B. Gewebelehre.

Abgesehen von einigen niederen Pflanzenarten, deren Vegetationskörper nur eine einzige Zelle vorstellt, finden wir bei den meisten Pflanzen einen aus oft unendlich vielen Zellen zusammengesetzten Pflanzenkörper; und zwar sind alle diese Zellen einer Pflanze aus einer ursprünglichen Zelle, der Mutterzelle, durch Bildung von so und sovielen Tochterzellen hervorgegangen. Somit verstehen wir unter **Gewebe** eine Verbindung gleichartiger Zellen, welche ganz bestimmten Wachstumsrichtungen unterliegen, und unterscheiden:

1. **Zellfäden,** wenn die Mutterzelle sich in zwei gleiche Tochterzellen teilt, welche immer nach ein und derselben Richtung hin verbunden sind;
2. **Zellflächen,** wenn die Zellteilung nach zwei verschiedenen Richtungen hin erfolgt;
3. **Zellkörper,** falls die Zellteilungen in sämtlichen Richtungen des Raumes stattfinden.

Da nun die Zellen beim Verlauf des Wachstums des Pflanzenkörpers mancherlei Umwandlung in Bezug auf Inhalt und Funktion, sowie in Bezug auf Grösse und Form erleiden, so können wir das Gewebe dementsprechend nach physiologischen sowie nach morphologischen Gesichtspunkten einteilen und wollen mit den Gewebeformen beginnen.

Parenchym enthält ausser Protoplasma alle möglichen Stoffe der Assimilation und des Stoffwechsels und ist durch zahlreiche Intercellularräume ausgezeichnet, weshalb die Verbindung der Zellen eine lockere ist. Bei älteren Pflanzen werden die Zellen durch den zunehmenden Druck etwas abgeplattet und liegen dann mit den breiten Flächen aneinander. Wir haben bereits früher schon die beiden Unterabteilungen des Parenchyms kennen gelernt, nämlich:

a) **Pallisadenparenchym,** lange, cylindrische, senkrecht zur Blattoberfläche stehende Zellen ohne grössere Zwischenräume. Es liegt unter der Epidermis der Blätter und besorgt durch das Vorhandensein zahlreicher Chlorophyllkörper die Assimilation der Pflanzen.

Ein noch undifferenziertes Gewebe, das in der Zellvermehrung steht, wird embryonales Gewebe oder Meristem genannt. Die Meristeme der embryonalen Anlagen u. der Vegetationspunkte werden als Urmeristeme, alle von diesem Urmeristem direkt abzuleitenden Meristeme als primäre bezeichnet. Solche primären Meristeme vermögen auch zwischen fertigen Geweben ihren meristemischen Character zu behalten. Fertig ausgebildete Gewebe heißen im Gegensatz zu den Meristemen Dauergewebe. Unter Umständen tritt ein Dauermeristem wieder in Zellteilung ein u. bildet ein secundäres Meristem oder Folgemeristem. Bestimmte Gewebe sind im Pflanzenkörper zu höheren histologischen Einheiten vereinigt u. heißen Gewebesysteme. Die Gewebe, die an dem Aufbau der Gewebesysteme beteiligt sind, werden ihrer Entstehung nach in primäre u. secundäre unterschieden. Die primären G. sind solche, die aus dem Urmeristem u. primären Meristemen vor beendigtem Längenwachstum hervorgehen, die secundären solche, die den primären Meristemen oder den Folgemeristemen nach beendetem Längenwachstum ihre Entstehung verdanken.

Parenchymgewebe besteht aus lebenden u. toten Zellen.

Schizogene Intercellulare verdanken ihre Entstehung der Spaltung der Zellwand, sie enthalten meistens Luft, mitunter auch äther. Öl (Umbelliferen).

Lysigene Intercellulare entstehen durch Zerreißung u. Auflösung von Zellen, sie enthalten meistens H_2O oder Sekrete (äther. Öl bs. den Aurantiaceen).

Fasergewebe oder Prosenchym besteht im allgemeinen aus dickwandigen toten Zellen, mechanisches Gewebe im Bast u. in der Rinde als sog. Bastfasern

b) **Schwammparenchym** ist an der Unterfläche der Blätter gelegen und enthält weite Intercellularräume, weshalb es von lockerer Beschaffenheit ist. Diese Intercellularräume begünstigen das Ein- und Austreten von Gasen.

Prosenchym oder **Faserzellen** sind langgestreckte, schmale Zellen, welche mit ihren zugespitzten Enden ineinander greifen. Intercellularräume sind hier nicht vorhanden.

Sklerenchymgewebe besitzt ringsherum stark verdickte, meist mit Tüpfeln versehene Zellwände; es ist gewöhnlich kein Protoplasma mehr in den Zellen vorhanden; wir unterscheiden hierbei:

a) **Steinzellen** besitzen ein parenchymatisches Gewebe;

b) **Sklerenchymfasern** besitzen ein prosenchymatisches Gewebe.

Collenchymgewebe besitzt nur an den aufeinanderstossenden Ecken der Zellen verdickte Zellwände und ist meistens in Schleim umgewandelt.

Gefässe sind aus übereinanderstehenden Zellen, deren quer liegende Zwischenwände wahrscheinlich durch ein Ferment aufgelöst sind, hervorgegangen und stellen langgestreckte Röhren mit verholzten, stark verdickten Zellwänden vor. Sie sind in den meisten Angiospermen vorhanden und dienen im Jugendstadium zur Leitung des Wassers, während sie im abgestorbenen Zustand keinen Inhalt mehr führen und nur zur Festigkeit des Pflanzenkörpers beitragen. Dadurch dass die Querwände nicht vollständig aufgelöst sind, erscheinen die Gefässe gegliedert; ausserdem sind die Zellwände niemals glatt, sondern besitzen verschiedene Verdickungsformen nebst Tüpfeln; demnach unterscheiden wir: Tüpfelgefässe, Ringgefässe, Spiralgefässe, Treppengefässe und Netzgefässe.

Tracheïden finden wir an Stelle der Gefässe bei den Gymnospermen und Farnen; sie sind ebenfalls prosenchymatischer Natur und führen als Inhalt nur Wasser und Luft.

Siebröhren oder auch **Bastgefässe** genannt, weil sie

sich in dem Bastteil der Rinde finden, besitzen meist dünne, glatte Wandungen. Die Querwände sind nur siebartig durchlöchert und werden als **Siebplatte** bezeichnet, durch welche die Leitung der in den Siebröhren enthaltenen Eiweissstoffe erfolgt. Über den Siebplatten entsteht durch Ablagerung häufig eine eigenartige Wandverdickung, der **Callus**, welcher imstande ist, die Poren der Siebplatte zu verengern oder ganz zu schliessen. Bei der Entstehung der Siebröhren bilden sich öfters durch Abtrennung zarter Zellen sog. **Geleitzellen.** Die Siebröhren halten die zum Dickenwachstum nötigen organischen Nährstoffe für das Cambium bereit und gehen daher nach kurzer Zeit zu Grunde.

Abb. 102.

Milchsaftgefässe finden wir nur bei einigen wenigen Pflanzenfamilien in Form langer, schlauchartiger, dünnwandiger Zellen, welche einen meist weissen, gelben oder rötlichen Milchsaft als Zellinhaltstoff besitzen. Dieser Milchsaft steht bei den lebenden Pflanzen unter einem gewissen Druck, was wir beim Anritzen durch sofortiges Hervorquellen beobachten können; er besteht aus einer wässrigen Lösung verschiedener Stoffe, z. B. organische Stoffe, Alkaloide, Salze, Gummi, Zucker, auch manchmal Stärke, in welcher Lösung sich fette und harzartige Bestandteile emulgirt befinden. Der Luft ausgesetzt trocknet der Milchsaft schnell ein; so entstehen sog. Gummiharze, welche der Pflanze als Wundverschluss bei Verletzungen dienen. Die Entwicklungsgeschichte lehrt, dass wir bei den Milchsaftgefässen zwei Fälle zu unterscheiden haben:

Abb. 103.

a) **gegliederte** oder **echte Milchröhren,** welche analog den Gefässen durch Resorption der Querwände aus Zellreihen entstehen und in den Pflanzen sich netzartig verzweigt befinden, z. B. bei den Papaveraceen;

Abb. 77.

b) **ungegliederte Milchröhren** sind langgestreckte, schlauchartige Zellen, welche bereits im Embryo in Form einer hierzu bestimmten Zelle angelegt sind. Wir finden sie bei den Euphorbiaceen.

Die Calciumoxalatkrystalle, Gerbstoffe etc. können öfters

Aufbau der Pflanze. Bildungsgewebe = Meristeme.

Bildungsgewebe finden sich an allen wachsenden Teilen der Pfl. Bei der Bildungsgewebe an den Vegetationspunkten sind die Vegetationsmeristeme. Während die Mehrzahl der einzelnen Zellen an den Vegetationspunkten sich mit fortschreitendem Wachstum zu Dauerzellen umbildet, bleiben bei den Gymnospermen (Coniferen) u. den dikotylen Gewächsen gewisse Partien des zwischen Holzteil u. Bastteil der Gefäßbündel gelegenen Cambiumzone dauernd bildungsfähig, wodurch das sog. secundäre Dickenwachstum ermöglicht wird. Bei den Monocotylen u. den Farnen gehen alle Bildungsgewebezellen in Dauerelemente über und es bleibt kein Cambium erhalten. Diese Pfl. zeigen kein secundäres Dickenwachstum.

auch auf bestimmte Zellen angewiesen sein, welche wir als **Sekretschläuche** bezeichnen; z. B. die Raphiden enthaltenden Krystallschläuche der Meerzwiebel und die Gerbstoffschläuche in der Rinde der Eiche.

Gewebesysteme. Je nachdem die soeben geschilderten Gewebeformen bestimmte physiologische Aufgaben zu erfüllen haben, können wir nach Bestimmung und Charakter der Gewebe solche Systeme aufstellen:

A. **System des Schutzes.**

I. **Oberhautgewebe** soll den Pflanzen nach aussen hin Schutz gegen Verletzungen verleihen und besonders allzugrosse Wasserverdunstung verhüten:
   a) Epidermis.
   b) Hypoderm.
   c) Periderm.

II. **Mechanisches Gewebe** verleiht den Pflanzen die nötige Druck-, Zug- und Biegungsfestigkeit:
   a) Collenchym.
   b) Sklerenchym.
   c) Bastzellen.
   d) Steinzellen.
   e) Gefässbündel.

B. **System der Ernährung.**

I. **Absorptionsgewebe** besorgt das Aufsaugen der in Wasser gelösten Nährstoffe aus dem Boden. Wurzelhaare.

II. **Assimilationsgewebe** besorgt den Aufbau komplicirter organischer Verbindungen durch Zerlegung der Kohlensäure aus der Luft. Pallisadenparenchym der Blätter.

III. **Leitungsgewebe** besteht aus den Gefässbündeln, welche den Transport des Wassers und der in diesem gelösten Nährsalze, der Assimilationsproducte und Eiweissstoffe besorgen.

IV. **Speichergewebe** dient zur Ablagerung von Reservestoffen:
   a) Rhizome.

b) Knollen.
c) Zwiebeln.
d) Samenbehälter.

V. **Durchlüftungsgewebe** regulirt den Austausch der Gase und die Wasserverdunstung:
a) Intercellularräume.
b) Spaltöffnungen.

VI. **Sekretorisches Gewebe** hat die Aufgabe, die von dem betreffenden Pflanzenkörper ausgeschiedenen Stoffe in hierzu besonders bestimmten Zellen aufzunehmen:
a) Milchsaftgefässe.
b) Harzgänge.
c) Gerbstoffschläuche.
d) Krystallschläuche.

C. **System der Fortpflanzung.** Die Erhaltung der Pflanzenart:
a) auf ungeschlechtlichem Wege.
b) auf geschlechtlichem Wege.

Im allgemeinen können wir bei allen höheren Pflanzen leicht sowohl nach Funktion, als auch nach Bau folgende sehr von einander verschiedene Gewebe unterscheiden:

I. Oberhautgewebe.
II. Stranggewebe.
III. Bildungsgewebe.
IV. Grundgewebe.

I. **Oberhautgewebe** hat den Zweck, zartere Pflanzenorgane, wie Blätter, junge Wurzel- und Sprossteile, vor Verletzungen zu schützen und die Verdunstung, sowie den Eintritt von Wasser bei den Blattorganen zu verhüten. Es wird von der **Epidermis** gebildet, welche meist aus einer einfachen Schicht von Zellen besteht und sich von dem darunter liegenden Gewebe durch folgende Punkte unterscheidet:

Die Epidermiszellen sind lückenlos aneinander gereiht, nur an gewissen Stellen sind Inter-

Für die „Epidermis" aller an der Luft lebenden Teile höher organisierter Gewächse ist die Ausbildung von Spaltöffnungen (Stomata) charakteristisch. Diesen Namen führen alle elliptische Zellenpaare, die zwischen sich einen spaltförmigen Intercellulargang ausbilden. Die beiden Zellen heißen Schließzellen. Sie sind stets chlorophyllhaltig u. zeichnen sich durch die eigentümliche Art ihrer Verdickung aus.

Alle dem Gasaustausch dienenden Spaltöffnungen können als Luftspalten zusammengefaßt werden.

Am Rhizomen u. Wurzeln fehlen die Spaltöffnungen vollkommen. Spaltöffnungen bei den Monocotylen verlaufen parallel den Nerven der Blätter.

Papillen dienen als Perceptionsorgane für Lichtaufnahme.

cellularräume vorhanden, welche den Gasaustausch besorgen. Die Epidermiszellen sind nach aussen hin cuticularisirt, d. h. es ist eine verdickte oder verkorkte Aussenwand, die cuticula, vorhanden, welche durch Einlagerung von Korkstoff, Fett oder Wachs gebildet wird. Die Epidermiszellen enthalten kein Chlorophyll.

Wir kennen jedoch auch Fälle, in welchen das Oberhautgewebe nicht aus einer einzigen Schicht von Zellen besteht, sondern wo noch andere darunterliegende Gewebeschichten, sog. **Hypoderm,** daran beteiligt sind.

Haargebilde oder **Trichome** entstehen aus Epidermiszellen und sind daher Oberhautgebilde, welche mehr oder weniger weit über die Oberfläche der Haut hervorragen. Wir finden die Haare am meisten bei jugendlichen Pflanzenteilen; hier sind sie noch lebend und verstärken die Verdunstung, wodurch die Nahrungsaufnahme aus dem Boden erhöht wird. Bei älteren Pflanzen sind die Haargebilde abgestorben und verhindern unter Bildung eines mehr oder weniger dichten Filzes die Wasserverdunstung sowie das Eindringen schädlicher Parasiten.

Die Pflanzenhaare sind sehr verschiedenartig gestaltet. Im einfachsten Fall treten sie als eine nach aussen in die Länge gewachsene Epidermiszelle auf. **Papillen** nennt man sie, wenn sie kurz und ziemlich abgestumpft sind. Diese einfachen, einzelligen Haare können sich aber auch über der Epidermis verzweigen, so z. B. besitzt Cheiranthus Cheiri einzellige, zweiarmige Haare, welche mit einem kleinen Stiel in den Epidermiszellen befestigt sind. Ferner finden wir bei dem Hopfen, Humulus Lupulus, ebenfalls solche zweiarmige Haare, deren Wandung stark verdickt ist; sie haben den Zweck, der Pflanze als Befestigungsorgane zu dienen und werden als **Klimmhaare** bezeichnet. Wird ein einfaches Haar durch Längs-, seltener Querwände geteilt, so entstehen einfache, mehrzellige Haare. Die Teilung kann aber auch bereits schon in der Epidermiszelle stattfinden, wie z. B. bei Althaea rosea, wo aus einer einzigen

Zelle mehrere, getrennte Haare sich entwickeln; man nennt solche Haargebilde **Büschelhaare.** Durch vielfache Verästelung und Verzweigung entstehen die an einem vielteiligen Stiel sitzenden **Sternhaare,** bei welchen die Zweige parallel zur Blattfläche stehen und nochmals gegliedert sein können, z. B. bei den Malvaceen. Sind die Haare ganz flach ausgebildet, so nennen wir sie **Schuppen.** Bedecken die Haare in dichtem Filz die Blattfläche, so heissen sie **Wollhaare;** letztere drei Haarbildungen enthalten nur Luft und haben die Aufgabe, die Wasserverdunstung möglichst herabzusetzen.

Kopfige Haare sind an einem kürzeren oder längeren Stiel in die Epidermis eingesenkt und besitzen meist eine kugelförmige, kopfartige Endzelle oder Zellencomplex; in ihnen bilden sich gewöhnlich Sekrete. Hierher gehören:

Brennhaare der Urticaceen, welche am Grunde etwas verdickt sind und eine Strecke weit noch von Epidermiszellen umgeben werden. Der mit Kieselsäure imprägnirten Zellwand sitzt oben ein kugelförmiges Köpfchen auf. Die Brennhaare dienen als Schutzorgane gegen das Gefressenwerden von Tieren, indem nämlich bei der leisesten Berührung die Kieselsäure haltigen Haare leicht abbrechen und so in die Haut eindringen, wo dann durch Ausfliessen eines scharfen Inhaltstoffes das bekannte Brennen und Jucken entsteht. Früher nahm man an, dass dieser Stoff Ameisensäure wäre, doch sollen neuere Forschungen ergeben haben, dass er aus löslichen, giftigen Eiweissstoffen, vielleicht Ptomainen, besteht.

Drüsenhaare finden wir besonders bei den Labiaten. Sie sind ausgezeichnet durch das Vorhandensein von grossen Mengen ätherischen Öls, welches von einer auf einem Stiel befindlichen köpfchenförmigen Endzelle dargestellt wird. Indem die cuticula emporgehoben wird, sammelt sich das ätherische Öl zwischen dieser und der Cellulosemem-

Digestionsdrüsen bei Pfl. mit Einfallen sind Drüsenhaare, die ein Ferment absondern.
Extranuptiale Drüsen dienen als Anlockungsmittel für Insekten.
Pflanzen, die an trockenen Orten stehen, sind besonders mit Drüsenhaaren versehen

Die Haare u. die Auswüchse vermitteln häufig die Sekretion, sie werden dann als Drüsen bezeichnet. Vielfach dienen sie der aktiven Wasserausscheidung, mitunter auch der Wasseraufnahme u. werden dann als Hydathoden bezeichnet.

bran der ölbildenden Endzelle an und fliesst bei einer zufälligen Berührung oder freiwillig durch Zerplatzen der cuticula aus. Die Hopfendrüsen stellen in der Jugend becherförmige, später schüsselförmige Gebilde dar. Hierzu gehören auch die mit einer klebrigen, gummiartigen Flüssigkeit gefüllten Drüsen, sog. **Leimzotten** der Rosskastanie und Veilchen.

Durch Zusammentritt ganzer Zellcomplexe behufs Bildung von Epidermisauswüchsen entstehen sog. **Zotten,** aus langen, dünnen, weichen Haaren bestehend, **Warzen,** wenn massig und stumpf, und **Stacheln,** wenn die einzelnen Zellen verholzen und scharf zugespitzt sind, z. B. bei den Rosen. Wir dürfen die Stacheln nicht mit den Dornen, welche metamorphosirte Blattorgane oder Sprosse sind, verwechseln, während die Stacheln aus der Epidermis hervorgegangen sind und sich daher leicht ablösen lassen.

Schliesslich müssen wir hier auch noch die **Wurzelhaare** erwähnen, welche ebenfalls aus der Epidermis der jüngsten Wurzelteile gebildet werden und die so wichtige Aufnahme des Wassers und der anorganischen Nährsalze aus dem Boden besorgen.

Selten treten Haargebilde im Innern des Pflanzenkörpers auf, z. B. finden wir in Rhizoma Filicis, dem Wurzelstock von Aspidium Filixmas, einem Farnkraut Europas, nicht cuticularisirte Drüsenhaare.

Spaltöffnungen haben den Zweck, die Wasserverdunstung zu reguliren und dienen zur Aufnahme von Kohlensäure und Abgabe von Sauerstoff. Bei den niederen Pflanzen, den Algen und Pilzen, finden wir keine Spaltöffnungen, während die Moose bereits solche besitzen. Bei den niederen Moosen sind die Spaltöffnungen noch abweichend gebaut, erst bei den Laubmoosen erreichen sie eine regelrechte Entwicklung, befinden sich aber nicht wie gewöhnlich auf den Blättern, sondern auf dem Moosstämmchen oder den Kapseln. Bei allen höher organisirten Pflanzen sind Spaltöffnungen oft zu vielen Tausenden auf der Unterseite, seltener auf der

Oberseite der Blätter vorhanden; bei den im Wasser schwimmenden Pflanzen finden wir hier die Spaltöffnungen auf der oberen Blattfläche.

Jede Spaltöffnung besteht aus zwei bohnenförmig gestalteten Zellen, den sog. **Schliesszellen**; letztere unterscheiden sich von den übrigen Epidermiszellen durch ihre nierenförmige Gestalt und den Gehalt an lebendem Protoplasma nebst Zellkern und Chlorophyll, gehören aber trotzdem zu den Epidermiszellen, aus welchen sie durch Teilung und Umwandlung hervorgegangen sind. Unter der Spaltöffnung befindet sich ein geräumiger Intercellularraum, sog. **Atemhöhle**, in welche sich meistens die stark verdickte Membran der Schliesszelle fortsetzt. Die Spaltöffnungen besitzen die Fähigkeit sich zu öffnen und zu schliessen, und zwar erfolgt die Öffnung infolge Wasseraufnahme, indem dadurch die Schliesszellen unter einer Krümmung anschwellen und so die Wasserverdunstung aus dem wasserreichen Gewebe ungehindert gestatten, während die Schliessung der Spaltöffnungen infolge Wasserabgabe geschieht, wobei die Schliesszellen durch eine Streckung erschlaffen und so eng aneinander liegend die Wasserverdunstung herabsetzen resp. verhindern. Hiernach werden sich also die Spaltöffnungen bei feuchter Witterung öffnen, bei trockner Witterung dagegen schliessen.

Erreichen die Spaltöffnungen eine grössere Entwickelung und lassen das Wasser nicht in Gasform, sondern in kleinen Tröpfchen austreten, so bezeichnen wir sie als **Wasserspalten**, welche ausserdem noch durch ihre unbeweglichen Schliesszellen charakterisirt sind.

Korkbildung. Alle jugendlichen Organe der Pflanze werden von der mehr oder weniger stark cuticularisirten Epidermis umschlossen, welche sich aber bei dem schnellen Wachstum der betreffenden Pflanzenteile nicht ausdehnen kann und infolgedessen durch den entstehenden Druck gesprengt wird. Wir finden daher die Epidermis bei älteren Pflanzenteilen durch **Kork**, sog. **Periderm**, ersetzt, welcher ebenfalls die Funktion eines Schutzgewebes zu erfüllen hat.

Korkzellen schließen fest aneinander u. sind im ausgebildeten Zustand tot.
Phelloderm wird nach innen gebildet u. bleibt lebendig.

Die Korkbildung findet nur bei Wurzel, Stamm und Zweigen statt, während sie beim Blatt nur eine Folge von Verwundungen ist und somit selten eintritt.

Die Korkbildung beginnt bereits im ersten oder zweiten Jahr und geht in der Regel von einer unter der Epidermis liegenden Zellschicht aus; seltener wird der Kork aus den Epidermiszellen direct oder aus tiefer liegenden Gewebeteilen gebildet. Die korkbildende Gewebeschicht besitzt unbegrenztes Teilungsvermögen und heisst **Korkcambium** oder **Phellogen.** Von dem Korkcambium teilen sich immer nur die nach innen zu gelegenen Zellen, die äusseren sterben ab und werden zu **Kork,** die inneren behalten die Teilungsfähigkeit und werden zu zartem Kork, sog. **Phelloderm.**

Kork oder auch **Periderm** genannt ist eine aus tafelförmigen, quadratischen Zellen bestehende Gewebeform, welche ausgezeichnet ist durch die regelmässige, radiale Anordnung ihrer lückenlos verbundenen Zellen und die Widerstandsfähigkeit der Zellmembran gegen chemische Einflüsse. Das Korkgewebe besteht aus einem abgestorbenen, mithin plasmaleeren, luftführenden Dauergewebe von mehreren durch Suberin-Einlagerung verkorkten Zellschichten und wird an mehrjährigen, in die Dicke wachsenden Pflanzenteilen gebildet. Das Abfallen der Laubblätter im Herbst geschieht ebenfalls durch eine Korkbildung an der Trennungsfläche, der Blattnarbe. Das Periderm dient dem Pflanzenkörper, welchen es umkleidet, als Schutz gegen Verletzungen und Eindringen von schädlichen Pilzen und verhindert die Wasserverdunstung. Ausserdem bildet es durch sein äusserst geringes Leitungsvermögen besonders den überwinternden, oberirdischen Organen Schutz, da die Gewebe gegen schnellen Temperaturwechsel sehr empfindlich sind. Da weder Wasser noch Nährflüssigkeiten in das Korkgewebe eindringen können, muss es absterben, ohne jedoch in seinen Funktionen beeinträchtigt zu werden. Den Gasaustausch mit der Atmosphäre vermitteln im Kork die Rindenhöckerchen oder **Lenticellen,** welche eine dünne, nicht verkorkte Wand Abb. 157.

besitzen und durch zahlreiche Intercellularräume mit dem Inneren des Pflanzenkörpers verbunden sind.

Gewöhnlich ist nur eine dünnere Korkschicht vorhanden, jedoch bei der bekannten Korkeiche, Quercus Suber, von welcher unser Flaschenkork stammt, ist eine so mächtige Korkbildung vorhanden, dass ein äusserst starkes Korkgewebe entsteht. Die Porosität und Brüchigkeit des Korkes beruht auf der Bildung von Sklerenchymzellen.

Wird beim allmählichen Dickenwachstum eines Stammes oder Stengels die ihn umhüllende Korkschicht so sehr ausgedehnt, dass sie dem Druck von innen nicht mehr standhalten kann, so bildet sich ein Riss bis ins Innere, wo dann wiederum eine Neubildung von Korkzonen durch das Phellogen entsteht. Der äussere Teil heisst **Borke** und wird je nach der Neubildung von Kork abgestossen. Wir unterscheiden: Faserborke beim Weinstock, Ringelborke beim Kirschbaum und Schuppenborke bei der Platane.

II. **Stranggewebe** ist das eigentliche Skelett des Pflanzenkörpers und findet sich in denjenigen Pflanzenteilen, welche zur Festigkeit beitragen; man bezeichnet es auch als mechanisches Gewebe und fasst unter diesem Namen die Summe aller Leit- und Gefässbündel zusammen, welche im Innern des Pflanzenkörpers als einzelne, sog. Fibrovasalstränge verlaufen. Jedes Gefässbündel besteht aus zwei Teilen und zwar unterscheiden wir:

a) **Siebteil, Bastteil** oder **Phloëm,** es ist das Eiweiss leitende Gewebe und enthält **Siebröhren** nebst Geleitzellen, **Bastfasern** und **Bastparenchym.**

b) **Gefässteil, Holzteil** oder **Xylem,** es ist das Wasser leitende Gewebe und enthält **Gefässe** oder Tracheïden, **Holzfasern** und **Holzparenchym.**

Im Siebteil herrschen die Siebröhren, im Holzteil die Gefässe vor; Bast- und Holzfasern sind Sklerenchymfasern, Bast- und Holzparenchym sind Parenchymzellen.

Angelegt werden die Gefässbündel bereits im Vegetationspunkt und zwar geht der centrale Teil der Vegetationsspitze,

Grundkork entsteht, wo saftige Gewebeteile verletzt werden.

Siebteil = Bastteil = Phloëm enthält:

Siebröhren nebst Geleitzellen
Bastfasern
Bastparenchym.

Gefäßteil = Holzteil = Xylem enthält:

Gefäße resp. Tracheïden
Holzfasern
Holzparenchym.

Vierter Typus der Gefäßbündel: in einem Kreis angeordnete offene Gefäße.

in welchem die Gefässbündel entstehen, in langgestreckte, cambiumähnliche Zellen über und erzeugt so das Procambium; hieraus bildet sich nachher der Sieb- und der Holzteil.

Im **Siebteil**, dem nach aussen liegenden Teil des Gefässbündels finden wir häufig zwei verschiedene Zonen, nämlich:

a) **Hartbast**, die äussere Zone aus langgestreckten, starkverdickten, sklerenchymatischen Zellen, den sog. Hartbastfasern bestehend.

b) **Weichbast**, aus den zartwandigen Siebröhren, Geleitzellen und Bastparenchymzellen bestehend; der Weichbast dient als Speichergewebe für die Nährstoffe, welche für das Cambium bereit gehalten werden.

Die Siebröhren führen nur kurze Zeit Inhalt, indem sie allmählich zusammengedrückt werden und so ihren Inhalt verlieren.

Der **Holzteil**, der nach innen liegende Teil des Gefässbündels, besteht hauptsächlich aus den Gefässen oder Tracheïden, welchen die Leitung des Wassers obliegt. Holz ist ein dickwandiges Gewebe, dessen einzelne Zellen sich nicht mehr teilen können und ihre vollständige Ausbildung erlangt haben. Die Bildung neuer Zellen besorgt das **Cambium**, ein den Holzteil ringförmig umgebendes Meristemgewebe, welches fortwährend in Teilung begriffen ist und so das Dickenwachstum besorgt, indem es nach aussen hin Rinde, nach innen zu Holz bildet.

Behält das Cambium dauernd sein Teilungsvermögen, sodass nur im Winter eine kurze Ruhezeit eintritt, so sind die Gefässbündel im Wachstum nie abgeschlossen und heissen in diesem Falle **ungeschlossene** oder **offene Gefässbündel**, wie wir sie bei den Dicotylen und Coniferen finden; sie liegen auf dem Querschnitt anfangs in lockerem Kreis, werden aber durch das entstehende Cambium bald zu einem festen Ring, sog. **Gefässbündelring** oder **Cylinder**, zusammengedrängt.

Verliert dagegen das Cambium frühzeitig sein Teilungsvermögen und bleibt nur kurze Zeit hindurch fortbildungsfähig, so kann kein Dickenwachstum eintreten, und die Gefässbündel heissen in diesem Falle **geschlossene Gefässbündel,** z. b. bei den Monocotylen und Gefässkryptogamen; hier erscheinen die Gefässe auf dem Querschnitt regellos zerstreut.

Je nach der Stellung des Holzteils zum Siebteil bezeichnen wir ein Gefässbündel als:

a) **collateral;** Siebteil und Holzteil liegen mit einer Fläche der Länge nach aneinander und zwar so, dass das Phloëm nach aussen, das Xylem nach innen liegt. (Häufigster Fall.)

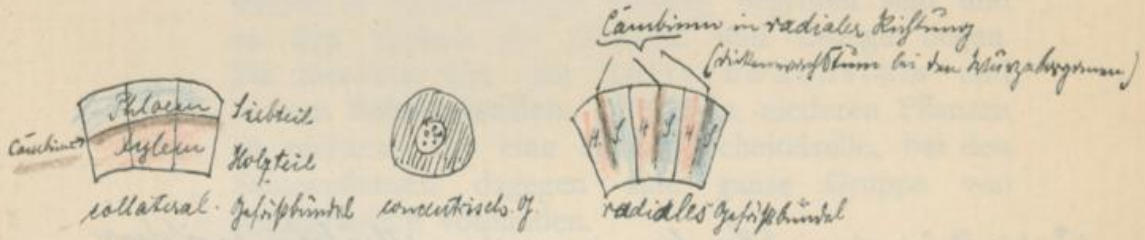
b) **bicollateral;** indem an der Innenseite des Holzteils ein zweiter Siebteil entsteht, ist das Xylem auf beiden Seiten von Phloëm begrenzt. (Ist nur selten der Fall, z. B. bei den Cucurbitaceen.)

c) **concentrisch;** ein Teil des Bündels umschliesst den anderen, z. B. bei den Monocotylen und Farnen.

d) **radial;** der Holzteil bildet auf dem Querschnitt mehrere radiale Streifen, zwischen welchen ebenso die des Siebteils liegen; beide sind durch ein parenchymatisches Verbindungsgewebe mit einander verbunden; ausserdem befindet sich an der Peripherie des gesamten Bündels das sog. **Pericambium,** aus einer zarten, einzelligen Schicht von Parenchymzellen bestehend. Radiale Gefässbündel finden wir bei den Wurzeln. Von dem Pericambium werden im Inneren der Wurzel die Seitenwurzeln angelegt. Über dem Pericambium finden wir noch die **Endodermis,** welche aus verdickten Zellen besteht und den Bündelstrang der Wurzel von dem Grundgewebe abgrenzt.

III. **Bildungsgewebe** oder **Meristem** besteht aus Zellen, welche ihr Teilungsvermögen während der Lebensdauer der Pflanzen beibehalten und **Meristemzellen** genannt werden. Als Dauerzellen dagegen bezeichnen wir alle anderen

Monocotyler Typus der Gefäßbündel: die Gefäßbündel nähern sich der Spitze u. biegen dann bald nach außen.



Interfascicular-Cambium ergänzt sich zwischen den Gefäßbündeln durch nachträglich aus dem Grundgewebe entstandenes Bildungsgewebe zu einem geschlossenen Ring, der nach außen fortwährend neue Siebelemente, nach innen neue Holzelemente erzeugt u. hierdurch das secundäre Dickenwachstum der ~~Rinde~~ Stammorgane bewerkstelligt. (bes. den collateralen Gefäßbündeln der Gymnospermen u. Dicotylen)

1. S. 86. des Repetitor.

durch die Thätigkeit des Cambiums werden alljährlich zwischen Gefäßteil (= Holzteil) u. Siebteil (= Bastteil) neue Elemente eingelagert, die sich nach ersterem hin (dem Holzteil) zu Gefäßen u. Holzfasern (= secundäre Gefäßstrangelemente) nach letzterem hin (dem Siebteil) zu Siebröhren u. Bastfasern (secundäre Siebstrangelemente) ausbilden.

Zellen, welche die Teilungsfähigkeit verloren haben und den weit grösseren Teil des Pflanzenkörpers bilden. Meristemgewebe können wir in drei verschiedenen Zonen des Pflanzenkörpers beobachten und bezeichnen es als:

a) **Urmeristem** besteht aus einer kleinen Gruppe zarter, dünnwandiger, isodiametrischer Zellen, welche in fortwährender Teilung begriffen sind und an den Spitzen der Wurzeln und Zweige liegen. Sie bewirken hier das Spitzenwachstum und heissen **Scheitelzellen.** Bei den niederen Pflanzen ist meistens nur eine einzige Scheitelzelle, bei den Samenpflanzen dagegen eine ganze Gruppe von Scheitelzellen vorhanden.

b) **Folgemeristem** oder **Cambium** ist zwischen dem Siebteil und Holzteil vorhanden und besteht aus einer einfachen oder aus wenigen Zellreihen gebildeten Schicht langgestreckter, prismatischer Zellen, welche durch ihre Teilungsfähigkeit fortwährend nach beiden Teilen hin neue Zellen zu erzeugen vermögen und somit das Dickenwachstum bewirken. Wir finden das Cambium hauptsächlich nur bei den Dicotylen, wo es die ganze Lebensdauer der Pflanze thätig ist, während es bei den Monocotylen nach kurzer Zeit die Teilungsfähigkeit verliert.

c) **Korkcambium** oder **Phellogen** entsteht bereits im ersten oder zweiten Jahr dicht unter der Epidermis und bildet hier die korkbildende Gewebeschicht, indem nach aussen hin die Zellen absterben und Kork oder Periderm bilden, während die inneren Zellen eine unbegrenzte Teilungsfähigkeit behalten.

IV. **Grundgewebe** oder **Füllgewebe** nennen wir alles übrige Gewebe, welches nicht zur Epidermis und den Gefässbündeln gehört und somit den Raum zwischen Epidermis und den Gefässen ausfüllt. Es stellt ein lockeres Gewebe aus zarten, parenchymatischen, isodiametrischen Zellen dar, zwischen welchen immer Intercellularräume vorhanden sind. Das Parenchym kann öfters durch Ver-

schleimung in Collenchym oder Sklerenchym sich verwandeln, so z. B. bei den Monocotylen, bei welchen es die Festigkeit des Gewebes erhöht. Wir unterscheiden nach seiner physiologischen Funktion drei verschiedene Arten von Grundgewebe:

a) **Assimilationsgewebe** zeichnet sich durch seinen Gehalt an Chlorophyllkörpern aus und muss somit noch dem Licht zugänglich sein. Wir finden es hauptsächlich in den Blättern, welche aus Pallisaden- und Schwammparenchym bestehen und hier die Assimilation, d. h. die Umwandlung der Kohlensäure in äusserst komplicirte organische Verbindungen, besorgen. Ferner finden wir es auch im Stamm unter der Epidermis und bezeichnen es hier als **primäre Rinde**, ein ebenfalls chlorophyllhaltiges, somit auch grünes, assimilirendes Gewebe.

b) **Speichergewebe** befindet sich besonders in den unterirdischen Pflanzenteilen, den Rhizomen etc. und im Stamm als **Mark** und **Markstrahlen**; es ist dem Licht nicht mehr zugänglich und dient zur Ablagerung von überflüssigen Nährstoffen, welche den Winter über hier aufgespeichert werden, um im Frühjahr der Pflanze als Nahrung zu dienen.

c) **Sekretorisches Gewebe** hat die Bestimmung, die nicht mehr zur Verwendung kommenden Ausscheidungen der Pflanze, sog. **Sekrete**, aufzunehmen, welche in hierzu bestimmten Zellen des Grundgewebes abgelagert werden. Solche **Harz-** und **Ölzellen** finden wir bei verschiedenen Pflanzenfamilien, z. B. den Zingiberaceen, Laurineen etc. Werden die Sekrete in Intercellularräumen abgeschieden, so nennt man diese intercellulare Sekretbehälter, welche auf drei verschiedene Arten zu stande kommen können:

1. **schizogen**, indem durch Ansammlung von Sekreten die aneinander grenzenden Zellen auseinander weichen; es entsteht zuerst eine schmale Spalte, schliesslich

durch Beteiligung mehrerer umliegender Zellen ein grösserer Raum, welcher von äusserst dünnwandigen Zellen, **Epithelzellen,** begrenzt wird. Sie besitzen langgestreckte Form und durchziehen den Pflanzenkörper auf lange Strecken, z. B. bei den Umbelliferen und Coniferen.

2. **lysigen,** indem die Zellwände der mittleren Zellen eines Gewebecomplexes aufgelöst werden, wodurch Intercellularräume, sog. **Öllücken,** gebildet werden, in welchen die Sekrete sich ablagern.
3. **rhexigen,** indem die Zellwände bei einanderliegenden Zellen zerreissen und so Intercellularräume bilden.

Anordnung der Gewebe.

Wir haben hier zwei verschiedene Typen zu unterscheiden und zwar die Gewebeanordnung der Dicotylen und Gymnospermen und diejenige der Monocotylen und Pteridophyten.

Indem die Stämme und Wurzeln der Dicotylen und Gymnospermen die Eigenschaft besitzen, ihren Umfang stetig zu vermehren, sprechen wir bei ihnen von einem sog. sekundären Dickenwachstum, welches durch das Vorhandensein eines dauernd bildungsfähigen, bleibenden, ringförmig den Holzkörper umgebenden Meristemgewebes, des Cambiums, bedingt wird; es bildet sich jährlich zwischen dem Holz und der Rinde der Jahresring. Nur bei einigen Monocotylen, z. B. einigen Liliaceen, wie Aloë, und sehr wenigen Gefässkryptogamen, welche die Fähigkeit besitzen, in die Dicke zu wachsen, findet sich eine cambiumähnliche Zone meristematischer Zellen, welche sowohl Grundparenchym, als auch unregelmässig zerstreut liegende Gefässbündel erzeugt.

Im allgemeinen finden wir bei den Monocotylen und Pteridophyten also kein sekundäres Dickenwachstum; sondern bei ihnen werden die Gefässbündel nach einer

gewissen Spanne Zeit vollständig fertig ausgebildet, so dass sie keine andere Form mehr annehmen können; wir nennen solche Gefässbündel **geschlossene Gefässbündel** und erscheinen dieselben auf dem Querschnitt des Stammes regellos zerstreut. Dadurch dass die Gefässbündel nicht fest aneinander schliessen, erhält auch das Gewebe nicht die nötige Festigkeit; um letztere nun doch zu ermöglichen, findet ein Übergang des Grundgewebes in Sklerenchym statt.

Bei den Dicotylen und Gymnospermen erscheinen die Gefässbündel auf dem Querschnitt regelrecht, ringförmig cylindrisch angeordnet und heissen sog. **offene Gefässbündel,** indem durch das Vorhandensein von Cambium fortwährend Neubildungen von Zellen sowohl nach dem Holzteil, als auch nach dem Siebteil hin erfolgen; diese durch das Teilungsvermögen des zwischen Siebteil und Holzteil gelegenen Cambiums neu entstandenen Zellen werden teils zu Siebröhren, Bastfasern oder Bastparenchym, teils zu Gefässen, Holzfasern oder Holzparenchym, und entsteht so im ersteren Fall die sog. sekundäre Rinde, im letzteren Fall das sog. sekundäre Holz.

Abb. 136. Ausser diesem in den Gefässbündeln vorkommenden Cambium, dem sog. **Fascicularcambium,** kennen wir noch ein sog. **Interfascicularcambium** und bezeichnen als solches die später in den Markverbindungen des Grundgewebes auftretende Cambiumpartie. Durch das Vorhandensein von Interfascicularcambium erscheint das Gesamtcambium auf dem Querschnitt als sog. **Cambiumring;** ferner entstehen Neubildungen von parenchymatischen Zellen, sog. **primäre** Abb. 146. **Markstrahlen,** welche zwischen den Gefässbündeln liegen und das innere Gewebe mit der primären Rinde verbinden. Die sog. **sekundären Markstrahlen** sind in den Gefässbündeln selbst ausgebildet, indem hier ein Teil des Fascicularcambiums nach kurzer Zeit die Bildung von Holz- und Rindenteil einstellt und dann nur noch Markstrahlenparenchym erzeugt; diese sekundären Markstrahlen durchziehen die Gefässbündel und reichen somit nicht bis in das Mark, sondern nur bis in den Holzteil hinein.

Monocotylen u. Pteridophyten: geschlossene Gefäßbündel, regellos zerstreut.

Dicotylen u. Gymnospermen: offene Gefäßbündel, ringförmig angeordnet

Siebröhren
Bastfasern
Bastparenchym
} sekund. Rinde

Gefäße
Holzfasern
Holzparenchym
} sekund. Holz.

Abb. 136 Straßburger
Abb. 130. Lehr. d. Ph.

Die Grenze zwischen primärer u. secundärer Rinde heißt Periaykel.

Bei dem **Grundgewebe** können wir drei verschiedene Teile unterscheiden:

1. die **primäre** oder **grüne Rinde**, die nach der Peripherie zu liegende Partie des Querschnittes; sie besteht aus Parenchymzellen, welche mehrfach geschichtet sind, und ist durch das Vorhandensein von Chlorophyll grün gefärbt.
2. die **primären Markstrahlen**, sie verbinden das Mark mit der primären Rinde.
3. das **Mark**, der centrale, parenchymatische Strang im Innern.

Das Gewebe wird durch das Cambium in zwei verschiedene Zonen geteilt und zwar können wir deutlich auf einem Querschnitt eine äussere Partie, die Rinde, und eine innere Partie, den Holzkörper unterscheiden:

a) die äussere Partie oder **Rinde** lässt sich leicht von dem Holzkörper trennen. Wir müssen an der Rinde wiederum drei verschiedene Zonen unterscheiden, aus welchen sie zusammengesetzt wird:

1. die **Aussenrinde**; sie ist, wie schon der Name sagt, der nach aussen zu, also an der Peripherie, gelegene Teil und besitzt meistens eine bräunliche Färbung. Gebildet wird die Aussenrinde im jugendlichen Zustande des Pflanzenkörpers aus der Epidermis; später aus der durch die Thätigkeit des Korkcambiums entstehenden Korkschicht, wodurch natürlich die zarte, einzellige Epidermisschicht gesprengt werden muss, da sie dem Dickenwachstum nicht Folge leisten kann.
2. die **Mittelrinde** oder **primäre Rinde**, auch wegen ihres Chlorophyllgehaltes grüne Rinde genannt; sie besteht aus den Teilen, welche ausserhalb der Gefässbündel liegen, und wird aus mehrfach geschichteten, parenchymatischen Zellen gebildet, welche ausser dem bereits erwähnten Chlorophyll noch Calciumoxalatkrystalle meist in Drusenform enthalten.
3. die **Innenrinde** oder **sekundäre Rinde**; sie setzt

sich aus dem Siebteil der Gefässbündel — Siebröhren, Bastfasern und Rindenparenchym — und den dazwischen liegenden, oft sehr verbreiterten Markstrahlen zusammen und ist durch die Aufspeicherung von Eiweissstoffen, welche zur Ernährung des Pflanzenkörpers Verwendung finden, grau gefärbt.

b) die innere Partie oder **Holzkörper**; und zwar können wir hier bei älteren Baumstämmen öfters zwei verschiedene Zonen unterscheiden, welche aber nicht bei allen Bäumen vorhanden sind; ganz besonders gut zeigt uns aber der Querschnitt eines Eichenstammes oder das Lignum Guajaci folgende Differenzirung:

1. das **Splintholz,** es ist nach aussen zu gelegen und von hellerer Färbung.
2. das **Kernholz,** es ist nach innen zu gelegen und dunkler gefärbt, da es eine bei weitem festere Fügung besitzt und ausserdem auch bedeutend kohlenstoff- und gerbstoffreicher, als das Splintholz, ist.

Ausser den in radialer Richtung verlaufenden Markstrahlen finden wir noch auf dem Querschnitte eines Stammes ringförmige Gebilde, sog. Jahresringe.

Diese **Jahresringe** entstehen durch ungleiches Wachstum der Gewebe in den verschiedenen Jahreszeiten. Es werden nämlich im Frühling dünnwandige Zellen mit vielen Öffnungen, viele Gefässe gebildet, weshalb das im Frühling entstandene Holz auch heller erscheint. Um die Bildung zahlreicher Blätter zu ermöglichen, müssen Nährstoffe nach aussen geleitet werden, was durch das, Reservestoffe speichernde, Gewebe geschieht. Wir finden also im Frühjahr ein äusserst lebhaftes Wachstum, welches auch den Sommer über so bleibt. Mit Beginn des Herbstes dagegen verlangsamt sich allmählich das Wachstum, es werden mehr dickwandige Gewebe gebildet, und das nun entstehende Holz besteht nur aus schmalen Holzfasern, weshalb es dunkler erscheint. Im Winter wird jedes Wachstum eingestellt, während im Frühling des nächstfolgenden Jahres das Cambium von neuem seine lebhafte Thätigkeit aufnimmt und dadurch

Pericambium = Pericykel Abb. 131. Strasburger

wieder das hellere Frühlingsholz gebildet wird. Es beginnt somit der Process von neuem und ist es daher leicht erklärlich, dass wir an den auf dem Querschnitt eines Stammes vorhandenen Jahresringen das Alter des betreffenden Baumes bestimmen können, indem stets ein Jahresring ein Jahr bedeutet.

Die Bildung der ersten Holzelemente im Stamm beginnt im Inneren und schreitet nach der Peripherie hin fort, während es im Bastteil umgekehrt der Fall ist.

In den Wurzeln werden im jugendlichen Zustande die ersten Holzgefässe aussen an der Peripherie angelegt. Die Wurzeln besitzen einen centralen Gefässbündelstrang, d. h. es sind meistens mehrere Sieb- und Gefässteile vorhanden, welche hier so angeordnet sind, dass die Gefässteile radial um den Mittelpunkt des Querschnittes liegen und ein Siebteil zwischen je zwei Gefässteile zu liegen kommt.

Der gesamte Bündelstrang in der Wurzel ist von dem **Pericambium**, einer einzelligen Schicht äusserst zarter, prismatischer Parenchymzellen, umgeben. Aus dem Pericambium entstehen die Seitenwurzeln.

Ausserdem finden wir auf dem Querschnitt der Wurzeln noch ein Schutzgewebe, die **Endodermis**, welche meistens verdickte Zellwände besitzt und den Gefässbündelstrang von dem Grundgewebe abgrenzt.

Im späteren Zustande jedoch sieht eine Wurzel auf dem Querschnitt fast ebenso aus, wie der Stamm, indem durch Wachstum die Undulationen des Cambiums verschwinden und wir so einen Cambiumring sehen, welcher nach aussen Rinde, nach innen Holz bildet.

Im Anschluss hieran wollen wir uns noch über einige Schnittflächen orientiren, durch welche wir uns die Lage und Anordnung der Gewebe in räumlicher Beziehung vergegenwärtigen können. Wir erhalten einen:

1. **Querschnitt**, wenn wir einen Spross oder eine Wurzel im rechten Winkel zur Längsachse quer durchschneiden; er ist meistens ein Kreis und wird am häufigsten ausgeführt. Die Markstrahlen erscheinen auf ihm als Radien.

2. **Längsschnitt**, wenn wir in der Richtung der Längsachse, also rechtwinklig zum Querschnitt, einen Schnitt ausführen; jedoch müssen wir hierbei unterscheiden:
   a) **radiärer** Längsschnitt; die Schnittfläche geht durch den Mittelpunkt des kreisförmigen Querschnittes, ist also als Durchmesser angelegt. Die Markstrahlen verlaufen bandartig parallel.
   b) **tangentialer** Längsschnitt; die Schnittfläche ist in einiger Entfernung parallel zum Durchmesser angelegt, so dass der Schnitt auf dem kreisförmigen Querschnitt als Sehne des Kreises erscheint. Die Markstrahlen sind quer durchschnitten und erscheinen als kleine Striche.

---

s-
tt
n:
h
s,
-

n
e-
n
e
n