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

sind sie selten vorhanden. Sie bestehen wie die Zellen aus Holzfaser und werden daher wie diese durch Schwefelsäure in Amylum, Dextrin und zuletzt in Zucker umgewandelt. Die Auflösung geschieht aber wegen der dicken Wandung nicht so plötzlich wie bei den unverdickten Zellen, z. B. der Baumwolle. Darauf beruht auch die Probe, durch Schwefelsäure die Gegenwart von Baumwolle in Leinewand zu erkennen. Durch mechanische Gewalt wird die Bastrohre in zarte Fasern zerlegt (Papier, tab. 90. Fig. XI.).

§. 11. Spiroïden (vasa spiroïdea) sind zarte, mehr oder minder lange, meist farblose Röhren, welche sich durch die Configuration der Wände auszeichnen und gefärbte Flüssigkeiten sowohl aufnehmen als weiter leiten können. Es lassen sich 2 Arten derselben unterscheiden:

1) Echte Spiroïden. Sie entstehen ursprünglich und nicht durch Resorbtion der Scheidewände aus Längsreihen von Zellen, finden sich mehr in den jüngeren Theilen der Pflanze und sind in dem eigentlichen Holz selten, wo sie dann vorzugsweise an der Markscheide vorkommen. Hierzu gehören:

a) Die Spiralgefässe (Schraubengänge, vasa spiralia). Sie bestehen aus einer zarten, durchsichtigen, häutigen Röhre, in welcher eine oder mehre, abrollbare, einfache oder verästelte Fasern nach derselben oder nach verschiedenen Richtungen hin gewunden liegen. Die Windungen liegen bald enger, bald weitläufiger (tab. 90. Fig. XVI—XX).

Die Spiralgefässe entstehen auf ähnliche Weise wie die Spiralfaserzellen, nur, dass die Röhre schnell und bedeutend auswächst. Die Fasern selbst sind nicht hohl, sondern stellen ein flaches Band vor. Merkwürdig gebaut sind die Spiralgefässe, welche sich zuweilen im Stamm der Scitamineen und Musaceen finden (tab. 90. Fig. XXIII—IV.), wo sich auf die erste Ablagerungsschicht, die aus mehren schraubenförmig gewundenen Fasern besteht, noch eine zweite in vertikalen Leisten abgelagert hat, so dass die Wand ein gefeldertes Ansehn erhält.

b) Die Ringgefässe (vasa annularia) sind Röhren, in welchen die ringförmig geschlossenen Fasern in bestimmten vertikalen Abständen von einander liegen. Gewöhnlich stehen die Ringe weiter auseinander als die Windungen der Faser im Spiralgefäss (tab. 90. Fig. XIV.); sie sind ebenfalls mit der Röhre nicht verwachsen und fallen daher auch häufig bei der Section aus der Röhre heraus. Zuweilen finden sich in den Ringgefässen noch Spiralen, sie mögen daher oft aus Spiralgefässen entstehen (tab. 90. Fig. XV.), obgleich desshalb nicht gerade anzunehmen ist, dass sie auch immer daraus gebildet werden.

2) Unechte Spiroïden. Sie entstehen nicht ursprünglich, sondern durch Resorbtion nicht allein der Querwände (tab. 90. Fig. XXV—VI. tab. 91. Fig. E. F.) einzelner Längsreihen von Zellen, sondern auch der Längswände (tab. 91. Fig. B.) innerhalb sechs zu einander gehörender Zellenreihen. Man unterscheidet auch hier mehre Formen, die auf gleiche Weise wie die gleichnamigen Zellenarten (vide pag. 5.) entstehen.

c) Die Treppengänge (vasa scalaria) entstehen dadurch, dass die Verästelungen der Spiralfaser unter sich und mit der Wand mannigfaltig verwachsen, so dass die Membran des Gefässes mit schmaleren oder breiteren, länglichen oder linienförmigen Querspalten besetzt ist. Die Spalten sind von der eigentlichen Membran bedeckt. Hierbei treten die Fasern oft noch deutlich hervor (tab. 90 Fig. XXI., XXII.), oder sie sind so vielfach mit einander verwachsen, dass sie als eine continuirliche, von Spalten durchbrochene Membran erscheinen (tab. 90. Fig. XXVI., tab. 91. Fig. B. u. D.).

d) Die Netzgefässe (vasa reticulata, tab. 91. A. C.) entstehen auf dieselbe Weise, doch treten die in zahlreichen Vereinigungspunkten verwachsenen Fasern noch deutlich hervor, so dass diese und nicht die Membran ein zusammenhängendes, aus engeren und weiteren Maschen bestehendes Netz darstellen.

e) Die porösen Gefässe (vasa porosa) sind Röhren, deren Membran scheinbar von Poren durchbrochen ist. Es sind indessen nur hellere, durchscheinende Stellen der Röhre und keine wahren Poren, da auch hier, wie bei allen ähnlichen Formen, die Gefäss-Membran dieselben bedeckt. Häufig haben diese Poren noch einen Hof, der zuweilen noch von einem Kreise umgeben ist (tab. 91. Fig. F—H). Im Längsschnitt durch den Porus sieht man, dass dort, wo die Porenkanäle zweier benachbarter Gefässe zusammentreffen, die Zellenwände von einander gewichen sind und eine mit Luft erfüllte Spalte bilden (tab. 91. Fig. G.), durch welche die Zone um den Porus entsteht. Gewöhnlich finden sich die scheinbaren Poren in grosser und unbestimmter Anzahl auf der Gefässmembran (tab. 91. Fig. E.). Seltner stehen sie regelmässig in einer oder zwei Reihen (tab. 91. Fig. F—H.), wie bei den Coniferen.

f) Die kurzgliedrigen oder rosenkranzförmigen Gefässe (vasa breviarticulata seu moniliformia) sind sehr kurze, an beiden Enden verschmälerte, oft schief aufeinander stehende Spiroïden, welche durch ihre Anreihung oft lange Stränge bilden (tab. 91. Fig. A.; tab. 90. Fig. XXV.).

g) Die gemischten Gefässe entstehen theils dadurch, dass die Ablagerungsschichten nicht gleichförmig auf der ganzen Wand des Gefässes dieselben Formen annehmen, sondern an einer Stelle Spiralen, an einer andern Poren bilden (tab. 92. Fig. A, q.); theils dadurch, dass die verschiedenen sich nach einander ablagernden Schichten nicht die gleiche Form annehmen, wie bei Taxus (tab. 91. Fig. F.), wo sich über eine Spiralfaserschicht eine Porenschicht ablagert.

§. 12. Man hielt die Spiroïden früher für Luftröhren, da sie gewöhnlich Luft und keine Flüssigkeit enthalten und in ihrer Gestalt den Luftröhren der Insekten nahe kommen. Es ist daher von Wichtigkeit, zu wissen, in welchen Elementarorganen denn das Aufsteigen des rohen Nahrungssaftes stattfindet. Dass zu allen einzelnen zusammengesetzten Organen Saft gelangen muss, damit diese ihre Function verrichten können, lehrt der blosse Augenschein. Im Zellgewebe selbst, d. h. von Zelle zu Zelle durch Durchschwitzen, kann der Saft nicht zweckmässig in die Höhe steigen, denn man sieht bei welken Pflanzen wie sie sich schnell erholen, wenn ihnen genügende Feuchtigkeit gegeben wird. Der Saft muss schneller, also in Kanälen in die Höhe gelangen können. Nimmt man aus einem Aste von der Rinde einen Ringelschnitt fort, so wächst dieser dessenungeachtet weiter und treibt sogar reichlicher Blüthen und Früchte als ein Ast desselben Stammes, dem nicht ein Ringel der Rinde genommen ist; stiege in der Rinde der Saft in die Höhe, so müsste der Ast über dem Ringelschnitt eingehen, also kann der Saft nur im Holz oder im Mark in die Höhe steigen; das Mark ist aber in den untern Theilen der Pflanze stets abgestorben, daher kann nur im Holze das Aufsteigen des Nahrungssaftes stattfinden. Das Holz besteht aus Gefässbündeln, die im Parenchym liegen. Im Parenchym finden sich Kanäle, die durch die Zwischenräume der nicht völlig aneinander geschmiegten Zellen entstanden sind, die Intercellulargänge; es würden daher die Intercellulargänge des Holzes, denn im Mark und der Rinde steigt der Saft nicht in die Höhe, die Nahrungsgefässe sein können, aber sie sind im Holze nur in den Markstrahlen vorhanden, die keineswegs eine ununterbrochene Verbindung des Markes mit der Rinde bilden und tief im Holze so zusammengedrückt, saftleer und durch Prosenchym so unterbrochen sind, dass sie kein zusammenhängendes System von Kanälen bilden und also unmöglich zur seitlichen Verbreitung des Saftes beitragen können. Die Baströhren, die vermöge ihres langen Kanals auch zur Fortleitung der Säfte dienen könnten, liegen in der Rinde, worin das Aufsteigen des Saftes nicht stattfindet; auch ist ihre Röhre häufig durch die dicken Ablagerungsschichten geschwunden oder mit

einer körnigen Masse erfüllt. So müssen also die Spiroïden die Nahrungsgefässe sein. Dass sie gewöhnlich keinen Saft enthalten, kann kein Einwurf sein, denn der Saft in denselben ergiesst sich schnell seitwärts in's Zellgewebe. Wenn man nämlich in einen Ast ringsherum in verschiedenen Abstufungen Einschnitte bis zum Marke macht, so dass die Gefässe nicht unzerschnitten in die Höhe gelangen können, so fährt dessenungeachtet der Stamm fort zu vegetiren; daraus folgt, dass der Saft, wenn er in den Gefässen bis zum Einschnitt gelangt, sich in die seitlichen unzerstörten Zellen und Gefässe ergiesst und dass daher auch in der Pflanze selbst die Gefässe den von den Zellen empfangenen Saft schnell seitwärts abgeben. Aber auch positiv ist von *Link* nachgewiesen, dass der Saft in den Spiroïden in die Höhe steigt, wenn man unverletzten lebenden Pflanzen verdünnte Auflösungen solcher Salze nacheinander zuführt, die beim Zusammentreffen einen gefärbten Niederschlag geben und dort absetzen, wo das Aufsteigen und also auch das Zusammentreffen dieser Salzauflösungen stattfand, z. B. Eisenoxydul- und Cyaneisenkalium-Auflösungen. Man sieht dann, dass die Spiroïden, nicht aber Intercellulargänge, Baströhren oder Zellen gefärbt sind.

§. 13. Die Spiroïden können nie für sich allein ein Gewächs bilden, sondern sind stets vom Zellgewebe begleitet. Pflanzen, welche im Zellgewebe auch Spiroïden enthalten, heissen Gefässpflanzen (plantae vasculares). Hierzu gehören alle Phanerophyten exclus. Najas, Caulinia, Lemna, Ceratophyllum, von den Mesophyten nur die Filices. Den Cryptophyten und Moosen fehlen die Spiroïden gänzlich.

§. 14. Die Spiroïden finden sich stets in dem Zellgewebe, aber nicht vereinzelt, sondern von Prosenchym umgeben und häufig auch von Baströhren begleitet. Eine solche Zusammenstellung heisst Gefässbündel (fasciculus vasorum) und ist gewöhnlich von dem umgebenden Parenchym scharf gesondert. Gewöhnlich haben die Gefässbündel mehr oder weniger deutlich die Gestalt eines dreiseitigen Prisma, dessen einer spitzer Winkel dem Centrum der Achse zugewendet ist. Im Centrum desselben stehen die Spiroiden, in der Peripherie das Prosenchym; sind Baströhren vorhanden, so liegen sie an der der Peripherie der Achse zugewendeten Seite des Gefässbündels (tab. 91. Fig. R. U. V.). *Schleiden*, dem wir eine genauere Kenntniss und Bestimmung der Gefässbündel verdanken, unterscheidet:

1) Simultane Gefässbündel, wenn alle Theile derselben ziemlich zu gleicher Zeit entstehen, wesshalb auch die Spiroïden in ihnen in der Regel eine gleiche Form haben; sie enthalten meist Treppengänge. Diese finden sich bei den Filices.

2) Succedane Gefässbündel, wenn die einzelnen Theile derselben nacheinander, in den Achsen von innen nach aussen, in den Blättern von oben nach unten entstehen. Beim vollständigen Gefässbündel, in welchem alle Hauptformen der Spiroïden vertreten sind, ist die Reihenfolge derselben vom Centrum gegen die Peripherie 1) weite Ringgefässe, 2) enge Ringgefässe, 3) weite Spiralgefässe, 4) enge Spiralgefässe, 5) Treppengänge und netzförmige Gefässe, 6) poröse Gefässe. Es können aber, ohne dass zugleich eine Umstellung der Reihe stattfindet, ein oder das andere, auch mehre dieser Gefässe ganz fehlen. Diese Bündel kommen bei den Phanerophyten vor, sie zeigen sich aber bei den beiden Klassen derselben in verschiedener Entwicklungsweise, nämlich als:

a) Geschlossene Gefässbündel bei den Monocotylen, wo die Fortbildung nur kurze Zeit dauert und dann, mit der schnell vor sich gehenden Umwandlung des trüben bildungsfähigen Cambium in ein klares, scharf begränztes Zellgewebe, vollständig aufhört (tab. 92. Fig. E, F, J.).

b) Ungeschlossene Gefässbündel bei den Dicotylen, wo das Cambium eines jeden Gefässbündels nicht früher aufhört sich nach aussen zu bilden und zu gestalten bis der Pflanzentheil oder die Pflanze abstirbt (tab. 91. Fig. R, U.).

§. 15. Milchgefässe (vasa lactescentia) sind häufig verästelte und dann anastomosirende (tab. 91. Fig. K.), seltner einfache Röhren (tab. 91. Fig. J.) mit deutlicher Membran. Sie enthalten eine schleimige trübe Flüssigkeit, worin Stärkekörnchen, Cautschouc, Wachs und Harz, zuweilen auch Oeltropfen schwimmen, den sogenannten Milchsaft. Diese granulöse Materie befindet sich häufig, wenn die Körner klein genug sind, in Molecularbewegung; eine andere selbstständige Bewegung findet nicht statt. Die Milchgefässe finden sich in einer verhältnissmässig nur kleinen Anzahl von Pflanzen und liegen dann im Parenchym, aber in der Nähe der Gefässbündel.

Zweite Abtheilung.

Zusammengesetzte Organe.

§. 16. Die zusammengesetzten Organe entstehen durch Zusammenstellung der Elementarorgane. An den vollkommenen Pflanzen kann man unterscheiden: