

Das Transportsystem der Pflanzen

[SB S. 40/41]

So können Sie mit dem Thema arbeiten	
Einstieg/Motivation	<p>Leitfrage Wie gelangt Wasser aus dem Boden in die Blätter?</p> <p>Methodenauswahl</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sie können den Schülerinnen und Schülern eine Blütenpflanze (mit weißen Blüten) zeigen, die für einige Zeit in einer farbigen Tintenlösung stand (s. Praktische Tipps, Lehrerband S. 50). Die Schülerinnen und Schüler äußern Vermutungen darüber, wie die Tinte in die Blüte kommt (z. B. die Tinte wird hinaufgezogen; gedrückt; die Tinte läuft über Bahnen). • Sie können den Schülerinnen und Schülern auch einen Querschnitt durch einen Stängel (oder Dauerpräparate eines Querschnitts) zeigen oder diesen mikroskopieren und zeichnen lassen (s. Zusatzinformation, Lehrerband S. 50).
Erarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> • Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten das Arbeitsblatt „Ursachen für den Aufstieg des Wassers“, Lehrerband S. 51. • Die Schülerinnen und Schüler lesen den Text auf S. 40/41 im Schülerbuch und bearbeiten die Aufgabe 1 auf S. 41 im Schülerbuch.
Sicherung	<ul style="list-style-type: none"> • Besprechung der Schülerlösungen zu Aufgabe 1 im Schülerbuch S. 41 und zum Arbeitsblatt „Ursachen für den Aufstieg des Wassers“, Lehrerband S. 51. • Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Weg des Wassers von der Wurzel in die Blätter und nennen Wurzeldruck und Transpirationssog als Ursache (s. auch: Zusätzliches Arbeitsblatt „Wasseraufnahme durch die Wurzel“, Daten auf DVD, Lehrerband S. 50).
Vertiefung	<ul style="list-style-type: none"> • Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten die Aufgabe 2 auf S. 41 im Schülerbuch. • Sie können mit den Schülerinnen und Schülern über die Entstehung und Funktion eines dicken Baumstamms sprechen. • Filmeinsatz: „Entwicklung von Blütenpflanzen“ (s. Literatur- und Medienhinweise, Lehrerband S. 50). • Die Schülerinnen und Schüler mikroskopieren und zeichnen einen Wurzelquerschnitt. • Sie können anhand der Wurzelhaare das Prinzip der Oberflächenvergrößerung besprechen. • Sie können die Mineralstoffaufnahme durch die Wurzel besprechen und die Mangelerscheinungen, die bei unzureichender Mineralstoffaufnahme entstehen, thematisieren.

Lösungen

[zu SB S. 40/41]

- **1** Beschreibe mithilfe der Abbildungen 2 und 3 die Transportwege durch die Pflanze.
Wasser und darin gelöste Mineralstoffe:
 Wurzel → Sprossachse → Blatt;
in Wasser gelöste Nährstoffbestandteile:
 Blatt → Sprossachse → Wurzel.
- **2** Erkläre, weshalb im Winter der Wassertransport durch das Xylem eingeschränkt ist.
Aufgrund fehlender Blätter der Laubbäume kommt es nicht zum Transpirationssog, die Wassersäule verharrt im Xylem.
Bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt ist das Wasser im Boden und im Xylem gefroren.

Praktische Tipps

Stängelquerschnitte anfertigen

Sollten Sie keine Dauerpräparate zur Verfügung haben, können Sie Stängelquerschnitte mit einer Rasierklinge leicht selbst herstellen. Zum leichteren Schneiden von weicheren Stängeln können Sie diese in zwei Korkplättchen einklemmen (die Sie z. B. aus einem Flaschenkorken herstellen können, s. auch Praktische Tipps „Mikroskopieren eines Laubblatts“, Lehrband S. 38).

Anfärbung der Wasserleitungsbahnen

Füllen Sie ein Reagenzglas mit in Wasser verdünnter roter oder blauer Tinte. Schneiden Sie den Stängel einer Blütenpflanze mit möglichst weißen Blüten (Gänseblümchen, Kamille, Fleißiges Lieschen, Margerite, Tulpe, Nelke, Schafgarbe) schräg an. Achten Sie darauf, dass Sie vom Stängel unten 1 bis 2 cm abschneiden. Stellen Sie die Pflanze dann in das Reagenzglas. Nach einigen Stunden können Sie die angefärbten Leitungsbahnen in Spross, Blättern und Blütenblättern erkennen.

Zusatzinformation

Anordnung der Leitungsbahnen

Die Leitungsbahnen der höheren Pflanzen sind zu Leitbündeln zusammengefasst, die aus dem Phloem (Siebteil) für den Transport der Assimilate und dem Xylem (Gefäßteil) für den Wassertransport bestehen. Das Phloem besteht aus lebenden Zellen, deren Querwände siebartig durchbrochen sind. Das Xylem dagegen besteht aus abgestorbenen Zellen ohne Querwände. Phloem und Xylem liegen sich häufig gegenüber, wobei das Xylem nach innen zur Sprossachsenmitte zeigt. Bei zweikeimblättrigen Pflanzen (Dikotylen) liegt noch das Kambium zwischen Phloem und Xylem, welches für das sekundäre Dickenwachstum verantwortlich ist. Die Leitbündel sind bei einkeimblättrigen Pflanzen (Monokotylen) über den gesamten Stängelquerschnitt verteilt, während sie bei zweikeimblättrigen Pflanzen ringförmig angeordnet sind.

Wassertransport in der Pflanze

Der Wassertransport in der Pflanze erfolgt durch den Wurzeldruck, die Kapillarkräfte und den Transpirationssog. Der Wurzeldruck, der durch die osmotische Wasseraufnahme entsteht, kann das Wasser nur bis zu 10 Meter nach oben drücken. Durch die Abgabe von Wasserdampf (Transpiration) mithilfe der Spaltöffnungen der Blätter entsteht ein Sog (Unterdruck), der das Wasser im Xylem hochzieht. Dabei wird der Wasserfaden durch Kohäsion der Wassermoleküle, die untereinander Wasserstoffbrückenbindungen bilden, zusammengehalten.

Wasseraufnahme durch die Wurzel

Wie alle Zellen kann auch eine Wurzelzelle Wasser nur aufnehmen, wenn es aus der Lösung mit der niedrigeren Stoffkonzentration (hypotonische Lösung) in die Lösung mit der höheren Stoffkonzentration (hypertonische Lösung) diffundiert. Daher transportieren die Pflanzen aktiv Ionen und Zuckermoleküle aus den Zellen des Zentralzylinders in die Leitungsbahnen der Wurzel. Durch die so mögliche osmotische Wasseraufnahme und die starren Zellwände der Pflanzenzellen entsteht der sogenannte Wurzeldruck in der Wurzel, der das Wasser dann weiter nach oben drückt.

Wassertransportwege in der Wurzel

Pflanzen können nur mit den Wurzelepidermiszellen im Bereich der Wurzelspitze und besonders mit deren Ausstülpungen, den Wurzelhaaren, Wasser aufnehmen. Das Bodenwasser wird zunächst in die Kapillarräume zwischen den Zellwänden aufgenommen, anschließend sind verschiedene Transportwege des Wassers möglich. Der eine führt durch die Protoplasten der Zellen und über die Plasmabridgen (Plasmodesmen), über die sie miteinander verbunden sind (symplastischer Transportweg). Bei dem anderen Transportweg diffundiert das Wasser durch die Zellwände in die Extrazellularräume, bis es die Endodermis mit dem Casparyschen Streifen erreicht. Da dieser wasserundurchlässig ist, erfolgt der Weitertransport von dort ebenfalls über das Cytoplasma (apoplastischer Transportweg).

Literatur- und Medienhinweise

CAMPBELL, N. A.; REECE, J. B. [Hrsg]: Biologie. Pearson Studium, München 2009
ECKEBRECHT, H.; ECKEBRECHT, D.; KLUGE, S.: Natura Experimentesammlung Sekundarstufe I. Klett, Stuttgart 2006
WENDEL, C.: Biologische Grundversuche SI, Band 1, Botanik. Aulis Deubner, Köln 2001

Film: FWU 4601005: Entwicklung von Blütenpflanzen

Daten auf DVD →

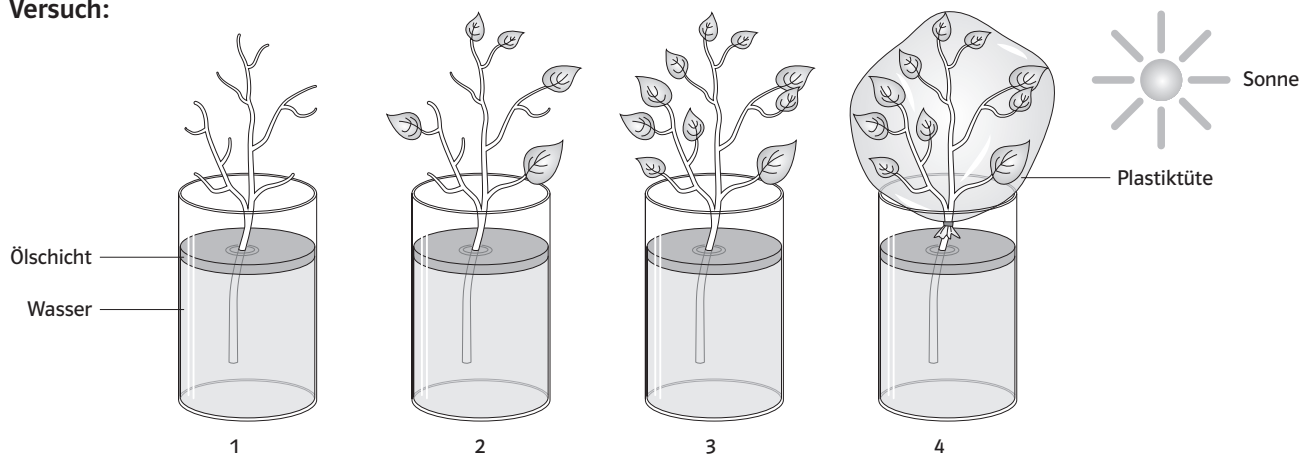
- **Zusätzliches ARBEITSBLATT** „Welchen Weg nimmt das Wasser in der Pflanze?“ Kapitel 1: Zelle und Stoffwechsel, 1.2 Fotosynthese und Zellatmung
- **Zusätzliches ARBEITSBLATT** „Wasseraufnahme durch die Wurzel“ Kapitel 1: Zelle und Stoffwechsel, 1.2 Fotosynthese und Zellatmung

Ursachen für den Aufstieg des Wassers

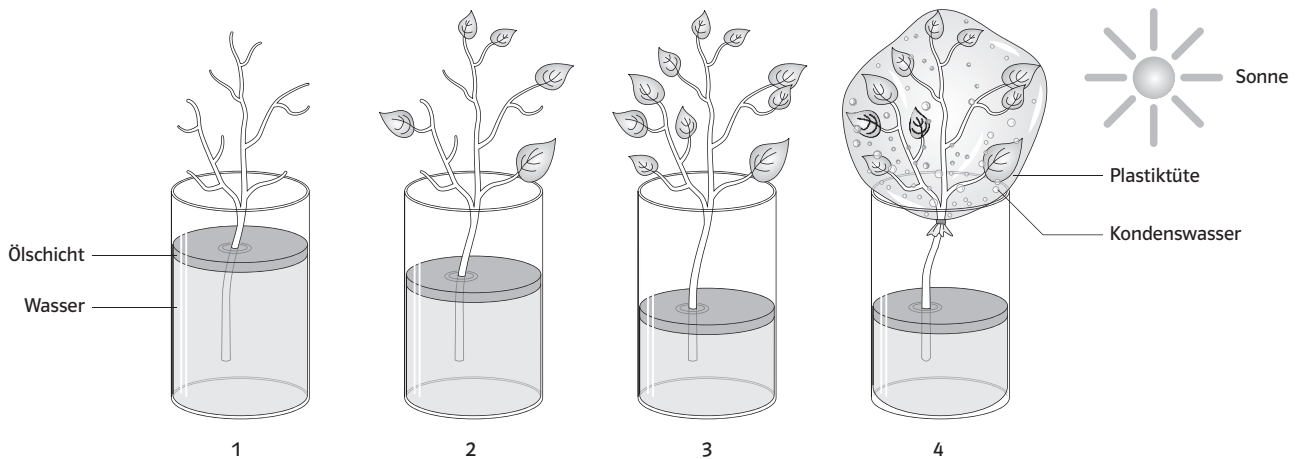
In den Leitbündeln einer Pflanze gelangt das Wasser (im Xylem) von der Wurzel in die Blätter. Die Leitungsbahnen des Xylems bestehen aus langgestreckten, bereits verholzten Zellen, die in Längsrichtung übereinanderstehen und durch den Wegfall der Querwände dünne Röhren bilden. Aber wie kann das Wasser sogar gegen die Schwerkraft, z. B. in Bäumen, viele Meter hinaufsteigen?

Dies liegt auch an den physikalischen Eigenschaften des Wassers. Anziehungskräfte bewirken, dass ein Wassertropfen nicht auseinanderläuft und Wasser in dünnen Röhren aufsteigen kann. Außerdem sorgt das von der Wurzel aufgenommene Wasser für einen Wurzeldruck, sodass das Wasser in den Leitungsbahnen nach oben geschoben wird. Die dritte Komponente, die hierbei noch eine Rolle spielt, sollst du mithilfe der folgenden Versuchsreihe untersuchen.

Versuch:



Beobachtung (nach ein paar Tagen):



- 1 Beschreibe in deinem Heft die Beobachtungen, die mithilfe des Versuchs nach ein paar Tagen gemacht werden können.
- 2 Deute die Beobachtungen, indem du in deinem Heft erklärst, wie die unterschiedlichen Wasserstände zustande kommen.
- 3 Nenne in deinem Heft die drei Komponenten, die für den Aufstieg des Wassers im Stängel einer Pflanze verantwortlich sind.
- 4 Erläutere die Bedeutung der Ölschicht auf dem Wasser.

ARBEITSBLATT

Ursachen für den Aufstieg des Wassers

Lösungen

- 1 Der Wasserstand in den Gläsern ist nach ein paar Tagen unterschiedlich. In Glas 1 mit dem Zweig ohne Blätter befindet sich immer noch genau so viel Wasser wie zu Beginn des Versuchs. In Glas 2 mit dem Zweig mit wenigen Blättern ist der Wasserstand gesunken. In Glas 3 mit dem Zweig mit vielen Blättern ist der Wasserstand am niedrigsten. In Glas 4 mit dem Zweig in der Tüte haben sich außerdem in der Tüte einige Wassertropfen angesammelt (kondensiertes Wasser).
- 2 Wie man an den Tropfen in der Tüte bei Glas 4 sieht, verdunstet durch die starke Sonneneinstrahlung Wasser aus den Blättern. Je mehr Blätter der Zweig hat, desto mehr Wasser verdunstet. Das aus den Blättern verdunstete Wasser wird durch das aus dem Glas nachgesaugte Wasser ersetzt. Die Blätter (bzw. der Unterdruck, der durch das verdunstende Wasser entsteht) ziehen Wasser aus den Leitbündeln nach. Je mehr Blätter an den Zweigen sitzen, desto größer ist dieser Effekt.
- 3 Die drei Komponenten sind: Anziehungskräfte, Verdunstung, Wurzeldruck.
- 4 Die Ölschicht stellt sicher, dass das Wasser nicht einfach aus dem Glas verdunsten kann, sondern nur über den Zweig aufgenommen wird.

Praktische Tipps

Versuch zur Wasserabgabe

Die Versuche des Arbeitsblatts können auch praktisch durchgeführt werden.

Material: 4 Bechergläser, Wasser, Öl, 4 Zweige des gleichen Baums oder Strauchs (einen ohne Blätter, einen mit wenigen Blättern, 2 mit vielen Blättern), ein 3-Liter-Gefrierbeutel, Gummiband oder Beutelverschluss

Durchführung: Füllen Sie alle Messbecher mit derselben Menge Wasser (z. B. 200 ml) und stellen Sie die Zweige hinein. Gießen Sie auf alle Wasseroberflächen etwas Speiseöl, sodass eine dünne geschlossene Schicht entsteht. Das Wasser kann nun nicht mehr verdunsten. Ziehen Sie den Gefrierbeutel über einen der Zweige mit vielen Blättern und dichten Sie ihn mit dem Gummiband oder dem Beutelverschluss am Zweig ab. Stellen Sie alle Messbecher für eine Woche an einen hellen Ort.

Zusatzaufgabe

In zwei Versuchen wird einmal die Unterseite und einmal die Oberseite eines Blatts mit Vaseline oder Nagellack bestrichen. Erkläre, was du hiermit herausfinden kannst.

Lösung: Mit diesen Versuchen kann man herausfinden, ob die Blätter das Wasser über die Oberseite oder die Unterseite oder über beide Blattseiten abgeben, da Vaseline und Nagellack die Verdunstung über die Spaltöffnungen verhindern.