Excretion, die Ausscheidung der überflüssigen gasartigen, tropfbar flüssigen oder festen Substanzen; die Circulation, die Bewegung des Zelleninhalts. Die Kraft aber, deren Erscheinungen nicht auf bekannte physikalische oder chemische Gesetze zurückgeführt werden können, durch welche engere Verbindungen in losere, wie z. B. Kohlensäure und Wasser in Stärke umgewandelt werden und aus dem Gegebenen das Seiende entsteht, durch welche alle oben erwähnte Processe in Thätigkeit gesetzt werden und wodurch die verschiedenen Organe gerade diese werden und sich gerade so entwickeln, wie sie sich ausbilden, diese Kraft nennt man Lebenskraft. Das Aufhören aller Lebenserscheinungen bedingt den Tod der Pflanzenorgane oder der ganzen Pflanze.

Erste Abtheilung.

Elementarorgane.

Die Pflanzen-Organe sind entweder einfach, Elementarorgane, oder aus diesen zusammengesetzt. Die Elementar-Organe sind die aus organischer Materie gebildeten, nicht weiter zusammengesetzten Theile der Pflanze. Hierzu gehören die Zellen, Baströhren, die Spiroïden.

Erstes Capitel.

Die Zelle. (Cellula.)

§. 1. Die Zellen sind kleine, aus einer zarten, durchsichtigen, meist farblosen Membran gebildete Bläschen. Die meist aus Holzfaser (Cellulose) bestehende Wand der Zelle ist mit einer stickstoffhaltigen Auskleidung versehen, welche von *Mohl* Primordialschlauch genannt wurde, da sie früher entsteht als die Zellwand. Die Zellwand der Hefe ist nicht Cellulose.

Die Entstehung der Zellen ist noch nicht hinreichend gekannt. So weit wie jetzt die Beobachtungen reichen, entstehen sie in einer gährungsfähigen Flüssigkeit als primäre Zellen, wie die Hefe, (Torula cerevisiae Fig. I—III. tab. 89. 632.). Oder sie bilden sich innerhalb einer schon bestehenden Zelle, theils durch Theilung derselben, indem sich von der Peripherie aus eine Querscheidewand als eine dünne Membran bildet, die bald auf beiden Seiten durch Cellulose verdickt

wird (bei Conferva glomerata von *Mohl* und *Mitscherlich* und in ähnlicher Weise bei der Vermehrung der Oberhefe des Biers von *Mitscherlich* beobachtet); theils dadurch, dass neue Zellen in einer schon vorhandenen entstehen, wie z. B. beim Pollen (Fig. E. tab. 95. 653.). Nach *Endlicher* und *Unger* entstehen auch in den Intercellulargängen neue Zellen. Nach *Schleiden* tritt entweder die stickstoffhaltige Substanz zu einem zuletzt scharf umschriebenen rundlichen Körper, Zellenkern (cytoblastus), zusammen, auf demselben lagert sich eine Schicht der stickstoffhaltigen Substanz ab, dehnt sich blasenartig aus und diese ist dann der Primordialschlauch, welcher sich sehr bald mit einer Wandung von Cellulose bekleidet; oder der gesammte Inhalt der Zelle mit dem Primordialschlauch theilt sich in zwei durch eine lichtere Zone getrennte Portionen, um deren jede sich eine Wandung von Cellulose bildet, wobei der Cytoblast sich entweder theilt oder verschwindet und sich nachher in jeder neuen Zelle entwickelt.

§. 2. Die Zellen haben eine verschiedene Gestalt. Die Grundform ist die kuglige Zelle (Fig. G. tab. 89.), denn in der ersten Jugend sind alle Zellen kuglig und die isolirten Zellen bleiben es meist. Durch ungleiches Auswachsen kann später die Gestalt verändert werden. Dehnen sich die Zellen nach allen Seiten, zumal aber in der Längendimension aus, so werden sie elliptisch (Fig. H. tab. 89.). Stehen die kugligen und elliptischen Zellen zu mehren zusammen und wachsen weiter fort, so platten sie sich an den Berührungsflächen durch gegenseitigen Druck ab und werden polyedrisch (Fig. A—D. tab. 89.); und wenn sie alle gleich gross waren, so erhalten sie die Form eines Rhombendodecaëders. Die Zellen werden cylindrisch (Fig. E. tab. 89.), conisch (Fig. F. tab. 89.), oder fadenförmig (Fig. XIV. tab. 89.), wenn ihre Vergrösserung nur in der Längenrichtung stattfindet. Die cylindrischen Zellen werden durch gegenseitigen Druck prismatisch (Fig. J. K. tab. 89.). Die Ausdehnung in den Dimensionen der Fläche bedingt die platten, tafelförmigen Zellen (Fig. VIII. X. XI. tab. 89. 633.), die bei ungleichförmiger Ausdehnung geschlängelt oder wellenförmig (c. undatae. Fig. N. P. tab. 89.), oder gar sternförmig (Fig. IX. O. tab. 89. 633. c. stellatae) werden.

§. 3. Die jungen, eben entstandenen Zellen wachsen durch den assimilirten Nahrungssaft nicht nur noch weiter aus und vergrössern sich, sondern auch ihre Wand nimmt noch an Dicke zu. Bald aber lagert sich jener als feste Schicht in der Richtung einer Schraubenwindung auf die innere Zellwand ab und erzeugt so eine Spiralfaser oder ein Spiralband. Dadurch entstehen die Spiralfaserzellen (c. fibrosae. Fig. S. tab. 89.). Merkwürdig sind die Spiralfaserzellen in der Epidermis der Früchte einiger Labiaten z. B. Ocymum, Salvia etc.

aus welchen sich bei der Benetzung mit Wasser der schleimige Inhalt mit der Spiralfaser entleert. Häufig verwachsen einzelne Stellen der schraubenförmig gewundenen Faser, so dass die Zellenwand eine netzförmige Configuration zeigt, und es entstehen die Netzfaserzellen (c. reticulatae. Fig. R. VII. tab. 89.). Noch weit häufiger verwachsen die Schraubenfasern mit der Wand und unter sich in so vielen Berührungspunkten, dass nur sehr kleine Stellen unverdickt zurückbleiben, diese erscheinen dann zwar als hellere Poren auf der dichteren Wand, doch sind sie noch mit der eigentlichen Zellmembran bedeckt und also keine wahren Oeffnungen; diese werden Porenzellen, (c. porosae) genannt (Fig. L. M. XII. XIII. tab. 89.) und sind sehr häufig im alten Zellgewebe. Die Zellwand, welche die Poren bedeckt, kann aber später auch wirklich resorbirt werden, dann entstehen die Spaltenzellen (Fig. VII. tab. 89.). Wenn sich die schichtweise stattfindende Ablagerung in den Porenzellen öfter wiederholt, so dass die Höhlung der Zelle zuletzt ganz ausgefüllt wird, so werden daraus die Steinzellen (c. induratae. Fig. Q. tab. 89.), und die Poren der Verdickungsschicht dadurch zu Kanälen.

§. 4. Die einzelnen Zellen bilden nun an und für sich schon ganze Pflanzen, oder nur einzelne Pflanzentheile. Zuweilen reihen sie sich der Länge nach an einander und stellen entweder ganze Gewächse dar (Fig. VI.), oder nur einzelne Theile (Fig. IV. V. tab. 89.). Oder sie stellen sich seitlich zu grösseren Massen, zum Zellgewebe (contextus cellulosus), zusammen. Bei den Cryptophyten liegen die Zellen oft nur unregelmässig an- und übereinander und lassen Zwischenräume von unbestimmter Grösse und Gestalt, indem sie sich nicht an allen Seiten berühren, dann heisst das Zellgewebe unvollständig, (contextus cellulosus imperfectus, Fig. XIV. XV. tab. 89.). Weit häufiger berühren sich die Zellen von allen Seiten und schliessen mehr oder weniger vollkommen aneinander, vollständiges Zellgewebe (contextus cellulosus perfectus). Das vollständige Zellgewebe erscheint in drei Haupttypen, als:

1) Aufzelliges Gewebe (parenchyma), wenn die Zellen mit ihren mehr oder weniger platten Enden auf einander liegen. Das Parenchym zeigt noch mancherlei Verschiedenheiten und heisst schlaff, (p. laxum), wenn die Zellen kurz und weit sind (Fig. L. M. XVII. XIX. tab. 89); straff, (p. strictum), wenn die Zellen lang und enge sind (Fig. XVIII. tab. 89); mauerförmig, (p. muriforme), (Fig. XVI. tab. 89.), wenn die Zellen in geraden und deutlichen Querreihen stehen; leitendes Zellgewebe (tela conductrix), das zartwandige Parenchym im Stigmakanal und den Samenträgern, welches eine so lockere Textur hat, dass durch

die eindringenden Pollenschläuche die Zellenreihen oft in einzelne Fäden gelöst werden (Fig. A, h. B, h. C, h. D, h. tab. 96).

2) Zwischenzelliges Gewebe (prosenchyma), wenn die an beiden Enden verschmälerten und langgezogenen Zellen (Langzellen *Mitscherlich*) mit ihren Enden nebeneinander liegen (Fig. XX. tab. 89. 634). Es bildet das Holz.

3) Epidermalgewebe (contextus epidermalis) bildet den Ueberzug der Pflanzentheile vollkommner Pflanzen. Man unterscheidet:

a) die Oberschicht (epidermis), sie ist die äusserste Zellenlage und besteht aus einer, selten mehren Reihen tafelförmiger oder radial gestreckter Zellen, welche mit einem ungefärbten oder bunt gefärbten Saft erfüllt sind, aber nicht Chlorophyll enthalten (tab. 92. Fig. A. Exophloeum). Häufig sondert sie als zarten Ueberzug einen wachsartigen Stoff ab, der das Vermögen der Epidermalzellen Gase und Flüssigkeiten durch ihre Wände hindurchzulassen vollständig aufhebt, zuweilen auch in Form von Körnern abgeschieden den Reif (pruina) darstellt. Häufig ist die Epidermis mit appendiculären Organen z. B. Haaren, Warzen etc. besetzt.

b) Die Oberhaut (cuticula) ist eine structurlose, meist dünne, farblose, durchsichtige Schicht, welche die Epidermis grüner Theile der vollkommenen Pflanzen bedeckt (tab. 92. Fig. A. Exophloeum). Sie entsteht als Absonderungsschicht der Epidermalzellen. Sie fehlt wie auch die Epidermis auf der Blume und dem Stigma. Bei den Conferven, welche nur aus einer Zellenreihe bestehen, umgiebt sie diese als schlauchartige Hülle (Fig. VI. tab. 89. 632). Oberschicht und Oberhaut werden durch die Poren der Stomata durchbrochen.

§. 5. Im Zellgewebe berühren sich die Zellen selten so vollkommen, dass nicht noch Zwischenräume, Gänge und Lücken zwischen ihnen zurückbleiben, welche das Intercellularsystem darstellen, dessen Räume durch den Mangel einer eigenen Wandung von ähnlichen Elementarorganen unterschieden werden können. Hierher gehören:

1) Die Intercellulargänge (ductus intercellulares). Diese sind enge Zwischenräume im Parenchym, die durch das Zusammentreffen von 2 oder 3 Zellen gebildet werden, deren Wände oder Kanten sich nicht ganz vollständig treffen oder berühren. Im Querschnitt erscheinen sie meist dreieckig (tab. 89. Fig. XIX, d.), sie sind mit Luft, Saft oder festen Stoffen erfüllt, bilden kein ununterbrochenes System von Gängen im Parenchym und treffen an der Oberfläche oft auf Spaltöffnungen. Auf der Epidermis erscheinen sie als Kanäle, welche die Zellen umgränzen (tab. 89. Fig. VIII–XI., d.

Fig. N—P, d). Zuweilen erweitern sie sich im Zellgewebe zu Intercellularräumen (interstitia intercellularia).

2) Die Spaltöffnungen (stomata) erscheinen von oben betrachtet als kleine Poren oder Spalten der Epidermis, welche an jeder der beiden Seiten von einer halbmondförmigen, Chlorophyll enthaltenden Zelle (Stomazelle) eingefasst werden (Fig. N. O. P. VIII. X. XI. tab. 89). Sie werden durch einen Intercellulargang der Epidermiszellen gebildet, welcher häufig mit einer Lücke (Athemhöhle) unter der Epidermis zusammentrifft. In der Lücke selbst, dort, wo sie in den nach aussen tretenden Intercellulargang mündet, liegen die beiden halbmondförmigen Stomazellen (Fig. L. tab. 91). Durch die überall nach der Lücke verlaufenden Intercellulargänge des anstossenden Parenchym communiciren daher diese mit dem Stoma. Die Stomata finden sich auf der Oberfläche aller von Natur grünen und der Luft ausgesetzten Pflanzentheile der Phanerophyten und Mesophyten, zumal auf der untern Blattfläche. Zuweilen liegen sie noch in eigenen Gruben und nicht unmittelbar an der Oberfläche.

3) Die Lücken (lacunae) sind unregelmässige Höhlungen im Zellgewebe, zumal der Blätter, und gewissermassen erweiterte Intercellularräume (Fig. O. tab. 89). Hierhin gehören nicht die Höhlungen der Stamminternodien, welche durch das Absterben des Markes entstanden sind.

4) Die Luftröhren (canales aëriferi) sind mit Luft erfüllte Gänge im Parenchym der meisten Wasserpflanzen. Sie werden von den Wänden der anstossenden Zellen begrenzt, aus welchen häufig sternförmige Haare hervortreten (Fig. N. tab. 91). Oft sind sie von Querwänden durchschnitten, die aus sternförmigen Zellen gebildet sind (Fig. IX. tab. 89).

5) Die Saftgänge (ductus succi proprii) sind immer in die Länge gezogene Kanäle im Zellgewebe, meist mit einem Kranze kleinerer Zellen statt der Membran umgeben und mit einem eigenen, vom Pflanzensafte verschiedenen, harzigen oder schleimigen Safte erfüllt (Fig. O, s. tab. 91).

6) die Saftbehälter (conceptacula succi proprii) sind unregelmässige Lücken im Parenchym, ohne den umgürtenden Kranz kleinerer Zellen, und mit einem Balsam oder Gummiharz erfüllt (Fig. M, t. tab. 91).

§. 6. Die Zellen dienen zur Aufnahme, Fortleitung, Bereitung und Aufbewahrung der Säfte. Die Aufnahme und Fortleitung der Säfte hat man, da die Zellenwände durch wirkliche Poren nicht durchbrochen sind, durch die Eigenschaft der Zellhaut, für Wasser so wie für alle darin auflösliche Stoffe durchdringbar (permeabel) zu sein

erklärt. *Dutrochet* entdeckte, dass durch eine vegetabilische oder animalische Membran hindurch, welche Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit trennt, ein gegenseitiger Austausch bis zur Ausgleichung stattfindet, indem die dünnere ausserhalb der Membran sich befindende zu der dichteren eingeschlossenen (Einströmen, Endosmose) und die eingeschlossene dichtere zu der dünnern aussen befindlichen (Ausströmen, Exosmose) dringt, bis die Flüssigkeiten gleiche Dichte erlangt haben, was indessen nie ganz vollständig eintritt. Bei den Zellen wirkt besonders nur die Endosmose, welche *Link* für ein Durchschwitzen erklärt. *Mitscherlich* dagegen scheint geneigt das Durchdringen der Flüssigkeit von Zelle zu Zelle für eine einfache Filtration zu halten. Erhitzt man nämlich Zellen, deren Wände durch Ablagerungsschichten noch nicht verdickt sind, z. B. eine Conferve (Fig. VI. tab. 90.), mit Salzsäure von gewöhnlicher Concentration, so schwillt die Zellenwand auf und zertheilt sich in einzelne Fasern, die oft so lang wie die Zelle erscheinen und neben einander in der Längsrichtung der Zelle liegen (Fig. VII. tab. 90). Dasselbe lässt sich auch bei den Wänden anderer Zellen, die aus Cellulose bestehen, wie bei den Baströhren von Linum beobachten. Dieselbe Zertheilung findet aber auch durch mechanische Einwirkungen auf dieselben z. B. bei der Darstellung des Papiers statt (Fig. XI. tab. 90). Dies Verhalten giebt also einen Anhaltpunkt, wie das Eindringen der Flüssigkeit durch die Zellenmembran zu erklären ist. Durch das Filtrum, welches aus zahllosen, dicht aufeinander liegenden, zarten Fasern gebildet ist, werden auch die feinsten suspendirten Stoffe zurückgehalten und nur die klaren Flüssigkeiten, natürlich mit Allem, was darin gelöst ist, von Faser zu Faser geleitet, bis sie die Wandung durchdringen. Ebenso besteht die Zellwand aus zarten verwebten Fasern, welche zu einer homogenen, scheinbar structurlosen, die Permeabilität nicht hindernden Haut vereinigt sind und durch Salzsäure aus ihrem Zusammenhange gelockert werden. Das Durchdringen der Flüssigkeit ist also nur eine mechanische Filtration, welche durch die Lebenskraft in Thätigkeit gesetzt wird. Daher werden Farbenbrühen als solche nicht von Zellenmassen aufgenommen, denn das Pigment bleibt zurück, während die ungefärbte Flüssigkeit von Zelle zu Zelle dringt. Die Aufbewahrung des in den Blättern assimilirten Saftes findet meist in den Zellen der Wurzel statt.

§. 7. Die Stoffe, welche nach und nach durch Assimilation des rohen Nahrungssaftes von den Zellen bereitet werden, dienen nicht allein zur Vergrösserung oder Vermehrung der Zellen, sondern werden auch als Zelleninhalt ausgeschieden. Dieser zeigt sich als farblose oder gefärbte klare Flüssigkeit, welche oft noch in Form kleiner Körner oder Krystalle abgeschiedene feste Substanzen enthält.

Die Wände, sowie der Inhalt der Zellen bestehen aus anorganischen und organischen Verbindungen. Die anorganischen Substanzen gelangen aus dem Boden in die Pflanze und bleiben theils unverändert, theils gehen sie neue Verbindungen ein. Die organischen Stoffe werden in der Pflanze aus der Kohlensäure mit Beihülfe des Wassers gebildet. Bei einem andern Theil tritt auch Stickstoff in die Zusammensetzung. Ein kleiner Theil besteht nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff, und sehr wenige enthalten ausser diesen Substanzen noch Schwefel und Phosphor. Das Wasser dient daher nicht nur als Vehikel für die der Pflanze zuzuführenden Stoffe, sondern seine Elemente Wasserstoff und Sauerstoff verbinden sich mit der Kohle, welche durch Zersetzung der theils aus dem Boden, theils aus der Atmosphäre aufgenommenen Kohlensäure in die Pflanze gelangt war. Durch Desoxydation wird die Kohlensäure zur Oxalsäure, einer Säure, die sich meist mit Basen zu Salzen verbunden, sehr selten wie in den Drüsenhaaren von Cicer arietinum und in den Fleischgewächsen frei findet.

Ganz besonders wichtig sind die eigentlich assimilirten Stoffe, welche die Hauptbestandtheile der Pflanze bilden. Sie haben eine ziemlich gleiche chemische Zusammensetzung, so dass sie durch Einwirkung von Contactsubstanzen entweder ohne Weiteres oder durch Aufnahme oder Ausscheidung von Wasser in einander übergeführt werden können, und machen eine natürliche Gruppe aus, nämlich die Gruppe der Holzfaser, der Zuckerarten und der diesen verwandten Substanzen. Sie bestehen nur aus Kohle und Wasser. Hierzu gehören:

1) Die Holzfaser (Cellulose) $= 12C20H10O$, bildet mit Ausnahme der Hefe und der verwandten Pflanzen die Wände der Zellen und deren Verdickungsschichten, in die aber häufig noch Harz, Salze, Kieselsäure, Stärke, Gummi etc. eingedrungen sind. Ihr spec. Gewicht liegt zwischen 1,45—1,53. Sie ist in Auflösungsmitteln als solche unlöslich, wird im reinen Zustande durch Jod nicht gefärbt, nur in einigen Fällen blau wie im Eiweiss von Linum, wo sie schon in einen andern Zustand übergegangen zu sein scheint und den Stoff bildet, den *Schleiden* Amyloid nennt. Durch Einwirkung von Contactsubstanzen, z. B. Schwefelsäure, wird die Cellulose allmälig erst in Stärke, dann in Dextrin und zuletzt in Stärkezucker umgewandelt. Dies lässt sich sehr leicht unter dem Mikroskop erkennen, wenn man die Cellulose mit Jod tränkt, und dann Schwefelsäure hinzufliessen lässt, wo sich dann jedes Theilchen intensiv blau färbt, und nachdem die blaue Farbe verschwunden ist, sich auflöst.
2) Gummi $= 12C20H10O$. Es ist im reinen Zustande wasserhell, getrocknet durchsichtig, farb- und geruchlos, im Bruch muschlig, nicht krystallisirbar, in Alcohol, Aether, fetten und ätherischen Oelen unlöslich, in Wasser in allen Verhältnissen löslich und giebt einen bindenden Schleim; durch Jod wird es blassgelb gefärbt. Es kommt in den Pflanzen in 2 Modificationen vor, als

a) Arabin, Acacin (Gummi arabicum). Spec. Gew. =1,31—1,48. Dies findet sich im aufgelösten Zustande als Zelleninhalt, schwitzt durch die Wände der Zellen durch, sammelt sich in Intercellulargängen an, die es gewöhnlich zu besondern Gummigängen erweitert, aus welchen es nach Zersprengung der Rinde ausfliesst und an derselben austrocknet. Es enthält dann stets noch mehr oder weniger äpfelsaure Kalkerde, wird durch basisch essigsaures Bleioxyd gefällt, giebt mit Salpetersäure erhitzt neben Oxalsäure noch Schleimsäure und dreht die Ebene des polarisirten Lichts gar nicht.

b) Dextrin, Stärkegummi. Es scheint der bildungsfähige Stoff in der Pflanze zu sein, da Holzfaser und Stärke (beide als solche in Wasser unlöslich) die Zellenwände nicht durchdringen können, wohl aber das in Wasser lösliche Dextrin, in welches beide leicht übergehen. Das Dextrin ist von *Mitscherlich* im Safte vieler Pflanzen nachgewiesen. Es lässt sich leicht künstlich durch Einwirkung von Contactsubstanzen (Schwefelsäure, Diastase) auf Stärke und Holzfaser, aus jener sogar schon durch erhöhte Temperatur darstellen. Es wird durch basisch essigsaures Bleioxyd nicht gefällt, giebt mit Salpetersäure erhitzt nur Oxalsäure und keine Schleimsäure und geht leichter als das Arabin durch fernere Einwirkung von Contactsubstanzen in Stärkezucker über. Es dreht die Ebene des polarisirten Lichtes am meisten rechts, daher der Name.

3) Die Stärke (Amylum) = 12C20H10O. Spec. Gew. = 1,53. Sie besteht aus Körnern von $\frac{1}{60}$—$\frac{1}{600}$ Linie Durchmesser und von ausserordentlich verschiedenen Formen. Gewöhnlich liegen sie in grosser Anzahl in den Zellen (tab. 90, Fig. C, E. G. J. L. T. II.), sehr selten in Begleitung von fettem Oel (tab. 90. Fig. B.); seltner geht die Stärke in die Membran der Zellenwandung ein. Bei den Orchisknollen umgeben die aus einer bassorinhaltigen Membran gebildeten Amylumzellen regelmässige polyëdrische Lücken, so dass bei oberflächlicher Betrachtung die Lücken als die eigentlichen Zellen, und die Zellen als Intercellulargänge erscheinen (tab. 90. Fig. G und H). Sie wird durch freies Jod blau gefärbt, und kommt in der Pflanze nicht im reinen Zustande vor, sondern ist durch verschiedene Substanzen verunreinigt. Am schönsten ist sie in den Kartoffeln ausgebildet. Die Kartoffelstärke besteht aus unregelmässigen eiförmigen Körnern, an welchen sich gegen die schmälere Spitze ein dunkler Punkt, der sogenannte Kern erkennen lässt und um diesen eine unbestimmte Anzahl bald zarterer, bald derberer und in ungleichen Entfernungen von einander abstehender Linien concentrisch geordnet. Die von diesen Linien begrenzten Schichten sind nach innen zu wasserreicher und gelatinöser als nach aussen, wo sie dichter, derber und trockner erscheinen. Lässt man die Stärkekörner unter dem Mikroskop rollen, so erkennt man leicht durch die verschiedene Färbung der Schichten ihre verschiedene Dichtigkeit. Die Schichten haben sich nach und nach aussen abgelagert, so dass also die äussersten die jüngsten sind. Durch Schwefelsäure (ohne dass diese dabei eine Veränderung erleidet) wird die Stärke zuerst in Dextrin und dann in Stärkezucker umgewandelt. Bei langsamer Einwirkung derselben dehnt sich der Kernpunkt zu einer Luftlücke aus, sich vergrössernd durchzieht diese als unregelmässige Längsspalte das Korn, welches nun anschwillt, gelatinirt und sich allmälig auflöst. Etwas verschieden zeigt sich die Einwirkung der trocknen Wärme auf das Korn, welches durch dieselbe ebenfalls in Dextrin umge-

wandelt wird; es wird zwar auch hier der Kernpunkt in eine Luftlücke ausgedehnt, aber häufig trennen sich die verschiedenen Schichten von einander, oder sie verschwinden allmälig und das Korn wird durch Jod nicht mehr blau gefärbt. Bei der Kleisterbildung, nämlich beim Kochen der Stärke mit Wasser, entsteht ebenfalls im Innern des Stärkekorns eine grosse Lücke, dann quillt das Korn bedeutend auf, die Schichten verschwinden, es wird aber wie zuvor durch Jod blau gefärbt. Ganz verschieden hiervon findet die Auflösung der Stärke während des Lebensprocesses in der Pflanze selbst statt, indem das Korn allmälig von aussen nach innen absorbirt wird, seine Festigkeit aber bis zuletzt beibehält. Die Gestalt der Körner ist sehr mannigfaltig. Meistentheils sind sie sehr klein, rundlich, ohne Kernpunkt und ohne Schichten (Fig. B. tab. 90), oder sie haben eine mehr eirunde Form; hier ist ihre Beschaffenheit wieder sehr verschieden: bald nämlich enthalten sie innen eine Längsspalte, aber keine Schichten (Fig. D. F. tab. 90), bald sind sie mit einem runden Kern versehen, von sehr zarten Schichten (Fig. Q—S. tab. 90), oder von deutlichen Schichten umgeben (Fig. U—I. tab. 90). Zuweilen sind sie polyedrisch, im glasigen Eiweiss (Fig. K. tab. 90), oder linsenförmig, wie bei den Cerealien (Fig. III. tab. 90). Ganz unregelmässig stabförmig sind die Stärkekörnchen im Milchsaft (Fig. J. tab. 91). Gewöhnlich sind sie gesondert, zuweilen liegen 2—4 Körner dicht neben einander und um diese legen sich gemeinschaftliche Schichten (Fig. U—V. tab. 90). Häufiger vereinigen sich 2—4 ohne Schichtenbildung, sehr selten noch mehrere.

Die Stärke war den Alten schon bekannt. *Leuwenhoek* untersuchte sie zuerst. Seine Ansicht über die Natur derselben ist von *Raspail* weiter ausgeführt und geht darauf aus, dass ein derberes Säckchen eine halbflüssige, lösliche Substanz (das heutige Dextrin) umschliesse und dass beide chemisch verschieden seien. *Stromeyer* entdeckte die blaue Verbindung von Jod mit Stärke. *Fritzsche* erkannte erst die wahre Natur der Stärke.

4) Flechtenstärke (Lichenin) = 12C20H10O. In mehren Flechten, zumal der Cetraria islandica findet sich zwischen der Rindenschicht und dem centralen, lockern, heedeartigen Gewebe eine zarte Faserschicht, die durch Jod blau gefärbt wird und Flechtenstärke ist (Fig. XV. tab. 89). Diese mit Wasser gekocht giebt eine Auflösung, welche beim Erkalten gelatinirt, und kann aus dieser Auflösung durch Alcohol gefällt werden. Durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure ändert sie sich in Stärkezucker um; mit verdünnter Salpetersäure giebt sie Oxalsäure.

5) Jnulin = 12C20H10O. Spec. Gew. 1,356. Es findet sich vorzüglich in den Wurzeln der Compositen statt der Stärke, mit der es nicht zugleich in den Zellen vorkommt. Es zeigt sich nicht wie die Stärke als eine gewisse Anzahl von Körnern in einer Zelle, sondern bildet eine durchsichtige, die Zelle ausfüllende Masse von der Form der Zelle, so dass es leicht übersehen werden kann. Es wird leichter in Zucker umgesetzt als die Stärke, daher enthalten die Wurzeln, bei denen Jnulin vorkommt, es nicht zu jeder Zeit, sondern in gewissen Perioden Zucker. Man erhält es frei, wenn man die zerriebenen Wurzeln mit Wasser kocht und die Flüssigkeit mit Eiweiss klärt, wo es dann beim Erkalten als weisses Pulver ausgeschieden wird. Es ist leicht in heissem, aber nur wenig in kaltem Wasser löslich. Durch längeres Kochen mit Wasser wird es löslicher, indem sich eine Verbindung von Jnulin mit Wasser bildet, welche man direct auch aus den Wurzeln er-

hält. Wird das Kochen noch weiter fortgesetzt, so ändert es sich in Fruchtzucker um. Durch Kochen mit Säuren wird es in Stärkezucker umgesetzt. Mit Salpetersäure giebt es Oxalsäure und keine Schleimsäure. In Aether und Alcohol ist es unlöslich und wird durch Jod gelb gefärbt.

6) Pflanzenschleim (Bassorin) und Pflanzengallerte $= 12C20H10O$. Beide stehen sich sehr nahe und ändern sich längere Zeit mit Wasser gekocht in Dextrin und Zucker um. Die Pflanzengallerte löst sich in kochendem Wasser vollständig, wird aber beim Erkalten der Auflösung in Form einer Gallerte ausgeschieden. Der Pflanzenschleim löst sich weder in kaltem noch kochendem Wasser, sondern quillt nur damit zu einer gallertartigen Masse auf. Die Zellenwände der meisten Fucoideen sind aus Pflanzengallerte, die der Orchisknollen aus Pflanzenschleim gebildet (tab. 90. Fig. G. und H.).

7) Pectin. Mit Pectin bezeichnet man im Allgemeinen diejenigen Substanzen, welche dem aus verschiedenen Früchten und Wurzeln erhaltenen Safte die Eigenschaft mittheilen zu gelatiniren. Ihr chemischer Charakter ist noch nicht hinreichend festgestellt, doch machen die neuesten Untersuchungen es wahrscheinlich, dass hierher mehre Körper gehören, welche sich zum Theil wie eine Säure verhalten, nicht krystallisirbar, ohne Geschmack und ohne Geruch, in Alcohol und Aether unlöslich sind und Wasserstoff und Sauerstoff nicht in dem Verhältniss enthalten, um Wasser zu bilden, sondern im Ueberschuss von Sauerstoff. Mit Salpetersäure geben sie keine Schleimsäure und durch Schwefelsäure werden sie nicht in Zucker umgeändert. Jod färbt sie nicht.

Es scheint, als wenn einige der hierher gehörenden Körper die Wandungen der Zellen bilden helfen, da nach dem Auspressen des Saftes, aus dem Rückstande durch eine sehr verdünnte Auflösung von Kali und Uebersättigen dieses mit einer Säure, häufig eine grosse Menge der gallertartigen Substanz erhalten werden kann.

8) Zucker (Saccharum) zeichnet sich vor den übrigen Substanzen dieser Gruppe durch den süssen Geschmack, Löslichkeit in Wasser und wässrigen Alcohol und durch die Gährungsfähigkeit aus, nämlich durch die Eigenschaft in Berührung mit Ferment in Kohlensäure und Alcohol zu zerfallen. Man unterscheidet mehre Arten desselben:

a) Rohrzucker $= 12C22H11O$. Spec. Gew. $= 1,60$. Er findet sich fertig gebildet in vielen Pflanzen, zumal: Beta, Saccharum, Acer. Er krystallisirt, dreht die Ebene des polarisirten Lichtes rechts, ist in $\frac{1}{3}$ kalten, leichter in kochendem Wasser löslich, in Alcohol um so weniger, je wasserfreier er ist. An und für sich ist er nicht gährungsfähig, sondern geht bei der Einwirkung der Hefe erst in Fruchtzucker über. Er verbindet sich mit Basen und verliert dabei seine Süssigkeit. Bis 160° erhitzt schmilzt er, wandelt sich aber dabei in eine andere zerfliessende, nicht krystallisirende Zuckerart um, welche die Ebene des polarisirten Lichtes nicht dreht.

b) Fruchtzucker $= 12C24H12O$. Er findet sich in süssen Früchten in Begleitung von Säuren, in dem flüssigen Theil des Honigs. Künstlich erhält man ihn durch Einwirkung stärkerer Säuren oder Hefe auf Rohrzucker. Er krystallisirt nicht und dreht die Ebene des polarisirten Lichtes links.

c) Stärkezucker (Traubenzucker) $= 12C24H12O + 4H2O$. Er findet sich, aus Fruchtzucker entstanden, in trockenen süssen Früchten, in der körnigen Masse des Honigs häufig schon kry-

stallisirt. Künstlich wird er erhalten durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Holzfaser, Stärke, Gummi, Inulin, Dextrin. Ebenso entsteht er aus der vermittelst Säuren bereiteten Auflösung von Fruchtzucker, die zur Syrupconsistenz eingedampft wurde.

9) Mannit = 12C14H6O. Findet sich in dem Safte mehrer Oleinen, Amygdaleen, Pomaceen, Coniferen, Fungi, Fucoideen und wird auch unter gewissen Umständen aus Zucker gebildet. Es ist krystallisirbar, leicht in Wasser löslich, nicht gährungsfähig, dreht nicht die Polarisationsebene und giebt mit Salpetersäure nur Oxalsäure, keine Schleimsäure.

10) Die aetherischen Oele finden sich in Intercellularräumen oder einzelnen Zellen (glandulae), die sie ausschliesslich erfüllen, entweder zerstreut in dem Zellgewebe (tab. 89. Fig. L), oder ausserhalb desselben auf der Blattfläche (tab. 76. 550. Fig. B), oder als Endzellen der Haare. Sie sind grösstentheils Gemenge verschiedener ähnlicher Stoffe; häufig scheidet sich ein festerer Bestandtheil, Stearoptén, von einem flüssigeren, Elaeoptén. Zuweilen bilden sich krystallisirbare Hydrate. Nur wenige derselben sind sauerstofffrei und bestehen aus 5C8H, wie die ätherischen Oele der Coniferen, Piperaceen, Aurantiaceen etc., meistentheils enthalten sie Sauerstoff.

11) Die fetten Oele finden sich neben wässrigen Flüssigkeiten (tab. 90. Fig. A.), Proteïnstoffen, sehr selten von Stärkekörnern begleitet (tab. 90. Fig. B.) in den Zellen. Sie sind sehr verbreitet und verschieden zusammengesetzt. Jedes natürlich vorkommende Fett ist ein Gemenge besonderer fetter Körper. Allgemein verbreitet sind das Stearin z. B. im Ol. Cacao, das Margarin in den meisten Oelen des Pflanzenreichs, diese beiden bilden die festen Bestandtheile der fetten Oele; die flüssigen dagegen sind das Elaïn in den nicht trocknenden Oelen, wie Ol Olivarum, Amygdalarum etc. und das Oleïn in den austrocknenden fetten Oelen wie Ol. Lini, Papaveris, Juglandis, Cannabis etc. Andere besondere Fettarten finden sich im Ol. Palmarum, Cocos, Myristicae laurinum, Ricini, Crotonis und im Wachs. Diese nähern Bestandtheile der Fette sind neutrale gepaarte Verbindungen, die aus einer fetten Säure bestehen, gepaart mit einem Körper, der im Moment der Trennung die Elemente vom Wasser aufnimmt und nun als ein anderer Körper, als Glycerin (6C16H6O.), frei wird.

Den Samen, welche fettes Oel enthalten, fehlen in der Regel Amylum und die verwandten Stoffe. Da nun aus jenem zumal die Cellulose gebildet wird, welche beim Keimen zum Anwachsen der jungen Pflanze erzeugt werden muss, so können natürlich nur die Elemente der Fette zu Cellulose zusammentreten, darüber aber, wie diese Umsetzung stattfindet, ist noch gar nichts bekannt.

12) Das Wachs findet sich häufig an der Oberfläche der Pflanzen ausgeschieden, theils als äusserst zarter Ueberzug, theils in Form von Körnern, welche die pruina darstellen, seltener als derbere Bekleidung einiger Früchte. Es kommt aber auch in Körnerform als Zelleninhalt vor, wo es dann häufig Träger des Chlorophyll ist und ebenso im Milchsaft milchender Gewächse. Es scheint aus der Stärke oder aus Inulin gebildet zu werden. Das Wachs unterscheidet sich von den meisten in den Pflanzen vorkommenden Fetten zunächst durch seine festere Consistenz und durch die Abwesenheit von Glycerin beim Behandeln mit Alkalien, wesshalb es bei trockner Destillation kein Acroleïn giebt. Ob die unter dem Namen Wachs begriffenen Körper alle gleiche Zusammensetzung haben, ist noch nicht mit Bestimmtheit ausgemittelt; nur so viel

scheint festzustehen, dass durch kochenden Alcohol ein darin leicht löslicher Bestandtheil von einem sehr schwer darin löslichen geschieden werden kann. Beide sind gleich zusammengesetzt, kommen aber in wechselnden Verhältnissen im Wachse vor, so dass häufig selbst nur der erstere vorhanden ist, vielleicht noch gemengt mit andern ähnlichen Körpern.

13) Proteïnstoffe (Protoplasma *Mohl*). In allen lebenden Zellen findet sich häufig eine bei starker Vergrösserung wahrnehmbare granulöse Materie, deren äusserst kleine Körner sich in Molecularbewegung befinden. Diese Materie ist häufig schon in der Zelle ausgeschieden vorhanden, oft aber erscheint sie erst bei der Einwirkung der Luft auf die im ersten Augenblicke ganz klare Zellenflüssigkeit, die sich dann sehr schnell durch das Ausscheiden sehr zarter Körnchen trübt. Zuweilen finden sich auch grössere Körner, welche in manchen Fällen die Zelle ausschliesslich und völlig ausfüllen (Kleber), oder nur als einzelne, mehr oder weniger linsenförmige Körper, Zellenkern (cytoblastus), in fast jeder Zelle des lebendig vegetirenden Zellgewebes vorkommen. Diese Substanz, welche durch Jod dunkelbraun gefärbt wird und reich an Stickstoff ist, zeichnet sich nicht allein dadurch aus, dass sie die eigentlichen Nahrungsstoffe der Thiere abgiebt, aus denen das Albumin, Fibrin und Caseïn, die Grundmaterien des thierischen Körpers gebildet werden, sondern man giebt ihr auch die Eigenschaft, (katalytische Kraft), ohne selbst verändert zu werden, nur durch die Berührung (Contact) andere Substanzen, zumal aus der Gruppe der Holzfaser, Stärke und Zuckerarten, ja selbst Wachs und fette Oele in einander umzustellen und umzuändern. Es ist aber diese katalytische Kraft der Contactsubstanzen nach *Mitscherlich* nicht eine besondere der Materie eigenthümliche Kraft, sondern nur eine besondere Wirkungsweise der bekannten Anziehungskraft auf kleine Entfernungen, oder diejenige Anziehungskraft, welche wirksam ist, ehe die chemische Verwandschaftskraft thätig ist. Die eben erwähnte granulöse Materie gehört zu der von *Mulder* so genannten Gruppe der Proteïnstoffe, deren gemeinsamer Grundstoff das Proteïn ist. Die Proteïnstoffe sind von sehr complicirter Zusammensetzung, unkrystallisirbar, indifferent, nicht flüchtig und enthalten ausser Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff noch 15—16% Stickstoff, 1—1½% Schwefel und häufig auch Phosphor. Sie werden durch freies Jod mehr oder weniger braun gefärbt und durch Einwirkung von Salpetersäure zum Theil in Xanthoproteïnsäure umgeändert, deren gelbe Farbe namentlich bei der Sättigung mit Ammoniak hervortritt, aber häufig doch nicht so stark, dass diese Reaktion zu ihrer Erkennung unter dem Mikroskop mit Sicherheit angewendet werden kann. Hierhin gehören:

a) Pflanzen-Eiweiss (Albumin), kommt häufig im Zellensaft gelöst vor und kann dann meistens durch Aufkochen des ausgepressten und filtrirten Saftes zerriebener frischer Pflanzentheile und ölreicher Samen erhalten werden, wobei es nämlich gerinnt. Alcohol so wie Salpetersäure fällen es ebenfalls aus seiner Auflösung; bei Anwesenheit von Essigsäure coagulirt es nicht.

b) Pflanzenfibrin (Zymom) ist derjenige Theil des Klebers, der durch kochenden Alcohol nicht gelöst wird. Der Kleber findet sich in den Früchten der Cerealien in der dicht unter der Testa liegenden Zellenschicht des Albumen in Form kleiner Körner, welche ausschliesslich und vollständig diese Zellen erfüllen, während die übrigen Zellen des Albumen fast nur Stärke und

sehr wenig Kleber enthalten (tab. 90. Fig. J. u. II.). Nach *Mulder* ist er ein Gemenge von Cellulose und unauflöslichem Pflanzeneiweiss. Aus dem Kleber, so wie er durch Kneten des Weizenmehls mit Wasser erhalten wird, kann durch kochenden Alcohol ein Theil, der Pflanzenleim (Gliadin) ausgezogen werden.

c) Pflanzen-Caseïn (Legumin) findet sich in ölhaltigen Samen sowie in denen der Hülsenfrüchte und unterscheidet sich vom Eiweiss dadurch, dass es in seiner Auflösung beim Zusatz von Essigsäure gerinnt. Es hat mit dem Thier-Caseïn grosse Aehnlichkeit.

d) Diastase findet sich in geringer Menge in den Früchten der Cerealien und wird am leichtesten aus gekeimter Gerste dargestellt, ist aber noch nicht rein erhalten. Sie enthält keinen Stickstoff und zeichnet sich besonders durch die Eigenschaft aus, Stärke zuerst in Dextrin und dann in Zucker umzuwandeln. Ein Theil Diastase verwandelt bei einer Temperatur von 70° C gegen 1000 Theile in Kleister umgeänderte Stärke.

14) Blattgrün (Chlorophyll). Das Blattgrün bekleidet gewöhnlich Körner von Wachs, Eiweissstoff oder Stärke, sehr selten lagert es sich in schraubenförmigen Bändern auf die innere Zellwand ab (tab. 89. Fig. VI.), oder erfüllt die ganze Zelle (tab. 90. Fig. VI.). Gewöhnlich liegen die sogenannten Chlorophyllkörner dicht an der Zellwand (tab. 89. Fig. V. XIX.), seltener schwimmen sie frei in der Zellenflüssigkeit (tab. 90. Fig. V.) und in diesem Falle ist gewöhnlich Stärke der Träger des Chlorophyll. Das Blattgrün ist in ätherischen und fetten Oelen, in Alcohol und Aether, ebenso in Salzsäure, Schwefelsäure und Alkalien auflöslich. Es enthält Stickstoff und da es fast augenblicklich beim Einfluss des Lichtes entsteht, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass es aus den Proteïnstoffen gebildet wird. Nach *Mulder* besteht es annähernd aus $18C18H4N8O$. Verschieden davon ist das Thallochlor (tab. 89. Fig. XV.), welches in der Cetraria islandica vorkommt und in Salzsäure unlöslich ist.

15) die Pflanzenfarben finden sich vorzüglich im aufgelösten Zustande in den Zellen, zumal der Oberschicht, doch auch im Innern der Organe (tab. 89. Fig. Z.; tab. 90. Fig. B.), seltner sind sie als Kügelchen vorhanden. Die Zellenflüssigkeit ist nie grün gefärbt, von anderen bunten Farben aber in allen Nüancen. Sehr selten sind die Zellenwände selbst gefärbt (tab. 90. Fig. VIII.).

16) Krystalle kommen häufig in den Zellen vor, zuweilen liegen sie auch in den Intercellulargängen (tab. 89. Fig. Y.). Vorzüglich sind es oxalsaurer, kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk, vielleicht auch phosphorsaure Magnesia, die auf diese Weise ausgeschieden werden. Sehr häufig finden sich dünne nadelförmige Prismen, welche der Länge nach in Bündel zusammengelegt sind (raphides). Die Zellenwand, welche diese Krystallbündel umgiebt, ist häufig von gallertartiger Consistenz (tab. 89. Fig. IX. T.) und zerplatzt oft freiwillig. Zuweilen liegen auf dem Boden der Zelle eine Anzahl einzelner, sehr verschiedener Krystalle als Tafeln, Würfel, Prismen (tab. 89. Fig. IX. W.); oder es findet sich in jeder Zelle nur ein Krystall, dieser ist dann sehr oft ein quadratisches Octaëder (tab. 89. Fig. X.), oder wird gewissermassen zu einer Druse, indem neue Krystalle ringsherum aufwachsen (tab. 89. Fig. V. X. U. O.). Sechsseitige Prismen (tab. 90. Fig. V. 2.),

Oktaëder, Chlorophyll, Stärke und Proteïnkörner finden sich häufig in den Zellen von Tradescantia (tab. 90. Fig. V1.).

Ausserdem enthalten die Pflanzen noch viele andere organische Stoffe, die nur einzelnen Gruppen eigenthümlich zu sein scheinen, deren Studium daher mehr der Chemie angehört. Dahin gehören die Stoffe, welche sich in den Milchgefässen und Harzgängen abgelagert finden, wie Cautschouc, Gummiharze, Harze, oder in den Zellen, wie die verschiedenen organischen Säuren und Basen, meist zu Salzen verbunden, und die übrigen indifferenten Stoffe, welche oben nicht besonders abgehandelt sind.

§. 8. Da die Pflanze vorzugsweise durch die Wurzel die Flüssigkeit aufnimmt, die sie zu ihrem Bestehen bedarf und diese zu den verschiedenen Theilen derselben geführt wird, so muss natürlich eine Bewegung des Saftes innerhalb der Zellen stattfinden, aber diese Bewegung ist durch die Sinne nicht wahrzunehmen. Davon verschieden ist die Rotation des Zellensaftes in einigen Wasserpflanzen, wie bei den Characeen, einigen Najadeen und Hydrocharideen, deren Ursache und Zweck noch nicht erkannt ist. Es steigt nämlich bei diesen Pflanzen ein dickflüssiger Strom, welcher Chlorophyll-, Stärke- und Proteïn-Körner mit sich führt, langsam an der einen Wand der Zelle in etwas schräger Richtung in die Höhe und an der entgegengesetzten Wand nieder, an den beiden Enden der Zelle findet die Umwendung dieser Bewegung statt. Die Rotation in der einen Zelle ist von der der benachbarten unabhängig, sie ergänzt sich in den übereinander stehenden Zellen zu einer vollkommenen Schraubenwindung.

Eine andere Rotation kommt fast bei allen jüngeren Zellen, aber auch bei älteren, zumal in den Haaren und überhaupt bei solchen Zellen vor, die sich leicht aus ihrem Verbande mit den benachbarten trennen können; hier erkennt man nämlich an der Zellenwand ein Netz zarter kleine Körnchen mit sich führender Saftströmchen, welche häufig auch quer durch die Zelle gehen, ohne sich mit der eigentlichen Zellenflüssigkeit zu vermengen.

Die Spiralfäden, welche in den Antheridien der Mesophyten und Characeen vorkommen, zeigen eine eigenthümliche Bewegung, indem sie zuerst eine drehende Bewegung um die Achse der Spirale, zugleich aber auch eine fortschreitende annehmen. Bei den Sporenzellen einiger Conferven zeigt sich eine Ortsbewegung, welche durch schwingende Wimpern hervorgerufen wird.

Hiervon ganz verschieden und von der Lebensthätigkeit der Zelle ganz unabhängig ist die Molecularbewegung, welche alle äusserst kleine sowohl unorganische wie organische Körperchen in einer Flüssigkeit zeigen, die jedoch nicht schleimig sein darf. Es befinden sich diese Körner in einer eigenthümlich rotirenden Bewegung, durch welche sie ohne bedeutend ihren Ort zu ändern, sich doch den be-

nachbarten Körnern zu nähern oder von ihnen zu entfernen scheinen. In den Zellen kann man diese Bewegung zumal bei den äusserst kleinen Proteïnkörnern wahrnehmen (tab. 90. Fig. V. 1.).

§. 9. Die Zellen bilden die Grundlage aller Pflanzen; jeder Theil besteht zuerst nur aus Zellen. Eine grosse Klasse von Pflanzen erhebt sich überhaupt nicht zu einer höhern Ausbildung und besteht nur entweder aus einzelnen Zellen, aus Längsreihen derselben, oder aus Zellgewebe. Diese heissen Zellenpflanzen (plantae cellulares). Dahin gehören sämmtliche Cryptophyten, aus den Mesophyten die Moose und aus den Phanerophyten Lemna, Ceratophyllum, Caulinia und Najas.

Zweites Capitel.

Röhren oder Gefässe.

1) Baströhren, 2) Spiroïden, 3) Milchgefässe.

§. 10. Baströhren (tubuli fibrosi) sind mehr oder minder lange, an beiden Enden verschmälerte Röhren mit dicken, durch allmälige Ablagerung entstandenen Wänden (tab. 90. Fig. IX. u. X.). Die Verdickungsschichten lassen sich im Querschnitt sehr deutlich erkennen, z. B. bei Linum (tab. 90. Fig. XII.), noch deutlicher, wenn sie gefärbt sind, wie bei den Chinarinden. Bei den Asclepiadeen und Apocyneen zeigen die Wände deutliche, zarte, oft sich kreuzende Spiralfasern, der Kanal ist an einigen Stellen ganz verschwunden, theilweise sind sie aber aufgeschwollen und enthalten dort einen Milchsaft. Gewöhnlich ist der Kanal der Baströhren durch die nach und nach entstandenen Verdickungsschichten verschwunden, seltner enthalten sie eine körnige Materie. In der Regel sind die Röhren einfach, Theilungen der Röhre sind zwar bemerkt, dann setzt sich aber die Höhlung nicht weiter fort. Sehr selten stehen die Baströhren einzeln, durch Parenchymzellen getrennt, zu einer rings um das Holz reichenden Lage vereinigt wie bei den Chinarinden; gewöhnlich sind sie, zumal bei den Dicotylen, zu Bündeln vereinigt, nehmen so die peripherische Region der Gefässbündel ein und sind daher wie diese durch die Markstrahlen getrennt; so finden sie sich bei den Pflanzen aus welchen die einzelnen Fasern technisch gewonnen werden, z. B. beim Lein, Hanf etc. Gewöhnlich biegen sich aber die Röhren dieser Bündel nach beiden Seiten auseinander und bilden so netzförmig verflochtene, zusammenhängende Schichten. Bei den Monocotylen begleiten die Baströhren zwar auch die Gefässbündel, aber häufig, wie bei den Gräsern, treten sie auch gegen die Oberfläche des Stamms hervor und sind dann nur von einer Lage Epidermalzellen bedeckt. Im Stamm und der Wurzel von Kräutern