Zellfusionen werden auch oft durch Verschmelzung von eng zusammenliegenden, nicht in die Länge gestreckten Zellen gebildet; dieselben werden als Drüsen bezeichnet und kommen nicht nur an der Oberfläche, sondern auch im Innern der Organe (innere Drüsen) vor.

2. Kapitel.

Die Gewebe.

Die durch Teilung entstandenen Pflanzenzellen bleiben außer bei den niederen Kryptogamen zu einem Gewebe verbunden. Als ein Gewebe kann ein Komplex von Zellen gleicher Gestalt, welche in engem Zusammenhange miteinander stehen, betrachtet werden. Die Gewebe selbst treten wieder zu den Gewebesystemen zusammen, die durchaus nicht gleichartige Zellen zu enthalten brauchen, aber mit Rücksicht auf ihre Aufgabe im Leben der Pflanze zusammengehörende Gruppen von Geweben umfassen. Man unterscheidet Hautgewebesystem, Grundgewebesystem und Gefäßbündelsystem.

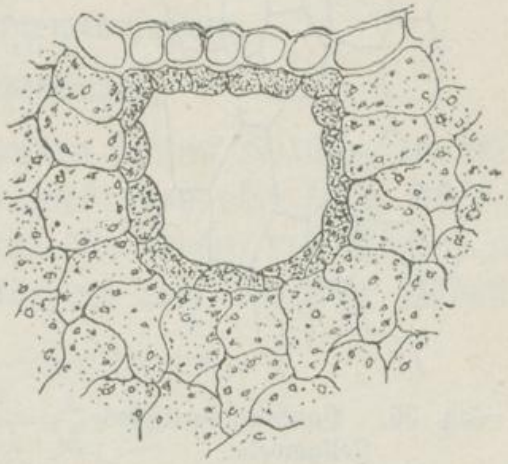


Fig. 34. Lysigener Interzellularraum (Ölbehälter) aus dem Blatt von Dictamnus. Vergrößert.

Diejenigen Teile einer Pflanze, in denen sich eine Differenzierung der Gewebe noch nicht vollzogen hat und die Zellen noch in rascher Teilung begriffen sind, bezeichnet man als Meristeme oder Teilungsgewebe, während man im Gegensatz hierzu alle anderen Teile Dauergewebe nennt. Ein Meristem selbst kann wieder ein Urmeristem oder ein Folge-

meristem sein. Urmeristem nennt man dasjenige Teilungsgewebe, welches bereits im Embryo der Pflanze vorhanden ist und bei der weiteren Entwicklung der letzteren sich an ihren Vegetationspunkten befindet. Alle von diesem Urmeristem sich abzweigende Meristime, welche sich durchaus nicht immer an den Vegetationspunkten befinden, sondern sogar sehr oft zwischen Dauergewebe liegen, werden primär genannt. Ein

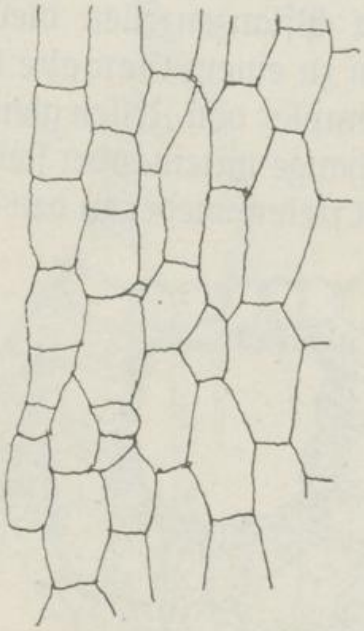


Fig. 35. Parenchymatisches Zellgewebe.

Fig. 36. Prosenchymatisches Zellgewebe.

Folgemeristem oder sekundäres Meristem entsteht, wenn aus einem bereits ausgebildeten Dauergewebe durch plötzliche Wiederaufnahme der Zellteilungen ein Teilungsgewebe hervorgeht.

Die Zellen eines Meristems schließen meist eng und lückenlos aneinander; bei dem Übergang in Dauergewebe bleibt dieser lückenlose Zusammenhang zwar oft bestehen, meist aber bilden sich kleinere oder größere Lücken, Interzellular-

räume oder Zwischenräume, zwischen den Zellen. Dieselben verdanken ihren Ursprung meist einem einfachen Auseinanderweichen der Zellen und werden dann schizogen genannt; lysigen nennt man Interzellularräume, welche aus Zellen selbst, durch Auflösung oder Zerreißung derselben, hervorgehen (Fig. 34).

So verschieden die Zellen der Gewebe auch gestaltet sein mögen, es lassen sich doch nach der Form der Zellen zwei Grundtypen der Gewebe erkennen: Parenchym (Fig. 35) und Prosenchym (Fig. 36). Die Zellen des Parenchyms sind meist nicht viel länger als breit, dünnwandig, gewöhnlich reich an Protoplasma, diejenigen des Prosenchyms dagegen vielmals länger als breit, dickwandig, an den Enden zugespitzt, inhaltsarm. Zwischen beiden Gewebeformen kommen natürlich verschiedene Übergänge vor.

a. Das Hautgewebesystem.

1. Die Epidermis.

Bei den niederen Kryptogamen kommt es nicht zur Bildung eines besonderen Hautgewebes; wohl aber kann, wie bei manchen hoch entwickelten Algen (Florideen) und Pilzen, an der Oberfläche des Pflanzenkörpers eine derartige Ausbil-

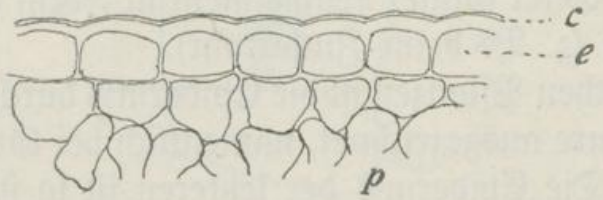


Fig. 37. Querschnitt durch die Epidermis eines Laubblattes. c Cuticula, e Epidermis, p Blattparenchym.

dung des Grundgewebes auftreten, daß die bei höheren Pflanzen durchweg vorhandene Hautschicht ersetzt wird. Bei den farnartigen Pflanzen und bei den Phanerogamen ist dagegen eine besonders ausgebildete Hautschicht, die Oberhaut, Epidermis, vorhanden (Fig. 37). Dieselbe besteht aus meist nur

einer Lage lückenlos aneinanderschließender Zellen, welche oft sehr eigenartige Formen zeigen. Über die Epidermis verläuft ein dünnes, zusammenhängendes Häutchen, die Cuticula, welches trotz seiner Zartheit außerordentlich fest und widerstandsfähig ist und namentlich der Wasserverdunstung einen großen Widerstand entgegensetzt. Die Cuticula entsteht aus den äußersten Zellwandschichten der Epidermiszellen und ist wie die Außenwände dieser Zellen überhaupt stark kutinisiert, d. h. durch Einlagerung von Kutin, einem dem Kork ähnlichen, aber von ihm verschiedenen Stoff besonders widerstandsfähig gemacht. Noch einen anderen Schutz zeigt die Epidermis sehr häufig, der die Wasserverdunstung herabsetzt, nämlich eine Durchtränkung der Außenwände mit Wachs. Zuweilen ist die Cuticula auch noch mit einem Wachsüberzug versehen, der in Form von Körnchen, dicht aneinander gedrängten Stäbchen oder zu Krusten vereinigten Schüppchen einen Reif auf den betreffenden Pflanzenorganen bildet. Bei der peruanischen Wachspalme (Ceroxylon andicola) bildet sich auf den Blättern eine 2—5 mm dicke Wachsschicht (Pflanzenwachs). Auch der eigenartige Reif auf unseren Pflaumen besteht aus Wachs. Ebenso wird auf den Stengeln und namentlich auf den Knoten vieler Gräser Wachs meist in Form von Stäbchen abgeschieden (z. B. beim Zuckerrohr).

Bei manchen Pflanzen ist die Epidermis durch Einlagerung von Kieselsäure ausgezeichnet, namentlich bei Gramineen und Equiseten. Die Epidermis der letzteren ist so stark verkieselt, daß man durch Glühen ihre Form nicht zerstören kann, sondern ein Kieselskelett von ihr erhält. Der Inhalt ist meist arm an Protoplasma, gewöhnlich farblos, Chlorophyllkörner fehlen meist und sind nur bei Farnen und einigen wenigen Phanerogamen gefunden worden.

Der Gasaustausch, der bei den Pflanzen eine sehr große Rolle spielt, würde durch die Epidermis mit ihrer Cuticula

fast vollständig unterdrückt werden, wenn nicht durch die Spaltöffnungen (Fig. 38 I sp) in hinreichender Weise dafür gesorgt wäre. Diese Spaltöffnungen bestehen aus je einem

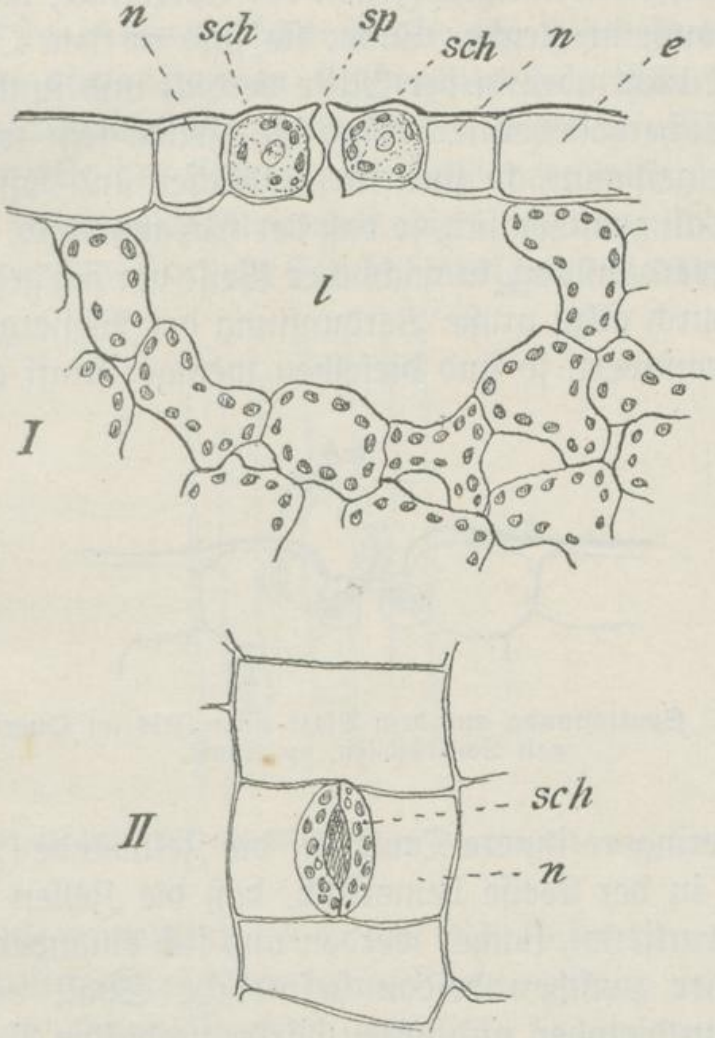


Fig. 38. I Spaltöffnung im Querschnitt (Tradescantia virginica). sch Schließzellen, sp Spalt, l Lufthöhle, n Nebenzellen, e Epidermiszellen. II Spaltöffnung von oben. sch Schließzelle, n Nebenzelle.

Paar kleiner ellipsoidischer, oft etwas wurstförmig gestalteter, stets chlorophyllführender Zellen, den Schließzellen, welche schon sehr frühzeitig durch Teilung aus einer Epidermiszelle hervorgehen und im Gegensatz zu den übrigen, eng

miteinander verbundenen Zellen der Oberhaut zwischen sich eine Öffnung lassen, die je nach dem Bedürfnis des Gasaustausches erweitert oder verengert wird. Die Zellen selbst liegen teils tiefer als die übrigen Zellen der Epidermis, teils höher, zuweilen auch in gleicher Linie; sie sind an der Ober- und Unterseite, nicht aber in der Mitte verdickt und funktionieren wie ein Sicherheitsventil. Sind die Zellen sehr wasserreich und straff gespannt, so sind sie rundlicher und lassen einen weiten Spalt zwischen sich, so daß der Gasaustausch, also auch die Wasserverdunstung, in reichlicher Weise vor sich gehen kann. Ist aber durch allzu große Verdunstung der Wassergehalt der Zellen vermindert, so sind dieselben weniger straff gespannt,

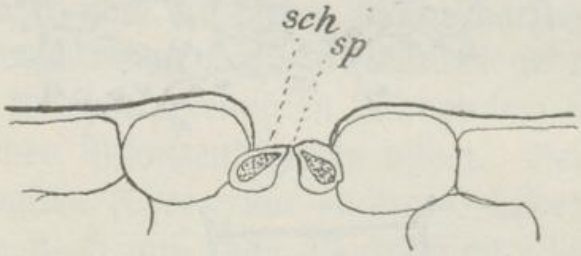


Fig. 39. Spaltöffnung aus dem Blatt einer Iris im Querschnitt. sch Schließzellen, sp Spalt.

und der geringere innere Druck auf die Zellwände (Turgor) macht sich in der Weise bemerklich, daß die Zellen an ihrer Rundung verlieren, flacher werden und sich einander nähern, wodurch der zwischen beiden befindliche Spalt verkleinert wird. Denn die oben und unten stärker verdickten Wände der Schließzellen bringen naturgemäß bei verringertem Inhalt eine Streckung nach der Richtung der unverdickten Stellen der Membran mit sich. Auf diese Weise wird dann der Gasaustausch und die Verdunstung herabgesetzt und dem jeweiligen Bedürfnis der Pflanze angepaßt.

Spaltöffnungen finden sich schon in sehr einfacher Form in der oberen Zellschicht der Kapseln einiger Moose; bei einem

Lebermoos, Marchantia polymorpha, kommt es wenigstens zur Ausbildung einer Atemöffnung, die allerdings von dem Bau anderer Spaltöffnungen sehr verschieden ist. Auch bei den Farnkräutern sind die Spaltöffnungen recht verschieden gestaltet, so bei Aneimia fraxinifolia, wo die beiden Schließzellen von einer einzigen Epidermiszelle umschlossen sind. Diese eigentümliche Lagerung kommt dadurch zustande, daß die Mutterzelle der Schließzellen aus der Epidermiszelle in der Weise herausgeschnitten wird, wie man etwa mit dem Korkbohrer aus einem Kork ein Stück herausschneidet. Bei anderen

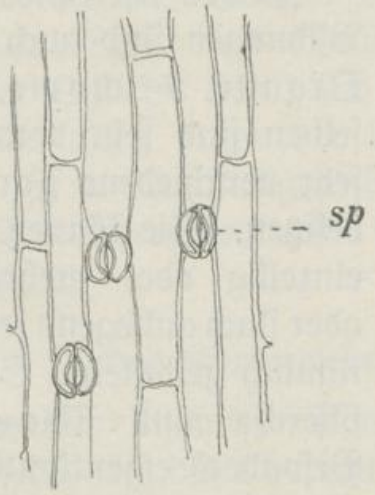


Fig. 40. Epidermis mit Spaltöffnungen (sp) von Leucojum vernum.

Farnen und namentlich bei vielen Monokotyledonen werden auch die den Schließzellen benachbarten Zellen mit bei der Bildung der Spaltöffnungen beteiligt; sie weichen dann in der Form von den Epidermiszellen etwas ab und werden Nebenzellen genannt.

Die Spaltöffnungen liegen stets über größeren Interzellularräumen, Luftkammern oder Atemhöhlen, durch welche der weitere Gasaustausch mit den benachbarten Zellen vermittelt wird. Mehr oder weniger kommen allen der Luft ausgesetzten Pflanzenteilen Spaltöffnungen zu; namentlich

reichlich vorhanden sind sie auf der Unterseite der Laubblätter, während sie der Oberseite zuweilen ganz fehlen können. Den Wurzeln fehlen die Spaltöffnungen vollkommen; auch untergetauchten Organen gehen sie oft ab.

Manche Pflanzen (z. B. Tropaeolum majus) besitzen an den Nervenendigungen der Blätter ähnlich gebaute Organe, die aber nicht dem Gasaustausch dienen, sondern der Abscheidung von flüssigem Wasser, und daher Wasserspalten genannt werden.

Fig. 41. Brennhaar von Urtica dioica.

Zu den der Epidermis angehörenden Bildungen sind auch die haarartigen Organe, Trichome, zu rechnen. Dieselben sind sehr verbreitet und können sehr verschiedene Form und Ausbildung besitzen. Sie können einfach, verzweigt, einzellig oder mehrzellig, aufgerichtet oder flach anliegend sein. Auch die eigentümlich gestalteten Schuppen von Shepherdia und Elaeagnus sind Haare. Besonders eigentümlich gebaut sind die Drüsenhaare vieler Pflanzen, bei denen sich zwischen den Zellen des Haares und der abgehobenen Cuticula (z. B. Juglans regia) ein Sekret anhäuft. Die Brennhaare der Brennessel (Urtica) bestehen aus einer einzigen langgezogenen spitzen, unten bauchig erweiterten Zelle, welche mit dem bauchig angeschwollenen Teil in einen Träger des darunterliegenden Gewebes eingesenkt ist. An dem Aufbau dieses Trägers beteiligt sich auch das unter der Epidermis liegende Gewebe. Das Haar endigt oben in ein stark verkieseltes Köpfchen, welches bei Berührung in die Haut eindringt und abbricht, so daß sich der starkes

Brennen verursachende Inhalt der Zelle in die kleine Wunde ergießen kann. Der das Brennen verursachende Stoff ist noch unbekannt.

Bei manchen haarartigen Gebilden beteiligt sich aber außer der Epidermis auch noch das darunter liegende Gewebe am Aufbau, man nennt sie dann Emergenzen. Solche Emergenzen sind beispielsweise die Drüsenhaare von Drosera, welche an ihrer Oberfläche eine schleimige klebrige Substanz absondern, an der kleine Insekten hängen bleiben und verdaut werden. Bei anderen haarartigen Gebilden werden schleimige oder harzige Substanzen zwischen Oberhautzellen und Cuticula abgesondert (Drüsenzotten an jungen Knospen), oder der Schleim bildet sich durch Quellung der äußeren Membranschichten unter der Cuticula (Leimzotten oder Kolleteren). Zu den haarartigen Gebilden gehören auch die Stacheln, z. B. bei den Rosen, die hier fälschlich Dornen genannt werden.

2. Das Korkgewebe.

Manchen, namentlich einjährigen Pflanzen kommt als Hautgewebesystem ausschließlich die Oberhaut zu. Bei mehrjährigen Pflanzen wird dagegen die Epidermis durch ein darunter liegendes Gewebe, Korkgewebe oder Periderm, in ihren Funktionen unterstützt. Dasselbe besteht aus eng aneinanderliegenden, meist sehr regelmäßigen, tafelförmigen Zellen und nimmt bald einen sehr geringen, bald einen ziemlich mächtigen Raum ein. Besonders stark entwickelt ist es bei der Korkeiche. Bei unseren einheimischen Pflanzen erreicht er bei der Rüster (Ulmus campestris) und dem Feldahorn (Acer campestre) die größte Ausdehnung.

Das Korkgewebe geht aus einer unter der Epidermis oder etwas tiefer in der Rinde gelegenen Schicht, dem Korkkambium oder Phellogen, hervor, welches nach außen zu Korkzellen

(Periderm), oft nach innen zu ein als Phelloderm bezeichnetes Gewebe abscheidet. In der Korkschicht finden sich Öffnungen, die als Rindenporen oder Lenticellen bezeichnet werden. Sie werden dadurch gebildet, daß zwischen den Korkzellen Gruppen nicht verkorkter und nicht lückenlos aneinander schließender Zellen, die auch länger als die Korkzellen Plasma führen, entstehen, welche die Epidermis sprengen und so einen Gasaustausch nach dem Innern durch die Korkschicht gestatten. Die Epidermis stirbt über dem Periderm nach und nach ab und wird oft mit dem ältesten Teil des Periderms abgestoßen. Ent-

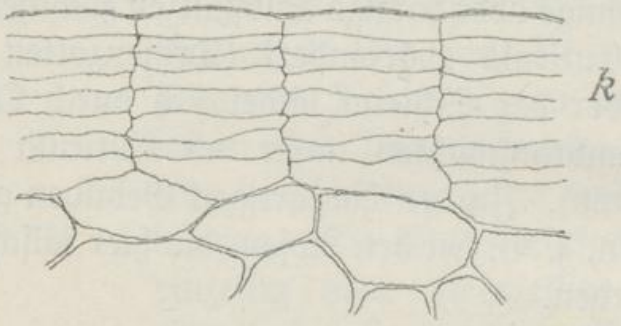


Fig. 42. Korkgewebe aus der Schale der Kartoffel. Vergrößert.

steht das Korkgewebe in der Rinde, so sterben auch die äußeren Teile der Rinde mit ab, und es entsteht aus den abgestorbenen Rinden- und Peridermschichten die Borke, welche ebenfalls bei weiterer Entwicklung abgestoßen wird, da in jedem Jahr eine neue Schicht Rinde und Periderm hinzukommt. — Das Korkgewebe ist sehr verbreitet, es findet sich nicht nur an Stamm und Zweigen der Holzgewächse, sondern auch z. B. in der Schale der Kartoffelknolle. Verkorkte Zellwände kommen außerdem noch häufig den Harze und Öle führenden Zellen zu.

b. Das Grundgewebesystem.

Das Grundgewebe besteht vorzugsweise aus parenchymatischen Zellen, mitunter neben solchen auch Kollenchym oder

Sklerenchym enthaltend. Bei den Monokotyledonen füllt das Grundgewebe den ganzen Stamm zwischen den Gefäßbündeln aus, bei den Dikotyledonen und Gymnospermen bildet es das Mark, den zentralen Teil des Stammes, die von diesem ausgehenden und radial zwischen den Gefäßbündeln verlaufenden Markstrahlen und einen sehr verschieden großen, zwischen dem Hautgewebe und den Gefäßbündeln liegenden Teil, welcher als Grundgewebe der Rinde bezeichnet wird. Bei den Gymnospermen und Dikotylen tritt das Grundgewebe oft sehr gegen das Gefäßbündelsystem an Masse zurück. Reichlich entwickelt ist das Grundgewebe in allen Blättern, wo es hauptsächlich die Aufgabe hat, der Assimilation zu dienen. Sehr reichlich ist es auch in vielen Früchten entwickelt, z. B. im Apfel, wo es fast die ganze Masse zwischen der Schale und dem Kerngehäuse ausmacht, ferner in der Schneebeere (Symphoricarpus ramosus), wo die einzelnen Zellen des Grundgewebes sich bei der Reife voneinander lösen, so daß man sie mit einer Nadel im Wassertropfen zerteilen kann. Ebenso ist es in den Knollen und Zwiebeln, oft auch in den Rhizomen und zu Reservestoffbehältern irgendwelcher Art umgewandelten Organen vertreten. Bei den niederen Pflanzen, z. B. bei den höher entwickelten Algen und vielen Moosen, kann man eigentlich überhaupt nur von Grundgewebe reden, soweit es sich bei diesen Pflanzen um echte Gewebe handelt und die gewebeartigen Bildungen nicht durch nachträgliche Verwachsung der Zellen zustande kommen (Pseudoparenchym), also gar keine echten Gewebe sind.

Dem Grundgewebe fällt hauptsächlich die Aufgabe zu, die Nährstoffe zu verarbeiten und Reservestoffe zu speichern; demgemäß ist der Innenraum der Zelle, also der Arbeitsraum, in der Regel verhältnismäßig groß, die Zellwände dünn, der Gehalt an Protoplasma bedeutend gegenüber den Zellen des Hautgewebesystems und denen des Gefäßbündelsystems. Auch

ist das Gewebe meist reich mit Interzellularräumen, die ein vollständiges Durchlüftungssystem bilden, durchsetzt, die bei manchen Arten, namentlich Wasserpflanzen, verhältnismäßig riesige Dimensionen annehmen können. Eigentümliche Bildungen sind die bei manchen Pflanzen, z. B. bei den Aroideen, bei Nymphäaceen und beim Teestrauch, auftretenden Grundgewebshaare (Idioblasten), welche oft die wunderbarsten

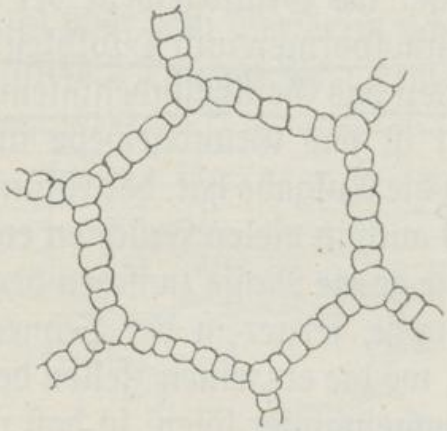


Fig. 43. Große Interzellularräume im Stengel von Nuphar.

verzweigten Gestalten annehmen. Bei Nuphar sind in die Membran derselben kleine zahlreiche Kristalle von oxalsaurem Kalk eingelagert.

Wo das Grundgewebe außer den angegebenen Aufgaben auch noch zur Festigung der Pflanze dienen soll, wird es entweder durch Sklerenchymfasern oder durch Kollenchym verstärkt. Erstere treten in Form von langen dünnen, nadelförmigen, zugespitzten Zellen mit stark verdickten Zellwänden auf, letzteres bildet, namentlich in jungen, noch wachsenden Stengelteilen, Gewebe, die aus unverholzten, aber in den Ecken oft sehr stark verdickten Zellen bestehen.

c. Das Gefäßbündelsystem.

Schon bei den Moosen treten in den Blattrippen, teilweise auch im Stengel, Bündel langgestreckter Zellen auf, welche in

einfachster Form der Leitung dienen und deshalb Leitbündel genannt werden; echte Gefäße oder Siebröhren kommen in ihnen nicht vor, sondern treten erst bei den Farnen und Phanerogamen auf. Hier treten Gefäßteil (Vasalteil, Xylem, Hadrom) und Siebteil (Cribralteil, Phloem, Leptom) zu dem oft aus sehr verschiedenartigen Zellelementen zusammengesetzten Gefäßbündel zusammen.

Die Gefäßbündel liegen bei den Monokotyledonen zerstreut im Grundgewebe des Stammes, nach der Peripherie zu dichter, aber meist auch kleiner werdend. Bei den Gymnospermen und Dikotyledonen bilden die Gefäßbündel dagegen die Hauptmasse des Stammes, das Grundgewebe tritt mehr zurück und ist oft nur auf Mark, Markstrahlen und Rindenparenchym beschränkt. Die Gefäßbündel laufen meist in die Blätter aus und werden dann Blattspurstränge genannt; bei den Monokotyledonen kommen jedoch auch Gefäßbündel vor, welche nur dem Stamme angehören und daher stammeigene Gefäßbündel heißen.

Die Gefäßbündel können sehr verschieden gebildet sein; man kann dabei hauptsächlich drei verschiedene Formen unterscheiden. Das konzentrische Gefäßbündel (Gefäßkryptogamen) besitzt einen zentralen Gefäßteil, der von einem Phloemteil rings umgeben ist. Seltener kommt es vor, daß das Phloem zentral und das Xylem um dasselbe herum gelegen ist (Rhizom von Acorus calamus).

Bei dem kollateralen (Fig. 46) Gefäßbündel liegen Xylem und Phloem hintereinander, das erstere nach der Mitte des Stammes zu, im Blatt nach der Oberseite, das letztere nach der Rinde, im Blatt nach der Unterseite zu. Nur bei wenigen Pflanzen (z. B. Centaureen) ist die Reihenfolge in einzelnen Fällen umgekehrt. Zuweilen liegt auch noch ein zweiter Phloemteil auf der Innenseite des Xylems und dann entsteht das bikollaterale Gefäßbündel (Cucurbitaceen).

Bei dem radialen Gefäßbündel endlich liegen Phloem und Xylem nebeneinander in radialer Richtung angeordnet (Wurzeln mancher Monokotyledonen).

Zwischen den einzelnen Formen der Gefäßbündel existieren Übergänge. Bei den Pteridophyten kommen verschiedenartige Verschmelzungen von Gefäßbündeln vor, die sehr eigentüm-

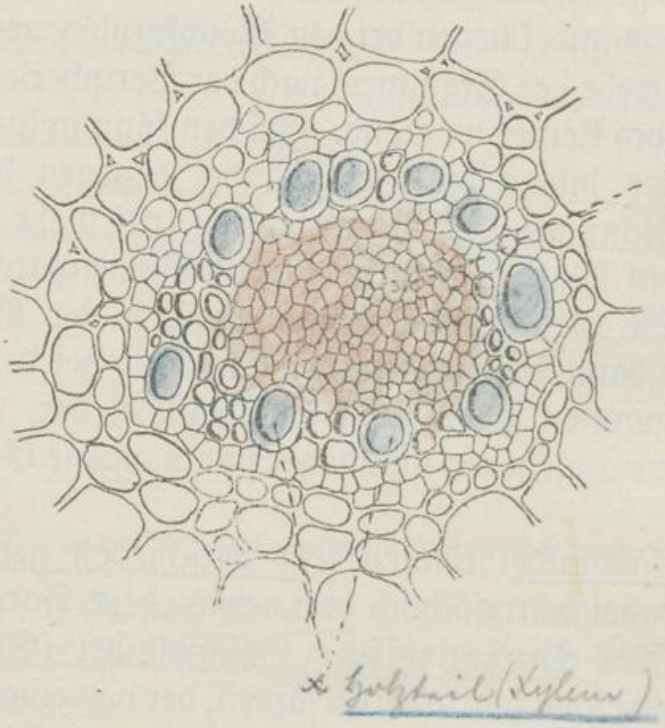


Fig. 44. Zentrales Gefäßbündel aus dem Mark von Statice caspica. p Phloem, x Xylem.

liche Formen annehmen können, z. B. in den Wedelstielen des Adlerfarns.

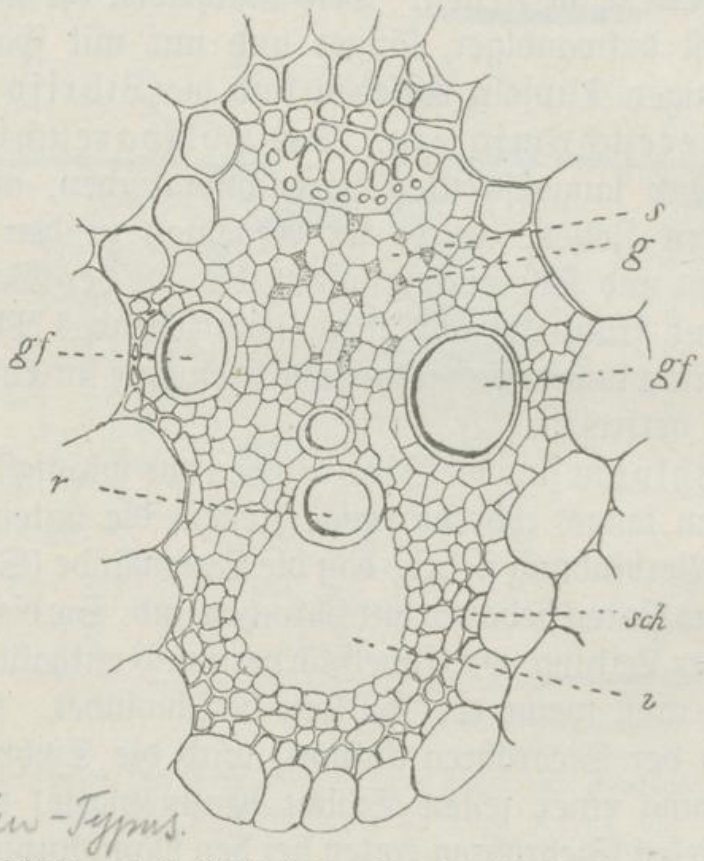
Die Elemente, aus denen Xylem und Phloem bestehen, sind nicht bei allen Pflanzen die gleichen. Im Xylem treten in der Regel Tracheen, Tracheiden und Holzparenchym auf. Die Tracheen oder Gefäße sind längere Röhren mit eigentümlicher leiter- oder treppenförmiger, netzförmiger oder schraubenförmiger Verdickung oder mit Hoftüpfeln; sie werden nicht von vornherein als einzelne Zellen angelegt, sondern entstehen

aus Zellreihen, indem die Querwände zwischen mehreren aufeinander folgenden Zellen nachträglich wieder aufgelöst werden. Die Tracheiden hingegen sind zwar den Tracheen oft sehr ähnlich, auch hinsichtlich der Verdickung, aber meist englumiger und nicht durch Verschmelzung mehrerer Zellen hervorgegangen, sondern selbst Zellen. Den Tracheiden oft sehr ähnlich, aber meist dickwandiger, länger und nur mit spalten- oder schlitzförmigen Tüpfeln versehen sind die Libriformfasern oder Sklerenchymfasern. Das Holzparenchym besteht aus ziemlich langgestreckten parenchymatischen, meist dünnwandigeren Zellen, welche im Gegensatz zu den Tracheen, Tracheiden und Sklerenchymfasern, die nur der Wasserleitung dienen und frühzeitig absterben, noch lebendes Plasma enthalten. Nicht immer sind jedoch alle Elemente im Xylem nebeneinander vertreten.

Im Phloem sind die Siebröhren das wichtigste Element. Sie bilden lange, röhrenförmige Zellen, die miteinander dadurch in Verbindung stehen, daß die Querwände (Siebplatten) durch feine Poren siebartig durchbrochen sind. Sie dienen hauptsächlich der Leitung von Eiweißkörpern und enthalten lebendes Plasma, auch wenn der Zellkern verschwindet. Sobald die Funktion der Siebröhren aufhört, wird die Siebplatte durch Auflagerung einer festen Schicht (Callusplatte) verschlossen. Neben diesen Siebröhren treten bei den Monokotylen und Ranunculaceen noch englumige, langgestreckte Geleitzellen auf, welche durch Längsteilung frühzeitig von den Siebzellen abgeschieden werden und sich von diesen durch reicheren Gehalt an Plasma, Vorhandensein eines Zellkernes und viel geringeren Durchmesser unterscheiden. Statt der Geleitzellen findet sich bei den Pteridophyten und Gymnospermen ein langgestrecktes Phloemparenchym; bei den Dikotyledonen kommen Geleitzellen und Phloemparenchym vor. Diese Elemente des Siebteiles zeigen niemals Verholzung, dagegen kommen als

Bastfasern bezeichnete, stark verdickte und meist auch verholzte langgestreckte Zellen vor, die sich von den Libriformfasern oft nur durch ihre Lage im Siebteil unterscheiden. Klerenchymfasern

Bei den meisten Pteridophyten und bei den Monokotyledonen bleibt bei der Bildung des Gefäßbündels kein meriste-



Monocotyler-Typus.

Fig. 45. Geschlossenes Gefäßbündel. Querschnitt durch ein Gefäßbündel von Zea Mays. s Siebröhren, g Geleitzellen, gf Gefäße, sch Scheide, i Interzellularraum, r Ringgefäß. Vergrößert.

matisches Gewebe übrig, alle Zellen gehen in Dauergewebe über. Man nennt solche Gefäßbündel geschlossene (Fig. 45). Offene Gefäßbündel (Fig. 46) haben dagegen die Gymnospermen und Dikotyledonen, weil bei ihnen zwischen Phloem und Xylem ein Teil des Meristems als Kambium erhalten bleibt.

Der Verlauf der Gefäßbündel im Stamme ist nicht überall der gleiche; gewöhnlich bilden die Gefäßbündel durch wiederholte, meist ziemlich regelmäßige Verzweigung und Wiedervereinigung ein Maschengeflecht, von welchem aus einzelne Zweige, die Blattspurstränge, in die Blätter abbiegen. Dieses Maschengeflecht von Gefäßbündeln ist kreisförmig um

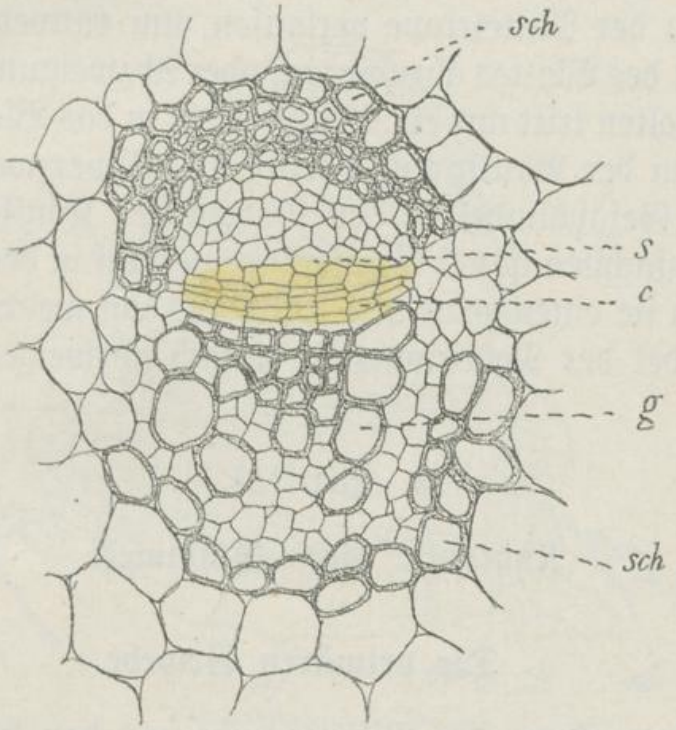


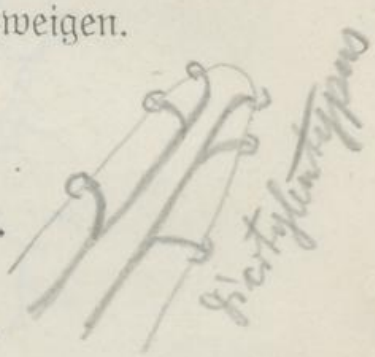
Fig. 46. Offenes kollaterales Gefäßbündel (Dikotyledonentypus, Ranunculus repens). sch Gefäßbündelscheide, s Siebröhren, c Kambium, g Gefäße. Vergrößert.

den zentralen Teil des Stammes angeordnet. Bei den meisten Monokotyledonen erscheinen die Gefäßbündelstränge jedoch nicht kreisförmig auf dem Querschnitt angeordnet, sondern unregelmäßig durch den ganzen Stamm zerstreut. Das liegt daran, daß die Stränge nicht parallel der Oberfläche des Stammes verlaufen, sondern schräg nach der Mitte zu aufsteigen, um sich dann in einer scharfen Biegung nach außen zu wenden

und in das Blatt einzutreten. Da sich hier die Gefäßbündel sehr frühzeitig teilen und dann lange Strecken verlaufen, ohne sich wieder zu teilen oder zu vereinigen, so erscheint das Maschenwerk viel lockerer als bei den Dikotyledonen. Bei den Monokotyledonen mit stengelumfassenden Blättern treten die Gefäßbündel im ganzen Umkreis des Stammes in die Blätter.

In die Blätter treten meist mehrere Gefäßbündel, die zusammen in der Mittelrippe verlaufen, um entweder selbst in die Nerven des Blattes abzubiegen, oder Abzweigungen zu entsenden. Selten tritt nur ein Gefäßbündel in das Blatt, welches sich dann in der Blattspreite verzweigt. Unverzweigt bleiben z. B. die Gefäßbündel in den Nadeln der Koniferen.

Am einfachsten ist der Gefäßbündelverlauf in den Wurzeln; hier bilden sie einen zentralen Zylinder, von welchem aus die Gefäßbündel der Nebenwurzeln einfach abzweigen.



3. Kapitel.

Anatomie des Stammes.

a. Die primären Gewebe.

Die Entwicklung der Pflanze geht von den Vegetationspunkten aus, wo hauptsächlich eine rasche Zellteilung und die Anlage der Organe erfolgt. Bei den Phanerogamen wird die Spitze des Vegetationskegels durch eine Gruppe von Zellen eingenommen, Scheitelzellgruppe, bei den meisten Pteridophyten durch eine einzige Zelle, die Scheitelzelle. Die von diesen Zellen durch Teilung abgeschnittenen Tochterzellen teilen sich gewöhnlich noch mehrfach und bilden, solange sich noch keine Differenzierungen zwischen ihnen bemerkbar machen, ein sehr kleinzelliges, plasmareiches Gewebe, das Meristem. Dabei verlaufen die Zellwände deutlich in zwei aufeinander senk-