen Gegenstand zu Gesicht gekommen, und ich wünsche daher gar sehr die Wiederholung der meinigen.

Der windende Stamm' (*caulis volubilis*), welcher sich um einen nahe stehenden festen Körper windet, verdient seiner eigenthümlichen Richtung wegen, eine besondere Erwähnung. Solche Stämme sind immer, besonders in der Jugend, sehr dünn, werden aber sehr lang, und kommen in gar verschiedenen natürlichen Ordnungen vor, besonders aber in der Ordnung der Leguminosae und Convolvulaceae, auch sind sie häufiger in warmen als kalten Ländern. Sie stehen den Pflanzen nahe, welche durch einzelne Theile sich festhalten (*plantae scandentes*) entweder durch Ranken, oder sich windende Blattstiele und dergl.; so finden wir sogar, dass eine Abart (vermuthlich) von *Convolvulus arvensis* windende Blattstiele hat, eine andere hingegen einen windenden Stamm. Wir haben eine vortreffliche Schrift über die Ranken und den windenden Stamm von H. Mohl *), welche diesen Gegenstand fast erschöpft. Der windende Stamm wächst mit den ersten vier bis fünf Internodien gerade in die Höhe, dann legt er sich aber um jeden ihn berührenden, festen oder biegsamen, unebenen oder glatten, nicht zu dicken, in die Länge ausgedehnten Körper dicht an, und steigt an ihm schraubenförmig in die Höhe, so dass die an ihm sichtbaren Fasern mit der Axe parallel aufsteigen. Eine Anziehung zum festen Stamm in einiger Entfernung bemerkte Mohl nicht. Die Richtung der Windung des Stammes ist für jede Art eine beständige, entweder mit dem Laufe der Sonne, nämlich auf der Halbkugel,

*) Über den Bau und das Winden der Ranken- und Schlingpflanzen von Hugo Mohl. Tübing. 1827. 4. Siehe auch: Über das Winden der Pflanzen eine Abhandlung von L. H. Palm. Tübing. 1827. 8.

wo wir wohnen, rechts gewunden, oder gegen den Lauf der Sonne, links gewunden*). Man findet bei Mohl ein Verzeichniss der rechts und links gewundenen Arten, welches sich sehr vermehren liesse, da sehr viele windende Pflanzen später entdeckt, und in die Gärten gekommen sind. Die Zahl der rechts gewundenen Pflanzen ist geringer; es gehören dazu unter den bekanntern die *Lonicera Caprifolium* und *Periclymenum* und der Hopfen (*Humulus Lupulus*). Nur eine Leguminose hat einen rechts gewundenen Stamm, *Abrus precatorius*, deren schöne scharlachrothe Samen mit einem schwarzen Nabel bekannt genug sind. Zu den links gewundenen Pflanzen gehören die Faseolen und alle übrigen Leguminosen mit einem solchen Stämme, die Winden (*Convolvulus* und *Ipomoea*) und viele andere Pflanzen. Wickelt man die Pflanze von der Stütze los, und sucht sie umgekehrt zu befestigen, so gelingt dieses niemals, obgleich die Pflanze fortfährt zu vegetiren. Der windende Stamm wächst nur in die Höhe, nie abwärts, nicht einmal ganz horizontal, doch schon unter einer von der Horizontallinie wenig abweichenden aufsteigenden Neigung. Wenn er abwärts wachsen soll, fällt er von der Stütze herunter und windet sich um sich selbst. Wenn der windende Stamm keine Stütze erreichen kann, so macht die Spitze beim Fortwachsen eine ganz andere Bewegung, sie dreht sich in einem Kreise, und zwar so, dass die sichtbaren Fasern des Stammes mit der Axe nicht parallel bleiben. Diese Art der Drehung hat zuerst Mohl beobachtet. Sie entsteht auch, wenn der Stamm über die Stütze hinaus wächst, oder wenn der Stamm beim Wachsen nach unten von ihr abfällt, auch wenn die Stütze gar zu dick ist. Ist die Stütze nicht rund, sondern scharfkantig, so verlässt der Stamm an der Kante die Stütze und macht einige Kreisdrehungen um sich selbst, bis er die Stütze wiederum erreicht. Diess sind die merkwürdigsten Erscheinungen an dem windenden Stamm, welche die Aufmerksamkeit des Physiologen in einem hohen Grade erregen müssen.

Die Flachsseide (*Cuscuta europaea*, *Epilinum*, *Epithymum*)

*) Linné bestimmt rechts und links völlig umgekehrt. Phil. bot. p. 39.

windet sich mit ihrem Stamm um andere Pflanzen, und saugt ihnen durch eigene Organe, wovon noch die Rede sein wird, den Saft aus. Sie windet sich daher nur um lebende Pflanzen und schmiegt sich auch dichter an die Stämme, die sie ergreift, als die übrigen windenden Pflanzen.

Das Licht scheint nicht immer Wirkung auf das Winden der Stämme überhaupt zu haben, denn es geschieht auch im Dunkeln und der Stamm einer *Ipomoea purpurea*, die sich unter den Kotyledonen dem Lichte zuwandte, that es nicht über denselben, sondern er wuchs gerade auf und senkte sich dann ohne Stütze nieder, aber nicht gegen das Licht. Doch wuchsen Bonen an einer über drei Zoll dicken Stütze wohl von der hintern Seite auf die vordere, dem Licht zugekehrten, aber auf die entgegengesetzte Seite nicht mehr zurück.

Das Winden des Stammes ist eine Lebensbewegung, wie die Richtung des Stammes überhaupt; was sie aber besonders auffallend macht, ist, dass sie zugleich als eine zweckmässige Bewegung erscheint, um den schwachen Stamm zu halten; ja an der Flachsseite windet sich der Stamm, um aus andern Pflanzen Nahrung zu ziehen. Die zweckmässigen Bewegungen sind vorherrschend im Thierreiche, die Gestaltungs- oder Bildungsbewegungen im Pflanzenreiche*).

Wenn der Stamm oder auch die Zweige zufällig oder absichtlich von ihrer gewöhnlichen Richtung in eine andere gewaltsam gebracht werden, so streben sie beim Fortwachsen ebenfalls mit vieler Gewalt, und oft auf eine zweckmässige Art, durch mancherlei Drehungen, so viel als möglich, die eigenthümliche Richtung wieder einzunehmen. Die erste Beobachtung dieser Art erzählt Dodart in der schon oben erwähnten Abhandlung über die Richtung des Stammes nach oben. Ein Sturm hatte zufällig Fichten am Abhange eines Hügels niedergeworfen und Dodart sah mit Verwunderung die Spitzen aller Äste umgebogen, um wieder die verticale Richtung zu

*) Mohl hatte die Ursache des Windens der Stämme in einer Reizbarkeit gesucht; Brunner leitet das Drehen mit dem Laufe der Sonne oder gegen denselben von der verschiedenen Reizbarkeit auf verschiedenen Seiten des Stammes her. Meyen widerlegt diese Meinung durch das Obige. *Pflanzen-Physiol.* 3. 595.

gewinnen. Man hat oft Gelegenheit, diese Beobachtung zu wiederholen, nicht allein an umgestürzten Bäumen, sondern auch an halb abgebrochenen Zweigen, die noch Nahrung aus dem Stämme ziehen, so wie an ganz abgebrochenen, auf der Erde liegenden Zweigen, aus der sie noch einige Nahrung ziehen können. Versuche über diese Rückkehr des Stammes in die natürliche Richtung hat Bonnet *) angestellt. Da die Rückkehr viel leichter und schneller an krautartigen Pflanzen vor sich geht, als an holzigen, so wählte er besonders eine Mercurialis zu seinen Versuchen. Wurden die Stämme an den Knoten befestigt, um die Rückkehr zu verhindern, so geschah die Drehung zwischen den Knoten. Überhaupt sind die Knoten die Stützungspunkte, worauf die Drehung der Stämme geschieht. Die Wärme befördert die Bewegungen, doch darf sie in Rücksicht auf die Pflanze nicht zu gross sein. Die Drehungen gehen auch unter Wasser vor sich, selbst wenn es mit Öl bedeckt ist. Wenn verkehrt gepflanzte Hyazinthen — man macht zuweilen solche Künsteleien — unter Wasser sich nicht umkehren, so röhrt dieses ohne Zweifel von der Dicke und Festigkeit des Schaftes her. Bonnet sah auch, dass der untere abgeschnittene Theil des Stammes, wenn der obere im Wasser befestigt war, sich aufwärts bog, um die Verticalrichtung zu gewinnen. Später hat Dassen **) die Beobachtung gemacht, dass umgebogene Äste sich nicht wieder heben, wenn sie der Blätter beraubt worden, ein Umstand, der von einem Erkranken herzuröhren scheint.

Man betrachtet die Richtung der Zweige entweder in Rücksicht auf den Stamm, oder den Hauptzweig, von dem sie abgehen ***) , oder in Rücksicht auf sich selbst. In die-

*) Recherches sur l'usage des feuilles par Ch. Bonnet. Goetting. et Leide 1754. 4. p. 90. 101.

**) Tydschrift voor Naturlyke Geschiedenis 1837. IV. 1. 2. p. 116.

***) Die verschiedenen Richtungen der Zweige lassen sich leicht im Allgemeinen bestimmen, so dass sie können auf alle Fälle angewendet werden. *Angedrückte Zweige* (rami appressi); *aufrechte* (arrecti, denn *erectus* bedeutet beim Stamm senkrecht auf den Boden), unter 15 — 25° abstehend; *abstehende* (patentes) unter ungefähr 45° vom Stamm oder *Hauptast* abstehend; *abweichende* (patuli), ein zusammengesetzter

sem letztern Falle gilt völlig dasselbe, was von dem Stamm gesagt worden ist.

Dass die Stämme und Äste sich ferner nach dem Lichte ziehen, ist eine eben so alte, als allgemein bekannte Erscheinung. Man hat Gelegenheit, die Bemerkung täglich an Pflanzen zu machen, welche in Töpfen vor einem Fenster stehen. Sie richten ihre dünnen und zarten, also besonders die jungen Äste, nach dem Fenster und nach dem Lichte hin. Sind sie über das Fenster hinaus gewachsen, so dass sie sich nun dem Dunkeln gegenüber befinden, so wachsen die Zweige abwärts, um auf eine andere umgekehrte Art das Licht zu geniessen. Junge, eben gekeimte Stämme, z. B. von Kresse, die auf einem Tuch gesät leicht zum Keimen zu bringen ist, wenden sich ohne Krümmung dem Licht zu; wenn sie aber im Dunkeln, oder im gleichförmigen Licht aufgewachsen sind, so krümmen sie sich erst später nach der Seite wo das stärkere Licht einfällt. Eine Bewegung zum Lichte in die Ferne habe ich nie bemerkt, und wenn Meyen (Physiol. 3 585) das Wachsen der Kartoffelsprossen in einem dunkeln Keller aus der Ferne einem Lichtloche zu für eine solche Bewegung — Meyen sagt nicht treffend, zweckmässige — hält, ja sogar meint, die Sprosse würde quer durch die Luft dem Loche zu wachsen, wenn sie nicht zu schwach wäre und daher niederfiele, so beruht dieses wohl auf einer Täuschung; die Sprosse wächst dem hellern Theile des Kellers zu und so lange auf der Erde hin, bis sie das Loch erreicht. Die Kartoffelsprosse sind im Dunkeln entstanden und man bemerkt überhaupt, dass die schlanken, dünnen, ungefärbten Zweige der Pflanzen am empfindlichsten für das Licht sind. Auch hier wachsen die Sprossen ohne Krümmung gegen das Licht, wenn man die Kartoffelkeime dahin richtet.

Dodart machte schon 1693 die Bemerkung, dass die Zweige der Bäume, welche gegen eine Mauer standen, sich von dieser abwandten. Die Bemerkung ist oft wiederholt worden,

Kunstausdruck abstehender Äste, die aber dabei nicht steif, sondern schwach sind, abgesperrte (divaricati) unter ungefähr 90° abstehend; zurückgesperrt (recutiti) unter mehr als 90° niederwärts gehend.

und man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man die Bäume betrachtet, welche gegen Häuser, Mauern, Anhöhen u. dgl. gepflanzt sind. Man glaubte lange, die Zweige strebten nach der Luft, aber ohne Zweifel ist es das Licht, welches diese Formen hervorbringt. Es ist dabei merkwürdig, dass die Zweige eben so regelmässig eine Krone bilden, deren Basis mit der Anhöhe parallel, oder doch gleichförmig gegen sie geneigt ist, als wenn die Anhöhe eine horizontale Ebene wäre. Aus einer ähnlichen Ursache wachsen die Bäume in einem dicken Walde lang und dünn in die Höhe, des Lichtes wegen, welches von oben herein fällt*):

Die Versuche über den Einfluss des gefärbten Lichts auf die Stämme haben zwar bestimmte Erfolge gehabt, doch bleibt die Ursache noch zweifelhaft. Alle Beobachter, nämlich neuerlich auch Payer und Zantedeschi stimmen darin überein, dass nur die blauen und violetten Strahlen eine Wirkung auf die Stämme zeigen, dass die übrigen Strahlen hingegen ohne alle Wirkung sind. Aber es entsteht die Frage, ob nicht auch die blauen und violetten Gläser, mit welchen man die Versuche angestellt hat, ebenfalls keine Wirkung zeigen würden, wenn man die Farbe eben so dunkel, so satt, machen könnte, als die Farbe der übrigen gefärbten Gläser. Dutrochet hat schon erinnert, dass es bei der Wirkung der gefärbten Gläser mehr auf die erleuchtende Kraft derselben überhaupt, als auf die Verschiedenheit der Strahlen selbst ankomme.

*) De Candolle hat auch eine mechanische Ursache des Bestrebens nach dem Licht erdacht (Physiol. II. 832). Auf der Lichtseite des Stammes wird mehr Kohlensäure zersetzt, also mehr Kohlenstoff gebunden, mithin wird auch das Gewebe von dieser Seite dichter und fester, wozu noch die stärkere Ausdünnung auf der Lichtseite kommt. Dadurch muss eine Krümmung nach der Lichtseite entstehen. Dutrochet (Mem. II. 71) sucht diese Theorie zu widerlegen, indem er Versuche anführt, wo er einen Stamm von *Medicago sativa* spaltete und sah, dass die eine gegen das Licht gekehrte Seite sich bog, die andere sich umgekehrt krümmte. Ich meine, das wäre für De Candolle. Dutrochet erklärt aus der Verdunstung und Zersetzung der Kohlensäure, nach seinen beiden Sätzen: 1) Zellgewebe mit abnehmenden Zellen krümmt sich durch Endosmose. 2) Fasergewebe mit abnehmenden Fasern krümmt sich mit Anfüllung durch Sauerstoff. Aber eben gekeimte Stämmchen krümmen sich nicht, sondern wachsen dem Lichte gerade entgegen.

Es ist nöthig auch etwas von der Eigenschaft der Pflanzen zu sagen, das Licht zu fliehen. Dutrochet (Mem. II. 67) meint, dass dadurch das Winden der Pflanzen um eine Stütze hervorgebracht werde. Aber aus dem, was oben von der Wirkung des Lichts auf den windenden Stamm gesagt wurde, folgt keinesweges, dass ein solcher Stamm das Licht fliehe. Wohl aber lässt sich ein solches Fliehen vor dem Lichte von den Ranken des Weinstocks und von *Cissus hederacea*, also Ampelideen, nicht läugnen, wie Knight*) gezeigt hat. Die Ranken ganz frei stehender Schösslinge von Reben wenden sich vom einfallenden Lichte weg der dunkeln Seite zu. Nur an den Ranken der Ampelideen bemerkte Mohl diese Eigenschaft, nicht an den Ranken anderer Gewächse. Man möge hierbei erwägen, dass nur an diesen Pflanzen die Ranken den Blättern und Zweigen gegenüber stehen, gleichsam aus beiden zusammengeflossen. Dutrochet sah ein solches Abwenden vom Licht an einem keimenden Stämmchen vom Mistel (Mem. II. 62), einer parasitischen Pflanze; auch wollte er es einmal an den Stämmen vom Hopfen und *Convolvulus sepium* beobachtet haben. Dass die Wurzeln vieler Pflanzen vor dem Lichte fliehen, hat neuerlich Payer**) von vielen Wurzeln dargethan, und leicht ist es diese Bemerkung zu machen, wenn man die Samen von Kohl und weissem Senf auf Baumwolle säet, die in einem Glase voll Wasser schwimmt. Wie die Stämme sich gegen das Licht kehren, wenden sich die Wurzeln davon ab, gleichsam um die Polarität zu erhalten. Sonst aber ist der Neigungswinkel der Wurzeln kleiner als der des Stammes. Viele Wurzeln sind jedoch in dieser Rücksicht gleichgültig gegen das Licht, wie die Wurzeln der Kresse (*Lepidium sativum*), an denen man dieses leicht bemerkte, wenn man die Samen eben so aussäet, wie die vom Kohl. Dass aber die Wurzeln, wenn sie grün werden, sich dem Lichte zuwenden, liess sich wohl erwarten, und Dutrochet hat es an Wurzeln von *Mirabilis Jalappa* bemerkt (Mem. II. 70).

Die Stämme und Äste, überhaupt die Axentheile ziehen

*) *Philosophical Transactions* 1812. p. 314.

**) *Comptes rendus* p. 1843. 11. 1043.

sich nach dem Licht, doch nur, wenn sie davon berührt werden, in die Ferne scheint das Licht keinen Einfluss darauf zu haben. Auf eine ähnliche Weise ziehen sich die Wurzeln nach der feuchten Erde, wenn sie davon berührt werden, niemals in der Ferne. Licht ist ein nothwendiges Bedürfniss für die Pflanzen, um auszuathmen, so wie Feuchtigkeit ein nothwendiges Bedürfniss der Pflanze zur Ernährung ist. Auch können wir das Ziehen der Pflanze nach dem Licht mit dem Winden der Pflanzen vergleichen, welches nur dann geschieht, wenn der Stamm die Stütze berührt, nicht in der Ferne. Dass der Stamm auf Anhöhen sich von der Verticallinie abwärts wendet, röhrt auch höchst wahrscheinlich von dem Bestreben nach dem Lichte her; der Stamm wendet sich nämlich auf dieselbe Weise von der dunkeln Anhöhe ab, wie die Zweige in den Kronen der Bäume von dunkeln Wänden, Wällen u. dgl., wovon oben Beispiele gegeben wurden. Das Fliehen der Wurzeln vor dem Licht möchte wohl nach dem, was schon oben gesagt worden, auf einem Polaritätsverhältnisse beruhen, doch müssen noch mehr und genauere Versuche angestellt werden, um über diesen Gegenstand bestimmter zu urtheilen, und die gegebene Erklärung mag man nur als einen vorläufigen Versuch betrachten. Es ist allerdings merkwürdig genug, dass beim Keimen der Pflanze das Stämmchen in voller Dunkelheit sowohl als in vollem Licht sich nach oben wendet, indem nach unten das Würzelchen anwächst, aber diese Erscheinung gehört zu einer Klasse von Erscheinungen, wie sie in organischen Körpern nicht selten vorkommen. So haben die windenden Pflanzen einen Trieb sich zu winden und zwar links oder rechts, ungeachtet kein Stab vorhanden ist, an den sie sich lehnen könnten. Man kann diesen Trieb einen angeborenen nennen, weil er sich schon im Anfange des organischen Körpers zeigt, und so behutsam eingeschränkt, möchte man sagen, die Pflanzen hätten einen Instinkt, sich nach dem Lichte zu wenden.

Zweiundzwanzigste Vorlesung.

Monstrositäten des Stammes. Der Auswuchs. Die Maser. Der gebänderte Stamm. Änderung des Stammes durch Saftigkeit und durch Wasser, also Stamm der Wasserpflanzen.

Der echte Stamm ist mancherlei Monstrositäten unterworfen, welche am besten hier abgehandelt werden, da sie blosse Abänderungen der oben erwähnten Formen sind, auch solche Abweichungen bei den folgenden Stammbildungen eben nicht vorkommen. An dem dicken Stamm mancher Bäume, besonders der Pyramiden-Pappel (*Populus dilatata* Ait.), entstehen Knorren oder Auswüchse, aus denen dünne Zweige oft in grosser Menge hervorwachsen und zwar aus lockern Knospen ohne Deckblätter, und ohne ein stützendes Blatt, sogenannte Adventivknospen. Es ist offenbar eine Krankheit, die sich an den Bäumen, welche dem Winde ausgesetzt sind, z. B. den Alleebäumen, besonders zeigt, auch mögen äussere Verletzungen daran schuld sein, doch finden sie sich zuweilen so hoch am Stämme, dass man dergleichen nicht wahrnehmen kann. Sie entspringen mitten im Holz, fern von Rinde und Mark, da wo sie aber ihren Ursprung haben, sieht man immer Parenchymzellen. Es ist merkwürdig bei der anatomischen Untersuchung zu sehen, wie das junge Zellgewebe, welches die Rinde des Zweiges bildet (es war in diesem Falle nur einer vorhanden), zwischen den porösen vieleckigen Zellen des alten Holzes hervordringt, sogar zuweilen alte Zellen von den übrigen gesondert und eingeschlossen hält. Die alten Zellen röhren, wie es scheint, von Markstralen oder Einkeilungen her. Das junge Zellgewebe besteht aus länglichen, an beiden Enden eckigen Zellen mit einer körnigen Materie erfüllt. Die Richtungen der jungen Holzfasern durchkreuzen einander fast unter rechten Winkeln, ohne dass eine die andere stört, woraus wohl erhellt, dass sie diese Richtung bei dem ersten Entstehen fast gleichzeitig müssen angenommen haben, und dass hier ein ähnlicher Fall eintrat, wie diejenigen, deren am Ende der vorigen Vorlesung gedacht wurde. Es

entsteht auf diese Weise eine junge unregelmässige Holzmasse, die sich immer vermehrt und die grossen Knorren an den Stämmen macht. Aus diesen Holzmassen entwickelt sich die Menge von Adventivzweigen, zu denen die Holzfasern streben, und deswegen die verschiedenen Richtungen annehmen. Mitten im Holze, wie von wirklichem Mark, entstehen hier also neue Markhaufen für die einzelnen Zweige*).

Mit der vorigen Monstrosität kommt die Maser sehr überein, nur dass sich die Äste nicht wirklich entwickeln, sondern unter der Rinde verborgen bleiben. Es entstehen ebenfalls im Holz in der Nähe der Rinde, auch wohl dicht unter ihr, Haufen von Parenchymzellen, Markkerne mag man sie nennen, um welche sich concentrische Holzringe anlegen, die dann wiederum von andern Holzringen umgeben werden. Ich habe einen Zweig von *Prunus Padus* vor mir, wo sich eine Maser aber nur aus zwei Markkernen gebildet hat. Der Querschnitt des ganzen Astes ist fast elliptisch, nur an einem Ende breiter als an dem andern. In der Mitte des breiten Endes befindet sich ein runder Markkern, mit zwei concentrischen runden Jahrringen umgeben; in dem schmalern Ende ist ein länglicher oder elliptischer Markkern ebenfalls mit zwei concentrischen elliptischen Jahrringen umgeben. Diese beiden Markkerne sind nun beide zugleich an dem breitern Ende mit drei, an dem schmalern mit zwei Holzringen umgeben, so dass die Markstrahlen einerseits gegen den Mittelpunkt des runden, andrerseits gegen die Mitte des elliptischen Markes gerichtet sind; die äussern, beide Markkerne umgebenden Schichten aber richten sich gegen die Mitte des ganzen Stammes. Dieses ist ein Beispiel von einer wenig zusammengesetzten Maser. In einem andern Maserstücke sind aber eine Menge Markkerne unter der Oberfläche des Holzes zerstreut und zwar ganz unregelmässig in grössern und kleinern Entfernung; jeder dieser Kerne ist mit einigen Holzringen in unbestimmter

*) S. Anatomie der Pflanzen in Abbild. Taf. 20, wo man Fig. 1 den Ursprung eines Adventivzweiges mitten im Holze einer Pappel sieht; Fig. 2 wie das junge Zellgewebe das alte durchdringt; Fig. 3 wie die Holzfasern einander durchschneiden in einer schwachen Vergrösserung, um einen grossen Umfang darzustellen, und Fig. 4, das alte Holz.

Anzahl umgeben, zuweilen sind auch zwei solcher mit concentrischen Schichten umgebener Markkerne gemeinschaftlich von länglichen Holzschichten umzogen, eben so wie im vorhergehenden Falle. Zwischen diesen Markkernen winden sich nun andere Holzschichten in mannichfältigen Krümmungen umher, um alle mit einander zu vereinigen. Sie entspringen meistens von den äussersten concentrischen Holzringen der einzelnen Markkerne, die sich von den übrigen losreissen und für sich umherziehen. Es ist hier nirgends eine Störung der Holzschichten durch andere zu bemerken, sondern vielmehr eine, so zu sagen, sorgfältige Umhüllung und Umgebung, damit alle Lücken ausgeglichen werden. Dieses Umherziehen und Umherwinden der Holzschichten hat grosse Ähnlichkeit mit dem Überwallen, wovon oben geredet wurde, wie, schon Meyen angeführt hat*). Die zusammengesetzte Maser ist nun diejenige, welche die Tischler aufsuchen wegen ihrer flammenförmig gewundenen Holzschichten, um damit hölzernes Hausrath auszulegen und zu verzieren. Besonders haben in dieser Rücksicht die Birken-, Birn- und Nussbaummaser sich grossen Ruf erworben. Dass die Krankheit von zurückgehaltenen und nicht entwickelten Ästen entstehe, ist leicht zu sehen, und Märten**), so wie nach ihm Meyen, haben auch dieses behauptet. Er schreibt sie der Alterschwäche der Bäume zu, und sie scheint allerdings die Folge einer allgemeinen Schwäche, die aber nicht allein vom Alter, sondern auch vom schlechten Boden, von dem, kalten Winden und Ungewitter ausgesetzten Standort herrühren mag. Nach Adanson***) ist die Maser eine zu starke Entwicklung der Holzsubstanz, durch einen Sonnenstich, oder starken Frost, oder Insestenstich, oder auch durch einen andern Stich hervorgebracht, der durch die Rinde in das Holz übergegangen ist, und eine Störung der Holzschichten bewirkt hat. Auch bemerkt er sehr

*) Pflanzen-Pathologie, herausgegeben von C. G. Nees von Esenbeck. Berlin 1841. S. 86.

**) Versuch einer Theorie über die natürliche Entstehung sowohl, als künstliche Production des Maserholzes von F. J. Märten. Wien und Triest 1815.

***) Familles des plantes. Par. 1763. T. 1 p. 51.

richtig, dass die Bäume an den Alleen besonders diesen Zufällen ausgesetzt sind.

Meyen nennt nach Märtens Vorgang die vorher beschriebenen Auswüchse eine Maserknolle und die echte Maser eine Knollenmaser, aber den wahren Unterschied, der in der Entwicklung des Astes, oder in der Zurückhaltung desselben entsteht, giebt er nicht bestimmt an. Die ältern Schriftsteller, namentlich Adanson, nennen diese Veränderungen Exostose. Alle Schriftsteller rechnen die Maser zu den Krankheiten, aber es ist vielmehr eine Monstrosität, als eine Krankheit. Die Krankheit führt, wenn sie nicht gehoben oder gehemmt wird, zum Tode, aber die Monstrosität niemals.

Es findet sich an den Stämmen sowohl der Monokotyledonen als der Dikotyledonen eine auffallende Monstrosität, welche schon lange die Aufmerksamkeit der Botaniker auf sich gezogen hat. Diese monstrose Bildung ist der gebänderte Stamm (*caulis fasciatus*). Der Stamm wird nämlich nach oben zu erweitert und plattgedrückt, ist dort mit vielen Blättern oder Bracteen besetzt, zwischen oder unter denen auch oft zahlreiche Blüthen hervorkommen. Nicht selten ist er an der Spitze getheilt, seltener aber gekrümmt. Untersucht man das Innere, so findet man das Mark im Stamme oder Aste seitwärts erweitert, und gleichsam plattgedrückt, welchem der Holzring folgt, und so, auch die Rinde. Es ist also keinesweges ein Zusammenwachsen von mehrern Ästen, sondern ein vermehrtes und darum nicht ganz entwickeltes Hervordringen mehrer Äste, auch sieht man deutlich, dass die Vermehrung des Markes den grössten Anteil an dieser üppigen Vermehrung hat. Solche gebänderte Stämme sind an gar vielen Pflanzen bemerkt worden, auch in Zeitschriften wegen ihrer Schönheit bekannt gemacht. Schon in den Ephemerides Naturae Curiosorum für das Jahr 1675 und 1676 findet man gebänderte Stämme von *Hieracium Pilosella*, *Euphorbia Cyparissias*, *Lilium Martagon*, *Primula veris*, *Ranunculus repens* kurz beschrieben und roh abgebildet, auch wird dort schon der Ausdruck *caulis fasciatus* gebraucht. An Rosen sieht man gebänderte Äste häufig mit vielen Blättern besetzt, aber doch selten mit Blumen, dagegen bringen die gebänderten Stämme von

Lilium candidum, *L. bulbiferum* und *Martagon* eine Menge Blumen hervor. Fruchtbare Jahre mit häufiger Abwechselung von Wärme und Nässe scheinen diese Monstrosität besonders zu bewirken, und man hat oft Gelegenheit sie in solchen Jahren zu sehen. Merkwürdig ist es, dass ein solcher gebänderter Stamm an *Celosia cristata* immer gefunden wird, dass er sich also durch den Samen fortpflanzt, und gewissermassen eine natürliche Monstrosität darstellt. An dieser Pflanze stehen die Blüten an der Ausdehnung des Stammes, der obere Kamm ist aber nur mit Bracteen besetzt, die eine schön rothe oder auch gelbe Farbe haben. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Pflanze ursprünglich zu den Gartenkünsteleien der Chinesen gehört, zumal da sie in unsren Gärten sich sehr verschieden zeigt, bald mehr, bald weniger ausgedehnt ist. Es ist eine gewisse Biegsamkeit nothwendig, damit diese Monstrosität sich bilde und Schlechtendal führt mit Recht an, dass diese Veränderung an Bäumen und Sträuchern nur die jungen Schüsse betrifft*).

Von diesen vielleicht natürlich - monstrosen Stämmen, oder doch wenigstens von dieser zur Natur gewordenen Monstrosität ist der Übergang zu den natürlichen Monstrositäten, wenn wir sie so nennen dürfen, zu den Cacteen leicht. Die Opuntien stehen wahrlich in Rücksicht auf den innern Bau sehr nahe der *Celosia cristata*. Unten, wo der Stamm rund ist, hat er ein vergrössertes, saftiges Mark aus Parenchymzellen, dann eine vorzüglich dicke, saftige Rinde, ebenfalls aus Parenchymzellen, und ein nicht sehr verdicktes Holz, wo die Holzbündel durch erweiterte Markstralen von einander gesondert sind, wie dieses schon oben von manchen Kräutern, namentlich den Umbellenpflanzen, beschrieben wurde. Die Bastbündel liegen dicht an den Gefässbündeln. So ist also die Form von der gewöhnlichen nicht sehr abweichend. Nun aber bilden sich die blattförmigen Glieder oder Zweige, und hier entsteht eine

*) Linnaea 1839. S. 384. Mir ist sonst keine Pflanze bekannt, wo die Bänderung beständig ist. Auch wüsste ich den zusammengewachsenen Stamm der Dahlien (Georginen) nicht von der Bänderung zu unterscheiden.

seitwärts sich ausbreitende Erweiterung des Markes, wobei es plattgedrückt erscheint. Das Holz folgt, die Gefäßbündel sind durch sehr vergrösserte Markstralen weit aus einander getrieben, aber sonst nicht sehr vergrössert. Die Rinde ist ebenfalls, wie das Mark, seitwärts erweitert und plattgedrückt. Die Blätter fehlen, wenn man nicht die kurzen cylindrischen grünen Theile dafür halten will, welche zuweilen und zwar an dem obersten Theile der Glieder, aus dem Stachel- und Borstenhaufen (pulvini) hervorkommen. Immer gehen Spiral- und poröse Gefäße aus dem Holze nach den Blättern, und hier gehen sie ebenfalls zu den Stachelhaufen, nur sind sie durch Parenchymzellen weit aus einander getrieben *).

Ein vierjähriger Stamm der grossen baumartigen *Opuntia decumana* zeigte allerdings vier Holzringe, aber zwischen die Holzstralen war so viel Parenchym getreten, dass sie dadurch von einander entfernt und gesondert waren, was in dem gewöhnlich gebildeten Stamme nicht der Fall zu sein pflegt. Es waren nicht nur Markstralen, welche die Holzbündel trennten, sondern diese selbst wurden durch angewachsenes Parenchym in fast einzelne Holzstralen aufgelöst, wie sich schon daraus ergiebt, dass sie gegen das Mark zu in eine Spitze zusammen ließen und sich vereinigten, folglich den Markstralen den Weg versperrten dort einzudringen; was nur zwischen ihnen wie gewöhnlich geschah. Eben so war auch Parenchym zwischen die Jahresschichten eingedrungen, hatte sie von einander entfernt, und dadurch kenntlich gemacht; eine ebenfalls nicht gewöhnliche Erscheinung**).

Eine solche Ausdehnung des Markes, wie in den Opuntien, kommt unter den Cacteen weiter nicht vor. Es ist viel-

*) S. Ausgew. anat. bot. Abbild. Taf. 3 Fig. 6 den Querschnitt eines Stammes von *Opuntia vulgaris*, da wo er rund ist, nicht vergrössert; Fig. 7 ein Stück von demselben Querschnitt, aber vergrössert; Fig. 5 Querschnitt, zum Theil, eines Stammgliedes von *Opuntia vulgaris*; Fig. 4 Längsschnitt eines solchen Gliedes, wo man die Vertheilung der Gefäße sieht, welche zum Stachelhaufen gehen.

**) Anat. botan. Abbild. Taf. 15 Fig. 4, daselbst sind auch Fig. 5 die zierlichen Fasergeweben dieser Pflanze, wo in jeder Zelle sich die Faser mit einem Ringe endigt.

mehr die Rinde, welche sich ausbreitet und die sonderbaren Gestalten dieser saftigen Pflanzen verursacht. Auffallend ist dieses besonders an den Phyllocacteen. Der Stamm ist rund an der Basis nicht allein, sondern auch in der flachen Ausbreitung der Äste, wo er einen Hauptnerven darstellt. Die Holzbündel sind durch Markstralen von einander getrennt, auch durch Parenchym von den Bastbündeln; ich konnte aber nur den Anfang von zwei Holzschichten erkennen, ungeachtet der Stamm viel älter war. In den Seitenflügeln verbreiteten sich die Spiralgefässe fast netzförmig, wie in den Opuntien, auch hatten sie ihre Richtung gegen die Stachelhaufen*). Auch die vielen Ecken an Cereus werden durch die Rinde gebildet. Der Umfang des Holzes ist rund, die Holzbündel selbst sind durch Markstralen getrennt, und in den Kanten verbreiten sich die Spiralgefässe wie vorher gegen die Stachelhaufen**). Eine vor mir liegende Zeichnung von *Cereus triangularis* zeigt den runden Umfang des Holzes, woran man nur eben den Anfang zu drei Kanten sieht, die nun ganz und gar von der Rinde gebildet werden. In den Mammillarien hat ebenfalls das Holz einen runden Umfang, sehr getrennte Holzbündel und ist mit einer dicken Rinde umgeben. Unter den Cacteen finden wir zwei Gattungen, eine von gewöhnlichem, die andere von einem wenig abweichenden Bau. Die erste, *Peireskia*, hat deutliche Blätter; die andere, *Rhipsalis*, wenigstens eine dicke Rinde. Die Zapfen, Kanten und Flügel-Einfassungen der Cacteen sind Theile der Rinde, nicht entwickelte, verwachsene Äste, die durch ihren Anwuchs die Blätter gleichsam aufgezehrt (absorbit) haben.

Ein gleiches Verhältniss findet sich bei den Euphorbien

*) S. Ausgew. anat. bot. Abbild. H. 2 Taf. 3 Fig. 1 den Querschnitt aus einem Stämme von *Epiphyllum Phyllanthus* (*Phyllocactus Phyllanthus* Salm Dyck.), Fig. 2 den Längsschnitt des Stammes und Fig. 3 die Verbreitung der Gefässe gegen einen Stachelhaufen.

**) S. Ausgew. anat. bot. Abbild. H. 2 Taf. 3 Fig. 9 den Längsschnitt durch den Stamm von *Cereus flagelliformis*, wo das Holz gegen die Rinde dünn erscheint, obgleich ein Stück von der Rinde nicht gezeichnet wurde, um die Figur nicht noch grösser zu machen; Fig. 2 stellt die Vertheilung der Gefässe gegen einen Stachelhaufen dar

mit saftigem Stamm. Der innere Bau ist wie bei den Cacteen, und die Blätter sind bei denen, welche Kanten haben, z. B. *Euphorbia officinarum*, ganz absorbirt, bei denen, welche zwar saftig sind, aber ohne Kanten, z. B. *Euphorbia nerifolia*, sind sie jedoch in geringerer Menge vorhanden, bei den einheimischen bedecken sie in grosser Menge den dünnen, nicht saftigen Stamm.

Die meisten saftigen Pflanzen kommen darin überein, dass in dem Stämme das Parenchym sehr vermehrt ist. Es findet diese Vermehrung vorzüglich in der Rinde statt, wie in den meisten Cacteen — die Opuntien ausgenommen — doch aber auch im Mark, wie in *Kleinia articulata*, *ficoides*, *nerifolia*, *Ceropegia aphylla*, *dichotoma* und andere Pflanzen. In allen saftigen Pflanzen haben die Markstralen die Holzbündel von einander entfernt, und was schon oben an *Opuntia decumana* bemerkt wurde, das Parenchym hat sich zwischen den Holzbündeln angesetzt und die Stralen von einander entfernt, wie es die Anatomie der *Portulacaria afra* zeigt, wo auch die Jahresschichten in einem zweijährigen Zweige durch Parenchym getrennt waren*). Dieses Eindringen des Parenchyms zwischen andere Theile kann man als einen Hauptcharakter der saftigen (succulenten) Pflanzen ansehen.

Die Stämme der Phyllocacteen sind unten kantig, oben flach und geflügelt. Aber jeder Zweig ist auch an der Basis kantig, und wenn man einen solchen in die Erde pflanzt, wächst der untere Theil — durch ein intercalares Wachsthum — an, so wie der obere sich weiter ausbreitet. Auf eine ähnliche Weise verhält es sich mit den Opuntien, die auch unten einen kantigen, nicht flachen Stamm haben.

Viele saftigen Pflanzen haben nur saftige Blätter und keinen saftigen Stamm. Der Stamm hat hier die Function Parenchym anzusetzen, um Säfte aufzunehmen und den Blättern zu übertragen. Es gibt ganze natürliche Ordnungen von saftigen Pflanzen, wie die Crassulaceae und Ficoideae, es gibt andere, deren Gewächse fast alle saftig sind, wie die Cacteen,

*) S. Ausgew. anat. bot. Abbild. H. 1 Taf. 6 F. 5—14, wo auch das Anwachsen der Rinde durch dünne Schichten der Aussenrinde dargestellt ist.

— Peireschia nämlich ausgenommen; es giebt endlich natürliche Ordnungen, worin nur einige succulente Pflanzen sind, wie die Compositae, Cacaliaceae, Asclepiadaceae u. a. m.

Die Saftigkeit der Pflanzen gehört unstreitig zu den zweckmässigen Bildungen. Alle saftigen Pflanzen wachsen in steinigen und sandigen, im Sommer oder in der trocknen Jahreszeit wasserlosen Gegenden. So lange noch Regen fallen, so lange noch die Bäche fliessen, saugen sie die Feuchtigkeit ein, und wachsen mit saftigen Stämmen oder saftigen Blättern üppig fort. Sobald aber die trockene Jahreszeit eintritt und die Bäche versiegen, welche ihnen Feuchtigkeit gaben, bleibt ihnen nichts übrig, als sich von ihren eigenen Säften zu nähren, und aus diesen allein Blüten und Früchte zu treiben. Man kann dieses an unsern Sedumarten deutlich sehen, wenn man sie vor dem Blühen aus der Erde nimmt und an einen trocknen Ort hinlegt, wo sie dann nach oben fortwachsen, Blüten und Früchte hervorbringen, aber, so wie dieses geschieht, die untern Blätter verlieren, die nun ausgesogen abfallen. Ich möchte dieses mit den Thieren vergleichen, welche, um einen Winterschlaf zu halten, sich vorher mit reichlichem Futter mästen, fett einschlafen und mager aus dem Winterschlaf erwachen, weil sie sich unterdessen von ihrem eigenen Fette nährten.

So wie die saftigen Pflanzen eine zweckmässige Bildung für die Trockniss und Dürre haben, so finden wir auch einen zweckmässigen Bau an den Wasserpflanzen, nur dass diese der Luft bedürfen, so wie jene des Wassers. Sie sind daher mit Lücken, Luft haltenden Behältern, versehen, die den ganzen Stamm durchsetzen, und wenn dieser ein dichtes Rhizom, ein Knollstock, sein sollte, wie die Nymphaeae, Hydrocharis u. a., so durchziehen sie wenigstens die Blattstiele. Diese Lücken sind von einer doppelten Art, Luftkanäle und zusammengesetztes Zellgewebe. Es ist hiervon schon oben S. 161 folg. geredet, so dass wir uns zu den besondern Formen wenden können und müssen, da die Vertheilung der Lücken und des zusammengesetzten Zellgewebes verschieden ist, und der ganze Bau der Wasserpflanzen von dem Baue der Landpflanzen mehr oder weniger abweicht.

Menyanthes trifoliata möge ein Beispiel von einer Wasser-

pflanze geben, die wenig von den verwandten Landpflanzen in ihrem innern Baue abweicht. Sie gehört bekanntlich zu den Dikotyledonen und steht den Gentianen nahe. Die Rinde und das Mark bestehen ganz aus zusammengesetztem Zellgewebe. Das Holz besteht aus abwechselnd grossen und kleinen Holzbündeln, durch schmale Markstrahlen von einander getrennt, auch befindet sich ein Bündel von Baströhren auf jedem derselben gegen den Umfang des Stammes.

Ungeachtet *Hippuris vulgaris* eine Wasserpflanze ist, und keine verwandte Landpflanzen hat, so ist doch der innere Bau wenig von den Landpflanzen verschieden. Das Mark besteht aus gewöhnlichem Parenchym, das Holz bildet einen schmalen, unregelmässigen Kreis von Gefässen, ungefähr wie in den ganz jungen Zweigen von Bäumen und Sträuchern; diesen umgibt ein breiter Kreis von engen Zellgeweben, und nun folgt in der Rinde ein zusammengesetztes Zellgewebe von sehr ungleichen, nach der Mitte zu sehr grossen Lücken.

Umgekehrt kann man sagen: Ungeachtet *Utricularia* eine sehr verwandte Landpflanze, *Pinguicula*, neben sich hat, so ist doch der innere Bau von *Utricularia vulgaris* sehr eigenthümlich. Das Mark, aus gewöhnlichem Parenchym zusammengesetzt, ist mit einzelnen Spiralgefässen durchzogen, oder auch mit schwachen Bündeln aus zwei bis drei Spiralgefässen. Dieses Mark stellt zugleich das Holz vor. Die nun folgende Rinde besteht zuerst aus einem Kreise von Parenchymzellen, worauf sternförmig auslaufende, lange Lücken folgen, durch Wände von einfachen Zellenreihen gesondert, und endlich schliesst ein Kreis von Parenchymzellen den Umfang. Die Lücken liegen also ganz in der Rinde. In der Jugend sind sie fünf- bis sechseckig, wie Parenchymzellen, und erst im Alter erweitern und verlängern sie sich gegen den Umfang, und runden sich dort immer mehr ab.

Sehr ähnlich ist der innere Bau von *Myriophyllum verticillatum*. Die Spiralgefässe liegen wiederum im Mark, einzeln oder meistens zu zwei und zwei. Das Mark ist wie vorher mit einer Zellschicht von Parenchym umgeben, die sich nur dadurch auszeichnen, dass sie grösser sind und mehr Körner enthalten, als die Markzellen, dann folgen die grossen,

sternförmig gestellten Lücken mit ihren schmalen Wänden, wie in *Utricularia*, und zu äusserst die Einfassung von grossen Parenchymzellen mit Körnern von Stärkmehl. Nur etwas Eigenthümliches sieht man in dieser Pflanze, nämlich an den Wänden der Lücken die innerlichen Haare, von denen schon oben S. 164 die Rede war, und zwar besonders von den Haaren in den Luftkanälen von *Nymphaea*. Sie sitzen aber in *Myriophyllum* auf einer grössern und kugelrunden Unterlage.

Eigenthümlich ist der Bau der Potameae, einer natürlichen Ordnung, die ganz und gar aus Wasserpflanzen besteht. Man unterscheidet sehr leicht, z. B. im Stämme von *Potamogeton natans*, zwei Kreise, wovon der äusserste aus Rinde, der innere aus Mark oder Holz, wie man es nennen will, besteht. Der innere Kreis ist aus Parenchymzellen zusammengesetzt, die viel Körner von Stärkmehl enthalten. In einem nicht ganz regelmässigen Kreise stehen grosse Luftkanäle, doch nicht von gleicher Grösse, auch nicht von gleicher Anzahl, sondern 5—7—9, ebenfalls unregelmässig abgerundet. Um diesen Kreis, und zwar innerhalb des äussersten Umfanges des Markes, sieht man ferner in einem Kreise Haufen von 5—6 grossen Spiralgefässen, so gestellt, dass sie nach Aussen convex, nach innen concave Bogen bilden. Eine Rinde von eckigen Luftkanälen, oder zusammengesetztem Zellgewebe umgibt das Mark, und hier finden sich in den Wänden besonders da, wo sie aus zwei Reihen von Zellen bestehen, kleine Bündel von äusserst engen, aber vollkommenen Spiralgefässen. Gleiche Bündel von engen Gefässen finden sich auch zuweilen im Marke. Dieses Erscheinen von zwei verschiedenen Gefässbündeln, welche Gefässer von gar verschiedener Grösse enthalten, die theils regelmässig gestellt, theils unregelmässig zerstreut sind, kommt sonst meines Wissens im Pflanzenreiche nicht vor. — Wenn man beim Längsschnitt nur diese Bündel von feinen Gefässen trifft, so wird man verleitet, diesen Pflanzen nur feine Spiralgefässer zuzuschreiben, wie es von einigen Botanikern und mir selbst geschehen ist.

Es unterscheidet sich also der innere Bau des Stammes von *Potamogeton* von dem innern Baue des Stammes der übrigen Monokotylenstämme zuerst dadurch, dass nur ein Kreis

von Gefässbündeln sich in dem Innern, dem Marke des Stammes so zu sagen, zeigt, da hingegen in dem Stamme der Monokotylen sich immer mehr Kreise, und zwar wechselnde, befinden; er kommt aber in sofern mit dem innern Baue der Wurzeln der Monokotylen überein, wo auch nur ein Kreis von Gefässbündeln vorkommt. Durch die zerstreuten Bündel von Spiralgefässen unterscheidet er sich aber von den übrigen Monokotylen. Es ist aber merkwürdig, dass *Utricularia* und *Myriophyllum*, ungeachtet sie Dikotylen sind, in Rücksicht auf den innern Bau den Monokotylen gleichen, nur dass sie weniger Bündel von Spiralgefässen, und diese auch einzeln, und nicht in Bündeln, enthalten.

Noch weiter weichen die Najaden in dem Baue ihres Stammes von allen Phanerogamen ab, und nähern sich gewissermassen den Kryptogamen. Man sieht im Innern des Stammes einen dunkeln Nerven aufsteigen in einem sonst durchscheinenden Gewebe. Unter dem Vergrösserungsglase erkennt man eine verhältnissmässig dicke Rinde aus Parenchym mit einem Kreise von niedersteigenden rundlichen Luftkanälen; in der Mitte aber einen Haufen von engen und langen Zellen, mit seltenen oder gar keinen Querwänden, in denen ich keine Spiralfasern finden konnte. Doch ist damit nicht zu behaupten, dass ihnen solche gänzlich fehlen, denn man hat diese Gefässse in vielen Pflanzen gefunden, wo sie zuerst nicht bemerkt wurden; so z. B. in den Coniferen, *Rafflesia*, *Zostera* u. s. w. Wenn aber auch Spiralfasern in jenen langen Röhren sollten gefunden werden, so weichen diese Pflanzen doch gar sehr in ihrem Baue von andern Phanerogamen ab, indem diese niemals in der Mitte des Stammes einen Bündel von Spiralgefässen haben, wie es hier der Fall sein würde; denn eine solche Bildung kommt nur allein unter den Kryptogamen und zwar bei den Lykopodiaceen und den Salviniaceen vor. Allerdings stehen die Najaden den zuletzt genannten Pflanzen am nächsten.

Nicht allein die Wasserpflanzen, sondern auch die Sumpfpflanzen haben ein zusammengesetztes Zellgewebe, von welchem schon oben S. 162 die Rede war. Hierher gehören fast alle Cyperoideae, Junceae und viele andere Sumpfpflanzen.

Der Name zusammengesetztes Zellgewebe scheint mir nicht unpassend, doch möchte es bequemer sein, den Namen zellige Lücken zu wählen, um diese Lücken von andern zu unterscheiden, welche weit weniger regelmässig im Zellgewebe ausgehölt sind. Denn es ist auffallend, dass diese Lücken im Querschnitt wie regelmässige, fünf- bis sechseckige grosse Zellen erscheinen, deren Intercellulargänge wiederum in Zellen gesondert sind. Doch ist die Ähnlichkeit mit den gewöhnlichen Zellen erst dann recht auffallend, wenn Querwände vorhanden sind. Dieses ist nun häufig der Fall in den Blattstielen, seltener in dem Stämme, doch findet man in der Regel einige mit Querwänden, so haben z. B. nur die Kanäle im Stämme von *Potamogeton* gegen die äussere Oberfläche Querwände, gegen die Mitte nicht, wenigstens habe ich sie nicht gefunden. Die Querwände bestehen, wie die andern Wände, aus einer oder zwei Reihen von Zellen.

Eine merkwürdige Pflanzengattung ist noch übrig, die Gattung *Lemna*, oder vielmehr die natürliche Ordnung Lemnaceae, denn die Gattung ist mit Recht in mehre von Schleiden*) getheilt worden. Ich will mit einer noch am meisten entwickelten Pflanze dieser Familie, mit der *Lemna trisulca*, anfangen. Sie stellt ein lanzettförmiges gestieltes, Blatt vor, aus dem seitwärts zwei andere gestielte Blätter kommen, von denen jedes Seitenblatt wieder zwei Seitenblätter treiben kann und so fort, so dass daraus ein zusammenhängendes Gewebe von scheinbaren Blättern wird, welche im Wasser schwimmen. Betrachtet man ein solches Blatt genauer und zwar die Stelle, wo seitwärts die andern Blätter herauskommen, so sieht man, dass der Stiel eines solchen, seitwärts hervorkommenden Blattes sich zwischen zwei Lamellen am Rande des ersten Blattes einschiebt, und inwendig mit der Mitte desselben verbunden ist. Das kann nur mit Stamm und Ästen geschehen, wenn nämlich der Stamm zwei Flügel hat, zwischen denen der Ast sich ein senkt, denn zwischen den beiden Lamellen des Blattes wächst aus dem Hauptnerven niemals ein anderes Blatt hervor, wohl aber zwischen zwei Flügeln eines Stammes ein

*) *Linnaea* Bd. 13. 1839. p. 385.

Ast. Ich würde also die sogenannten Blätter von *Lemna trisulca* für zusammengedrückte Äste halten, etwa wie an den Opuntien. Übrigens hat dieses Stammglied keine Nerven, sondern besteht ganz aus lockern Parenchym, ohne alle Spiralgefässe. Auch der Stiel oder Stamm besteht nur aus Parenchym, ohne alle Gefässe. Zuweilen stehen die beiden Seitenäste einander gegenüber, und verbinden sich mit dem ersten, dem Hauptstamme, zu einem Mittelpunkt, zuweilen nicht, doch sind sie nie weit von einander entfernt. Ganz ähnlich ist der Bau von *Lemna minor*, nur dass die Stiele fehlen, und die Glieder mehr in einander geschoben sind. Auch hier kommen aus dem Hauptgliede wiederum zwei Seitenglieder heraus, doch lösen sie sich bald von einander und die Verästelung verbreitet sich lange nicht so sehr, als an *Lemna trisulca*. Da wo im Innern des Gliedes die Seitenglieder zusammentreffen, brechen nach aussen die Würzelchen, und zwar mehre zusammen, hervor. Das Einschieben der Seitenäste zwischen die beiden Lamellen des Hauptastes ist hier nicht so deutlich als an *Lemna trisulca*. Noch mehr äusserlich sind die Seitenglieder an das Hauptglied angewachsen in *Lemna polyrhiza* L. (*Spirodela polyrhiza* Schleid.), ein Gewächs, welches von den übrigen Lemnaceen dadurch abweicht, dass man darin Nerven mit zarten Spiralgefässen sieht. An *Lemna gibba* L. (*Telmatophace gibba* Schleid.) sondern sich die jungen Glieder leicht von den ältern und die Glieder schwimmen daher öfter einzeln umher, als man es von den übrigen Lemnaceen bemerkt.

Die Stämme von *Lemna* enthalten sehr grosse Lücken, die man zu den zellenartigen Lücken rechnen kann, weil sie in einem verticalen Durchschnitt Querwände zeigen, die aus einer Reihe von Zellen bestehen. So liegen sie in einer Reihe, an der Oberfläche des Gliedes ziemlich rundlich, in der Mitte, dem erhabensten Theile des Gliedes, am grössten, und gegen die Ränder zu immer kleiner. Ausser diesen finden sich nach unten zwei grosse Lücken und viele kleinere, auch seitwärts durchgehende. Die obere Fläche hat Spaltöffnungen, die untere keine. Mit *Pistia* ist allerdings Ähnlichkeit vorhanden,

und die Blätter jener Pflanze scheinen ebenfalls keine wahren Blätter zu sein.

Drei- und vierundzwanzigste Vorlesung.

Das Caulom der Palmen und der Cykadeen. Innerer Bau der Ausläufer. Das Rhizom. Der Knollstock. Der Mittelstock. Die Knolle.

Wenn man eine Palme, eine Pandanee, eine *Yucca*, eine grosse *Agave*, oder ähnliche Gewächse betrachtet, so fällt es gar sehr auf, dass sie viele Jahre hindurch nur Blätter treiben, ohne das der Stamm heranwächst. Ja sehr oft bleiben sie ihr ganzes Leben hindurch auf den Blättern stehen, ohne dass sich der Stamm entwickelt. Besonders ist dieses bei der Dattelpalme der Fall, die man nicht selten in den Gewächshäusern, wo ihnen Wärme und Luft nicht zusagen, nur als einen Haufen von Blättern, ohne einen Stamm, sieht. Um S. Remo auf der Riviera di Ponente bauet man die Dattelpalme keinesweges der Frucht wegen, die dort gewiss nicht reifen würde, sondern nur der Blätter wegen, die man für die Kirchen in einem grossen Theile von Italien verkauft, um diese am Palmsonntage damit zu schmücken. Das beständige Abschneiden der Blätter, auch wohl das noch nicht hinreichend warme Klima machen, dass diese Palmen immer niedrig bleiben, nur Blätter und keinen Stamm entwickeln. Umgekehrt ist es der Fall mit der *Chamaerops humilis*, der Zwergpalme. Auf den Ebenen vom Alentejo in Portugal, in Sizilien, am Tiberius auf der Insel Capri und auf dem Vorgebirge bei Cirelli bei Terracina bleibt diese Palme nur klein, und auf den Blättern stehen, vielleicht weil das Vieh ihnen den Gipfel, das sogenannte Gehirn, ausfrisst, oder die Menschen ihn ausschneiden, um ihn zu essen, oder auch weil das Klima, besonders an den beiden letztgenannten Ortern, nicht warm genug ist. Dagegen wird diese Palme in unsren Gewächshäusern, wo sie ungestört fortwächst, sehr alt und hoch, wie an sehr vielen Orten zu sehen ist, auch hier in Berlin, wo die

Palme im K. botanischen Garten noch lebt, welche Gleditsch im Jahre 1759 mit einem Strauss von männlichen Blüten befruchtete, worauf sie zum ersten Mal reife Früchte trug. Sie hat eine Höhe von 10 Fuss und trägt jährlich Früchte, die aber vor der Reife abfallen, weil keine männliche Palme vorhanden ist, um sie zu befruchten.

Noch ein anderer Umstand fällt auf, wenn man die vorher genannten Gewächse betrachtet, nachdem der Stamm angewachsen ist. Unter der Krone, unter dem Büschel von Blättern am Gipfel ist der Stamm fast eben so dick, als unten an der Basis, wenigstens ist der Unterschied so gering, dass er in Vergleichung mit andern dikotylen Bäumen, welche einen im Ganzen kegelförmigen Stamm haben, unbedeutend erscheint. Ja es ist nicht selten der Fall, dass diese Stämme nach unten zu dünner werden, oder in der Mitte, aber man sieht sehr bald, dass dieses vom Zufalle herrührt; denn es ist nicht bei zwei Stämmen gleichförmig. Von dieser fast gleich bleibenden Dicke kann man sich überzeugen, wenn man die in den Gärten der Liebhaber häufigen Yuccastämme sieht.

Diese beiden Eigenschaften, nämlich dass die Blätter sich vor dem Stamm entwickeln, und dass dieser im Ganzen nicht kegelförmig, sondern mehr walzenförmig ist, scheinen mir bedeutend, um einem solchen Stamm einen besondern Namen zu geben, und ihn ein Caulom (cauloma), Palmstamm, zu nennen*). Ich möchte aber jetzt, der näheren Bestimmung wegen, noch ein drittes äusseres Kennzeichen hinzufügen, welches auf den innern Bau den grössten Einfluss hat, nämlich, dass der Stamm des Cauloms geringelt ist und zwar dicht geringelt, welches man allerdings erst deutlich wahrnimmt, wenn die Scheiden der untern Blätter abgefallen sind. Von dem innern Baue, wodurch das Caulom sich besonders auszeichnet, wird sogleich die Rede sein.

Wir haben zwei vortreffliche anatomische Beschreibungen des Palmstamms, die erste von H. Mohl**), die zweite von Mirbel***). Jene war die Einleitung zu dem grossen sys-

*) S. Elem. Philos. bot. T. 1 p. 300.

**) De Palmarum structura. Scripsit Hugo Mohl. Monach. 1831 fol. imp.

***) Comptes rendus p. 1843 T. 1 p. 1214. Annal. d. Scienc. naturell. Ser. 2 T. XX p. 5.

matischen Werke über die Palmen von C. F. P. von Martius; diese war vielleicht zugleich in der Absicht unternommen, um die Unrichtigkeit der Theorie von Petit Thouars, die Gaudichaud erneuert hatte, wovon schon oben die Rede war, zu zeigen. Auch ist schon oben erzählt worden, dass die erste Vergleichung des Dikotylenstammes mit einem Monokotylenstamme von Desfontaines herrührte, und dass dieser sich der Palmenstämme zu jener Vergleichung bediente.

Doch es ist nöthig, das Wachsthum eines Palmstammes von Anfang an zu verfolgen, um den Bau genauer kennen zu lernen. Ich wähle dazu den Stamm der Dattelpalme (*Phoenix dactylifera*). Beim Keimen verlängert sich der Embryo, oder der Kotyledon, wie gewöhnlich bei den Monokotylen, und spaltet sich in eine Scheide, aus deren Basis der Stamm nach oben hervorwächst und die Wurzel nach unten. Jener mit einer Scheide umgeben, enthält in seinem Innern einen kleinen knollenartigen Körper, aus Parenchym und umher ziehenden feinen Spiralgefäßsen bestehend, nach oben bildet er so gleich eine aus lauter Blättern bestehende Knospe, wie es bei den Monokotylen gewöhnlich ist. Diese kleine Knolle hat Mohl (a. a. O. Tab. P. Fig. 5 *abcd*) aus *Corypha frigida* deutlich dargestellt. Er nennt ihn den ersten Knoten, *nodus primarius*, was er auch ist. Da er an so verschiedenen Palmen vorkommt, wie *Phoenix* und *Corypha*, so mögen wir ihn wohl für diese Familie als allgemein annehmen. In seiner Form scheint er verschieden; bei Mohl ist er einfach; ich sehe ihn aus mehrern zusammengesetzten. Die Spiroiden treten aus der Wurzel hervor, lassen einen Zwischenraum mit Parenchym gefüllt, umschlingen aber von beiden Seiten kleine kugelförmige Massen aus Parenchym, deren mittlere Zellen Kerne haben. Sie sind gegliederte poröse oder Spaltgefässe. In diesem Zustande wächst die junge Palme langsam an. Die Blätter erreichen eine bedeutende Länge, indem der Stamm eine fast kugelrunde Knolle bleibt. Untersucht man ihn nun nach einer Reihe von Jahren, etwa sechs bis acht Jahren, so findet man beim Durchschnitt inwendig einen Kern, der aus einigen gleichartigen Stücken besteht, die sich nur durch einen Absatz unterscheiden, wie es im Kleinen im ersten Knoten der

Fall war, umgeben mit einer Rinde, aus der die Blätter entspringen; oben steht eine Knospe aus lauter Blättern bestehend, wie die erste ursprüngliche Knospe. Der Kern dieser Knolle ist ganz und gar von einem Geflecht von Gefäßbündeln durchzogen, die sich in den mannichfältigsten Richtungen durchkreuzen, welches man mit blossen Augen schon deutlich erkennt. Vergrössert erscheinen diese Bündel aus gegliederten Spaltgefässen, wie beim Keimen, zusammengesetzt, doch mit längern Gliedern als früher, dicht umgeben mit einem Prosenchym von langen, engen und porösen Zellen, in einer Grundlage von vieleckigem Parenchym, welches die ganze Knolle erfüllt. Die Rinde umgibt die erwachsene Knolle von allen Seiten und nur der untere Theil, wo die Wurzeln entspringen, bleibt von ihr unbedeckt; am Rande hat sie Einschnitte, zwischen denen aus den Hervorragungen die Blätter entspringen. Sie besteht aus Parenchym; es durchlaufen sie der Länge nach, den Kern umkreisend, Bündel aus Baströhren nebst Parenchymzellen, oft in Reihen; andere solche Bündel aus Spaltgefässen, engem Zellgewebe und porösen Zellen gehen vom Kern zu dem Umfange. So befindet sich auch oben unter der Knospe in der Rinde eine Schicht von Parenchym, durch welche Gefäßbündel vom Kern zu den Blättern gehen. Wir werden in der Folge sehen, dass dieser Bau dem Baue einer Zwiebel durchaus ähnlich ist, nur dass in dieser der mit einem Geflecht von Gefäßbündeln erfüllte Theil, der Zwiebelstock, eine flache Gestalt hat, da er hier in der Palme von einer fast kugelichten Gestalt ist.

Durchschneidet man ein Stück von dem hohen Stamm einer Dattelpalme, so findet man eine Menge Fasern oder Gefäßbündel der Länge nach den Stamm durchziehend. Gegen den Umfang stehen sie immer dichter zusammen und im Umfange selbst am dichtesten, gegen die Mitte hingegen lockerer, mehr mit Zellgewebe umgeben, und in des Stamms Mitte am lockersten. Betrachtet man aber die Fasern oder Holzbündel genauer, so sieht man, dass sie keinesweges einander parallel sind, sondern dass sie sich auf eine mannichfältige Weise durchkreuzen, aber dabei nur sehr kleine Winkel machen. Doch da Mohl Gelegenheit hatte, viele Palmstämmen, welche

v. Martius aus Brasilien gebracht hatte, zu untersuchen, so wollen wir ihn darüber hören. Er sagt in dem erwähnten Werke (III. §. 3): „Um den Lauf der Gefässbündel im Stamme zu untersuchen, ist es am besten, die Palmen zu wählen, in denen das Parenchym durch die Fäulniss seine Festigkeit verloren hat, so dass man mit leichter Mühe die Bündel aus dem gespaltenen Stamme herausziehen kann. Am bequemsten wendet man die Palmen an, deren Mitte weich und markig ist. Wenn man also an einem solchen Stamme ein Gefässbündel von da an, wo es in das Blatt eintritt, rückwärts verfolgt, so findet man, dass es in einem Bogen bis zur Mitte des Stammes herabläuft, dann nahe bei der Mitte sich etwas herabzieht, nun aber die mit der Axe des Stammes parallele Richtung verlässt, sich nach und nach der Oberfläche nähert, und weit unter derselben fortläuft.“ Der Verfasser erinnert hiebei, er habe zwar die Richtung von oben nach unten verfolgt, der Bequemlichkeit wegen, doch glaube er nicht, dass sie in dieser Richtung fortwachsen. Er zieht daraus einen Schluss gegen die Meinung von Desfontaines, dass die jungen Gefässbündel in dem Innern des Stammes anwachsen, und dass die härteren und dickern in der Peripherie älter wären, als die weichern in der Mitte, wodurch sich dann die Monokotyledonen von den Dikotyledonen unterscheiden sollen.

Mirbel erinnert gegen diese Darstellung von dem Verlaufe der Holzbündel in den Palmen, dass dann die Stämme unten oder oben viel dichter sein müssten, als sie wirklich sind. Er berechnet die Zahl der Holzbündel, welche in die Blätter übergehen, und findet, dass wenn diese alle, wie Mohl will, bis an die Wurzel gingen, mehr Holzbündel dort zusammenkommen müssten, als der Stamm fassen kann. Er meint daher, und glaubt durch Untersuchung es bestätigt zu haben, dass die Holzbündel überall an dem innern Theile der Peripherie entstehen und so zu den Blättern gehen. Aber, so wie ich mir vergebliche Mühe gegeben, Holzbündel in den Gräsern zu finden, welche inwendig an den Knoten angewachsen wären (s. S. 261), so blieb auch mein Bemühen vergeblich, dergleichen an dem Palmstamme zu entdecken, welche von der inneren Oberfläche im Umfange entsprungen wären.

Auch hat Mohl, wie ich meine, nicht behauptet, dass jeder Holzbündel aus den Blättern bis zur Wurzel ginge. Man sieht in den Knospen sowohl der Dikotylen, als der Monokotylen so viel neue angewachsene Spiroiden an die ältern sich anlegen, dass es nicht zu verwundern wäre, wenn dergleichen auch hier beim Ursprunge der Blätter Statt fände*). Ob ein solches Anlegen neuer Holzbündel an die ältern auch im Verlaufe des Stamms geschieht, kann ich nicht sagen; mir wenigstens ist es nur nicht gelungen, dergleichen zu finden.

Aber wenn wir auch den Verlauf der Holzbündel so annehmen, wie ihn Mohl angegeben hat, und wir können dieses, da gewiss viele Holzbündel aus den Blättern bis zur Basis des Stamms gehen, so ist doch die Bemerkung von Desfontaines nicht ganz unrichtig, und er fehlte nur darin, sie auf alle Monokotyledonenstämme anzuwenden. Denn die jüngsten Blätter der Palmen entspringen in der Mitte des Stamms und gegen die Mitte desselben; die Holzbündel, welche zu ihnen gehen, offenbar auch die jüngsten, müssen also mehr nach der Mitte des Stamms zu liegen, als die, welche zu den äussern und ältern Blättern gegangen sind. Man kann also wohl sagen, dass die Stämme der Palmen nach innen zu anwachsen, wenn auch nicht schichtweise, doch nach und nach, auch kommt damit die Lockerheit des Innern und grosse Dictheit des Äussern, so wie die hellere Farbe der innern Holzbündel in Vergleichung mit der dunkleren Farbe der äussern überein. Ein solches Anwachsen nach innen ist auch nicht ohne Beispiel in den Dikotylen; die Aussenrinde wächst durch zusammengedrückte Zellen von innen nach aussen an, so nämlich, dass die innern Zellen später entstehen, als die äussern und die letztern zusammenzudrücken scheinen, wie S. 216 gesagt ist.

Es scheint zweckmässig, der Charakteristik des Cauloms beizufügen, dass die Holzbündel nicht, wie es in den übrigen

*) Man betrachte z. B. den Haufen von Spiroiden in der Knospe von *Tradescantia undata*, welcher in der Anat. bot. Abbild. Taf. 4 Fig. 1 abgebildet ist. Auch habe ich Abbildungen von dem Innern der Knoten der Gräser, wo dieses noch deutlicher ist. S. ferner Anat. d. Pfl. in Abb. Taf. 21 Fig. 6.

Stämmen der Monokotylen — in dem Knoten ausgenommen — der Fall ist, gerade aufsteigen, sondern dass sie sich, wenn auch in spitzen Winkeln schneiden. In der Jugend sind sogar die Holz- oder Gefässbündel auf eine mannichfaltige Art durch einander geflochten, und erst nach und nach, wenn der Stamm aufwärts sich verlängert, wachsen sie mehr gerade in die Höhe. Da der Zwiebelstock, wie wir sehen werden, ebenfalls aus verflochtenen Gefässbündeln besteht, so können wir das Caulom einen verlängerten Zwiebelstock nennen; da ferner in den Knoten der Gräser die Holzbündel mit einander verflochten sind, so mögen wir den untern zwiebelartigen Theil der Palmen als einen grossen Knoten ansehen und den übrigen Stamm als eine Reihe in einander gewachsener Knoten, wie auch der äussere Umfang zeigt.

Uebrigens sind die Holzbündel oder Gefässbündel in den erwachsenen Palmen nicht verschieden von den Gefässbündeln in den übrigen Monokotyledonen. In der Mitte ein oder zwei grosse Spaltgefässe, dann kleinere Spalt- oder poröse Gefässe, Zellgewebe aus engen, langen und porösen Zellen, Baströhren und endlich Parenchym. Nach Mirbel findet sich unter der Endknospe an den erwachsenen Palmstämmen eine Schicht von Zellgewebe, welche er den Phyllophor nennt, ohne Zweifel der Theil der Rinde, welchen man an dem zwiebelartigen Theil des Stammes unter der Endknospe sieht. An dem untern Theile des Palmstammes fallen die Blätter nach und nach ab, und lassen die untern Theile der Blattstiele stehen, die dann mit ihren netzartigen Anhängseln der Scheide den Palmstamm umkleiden. Endlich fallen auch diese ab und der Stamm erscheint ganz glatt, nur etwas geringelt. Die Rinde ist ausserordentlich dünn, aber fest und besteht aus Zellgewebe, welches auf eine besondere Weise zusammengesetzt ist, nämlich aus grossen unregelmässig gehäuften und kleinern, rechenweise gestellten Zellen, die nach verschiedenen Richtungen sich wenden und in so fern nach den Holzbündeln sich zu richten scheinen.

Der Stamm der Pandaneen gleicht dem Stämme der Palmen sehr. Er ist ganz mit Holzbündeln durchzogen, die sich einander durchkreuzen und noch mehr durchflochten sind, als im Stämme der Palmen. Er ist aber mit einer Rinde umge-

ben, die sich vom Stämme leicht trennt und offenbar aus den verwachsenen Ueberbleibseln der Blattscheiden besteht. Gegen den Umfang liegen die Holzbündel sehr dicht zusammen, wie bei den Palmen, in der Mitte sind sie aber vielockerer und mit viel weniger Zellgeweben umgeben, als in den Palmen. Aus dem Winkel einer solchen Blattscheide dringt an dem vorliegenden Exemplar ein Ast hervor, dessen Gewebe sich von dem Gewebe des Stammes nur dadurch unterscheidet, dass es viel dichter ist, als das Gewebe im Stämme. Der Uebergang ist plötzlich, doch unter dem Vergrösserungsglase, da er bloß in der Dichtigkeit besteht, nicht sehr merklich.

Durchschneidet man den nackten Stamm von einer *Yucca* oder *Agave*, z. B. *Agave foetida* L. (*Foureraea gigantea* V.), so findet man eine deutliche und ziemlich dicke Rinde, in der keine Spiralgefässe zu finden sind. Das Innere des Stammes besteht aus Zellgewebe, Parenchym, zwischen denen die Gefässbündel in mannichfältigen Richtungen unterziehen. Sie liegen bei weitem nicht so dicht zusammen, als in den Palmenstämme, auch nicht einmal so dicht, als in den jungen, noch zwiebelartigen Stämmen der Palmen. Die Bündel bestehen einerseits aus Spiralgefässen, auf der andern Seite aus porösen Gefässen und liegen frei in Parenchym ohne Baströhren und nur mit wenigem langgestreckten Zellgewebe umgeben. Hierdurch unterscheiden sie sich sehr von den Holzbündeln in den Palmen, den Gräsern, den Cyperaceen und überhaupt den meisten übrigen Monokotylen, wo diese Holzbündel gar sehr und zwar regelmässig zusammengesetzt sind, auch eine bestimmte Stellung gegen Rinde und Umfang haben.

Von den bisher betrachteten Caulomen mögen wir zu dem Stämme der Cycadeen übergehen. Seiter erreicht er eine bedeutende Höhe, in der Regel bleibt er sehr niedrig. An *Cycas* entwickeln sich die Blätter vor dem Stamm, wie bei den Palmen, und dieser behält auch dieselbe Dicke, wenigstens verjüngt er sich eben nicht bedeutend; an den Zamien und verwandten ist Beides nicht so bestimmt der Fall. Sonst sind die Blätter gross und gefiedert, wie an den Palmen, auch könnte man leicht die Scheiden an den Blattstielen der Palmen mit den Schuppen an dem Stämme der Cycadeen ver-

wechseln; aber man wird bald wahrnehmen, dass diese unter den Blättern stehen, dagegen jene an die Blattstiele angeheftet sind. Es hat mir daher gescheinen*), als ob diese Schuppen mit wahren Blättern zu vergleichen wären, die sogenannten Blätter aber mit den Ästen anderer Pflanzen; woraus sich manche Sonderbarkeiten dieser Familie erklären lassen. Doch bleibt die äusserliche Ähnlichkeit mit den Palmen sehr gross. Eben so ist es auch, wenn man die Stämme dieser Pflanzen anatomisch untersucht, besonders wenn man den ganzen Stamm der Cycadeen mit dem zwiebel- oder knollenartigen Stamm der jungen Palmen vergleicht. Zwar wird man überrascht, wenn man im Querschnitt einen Kreis von Spaltgefassen oder porösen Gefässen sieht, welcher die Rinde vom Mark zu trennen scheint und wie das Holz der Dikotylen durch Markstrahlen gesondert ist**). Aber es zeigt sich, dass dieser Kreis oder Ring von Gefässen nicht ganz gerade aufsteigt, sondern dass er mit andern Gefässen netzförmig durchflochten ist, so wie man es in dem Knoten grosser Gräser, namentlich der Bambusa findet. Auch ist das scheinbare Mark mit einem Geflecht von Gefässen durchzogen, wie in dem zwiebelartigen Theile der Palme, und es geht ein solches Geflecht durch die Rinde zu den Blättern. Alles dieses zeigt einen bedeutenden Unterschied von dem Bau der Dikotylen. Doch ist keineswegs zu läugnen, dass die Schicht von Gefässen unter der Rinde, noch mehr aber die Sonderung jener Schicht durch Markstrahlen eine Ähnlichkeit mit dem Bau der Dikotylen zeigt. Wegen der Geschlechtstheile hat man sie den Coniferen nahe stellen wollen; doch scheinen sie diesen nicht näher zu stehen, als den übrigen Dikotylen. Den grossen, um die Poren der Gefässse befindlichen Hof habe ich an denen, die ich untersuchte, nicht gefunden, und also auch nicht die Ähnlichkeit mit den Coniferen, welche man darin suchte. Dass die Gefässse zwischen sich kein langgestrecktes Zellgewebe haben, ist ihnen ebenfalls mit den Coniferen gemeinschaftlich;

*) S. Abhandl. der K. Akademie der Wissensch. z. Berlin f. d. J. 1843.

**) S. Mohl über den Bau der Cycadeen in den Münchener Denkschriften. I. p. 399.

aber noch mehr gleichen sie den kurz vorher beschriebenen Gefässbündeln in dem Caulom der Yucca und ähnlicher Monokotyledonen. Der innere Bau der Farn scheint mir ein ganz anderer, wie in der Folge erhellen wird.*)

Keinesweges sind die Stämme aller Palmen solche Caulome. Ich habe die Zeichnungen von Calamus, Chamaedorea und Oreodoxa vor mir, wo die Stämme den gewöhnlichen Bau der Monokotylen haben und zwar mit einer deutlichen Rinde. Eben so ist es mit den Aloëarten, wo Aloë succotrina ebenfalls den gewöhnlichen Bau der Monokotylen zeigt. Die äussern Schichten sondern sich an den Knoten und bilden die Scheide der Blätter, wie bei den Gräsern, nur dass hier die Scheiden stehen bleiben, an den Aloinen aber ganz dünn werden und abfallen.

Ich habe den Palmstamm ein Caulom genannt und werde den Namen beibehalten, da Endlicher und Unger ihn angenommen haben; den Stamm der Cycadeen habe ich früher zu den Knollstöcken (cormus) gerechnet. Er ist allerdings von dem Caulom der Palmen sehr verschieden, wie eben gezeigt worden, und hat Ähnlichkeit mit dem Knollstock der Zwiebel, wie sogleich soll gezeigt werden; aber doch ist der Unterschied so gross, dass man nicht wohl beide mit einem und demselben Namen benennen darf. Ich wüsste keinen andern Ausdruck dafür als Cycadeenstock, wofür aber im Botanischen kaum ein anderer Ausdruck, als cauloma Cycadicum, zu finden sein möchte, so dass wir also zwei Caulome haben würden, das Palmen- und Cycadeen-Caulom.

Das Caulom der Palmen und der Cycadeen unterscheidet sich von den echten Stämmen dadurch, dass ihre Gefässbündel nicht gerade aufsteigen und regelmässig geordnet sind, sondern sich hin- und herbiegen und ein Geflecht machen. Sie gleichen darin den Zwiebelstöcken, wie wir sehen werden, und

*) S. Anat. Bot. Abbild. T. 9 F. 1, ein Längsschnitt von Zamia (Encephalartus) Altensteinii, wo die geflochtenen Gefässbündel angedeutet sind; F. 2 die Gefässbündel ohne langgestrecktes Zellgewebe. Die erste Tafel im H. 2 der Ausgew. An. Bot. Abbild. ist ganz dem Cephalartus (Encephalartus) Friderici Guilelmi III. gewidmet, und liefert die Belege zu den obigen Beschreibungen.

in so fern sind sie Anamorphosen des Stammes. Die folgenden Abänderungen des Stammes, so fern sie in der Erde wachsen, gleichen den Wurzeln, und da sie also ebenfalls andern Theilen gleichen, sind sie auch als Anamorphosen des Stammes anzusehen.

Es wurde schon oben von den Ausläufern (stolones) geredet, auch zum Theil von ihrem innern Bau. Doch ist noch etwas von den unterirdischen Ausläufern in dieser Rücksicht beizufügen, welche unter der Erde fortwachsen, und also zu den wurzelartigen Anamorphosen, oder zu den Rhizomatosen des Stammes gehören.

Der unterirdische Ausläufer der Gräser, z. B. von *Triticum repens*, gleicht dem Stamm über der Erde gar sehr; im äussern Bau unterscheidet er sich nur durch die an den Knoten hervorkommenden Wurzeln, durch die weisse Farbe, durch die nicht entwickelten Blätter, die nur als kurze weisse Scheiden an den Knoten sitzen, besonders aber durch die steife Spitze, womit sich der Ausläufer endigt, gleichsam um damit die Erde zu durchdringen und zu durchbohren. Sie entsteht durch die letzte Blattscheide, welche aber nicht gespalten, sondern rund umher verwachsen ist. Erst wo sie aus der Erde hervordringt, entdeckt man einen anfangs kleinen, dann grössern Eindruck, und es entstehen durch Begrenzung von kleinen, runden, neu entstandenen Zellen über einander liegende Zipfel, die beim Auswachsen ein etwas eingerolltes Blatt darstellen. Im innern Bau gleicht der Ausläufer dem Stamm ganz und gar; an jedem Knoten sondert sich eine Blattscheide und am letzten Knoten befindet sich die Knospe, die wie gewöhnlich bis in die Mitte aus den Anlagen von Blättern besteht. Man kann hier deutlich sehen, wie die Entwicklung der Theile von aussen nach innen fortschreitet, und wie die zuletzt angewachsenen Blätter sich in der Mitte der Knospe befinden. Die Entwicklung schreitet auf folgende Weise nach innen fort. Wenn z. B. drei Ringe vorhanden sind — jeder, wie gewöhnlich, aus Parenchym bestehend, mit einem Kreise von Gefäßbündeln — so theilt sich zuerst der mittlere in zwei andre dadurch, dass kleine, runde, ziemlich dickwandige Zellen sich bilden, welche die Sonderung bewir-

ken, und zugleich wächst in dem innern, zuletzt entstandenen Ringe ein Kreis von Gefässblindeln an. Auf eine ähnliche Weise geht die Entwickelung bis zu fünf Ringen fort, von welchen der innerste nicht ganz geschlossen, sondern an einer Seite durch zwei über einander liegende Zipfel geöffnet ist. Der innerste Ring erscheint also schon geöffnet, indem diese Öffnung in den übrigen Ringen erst von aussen nach innen fortschreitet. Es findet hier also eine Entwickelung von aussen nach innen, wie an der Endknospe der Palmen Statt.

Wir müssen also gar wohl Entwickelung von dem Anwachsen des Stammes in die Dicke unterscheiden. Das Letztere geht, wie oben gezeigt wurde, im Ganzen von innen nach aussen; das erste von aussen nach innen. Es war daher gefehlt, wenn man den Palmstamm als Muster für alle echten Stämme der Monokotylen annehmen wollte. Der Palmstamm verdickt sich niemals von innen nach aussen, und es gehört also zu den wesentlichen Kennzeichen des Palmstamnes, dass er sich nicht verdickt, wie die Bäume der Dikotylen, sondern — zufällige Veränderungen ausgenommen — in derselben Dicke bleibt. Die Knoten entwickeln sich nicht bei ihm, wie mit den Knoten der Gräser geschieht, und diese einzelnen Knoten sind es auch, welche, besonders die untern, in die Dicke anwachsen.

Wenn man einen unterirdischen Ausläufer von einer Dikotyle, z. B. *Mentha crispa*, *Veronica Chamaedrys* und *Tussilago Farfara* untersucht, so findet man im Ganzen genommen dasselbe, was man bei *Triticum repens* antrifft, nur mit dem Unterschiede, dass die Blätter keine Scheiden haben und also den Stamm nicht so vollkommen umfassen können, wie dieses an den Gräsern geschieht. Es entsteht daher auch keine rund umschlossene Endspitze, sondern die Spitzen der Blattanfänge legen sich über einander bis an das äusserste Ende. Dies zeigt sich im Längsschnitt. Im Querschnitt sieht man, wie sich die Blattanfänge in verschiedener, aber der Stellung der Blätter gemässer Ordnung an einander legen, von den grössern äussern, über die Endspitze weit hervorragenden bis zu den kleinern innern, auch geschieht die Entwickelung von aussen nach innen, so dass sich der Holzkörper durch äusser-

lich angewachsene, neue, begränzende Zellen und innerlich angewachsene, bestimmende Holzbündel in die gehörigen Theile sondert. Die Verschiedenheiten, welche man dabei bemerkt, hängen allein von den Verschiedenheiten der Blätter, und zwar nicht allein von ihrer Stellung gegen einander, sondern auch von ihrer Gestalt ab, denn der Blattstiel wächst erst aus, nachdem das Blatt vorgebildet worden.

Wenn man die Endspitze eines Ausläufers von *Triticum repens* von dem letzten deutlichen Knoten an der Länge nach durchschneidet, so findet man im Innern ziemlich deutliche Andeutungen von vier bis fünf Knoten, die der Länge nach gar schnell abnehmen. Eben dieses bemerkt man auch an den Labiaten und überall, wo äusserlich Knoten sind. Von hieraus müsste man das Anwachsen in die Länge noch genauer untersuchen und erforschen können, als es oben geschah. Der Ausläufer von *Triticum repens* ist dem Stämme sehr ähnlich, hat auch eine solche Rinde mit Gefässbündeln, wie die Stämme der Gräser und ähnlicher Monokotylen, wo aus einer solchen Rinde die Blattscheiden sich entwickeln. Treibt aber der Ausläufer nur Schafte, wie an einigen Riedgräsern, so fehlt diesen Schafte die Rinde.

Wir kommen zu dem Wurzelstock (*Rhizom*) in eigentlicher Bedeutung des Wortes, wovon schon S. 105 die äussern Kennzeichen angegeben sind. Es kommt vorzüglich darauf an, das *Rhizom* von der Wurzel zu unterscheiden, mit der man es gewöhnlich verwechselt. Das Wort *Rhizom* röhrt von Ehrhart her, der es auf den Wurzelstock der Farn, nämlich der Aspidien, zuerst anwandte. Nach ihm ist der Ausdruck, der sehr bezeichnend und auch sprachrichtig gebildet ist, häufig gebraucht worden, und zwar, wie es zu geschehen pflegt ohne die Gegenstände genau zu bestimmen, worauf man ihn anwandte. Die a. a. O. gegebene Bestimmung wird aber noch viel genauer werden, wenn wir den innern Bau zu Rathe ziehen. Hier zeigt sich sogleich, dass die *Rhizome* dem Stämme viel ähnlicher sind, als der Wurzel. Die Wurzeln der Monokotylen, und diese sind vorzüglich mit *Rhizomen* versehen, haben immer einen Kreis von Gefässbündeln. Das *Rhizom* hat immer mehrere, die meistens viel unregelmässiger stehen, als

in den Wurzeln, und auch einen mehr unregelmässigen Verlauf haben, als in den Wurzeln. In dieser Rücksicht findet wir aber eine grosse Mannichfaltigkeit von Formen, welche den Uebergang von der Bildung des echten Stammes zu der Bildung des Knollstocks (cormus) machen, von dem in der Folge geredet wird. Auch die äussere Form macht diesen Uebergang. Denn in vielen, und zwar den meisten Rhizomen gehen die Aeste des Rhizoms unmittelbar in ihren Stamm über ohne besondern Absatz, wie an den echten Stämmen, in andern aber, z. B. in den Rhizomen der Canna-Arten machen die Aeste oft einen starken Absatz, als ob ein Knollstock dort sich bilden wolle. Um nun diesen Uebergang darzustellen, wollen wir den innern Bau einiger Rhizome kurz beschreiben.

Das Rhizom von Kalmus (*Acorus Calamus*) steht dem echten Stämme sehr nahe. Es kriecht auf dem Schlamm, ohne tief in denselben einzugehen, treibt in der Regel auch nur auf der einen Seite Wurzeln, welche in den Schlamm dringen. Es besteht zwar aus kurzen, jedoch deutlich abgesetzten Knotenstücken. Im Durchschnitte sieht man eine verhältnissmässig dicke Rinde, die aber auch gerade durchgehende Gefässbündel hat, und also, wie es in den Monokotylen überhaupt bei solchen Rinden der Fall ist, die Grundlage der Blattscheiden bildet. Das Innere enthält viele Kreise von Gefässbündeln, die fast regelmässig gestellt sind, und auch inwendig einen ziemlich regelmässigen Verlauf haben. Nur sieht man hin und wieder kleine Biegungen, wie sie in dem echten Stämme selbst kaum vorkommen. Das Rhizom treibt an den Seiten und an der Spitze Knospen, woraus Blätter hervorkommen und ein blattartiger Blüthenstiel, der Schaft genannt wird. Er unterscheidet sich vom Blatte nur dadurch, dass er zwei Kreise von Gefässbündeln hat, einen äussern, der die Blattscheiden vorstellt, und einen innern, der dem Stamm angehört.

Das Rhizom von Ingber (*Zingiber officinale Rosc.*) weicht schon mehr von dem Bau des echten Stammes ab. Die Aeste fügen sich fast knollenartig an einander, sie haben keine deutliche Knotenringe, und also auch keine Ueberbleibsel oder Eindrücke von Blattscheiden. Die Rinde ist nicht sehr dick und hat, so viel ich gesehen habe, keine Gefässbündel. In

dem mittlern Theile zeigen sich die Gefässbündel im Querschnitt in grosser Menge, aber nicht sehr regelmässig, im Längsschnitt gehen sie nicht gerade nach der Länge des Rhizoms, sondern verflechten sich etwas, wie man besonders wahrnimmt, wenn man die Wurzeln mit einem stumpfen Messer schneidet, wo sich die Gefässbündel leicht von dem dazwischen liegenden Parenchym sondern. Die Zellen sind voll Amylum, überall, besonders aber in der Rinde finden sich die kleinen Drüsenhöhlen, worin sich ein stark riechendes Harz sammelt.

Das Rhizom der Galanga — wir kennen die Mutterpflanze nicht — steht äusserlich den Stämmen sehr nahe, innerlich gar nicht. Es hat deutliche Ringe mit den Narben von Blattscheiden, auch sind die Knotenstücke ziemlich lang; länger als am Kalmus, auch gehen die Aeste ziemlich regelmässig vom Hauptstamme ab. Aber im Innern stehen die Gefässbündel sehr unregelmässig, und sind mehr verflochten als im Ingber.

Am nächsten steht dem Knollstock das Rhizom der Irisarten, welche ich an *Iris variegata*, *florentina*, *pumila* untersucht habe. Die Rinde ist sehr dick, ohne Gefässbündel und hat deutlich eine äussere und eine innere Rinde. In jener sind die Zellen gegen den Umfang zu deutlich zusammengedrückt ohne besondern Inhalt, in der innern sind sie vieleckig, gar nicht zusammengedrückt und voll Amylum. Die Mitte des Rhizoms enthält viel Gefässbündel, die schon im Querschnitt sehr unregelmässig stehen, im Längsschnitt aber ein verwickeltes Geflecht bilden, welches sich durch das Parenchym hinzieht. Die Gefässbündel bestehen aus Spiralgefassen, umgeben wie gewöhnlich mit langgestrecktem Zellgewebe.

Dies sind einige Beispiele von Rhizomen der Monokotylen, bei denen Rhizome am häufigsten vorkommen. Von dem Rhizome der Dikotylen wollen wir ebenfalls ein Paar Beispiele anführen, und zwar von einem dem Stamme ähnlichen und einem mehr dem Knollstock sich nähernden Rhizom.

Das Rhizom von *Polygonum Bistorta* hat wegen seiner starken Biegungen der Pflanze den Namen gegeben, der im Deutschen, wo sie Schlangenwurzel heisst, noch bedeutender ist. Die sogenannte Wurzel war sonst wegen ihrer zusam-

menziehenden Eigenschaften officinell. Sie zeigt beim Durchschnitt eine bedeutende Rinde, die im Umfange zusammengedrückte Zellen enthält, darauf folgt eine dünne Holzschicht, deren Holzbündel durch Markstralen ganz von einander gesondert sind, wie es in vielen natürlichen Ordnungen und besonders in krantartigen Gewächsen der Fall ist. Endlich folgt das Mark, welches bei weitem den grössten Theil des Rhizoms ausmacht, wodurch es auch seine Dicke erhält.

Das Rhizom von *Tomentilla erecta* nähert sich gar sehr dem Knollstock. Es hat eine sehr unregelmässige, verschiedene Gestalt und breitet sich nach allen Richtungen aus. Die Rinde besteht nach dem Umfange zu aus zusammengedrückten Zellen; das Innere enthält nur Parenchym, mit einem Geflecht von Gefäßbündeln durchzogen. Diese sind sehr gegliedert, und mit sehr kurzen, prosenchymatischen Zellen umgeben, die sich durch ihre Kürze und Weite gar sehr auszeichnen. Sie liegen in der gewöhnlichen Grundlage von Parenchym aus vieleckigen Zellen.

August St. Hilaire sagt in seiner *Morphologie végétale* (p. 105), man nenne den Stamm von *Veronica officinalis* mit Recht niederliegend, aber man irre sich, wenn man den Stamm von *Veronica Chamaedrys* aufrecht nenne. Was man als aufrechten Stamm bezeichne, sei nur der obere Theil der Pflanze und ihm gehe ein anderer auf der Erde kriechender Stamm voran, an dem man die Spuren trockner Blätter und Wurzelfasern finde. Bei dieser Betrachtung ist der erste Stamm, welcher aus dem Samen hervortreibt, ganz aus der Acht gelassen. Er ist aufrecht und ausgebildet, obgleich er nicht blüht, er treibt Ausläufer, aus deren Endknospen nun andre aufrechte Stämme hervorkommen. Auf den ersten ursprünglichen Stamm muss man doch zurückgehen, wenn man über die Beschaffenheit des Stammes etwas sagen will. Nur wenn der erste ursprüngliche Stamm gar nicht auswächst, wie an *Iris* und ähnlichen Gewächsen, möchte man das Rhizom für den Hauptstamm ansehen und die daraus hervorkommenden Stämme als seine Äste betrachten. S. oben S. 196.

Doch es ist nöthig, auf eine andere Stelle desselben Verfassers Rücksicht zu nehmen, wo er von den unter-

irdischen Stämmen oder Rhizomen spricht. „An der Spitze der sogenannten Wurzel von *Primula officinalis*,“ sagt er (S. 107), „sieht man einen Büschel von Blättern, die sich über der Erde ausbreiten; in der Mitte dieses Büschels findet sich die Knospe, welche sich im künftigen Jahre entwickeln wird, und in dem Winkel eines oder mehrer der jetzigen Blätter kommt ein Blüthenstiel hervor. Nach dem Blühen werden die Blätter trocken, aber ihre Basis bleibt am Stämme, und accessoriale Wurzelfasern wachsen in den Blattwinkeln hervor.“ Man kann dieses Anwachsen noch besser an *Primula Auricula* beobachten. Der Stamm der Aurikel ist gar sehr von einem Rhizom verschieden, er hat vielmehr Ähnlichkeit mit einem Caulom; denn er entspringt nicht seitwärts vom ursprünglichen Stämme, sondern es ist dieser Stamm selbst, der meistens durch Endknospen wächst, die sich mehr in die Breite, als in die Länge entwickeln. Sehr auffallend ist ein solcher Anwuchs an *Sempervivum arboreum* und ähnlichen saftigen Pflanzen, wo auch die Blätter an der Spitze des Stammes eine flache Rose bilden, die an *Sempervivum caespitosum* einen grossen Umsang erreicht.

Der Knollstock oder Zwiebelstock (cormus) unterscheidet sich vom Rhizom nur dadurch, dass er ganz mit einer oder mit einigen Knospen bedeckt ist. Wir wollen zuerst von dem Zwiebelstock reden, welcher eine Zwiebel (bulbus) oder eine Knospe trägt, deren Blattscheiden dick und fleischig sind. Statt der Wurzelblätter haben die Monokotylen nämlich unten am Stamm einige den Stamm umfassende Blattscheiden, welche nicht in eine grüne Platte übergehen. Die Unterlage einer solchen Knospe bildet der Zwiebelstock, gewöhnlich von einer rundlichen, gewölbten Gestalt, von dessen unterer, flacherer Seite viele Wurzeln ausgehen, dessen obere gewölbte Seite aber in der Regel nur mit einer grossen Knospe bedeckt ist. Schneidet man die Zwiebel quer durch, so geht der Schnitt durch die vielen saftigen Blattscheiden und sie scheint daher aus Schuppen oder Schalen zusammengesetzt, ein Kennzeichen, wodurch man sie von der Knollzwiebel gewöhnlich unterscheidet. Untersucht man den Zwiebelstock genauer und anatomisch, so findet man darin einen Kern, der

aus Parenchym besteht, wie gewöhnlich mit einem Geflecht von Gefäßbündeln durchzogen, von denen einige gerade nach den Wurzeln sich wenden und darin übergehen. Oben zwischen den Blättern und Blattscheiden überzieht diesen Kern eine Schicht von Parenchym, welches in die Blattscheiden und Blätter übergeht, und ohne Gefäße zu sein scheint. Die zarten Spiralgefässe, welche sich in den Blattscheiden und zarten Blättern finden, sind vermutlich erst später angewachsen.

An der Zwiebel einer *Amaryllis formosissima* hatte ich Gelegenheit, den Ursprung der Blätter aus Zellen des Zwiebelstocks zu beobachten und ihn oben S. 83 zu beschreiben. Jetzt ist die Tafel, worauf sich meine Beschreibung bezog, erschienen in der Anat. der Pfl. in Abbild. T. 1. Es ergab sich aus Messungen an einem schon ausgewachsenen Blatte, dass nach vier Monaten der unterste Zwischenraum von 4 Lin. bis auf 4 Zoll 8 Lin. herangewachsen war, der darauf folgende von 4 Lin. nur auf $4\frac{1}{2}$ Lin., der dritte und vierte, jeder von 4 Lin., hatten an Länge nicht zugenommen*). Der Zuwachs war unten an der Basis des Blattes vorzüglich geschehen, und es schien, als ob ein Streifen von kurz vorher angewachsenen Zellen sich deutlich auszeichnete, durch die zarten Wände, durch die quergezogene Form und durch den Inhalt der Zellen, der kein Stärkmehl war, wie darunter und darüber in den weiten, vieleckigen Zellen des Parenchyms.

Die Zwiebeln kann man eintheilen in jährige (bulbi annui) und ausdauernde (b. perennes). Zu den ersten gehört die Tulpenzwiebel von *Tulipa Gesneriana* und andern Arten von *Tulipa*. Der Stamm, welcher aus der Zwiebel hervorkommt, Blätter und Blüthen trägt, verzehrt seine Zwiebel ganz und gar. Er resorbiert nämlich die Säfte der Blattscheiden, wodurch von ihnen nichts übrig bleibt, als die blossen dünnen Membranen, die sich ablösen und in der Erde verlieren. Die Membran der Pflanzen selbst wird meines Wis-

*) Der untere Zwischenraum von der Zwiebeloberfläche bis zum Strich ist oben S. 83 nur zu 3 Lin. angegeben, in der Erklärung zu S. 1 der oben erwähnten Taf. 1 zu 4 Lin. Der Unterschied ist unbedeutend und röhrt von der Schwierigkeit des Messens her.

sens nie resorbirt. Der Zwiebelstock der auswachsenden Zwiebel wächst seitwärts an und bringt dort einen ähnlichen Zwiebelstock hervor, mit seiner Knospe besetzt, wodurch dann eine neue Zwiebel gebildet wird, die im folgenden Jahre Stamm und Blüthen trägt, und eben so, wie ihre Vorgängerin, durch Resorption der Säfte schwindet. Die Gefässbündel gehen aus dem Zwiebelstock in die Wurzeln und auch in den Stamm über, aber nicht gerade zu in die Blätter, sie scheinen in den ältern Blättern nachgewachsen.

Zu den ausdauernden Zwiebeln gehören die Zwiebeln der Hyazinthen, Narcissen, Tazzetten und viele andere. Der Zwiebelstock ist regelmässig, rund und gewölbt, aus Parenchym bestehend, worin ein Geflecht von Gefässbündeln, wie gewöhnlich, sich befindet. Diese Gefässbündel gehen in den Hauptstamm über, welcher Blüthen und Früchte trägt, aber doch dabei die Zwiebel nicht absorbirt, sondern es kommen aus den Winkeln der Blattscheiden oder Blätter andere Stämme hervor, welche zuweilen schon in demselben Jahre, in der Regel aber erst in dem folgenden Jahre blühen. Dies geht einige Jahre fort, hört aber früher, später, nach einigen Jahren auf, wie die Gärtner wissen, die sich mit der Cultur der Hyacinthen beschäftigen; auch sind die Blüthen der folgenden Jahre in der Regel schwächer als die der erstern. Diese ausdauernden Zwiebeln erzeugen auch junge Brut; der Zwiebelstock wächst nämlich seitwärts mit seinen Knospen an, wie bei der jährigen Zwiebel, aber die neue Zwiebel bleibt lange mit der Hauptzwiebel verbunden, und wenn sie nicht abgenommen wird, dauert dieses so lange, als die Hauptzwiebel lebt. Die Zwiebelgewächse pflanzen sich überhaupt mehr durch Brutzwiebeln fort, als durch den Samen und so kommt es denn, dass besonders diese ausdauernden Zwiebeln, wo Ältern und Kinder zugleich blühen, sich weit umher verbreiten und ganze Gegend bedecken. Ein Beispiel geben die Narcissenarten, besonders in Spanien und Portugal; die weissblühende Tazzette (*Narcissus Tazzetta L.*) schmückt die Anhöhen bei Lissabon um Weihnachten mit ihren schönen Blumen und verbreitet ihren Geruch weit umher.

Mit den ausdauernden Zwiebeln kommen diejenigen sehr

überein, die ich gehäufte genannt habe, nur erzeugen sich innerhalb der Hauptzwiebeln und deren allgemeinen Bedeckungen (den Blattscheiden) andere Brutzwiebeln, da hingegen innerhalb der allgemeinen Bedeckungen ausdauernder Zwiebeln meistens nur Nebenstämme sich bilden und die Brutzwiebeln daneben, ausserhalb der allgemeinen Bedeckungen, sich befinden. Die Brutzwiebeln der gehäuften Zwiebeln werden erst frei, nachdem die allgemeinen Bedeckungen abgezehrt und verschwunden sind. Diese Art der Fortpflanzung ist den Laucharten (*Allium*) eigen. Auch hier findet man Verschiedenheiten. Die im Frühling gelegten grossen Zwiebeln von *Allium sativum* sind in der Mitte des Sommers verschwunden und an ihrer Statt findet man eine Menge kleiner Zwiebeln dicht neben einander, welche Stämme getrieben haben. Die grossen Zwiebeln von *Allium Cepa* enthalten schon, ehe man sie pflanzt, im Winter Brutzwiebeln in ihrem Innern, und im Sommer, wenn sie gepflanzt worden, entwickeln sich diese so sehr, dass in ihnen andere bis in die dritte und vierte Generation ausgebildet erscheinen. Sie sind von Blattscheiden umgeben, jede Blattscheide umgibt die der folgenden Generationen. Zu jeder dieser Brutzwiebeln geht ein Fortsatz des Zwiebelstocks über. Die Blattscheiden an diesen Zwiebeln bleiben oft lange stehen, verschwinden aber endlich dadurch, dass sie ganz leer werden und wie bei den vorigen Zwiebeln als dünne Hämpe sich vom Zwiebelstock lösen, und so endlich verfaulen.

An einigen *Allium*-Arten, namentlich an *Allium descendens* etc. sind die Brutzwiebeln mit langen und dünnen Stielen versehen, welche innerhalb der Blattscheiden der Mutterzwiebel neben dem ausgewachsenen Stämme in die Höhe gehen, und sich an verschiedenen Stellen neben dem Stämme endigen. Wenn die äussern Blattscheiden ausgesogen und gelöst sind, schwindet auch der Stiel und die Brutzwiebel treibt Wurzeln und bringt wiederum Stämme und andere gestielte und ungestielte Brutzwiebeln hervor. Nach dem Namen, *A. descendens*, herabsteigendes Lauch sollte man glauben, dass der Stamm oder Wurzelstock immer tief in die Erde dringe, aber dieses ist nicht der Fall, so viel man sehn kann, sondern die gestielten Brutzwiebeln scheinen vielmehr die Pflanzen an

ihrem Standorte zu erheben. Auch finde ich bei Linné und seinem Vorgänger, Haller, der doch sonst alle Merkwürdigkeiten von einer Pflanze zu sammeln pflegt, keine Bemerkung, welche den Namen erläutern könnte.

Die Zwiebel bildet sich nach dem Keimen der Pflanze durch eine Verdickung des Stammes und zugleich durch ein Saftigwerden und Verdicken der Blattscheiden; sie ist daher immer mit Blattscheiden umgeben, von denen die äussersten nie in Blätter auswachsen, sondern als Scheiden sich längere oder kürzere Zeit erhalten, bis sie endlich ausgesogen schwinden. Die inneren hingegen wachsen in Blätter aus, bleiben aber oft noch lange stehen, nachdem die Blätter verwelkt sind. Hat sich aber die erste Zwiebel gebildet, so entstehen die folgenden an der Seite, und da die erste jährige Zwiebel niemals blüht, so trägt sie das Blühen auf die andern Zwiebeln über, so dass man die Reihe von Zwiebeln als ein Rhizom ansehen kann, wovon die ersten Glieder immer absterben. Auch verhält es sich auf dieselbe Art mit den ausdauernden Zwiebeln, nur dass die blühenden Zwiebeln nicht ausserhalb, sondern innerhalb der ersten Zwiebel sich entwickeln.*)

Der Knollstock, welcher die Knollzwiebel (bulbodium) bildet, kommt im Ganzen mit dem Zwiebelstock überein, nur macht er selbst den kegelförmigen oder kuglichen Theil, der bei der echten Zwiebel aus den saftigen Blattscheiden entsteht. Die Blattscheiden, welche den Knollstock umgeben, sind dagegen nicht saftig, sondern enthalten oft so wenig Saft, dass sie bald gänzlich eintrocknen. Dann bleiben auch nicht selten die dicken Blattnerven als ein Netzwerk mit Maschen von verschiedener Grösse und Gestalt zurück, welches ein gutes Kennzeichen der Arten werden kann. Doch wir wollen die Knollzwiebel nach ihrem innern Baue genauer betrachten.

*). Hier nach sind die zu kurz ausgedrückten Worte S. 195 zu bestimmen: Seitwärts vom Hauptstamm entspringt ferner . . . der Knollstock oder Zwiebelstock. Eben so S. 196: Mit dem Knollstock kommt der Mittelstock . . . sehr überein, nur verdickt sich der erste Stamm selbst, da hingegen der Knollstock seitwärts aus dem ersten Stamm hervorkommt. Der Mittelstock vermehrt sich nämlich immer von innen, nie von aussen.

Wenn man eine Knollzwiebel von einer Gladiolus (ich nehme Gl. segetum Ker.), woran noch der verwelkte Stamm befindlich ist, der Länge nach durchschneidet, so findet man unten einen platten, jetzt fast verwelkten Theil, woraus die Wurzeln hervorkommen. Er besteht aus Parenchym und einem Geflecht von Gefäßbündeln, die in die Wurzeln übergehen. Oben in der Mitte ist die Knollzwiebel angewachsen, die keine Wurzeln getrieben hat. Von diesem Theile, den wir den Wurzeltheil nennen wollen, bis zum verwelkten Stamm geht ein Geflecht von Gefäßbündeln, mit Parenchym dazwischen, aber an der Dichtheit des Geflechts leicht kenntlich. Ungefähr in der Mitte des Stockes in gerader Richtung bis zum Stamme, durch die Knollzwiebel, wo die Gefäßbündel in den Stamm übergehen, bekommen sie eine gerade Richtung, mit welcher sie in den Stamm aufsteigen. Zu beiden Seiten dieses mittlern Theiles, da wo in der echten Zwiebel die Schuppen oder die saftigen Blattscheiden sich befinden, sieht man einen dicken, weissen, fleischigen Theil, der den inneren stammartigen umgibt, und von diesem durch die grössere Menge von Parenchym, und die geringere Menge von Gefäßbündeln, die es nach allen Richtungen durchziehen, leicht unterschieden wird. Oben zeigt dieser Theil verschiedene zarte Ringe, von denen dünne und zarte Blattscheiden ausgehen, die sich an den Stamm anlegen und diesen umfassen. Zwei grosse Blattscheiden gehen von dem untern Theile der Knollzwiebel, da wo der Wurzeltheil angefügt ist, aus und umfassen die ganze Zwiebel mit dem untern Theile des Stammes. Beide haben das oben beschriebene Netz von erhabenen Blattnerven; die äusserste dieser Scheiden ist braun, die innere weiss. Der weisse, den Stamm umschliessende Theil sieht im Ganzen aus, als ob er aus saftigen Blattscheiden zusammengewachsen sei, doch erkennt man keine einzelne Scheide, sondern alles ist eine Masse. Wohl aber bezeichnet einigermassen die Richtung der Gefäßbündel eine solche Zusammensetzung.

Neben dem verwelkten Stamm sieht man im Längsschnitt oben auf jeder Seite die Spuren von zwei kleinen Knospen, die man an den in einen kleinen kegelförmigen Körper zusammengewickelten Blattscheiden erkennt. Andere Brutknospen

entstehen aus dem untern wurzelartigen Theile, und sind oft langgestielt, wie die echten Zwiebeln von *Allium descendens*, nur dass sie ausserhalb der äussern Bedeckungen liegen, nicht innerhalb. Diese Stiele haben ein Gefässbündel in der Mitte.

Die Knollzwiebel zeigt sich schon bald nach dem Keimen, als eine Verdickung am untern Ende des Stammes. *Ixia crocata* zeigt nicht allein eine Verdickung für die Zwiebel, sondern auch eine besondere Anschwellung für den Wurzeltheil derselben.

An alten Zwiebeln von *Gladiolus* und *Antholyza aethiopica* findet man nicht selten drei und vier Wurzeltheile einen über den andern gewachsen und jeden Wurzeln tragen. Aus dem obern Theile, zuweilen auch aus einem der darunter befindlichen kommen ein, auch zwei Knollzwiebeln hervor.

Die Knollzwiebel scheint mehre Jahre zu dauern, ehe sie erschöpft ist, die Fortpflanzung aber durch die Brutzwiebeln an den Seiten zu geschehen. An *Crocus*, dessen Zwiebeln sonst den Zwiebeln von *Gladiolus* ganz ähnlich sind, sieht man oft zwei gleich grosse Zwiebeln neben einander. Beim Anbau von Safran (*Crocus sativus*) nicht weit von Krems in Oesterreich legt man die Zwiebeln am Ende August, oder Anfangs September, lässt sie drei Jahre in der Erde liegen, dann nimmt man sie aus, bringt sie an einen trockenen Ort und legt sie nach einem Jahr wieder an einer andern Stelle des Feldes. Die Zwiebeln, welche man legt, zeigen durch die daran hängenden Ueberbleibsel, dass sie schon einmal geblüht haben. Es scheint also die Knollzwiebel lange dauernd zu sein.

Die Zwiebeln der Zeitlosen (*Colchicum autumnale*) haben schon lange die Aufmerksamkeit der Naturforscher wegen ihres sonderbaren Anwachsens auf sich gezogen: ich will nur einer Abhandlung von Hedwig *) darüber erwähnen, womit meine früheren Beobachtungen ziemlich übereinstimmen **). Wenn man im Mai die Zwiebel eines Stammes mit Früchten

*) Joh. Hedwig's Sammlung zerstreuter Abhandlungen und Beobachtungen. Erstes Bändchen 93.

**) Elem. Philos. bot. Ed. 2. 1. 347.

untersucht, so findet man, dass sie noch ganz gesund ist; aber neben ihr befindet sich eine ausgesogene Zwiebel mit dem verwelkten Stämme und Früchten. Auf der anderen Seite der Hauptzwiebel, der verwelkten Zwiebel gegenüber, dringt an der Basis eine kleine Knospe hervor, welche die künftige Blüte enthält. Wenn dieser einfache Gang beständig denselben Umlauf hätte, so könnte man die Zwiebel eine jährige oder vielmehr zweijährige nennen. Aber dieses scheint nicht der Fall zu sein. Ich habe Hauptzwiebeln vor mir, aus denen zwei Seitenstämme, einer oben und einer in der Mitte, hervorgekommen sind; die Spitze hat keinen Stamm getragen. Aus einer andern Zwiebel hat die Spitze einen Stamm getragen, und unter denselben in der Mitte der Zwiebel sieht man die Wurzeln von einem andern Stamm. Diese Seitenstämme hatten eine Rinne nachgelassen. Die Hauptzwiebel mag also eine ganze Reihe von Jahren hindurch leben, und öfter Blüten und Stämme treiben. Die Rinne kann nur dadurch entstehen, dass die Zwiebel sich nach allen Richtungen hin erweitert hat, und hier durch den Stamm aufgehalten wurde, welches die Rinne veranlasste. Auch ist sie da, wo Seitenstämme entstanden, unter denselben zugewachsen. Mehre Seitenstämme aus einer Knollzwiebel sieht man besonders an *Colchicum arenarium* in Dalmatien, seltener an *Colchicum autumnale* bei uns.

Die oben (S. 309) gegebene Beschreibung des Cauloms von einer Palme in den früheren Jahren des Alters zeigt deutlich, dass es dann einem Zwiebel- oder Knollstock sehr ähnlich ist. Der Kern des Cauloms, bestehend aus einem Geflecht von Holzbündeln, umgeben mit einer Rinde von Parenchym, woraus die Blätter entspringen, hat ganz den innern Bau eines Zwiebelstocks. Es ist auch dort von einigen Stücken des Kerns die Rede, welche nur durch einen Absatz unterschieden sind; und in einem mir vorliegenden Stücke finde ich einen kleineren Kern an der Basis des äussern, der sich durch ein dichteres Geflecht der Holzbündel und eine dunklere Farbe unterscheidet und den ich mit dem Wurzeltheil in dem Knollstock vergleichen möchte. So ist also das Caulom nur ein in die Länge und in einen Stamm gezogener Knollstock, des-

sen Holzbündel in dem Stamme zwar mehr gerade werden, aber doch ihre Verflechtung nicht ganz ablegen, sondern sich noch immer unter, obgleich spitzen Winkeln schneiden.

Ein sonderbares Mittelding von Caulom und Knollstock ist die Radix Veratri albi und Lobeliani, die nur Abänderungen sind. Der wurzelartige Theil ist unten rund abgeplattet und aus dieser Basis kommen viele Wurzeln hervor, wie aus dem Wurzeltheile des Knollstocks. Dann steigt er gerade in die Höhe, wird dabei immer, doch langsam dicker, so dass er die Form eines umgekehrten, abgekürzten Kegels hat, ist dicht geringelt, äusserlich schwarz, und mit sehr langen Wurzelzästern besetzt, die in meistens gedoppelten Kreisen stehen: Man sieht an den Ringeln, dass dieser Theil caulomartig gewachsen ist, nämlich immer sind die Blätter zuerst erschienen, und darunter hat sich der Stamm gehoben. Inwendig ist er weiss, und hat eine ziemlich dicke Rinde aus Parenchym, wodurch Holzbündel zu den Wurzeln gehen. Das Innere besteht aus demselben Parenchym, wodurch sich Holzbündel in verschiedenen Richtungen ziehen. Oben auf diesem Rhizoma sitzt ein zwiebelartiger Körper mit den glatten Blattscheiden ausgewachsener Blätter überzogen, der in der Mitte die Knospe enthält, wie gewöhnlich bei den Monokotyledonen, zusammengesetzt aus lauter in einander gewickelten Blättern: Ich reihe diesen Körper zwar hier den Knollstöcken an, womit er Ähnlichkeit hat, möchte ihn jedoch lieber ein wurzelartiges Caulom nennen.

A. St. Hilaire sagt in seiner Morphologie (S. 107): „Was man Stamm nennt in *Primula officinalis*, ist ein Axillar-Blütenstiel, was man aber Wurzel nennt, ist ein wahrer Stamm, der in seiner ganzen Länge Blätter getragen hat, wovon man noch die Spuren sieht, und der gegen seine Spitze noch die Überbleibsel von den weniger alten Blattstielen trägt, und an der Spitze die neuen Blätter.“ Es gehört allerdings dieser Theil zu den Stämmen, aber es ist kein echter Stamm, sondern ein Gebilde, welches mit dem so eben beschriebenen wurzelartigen Caulom übereinkommt. Ich habe es an *Primula Auricula, acaulis* und *Palinuri* untersucht. Die ganze Pflanze wächst caulomartig, zuerst erscheinen die Blätter, und dann hebt sich

unter ihnen der Stamm nach und nach empor, der, weil er sich wenig über die Erde erhebt, wurzelartig erscheint. Er ist äusserlich geringelt, doch nicht ganz umher, von den an der Basis ausgebreiteten, und oben sieht man die Hauptnerven der abgefallenen Blätter. Inwendig ist die Rinde nicht genau abgesetzt; das weisse Parenchym ist sehr von Gefässbündeln durchzogen, die nach den Wurzeln und Blättern gehen, ohne doch eigentlich ein Geflecht zu bilden. Die oberen Blätter sind immergrün, stehen den ganzen Winter durch und treiben aus ihren Blattwinkeln die Blütenstiele vor, auch entspringen Knospen in den Winkeln der Ringel von abgefallenen Blättern im Herbst, und bringen, wie es scheint, Blätter im folgenden Jahre hervor. — Es giebt ohne Zweifel noch viele Pflanzen, welche, genauer betrachtet, ein solches wurzelartiges Caulom haben.

Wenn man den verdickten untern Theil des Stammes von einem grossen und starken Grase (z. B. *Panicum plicatum*) der Länge nach durchschneidet, so findet man ebenfalls, dass dieser verdickte Theil aus einem Kern von Parenchym und einem lockern Geflecht von Gefässbündeln besteht, umgeben mit einer Rinde, woraus die Blätter entspringen. Das Geflecht bildet ein Netz von Bündeln, die sich nähern, dann berühren und wieder von einander entfernen. In den Knoten und besonders in den Zwischenwänden der Knoten wiederholt sich diese Andeutung des Knollstocks, so dass man nicht mit Unrecht sagen könnte, das Gras sei eine Zusammensetzung von mehren, auf einander gepropften Knollengewächsen.

Wahre Zwiebeln sind mir unter den Dikotyledonen ganz unbekannt; sie haben nur Zwiebelknospen, z. B. *Saxifraga granulata*, *Polygonum viviparum* u. a. Aber den Knollzwiebeln ähnliche Theile sind vorhanden; ich will nur die Knollzwiebel von *Corydalis solida* anführen. Wenn man eine solche der Länge nach durchschneidet, so findet man einen durchgehenden länglichen mittlern Theil, umgeben mit einer dicken innern Rinde, so dick, dass die Knollzwiebel dadurch fast kugelrund wird. Eine dünne äussere Rinde umgibt die innere. Untersucht man den innern Theil genauer, so sieht man wahre Spiralgefässe, gegliedert und unregelmässig ge-

wunden, auch nicht in gerader Richtung fortlaufend, von einem Zellgewebe aus nicht langen, aber engen Zellen umgeben. Es ist zwar kein Geflecht von Gefäßbündeln, aber es nähert sich doch denselben. Deutliches Mark ist nicht vorhanden, und daher ist diese Bildung von den echten Knollen ganz verschieden. Beide Rinden bestehen wie gewöhnlich aus viel-eckigen Parenchymzellen.

Der Mittelstock (*caudex intermedius*), wie ihn Mohl in seiner Schrift: Untersuchungen über den Mittelstock von *Tamus Elephantipes*. (Tübing. 1836) genannt, und mit seiner bekannten Genauigkeit beschrieben hat, ist ein sehr merkwürdiges Gebilde. Er gleicht im Ganzen dem Knollstock, und ich möchte ihn darum *mesocormus* nennen; er ist von kegelförmiger Gestalt, aber unten mehr flach, mit keinem abgesonderten Wurzeltheil, sondern die Wurzeln erscheinen überall auf der untern Fläche. Wenn er alt wird, erreicht er oft eine ausserordentliche Grösse und Umfang. Der innere Theil besteht ganz aus einem lockern Parenchym, mit einem nicht sehr dichten Geflecht von Gefäßbündeln durchzogen, wie im Knollstock. Jung enthält er viel Saft, der einen eigen-thümlichen, etwas knoblauchartigen Geruch hat. Oben befinden sich keine Knospen, wie am Zwiebel- und Knollstock, sondern es kommen viele Stämme gerade zu aus dem innern Theile des Stocks hervor, wie die Schüsse aus einer Maserknolle. Meistens erscheinen sie nur an der obern Spitze, zuweilen und zwar an sehr grossen Mittelstöcken erscheinen auch seitwärts von der Spitze, aber doch nahe bei derselben andere Haufen von Stämmen. Die Stämme haben den gewöhnlichen Bau des Monokotylenstammes, und zwar kommen sie mit den Stämmen von *Smilax* sehr überein. Einen höchst auffallenden Anblick bietet die Rinde dieses Mittelstocks dar, die der Schale einer Schildkröte (*Testudo geometrica*) sehr gleicht. Sie ist nämlich überall mit vier-, fünf- und mehr-eckigen abgestumpften Pyramiden bedeckt, die von aussen deutlich geschichtet sind, deren Schichten nach oben stufenweise abnehmen. Betrachtet man sie genauer, so findet man zu innerst eine sehr dünne Schicht von anfänglich weisslichem, dann bräunlichem Parenchym, welche von einer andern, sehr

dünnen Schicht von dunkelbraunem, trockenem Parenchym bedeckt ist. Beide Schichten sind so dünn und liegen so dicht zusammen, dass sie an der äussern Oberfläche kaum zu trennen sind. Wo nun eine Pyramide sich erhebt, da verästelt sich die innere Schicht und fasst ein trockenes braunes, mehr lockeres Zellgewebe zwischen sich und bildet so die untera Schichten der Pyramiden. In dem obern Theile derselben verliert sich die Verästelung, und man sieht nur abwechselnd breitere lockere, hellbraune und schmalere dichtere, dunkelbraune Schichten. Kurz wir haben hier völlig denselben Bau der Rinde, welcher oben S. 219. 220 von Eichen und Birken beschrieben ist, nur mit dem allerdings auffallenden Unterschiede, dass dort das Auswachsen der Rinde unregelmässig geschieht, hier aber regelmässig, in vieleckigen, abgestumpften Pyramiden.

Diesen *Tamus Elephantipes* hatte L'Heritier zur Gattung *Tamus* gebracht. Richtiger macht Lindley daraus eine besondere, der *Dioscorea* sehr verwandte Gattung, welche er *Testudinaria* nennt. Eine andere Art dieser Gattung *Testudinaria*, die *T. sylvestris*, hat einen ähnlichen Bau, nur ist der Mittelstock flach und die Rinde zwar dick, aber mit gleichförmiger Oberfläche, ohne jene pyramidenförmigen Erhabenheiten. Sie unterscheidet sich von der Rinde des Mittelstocks vom Elephantenfuss ungefähr, wie die glatte Buchenrinde von der risigen Eichenrinde.

Zu dieser Klasse von Stammgebilden, nämlich deren Inneres mit einem Geflecht von Gefäßbündeln durchzogen ist, die man überhaupt Stöcke (cormi) nennen möchte, gehören noch die Stöcke der Wasserpflanzen, aus denen nur Blätter und Blütenstiele hervorgehen, wie die Stammstücke von *Nymphaea* und *Sagittaria*, und vermutlich manche andere, die ich nicht genauer untersucht habe. Eine dünne, kaum ausgezeichnete Rinde von blossem Parenchym überzieht ein Inneres, aus lockeren Parenchym bestehend, mit einem ebenfalls lockern Geflecht von Gefäßbündeln. Die Gefäße sind in den Stücken, die ich untersucht habe, vollkommene Spiralgefäße und liegen ganz frei im Parenchym aus vieleckigen Zellen, ohne eine Begleitung von engen und langen Zellen, wie sonst gewöhn-

lich, zu haben. Lücken und Lufträume habe ich nicht gefunden. Dieser Stammstock von *Nymphaea* ist sehr dick, an den Enden abgerundet, hier und da ästig und überall mit Blättern und Blüten bedeckt.

Der in Deutschland häufig gebaute *Selleri*, eine Varietät von *Apium graveolens* L., wie man gewöhnlich meint, hat einen grossen Knollstock, der aus mehreren Knospen zusammengesetzt ist. Die Rinde ist nicht sehr bedeutend. Im Innern findet man ein sehr lockeres Geflecht von Gefäßbündeln, die, so viel ich gesehen habe, aus porösen Gefässen bestehen, und in einem Parenchym von vieleckigen Zellen liegen, ohne ein begleitendes Zellgewebe zu haben.

Der Kohl (*Brassica oleracea*) leidet manche Veränderungen, von denen eine, der sogenannte Kohlrabi, hieher gehört. Hier ist eine wahre Rinde vorhanden und eine dünne Holzschicht, wie in den wahren Knollen, nur das Mark ist mit Gefäßbündeln durchzogen. Der Bau ist hier mehr dikotyledonisch, als in der *Selleri*-Knolle, und man sieht, dass die Umbellitenpflanze den Monokotylen näher steht, als die Crucifere.

Ein merkwürdiges Stammgebilde, welches sich an vielen ausländischen Orchideen findet, ist hier anzuführen. Es sind nämlich die knollig gewordenen untern Stammglieder, die Lindley falsche Zwiebeln (*pseudobulbi*) nennt. Mit einer Zwiebel haben sie keine grosse Ähnlichkeit, eher mit einem Mittelstocke. In der Beschreibung mag man sie gerade zu knollige Glieder (*articuli tuberosi*) nennen. Es sind in der Mitte angeschwollene, oben und unten zusammengezogene, etwas zusammengedrückte, entweder glatte oder tief gefurchte und kantige Glieder oder Zwischenknoten. Sie entspringen geradezu aus der Wurzel, sind mit Blattscheiden umgeben, die aber bald vertrocknet und netzartig erschienen. An dem Knoten entsteht ein oft gestieltes Blatt, wie die Blattscheide mit dem Blatte der Gräser an einem Knoten entspringt. So kommen sie mit einem Mittelstocke am meisten überein. An einer Pflanze finden sich zwei, auch drei, selten mehr solcher Knoten über einander, worauf dann die nicht angeschwollenen Glieder des Stammes folgen. Der innere Bau entfernt aber diese Gebilde gar sehr von dem vorigen. Die Gefäßbündel stehen nämlich

ziemlich regelmässig in einem zusammengesetzten oder einfachen Zellgewebe, und laufen in einem wenig gekrümmten Bogen von der Basis des Gliedes, wo sie näher zusammenstehen, nach der Spitze desselben. Sie enthalten ein Bündel von Spiralgefässen oder porösen Gefässen mit grossen Poren oder vielmehr scheinbaren Spalten; dann folgt ein Bündel von Gefässen mit sehr kleinen, entfernt stehenden Poren und an der andern Seite des ganzen Bündels sieht man Zellen von einer runden oder länglichen Gestalt mit einer körnigen Masse in ihrem Innersten gefüllt. Sie liegen in Reihen nach der Länge des Gliedes, und scheinen sich in einer Röhre zu befinden, welche aber oft um sie und zwischen ihnen zuschnürt erscheint. Durch Jodtinktur werden sie sowohl, als die darin liegenden Körner nur braun gefärbt, dagegen liegen in den grossen Parenchymzellen zwischen den Gefässbündeln viele Amylumkörner. An den Wänden der Röhren, worin sie eingeschlossen scheinen, sieht man kleine Poren, nirgends aber ein solches Auseinandergehen der Wände, welches in den Coniferen die Höfe bildet, womit man sie beim ersten Blicke zu verbinden geneigt wird. Diese Röhren nehmen im Bündel die Stellen der Baströhren ein. Ich erinnere mich nicht, etwas Ähnliches in andern Pflanzen gesehen zu haben. — Ich muss noch hinzufügen, dass die grossen Parenchymzellen dieser knolligen Stammglieder gar oft Faserzellen sind. Die Orchideen sind also nicht allein sonderbar durch ihre Blüten, sondern auch ausgezeichnet durch die Merkwürdigkeiten ihres innern Baues.

Ich komme nun zu der echten Knolle (tuber), von welcher die Kartoffel das beste, bekannteste und deutlichste Beispiel giebt. Die Kartoffel-Knollen entstehen, wie man weiss, an den Wurzeln, und auch am Stämme von *Solanum tuberosum* unter der Erde. Sie sind eigentlich Nebenstämme, wie sie aus den Wurzeln und dem untern Theile des Stammes nicht selten herauskommen, aber sehr verkürzt und verdickt, mit mehr oder weniger Knospen und zwar, wie man zu sagen pflegt, Adventivknospen. Der innere Bau zeigt einen Übergang vom Knollenstock zum Stamm selbst. Zu äusserst umgibt die Knolle eine nicht sehr dicke Rinde, an der man

die sehr zarte und dünne Aussenrinde und die dickere Mittelinde unterscheiden kann: beide bestehen aus Parenchym von vieleckigen Zellen. Das Holz, welches nun folgt, bildet einen dünnen Kreis von Gefässen, wie es im Stamm der Fall ist, aber die Spiralgefässe laufen in verschiedenen Richtungen, bald in rechten Winkeln mit der Länge der Kartoffel, bald gleichlaufend mit der Länge derselben. Da, wo die Spuren einer Knospe sich äusserlich zeigen, treten die Holzbündel zusammen und gehen in die Knospe über. Den grössten Theil der ganzen Knolle macht das dicke Mark aus, wie gewöhnlich aus vieleckigen Parenchymzellen zusammengesetzt, aber doch nicht ohne alle Spiralgefässe, welche dasselbe in manchen Richtungen durchziehen. Wenn der deutliche Holzring die Kartoffel dem Stammgebilde nähert, so bringen sie das Mark, welches Spiralgefässe durchziehen, zu den Knollstücken zurück.

Es ist schon oben (S. 72 folg.) von dem Stärkmehl und besonders von dem Stärkmehl in den Kartoffeln geredet worden. Wenn man gekochte Kartoffeln, besonders die mehligen, untersucht, so findet man die Zellen von einander gesondert, die Stärkmehlkörner geplatzt und in eine Masse verwandelt. Auffallend ist die Membran der Zellen; sie erscheint dick gequollen und weich, da hingegen die Zellenmembran der gekochten Getreidekörner eben so dünn bleibt, als sie vor dem Kochen war, auch findet man die Zellen oft geplatzt. Diese Eigenschaft der Zellenmembran in der Kartoffel macht sie zur Nahrung des Menschen vorzüglich brauchbar, indem die Membran anderer Pflanzen, auch die gekochte, unverdaut wieder abgeht.

Fünfundzwanzigste Vorlesung.

Verrichtungen (functiones) des Stammes.

Die Verrichtungen (functiones) des Stammes sind sehr in die Augen fallend. Er trägt alle Theile, und führt ihnen den Nahrungssaft zu, den er von den Wurzeln erhalten hat.

Darüter kann kein Zweifel statt finden. Durch welche Wege aber der Nahrungssaft zu den Theilen geführt werde, ist seit langer Zeit zweifelhaft gewesen, und auch noth nicht allgemein anerkannt. Ich habe oben S. 116 folg. die Versuche angeführt, welche dafür sprechen, dass der Saft in den Spiralgefassen und in den porösen Gefassen aufsteige. Ich hatte nämlich Pflanzen in einem Topfe mit einer Auflösung von Cyaneisenkalium begossen, und später mit einer Auflösung von schwefelsaurem Eisen, und als ich sie dann anatomisch untersuchte, fand ich die Spiralgefasse und porösen Gefässen blau gefärbt, zum Zeichen, dass in ihnen die Auflösung von Cyaneisenkalium aufgestiegen war. In die Zellen war wenig eingedrungen, so wenig, dass man ein Aufsteigen jener Auflösung in den Zellen oder in den Intercellulargängen durchaus nicht annehmen konnte. Diese Versuche gelingen nicht immer, weil die Pflanzen das schwefelsaure Eisen nicht gut ertragen. Es war daher sehr zweckmässig, dass Herr Honninger *) in Tübingen, den Versuch so abänderte, dass er die Pflanzen mit einer Auflösung von Cyaneisen begoss, und sie einsaugen liess, dann aber die durch den Schnitt bloß gelegten Gefässen mit einer Auflösung von schwefelsaurem Eisen übergoss, wo sich dann der Inhalt dieser Gefässen blau färbte. Diese Versuche bestätigen die vorhin angeführten, und beide zusammen erheben das Aufsteigen des Saftes in den Spiralgefassen und den porösen Gefässen des Stammes zur Gewissheit.

Man kann sich auch davon überzeugen, wenn man im Frühling die Rinde eines Baumes, besonders einer Birke, abschält. Die Rinde selbst ist braun, trocken und kein Tropfen Saft aus ihr herauszubringen, sobald man aber das Holz anschneidet, dringt der Saft in Menge heraus, wie ich schon oben S. 120 angeführt habe. Bringt man dann einen feinen Schnitt des Holzes unter das Mikroskop, so sieht man nicht allein eine Menge von porösen Gefässen in demselben, son-

*) S. Botan. Zeitung f. 1844. 11 St. In dem Jahresbericht für physiologische Botanik f. 1844 ist S. 27 Honninger st. Hominger gedruckt worden.

dern auch; wenn es bald geschieht, Luftblasen hier und da in ihnen, welchen man nicht wahrnehmen würde, wenn sie nicht Saft enthielten. Ich habe ein solches Stück T. 3. F. 1 abbilden lassen. Hier überzeugt uns der Augenschein, dass der Saft in den Spiroiden aufsteige. Diese Gefässen sind also nicht immer leer oder mit Luft gefüllt, wie man oft als Gegengrund hören muss; oft aber mögen sie es sein, indem der Saft nur zu gewissen Zeiten aufsteigt, oder vielleicht auch nur an den Wänden aufsteigt. Die Bestimmtheit der Verrichtungen ist im Pflanzenreiche nicht so gross, als im Thierreiche, und es wäre nicht sonderbar, wenn die Spiroiden zugleich Saft und Luftgefässen wären.

Es gibt keinen Beweis dafür, dass die Spiralgefässen mehr Saft in die Höhe führen, als die porösen Gefässen. Unter den Gefässen, welche im äussern Holze der Birke eine grosse Menge Saft lieferten, war kein einziges abrollbares Spiralgefäß.

Die gefärbten Flüssigkeiten in den Spiroiden gehen auch da durch, wo die Gefässen absetzen, wie dieses oft geschieht, oder wo Querwände erscheinen, wie bereits von manchen Beobachtern, auch von mir selbst bemerkt worden. In der Anatomie der Pflanzen in Abbild. T. 5. F. 4 u. 5 sind solche Gefässen aus dem Hollunder abgebildet. Man sieht aber, wie ungleich die Flüssigkeit — es war Lakmustinktur — sich in den Gefässen verbreitet hat. Dieses kann wohl nur von zwei Ursachen herrühren, erstlich von den Ungleichheiten auf der inneren Oberfläche der Gefässen, welche die sogenannten Poren haben, und dann von der Dickflüssigkeit der Lakmustinktur, die nur eine wirkliche Auflösung scheint, es aber wirklich nicht ist, welches mit vielen organischen Flüssigkeiten der Fall sein möchte. Vergl. S. 107.

Eine Unterbrechung der Spiroiden hält das Aufsteigen des Saftes nach oben nicht sehr auf, ein Ast fährt fort zu vegetiren, wenn man auch Ausschnitte in einer Schraubenlinie macht, so dass kein Gefäß unzerschnitten und ununterbrochen nach oben gelangt. (S. 115). Schon Stephan Hales macht die Bemerkung, dass zwei gleiche Zweige, von denen einer zwei oder gar vier wechselnde Einschnitte erhielt, der andere aber

unversehrt blieb, eine gleiche Menge Wasser aufsogen und eine gleiche Menge verdunsteten. Ebenso fand Du Hamel, dass solche Einschnitte der Vegetation nicht schadeten. (Ph. d. a. L. 5 ch. 2. a. 8). Auch kann noch Cotta angeführt werden, welcher ähnliche Versuche anstellte *). Es ist klar, dass sich dann der Saft seitwärts bewegen muss, um in die Höhe zu kommen. Meyen meinte (Phys. 11. 51), es geschehe besonders durch die Markstralen; ich schrieb es (S. 121) vielmehr dem Prosenchym oder dem langgestreckten engen Zellgewebe zu, und es ist allerdings auffallend, dass ein solches langgestrecktes Zellgewebe die Spiroiden überall begleitet. Aber viel scheint auch die Näherung der Gefässbündel selbst beizutragen, die mit den Enden oft neben einander liegen und sehr selten in einer geraden Richtung ununterbrochen weit fortgehen. Die obigen Versuche gelingen auch besser an Bäumen und Sträuchern, wo die häufigen Einkeilungen ein netzförmiges Geflecht bilden, als an saftigen Kräutern, wo solche Einschnitte bald tödtlich werden. Eine ziemlich starke Balsamine liess ein Paar Stunden nach vier solchen Einschnitten Zweige und Blätter hängen und am folgenden Tage waren alle Äste über den Einschnitten ganz abgestorben, ein Ast unter denselben grünte und blühte aber immer fort.

Es scheint durch die Erfahrung bewährt zu sein, dass die Holzschichten an der Seite des Stammes am dicksten sind, wo die grössten Wurzeln sich befinden, ferner dass auch an derselben Seite die Äste am stärksten anwachsen, woraus dann folgt, dass jene seitliche Ergiessung des Saftes im natürlichen Zustande sehr beschränkt sein muss. Es lässt sich dieses auch erwarten, indem die Gefässe selbst sich nicht verästeln, sondern nur die Gefässbündel einzelne Gefässe zu nahe gelegenen Bündeln absenden, der Saft sich also durch die Gefässe allein nicht weit verbreiten kann. Wie viel anders würde dieses sein, wenn der Saft sich leicht aus Zelle in Zelle ergösse und so den Stamm umkreisen könnte, oder wenn er in den Intercellulargängen leicht nach jeder Richtung sich bewegte.

*) Naturbeobachtung über die Bewegung und Funktion des Saftes in den Gewächsen. Weimar 1806. S. 24.

Das Aufsteigen des Safts in den Gefässen kann hier eben so wenig genau abgehandelt werden, als es oben S. 122 geschah. Doch einige Bemerkungen. Dass die Anziehung in den Haarrörchen zwar die Flüssigkeiten in die Höhe ziehen, aber sie gegen die Schwere nicht ausstossen kann, ist dem Anfänger in der Physik bekannt, und oft genug gegen die Physiologen, die nicht immer viel von der Physik wissen, geäussert worden. Meyen hat zwar durch Versuche die Kraft der Ausdünstung, den Saft zu heben, nach Stephan Hales darzuthun gesucht, aber zuletzt doch auf die Endosmose als Ursache des Aufsteigens der Säfte aufmerksam gemacht (Phys. 11. 87) *). Ich sehe nicht ein, wie sich Dutrochet's Endosmose hier anwenden lässt. Es müsste in den Gefässen eine Auflösung von Zucker, Gummi oder dgl. vorhanden sein, spezifisch schwerer als Wasser, dann könnte dieses allerdings durch sein Eindringen in das Gefäss die Flüssigkeiten in demselben heben.

Dass der Nahrungssaft durch den Holzkörper des Stammes in die Höhe steige, ist kein Zweifel, dass er durch die Rinde herabsteige, wird gewöhnlich angenommen. Diese Behauptung ist zwar nicht ganz unrichtig, aber von einer anderen Bedeutung, als die erste. Im Holzkörper steigen die Säfte in Gefässen auf, die eine mehr oder weniger gerade Richtung nach oben haben; in der Rinde befinden sie sich in Zellen und können sich nach allen Richtungen verbreiten. Es muss daher ein besonderer Umstand hinzukommen, welcher die Säfte nach einer Seite vorzüglich treibt. Im gewöhnlichen Zustande kann dieses nur nach unten geschehen; denn die Nahrungssäfte verbreiten sich in dem obern Theile des Stammes in den Ästen und den Blättern, und erfüllen überall die Rinde mit Saft. In den untern Theilen des Stammes hingegen ist der Zufluss des Saftes in der Rinde nicht so stark, sie

*) Meyen drückt sich a. a. O. so bestimmt über die Wirkung der Ausdünstung aus, dass ich zu den Ausserungen S. 122 kam. Er hat aber nicht allein die Versuche von Hales nachgemacht, sondern auch neue und genaue hinzugefügt. Dutrochet las er später, daher ein Schwanken in seinen Ausserungen.

enthält also weniger Saft und es muss daher eine Strömung des Saftes im gewöhnlichen Zustande von oben nach unten statt finden. Man sieht also leicht ein, dass mancherlei Umstände dieses ändern können, dass die Menge des Safts in den oberen Theilen abnehmen, in den unteren zunehmen kann, wodurch denn das Gegentheil, ein Dringen des Saftes von unten nach oben erfolgt. Es ist aber wohl möglich, sogar wahrscheinlich, dass die Gefäße an dem untern Theile des Stammes, wenn ihnen die Wurzel keinen Saft liefert, ihn aus den Zellen der Rinde aufzunehmen, und nach oben führen. Wenigstens kann er aus den Blättern wieder aufgenommen, und in die Höhe getrieben werden, wie die saftigen Pflanzen zeigen, die ohne Wurzel Blüten entwickeln, indem die Blätter ausgesogen werden und verwelken.

Die Bewegung der Säfte von oben nach unten beweist man nun zuerst durch die Art, wie die Rinde wieder anwächst. Es ist jedem Gärtner bekannt, dass die Rinde wieder wächst, wenn sie abgeschält wird, nur muss man das entrindete Holz so bald als möglich bedecken, damit es nicht austrocknet, auch wohl, damit die Luft es nicht tödtet. Schon Malpighi (Op. I. 14. 55. 155. 159) bemerkte, dass nach einer Entrindung die Rinde am oberen Theil des Schnitts zuerst anschwellt, und von dort anfange, sich zu reproduciren. Genauer hat Du Hamel (L. 4. ch. 3. a. 3) diese Reproduction beobachtet, und gefunden, daas sie von dem oberen Theile des Schnittes anfängt und nach unten fortgeht. Dutrochet sah aber, dass nicht allein die entrindete Stelle von oben sich durch Anwuchs neuer Rinde bedeckt, sondern auch von unten, doch war von oben mehr angewachsen *). An einem Aesculus flava sah ich ebenfalls eine entrindete Stelle von oben her bedeckt werden, auch erschienen Fasern, unregelmässig gedreht, wie sie Du Hamel beschreibt, aber ohne Spiroiden. Es ist oben S. 245 von Buchstaben geredet worden, welche mitten in einem Baume gefunden waren, wo sich in den Ausschnitten geschichtete Rinde erzeugt hatte, auch mit einer

*) De la deviation descendante, ascendante et laterale in seinen Mémoir. 1. 218.

fasrigen Innenrinde, ohne alle Spiroiden. Da diese Reproduction vor langen Zeiten geschehen war, die Spiroiden also Zeit genug hatten, nach zu wachsen, so möchte es scheinen, als ob sie nicht reproducirt würden; doch muss man bedenken, dass hier das Anwachsen nach aussen durch die umschliessenden Holzsichten sehr beschränkt wurde.

Es sind hier offenbar zwei Gegenstände zu unterscheiden, das Anwachsen der neu gebildeten Theile, und dann die Richtung des Safts beim Vordringen in der Rinde. Über das Anwachsen selbst geben uns jene Buchstaben mitten im Holz gehörig Auskunft, wie schon a. a. O. (S. 245) angedeutet worden. Die Rindenschichten, welche die ausgeschnittenen Buchstaben ausfüllen und auszeichnen, machen in dem Querschnitte mit den Fasern des Holzes einen rechten Wiakel, und können also keine Verlängerungen der Holzfasern sein. Es ist hier also Rinde von innen heraus angewachsen, um die Lücken zu füllen, und das Anwachsen der Rinde geschieht hier auf dieselbe Weise, wie es äusserlich am Stämme zu geschehen pflegt. Wir mögen daher auch schliessen, dass beim Ausfüllen der Rindenwunden, oder überhaupt bei Entrindungen, die Rinde von innen nach aussen auf die gewöhnliche Weise nachwächst und weder von oben, noch von unten. Dass aber an dem oberen Rande der Wunde das Anwachsen zuerst anfängt und von dort nach unten fortschreitet, röhrt allerdings wohl von der Menge des Saftes her, welche dort grösser ist, als am untern Rande. Dieser Unterschied ist jedoch nicht immer bedeutend, wie Dutrochet's Beobachtung zeigt, und es könnte wohl Fälle geben, wo gerade das Gegentheil statt fände.

So sind auch die Anschwellungen, welche in der Regel — doch nicht immer — geschehen, wenn eine Unterbrechung der Rinde geschieht, zu beurtheilen. Beispiele von solchen Anschwellungen und Verdickungen des Stammes führt De Candolle an (Physiol. I. 150), auch sogar, dass sich die specifische Dichtigkeit des Holzes über solchen Schnitten vermehrte. Nach dem, was Treviranus (Physiol. §. 186) darüber gesagt hat, ist es die Innenrinde besonders, welche angewachsen ist, und die Anschwellung verursacht, ebenfalls eine Folge von jenem Überflusse des Safts, welcher zum Fortwachsen des

Holzes von der Mitte zum Umfange reizt, oder wenn wir uns so ausdrücken dürfen, einladet. Mit Recht setzt Treviranus hinzu, würde diese innere Rindenschicht in der Folge Holz geworden sein, denn allerdings wachsen an der Innenrinde die Spiroiden nach. Die Fasern waren, nach seiner Beschreibung, gedreht und wellenförmig, wie sie auch Du Hamel sah, und ich selbst. Erwiesen ist also wohl, dass der Saft in der Rinde aus den oben angegebenen Ursachen sich mehr nach unten, als nach andern Richtungen verbreitet.

Der Saft wird vorzüglich durch die Blätter zu einem Rückflusse in die Rinde getrieben, wie aus vielen Versuchen, welche Knight angestellt hat, hervorgeht*). Es gehört allerdings zu den vorzüglichsten Verrichtungen der Blätter, den Nahrungs-saft zu bereiten und zurückzuführen. Dieser Umstand scheint vorzüglich auf der Determination des Saftes in der Rinde nach unten wesentlich zu beruhen.

Man hat auch hieraus die Wirkung des Ringelns auf die Fruchtbarkeit der Obst- und anderer fruchttragender Bäume erklären wollen. Es ist nämlich eine sehr alte Gewohnheit, einen Ring aus der Rinde eines Baumes zu schneiden, um dadurch die Fruchtbarkeit des Baumes zu befördern; ja es hat sogar in früheren Zeiten Gärtner gegeben, welche herumzogen und für Geld Schnitte in die Bäume machten, um die Fruchtbarkeit derselben zu befördern, auch sie wirklich zuweilen beförderten. Sie verrichteten die Schnitte auf eine geheimnissvolle Art, um Abergläubige zu täuschen. Schon Magnol führt an, dass es in Languedoc üblich sei, die Olivenbäume durch einen solchen Rindenschnitt fruchtbar zu machen**). Die allgemeine Meinung und Beobachtungen schienen diese Wirkung zu bestätigen; ein Versuch von Thouin gab einen directen Beweis dafür***). Thouin ringelte nämlich einen Ast an einem Baume von *Aesculus flava* L. (*Pavia flava* Moench.) und sah, dass dieser allein reife Früchte trug, indem die

*) Knights Abhandlungen über diesen und andere Gegenstände der Pflanzen-Physiologie sind gesammelt in den Beiträgen zur Pflanzen-Physiologie von L. C. Treviranus. Götting. 1811.

**) Histoire de l'Academ. d. Scienc. d. Paris p. 1709.

***) Annal. d. Museum d'Histoir. natur. T. 6 p. 437.

Früchte auf den andern, nicht geringelten Ästen unreif abfielen. Ich machte dieses nach. Zu Rostock setzte Aesculus flava in der Regel gar keine Früchte an, oder sie fielen bald ab. Ich ringelte also einen Ast von einem solchen Baume und sah, dass dieser allein die Früchte behielt, die zu einer bedeutenden Grösse heranwuchsen, wenn auch nicht reisten, indem die Früchte auf den andern Ästen kaum erbsengross abfielen. Der Zweig, da ich die Wunde nicht bedeckt hatte, wurde im Winter durch den Frost getötet. Es sind auch viel Verhandlungen darüber beim Gartenbau-Verein in Berlin gewesen, es wurde ein Instrument vorgelegt, um das Ringeln leicht zu bewirken, und der gute Erfolg ist gerühmt worden, wenn das weggenommene Stück der Rinde gross genug war; aber man hat oft geklagt, dass die Bäume nach dem Ringeln vom Frost litten. Gewöhnlich nimmt man an, dass durch den Schnitt der Rückfluss der Säfte durch die Rinde gehemmt werde, der Saft also in den Theilen über dem Schnitt sich anhäuse und dadurch reichlich Blumen und Früchte erzeuge. Aber wenn ich bedenke, dass mit dem Versuche, den ich anstellte, nicht allein die Rinde verloren ging, sondern auch das Holz auf der Oberfläche getrocknet und getötet wurde, und wenn ich damit eine Beobachtung von Medikus*) vergleiche, welcher einen Baum reichlich blühen sah, ungeachtet man die Rinde ganz abgezogen hatte, wobei das Holz doch auch sehr leiden musste, und zwar das äussere, so scheint mir jene Meinung nicht mehr annehmlich; denn in dem äussern Holz, dicht unter der Rinde, steigt sehr viel Saft auf, wie wir oben gesehen haben; es kann also wohl nicht der Saft in den oberen Theilen sich anhäufen. Die wahre Ursache scheint mir darin zu liegen, dass durch das Ringeln die Pflanze geschwächt wird, und zwar in ihrem diesjährigen Wachsthum, dass aber dann eine Prolepsis Statt findet, indem die Knospen des künftigen Jahres, und das sind die Blüten, desto reichlicher hervortreten. Es hat diese Meinung grosse Ähnlichkeit mit der, welche Treviranus aussert (Physiol. §. 198), nur ist hier auf die Prolepsis Rücksicht genommen,

*) Beiträge zur Pflanzenanatomie u. s. w. H. 4 S. 258.

die man oft verkannt hat. Doch es sind noch viele Untersuchungen nöthig, um diese Erklärung genauer zu bestimmen und vorläufig kann hier nur davon ein allgemeiner Umriss gegeben werden.

Was hier gesagt wurde, gilt vorzüglich nur von Dikotyledonen und zwar von Bäumen. Bei Kräutern, die von unten auf oder doch ziemlich nahe bei der Wurzel sich verästeln, kann das Absteigen des Safts in der Rinde nicht so merklich sein, als bei Bäumen mit einer Krone. Ist auch der Stamm von tief unten an krautartig, so geht dort der Saft, wie es scheint, schneller seitwärts über in die umliegenden Zellen. Hieraus lässt sich leicht ein Schluss machen, was bei den Monokotylen Statt finden müsse. Echte Stämme haben die baumartigen Monokotylen äusserst selten, oder gar nicht, in allen andern Fällen geht der Saft vermutlich sogleich in das umgebende Zellgewebe über.

Es ist oben S. 123 schon von den Versuchen die Rede gewesen, welche Boucherie gemacht hat, um Holz durch eingesogene Flüssigkeiten zu färben, es haltbar und elastisch zu machen. Ich will hier einige Ergänzungen zu dem bereits Angeführten geben, die aus späteren Nachrichten genommen sind. Dass Boucherie sich auch des Drucks der Flüssigkeit selbst bedient, um damit den Stamm anfüllen zu lassen, ist schon erwähnt worden. Er setzt noch hinzu: Wenn Luft in den Gefässen sich befindet, so dringt diese zuerst aus, und dann folgt der eigenthümliche Saft, welcher ausfliesst. Auf diese Weise konnte Boucherie aus 7 Baumstämmen in einem Tage 4850 Litres Saft pressen. Man kann auch vorher die Stämme mit Wasser imprägniren, um die enthaltenen Stoffe aufzulösen, welche dann gleichsam als ein künstlicher Saft ausgetrieben werden. Die Baumstämme nehmen verschiedene Flüssigkeiten verschieden auf, und nicht immer nimmt das lockere Holz leichter ein, als das dichte; denn die Pappel widersteht mehr, als Buche, Hainbuche u. s. w., die Weide mehr, als Birnbaum, Ahorn und Platanen u. s. w.

Die zur Prüfung jener Versuche niedergesetzte Commission äussert sich sehr günstig über dieselben*). Es ist nicht

*) Die Mitglieder der Commission waren de Mirbel, Arago, Ponce-

nöthig, sagen sie, dass der Baum alle seine Äste und seine Blätter habe, man darf nur an der Spitze einen Büschel stehen lassen, um das Aussaugen zu bewirken. Es ist auch nicht nöthig, dass der Baum stehen bleibe, man kann ihn abhauen, nachdem man alle seine unnützen Äste weggenommen hat und ihn dann mit dem untern Ende in die Flüssigkeit setzen, die man will absorbiren lassen. Will man ihn nicht abhauen, so darf man nur eine Höhlung unten am Stamme machen, oder ihn mit der Säge einschneiden, und dann dort mit der Flüssigkeit in Berührung bringen. Das Durchdringen des Stammes geschieht in einigen Tagen ohne Mühe und Arbeit.

Nur Mohl hat diese Versuche nachgemacht und darüber folgenden Bericht gegeben*). Er verwendete dazu Holz von der Eiche, Birke, Föhre, Schwarzföhre und Weisstanne, welche auf die Weise mit dem holzauren Eisen getränkt wurden, dass den abgesägten, noch lebenden Pflanzen die Auflösung zur Aufsaugung gegeben wurde. Die Birke, ein 6 Par. Zoll dicker Stamm, und die Nadelhölzer waren vollständig gefärbt, bei der Eiche waren nur die äussersten 8 Jahrringe von der Auflösung durchdrungen. Das Eichen- und Birkenholz hatte eine graue, die Nadelhölzer hatten eine schwarze Farbe angenommen, bei den erstern waren besonders die Markstralen und ein Theil der Gefässe schwarzbraun gefärbt, was von coagulirten, in denselben befindlichen Stoffen herrührte. Wurden Längs- und Querschnitte dieser Hölzer in eine Auflösung von Blutlaugensalz gelegt, und eine freie Säure zugesetzt, so färbte sich sowohl der geronnene Inhalt der Zellen und Gefässe, als auch die Substanz der Zell- und Gefässmembranen prachtvoll blau, zum deutlichen Beweise, dass das Eisen die gesammte organische Substanz durchdrungen und sich mit ihr verbunden hatte.

Wenn diese Versuche noch öfter, auch vergleichend mit abgestorbenen Stämmen, wiederholt werden — nur setzen sie eine nicht immer vorkommende Gelegenheit voraus — so wer-

let, Audouin, Couchy, Boussingault. Dumas war der Berichterstatter.
S. Compt. rend. 1840. p. 894.

*) Botanische Zeitung für 1843. St. 7.

den sie manche wichtige Fragen lösen können. Schon jetzt beweisen sie, dass zuletzt die Lebenskraft es ist, welche das Aufsteigen der Säfte bewirkt; denn der Baumstamm, wenn er noch mit der Wurzel in Verbindung steht, also lebendig ist, nimmt eine grössere Menge von gefärbten Flüssigkeiten auf, als wenn er abgestorben oder geschwächt ist. Sie zeigen ferner, dass die äussern, gegen den Umfang liegenden Gefässe länger thätig bleiben, als die innern; denn Mohl sah die äussern Jahrringe einer Eiche allein gefärbt, nicht die innern. Dieses kommt damit überein, dass die äussersten Gefässe im Holz im Frühlinge beim Anbohren mehr Saft ergiessen. Sie zeigen ferner, dass die Flüssigkeiten sich durch den ganzen Stamm verbreiten; doch fehlen noch Versuche, welche zeigen, welche Wege die Flüssigkeiten zuerst nehmen. Die durchgängige Färbung hängt vermutlich von der Gerbsäure ab, welche sich schon in den Zellen vor dem Eintreten des holzsauren Eisens befand. Es ist auch merkwürdig, dass gefärbte vegetabilische Flüssigkeiten nicht eindringen, welches zu beweisen scheint, dass sie keine wahren Auflösungen sind, sondern die gefärbten Stoffe nur in sehr feinen Theilchen schwabend enthalten. Es geschieht also gewissermassen eine Filtration durch die Membranen der Gefäße und Zellen, welche die gefärbten Theile zurückhalten, welches auch die Ursache ist, dass gefärbte Flüssigkeiten nie von den Wurzeln eingesogen werden*).

Es ist eine, besonders den Gärtnern bekannte Erscheinung, dass in Bäumen und Sträuchern der Dikotylen die Rinde im Winter sich dicht an das Holz anschliesst, aber im Frühling, wenn der Saft in die Bäume tritt oder vielmehr getreten ist, sich leicht vom Holz löst. Dann tritt in der Mitte des Sommers eine andere Periode ein, wo die Rinde wiederum fest anhängt, und im August eine dritte, wo sie sich wiederum leicht löst, worauf dann endlich die vierte winterliche folgt. Die schon oben S. 121 gemachten Beobachtungen zeigen, dass im Frühjahr die Gefäße von unten anfangen le-

*) S. die Jahresberichte für physiolog. Botan. f. 1840 S. 360. 384 f. 1841 S. 100; f. 1842 und 1843 S. 28.

bendig zu werden, Saft aufzunehmen und zu ergießen. Diese nach oben höher oder niedriger stockende Aufnahme des Saftes bringt den Ausfluss in den untern Theilen hervor, wozu noch kommt, dass die Rinde dann noch trocken und nicht belebt ist, also die Menge von Saft nicht aufnehmen kann. Im Sommer wird der Saft von Rinde, Blättern und Blüten verzehrt, kann also nicht ausfliessen. Im Herbst stockt die Vegetation nach Blüte und Frucht in den obern Theilen etwas, die Wurzeln saugen aber noch Saft wie vorher ein, daher mehrt sich die Saftmenge in den untern Theilen; die Rinde ist also jetzt leichter vom Holz zu trennen, doch ist die Trennung nie so leicht, als im Frühling. Im Winter hängt bei dem gänzlichen Mangel an Vegetation die Rinde wiederum fest am Holz.

Die Stelle S. 328, Zeile 8 v. o. ist auf folgende Weise zu verbessern: Von diesem Theile, den wir den Wurzeltheil nennen wollen, bis zum verwelkten Stamm geht ein Geflecht von Gefässbündeln, mit Parenchym dazwischen, aber an der Dichtheit des Geflechts leicht kenntlich, ungefähr von der Dicke des Stammes, in gerader Richtung bis zum Stamm durch die Knollzwiebel. Da wo die Gefässbündel in den Stamm übergehen u. s. w.

Erklärung der dritten Tafel.

Fig. 1. Ein Längsschnitt von der äussersten Holzschicht einer Saft ergieissenden Birke, am 6. April untersucht. *aaa* Luftblasen in den porösen Gefässen, welche zeigen, dass sie mit Flüssigkeit gefüllt waren; *bbb* Einkeilungen von Parenchym; *c* Trennungen der Gefässwände, wie es scheint, um Parenchym aufzunehmen.

Fig. 2. Längsschnitt durch das Holz von *Pinus sylvestris*, so dass man auf die, keine Poren enthaltenden, Wände der porösen Gefässen sieht. *aaa* Entfernungen der Wände von einander, welche die Höfe um die Poren machen; zwei Porenkanäle stehen gegen einander über und machen die hellen Stellen, welche Poren scheinen. *bbb* Porenkanäle ohne bedeutende Entfernungen der Wände von einander.

Fig. 3. Längsschnitt durch das Holz von *Pinus sylvestris*, wo man auf die Poren enthaltenden, der Axe zugekehrten, Wände der porösen Gefässen sieht.

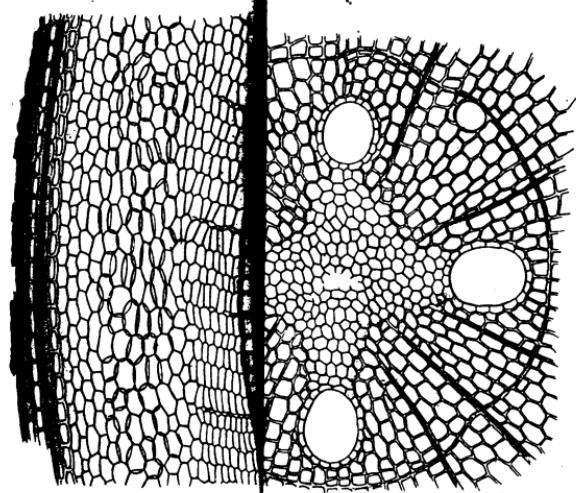
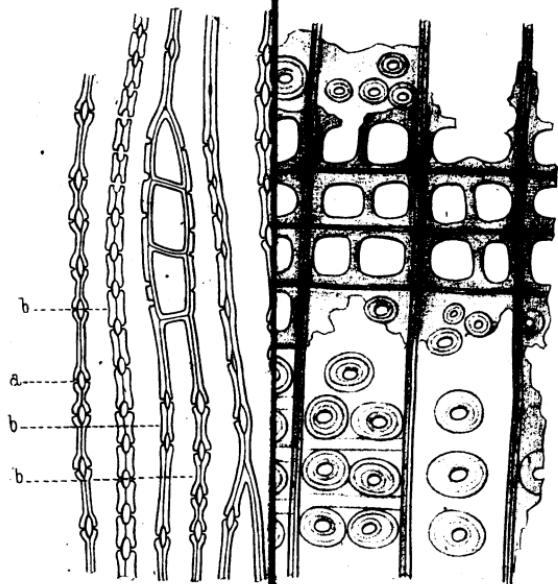
Fig. 4. Querschnitt aus einem Aste von *Pinus Strobus*, wo man die gleichförmigen, fast vierkantigen Öffnungen der porösen Gefässen sieht, da kein Prosenchym sich zwischen ihnen befindet. Die grossen Harzgänge sind im Holz zerstreut und vier einzelne stehen an den vier Kanten des Markes.

Taf. III.

Fig. 3.

600.

600.



C. F. Schmidt gez. u. lith.

Österreichische Nationalbibliothek



+Z15653080X

