

1 Aufbau der Pflanze

1.1 Die Zelle

Man unterscheidet prinzipiell zwei Grundtypen von Zellen: die Procyte und die Eucyte.

Die **Procyte** enthält keinen Zellkern und ist der Zelltyp der Procaryoten (Kapitel: 3.2). Die **Eucyte** besitzt einen Zellkern und eine ausgeprägte Kompartimentierung. Sie ist der Zelltyp aller Eucaryoten.

Alle lebenden **eucaryotischen Pflanzenzellen** (Abb. 1) bestehen aus dem Protoplasten mit dem Zellkern, der von einer Membran (dem Plasmalemma) umgeben ist und der **Zellwand**. Mit dem Wachstum der Zellwand ist die Form der Pflanzenzelle verbunden. Im Ergebnis eines gleichmäßigen Flächen (Weiten)-wachstums entsteht die isodiametrische Zelle, mit meist polyedrischer Gestalt (Abb. 1). Langgestreckte, faserförmige prosenchymatische Zellen entstehen auf der Grundlage eindimensionaler Zellstreckung.

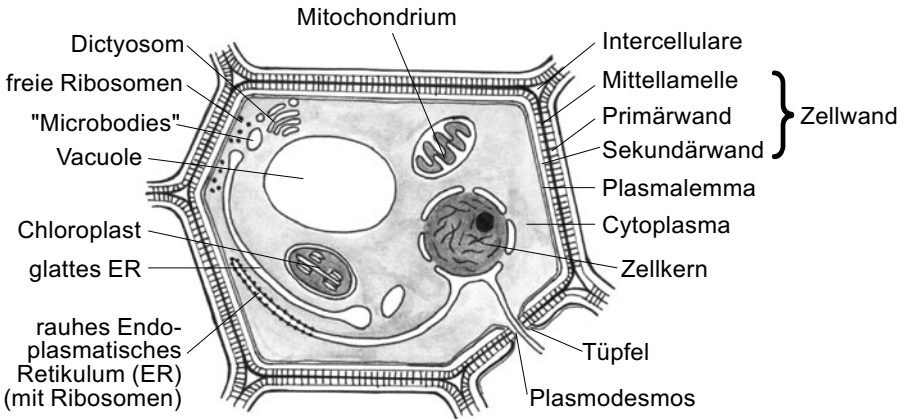


Abbildung 1: Pflanzenzelle

Im Innern des Protoplasten, abgegrenzt von einer Membran, der Tonoplasten-Membran, treten Vacuolen (Gesamtheit der **Vacuolen** = das Vacuum) auf. Diese Vacuolen sind Zellsafträume, in denen verschiedene Stoffe als wässrige Lösung vorliegen. Zellwand und Vacuolen sind ergastische Produkte des lebenden Protoplasten und wichtige Unterscheidungsmerkmale zur tierischen Zelle.

Die Hauptmasse des Protoplasten ist das Cytoplasma, das den Zellkern umgibt. Der Zellkern selbst ist von einer Doppelmembran (Kernhülle) umgeben und enthält die Chromosomen, auf denen die weitaus überwiegende Anzahl der Gene lokalisiert sind. Die Durchmesser pflanzlicher Zellkerne liegen häufig in der Größenordnung von 5-25 μm (Ausnahmen: einige hundert Mikrometer).

Im Cytoplasma des Protoplasten sind verschiedene Strukturen zu erkennen:

- ◆ größere und kleinere Organellen:
 - Mitochondrien und Plastiden (z. B. Chloroplasten), umgeben von einer Doppelmembran,
 - Cytosomen (Microbodies), umgeben von einer einfachen Membran.
- ◆ Membransysteme:
 - das Endoplasmatische Redikulum (ER) und
 - die Dictyosomen (Gesamtheit der Dictyosomen = Golgi-Apparat)
- ◆ globuläre Strukturen:
 - die Ribosomen, frei im Cytoplasma oder gebunden an das ER (rauhes ER)
- ◆ fibrilläre Strukturen:
 - die Elemente des Cytoskeletts (Mikrofilamente, Mikrotubuli)

Das **Cytoskelett** pflanzlicher Zellen befindet sich unmittelbar hinter dem Plasmalemma innerhalb der äußeren Regionen des Cytoplasmas (Ektoplasma). Es ist verantwortlich für die Festigkeit und Stabilität des Protoplasten. Diese Funktionen sind bei Pflanzenzellen aufgrund des Vorhandenseins einer formgebenden Zellwand von untergeordneter Bedeutung. Bei der Kernteilung bildet das Cytoskelett die Kernspindel.

Der innere Teil des Cytoplasmas (Endoplasma) hat bei Pflanzenzellen eine mehr oder weniger flüssige Konsistenz und zeigt mitunter eine deutliche **Plasmaströmung** (Zirkulation, Rotation), ein Merkmal der Vitalität von Zellen (durchschnittliche Rotationsgeschwindigkeit bei *Elodea*-Arten/Wasserpest, z. B. 0,6 mm/min).

Ribosomen und die Elemente des Cytoskeletts sind sich selbst organisierende Strukturen, die einem fortwährenden Auf- und Abbau bzw. Wechsel unterworfen sind (selfassembly-system).

Die in Pflanzenzellen häufig vorkommenden **Cytosomen** (0,2-2 μm) sind die Glyoxisomen und Peroxisomen, seltener Lysosomen. Cytosomen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Ausstattung mit Enzymen.

Die Enzyme der **Peroxisomen** (Peroxidasen) stehen im Zusammenhang mit der Photorespiration (Lichtatmung / Kapitel: 2.2) und können außerdem Fettsäuren abbauen.

Glyoxisomen findet man in Zellen des Nährgewebes der Samen oder der Keimblätter. Sie dienen der Mobilisierung der gespeicherten Lipide und deren Umbau zu Kohlenhydraten bei der Keimung.

Lysosomen enthalten lytische Enzyme (Hydrolasen) und veranlassen die Autolyse von Zellen, so entstehen tote Zellen (z. B. Wasserleitungsbahnen).

Plastiden

Plastiden sind charakteristische Organellen einer eucaryotischen Pflanzenzelle und können sehr unterschiedlich gebaut sein. Sie gehen auf eine gleiche Vorstufe, den Proplastiden in den embryonalen Pflanzenzellen, zurück. Plastiden sind z. T. auch ineinander umwandelbar.

Man unterscheidet zwischen den Plastiden, die einen Farbstoff enthalten (Chromatophoren) und solche, die keinen besitzen (Leukoplasten). Die Chromatophoren selbst teilt man in photosynthetisch aktive Chloroplasten und photosynthetisch inaktive Chromoplasten ein.

Eine Pflanzenzelle enthält immer nur einen bestimmten Plastidentyp.

Chloroplasten besitzen als Farbstoffe (Pigmente) Chlorophylle und Carotinoide. Sonderformen der Chloroplasten sind die Phaeoplasten (braun) der braunefärbten Algen, die Rhodoplasten (rot) der Rotalgen und die Gerontoplasten (gelblich) in alternden Geweben (z. B. Blätter im Herbst).

Die Chloroplasten höherer Pflanzen sind im Durchmesser ca. 4-8 μm groß, linsenförmig und charakteristisch für die grünen Gewebe der Pflanze. Eine typische Blattzelle enthält 25 bis über 200 Chloroplasten. Die Chloroplasten sind von einer Doppelmembran (Hülle) umgeben. Die äußere Membran besitzt große Poren (2,5 nm Weite), die durch Porine gebildet werden. Diese Poren sind somit durchlässig für Moleküle bis zu 6000 Da. Die innere Hüllmembran bildet Einfaltungen in den plasmatischen Innenraum der Chloroplasten (Stroma oder Matrix-Raum genannt), die sich weitgehend von der Hülle abschnüren und flache Vesikel (flachgedrückte Säckchen) bilden. Man bezeichnet diese membranösen Strukturen als **Thylakoide**. Diese Thylakoide können geldrollenartig übereinander liegen und Membranstapel bilden (= Grana-Thylakoide - Abb. 2). Diese sind über Stroma-Thylakoide untereinander verbunden. In den Membranen der Thylakoide sind die Chlorophylle (Photosynthesepigmente) und Carotinoide (sog. Antennenpigmente) sowie das Enzymsystem zur Bildung von ATP lokalisiert. In der Matrix der Chloroplasten kann vorübergehend Assimilationsstärke gespeichert werden. Weiterhin kommen kleine Lipidtröpfchen (Plastoglobuli), Ribosomen und DNA-Moleküle (Plastiden-DNA=Plastom) vor.

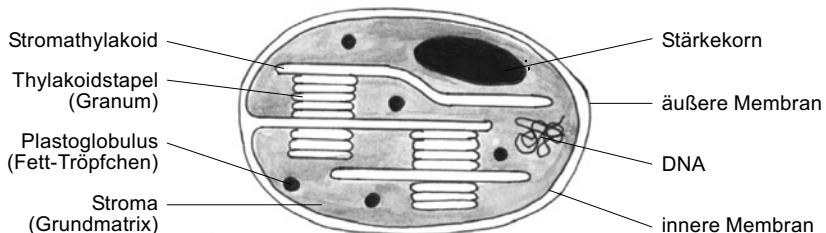


Abbildung 2: Chloroplast

Typische **Chromoplasten** enthalten als Pigmente Carotine und Xantophylle (sauerstoffhaltige Carotinoide) und besitzen deshalb eine gelbe, orange oder rote Färbung. Nach ihrem Feinbau und der Lokalisierung der verschiedenen Carotinoide können einzelne Formen von Chromoplasten unterschieden werden. Chromoplasten kommen in Blütenblättern, Früchten und Speicherorganen; z. B. Wurzelrübe der Möhre (*Daucus carota*) vor. Sie entstehen direkt aus Proplastiden oder aus Chloroplasten.

Leukoplasten als farblose pigmentfreie Plastiden kommen häufig in Epidermiszellen (Kapitel: 1.2), in Wurzeln und Speicherorganen vor. Sie sind photosynthetisch inaktiv und übernehmen vorwiegend Speicherfunktion. So unterscheidet man zwischen:

- ◆ Amyloplasten, die Stärke speichern und als Stärkekörner charakteristische Gestalt annehmen (Abb. 3),
- ◆ Elaioplasten zur Speicherung von Öl und
- ◆ Proteinoplasten für Eiweiße.

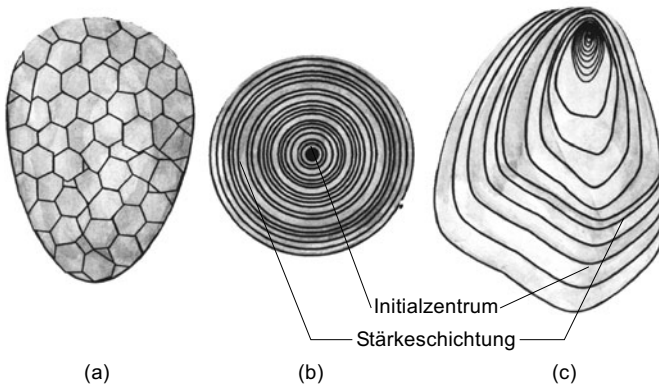


Abbildung 3: Stärkekornarten: zusammengesetzt (a), z. B. beim Reis; konzentrisch (b), z. B. beim Weizen; exzentrisch (c), z. B. bei der Kartoffel

Vacuole (Vacuom)

Vacuolen sind charakteristisch für ausdifferenzierte Pflanzenzellen und entstehen während des Zellwachstums. Die junge Pflanzenzelle besitzt mehrere kleine Vacuolen, die später zu einer großen Zentralvacuole fusionieren. Alternativ dazu wird auch das Aufblähen von ER- oder Golgi-Cisternen als Entstehungsweise der Zentralvacuole diskutiert. In einigen Fällen ist belegt, daß Golgi-Cisternen in einem Organell-freien Plasmabereich sich kreisförmig anordnen, verschmelzen und eine Hohlkugel bilden. Das darin enthaltene Plasma löst sich durch Autolyse (Selbstverdauung) auf und es entsteht eine Vacuole.

Vacuolen sind nichtplasmatische Kompartimente der Zelle und besitzen einen pH-Wert um 5,5 oder manchmal noch darunter. Ihr Inhalt stellt meist eine wässrige Lösung dar, der Zellsaft. Sie erfüllen grundlegende Funktionen für die Pflanze, wie z. B. für die Regulierung des Wasserhaushaltes der Zelle und tragen somit wesentlich für die Stabilität vieler pflanzlicher Gewebe bei (Kapitel: 2.1).

Vacuolen fungieren als Speicherraum für:

- ◆ **Reservestoffe**, z. B. Lipide in Oleosomen des Speichergewebes von Samen, „Proteinvacuolen“ (zunächst als gelöste Proteine, später auskristallisiert als Aleuron Abb. 4),
- ◆ **Ionen**, z. B. Ca^{2+} -Ionen, die mit Oxalsäure Calciumoxalatkristalle bilden, aber auch Calcit (CaCO_3) und Calciumsulfat (CaSO_4) (Abb. 5),
- ◆ **Exkrete**, z. B. verschiedene Stoffwechsellendprodukte.

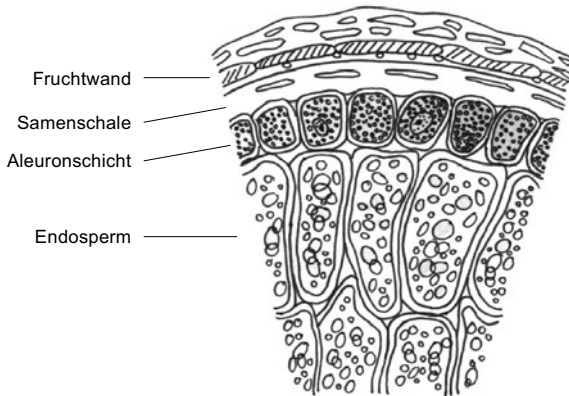


Abbildung 4: Querschnitt durch ein Weizenkorn, Aleuronschicht unterhalb der Samenschale

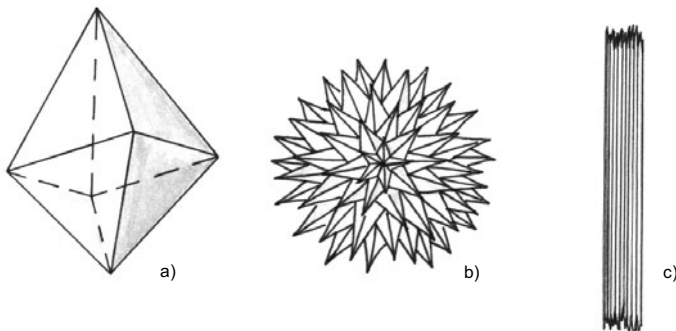


Abbildung 5: Kristallformen: prismatischer Einzelkristall (a), Kristalldruse (b), Kristallnadeln / Raphiden (c)

So können im Zellsaft der Vakuole die verschiedensten Stoffgruppen enthalten sein, wie Saccharose, organische Säuren (z. B. Citronensäure), sekundäre Pflanzenstoffe (Kapitel: 2.3) als Fraßschutz oder als Vakuolenfarbstoff (z. B. rot oder blau gefärbte Anthocyane) in Blüten und Früchten.

Zellwand

Die Zellwände sind das formgebende Exoskelett der Pflanzenzellen. Sie bestimmen die Größe des Protoplasten und verhindern, daß dieser sich durch Wasseraufnahme zu stark ausdehnt und platzt.

Die Zellwand von Pflanzenzellen höherer Pflanzen ist grundsätzlich mindestens dreischichtig (Abb. 1). Der vorherrschende Bestandteil ist **Cellulose** im Gegensatz zur Zellwand der Pilze, die als Hauptkomponente Chitin enthält.

Grundbausteine der Cellulose sind die β -Glucose-Moleküle, die an den Kohlenstoffatomen 1 und 4 miteinander verknüpft sind. Mehrere Ketten von Cellulose-Molekülen bilden Mikrofibrillen (Cellulosefibrillen).

Die Bildung der Zellwand beginnt bei der Teilung von Zellen zunächst mit einer zell-internen Sekretion einer ersten Wandlage, der Zellplatte, die weiterhin als **Mittellamelle** der Zellwand erhalten bleibt. Verantwortlich dafür sind die Golgi-Vesikel, die in die Äquatorialebene der Zelle einwandern. Die Zellplatte enthält keine Gerüstfibrille sondern besteht ausschließlich aus einer Zellwandgrund- bzw. Matrix-Substanz, d. h. vorwiegend aus stark gequollenem Pectin mit einem geringen Protein-Anteil. Die Mittellamelle stellt den Zusammenhalt benachbarter Zellen her. Durch Abbau der Mittellamelle zerfällt das Gewebe (Mazeration; z. B. Früchte werden mehlig, teigig). Mit der Ausscheidung von Wandlamellen, die in zunehmenden Maße Gerüstfibrillen (Cellulosefibrillen) enthalten, entsteht durch beide Tochterzellen die **Primärwand**. Die Primärwand ist charakteristisch für embryonale (meristematische) Pflanzenzellen und auch für alle Zellen des Grundgewebes (Kapitel: 1.2). Sie ist anfänglich plastisch (nach allen Seiten) gut dehnbar. Durch weitere Abscheidung von Cellulosefibrillen wächst sie und wird immer dicker. Strukturell besteht die Primärwand demnach aus einer Zellwand-Matrix und einem fibrillären Gerüst. Die chemischen Komponenten der Zellwand-Matrix sind Pectinstoffe und Hemicellulosen sowie Glykoproteine. Das fibrilläre Gerüst bilden die Cellulosemoleküle (ca. 15% des Volumens zu Beginn der Primärwandbildung, später bis 30%). Die Zahl der in einer Kette enthaltenen β -Glucose-Moleküle der Primärwandcellulose liegt zwischen 1500 und über 8000. Die Mikrofibrillen liegen unregelmäßig und nur lose miteinander verbunden in der Zellwand-Matrix, wie Stahlstäbe im Beton. Es entsteht eine für Primärwände typische Streutextur, die die Elastizität und plastische Verformbarkeit garantiert. Während des Streckungswachstum der Zellen (Dehnung der Zelle) verändert sich das Mengenverhältnis Matrix/Cellulose zugunsten der Cellulose. Die Primärwand ist nun nur noch begrenzt elastisch und wird zum Saccoderm.

Mit dem Abschluß des Zellwachstums entsteht die **Sekundärwand**, die bei manchen Zelltypen sehr dick und mehrschichtig sein kann. Sie ist reich an Cellulose (bis zu 95%) und enthält keine Pektinstoffe. Die Zahl der in einer Kette enthaltenen β -Glucose-Moleküle erhöht sich auf ca. 13000 bis 16000. Die Mikrofibrillen, zusammengefaßt zu Makrofibrillen, ordnen sich nun parallel zueinander an (Paralleltextur), doch sind auch Ring- und Schraubentextur möglich. Es erhöht sich damit die Festigkeit beträchtlich. Entsprechend ihrer Funktion kann die Sekundärwand auch nachträglich (sekundär) verändert werden.

Sekundäre Veränderungen der Zellwand haben die Aufgabe:

- ◆ Zellen und Gewebe nach außen abzudichten (Transpirationsschutz!). Dazu werden wasserabweisende Stoffe, meist lipophile Verbindungen wie Cutin oder Suberin auf die Zellwand aufgelagert (adkrustiert).
- ◆ Zellen und Gewebe zu verfestigen. Hierbei werden Lignine (Holzstoffe), selten auch Kieselsäure in der Zellwand zwischen die fibrilläre Gerüstsubstanz eingelagert (inkrustiert).

Bei Verkorkung und Verholzung von Zellwänden stirbt nachfolgend der Protoplast ab.

Durch die Zellwände wären die Pflanzenzellen voneinander völlig isoliert, würden nicht die Plasmodesmen eine Verbindung der Protoplasten aufrecht erhalten. **Plasmodesmen** sind plasmatische Verbindungen, die einen Stofftransport erlauben, durch die kleinere Moleküle (ca. 1000 Da) frei diffundieren können. Sie liegen teils einzeln, teils -insbesondere bei Zellen mit sekundärer Wandverdickung- in Gruppen beieinander. Diese Bereiche werden während der Sekundärwandbildung durch Plasmawülste offen gehalten. So kommt es zu einer ringförmigen Anordnung der Cellulose-Mikrofibrillen um das Feld herum und es entstehen die sog. **Tüpfel**, wo Mittellamelle und Primärwand als „Schließhaut“ fungieren (Abb. 1).

1.2 Gewebe des Pflanzenkörpers

Bildungsgewebe

Aus der befruchteten Eizelle (Zygote) der höheren Pflanzen entwickelt sich im Samen der Embryo (Keimling). Der ausgereifte Embryo besteht insgesamt aus Bildungsgeweben (Meristeme), die man unterteilt in: Protoderm (äußerste Zellschicht), Grundmeristem und Procambium (Abb. 6). Weiterhin besitzt er eine Sproßanlage (Plumula) mit der Sproßspitze und eine Wur-

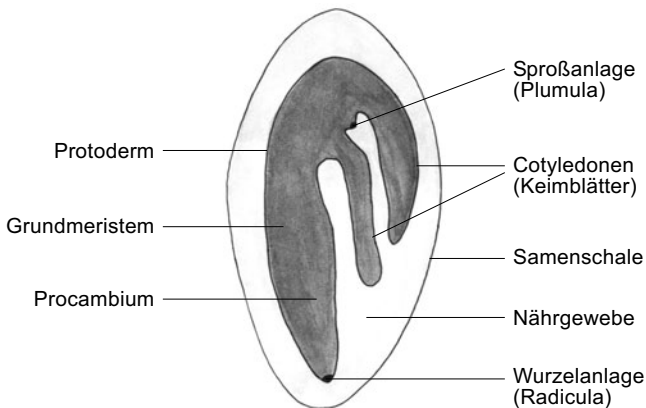


Abbildung 6: Ausgereifter Embryo im Samen

zellanlage (Radicula) mit der Wurzelspitze. Sproß und Wurzel zeigen später Spitzenwachstum. Die Meristeme bleiben auf die jeweiligen Spitzenregionen (apikales Scheitelmeristem; Vegetationskegel, Wurzelspitze) beschränkt. **Meristemzellen sind teilungsfähige, plasmareiche, dünnwandige Zellen mit einem großen Zellkern und Proplastiden.**

Das Protoderm differenziert sich später zum primären Abschlußgewebe. Das Grundmeristem ist Ausgangspunkt für das Grundgewebe und das Procambium Vorläufer der Leitgewebe.

a) Sproßvegetationskegel

Vom Sproßvegetationskegel geht die Entwicklung der Sproßachse (Kapitel: 1.3.2) aus. Ausgangspunkt für das Meristem des Vegetationskegels ist ein Initialzellkomplex an der Spitze. Dieser Initialzellkomplex ist von teilungsaktivem Meristem umgeben. Durch das Teilungsmuster der Initialzellen entsteht eine periphere Zone, die Tunica, und ein zentraler Teil, der Corpus. Als seitliche Höcker am Vegetationskegel entstehen **exogen** die Anlagen der Blätter (Blattprimordien). Verantwortlich dafür ist eine der Tunicaschichten, meist die zweite, Abb. 7). Die jungen Blätter wachsen schneller als der Vegetationskegel und schützen so die Sproßspitze (Terminalknospe).

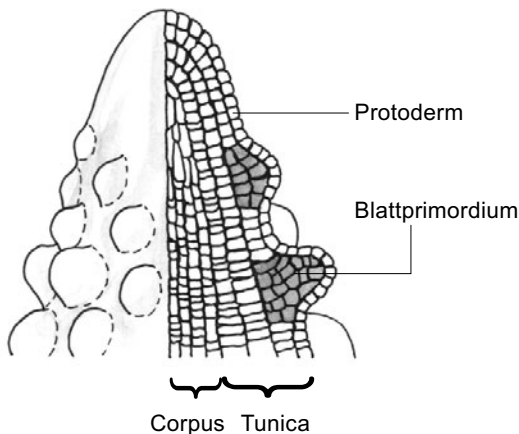


Abbildung 7:
Sproßvegetationskegel
(*Hippuris vulgaris*):
äußere Gestalt
und Längsschnitt

b) Wurzelspitze

Die Wurzelspitze wird von einer Wurzelhaube (Calyptra) bedeckt. Ebenfalls von einem Initialkomplex am Vegetationspunkt ausgehend liefern die darum liegenden, lebhaft teilungsfähigen Zellen folgende Meristeme (Abb. 8):

- ◆ zur Wurzelspitze gerichtet entsteht das Calyptogen, was die Calyptra bildet
- ◆ basalwärts das Protoderm (Dermatogen), aus dem die Rhizodermis hervor geht
- ◆ das Periblem, das sich zur Wurzelrinde differenziert, und
- ◆ das Plerom, das den Zentralzylinder bildet.

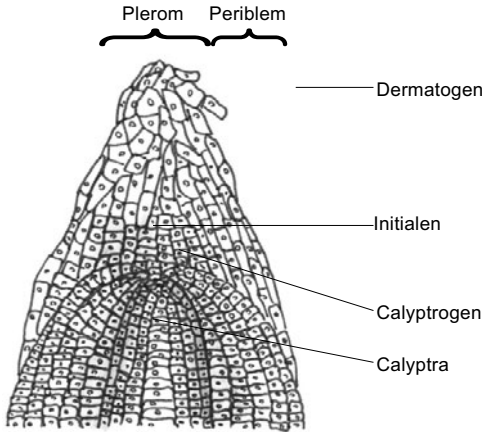


Abbildung 8:
Wurzelspitze
(*Hordeum vulgare*),
Längsschnitt

Neben den Spitzenmeristemen gibt es im Pflanzenkörper noch weitere Formen von Bildungsgewebe. Bleiben zwischen späteren Dauergeweben lokale Meristeme erhalten, die auf embryonale Meristeme zurückgehen, spricht man von **Restmeristemen** (= primäre Meristeme). Beispiele dafür sind Restmeristeme in den Leitbündeln und in den Internodien der Sproßachse. Die Zellen dieser Restmeristeme können prosenchymatisch und vakuolisiert sein. Werden innerhalb eines Dauergewebes wieder Zellen teilungsfähig und es entsteht ein z. T. lokales Meristem neu, spricht man von **Folgermeristem** (= sekundäre Meristeme). Beispiel dafür ist das Korkcambium (Phellogen), aus dem das sekundäre Abschlußgewebe entsteht. Die Zellen von Folgermeristemen können große Vacuolen besitzen.

Bleiben nur einzelne Zellen oder wenige Zellgruppen teilungsfähig, werden diese als Meristemoide bezeichnet. Solche Meristemoide differenzieren zu Spaltöffnungen oder Haaren.

Dauergewebe

Im allgemeinen sind die Zellen der Dauergewebe nicht mehr teilungs- und wachstumsfähig, sie sind ausdifferenziert und nicht selten sogar abgestorben, wasser- oder lufttchtig. Als Folge der offenen Organisation des Pflanzenkörpers übernehmen bei Kormophyten überwiegend tote Zellen (Holz, Borke) wichtige Funktionen.

Mit dem Übergang meristematischer Zellen zu Dauergewebszellen ist ein postembryonaler Wachstumsschub verbunden, der sich dadurch auszeichnet, daß vor allem die Zentralvacuole aufgebläht wird, die Zellwand dem Turgor nachgibt und sich irreversibel dehnt. Daraus resultiert eine Abrundungstendenz der Zelle. An Ecken und Kanten benachbarter Zellen lösen sich die Zellwände entlang der Mittellamelle voneinander und die Zellen weichen auseinander. Dadurch entstehen gas- oder wassergefüllte schizogene Intercellularräume, die schließlich über Spaltöffnungen mit der Außenwelt in Verbindung stehen. Andere Möglichkeiten der Bildung von Hohlräumen im Pflanzenkörper sind das Auflösen von Zellen (lysogen) oder massive Gewebeerreißungen (rhexigen) infolge ungleichem Wachstums (hohler Stengel mit Markhöhle).

a) Grundgewebe oder Parenchym

Dominierende Zellform der Grundgewebe ist die parenchymatische bzw. isodiametrische Zelle von rundlicher oder polyedrischer Form. Charakteristisch sind große Vacuolen, die in der Regel über 80% des Zellvolumens einnehmen und einen hohen Turgor besitzen (Stabilität auch ohne Festigungsgewebe). Der Protoplast ist wandständig. Die Zellwände sind in der Regel dünnwandig und meist ohne, gelegentlich mit sekundären Wandverdickungen. Entsprechend ihrer Funktion sind in den Zellen Chloroplasten vorhanden oder fehlen. Parenchyme sind oft intercellularenreich, wenig spezialisiert und besitzen funktionelle Vielseitigkeit. Daher ist ihre Klassifizierung in erster Linie nach der Funktion, aber auch nach der Gestalt der Zellen oder nach der Lage in den Organen möglich.

Bei der Einteilung der Grundgewebe nach ihrer Funktion unterscheidet man:

- ◆ **Speicherparenchym:** dominierend in "fleischigen" Speicherorganen, wie Rüben, Knollen und Zwiebeln; in Nährgeweben von Samen zur Aufnahme von Reservestoffen, wie Polysaccharide als Stärkekörner, Proteinkristalle und Lipide als Fette und Öle
- ◆ **Hydrenchym:** dominierend bei Pflanzen sehr trockener Standorte, Wasservorräte in den Vacuolen extrem vergrößerter Parenchymzellen → Succulenz, z. B. Sprosse von Kakteen
- ◆ **Aerenchym = Durchlüftungsgewebe:** dominierend bei Sumpf- und Wasserpflanzen; bis zu 70% des Gewebevolumentums entfallen auf das Intercellularsystem; ermöglicht Gasaustausch der von Wasser umgebenen Organe
- ◆ **Chlorenchym = Assimilationsgewebe:** dominierend bei allen Pflanzen im chloroplastenreichen Blattgewebe (Mesophyll); bestimmende Funktion ist die Photosynthese
- ◆ **Leitparenchym:** lokal ausgeprägte parenchymatische Zellen innerhalb der Leitbündel und der Markstrahlen - Verbindungsbereiche zwischen zentralen Gewebeteilen und peripheren Gewebeteilen der Wurzel und Sproßachse.

Eine Klassifizierung nach der Gestalt ist z.B. mit den Begriffen Palisadenparenchym (langgestreckte, säulenförmige Zellen) und Schwammparenchym (reich an Intercellularräumen) verbunden. Nach der Lage spricht man von Rindenparenchym (periphere Zone) oder Markparenchym (z. B. die Zone im Inneren der Sproßachse).

b) Abschlußgewebe

Die Funktion bzw. Bedeutung des Abschlußgewebes ist in erster Linie die Abgrenzung des Pflanzenkörpers zur Umwelt und gleichzeitig auch der Kontakt mit ihr. Bei krautigen Pflanzen und entsprechenden krautigen Teilen von Holzpflanzen ist es in der Regel eine einzige Zellschicht, die Epidermis (abgeleitet aus dem Protoderm der embryonalen Meristeme) als primäres äußeres Abschlußgewebe. Mehrjährige, meist holzige Pflanzen besitzen als Ersatz der Epidermis ein mehrschichtiges sekundäres Abschlußgewebe, das Periderm (Kork), bzw. ein komplexes tertiäres Abschlußgewebe, die Borke.