

Pflanzenstruktur und Wachstum

1. Die Biologie der Pflanzen spiegelt die Hauptthemen beim Studium des Lebens wider

- 1.1 Pflanzen sind in den meisten terrestrischen Ökosystemen die Hauptproduzenten.
- 1.2 Eine Pflanze ist durch Evolution und individuelle Reaktion auf die Umwelt an das Leben auf dem Festland angepasst.

2. Das Wurzel- und Spross-System einer Pflanze sind evolutionäre Anpassungen an das Leben auf dem Festland

- 2.1 Die Blütenpflanzen können nach Unterschieden in ihrer Anatomie in zwei Klassen unterteilt werden: Monocotyledonen (Einkeimblättrige) und Dicotyledonen (Zweikeimblättrige).
- 2.2 Die Differenzierung des Pflanzenkörpers in ein unterirdisches Wurzelsystem und ein oberirdisches Spross-System stellt eine Anpassung an das terrestrische Leben dar.
- 2.3 Leitgewebe integrieren die Bestandteile des Pflanzenkörpers. Wasser und Mineralstoffe bewegen sich von der Wurzel aufwärts im Xylem; Zucker und andere organische Stoffe werden im Phloem zu den photosynthetisch inaktiven Teilen der Pflanze transportiert.
- 2.4 Die Wurzel ist so aufgebaut, dass sie die Pflanze verankert, Wasser und mineralische Nährstoffe aufnimmt und weiterleitet sowie organische Stoffreserven speichert. Winzige Wurzelhaare nahe der Wurzelspitze leisten die Stoffabsorption aus dem Boden.
- 2.5 Das Spross-System besteht aus Sprossachse, Blättern und Blüten.
- 2.6 Die Blätter sind mit ihren Blattstielen an den Sprossachsenknoten befestigt. Wachstumsstimulierte Achselknospen entwickeln sich zu Blüten oder vegetativen Verzweigungen. Bei Stolonen, Rhizomen und Zwiebeln handelt es sich um modifizierte Sprossachsen.

3. Die grosse Zahl der Pflanzenzelltypen ist in drei Hauptgewebesysteme organisiert

- 3.1 Parenchymzellen sind die am wenigsten spezialisierten Pflanzenzellen; sie erfüllen Aufgaben im Stoffwechsel und in der Nährstoffspeicherung. Unter bestimmten Umständen erlangen sie ihre Teilungsfähigkeit wieder und differenzieren in andere Zelltypen aus.

- 3.2 Collenchymzellen stützen die jungen Bereiche eines Pflanzensprosses, ohne ihn am Wachstum zu hindern.
- 3.3 Bei Sclerenchymzellen, Fasern und Sclereiden handelt es sich um Stützzellen mit dicken verholzten Zellwänden. Da vielen ein Protoplast fehlt, können sie sich nach der Zellreife nicht mehr strecken.
- 3.4. Das wasserführende Xylem setzt sich aus gestreckten Tracheiden und Gefässelementen zusammen, die bei Erreichen ihrer funktionellen Reife abgestorben sind. Tracheiden sind lange, an den Enden zugespitzte Zellen, die eine Stützfunktion ausüben und den Wasserdurchfluss durch Tüpfel bewerkstelligen. Die kürzeren, dünnwandigen Gefässelemente mit grösserem Durchmesser besitzen perforierte Enden und ermöglichen als Tracheen einen freien Wasserdurchfluss.
- 3.5. Siebröhrenglieder sind lebende Zellen, welche die Phloemröhren für den Transport von Zucker und anderen organischen Nährstoffen bilden.
- 3.6 Pflanzengewebe sind in drei durchgehenden Systemen angelegt. Das Abschlussgewebesystem oder Epidermis bildet eine dem Schutz dienende externe Schicht aus dicht gepackten Zellen. Das aus Xylem und Phloem bestehende Leitgewebesystem ermöglicht den Transport und stützt die Pflanze. Das mengenanteilig vorherrschende parenchymatische Grundgewebesystem hat seine Aufgaben in der organischen Synthese, der Stoffspeicherung und der Festigung.

4. Meristeme erzeugen während der gesamten Lebensspanne einer Pflanze Zellen für neue Organe

- 4.1 Im Gegensatz zu den meisten Tieren zeigen Pflanzen unbegrenztes Wachstum, da sie dauerhaft teilungsaktive Meristeme besitzen.
- 4.2 Apikalmeristeme an den Wurzelspitzen und in den Sprossknospen (Sprossvegetationspunkten) initiieren das Primärwachstum (Streckungswachstum) und die Bildung der drei Gewebesysteme. Laterale (seitliche) Meristeme sind für das sekundäre Dickenwachstum (Zunahme an Umfang) verantwortlich.

5. Apikalmeristeme verlängern Wurzeln und Sprosse: Primärwachstum

- 5.1 Das Primärwachstum bringt den aus den drei Gewebesystemen bestehenden primären Pflanzenkörper hervor.
- 5.2 Die von der Wurzelhaube geschützten Wurzelspitzen wachsen und entwickeln sich aus Zellen in der Teilungs-, Streckungs- und Differenzierungszone.
- 5.3 Das kegelförmige Apikalmeristem an der Spitze der Endknospe ist für das Längenwachstum der Sprossachse verantwortlich.
- 5.4 Das Leitgewebe der Sprossachse verläuft in mehreren von Grundgewebe umgebenen Gefässbündeln, die ein charakteristisches Muster aufweisen, das Mono- und Dicotyledonen voneinander unterscheidet.
- 5.5 Blätter sind von einer wachsigen Epidermis überzogen. Paare von Schliesszellen (Stomata) umgeben Öffnungen, die Stomata, durch welche der Gasaustausch und die Transpiration erfolgen. Zwischen der oberen und unteren Epidermis liegt das Mesophyll, ein Grundgewebe, das hauptsächlich aus Parenchymzellen besteht, die für die Photosynthese mit Chloroplasten ausgerüstet sind. Ein Leitbündelstrang, auch Blattspur genannt, verbindet die Adern eines Blattes mit dem Leitgewebe der Sprossachse.

6. Laterale (seitliche) Meristeme erweitern den Umfang von Sprossachsen und Wurzeln: sekundäres Dickenwachstum

- 6.1 Durch sekundäres Dickenwachstum entsteht der sekundäre Pflanzenkörper, und die Pflanze nimmt an Durchmesser zu.
- 6.2 Die Zunahme des Umfangs von Sprossachse und Wurzel beruht auf der sekundären Produktion neuer Zellen durch zwei laterale (seitliche) Meristeme, dem Kambium und dem Korkkambium.
- 6.3 Das Kambium bildet einen ununterbrochenen Zylinder aus meristematischen Zellen. Es produziert nach innen sekundäres Xylem (Holz) und nach aussen sekundäres Phloem (Bast).
- 6.4 Das Korkkambium ist ein meristematischer Zylinder in der äusseren Rinde der Sprossachse. Es bildet nach aussen wachsartige Korkzellen und nach innen Rinde (ein Parenchym).
- 6.5 In den Wurzeln entsteht zwischen Xylem und Phloem des Zentralzylinders das Leitgewebekambium und hat ähnliche Funktionen wie das der Sprossachse.

Transport bei Pflanzen

1. Der Transport von Wasser und gelösten Substanzen läuft auf der Ebene der Zelle, der Organe und der ganzen Pflanze ab

- 1.1 Man unterscheidet den Transport zwischen individuellen Zellen auf der Kurzstreckenebene, den lateralen Kurzstreckentransport innerhalb von Pflanzenorganen und den Langstreckentransport von Pflanzensaft in Xylem und Phloem. Auf diesen verschiedenen Transportebenen sind unterschiedliche Mechanismen aktiv.
- 1.2 Auf Zellebene werden lösliche Bestandteile sowohl passiv (Diffusion) als auch aktiv durch die Membranen transportiert
- 1.3 Unterschiede in den Wasserpotentialen sind die Ursache für die osmotische Bewegung des Wassers in und aus Pflanzenzellen. Gelöste Bestandteile senken das Wasserpotential, Druck dagegen lässt es ansteigen. Befindet sich eine Zelle in einer hypertonischen Lösung, ist das Wasserpotential in der Zelle aufgrund der höheren Konzentration an löslichen Bestandteilen niedriger und erzwingt die Aufnahme von Wasser durch Osmose. Die elastische Zellwand übt einen Gegendruck aus und stellt schliesslich ein Gleichgewicht zwischen dem Wasserpotential der Zelle und dem der Umgebung her. In einer turgeszenten Zelle sind Wasseraufnahme und -abgabe nun ausgeglichen.
- 1.4 Der laterale (seitliche) Transport von löslichen Bestandteilen und Wasser kann in Pflanzenorganen sowohl im Symplasten (Gesamtheit des Cytoplasmas) als auch im Apoplasten (Gesamtheit der Zellwände) oder durch eine Kombination von beiden erfolgen.
- 1.5 Der Ferntransport von Pflanzensaft im Xylem und Phloem wird durch einen Massenstrom bewirkt. Darunter versteht man eine durch Druck ausgelöste Bewegung einer Flüssigkeit.

2. Wurzeln absorbieren Wasser und Mineralstoffe aus dem Boden

- 2.1 Wasser und gelöste Bestandteile gelangen durch Epidermiszellen und deren Wurzelhaare in die Wurzeln. Die hydrophilen Zellwände stehen in Kontakt mit denen der Wurzelrinde und erlauben so den Zugang zu deren apoplastischen Transportweg. Die anorganischen Stoffe werden dem Apoplasten von Rindenzellen entzogen und treten in den symplastischen Transportweg ein.
- 2.2 Der Caspary-Streifen der Endodermis blockiert den apoplastischen Zugang von Wasser und Ionen zum Zentralzylinder. Von den Mineralstoffen, die den Casparyschen Streifen erreichen, können

nur jene in das Xylem eintreten, welche die Plasmamembran der Endodermiszellen queren. Die Endodermis ist so an der Regulierung der Zusammensetzung der Nährsalze im Xylemsaft beteiligt.

3. Der Aufstieg des Xylemsaftes ist hauptsächlich von der Transpiration und den physikalischen Eigenschaften des Wassers abhängig

- 3.1 Der aufwärts fließende Xylemsaft versorgt den Spross mit Nährsalzen und ersetzt durch Transpiration verlorenes Wasser.
- 3.2 Ein spezieller Mechanismus bewerkstelligt den Transport des Xylemsaftes. Der bei der Transpiration durch Verdunstung entstehende Wasserverlust erzeugt eine Oberflächenspannung auf dem Wasserfilm, der die Mesophyllzellen einhüllt. Diese Saugspannung, die man auch als negativen Druck bezeichnet, bewirkt, dass Wasser durch Massenstrom aus dem Xylem austritt. Die auf Wasserstoffbrücken beruhende Kohäsion des Wassers überträgt den Transpirationszug, der auf den Xylemsaft wirkt, bis hinunter zu den Wurzeln.

4. Schliesszellen regulieren die Transpiration und den Gasaustausch der Pflanze

- 4.1 Pflanzen halten mithilfe der Stomata ein Gleichgewicht zwischen Gasaustausch und Wasserverlust.
- 4.2 Kohlendioxid diffundiert in die Blätter. Der damit verbundene Wasserverlust ist der Preis, den die Pflanze dafür zahlt. Ein niedriges Transpirations-/Photosynthese-Verhältnis ist für Pflanzen in ariden (trockenen) Lebensräumen von Vorteil.
- 4.3 Pflanzen verändern den Turgordruck in ihren Schliesszellen und regulieren so die Öffnungsweite ihrer Stomata. Der Ein- und Ausstrom von Kaliumionen bewirken diese physikalischen Veränderungen.

5. Ein Massenstrommechanismus verlagert den Phloemsaft von Zuckerquellen zu Orten des Zuckerverbrauchs

- 5.1 Unter Translokation versteht man die Verteilung photosynthetisch erzeugter Nährstoffe im gesamten Pflanzenkörper durch das Phloem. Saccharose ist bei den meisten Pflanzen der lösliche Hauptbestandteil im Phloemsaft.
- 5.2 In den Siebröhren des Phloems wird die Nahrung von einer Zuckerquelle zu einem Zuckerverbrauchsort transportiert. Ein Organ, das Zucker durch Photosynthese oder den Abbau von Stärke produziert, bezeichnet man als Quelle (source). Ein Verbrauchsort (sink) dagegen konsumiert oder speichert Zucker.