

so eine neue Pflanze, z. B. bei *Dentaria bulbifera*, *Allium* (Fig. 110 u. 4). Auch auf den Blättern finden sich Brutknospen, die besonders einigen Pflanzen eigen sind. So sieht man sie reichlich bei *Cardamine pratensis*, wenn ein Exemplar (welches einen feuchten Standort hat) niedergetreten wird.

Nicht alle Knospen entwickeln sich zu Sprossen. Bei den meisten baumartigen Gewächsen bleiben die in den Blattachsen der untersten Region stehenden Knospen zurück, schlafende Knospen, sie treiben erst dann, wenn die andern Knospen durch äußere Einflüsse zerstört sind; sie ruhen unter der Rinde, verursachen aber zuweilen durch ihr Wachstum daselbst die an manchen Bäumen sichtbar auftretenden maserartigen Erhöhungen, z. B. bei der Buche, Kastanie.

Adventivknospen oder Nebenknospen sind die an alten, oft an gefällten Bäumen und auf Wurzeln zur Entwicklung kommenden Knospen; die aus letzteren gebildeten Sprosse nennt man Wurzel-ausschlag.

Adventiv-
knospen.

Der wesentlichste Teil der Knospe ist der Vegetationskegel oder Vegetationspunkt; unter ihm geschieht das Wachstum durch Bildung neuer Blattanlagen (Fig. 61). Wächst er ohne Unterbrechung fort und erzeugt stets neue Blätter, wie bei den einjährigen und tropischen Gewächsen, so verlängert sich dadurch der Stamm ununterbrochen; ist das Wachstum aber periodisch, wie bei den Bäumen und Sträuchern unserer Zone, so schließt sich die Knospe, wird durch die zuletzt gebildeten Blätter, welche schuppenartig bleiben, bedeckt, um unter deren Schutze den Winter zu überdauern. Diese Blätter sind die Knospenschuppen, *Perulae*.

Die gegenseitige Lage der Blätter in der Knospe bezeichnet man mit Knospendeckung; die Art der Lage des einzelnen Blattes in der Knospe, ob es z. B. flach, einfach oder mehrfach gefaltet (Buche, Birke) oder schneckenförmig gerollt ist (wie bei den Farnen) nennt man die Knospenlage.

Knospen-
deckung und
Knospen-
lage.

Anatomie der Pflanzen.

Die Zelle.

Das Grund- oder Elementarorgan der Pflanze ist die Zelle, d. h. alle Pflanzen setzen sich aus Zellen zusammen oder bestehen aus einer einzigen Zelle. Die Zelle ist meist ein von einer zarten Membran umschlossenes Säckchen oder Bläschen, dessen Innenseite von einem zähen, dicklichen, teilweise körnigen Medium, dem Protoplasma¹⁾ oder Plasma überzogen ist. In diesen eingebettet liegt der Zellkern, während der übrige Hohlraum mit wässriger Flüssigkeit, dem Zellsaft angefüllt ist.

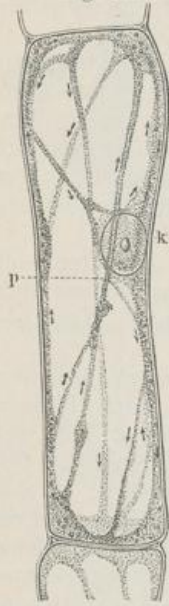
§ 15. Das Protoplasma. Das Protoplasma oder der Bildungstoff ist eine aus verschiedenen stickstoffhaltigen Körpern gebildete schleimige, zähe, bald homogene, bald körnige Masse, welche sich in der leben-

Proto-
plasma.

1) Von *πρωτον* und *πλάσμα*, zuerst Gebildetes.

den Zelle in steter Bewegung befindet (Fig. 62) und das Wesentliche der Zelle ausmacht. Alle andern Teile der Zelle können fehlen, wenigstens eine Zeit lang, ohne daß ihr der Charakter der Zelle verloren geht, nur das Protoplasma nicht. Es wird durch eine zarte Haut, welche sich unter dem Einflusse von chemischen Reagentien als eine Membran darstellt, nach außen hin abgegrenzt, während diese Hautschicht selbst nach innen zu in die eigentliche (körnige) Protoplasma-masse übergeht. Im Innern scheidet das Protoplasma einen Teil seines Wassers aus und bildet die sogen. Vakuolen (Fig. 63); vereinigen sich diese durch Zusammenfließen, so bilden sie den Zellsaft und das Protoplasma bleibt als wasserarmes, schlauchartiges Gebilde längs der Zellwand liegen. Die Bewegung des Protoplasmas ist eine zweifache: Rotation, wenn sie der inneren Zellwand entlang geht, Zirkulation, wenn sie quer durch die Zelle sich hinzieht (s. Fig. 62 die Pfeilrichtungen).

Fig. 62.

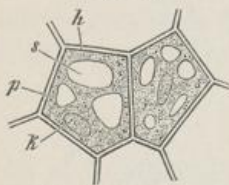


Zellkern.

Haarzelle von *Chelidonium majus*.
k Zellkern, m Zellhaut,
p Protoplasma.
(Vergrößerung 460 Mal.)

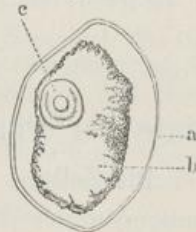
§ 16. Der Zellkern. Der Zellkern oder *Nucleus* findet sich als ein rundliches, linsenförmiges Körperchen in den meisten lebenden Zellen. Er ist meist körnig und enthält ein oder mehrere etwas dichtere Körperchen, die Kernkörperchen (*Nucleoli*) (Fig. 64). Außerdem besitzt er eine dem Protoplasma ähnliche Grundmasse, das Kernplasma, welches von feinen Fäden oder Strängen durchzogen wird; diese enthalten einen besonderen Stoff, das Nuklein.

Fig. 63.



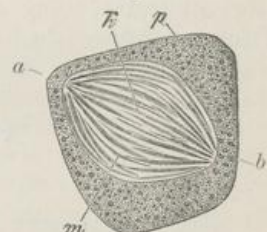
Fruchtfleischzellen von *Symphoricarpos racemosa*.
h Zellhaut, p Protoplasma,
k Zellkern, s Vakuolen.
(Vergr. 300 Mal.)

Fig. 64.



Zelle aus der Wurzel von *Himanthoglossum hircinum*.
a Zellwand, b das durch Weingeistzusatz zusammengezogene Protoplasma, c Zellkern mit Kernkörperchen.

Fig. 65.



Zelle aus dem Sporangium eines Farn.
p Protoplasma, k der große in Teilung begriffene Zellkern.

Der Zellkern bildet sich durch Teilung, indem die Stränge sich in der Teilungsebene ansammeln und dann nach den Polen (Fig. 65) a und b auseinanderweichen. In der Richtung m erfolgt die Teilung.

Die meisten Pflanzenzellen enthalten nur einen Kern.

Zellsaft.

§ 17. Zellsaft. Der Zellinhalt der lebenden Zelle ist tropfbar flüssig und besteht aus sogenanntem Zellsaft, einer sehr wässrigen,

durchsichtigen, oft buntgefärbten Flüssigkeit, in welcher die verschiedensten Stoffe entweder aufgelöst sind, wie Zucker, Salze, Farbstoffe, oder suspendiert sind, wie Öltropfen, oder in fester Gestalt darin vorkommen, wie Krystalle (Fig. 66).

Die wichtigsten Stoffe des Zellinhaltes sind: Stärkemehl, *Amylum*, die in den Pflanzenkörpern am meisten verbreitete Substanz. Bei der Mehrzahl der Pflanzen ist es jedoch nicht stets vorhanden, sondern es ist ein Reservestoff, der aufbewahrt wird für eine Zeit, wo die Pflanze ihm nötig hat. Deshalb finden wir das Stärkemehl zur Herbstzeit in den Stämmen der Bäume, in den Samen, Knollen, Rhizomen, im Frühjahr nicht. Es findet sich stets geformt in einfachen oder zusammengesetzten Körnchen. Form

und Gröfse dieser Körnchen sind für die meisten Samen Rhizome u. s. w. außerordentlich charakteristisch. Von der Reservestärke zu unterscheiden ist die transitorische Stärke, die vorübergehend da und dort auftritt und wenig charakteristische kleine, runde Körper bildet. Stärke färbt sich bekanntlich mit wasserhaltiger Jodlösung blauviolett (s. Bd. 1 S. 453).

Inulin. Es hat eine beschränkte Verbreitung, besonders findet es sich in den Wurzeln der Compositen, wo es das *Amylum* zu ersetzen scheint, z. B. bei *Inula Helenium*, *Cichorium*, *Taraxacum*.

Protein oder Aleuronkörner in den Zellen vieler fettreichen Samen, z. B. *Ricinus*; sie bestehen aus Eiweißstoffen und können im Innern Eiweißkrystalloide (krystallähnliche Körper) enthalten, ferner Globuloide, bestehend aus der Verbindung einer gepaarten Phosphorsäure mit Calcium und Magnesium, selten auch Oxalatkrystalle.

Gummi, Dextrin kommen stets in Lösung vor.

Pflanzenschleim.

Rohrzucker, Traubenzucker, Fruchtzucker (s. Bd. 1 S. 457).

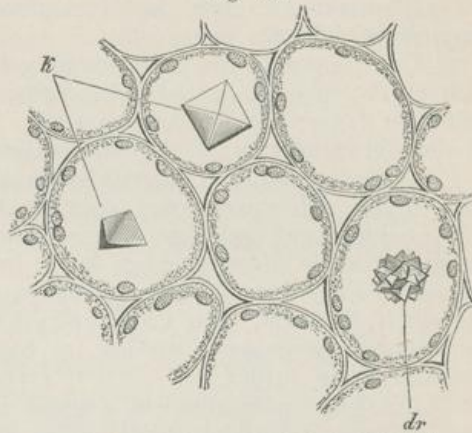
Fette Öle finden sich in den meisten Samen zusammen mit Aleuron, ferner z. B. im Perikarpium der Olive.

Ätherische Öle. Sie kommen meist in bestimmten Organen, den Öldrüsen, z. B. der Labiaten vor, ferner in besondern Behältern im Innern der Gewebe, z. B. bei den Umbelliferen, auch suspendiert im Zellsaft, wie in den Blumenblättern.

Harz, Wachs, Kautschuk, Gerbstoffe, Bitterstoffe.

Alkaloide. Sie haben eine große Verbreitung in der Pflanzenwelt und finden sich zuweilen im Inhalt besonderer Organe, der Milchsaftgefäße, z. B. Morphin in den Milchsaftfröhren des Mohns.

Fig. 66.



Krystalle von oxalsaurem Kalk in den Blattstielen von *Begonia*.
k einzelne Krystalle, dr Druse.
(Vergr. 200 Mal.)

Krystalle. Auch sie kommen sehr verbreitet vor und bestehen meist aus einer anorganischen Base (Calcium) und einer organischen Säure, meist Oxalsäure (Fig. 66).

(Bemerkt sei, daß das Vorkommen von Jod, Brom, Chlor u. a. besonderen Pflanzen eigen ist.)

Chromatophoren.

Chromatophoren.¹⁾ Bestimmt geformte plasmatische Gebilde, welche sich in Protoplasma der lebenden Zelle eingebettet finden und wenigstens zeitweise Träger von Farbstoffen sind. Sie umfassen 1) die Chloroplasten, 2) die Chromoplasten, 3) die Leukoplasten.²⁾

Chlorophyll.

Chloroplasten, Chlorophyllkörper. Das Chlorophyll oder Blattgrün findet sich nur in den dem Lichte ausgesetzten Pflanzenteilen, in den Laubblättern und der jungen Rinde. Es ist stets an Protoplasma gebunden und bildet kugelige oder linsenförmige Körner, Chlorophyllkörner; sie bestehen aus einer farblosen Grundmasse und einem darin fein verteilten Farbstoff, dem Chlorophyll.³⁾ Dieser kann durch Behandeln mit Alkohol ausgezogen werden, es bleibt dann das Körnchen in unveränderter Form zurück.

Wie in der organischen Chemie an betreffender Stelle erwähnt, ist zur Bildung des Chlorophylls aufser dem Licht vermutlich auch Eisen erforderlich.

Das Chlorophyll ist für die Pflanze von der größten Wichtigkeit, weil es allein im stande ist, durch Zerlegung der atmosphärischen Kohlensäure der Pflanze den nötigen Kohlenstoff zu liefern.

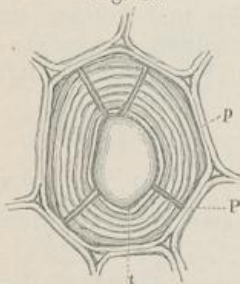
Den Chloroplasten schliessen die Rhodoplasten und Phaeoplasten sich an, in denen in ähnlicher Weise wie in den Chlorophyllkörnern der rote oder braune Farbstoff gewisser Algen sich findet.

Die Chromoplasten entstehen durch Umwandlung der Chloroplasten unter Veränderung sowohl der Gestalt als der Farbe. Sie sind die Farbstoffkörper gewisser Pflanzenteile, besonders der Blüte.

Die Leukoplasten sind farblos, aus ihnen bilden sich die Stärkekörner.

Zellhaut.

Fig. 67.



Querschnitt einer Markzelle von Clematis Vitalba.

p primäre Haut, t innerste Schicht, P Porenkanal.

(Vergr. 780 Mal.)

§ 18. Die Zellhaut. Die Zellhaut, Zellmembran, besteht aus Cellulose, einem Kohlenhydrat, welches sich chemisch dadurch charakterisiert, daß es sich in Schwefelsäure und frisch bereitetem Kupferoxydammoniak löst und mit Chlorzinkjodlösung, ebenso mit Schwefelsäure und Jod eine blaue Farbe giebt (durch die Schwefelsäure entsteht Amyloid, das sich mit Jod blau färbt).

Weiter besteht die Zellhaut aus Wasser und anorganischen Stoffen. Sie stellt ursprünglich ein dünnes zartes Häutchen dar, welches durch Ablagerungen aus dem Protoplasma auf die Innenseite sich verstärken kann; so erhalten wir eine primäre und sekundäre Membran und weitere Verdickungsschichten.

1) Von *χρῶμα* und *φορῶς* Farbe tragend.

2) Von *χλωρός* grün, *χρῶμα* Farbe, *λευκός* weiß und *πλάσσω* bilden.

3) Von *χλωρός* grün und *φύλλον* Blatt.

Auch anderen Veränderungen ist die Zellhaut unterworfen; sie kann verkorken, indem fettartige Stoffe in sie eingelagert werden (diese stehen den Fettsäuren nahe und werden in ihrer Gesamtheit als Cerinsäure bezeichnet), sie ist dann für Wasser undurchdringlich. Sie kann ferner verholzen und ist dann für Wasser durchdringlich, oder endlich sie kann verschleimen; die Verschleimung ist stets mit einer chemischen Umwandlung wenigstens der innern Membranschichten verbunden.

Die Bildung der Zelle.

§ 19. Die Entstehung einer neuen Zelle setzt stets das Dasein einer Mutterzelle voraus. Im Wesentlichen beruht die Bildung einer Zelle auf der Neubildung von Protoplasma, mag eine Membran gleichzeitig entstehen oder nicht.

Wir unterscheiden vier Arten von Zellbildung:

1. Durch Teilung. Das ganze Protoplasma teilt sich in zwei neue Protoplastkörper, wobei die Trennungsfäche eigentümlich verändert und meist in eine neue Membran umgewandelt wird. War in der Mutterzelle nur ein Kern vorhanden, so beginnt die Teilung mit der Teilung des Kerns, welcher sich so gelagert hat, daß er von der späteren Trennungsfäche quer durchsetzt wird. Bei Gegenwart von vielen Kernen findet deren Zweiteilung fortwährend statt; sie verteilen sich dann auf die beiden neu entstandenen Tochterzellen (Fig. 68b). Die häufigste Form.

Zu dieser Art Zellbildung gehört auch die Sprossung oder Abschnürung, wie sie sich bei der Hefe findet. Die Mutterzelle treibt zuerst eine Ausstülpung, welche mit ihr nur an einer ganz schmalen Stelle verbunden ist, später erfolgt hier die Abschnürung (Fig. 68a).

Die Vierzellenbildung durch Teilung läßt sich auf die Zweiteilung zurückführen.

2. Durch freie Zellbildung. Man versteht darunter die Entstehung mehrerer Tochterzellen im Protoplasma einer Mutterzelle, wobei dieses nicht vollständig oder erst nach und nach verbraucht wird. Das Protoplasma der Mutterzelle gruppiert sich um meist viele Kerne, welche sich wahrscheinlich durch Zweiteilung vermehrt haben (Fig. 69 auf S. 26). Vielzellbildung ist die gleichzeitige Bildung zahlreicher Tochterzellen in einer Mutterzelle, wobei kein Plasmarest bleibt (Fig. 70).

3. Wird aus dem ganzen Protoplasma der Mutterzelle nur eine Tochterzelle gebildet, wobei eine wirkliche Umgestaltung desselben stattfinden

Fig. 68a.

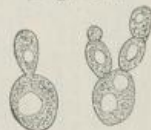
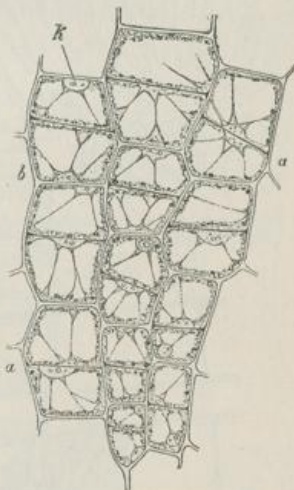
Hefezellen im Wachstum begriffen.
(Vergr. 300 Mal.)

Fig. 68b.

Zellteilung in der Rinde des Stengels
von *Vicia faba*.

Bei a hat die Teilung oben stattgefunden, der Kern k liegt noch an der neuen Zellwand, bei b hat er sich an die ältere Wand zurückgezogen.

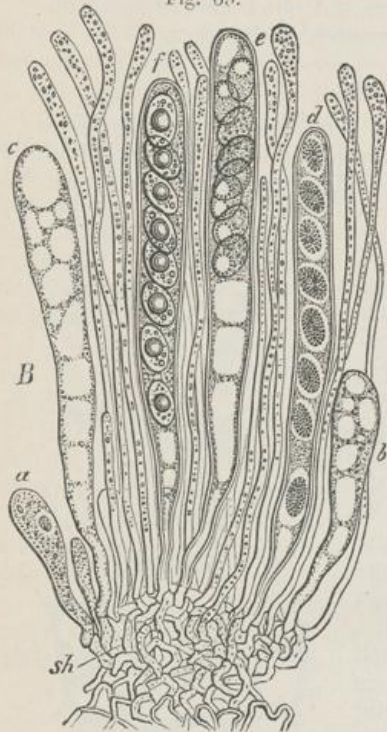
(Vergr. 300 Mal.)

Vierzellen-
bildung.

Vollzellbildung.

mufs, so bezeichnet man diesen Vorgang als Vollzellbildung oder Verjüngung (Fig. 71). In der unteren Zelle des Fadens A beginnt das Protoplasma sich zusammenzuziehen, während in der oberen die verjüngte Tochterzelle Z fertig austritt.

Fig. 69.



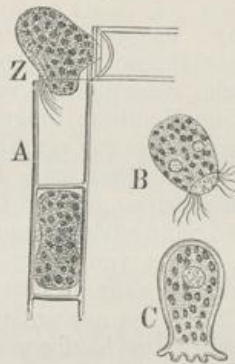
Freie Zellbildung in den Schläuchen von Peziza. a—f die Entwicklungsfolge der Schläuche und Sporen. (Vergr. 550 Mal.)

Fig. 70.



Vielzellbildung bei der Schwärmsporenbildung von Achlya. (Vergr. 550 Mal.)

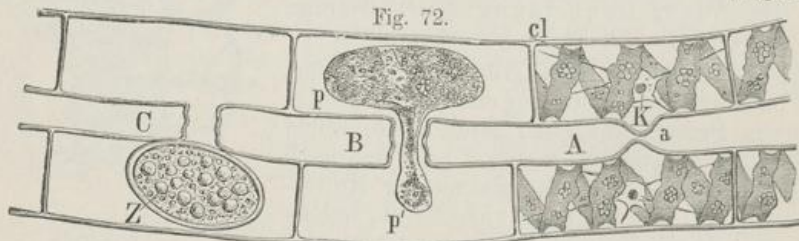
Fig. 71.



Vollzellbildung bei der Schwärmsporenbildung von Oedogonium.

A Stück eines Fadens; in der unteren Zelle beginnt das Protoplasma sich zusammenzuziehen, in der oberen tritt es als verjüngte Tochterzelle aus. B schwärmende Spore, C Beginn der Keimung. (Vergr. 350 Mal.)

Fig. 72.



Konjugation der Zellen bei Spirogyra. A die Zellen zweier Fäden, welche sich eben zur Konjugation vorbereiten und bei a Fortsätze gegeneinander treiben; cl spiralbandförmiger Chlorophyllkörper, K Zellkern. Bei B verschmilzt der Protoplasmakörper p' der einen Zelle mit dem der anderen p. Bei C eine durch Verschmelzung entstandene Zygospore. (Vergr. 400 Mal.)

Konjugation. 4. Durch Kopulation oder Konjugation. Es ist die Vereinigung zweier oder mehrerer Zellen zu einer neuen Zelle, der einfachste Fall von geschlechtlicher Fortpflanzung. Bei A (Fig. 72) bereiten sich zwei Zellen

zur K... kern, andern

von d... Memb... und G... Ganzen... Die F... gestre... und A...

ein F... erster... des P... vorhan... allen S... der Z... Memb... zugt, gestre... gesch...

Fig.

Polyed... aus dom... A... (Vergr...)

susce... die vo... gleich... gleich...

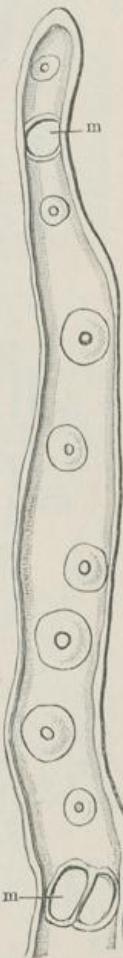
zur Konjugation vor, indem sie bei a Fortsätze treiben, K ist der Zellkern, bei B verschmilzt das Protoplasma der einen Zelle mit dem der andern, bei C ist durch die Verschmelzung die Spore Z entstanden.

Gestalt und Arten der Zelle.

§ 20. Die Form und Größe der Zelle ohne Membran ist lediglich von der Bewegung des Protoplasmas abhängig; sind die Zellen mit einer Membran versehen, so bestimmt diese außerdem die Gestalt und Größe. Bei der Vereinigung mehrerer Zellen zu einem Ganzen hängen beide vom Verhalten der Nachbarzellen ab. Die Form ist kugelig, elliptisch, halbmondförmig, sternförmig, gestreckt u. s. w. In hervorragender Weise wird die Gestalt und Art der Zelle außerdem durch das Wachstum bedingt.

Das Wachstum der Zellwand kann ein doppeltes sein, ein Flächenwachstum und ein Dickenwachstum. Das erstere kommt dadurch zu stande, daß durch die Thätigkeit des Protoplasmas kleine Teilchen, Micellen, zwischen schon vorhandene eingeschoben werden. Dieses kann nun teils nach allen Seiten hin gleichmäßig geschehen, so daß das Volumen der Zelle gleichmäßig zunimmt, oder einzelne Parteen der Membran werden in mehr oder weniger hohem Grade bevorzugt, wodurch die mannigfachsten Formen bis zur langgestreckten Zelle entstehen müssen. Das Dickenwachstum geschieht unter der Wirkung der Diosmose, teils durch Intus-

Fig. 76.



Wachstum der Zelle.

Fig. 75.



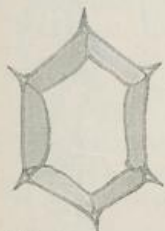
Spiralzelle.
(Vergr. 400 Mal.)

Fig. 74.



Ringzelle.
(Vergr. 400 Mal.)

Fig. 73.

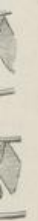


Polyedrische Zelle aus dem Mark einer Akazie.
(Vergr. 370 Mal.)

er Ver-
nt das
erjüngte



ildung bei der
sporenbildung
Achlya.
(r. 550 Mal.)



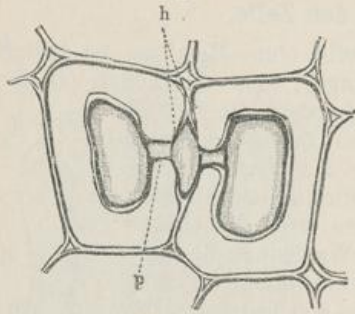
zo
zt
ig

nigung
ll von
Zellen

susception, durch Zwischenlagern gleichartiger Zellwandmicellen zwischen die vorhandenen, oder durch Apposition, durch Auflagern. Findet dies gleichmäßig über die ganze Innenfläche der Zelle statt, so entstehen gleichmäßige Verdickungsschichten, andernfalls bilden sich Unebenheiten,

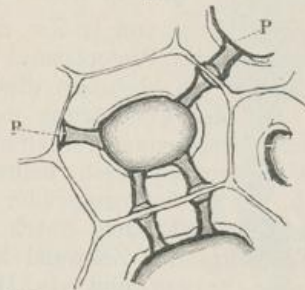
ungleichmäßige Verdickungsschichten und dadurch die mannigfachsten Formen der Zellwand, man bezeichnet solche Zellen als Ring-, Spiral-, Netz-, Leiter- u. s. w. Zellen.

Fig. 77.



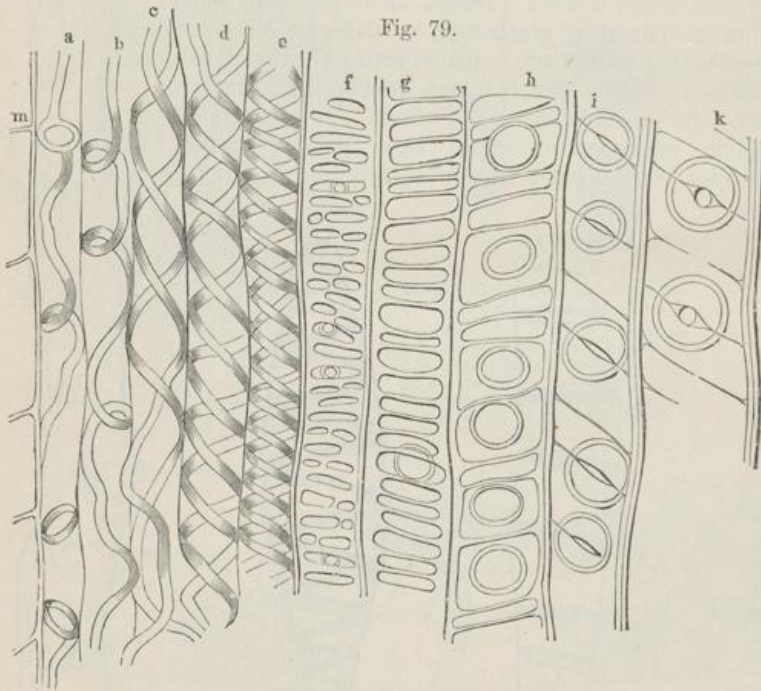
2 Tüpfelzellen aus dem Holze von *Pinus silv.* im Querschnitt.
p Poro am Ende erweitert, h der Hof.
(Vergr. 600 Mal.)

Fig. 78.



Zellen mit behohnten Tüpfeln aus dem Sameneiweiß von *Phytelphas.*
(Vergr. 370 Mal.)

Fig. 79.



Längsschnitt durch den an das Mark grenzenden Holzteil von *Pinus excelsa.*
a Gefäße mit ring- und spiralförmiger Verdickung, b einfaches Spiralgefäß, c d e doppelte Spiralgefäße, f g Treppengefäße, h i k Poren- oder Tüpfelgefäße mit gleichzeitiger Verdickung, i mit spaltförmiger, k mit runder Öffnung im Tüpfel. (Vergr. 400 Mal.)

Fig. 80.



Siebröhre aus *Begonia alba* mit horizontal verdickten Scheidewänden. (Vergr. 350 Mal.)

Häufig geht die Verdickung in der Weise vor sich, daß einzelne Stellen der Zellwand gegen die übrigen so zurückbleiben, daß sie von oben gesehen als helle Punkte, Tüpfel, erscheinen, welche im Durch-

schnitt
dickung
nachbar
primäre
voneina
Tüpfel).
entsteht
Tüpfelra
an der
haben w
Wenn g
Art dur
Scheide
so entst
Bezug
dickung
Tüpfelg
(A
auch d
die lysi
D
nebenei
Flächen
W
ihre W
begrenz
runder
letztern
räume.
D
dadurch
die zw
gemeins
(schizog
sie füh
den sie
saftiger
matisch
Wasser
nen sie
von Ze
(lysiere
Gräser,
beiden

S
aus ein

schnitt als Poren oder Kanäle, deren Größe von der Stärke der Verdickungsschichten abhängen, auftreten. Meist treffen die Tüpfel zweier benachbarter Zellen aufeinander, sie sind in der Regel durch eine zarte primäre Membran, die Schließmembran voneinander getrennt (geschlossene Tüpfel). Schwindet diese Membran, so entsteht der offene Tüpfel. Ist der Tüpfelraum an der Innenseite enger als an der Außenseite der Wandung, so haben wir den behoften Tüpfel (Fig. 77). Wenn gleichartige Zellen von bestimmter Art durch Resorption der sie trennenden Scheidewand miteinander verschmelzen, so entsteht das Gefäß; man redet (mit Bezug auf die Art und Weise der Verdickung der Wand) von Ring-, Spiral-, Tüpfelgefäßen u. s. w.

(Auf ähnliche Weise bilden sich auch die gegliederten Milchröhren und die lysigen Sekretdrüsen, s. S. 34.)

Die Verschmelzung kann stattfinden zwischen übereinander oder nebeneinander stehenden Zellen, also mit horizontalen oder vertikalen Flächen. (Fig. 79 und 81.)

Wenn zwei Zellen nebeneinander gelagert sind, so berühren sich ihre Wandungen um so mehr, je ebener die Flächen sind, die sie begrenzen, um so weniger, je runder sie gestaltet sind. Im letztern Fall entstehen Zwischenräume, Intercellularräume.

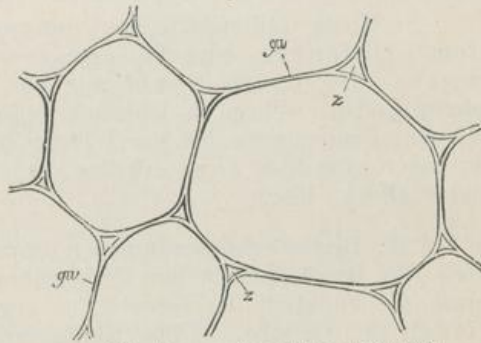
Diese können aber auch dadurch gebildet werden, daß die zwei benachbarten Zellen gemeinsame Wand sich spaltet (schizogene Intercellularräume); sie führen meist Luft und finden sich zwischen den Zellen saftiger dünnwandiger parenchymatischer Gewebe, z. B. bei den Wasserpflanzen. Ferner können sie entstehen durch Zerfall von Zellen oder Gewebepartien (lysigen), während der übrige Teil erhalten bleibt, z. B. im Stengel der Gräser, Binsen. Diese erreichen oft eine bedeutende Größe. Auf die beiden letzteren Arten bilden sich auch Sekretbehälter.

Fig. 81.

Milchröhren aus *Lactuca virosa*.

Gefäß.

Fig. 82.

Intercellularräume aus dem Mark von *Zea Mays*.
gw die gemeinsame Wand, z Intercellularräume.

Intercellularräume.

Zellgruppen. Gewebe und Gewebeformen.

§ 21. Es giebt Pflanzen, welche für ihre ganze Lebensdauer nur aus einer einzigen Zelle bestehen, z. B. bei den Algen; in der Regel ist

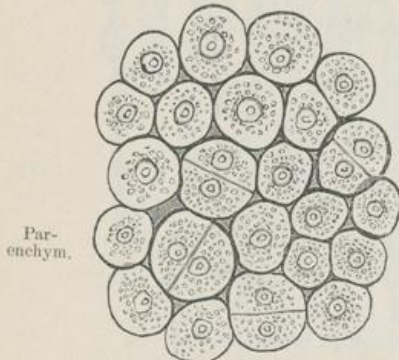
aber eine Anzahl Zellen zu einem größeren Ganzen vereinigt. Haben diese Zellen ein gleiches Wachstum und gleiche Funktion, sind sie gleichartig, so nennt man eine solche Anordnung eine Gewebeform.

Wenn die einzelnen Zellen nur mit je einer Endfläche zusammenhängen, also einen Faden oder eine Reihe bilden, so erhalten wir Zell-

reihen, stoßen sie nach zwei Richtungen des Raumes aneinander, Zellflächen, sind sie nach allen Richtungen des Raumes zusammengruppiert, Zellkörper.

Die Gewebe können in verschiedener Hinsicht voneinander abweichen. Nach der äußeren Form der ein Gewebe bildenden Zellen unterscheidet man Parenchym und Prosenchym¹⁾ und bezeichnet als ersteres ein solches Gewebe, bei welchem die Längen- und Breitenverhältnisse der meist dünnwandigen Zellen fast gleich (isodiametrisch) und die Zellen selbst mit breiten

Fig. 83.
Parenchymatisches Gewebe aus den Zweigspitzen von *Ficus Carica*. (Vergr. 1200 Mal.)



Parenchym.

Prosenchym.

Querflächen aneinander gelagert sind (Fig. 83), als Prosenchym ein solches, bei dem die Zellen nach einer Richtung besonders stark ausgebildet sind und sich mit ihren zugespitzten Enden zwischeneinander schieben (Fig. 84).

Meristem.

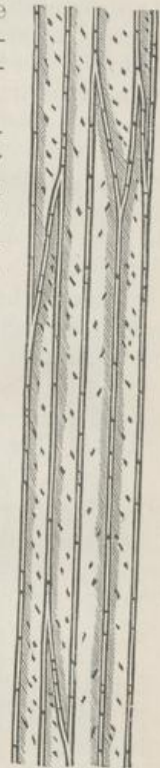
Nach der Teilungsfähigkeit unterscheidet man Meristem²⁾ (Bildungs- oder Teilungsgewebe) und Dauergewebe. Das erstere besteht nur aus protoplasmatischen jungen Zellen, welche in lebhafter Teilung begriffen sind; bei dem Dauergewebe hat die Teilung der Zellen aufgehört, sie haben eine feste Form erhalten, welche sich nicht mehr ändert (Kork, Holz).

§ 22. Berücksichtigt man neben diesen Unterscheidungen noch die Beschaffenheit der Zellmembran, des Zellinhalts, sowie die Funktion der Gewebe, so ergeben sich folgende Formen der Gewebe, welche häufig ineinander übergehen.

Urmeristem.

1. Urmeristem. Dieses Gewebe befindet sich nur da, wo ein Pflanzenteil sich neu bildet oder durch Zellenvermehrung vergrößert, so daß direkt oder indirekt alle Zellenarten aus ihm hervorgehen. Es befindet sich also am Vegetationskegel und besteht nur aus protoplasmareichen, dünnwandigen, lebenskräftigen Zellen, welche große Zellkerne ent-

Fig. 84.



Prosenchymatisches Gewebe aus dem Stengel von *Helianthus tuberosus*. (nach Prantl.) (Vergr. 300 Mal.)

1) Von παρά-έγγέτω daneben (neben die Gefäßbündel) hingegossen und προς-έγγέτω dazu hingegossen (als zartere Gewebe).

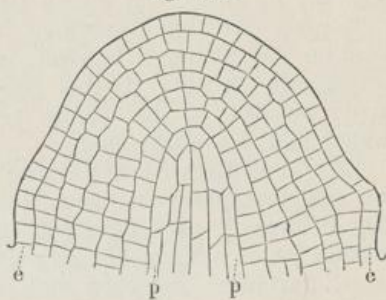
2) Von μεριστός teilbar.

halten und ohne Intercellularräume zusammengelagert sind (Fig. 84a). Die ersten jungen Pflanzenteile bestehen aus Urmeristem, welches sich später in die verschiedensten Gewebeformen umbildet, so daß kein Urmeristem übrig bleibt. Da hingegen, wo das Wachstum fort dauert, also an den Spitzen der Stengel und Wurzeln regeneriert sich durch Zellteilung stets neues Urmeristem, und zwar in demselben Maße, wie seine älteren Teile in Dauergewebe übergehen. Dieses sich stets regenerierende Urmeristem liefert auch für die an den Seitenorganen auftretenden Bildungen das Urmeristem, so daß also das an den Vegetationskegeln der Zweige befindliche Urmeristem als direkt aus dem Urmeristem der Keimpflanze herührend zu betrachten ist.

Am Scheitel der Wurzel bildet es die Wurzelhaube in der Art, daß die jüngsten Gewebeteile der Haube dem Vegetationskegel am nächsten liegen, während die älteren nach unten (außen) liegenden fortwährend abgestoßen werden. Das Meristem an der Wurzelspitze bildet also nach außen Gewebe der Wurzelhaube, nach innen Gewebe der Wurzel (ähnlich dem später zu betrachtenden Cambium).

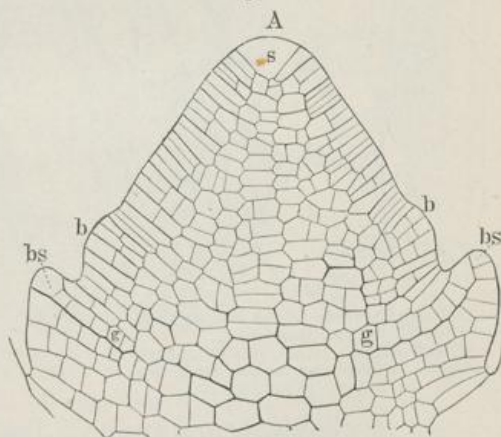
Bei den Kryptogamen wird diese Umbildung vermittelt durch die Bildung einer einzigen großen Zelle, der Scheitelzelle (Fig. 84b), indem bei stattfindender Zweizellteilung stets eine der beiden neuen Zellen wieder zur Scheitelzelle auswächst, während die andere der weiterschreitenden Teilung dient und so der Pflanzenkörper aufgebaut wird. Bei den Phanerogamen zeigt sich am Vegetationskegel keine Scheitelzelle, welche als Ursprung sämtlicher Zellen des Urmeristems zu betrachten wäre; vielmehr läßt sich schon im Urmeristem die Sonderung in bestimmte Gewebesysteme wahrnehmen, und zwar unterscheidet man drei Meristemzonen: 1. das Dermatogen¹⁾, es ist die äußerste Schicht, aus ihm geht die Epidermis hervor, 2. das Periblem²⁾, Hüllgewebe, es bildet mehrere Zelllagen unter dem Dermatogen und ist die Grundlage für die primäre

Fig. 84a.



Längsschnitt durch den Stengelscheitel von Hippuris.
e Dermatogen, pp Plerom, dazwischen Periblem.
(Vergr. 225 Mal.)

Fig. 84b.



Längsschnitt durch die Stengelspitze von Equisetum Telmateja.
s Scheitelzellen, bb jüngste Anlage der Blätter,
zwischen g und g das Plerom.

Scheitelzelle.

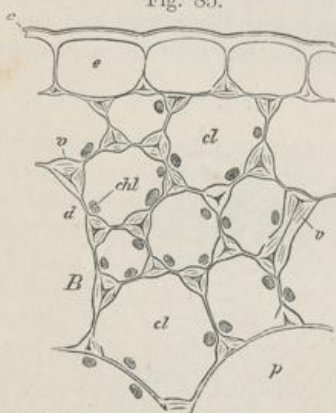
1) Von *δέρμα*, Haut, und *γεννία*, erzeugen. — 2) *περίβλημα*, die Hülle.

Rinde; 3. das Plerom¹⁾ oder Füllgewebe, es bildet den Kern des Vegetationskegels und ist die Anlage für Mark und Gefäßbündel.

Im Gegensatz zum Urmeristem finden sich Folgermeristeme in dünnen Zellschichten zwischen bereits ausgebildeten Dauergeweben in älteren Teilen der Pflanze. Von diesen ist das wichtigste das Cambium, welches im Stamme der Gymnospermen und Dicotylen auftritt und das Dickenwachstum des Stammes bewirkt, indem es nach innen Holz-, nach außen Bastelemente erzeugt. Hierher gehört ferner das Korkmeristem Phellogen²⁾, welches in der Rinde neu auftritt und das Periderm (Korkgewebe) und die Borke bildet.

2. Grundgewebe, parenchymatisches Grundgewebe. Es besteht aus protoplasmahaltigen, also lebensfähigen Zellen und fehlt fast keiner Pflanze; je nach dem Vorkommen im Pflanzenkörper und nach seiner Funktion ist es verschieden ausgebildet. Die Zellen desselben lassen meist Intercellularräume zwischen sich, die der Durchlüftung dienen. In den Blättern ist es chlorophyllreich als Mesophyll³⁾, auch in der jungen Rinde; im Innern von Stämmen, Knollen, dicken Blättern ist es dagegen chlorophyllfrei.

Fig. 85.



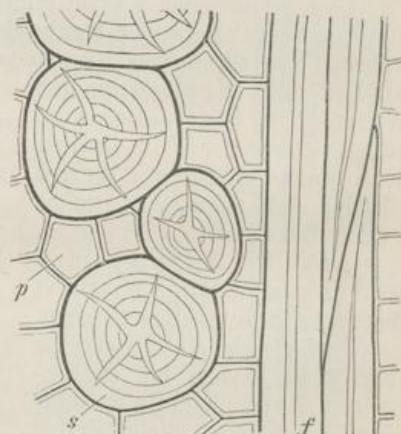
Collenchymgewebe (cl) im Blattstiel von Begonia (Querschnitt).
e Epidermis, e Cuticula, chl Chlorophyllkörner, v Verdickungsmasse der Collenchymzellen. (Vergr. 550 Mal.)

Mechan. Gewebe.

3. Mechanisches Gewebe. Das mechanische Gewebe hat den Zweck, den Pflanzenteilen Festigkeit und Schutz zu verleihen; es besteht aus Zellen mit verdickten Wandungen oder verdickten Kanten (Fig. 85), die meist verholzt (Steinzellen, die meisten Bastfasern), selten unverholzt (Collenchym⁴⁾) sind. Die Zellen sind kurz, wie bei den meisten Steinzellen, oder gestreckt, wie bei den Bastfasern. Es findet sich z. B. in den Samenschalen als Hartschicht, in der Rinde vieler Bäume als Sklerenchymring, in jungen Rinden, die später Sklerenchym, d. h. stark verdickte und verholzte Parenchymzellen haben, als Collenchym.

1) πλήρωμα, die Ausfüllung. — 2) Von *κελλός* und *γεννάω*, Kork erzeugend. — 3) Von *μέσος* und *φύλλον*, innerhalb des Blattes. — 4) Von *κόλλη* und *έγχεω*, zusammengefestigtes Gewebe.

Fig. 86.



Längsschnitt durch die Eichenrinde.
s Parenchymatisches Sklerenchym (Steinzellen),
p Parenchym, f Fasern.
(Vergr. 300 Mal.)

Gewe
sich
reiche

Trac
deren
verdie
Zellen
Sie er
Spira
Verh

Fig.

Trac
ans de
v
Poly
vul

(nach

sind
Siel
Stell
sind
zusa

steh
oder
zahl
Ans

B

4. Leitungsgewebe. Die Elemente des die Nährstoffe leitenden Gewebes sind ihrer Funktion entsprechend meist lang gestreckt. Es lassen sich unterscheiden Gewebe für die Fortschaffung des Wassers, der eiweißreichen Nährstoffe und der Kohlenhydrate.

Zu den ersteren gehören die Tracheiden¹⁾ und die Gefäße oder Tracheen im engeren Sinne. Die Tracheiden sind langgestreckte Zellen, deren Wände mit Hoftüpfeln versehen und außerdem hie und da spiralig verdickt sind; die Gefäße entstehen aus Reihen übereinander stehender Zellen, deren Querwände aufgelöst oder durchbrochen werden (Zellfusionen). Sie erfahren mancherlei Verdickungen ihrer Wände; man unterscheidet Ring-, Spiral-, Tüpfelgefäße. Wie die Tracheiden zeigen sie große Neigung zum Verholzen.

Leitungsgewebe.

Tracheiden.
Tracheen.

Fig. 89.

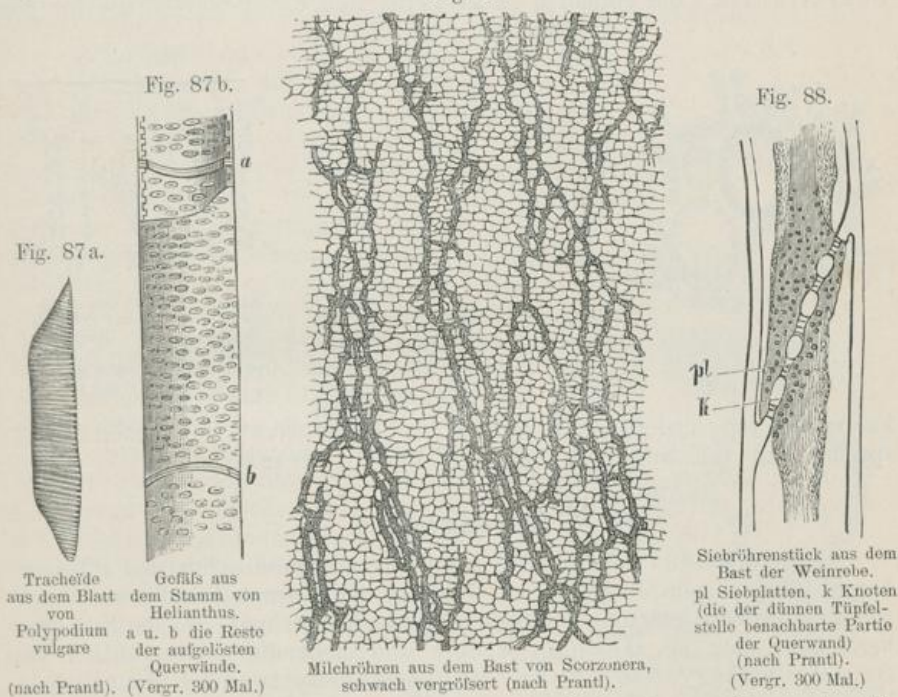


Fig. 87 a.

Tracheide aus dem Blatt von Polypodium vulgare (nach Prantl).

Fig. 87 b.

Gefäß aus dem Stamm von Helianthus a u. b die Reste der aufgelösten Querwände. (Vergr. 300 Mal.)

Fig. 88.

Siebröhrenstück aus dem Bast der Weinrebe. pl Siebplatten, k Knoten (die der dünnen Tüpfelstelle benachbarte Partie der Querwand) (nach Prantl). (Vergr. 300 Mal.)

Milchröhren aus dem Bast von Scorzonera, schwach vergrößert (nach Prantl).

Der Leitung des Eiweißes dienen die Siebröhren (*Leptom*). Sie sind Zellfusionen, wie die Gefäße; die einzelnen Glieder stehen durch die Siebplatten in Verbindung. Letztere sind Querwände, welche an dünnen Stellen von zahlreichen Poren (Tüpfeln) durchbohrt sind. Die Siebröhren sind stets unverholzt, weich; in alten Geweben werden sie daher stark zusammengepreßt. Sie leiten die stickstoffhaltigen Nährstoffe.

Siebröhren.

Die gegliederten Milchröhren oder Milchsaftgefäße. Sie bestehen aus Reihen von Zellen, deren Scheidewände (Querwände) aufgelöst oder durchbrochen sind, so daß wirkliche Röhren entstehen (beim Löwenzahn, Schwarzwurzel). Der Inhalt ist weißer oder gelber Milchsaft, der beim Anschneiden oder Anritzen ausfließt, wie beim Mohn, Schöllkraut.

Milchröhren.

1) Von *τραχύς*, starr, unbiegsam.

Ungegliederte Milchröhren. Von den gegliederten Milchröhren unterscheiden sich die ungegliederten dadurch, daß sie an den Enden geschlossen sind und jede derselben aus einer einzigen Meristemzelle hervorgeht, die sich mannigfach verzweigt und die Länge der ganzen Pflanze erreichen kann.

Die Funktion der Milchröhren ist jedenfalls eine mehrfache. Zum Teil dienen sie der Leitung von Nährstoffen (Eiweißstoffe, Stärkemehl, Fette); eben so sicher sind sie aber auch Sekretbehälter, da sie Stoffe enthalten, welche nicht wieder in den Stoffwechsel eintreten, z. B. Kautschuk; endlich führen sie auch Gifte, z. B. Alkaloide, die als Schutzmittel der Pflanze wichtig sind.

Sekret-
behälter.

§ 23. Sekretbehälter. Man unterscheidet Sekretzellen und Sekreträume. Sie enthalten in größerer Menge Substanzen, die für den

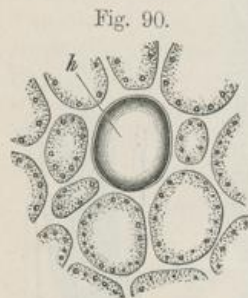


Fig. 90.
Harzschlauch h
aus dem Blattstiel von
Laurus Camphora.

Stoffwechsel der Pflanzen nicht mehr in Betracht kommen, als Harze, ätherische Öle, Schleim, Calciumoxalat u. s. w. Die Sekreträume sind entweder schizogen¹⁾ oder lysigen²⁾, je nachdem sie durch Auseinanderweichen benachbarter Zellen oder durch Auflösen von Zellwänden entstehen. Die Form der Sekretzellen sowie der Sekretbehälter

kann sehr verschieden sein; rundlich bis langgestreckt; im letzteren Falle spricht man von Sekretschläuchen und Sekretgängen.

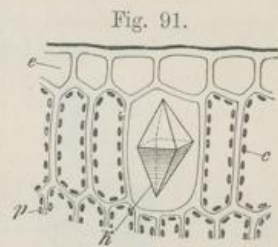


Fig. 91.
Krystallzelle aus dem Blatt-
gewebe von Rhamn. Frangula.
e Epidermis der Oberseite.
p Pallisadenparenchym mit Chloro-
phyllkörnern c, k Krystall.
(Vergr. 250 Mal.)

Gewebesysteme.

Die vorstehend angeführten Gewebeformen durchziehen den Pflanzenkörper teils einzeln in größeren Gruppen, teils durch Kombination mehrerer Formen zu einem geschlossenen Ganzen vereinigt, solche Komplexe bezeichnet man als Gewebesysteme und stellt deren drei auf: 1. das Grundgewebesystem, 2. das Hautgewebesystem, 3. das Gefäßbündelsystem.

Grund-
gewebe.

§ 24. I. Das Grundgewebe. Es ist ein parenchymatisches Gewebe mit lufthaltigen Intercellularräumen versehen, welches für die Ernährung des Pflanzenkörpers von großer Wichtigkeit ist, weil es sowohl für die Stärke, als für die übrigen Kohlenhydrate, die sogenannten Reservestoffe, als Speichergewebe dient. Bei den niedrigsten Pflanzen besteht fast der ganze Pflanzenkörper aus Grundgewebe, bei den höheren füllt es den Raum zwischen den Gefäßbündeln und zwischen diesen und dem Hautgewebe aus. Daher auch seine Bezeichnung als Füllgewebe. Im Stamme bildet es sowohl das centrale Mark als die Markstrahlen, und einen großen Teil

1) Von *σχίζω* und *γεννάω*, durch Spaltung entstanden. — 2) Von *λύσις* und *γεννάω*, durch Auflöserung entstanden.

der Rinde; in den Laubblättern ist es chlorophyllhaltig und dient der Assimilation der Kohlensäure.

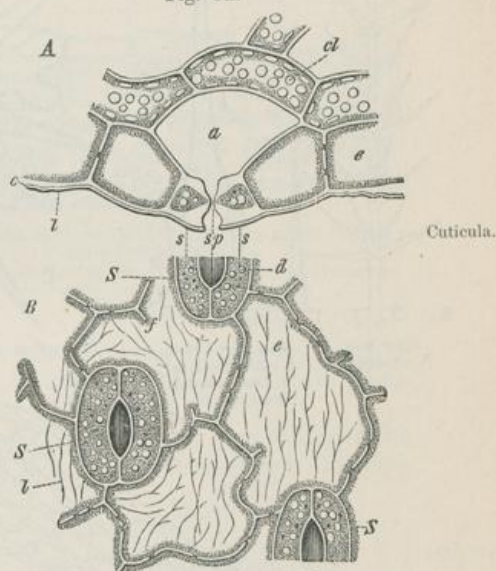
§ 25. II. Das Hautgewebesystem. Dem Hautgewebe fällt eine vierfache Aufgabe zu, nämlich 1. bei den der Luft ausgesetzten Pflanzenteilen eine zu große Wasserverdunstung zu verhüten, 2. die zarten Pflanzenteile gegen äußere Einflüsse zu schützen, 3. den Austausch der Gase zwischen der äußeren Luft und dem Inneren der Pflanze zu besorgen und 4. der Sekretion nach außen zu dienen.

Bei den niederen Pflanzen, deren ganzer Körper aus Grundgewebe besteht, wird das Hautsystem von einer Schicht dieses Gewebes gebildet, bei den höheren Pflanzen unterscheidet man 1. die Epidermis oder Oberhaut, 2. das Korkgewebe, Periderm, 3. die Borke.

Die Epidermis bildet den Überzug der meisten einjährigen ober- und unterirdischen Pflanzenteile; sie ist meist einzellschichtig, ihre Zellen sind tafelförmig, ohne Zwischenräume miteinander verbunden. Die Außenwandung der Zellen ist gewöhnlich stärker verdickt und von einem besonderen, einen eigentümlichen Stoff, das Cutin enthaltenden Häutchen, der Cuticula bedeckt. Diese läuft über die ganze Oberfläche der Epidermis ununterbrochen fort und schließt dieselbe nach außen hin vollständig ab (Fig. 92). Das Cutin enthält wachsartige Substanzen, die Cuticula vermag also die Transpiration stark herunterzusetzen, da sie für Wasserdampf undurchdringlich ist; überdies besitzt sie häufig noch einen homogenen oder körnigen Wachsüberzug, wie wir ihn als reifartigen Anflug bei den Pflaumen sehen.

Um den Gasaustausch zwischen der äußeren Luft und den Interzellularräumen zu vermitteln, ist die Epidermis mit besonderen Organen, den Spaltöffnungen, versehen. Es sind dies kleine, von oben betrachtet als Spalten erscheinende Oeffnungen, welche an jeder Seite von einer halbmondförmigen Zelle, den Schließzellen, eingefasst werden. Unter der Spaltöffnung liegt ein größerer lufteffüllter Raum, die Atemhöhle, mit welcher die andern Interzellularräume in Verbindung stehen (Fig. 92). Die Spaltöffnungen sind nur den oberirdischen Pflanzenteilen eigen, den im Wasser untergetauchten und der Oberhaut der Wurzel fehlen sie. Ihre Lage hängt ab von der Richtung der Blätter. Bei den wagerecht gestellten liegen sie an der Unterseite oder sind hier wenigstens zahlreicher, bei den auf dem Wasser schwimmenden auf der Oberseite der Blätter.

Fig. 92.



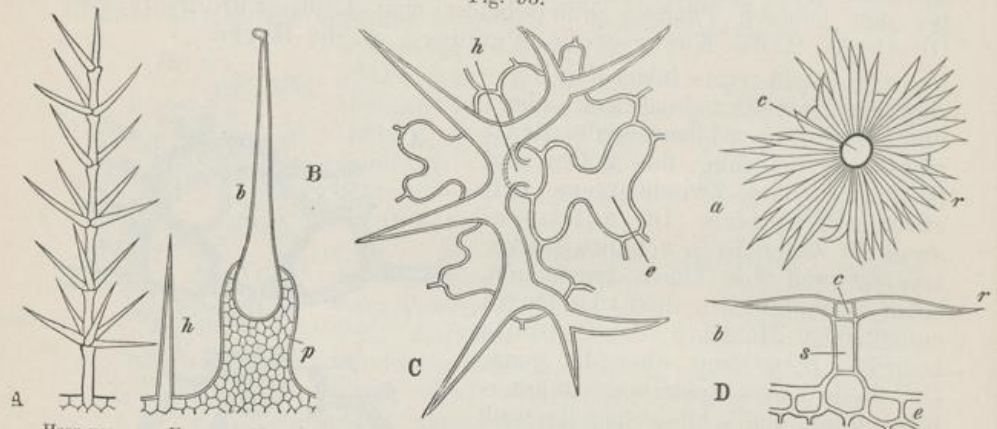
Oberhaut von der Unterseite des Blattes von *Helleborus foetidus*.
A im Querschnitt. B von der Fläche gesehen.
e Epidermiszellen, c Cuticula, S Spaltöffnungen,
s Schließzellen, a Atemhöhle, cl Mesophyll,
sp Spalte. (Vergr. 300 Mal.)

Spalt-
öffnungen.

Exkretion. Als Organ zur Sekretion nach außen (Exkretion) ist die Oberhaut mit Drüsen versehen, welche das Sekret einfach an der Oberfläche der Epidermis ausscheiden oder unter der Cuticula, wobei diese durchbrochen wird. Ersteres ist der Fall bei den meisten Nektarien der Blütheile, letzteres findet statt bei jungen Knospen, welche überwintern, z. B. bei denen der Rofskastanie; das Ausscheidungsprodukt bildet dann einen schützenden Überzug gegen die Temperatureinflüsse, sowohl gegen die Winterkälte als auch gegen Eindringen von Feuchtigkeit.

Trichome. Vielfach ist die Epidermis mit Haargebilden, Trichomen von verschiedener Gestalt und Funktion versehen. Sie entstehen meist durch

Fig. 93.



A Haar von Verbascum. B Haar von Urtica, h einfaches Haar, b Brennhaar mit Gewebepolster p. C Blasenförmiges Haar von Matthiola. D Schülerschuppe von Hippophae, a von oben, b im Durchschnitt durch die Blattfläche; e Epidermis, s Stiel, c zentrale Zelle, r Spalte. E Schildförmiges Spreuhaar von Asplenium. b die Anheftungsstelle.

Korkgewebe.

blätter, stehen bald einzeln in mannigfachen Formen, bald so dicht, dass sie einen Filz bilden. Sie dienen wahrscheinlich dazu, die Oberhaut gegen äußere Einflüsse, gegen zu große Verdunstung und Kälte zu schützen.

Die Brennhaare von *Urtica urens* enthalten eine scharfe Flüssigkeit (Ameisensäure) welche beim Abbrechen der glasartig spröden Spitze sich in die Wunde ergießt.

Korkgewebe, Periderm.¹⁾ Dieses Gewebe besteht aus abgestorbenen, protoplasmaleeren, luftführenden Dauerzellen, die sich also nicht

1) Von περί, ringsum, und δέρμα, Haut, Leder.

Auswachsen einer Epidermiszelle. Auf der Oberhaut der feinen Wurzelverzweigungen sind sie sehr zahlreich. Diese Wurzelhaare haben die Bestimmung, aus dem Boden die verflüssigte Nahrung aufzusaugen. Die Haare der Oberhaut oberirdischer Pflanzenteile, namentlich der Laub-

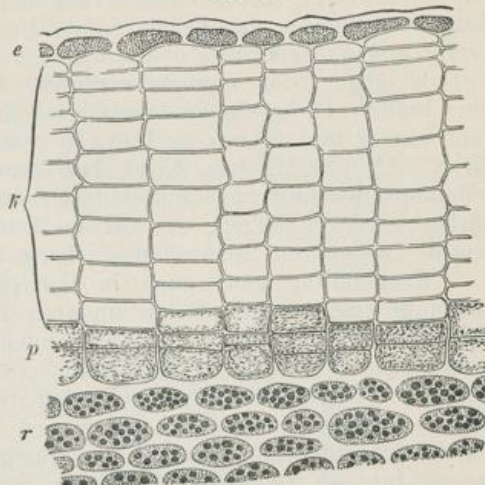
meh
dung
sie
nur
den
dure
aus
tief
gang
loge
bild
Zwe
stan
der
über
Dick
nich
reife
wer
ergä
Lau
Bild
der
vom
bild
der
Zell
den
sch

mit
der
nich
sie
cel
den
zu
dafs
der
höh
dür
zu
(l F
wir
jün
Zel
auf
so
sie

mehr teilen können. Sie sind lückenlos miteinander verbunden, ihre Wänden enthalten einen eigenen fettartigen Stoff, das Suberin, welcher sie für Wasser undurchdringlich macht. Das Korkgewebe findet sich nur bei in die Dicke wachsenden Pflanzenteilen; es entsteht durch Zellteilung eines eigenen aus der Epidermis oder einer tieferen Zellschicht hervorgegangenen Meristems, des Phellogens. Meist findet die Korkbildung schon statt an einjährigen Zweigen beim Wachstumsstillstand, wobei die grüne Farbe der Rinde in eine bräunliche übergeht. Da der Kork dem Dickenwachstum des Stengels nicht folgen kann, muß er einreissen; die so gebildeten Lücken werden dann durch Phellogen ergänzt. Auch das Abfallen der Laubblätter geschieht durch die Bildung einer Korkschicht an der Stelle, wo das Blatt sich vom Stengel trennt. Der Kork bildet sich oft unmittelbar unter der Oberhaut in der äußersten Zellschicht der Rinde, es müssen also alle außerhalb desselben liegenden Teile (das Hautgewebe) absterben, da ihnen die Wasserzufuhr abgeschnitten ist.

Entsprechend den Spaltöffnungen der Oberhaut ist das Korkgewebe mit Öffnungen versehen, welche sich an den Spaltöffnungsstellen der Epidermis bilden, wo die Korkzellen sich nicht lückenlos aneinander schließen; sie heißen Rindenporen oder Lenticellen und haben den Zweck, Luft zu dem lebensthätigen Rindenparenchym zu führen. Sie entstehen auf die Weise, daß unter den Spaltöffnungen Zellen der primären Rinde, welche die Atemhöhle einschließen, sich teilen und dünnwandige Zellen erzeugen, die sich zu einem lockeren Gewebe (Füllzellen) (l Fig. 95) zusammenschließen. Dieses wird von einer Zellschicht pl (Verjüngungsschicht) stetig vermehrt. Seine Zellen bräunen sich alsbald und üben auf die Epidermis einen Druck aus, so daß sie spaltenförmig aufreißt und so die Rindenporen oder Lenticellen sich bilden. Dem bloßen Auge zeigen sie sich als kleine längliche warzenförmige Höcker. Auf den Zweigen von

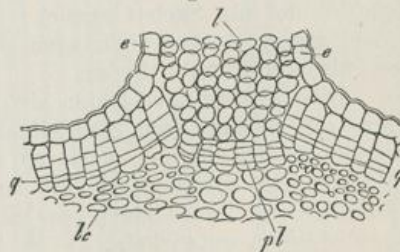
Fig. 94.



Phellogen.

Querschnitt durch das Korkgewebe eines jungen Zweiges von *Ailantus glandulosa*.
e die abgestorbene Epidermis, k Korkzellen, p Phellogen, entstehend aus der grünen Rinde r.
(Vergr. 350 Mal.)

Fig. 95.



Lenticellen.

Querschnitt durch eine Lenticelle auf der Rinde von *Sambucus nigra*.
e Epidermis, q Phellogen, l Füllzellen, pl Phellogen der Lenticelle, lc chlorophyllhaltiges Rindenparenchym.
(Vergr. 300 Mal.)

Sambucus nigra erscheinen sie als dunkle Punkte; bei der Korkeiche bilden sie tiefe Kanäle, die oft mit pulveriger Zellmasse angefüllt sind.

Eine fernere Aufgabe des Korkgewebes ist die, bei Verwundungen die bloßgelegten Gewebeschichten nach außen abzuschließen durch Bildung von Wundkork aus den nicht verletzten äußersten lebensfähigen Zellen. Man unterscheidet das Periderm als Lederkork, wenn die Zellen tafelförmig und flachgedrückt erscheinen. Die Zellen sind entweder dünnwandig oder mehr oder weniger verdickt. Letztere enthalten sehr oft gelbe oder braune Farbstoffe, welche Gerbstoffreaktion geben. Sind die Zellen dünnwandig und führen sie Luft, so erscheint der Kork weiß wie bei der Birke. Als elastischen Kork bezeichnet man das Periderm, wenn die Zellen dünnwandig groß und kubisch sind, denen allmählich flächere und stärker verdickte folgen, wie bei der Korkeiche. Oft finden sich im Korkgewebe Nester von Steinzellen als harte körnige Massen.

Korkbildung kann auch in tieferen Schichten, sogar in der vom Cambium erzeugten Rinde, sekundären Rinde, auftreten. Die außerhalb liegenden, aus Mangel an Wasserzuleitung vertrockneten Gewebeteile, welche also verschiedene Zellformen enthalten können, bezeichnet man dann als Borke. Sie ist sowohl den Wurzeln als den Stämmen eigen. Wenn die Phellogenbildung am ganzen Umfange des betreffenden Pflanzenteils gleichmäßig stattfindet, so erhalten wir die Ringelborke, wenn dagegen nur an Teilen des Umfanges, Schuppenborke.

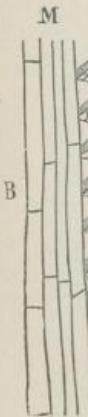
§ 26. Das Gefäßbündelsystem. Die Gefäßbündel (*Fibrovasalstränge*, *Leitbündel* oder *-stränge*) sind Gruppen bestimmter Zellenarten oder Gewebeformen, welche zu Bündeln vereinigt das Grundgewebe der höheren Pflanze durchsetzen; die gleichnamigen Gewebeformen stehen dabei im ganzen Pflanzenkörper unter sich in Verbindung, sodaß nicht nur die Gefäßbündelenden des Stammes in die Blätter übergehen, sondern die Bündel der Pfahlwurzeln schließen sich an die des Stammes an. Die Elemente der Gefäßbündel sind mit Ausnahme der Siebröhren gewöhnlich verholzt und fester als die des Grundgewebes, daher lassen sie sich leicht isolieren. Bei einem durch Raupenfraß zerstörten Laubblatte bleiben die Gefäßbündel als Skelett zurück; reißt man einen Stengel von Plantago in der Quere durch, so hängen sie wegen ihrer Zähigkeit als Fäden aus dem übrigen Gewebe heraus.

Die Gefäßbündel fehlen den niedrigsten Pflanzen; bei den Moosen schon differenziert sich ein Zellenkomplex von gestreckter Form aus dem übrigen Gewebe heraus, wodurch sie angedeutet werden. In ganz jungen Pflanzenteilen bestehen sie aus langgestreckten inhaltreichen Zellen, dem Procambium, aus denen sie sich allmählich zu den charakteristischen Gewebeformen entwickeln.

In ihrem Verlaufe stehen die Gefäßbündel der einzelnen Pflanzenteile in innigster Beziehung. Schon bei der Anlage des Blattes am Vegetationskegel geht der obere Teil des Gefäßbündels in den Blattstiel über, um die sogenannten Blattnerve zu bilden, während der untere Teil in den Stamm oder Stengel hinabsteigt (Fig. 105). Dort verlaufen dann die verschiedenen Bündel entweder parallel der Axe des Stammes, oder sie wenden sich aus den Blättern kommend zunächst zur Mitte des Stammes und biegen dann wieder nach außen zur Peripherie, um sich allmählich dünner

werde
Fall,
stamm
gewe
das
welch
Haut
welch
liegen
Mar
(Fig.
ein
und

nach



A Querschnitt
M Mark, B

werdend zu vereinigen; letzteres ist hauptsächlich bei den Monokotylen der Fall, ersteres bei den Dikotylen. Der Querschnitt eines jungen Dikotylenstammes zeigt die Gefäßbündel in einen Kreis gestellt, welcher das Grundgewebe in zwei Teile teilt, einen inneren Teil der Axe, das Mark, und einen äußeren, die primäre Rinde, welcher zwischen dem Gefäßbündelkreise und dem Hautgewebe liegt. Die Teile des Grundgewebes, welche zwischen den einzelnen Gefäßbündelsträngen liegen, also das Mark mit der Rinde verbinden, heißen Markverbindungen oder primäre Markstrahlen (Fig. 96, 102, 103). In der Wurzel findet sich nur ein zentrales Gefäßbündel, welches das Mark mehr und mehr einengt und zuletzt ganz beseitigt.

Jedes Gefäßbündel besteht aus zwei Teilen, dem nach innen zu gelegenen Holzteil, Xylem¹⁾ und dem

Fig. 96.

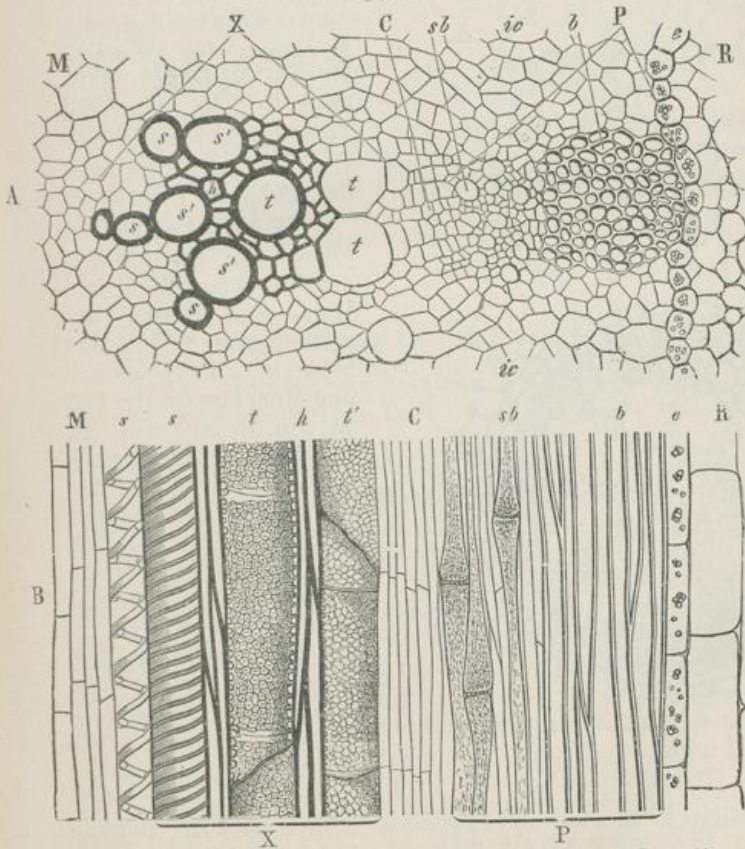


Mark.

Markstrahlen.

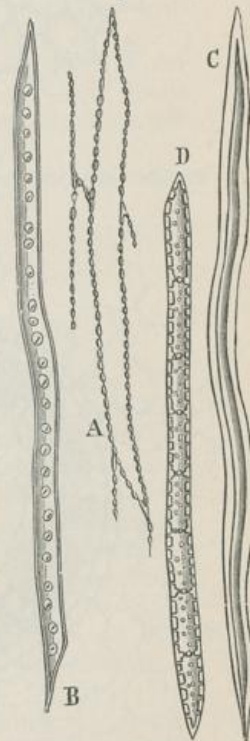
Schematischer Querschnitt eines Stammes mit Dickenwachstum. m Mark, h' Holzteil, b' Bastteil des Gefäßbündels, c Cambium, r Rinde, n Markverbindungen (nach Prantl).

Fig. 97.



A Querschnitt, B Längsschnitt durch den offenen Gefäßbündelstrang der Sonnenblume. M Mark, X Xylem, C Cambium, P Phloem, R Rinde, s Spiralgefäße, t Tüpfelgefäße, h Holzfasern, sb Siebröhren, b Bastfasern.

Fig. 98.

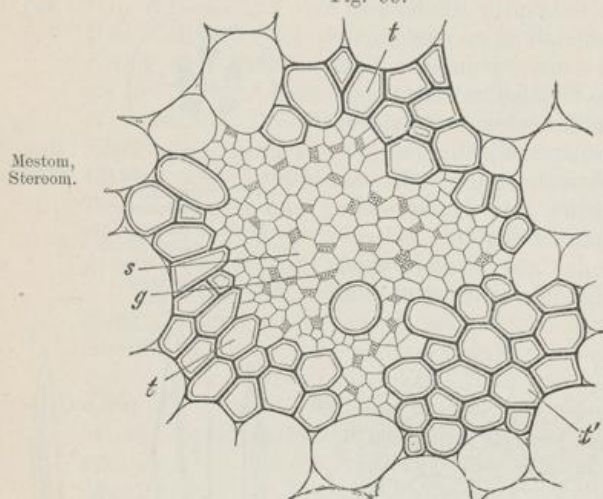


A Cambiumzellen im tangentialen Längsschnitt, B faserförmige Tracheide von aufsen gesehen, C Librifaser, D Holzparenchymgruppe im Durchschnitte gesehen, aus dem Holze der Eiche, durch Maceration isoliert. (Vergr. 150 Mal.)

1) ξύλον, Holz.

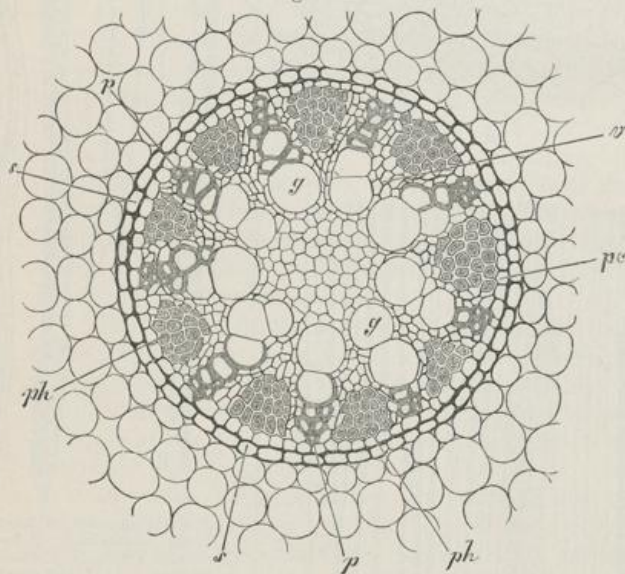
nach außen zu gelegenen Bastteil, Phloëm.¹⁾ Der Holzteil setzt sich zusammen aus Tracheen, Tracheiden, Libriform²⁾, oder Holzfasern und aus Holzparenchym (letzteres dient zur Leitung der Kohlenhydrate);

Fig. 99.



Querschnitt durch ein konzentrisches Gefäßbündel im Rhizom von Iris.
t Tracheen, s Siebröhren.

Fig. 100.



Querschnitt durch das radiale Gefäßbündel der Wurzel von Acorus Calamus.
s Endodermis, p Xylem, ph Phloëm, g junge und große Gefäße,
v Grundgewebe, pc Pericambium (nach Sachs).

1) *γλώσς*, Rinde. — 2) Bastähnlich. — 3) Von *σκληρός*, starr. — 4) Von *μετός*, saftig, voll. — 5) Von *στερός*, steif, fest. — 6) Von *ἀδρός*, derb, voll. — 7) Von *λεπίός*, fein, schmal.

der Holzteil besteht aus den Siebröhren, aus Sklerenchym³⁾ oder Bastfasern und aus Bastparenchym (Phloëmparenchym).

Die leitenden Teile der Gefäßbündel belegt man mit dem Kollektivnamen Mestom⁴⁾, saftführendes Gewebe, gegenüber dem aus verdickten, meist auch verholzten Zellen bestehenden, der Festigung des Pflanzenkörpers dienendem Stereom⁵⁾; die leitenden Teile des Xylems heißen Hadrom⁶⁾, diejenigen des Phloëms Leptom.⁷⁾

Wenn die Gefäßbündel nur aus den beiden Gewebegruppen, dem Holz- und Bastteil bestehen, wie es bei den höheren Kryptogamen und Monokotylen der Fall ist, so nennt man die Bündel geschlossen, sie sind nicht weiter wachstumsfähig; offen dagegen nennt man sie, wenn sie der Länge nach von einem Cambiumstrang durchsetzt werden, welcher in der Mitte zwischen dem Holz- und Bastteil liegt (Fig. 96 u. 97) und dem Dickenwachstume des Stammes dient, indem er nach der einen Seite Xylem, nach der anderen Phloëm bildet.

Off ist der Gefäßbündelcylinder von einer Zellschicht, der Schutzscheide oder Endodermis umgeben, deren Zellwandungen cuticularisiert sind. Sie dient dazu, den vorzeitigen Austritt der Nährstoffe aus den Leitbündeln in das sie umgebende Gewebe zu verhindern, ebenso macht sie vermöge ihrer geringen Dehnbarkeit den Druckunterschied in den Zellen der Gefäßbündel und den des umgebenden Gewebes unschädlich.

Der Bau oder die Lage der Gefäßbündel im Pflanzenkörper und die Anordnung der einzelnen Gewebeformen derselben ist je nach der Natur der Pflanzen eine verschiedene, man unterscheidet

1. Kollaterale Gefäßbündel, bei denen Xylem und Phloëm innerhalb des Stranges radial hintereinander liegen, so daß das Xylem dem Marke des Stammes, das Phloëm der Peripherie zugewandt ist (Fig. 97); der Querschnitt zeigt eine ringförmige Anordnung um das Mark.

2. Bikollaterale Gefäßbündel, bei denen dem Phloëm gegenüber auf der inneren Seite des Xylems ein zweiter Phloëmstrang liegt.

3. Konzentrische Gefäßbündel, bei denen der eine Teil, meist das Xylem, das Centrum des Bündels bildet und vom Phloëm umgeben wird (Fig. 99).

4. Radiale Gefäßbündel, bei denen der Holzteil, das Xylem, von der Mitte des Bündels ausgehend mehrere Strahlen bildet, zwischen denen ebenso viele Baststrahlen liegen, während der übrige Raum durch Grundgewebe ausgefüllt wird (Fig. 100).

Die radiale Anordnung der Gefäßbündel findet sich fast bei allen Wurzeln.

Die äußerste, unmittelbar an die Endodermis grenzende Zellschicht der Stränge heißt Pericambium (pc Fig. 100).

Der Cambiumring und das sekundäre Dickenwachstum.

§ 27. Während der Stamm der Monokotyledonen nach erfolgter Ausbildung der Gewebe kein Dickenwachstum mehr erfährt — mit Ausnahme einiger baumartiger Liliaceen —, dauert bei den Gymnospermen und Dikotyledonen das Dickenwachstum zeitlebens fort; es wird dies zu stande gebracht durch ein hohlcylinderförmiges, zwischen Gefäßteil und Siebteil liegendes Meristem, das Cambium, welches durch fortgesetzte tangential Teilung nach innen (dem Marke zu) Elemente des Holzes, nach außen (der Rinde zu) Elemente des Bastes bildet, dessen mittlere Schicht aber immer zart und teilungsfähig bleibt. Diese neuen Gebilde nennt man das sekundäre Xylem und Phloëm (sekundäre Holz- und Bastbündel), zum Unterschiede von den ursprünglichen gleichen Gewebeformen, welche ohne Thätigkeit des Cambiums entstanden waren (Fig. 101, 102 und 103). Die Elementarzusammensetzung beider ist ziemlich die gleiche.

Da man gewöhnlich alle außerhalb des Cambiums liegenden Gebilde mit Rinde — gegenüber dem Holze — bezeichnet, so nennt man den primären und sekundären Bastteil (*Phloëm*) auch primäre und sekundäre Rinde.

Mit der weiteren Neubildung von Gefäßbündeln muß das zwischenliegende parenchymatische Grundgewebe, die Markverbindungen, gleichen Schritt halten und dies geschieht dadurch, daß ein Teil desselben sich

Primäre und sekundäre Bündel.

durch tangentielle Teilung in eine Cambiumform umwandelt; das so entstehende Cambium schließt sich an das Gefäßbündelcambium an und bildet so einen auf dem Querschnitte erscheinenden Ring, den Cambiumring, welcher auch, da durch ihn der Umfang des Pflanzenkörpers zunimmt, Verdickungsring genannt wird. Das zuletzt gebildete Cambium heißt Interfascicularcambium, das der Gefäßbündel Fascicularcambium.

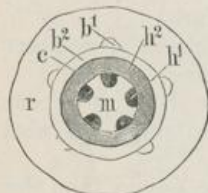
Außer den den Bestandteilen des primären Holzes äquivalenten Elementen treten in den sekundären Strängen tangentielle Parenchymplatten auf.

Interfascicularcambium.

Sekundäre Markstrahlen.

Die sekundären Markstrahlen. Sie unterscheiden sich von den Markverbindungen oder den primären Markstrahlen dadurch, daß sie nicht wie diese vom Mark bis zur Rinde reichen, sondern innerhalb des Gefäßbündels verlaufen. Diese Bildung von Markstrahlen ist nicht begrenzt, sondern nimmt mit dem fortschreitenden Dickenwachstume des Stammes zu, so daß sekundäre Markstrahlen erster, zweiter, dritter u. s. w. Ordnung entstehen.

Fig. 101.

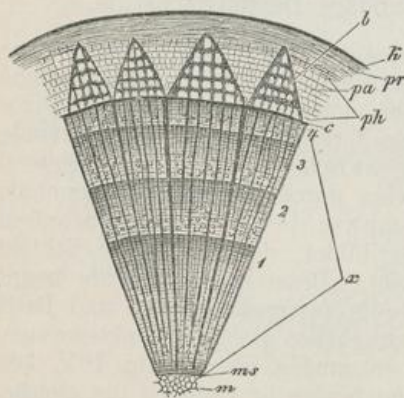


Schematischer Querschnitt eines in die Dicke wachsenden Stammes.

m Mark, r Rinde, h¹ primäres Holz, h² sekundäres Holz, b¹ primärer Bast, b² sekundärer Bast, c Cambiumring.

Auch bei den in die Dicke wachsenden Wurzeln findet sich ein Cambiumring, welcher dadurch entsteht, daß an der Innenseite der Siebstränge liegende parenchymatische Zellen durch tangentielle Teilung sich zu Cambium umbilden. Diese Bildung schreitet nach beiden Seiten gegen die Außenflächen der Holzstränge vor, bis sich ein kontinuierlicher Ring gebildet hat. Da auf der Innenseite der Siebstränge die tangentielle Teilung

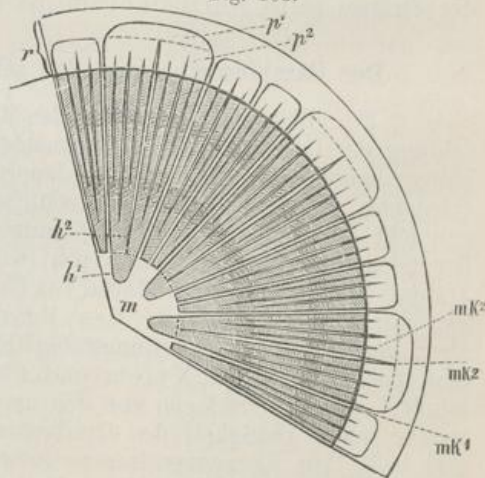
Fig. 102.



Teil eines Querschnittes durch einen vierjährigen Zweig von Tilia.

m Mark, ms Markscheide, x sekundäres Holz, c Cambiumring, 1 2 3 4 Grenze der Jahresringe, pa primärer Markstrahl, pr primäre Rinde, b Bastfasern, ph sekundäre Rinde, k Kork.

Fig. 103.



Schematischer Querschnitt durch einen Teil des Stengels mit Dickenwachstum.

m Mark, h¹ primäres, h² sekundäres Holz, c Cambium, r Rinde, p¹ primärer, p² sekundärer Bast, mk¹ primäre, mk² sekundäre Markstrahlen. Die gezeichneten Jahresringe deuten auf einen dreijährigen Stengel (nach Potonié).

am lebhaftesten ist, werden diese bald nach auswärts gedrängt, so daß der Cambiumring im Querschnitt kreisförmig wird.

Die zusammengesetzten Organe.

Nach Besprechung der einzelnen Gewebeformen und Gewebesysteme erübrigt noch, der Übersichtlichkeit halber, kurz die Anordnung derselben in den zusammengesetzten Organen, in dem Stamme, der Wurzel und im Blatte der für uns wichtigeren Pflanzenabteilungen zu betrachten.

I. Der Stamm.

§ 28. Den einfachsten Bau zeigt der Stamm der Kryptogamen. Bei den Laub- und Lebermoosen hat er keine Gefäßbündel, sondern besteht nur aus parenchymatischem Zellengewebe, dessen äußerster Teil chlorophyllhaltig und stark verdickt ist, sodafs eine deutliche Epidermis auftritt, die chlorophyllarme Unterseite entwickelt Wurzelhaare. Er ist mit wirklichen Blättern versehen, welche die Assimilation besorgen. Am höchsten ausgebildet ist der Stamm der Laubmoose; bei ihnen finden sich leitende Gewebezüge, welche aber aus ganz gleichartigen, gestreckten Zellen bestehen.

Der meist unverzweigte Stamm der Farnkräuter zeigt Mark, Rinde und geschlossene Gefäßbündel, welche oft von stark verholzten Zellen umgeben sind und sich nach den Blättern erstrecken. Bei einigen baumartigen Farnkräutern erscheinen innerhalb des Gefäßbündelkreises noch zahlreiche kleinere Gefäßbündel im Marke zerstreut (Fig. 104). Der Stamm hat gewöhnlich verkürzte Stengelglieder und bleibt in unserer Zone als Rhizom unter der Erde, während er in den Tropen sich zu beträchtlicher Höhe erhebt und Luftwurzeln treibt. Die Blätter entwickeln sich am Vegetationskegel und sind im jugendlichen Zustande uhrfederförmig aufgerollt.

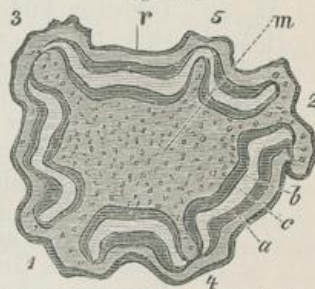
Der Stamm der Lycopodiaceen mit sehr verkürzten Stengelgliedern hat entweder einen einzigen Gefäßbündelkreis oder mehrere Gefäßbündel, welche durch parenchymatisches Gewebe voneinander getrennt sind.

Der Stamm der Monokotylen ist in der Jugend stets von einer Oberhaut bedeckt, welche als solche mit Cuticula und Spaltöffnungen versehen ist. Oft enthält dieselbe in den Zellwänden eingelagert Kieselsäure, wie bei den Gräsern. Die Rinde ist einfach, nur primär, aus Parenchym bestehend, in welchem oft stark verdickte Fasern auftreten. Die Gefäßbündel sind in sich abgeschlossen, im Grundgewebe zerstreut und stehen dem Rande zu dichter. Der Siebteil der Bündel liegt nach der Peripherie des Stammes zu.

Die Gefäßbündel drängen sich oft um das centrale Mark immer dichter zusammen, das die einzelnen Bündel trennende Parenchym wird kleinzelliger und ist stärker verdickt (Fig. 106).

Die Richtung der Gefäßbündel ist der Oberfläche des Stammes parallel; diejenigen Bündel, welche in die Blätter übergehen (Blattspurstränge) wenden sich nach ihrer Entstehung zunächst dem Marke zu und von da zur

Fig. 104.



Querschnitt durch einen tropischen Farnstamm.

a, b Schichten verholzter, fester Zellen,
c Gefäßbündel, m Mark, r Rinde, 1—5
Wülste der abgeworfenen Wedel.
(Natürliche Größe) (nach Schacht).

Stamm der
höheren
Krypto-
gamien.Stamm der
Mono-
kotylen.

Peripherie des Stammes, um dann in die Blätter überzugehen (Fig. 105). Häufig durchziehen die Gefäßbündel den Stamm eine Zeit lang ihm parallel

Fig. 105.



Verlauf der Gefäßbündel bei der Schwertlilie.

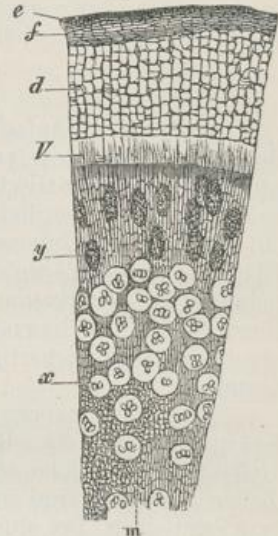
und verzweigen sich dann in einem Knoten auf die mannigfachste Weise, wie bei den Gräsern; diese Knoten bilden die Ansatzstelle der Blätter, das Mark schwindet dann meist sehr früh; der Stengel wird hohl.

Nur in den seltensten Fällen (bei *Dracaena*, *Yucca*) verdickt sich der Stamm der Monokotylen während der ganzen Lebensdauer, im übrigen ist das Dickenwachstum auf eine sehr kurze Zeit beschränkt.

Bei genannten baumartigen Liliaceen bildet sich aus den äußersten Schichten des Grundgewebes ein Teilungsgewebe, welches nach Art des Cambiums nach beiden Seiten hin neues Gewebe hervorbringt und so ein unbegrenztes Dickenwachstum bedingt. Nach innen zu werden diese cambialen sehr langen Zellen zu Parenchymzellen, durch welche das Grundparenchym seinen Zuwachs erhält, nach außen zu bilden sich in dem neuen Gewebe Gefäßbündel durch Längsteilung. Die

Gefäßbündel enthalten einen Xylem- und einen Bastteil. Es entsteht dann auch ein auf dem Querschnitte ringförmig erscheinendes Teilungsgewebe, ein Verdickungsring (Fig. 106).

Fig. 106.



Querschnitt durch den Stamm von *Dracaena*.
f Korkschicht, d Rindenparenchym,
V Verdickungsring, y später entstandene Gefäßbündel, x früher entstandene, m Mark, e Epidermis.
(Vergr. 20 Mal, nach Schacht.)

Stamm der Dikotylen.

Bei den Dikotylen und Gymnospermen ist der Stamm im jugendlichen Zustande gleichfalls mit einer Oberhaut bedeckt. Bei dem von innen her erfolgenden Dickenwachstum muß dieselbe mancherlei Veränderungen erfahren. Sie vermag der dadurch bedingten Ausdehnung nicht zu folgen, sie wird gesprengt, und es entsteht als Ersatz der absterbenden Epidermis der Kork. Die Gefäßbündel sind offen, sie bilden einen durch die Markstrahlen unterbrochenen Ring um das centrale Mark, nach außen die primäre Rinde, nach innen das primäre Holz darstellend; zwischen beiden Gewebeformen liegt das Cambium. Durch die Thätigkeit des letzteren entsteht innerhalb der ursprünglichen Bündel die sekundäre Rinde und das sekundäre Holz. Zwischen den ursprünglichen Bündeln liegen die Markverbindungen, innerhalb der durch die Thätigkeit des Cambiums entstandenen Gefäßbündel verlaufen die sekundären Markstrahlen.

Der sekundäre Holzkörper ist stets mächtiger entwickelt als der entsprechende Bastteil. Derselbe besteht beim Nadelholz aus faserförmigen Tracheiden, bei den Dikotylen aus Gefäßen, Sklerenchym- oder Holzfasern (Libriform) und aus Holzparenchym, von denen die Libriformfasern

bei den Laubbäumen, Sträuchern und stärkeren Stengeln die Grundmasse bilden, dem das Holzparenchym und die Gefäße eingestreut sind. Die im Holze vorkommenden Sekretbehälter sind Milchröhren und Krystallschläuche und die besonders in den Nadelhölzern reichlich auftretenden Harzgänge. Im Bastkörper finden sich als Sekretbehälter häufig Milchröhren, Schleim- und Krystallschläuche, auch Harzgänge.

Die innersten und ältesten Teile des Holzkörpers grenzen an das centrale Mark, ein parenchymatisches, meist zartwandiges, oft jedoch auch dickwandiges Gewebe und bilden hier die Markscheide (Fig. 102 ms).

Mark-
scheide.

Nur bei tropischen Bäumen schreitet das Dickenwachstum durch die Thätigkeit des Cambiumringes ununterbrochen fort, bei allen anderen, bei sämtlichen Bäumen unserer Zone tritt im Winter ein Stillstand im Wachstum ein. Beim Erwachen der Vegetation im Frühjahr beginnt dann das Cambium seine Thätigkeit aufs neue, zu beiden Seiten des Verdickungsringes werden neue Zellenlagen gebildet; diese sind dünnwandiger und weitlumiger als die im Herbst gebildeten, so muß also ein Unterschied in der Konsistenz des Holzes sichtbar werden als die Grenze zwischen dem Frühjahrs- und dem Herbstholze. Man nennt diese die Jahresringe (Fig. 102); sie fallen dadurch auf, daß die letzten Holzzellen des Jahresringes, „die Grenze“, abgeplattet sind; sehr deutlich sind sie bei den Nadelhölzern.

Jahresringe.

Die Härte und Festigkeit des Stammholzes wird teils durch die Verdickung und Verholzung der Zellen, teils durch Einlagerung von anorganischen Stoffen, als Kalk und Kieselsäure, teils durch die Verschlingung der Holzbündel um die Markstrahlen herum bedingt; im letzteren Falle entsteht das Maserholz. Das innere schon saftlose Holz nennt man Kernholz, es ist fester und dunkler als das junge Holz, Splint genannt, dessen Elemente noch Saft führen.

Masern,
Kernholz
Splint.

II. Das Blatt.

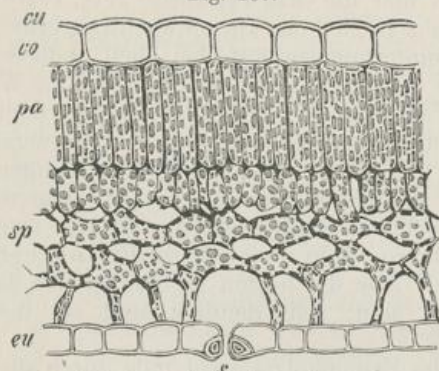
§ 29. Der Bau des Blattes ist verschieden je nach der Lebensweise der Pflanzen, denen es angehört, und nach der Funktion. So unterscheiden sich die Blätter der Wasserpflanzen von denen der Luft- oder Erdpflanzen und zwar bezieht sich dieser Unterschied hauptsächlich auf die Oberhaut.

Alle grünen Blätter haben wenigstens an einer Seite, meist an der Unterseite Spaltöffnungen, oft finden sie sich aber auf beiden Seiten. Die im Wasser untergetauchten Blätter haben gar keine Spaltöffnungen, die auf dem Wasser schwimmenden nur an der Oberseite, da sie auf der Unterseite unnütz wären. In der Blattfläche der Wasserpflanzen kommen zuweilen größere kammerförmige Lufträume vor.

Wesentlichen Anteil an der anatomischen Gestaltung des Blattes (Laubblattes) haben die Gefäßbündel; sie zweigen sich von den im Stamme der Längsaxe parallel laufenden Bündeln ab und treten seitlich aus und zwar so, daß der Bastteil unten, der Holzteil oben liegt. Bleiben die Bündel nach ihrem Austreten noch eine Weile vereinigt, so wird das Blatt gestielt, verzweigen sie sich aber sofort durch die Blattspreite, so wird es sitzend.

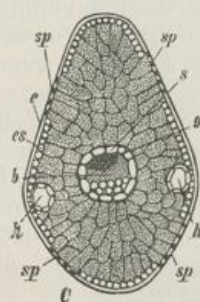
Zwischen der Oberhaut der Ober- und Unterseite der Blätter befindet sich chlorophyllhaltiges Gewebe, welches hier Mesophyll heißt. Dasselbe ist entweder zentrisch, durchaus gleichmäßig (Fig. 108) oder bifacial, d. h. es tritt in zwei Formen auf: es ist locker, mit weiten Intercellularräumen versehen auf der Seite, auf welcher die Oberhaut Spaltöffnungen hat (Schwammparenchym), dagegen dicht und pallisadenförmig auf der Seite, wo diese der Oberhaut fehlen (Pallisadenparenchym (Fig. 107).

Fig. 107.



Querschnitt durch einen Teil der Blattfläche von *Betula alba*.
 cu Cuticula, co Epidermis der Oberseite ohne Spaltöffnungen, eu Oberhaut der Unterseite mit Spaltöffnungen s, pa Pallisadenparenchym, sp lockeres Schwammparenchym (nach Prantl).

Fig. 108.



Querschnitt durch die Fichtennadel mit zentrischem Parenchym.
 e Epidermis, sp Spaltöffnungen, s Endodermis, h Harzgänge, g Holzteil, b Bastteil des Gefäßbündels.

Ähnlich den Laubblättern verhalten sich die Kelchblätter.

Die Blumen- oder Kronenblätter, bezw. das Perigom stehen von den Blattgebilden der Blüte den Laubblättern am nächsten, ihr Bau ist jedoch viel zarter. Sie bestehen aus feinwandigem Parenchym, ihre Oberfläche ist mit einer Oberhaut bedeckt, deren Zellen oft papillenartig vorspringen, wodurch das sammetartige Aussehen bedingt wird. Die bunte Farbe rührt von gefärbtem Zellsaft oder von Farbstoffkörperchen her. Auch noch beim Staubgefäß tritt die Natur des Blattes hervor. Die Mitte des Staubfadens und des Konnectivs bildet ein Gefäßstrang, welcher der Mittelrippe des Laubblattes entspricht, während die beiden Antherenfächer den Hälften der Blattspreite zu vergleichen sind. Die Fruchtblätter, Karpella, sind blattartige Organe von verschiedener Konsistenz, welche zum Fruchtknoten verwachsen, sie bilden den innersten Cyklus der Blüte. Ihre Zahl läßt sich fast immer schon äußerlich durch die Nähte des Fruchtknotens erkennen.

Näheres hierüber siehe bei der Blüte und Befruchtung.

III. Die Wurzel.

§ 30. Die Wurzel hat eine Oberhaut, welche in der Jugend mit zarten Haaren besetzt ist, später tritt an ihre Stelle Kork und Borke, so daß die älteren Teile zur Aufnahme der Bodennahrung nicht mehr geeignet sind. Sie ist stets mit einer Wurzelhaube versehen, welche aus abgestorbenen Zellen besteht, und wächst an der Spitze durch Weiterrücken,