

Der Grundbauplan von Pflanzen: Wurzel, Sprossachse, Laubblätter, Blütenblätter (Klasse 5/6)

Ein Beitrag von Wilfried Probst, Oberteuringen

Mit Illustrationen von Marco Fischer, Erlangen

Bau und Funktion der Pflanzen sind wegen der großen Bedeutung dieser Lebewesen für unseren Planeten zu Recht ein klassisches Thema im Biologieunterricht. Aber im Gegensatz zur Tierkunde stoßen pflanzenkundliche Themen meist auf ein geringeres Interesse. Umso wichtiger ist es, sich bei dem Thema um einen fantasievollen, abwechslungsreichen und interaktiven Unterricht zu bemühen. Mit den vorgestellten Materialien soll gezeigt werden, wie Pflanzenmorphologie zu einem spannenden Thema werden kann.



© Colourbox

Das Wichtigste auf einen Blick

Klasse: 9/10

Dauer: 10 Stunden

Kompetenzen: Die Schüler ...

- benennen die Grundorgane aller Blütenpflanzen (Bedecktsamer) als Wurzeln, Sprossachsen und Blätter.
- erklären den Zusammenhang von Bau und Funktion dieser Grundorgane.
- führen praktische Untersuchungen an Pflanzen durch.
- nutzen vergleichende Betrachtungen und Untersuchungen zur Kategoriebildung.

Aus dem Inhalt:

- Gemeinsamer Bauplan von Zimmerpflanzen
- Blättervielfalt
- Belastungstest von Sprossachsen
- Wurzelsysteme
- Pflanzenmodelle
- Modell und Wirklichkeit
- Blüten bestehen aus Blättern

Rund um die Reihe

Warum wir das Thema behandeln

Pflanzen bilden als Primärproduzenten die wichtigste Grundlage allen Lebens auf der Erde. Darüber hinaus sind sie prägend für das Landschaftsbild. Sie besiedeln die unterschiedlichsten Lebensräume, teils in großer Artenfülle und mit hoher Biomasse – wie in den tropischen Regenwäldern –, teils in sehr speziellen, an Extrembedingungen angepassten Lebensformen – wie die „lebenden Steine“ südafrikanischer Wüstengebiete oder die Dornpolsterpflanzen der Hochgebirge. Die verschiedenen Lebensformen der Pflanzen sind in der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler* auch dadurch gegenwärtig, dass sie als Schmuck von Gärten und Wohnungen dienen. Gerade die Zimmerpflanzen gehören oft zu Pflanzengruppen mit besonders extremen Anpassungserscheinungen.

Es ist deshalb durchaus gerechtfertigt, dass Bau und Funktion der Gefäßpflanzen als ein wichtiges Thema des grundlegenden Biologieunterrichts in den Lehrplänen der Klassen 5/6 auftreten. Dabei ist es allerdings nicht immer ganz einfach, die Schüler für dieses Thema zu begeistern. Deshalb schlagen wir in diesem Unterrichtsmodell vor, möglichst viel mit Originalpflanzen und Pflanzenteilen zu arbeiten und dabei sowohl funktionale als auch ästhetische Aspekte zu berücksichtigen.

* Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet.

Was Sie zum Thema wissen müssen

„Alle Gestalten sind ähnlich ...“

In dem Lehrgedicht „Die Metamorphose der Pflanzen“ und in einer ausführlicheren wissenschaftlichen Abhandlung wies Johann Wolfgang von Goethe bereits im ausgehenden 18. Jahrhundert darauf hin, dass sich alle Pflanzen trotz großer Formenvielfalt auf einen gemeinsamen Grundbauplan zurückführen lassen. Alle Bedecktsamer, meist botanisch nicht ganz korrekt als Blütenpflanzen bezeichnet, bestehen aus oberirdischen Sprossen und unterirdischen Wurzeln. Die Sprosse gliedern sich in Sprossachsen (Stängel) und Blätter mit Knospen und Blüten. Außer den Wurzeln können auch unterirdische Sprosse (Rhizome) vorkommen. Schon Goethe hat verschiedene Abwandlungen der Grundorgane Blatt, Wurzel und Sprossachse beschrieben und gilt damit als einer der Begründer der Pflanzenmorphologie.

Blatt: Licht- und CO₂-Fang, Wasserverdunstung

Blätter sind die Organe der Photosynthese und der Transpiration. Für den damit verbundenen Austausch gasförmiger Stoffe ist eine große Oberfläche bei kleinem Volumen von Vorteil, außerdem eine Ausrichtung der Fläche senkrecht zum Lichteinfall sowie ein unterschiedlicher Aufbau der Licht zugewandten Oberseite und der Licht abgewandten, mit Spaltöffnungen versehenen Unterseite. Dem Stofftransport innerhalb der Blätter und der Stabilisierung dient ein System von Blatt„adern“ (Mittelrippe und Seitenrippen, nicht ganz treffend auch als Blatt„nerven“ bezeichnet).

Blätter haben ein begrenztes Wachstum und damit – obwohl es bei einer Art und oft sogar bei einem Individuum große Unterschiede geben kann – eine definierte Form. Viele Pflanzenarten kann man an ihrer Blattform erkennen. Zur exakten Beschreibung dient ein umfangreiches Vokabular botanischer Fachbegriffe, das jedoch im Anfangsunterricht zur Pflanzenmorphologie nicht in den Vordergrund gestellt werden sollte. Die Anordnung der Blätter an der Sprossachse (wechselständig, gegenständig ...) ist meist typisch für bestimmte Verwandtschaftsgruppen von Pflanzen und damit ebenfalls ein wichtiges Bestimmungsmerkmal.

Sprossachse: Haltegerüst für die Blätter, Stofftransport

Die Sprossachsen bilden das Gerüst, das Blätter und Blüten trägt. Sie dienen dem Wasser- und Assimilatetransport. Auch Hormone und andere Funktionsstoffe werden durch die Leitgewebe der Sprossachsen bis in die Blattadern transportiert. In den Blättern erzeugte Assimilate werden zu Orten des Verbrauchs und in Speicherorgane geleitet. Leitungsbahnen und Festigungsgewebe liegen im Allgemeinen im äußeren Bereich und bewirken dadurch eine hohe Biegestabilität. Häufig werden Sprossachsen nach außen von einem chloroplastenreichen Rindengewebe umgeben, in dem Fotosynthese stattfindet. Spaltöffnungen ermöglichen einen Gasaustausch mit der Umgebung. Der zentrale Teil wird von einem lockeren, interzellularen reichen Mark eingenommen, bei älteren Sprossachsen zum Teil auch von einem Hohlraum (Strohhalme).

Sprossachsen haben im Prinzip ein unbegrenztes Spitzenwachstum, in vielen Fällen auch ein sekundäres Dickenwachstum. Seltener sind in tiefere Sprossabschnitte eingeschobene Wachstumszonen (interkalares Wachstum), zum Beispiel an den Knoten von Süßgräsern. Für die unterschiedlichen Gestalten der Pflanzen sind die verschiedenen Verzweigungstypen der Sprossachsen entscheidend. Allgemein gilt für Bedecktsamer (Blütenpflanzen), dass sich Seitentriebe immer in den Achseln von Blättern bilden.

Sprossen können stark verzweigte Blütenstände, gewundene Klettertriebe und bodennahe Ausläufer bilden. Wenn sich Sprosse unterirdisch entwickeln, spricht man von Rhizomen oder Kriechsprossen. Sie können der Stoffspeicherung, der Überwinterung und der vegetativen Vermehrung dienen. Ihre Blätter sind meist weitgehend reduziert.

Wurzel: Verankerung im Boden, Wasser- und Nährsalzaufnahme

Wurzeln dienen der stabilen Verankerung im Boden sowie der Wasser- und Mineralstoffaufnahme. Dabei werden die Pflanzenwurzeln in den meisten Fällen von dem fädigen Geflecht von Pilzen unterstützt, die mit den Wurzeln eine enge Verbindung eingehen (Pilzwurzel oder Mykorrhiza):

Wie Sprossachsen haben Wurzeln im Prinzip ein unbegrenztes Spitzenwachstum. Für die Stoffaufnahme entscheidend ist ein Bereich kurz oberhalb der Wurzelspitze, an dem sich einzellige Wurzelhaare entwickeln. Durch diesen Haarfilz an den Wurzelspitzen wird die Oberfläche für die Stoffaufnahme erheblich vergrößert.

Blüten: Kurzspresse mit speziellen Blättern

Schon Goethe hat in der naturwissenschaftlichen Abhandlung „Die Metamorphose der Pflanzen“ (1790) beschrieben, dass Blüten aus abgewandelten Blattorganen aufgebaut sind. Heute weiß man, dass die Bildung der unterschiedlich ausgeprägten Blattorgane genetisch gesteuert wird. Das spezielle Genaktivierungsmuster sorgt dafür, dass sich Kelchblätter, Kronblätter, Staubblätter und Fruchtblätter in der richtigen Form und Reihenfolge ausbilden. Mit der Entwicklung der Fruchtblätter ist das Wachstum der Blüten sprossachse beendet. Deshalb sind Blüten nach botanischer Definition ein Kurzspresse. Oft ist die Sprossachse so kurz, dass alle Blütenteile nahezu aus einem Punkt zu entspringen scheinen. Manchmal hat sie aber eine deutlich erkennbare Länge, zum Beispiel bei den Blüten der Magnolien, oder sie ist deutlich verbreitert oder sogar becherförmig, dann nennt man sie Blütenboden.

Nicht selten sind Blütenmissbildungen zu beobachten, die auf Störungen des Genaktivierungsmusters zurückzuführen sind. Pflanzenzüchter haben sich dies in vielfältiger Weise zu Nutzen gemacht, zum Beispiel bei der Herauszüchtung sogenannter gefüllter Blüten, bei denen die Anzahl der Kronblätter sehr stark erhöht ist, oft auf Kosten von Staubblättern.

Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung

Voraussetzungen der Lerngruppe

Aus der Grundschule ist der Aufbau einer Blütenpflanze aus Stängeln (Sprossachsen), Wurzeln, Blättern und Blüten bzw. Früchten bekannt. Ziel dieses Unterrichtsvorschlags soll es sein, diese Begriffe mit einer genaueren botanischen Definition zu verbinden. Dadurch werden die Voraussetzungen geschaffen, die Grundorgane der Pflanzen auch in ihren verschiedenen Abwandlungen zu erkennen und ein vertieftes Verständnis von Form und Funktion, ihrer ökologische Bedeutung und ihrer evolutiven Anpasstheit zu entwickeln.

Aufbau der Reihe

Als Einstieg dient eine vergleichende Betrachtung verschiedener Zimmerpflanzen. Dabei kann der Wissensstand der Schüler festgestellt werden. Ziel dieses Pflanzenvergleiches ist es, herauszufinden, dass alle Pflanzen aus Wurzeln, Sprossachsen und Blättern aufgebaut sind (M 1). Im zweiten Unterrichtsabschnitt werden die verschiedenen Grundorgane Blatt, Sprossachse und Wurzel in den Blick genommen. Bei den Blättern steht der Aspekt der Formenvielfalt, bei den Sprossachsen stehen die Stabilität und der Stofftransport und bei den Wurzeln die Stoffaufnahme im Vordergrund. Im folgenden Abschnitt erhalten die Schüler den Auftrag, in kleinen Arbeitsgruppen ein Pflanzenmodell zu bauen, das dem Grundaufbau einer Pflanze entspricht und das bestimmten Umweltanforderungen gerecht werden soll. Diese Modelle werden dann mit realen Pflanzentypen in Beziehung gesetzt. Der abschließende Unterrichtsabschnitt beschäftigt sich mit dem Aufbau von Blüten und macht deutlich, dass die verschiedenen Blütenteile als Blätter bezeichnet werden können. Die Unterrichtseinheit wird mit einem Pflanzenquiz abgeschlossen.

Diese Kompetenzen trainieren Ihre Schüler

Die Schüler ...

- benennen die Grundorgane der Blütenpflanzen (Bedecktsamer): Wurzeln, Sprossachsen und Blätter.
- erklären den Zusammenhang von Bau und Funktion dieser Grundorgane.
- arbeiten selbstständig mit Pflanzen und Pflanzenteilen, Abbildungen und Texten.
- nutzen vergleichende Untersuchungen zur Kategorienbildung.
- verwenden Modelle zur Ableitung von Gesetzmäßigkeiten bei der Gestaltsbildung von Pflanzen.
- erklären, dass Blüten kurze Sprosse mit umgebildeten Blättern sind.
- arbeiten in Gruppen, um praktische und theoretische Aufgaben zu lösen.
- nutzen ihre Kenntnisse über Bau und Funktion der Pflanzen, um die Bedeutung von Pflegemaßnahmen abzuschätzen.

Die Reihe im Überblick

- ⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt
 ⌚ D = Durchführungszeit LEK = Lernerfolgskontrolle

Stunden 1–2: Blätter

Material	Thema und Materialbedarf
M 1 (Ab, SV) ⌚ V: 20 min ⌚ D: 45 min	Pflanzen – Unterschiede und Gemeinsamkeiten <input type="checkbox"/> 5–8 verschiedene Zimmerpflanzen im Topf <input type="checkbox"/> Zeitungspapier als Arbeitsunterlage
M 2 (Ab, SV) ⌚ V: 10 min ⌚ D: 45 min	Blättermultifunktionalität <u>Für die ganze Gruppe</u> <input type="checkbox"/> altes Bettlaken oder großer Karton <input type="checkbox"/> eventuell Flachbildscanner (mit CCS-Technik) <u>Für Zweiergruppen</u> <input type="checkbox"/> Bestimmungsbuch

Stunden 3–4: Sprossachsen

Material	Thema und Materialbedarf
M 3 (Ab, SV) ⌚ V: 40 min ⌚ D: 45 min	Starr oder biegsam? <u>Für die ganze Gruppe</u> <input type="checkbox"/> 6 Ziegelsteine <input type="checkbox"/> 2 Brettchen in Ziegelsteingröße mit aufgeklebtem Papp- oder Kunststoffrohr <input type="checkbox"/> 1 Plastikbeutel mit Band <input type="checkbox"/> 1 Beutel mit Aquarienkies oder Sand (mindestens 1 kg) <input type="checkbox"/> 1 Federwaage (Messbereich mindestens 1000 g bzw. 10 N (Newton)) <input type="checkbox"/> Stängel krautiger Pflanzen (mind. 29,7 cm lang und nicht dicker als 1,5 cm) <input type="checkbox"/> Anschlagbrett mit Flipchart, Filzschreiber <u>Für jede Teilgruppe</u> <input type="checkbox"/> einige DIN-A4-Blätter, 80-g-Papier <input type="checkbox"/> Schere <input type="checkbox"/> Klebstoff <input type="checkbox"/> Bleistift
M 4 (Ab, SV) ⌚ D: 45 min	Der innere Aufbau von Pflanzenstängeln <input type="checkbox"/> scharfes Messer <input type="checkbox"/> einige Blatt Zeichenpapier mit Unterlage (Klemmbrett) <input type="checkbox"/> Lupen (mindestens 8) <input type="checkbox"/> Bleistift, Rotstift und Radiergummi <input type="checkbox"/> Schneidebrett oder Pappunterlage <u>Für die ganze Gruppe</u> <input type="checkbox"/> Schublehre <input type="checkbox"/> Phloroglucin-Lösung und konzentrierte Salzsäure in Tropffläschchen (nur von der Lehrperson zu verwenden)

Stunden 5–6: Wurzel

Material	Thema und Materialbedarf
M 5 (Ab, SV) ⌚ V: 10 min ⌚ D: 45 min	Wurzelsysteme <u>Für Arbeitsgruppen:</u> <input type="checkbox"/> Pflanzschaufel oder Spaten <input type="checkbox"/> Plastikwanne mit Wasser und Bürste
M 6 (Ab, SV) ⌚ V: 20 min ⌚ D: 45 min	Wurzelhaare und Stoffaufnahme <input type="checkbox"/> frisch bewurzelte <i>Tradescantia</i> -Triebe <input type="checkbox"/> Gläser mit Leitungswasser <input type="checkbox"/> Methylenblau-Lösung <input type="checkbox"/> Blockschälchen <input type="checkbox"/> Schere <input type="checkbox"/> starke Lupe oder Binokular <input type="checkbox"/> Zeitung oder Küchenpapier

Stunden 7–8: Wurzel

Material	Thema und Materialbedarf
M 7 (Ab, SV) ⌚ V: 10 min ⌚ D: 45 min	Konstruiere eine Pflanze <input type="checkbox"/> Druckerpapier (80–120 g) <input type="checkbox"/> Schnüre und Bindfäden unterschiedlicher Dicke <input type="checkbox"/> Blumentopf oder Becher <input type="checkbox"/> Klebstoff (zum Beispiel Holzleim, der sich mit Wasser verdünnen lässt) <input type="checkbox"/> Papierkugeln <input type="checkbox"/> Aquarienkies

Stunde 9: Blüten aus Blättern

Material	Thema und Materialbedarf
M 8 (Ab)	Von Laubblättern zu Blütenblättern • Lenzrose (<i>Helleborus x orientalis</i>) mit Blüten und/oder Seerosenblüte
M 9 (Ab)	Blütenbau

Stunde 10: Pflanzenquiz

Material	Thema und Materialbedarf
M 10 (LEK) ⌚ D: 45 min	Pflanzenquiz, Korrektur und Besprechung

Minimalplan

Der innere Aufbau der Sprossachsen (M 4) und die Stoffaufnahme durch die Wurzelhaare (M 6) kann entfallen, durch Verzicht auf den Modellbau (M 7) können zwei weitere Stunden eingespart werden.

M 1 Pflanzen – Unterschiede und Gemeinsamkeiten

Aufgabe 1

Bildet Arbeitsgruppen aus 3–4 Personen. Ihr erhaltet eine Zimmerpflanze, die ihr euch möglichst genau anschauen sollt. Um die ganze Pflanze sehen zu können, müsst ihr sie aus dem Topf nehmen und die Erde grob abschüttern. Verwendet dazu eine Zeitung als Unterlage. Kreuzt dann in der folgenden Tabelle alle Aussagen an, die für eure Pflanze zutreffen.



© Colourbox

Name der Pflanze: _____

- Die Pflanze ist mit Wurzeln im Boden fest gewachsen.
- Die Pflanze hat ganz schmale Blätter ohne Stiel.
- Die Pflanze hat zahlreiche, zumindest teilweise grüne Blätter.
- Die grünen Blätter sitzen an einer Sprossachse.
- Die Blätter sind sehr dünn und haben eine große Fläche.
- Die Blätter sind gelappt.
- Die Blätter sind gestielt.
- Die Blätter sitzen einzeln an der Sprossachse.
- Die Blätter sitzen immer zu zweit, sich gegenüberstehend, an der Sprossachse.
- Die Sprossachse ist sehr kurz, sodass die Blätter dicht beinander stehen.
- Die Sprosse sind stark verzweigt.
- Die Sprosse sind nicht oder nur wenig verzweigt.
- Der Blattgrund umgreift die Sprossachse (den Stängel).
- Die obersten Blätter sind rot gefärbt.
- Die Sprosse wachsen aufrecht nach oben.
- Die Sprosse biegen sich nach unten oder hängen herab.
- Die Pflanze enthält Milchsaft.

M 2

Blättermultifunktionalität

Viele Pflanzen kann man an der Form ihrer Blätter wiedererkennen. Besonders für die Bestimmung von Bäumen und Sträuchern sind Blätter sehr hilfreich, denn sie blühen meistens nur während eines kurzen Zeitraums im Jahr.

Aufgabe 1

Sammele fünf möglichst unterschiedlich aussehende oder sich anfühlende Blätter von Bäumen oder Sträuchern. Bringe sie zum Sammelplatz, an dem ein Laken ausgebreitet wurde.

Sortiere nun gemeinsam die verschiedenen Blätter, indem ihr gleiche Blätter zu gleichen legt und die Haufen ähnlicher Blätter nebeneinander anordnet.

Aufgabe 2

Bestimme jeweils mit einem Partner/einer Partnerin die Arten mithilfe eines Bestimmungsbuchs.

Aufgabe 3 – Blätterraten

Durch die Lehrkraft wird bestimmt, wer mit dem Fragen anfangen darf. Wer fragt, wählt sich in Gedanken ein Blatt aus und nennt ein Merkmal, dann ein weiteres Merkmal, bis jemand das richtige Blatt erraten kann. Wer als Erster richtig geraten hat, darf mit dem Fragen weitermachen.

Aufgabe 4

Die Vielfalt der verschiedenen Blattformen ist riesig. Wähle drei charakteristische Blattformen aus und überlege, mit welchen Umweltbedingungen diese Blätter besonders gut zurechtkommen könnten.

Für zu Hause:

Aus verschiedenen Laubblättern lassen sich lustige Fantasiefiguren zusammensetzen. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten: ihr könnt die Blätter zwischen Zeitungen pressen, bis sie trocken sind, und dann auf einen Karton aufkleben oder ihr könnt die frischen Blätter auf einem Flachbild-Scanner zu dem gewünschten Bild anordnen und scannen. Stellt im Klassenzimmer eine Ausstellung aus euren Laubblatt-Fantasiefiguren zusammen.



© Wilfried Probst



© Wilfried Probst

Erläuterungen (M 1, M 2)

So bereiten Sie die erste Stunde vor

Stellen Sie 5–8 Zimmerpflanzen bereit. Wählen Sie die Beispiele so aus, dass sich bei allen Pflanzen ohne große Schwierigkeiten die Grundorgane Blätter, Sprossachsen und Wurzeln erkennen lassen.

Liste möglicher Zimmerpflanzen: Brutblatt, Buntnessel, Zimmerefeu, Grünstilbe, Weihnachtsstern, Flamingoblume, Schiefblatt, *Tradescantia*

Beschaffen Sie ausreichend alte Zeitungen als Arbeitsunterlagen.

Kopieren Sie M 1 in Klassenstärke. Schreiben Sie die Merkmale außerdem an die Tafel oder auf ein Flipchart.

Merkmale einer Pflanze

Bilden Sie nun Gruppen aus 3–4 Schülern, die sich jeweils an einem Tisch versammeln, der mit Zeitungspapier abgedeckt wird. Teilen Sie dann jeder Gruppe mindestens eine der Zimmerpflanzen aus und verteilen Sie M 1.

Stellen Sie die Aufgabe: Auf der Tabelle soll jeweils das für die Pflanze zutreffende Merkmal angekreuzt werden. Hierzu sollen die Pflanzen aus den Töpfen genommen und die Erde von der Wurzel etwas abgeschüttelt werden. Geben Sie für diese Arbeit etwa 15 Minuten Zeit und sammeln Sie dann die Ergebnisse, indem Sie an der Tafel oder auf einer Folie jeweils einen Strich machen, wenn eine Gruppe dieses Merkmal für zutreffend hält. Gehen Sie dabei gruppenweise vor. Die Pflanze soll jeweils für die Klasse sichtbar emporgehalten werden. Wenn die angekreuzten Merkmale nicht stimmen, kann dies nun korrigiert werden. Zum Schluss wird der Name der Pflanze genannt und in die Arbeitsblätter eingetragen.

Nachdem die Ergebnisse aller Gruppen ausgewertet worden sind, zeigt sich, dass einige Merkmale für alle Pflanzen zu treffen, obwohl sie sehr unterschiedlich aussehen: Alle Pflanzen bestehen aus Blättern, Sprossachsen und Wurzeln. Erklären Sie, dass man diese Bausteine einer Pflanze auch als ihre **Grundorgane** bezeichnet. Gehen Sie kurz auf die wichtigsten Funktionen dieser Grundorgane ein und lassen Sie dann den Lückentext bearbeiten.

So bereiten Sie die zweite Stunde vor

Wenn möglich, sollte dieser Unterrichtsabschnitt im Freien in einem Gelände mit unterschiedlichen Laubbäumen stattfinden. In diesem Falle würden allerdings die 45 Minuten einer Unterrichtsstunde nicht ausreichen. Packen Sie für das Sortieren der gesammelten Blätter ein Laken ein. Um Blätter für ein Herbar oder einen Scan zu sammeln, sollten alle Schüler eine Sammeltüte mitbringen.

Alternativ können Sie auch verschiedene Baumblätter in den Unterricht mitbringen und das Sortieren und Bestimmen dort durchführen lassen.

Blättermultifunktionalität

Erklären Sie, dass man viele Pflanzen an der Form ihrer Blätter erkennen kann. Stellen Sie die Aufgabe, möglichst viele unterschiedliche Blätter von Bäumen und Sträuchern zu sammeln und auf dem Laken zu sortieren. Mithilfe eines Bestimmungsbuch werden die Blätter in Partnerarbeit bestimmt und richtig beschriftet. Durch das Blätterraten werden die neu erworbenen Artenkenntnisse gefestigt.

Form und Funktion

Gehen Sie dann noch einmal auf die besondere Funktion der Blätter als Lichtsammelorgane und Organe des Gasaustausches ein und überlegen Sie gemeinsam, welche Funktion die unterschiedlichen Formen haben könnten. Kommen Sie dabei auch auf ganz besonders geformte Blätter – zum Beispiel von Nadelbäumen oder von Dickblattgewächsen – zu sprechen. Auch die Funktion der Blattstiele und ihre Formen sollten angesprochen werden. Die Beweglichkeit der Blattspreiten verbessert die Fähigkeit zur Verdunstung und zum Gasaustausch. Besonders beweglich sind die Blätter von Pappeln (Zitter-Pappel) durch ihre stark abgeflachten Stiele. Die große Formenvielfalt der Blätter ist wohl nicht nur durch Anpasstheit zu erklären, es ist nicht nur eine Vielfalt des Notwendigen, sondern eine Vielfalt des Möglichen.

Herbar oder Scan und Blattbilder

Demonstrieren Sie zum Schluss, dass man aus Blättern hübsche Bilder zusammensetzen kann. Hierzu kann man gepresste (herbarisierte) Blätter verwenden oder direkt frische Blätter scannen. Beschreiben Sie die mögliche Vorgehensweise und geben Sie die Hausaufgabe, ein möglichst originelles Blattbild zusammenzustellen (vgl. DVD).

Das Anfertigen der Blattbilder macht Spaß. Wenn man mit dem Scanner arbeitet, kann man durch geringfügiges Verlegen der verschiedenen Bestandteile recht unterschiedliche Effekte erzielen. Diese künstlerische Aktivität schafft einen Zugang zu der großen Vielfalt an Formen und Mustern der Blätter und hilft so zu einem unmittelbaren Zugang zu diesem wichtigsten und typischsten Grundorgan der Pflanzen.

Lösungen (M 1)

Alle Pflanzen bestehen aus Blättern, Sprossachsen und Wurzeln. Diese Bausteine werden Grundorgane genannt. **Blätter** dienen der Aufnahme und Abgabe gasförmiger Stoffe und sie sind meist sehr dünn und großflächig. **Sprossachsen** bilden das Haltegerüst für die Blätter. Sie dienen dem Transport von Wasser und anderen Stoffen. Oft sind sie stabförmig und biegungsstabil. Wurzeln verankern die Pflanzen im Boden und dienen der Wasser- und Mineralstoffaufnahme.

Der innere Aufbau von Pflanzenstängeln

M 4

Benötigtes Material

- scharfes Messer
- einige Blatt Zeichenpapier mit Unterlage (Klemmbrett)
- Lupen
- Bleistift und Rotstift
- Radiergummi
- Schneidebrett oder Pappunterlage
- Schublehre

Aufgaben 1

Fertige von verschiedenen Pflanzenstängeln, die bei dem Belastungstest unterschiedlich gut abgeschnitten haben, Querschnitte an, um herauszufinden, wie die Stängel im Inneren aussehen.

- Kannst du mit der Lupe unterschiedliche Gewebe unterscheiden?
- Enthalten die Stängel einen Hohlraum?
- Lassen sich mit Phloroglucin-Salzsäure* verholzte Strukturen nachweisen und wo liegen sie?

*Alkoholische Phloroglucinlösung und konzentrierte Salzsäure werden von der Lehrkraft auf die Schnitte geträufelt.

Aufgabe 2

Halte deine Beobachtungen in einer großen Umriss-skizze (DIN-A4-Blatt) des Stängelquerschnitts fest. Hebe die verholzten bzw. besonders festen Gewebeteile mit einem roten Stift hervor.

Aufgabe 3

Vergleiche den inneren Aufbau der Pflanzenstängel mit den Papierstab-Konstruktionen und formuliere einige Prinzipien für die Biegestabilität von Stabkonstruktionen.

Aufgabe 4

Berechne den Schlankheitsgrad eines Grashalms. Man bezeichnet damit das Verhältnis von der Höhe zum Durchmesser (etwas oberhalb der Bodenoberfläche). Miss den Durchmesser mit einer Schublehre (Vorsicht, den Stängel nicht quetschen!).

Aufgabe 5

„Wenn ein Grashalm so hoch wäre wie der 246 m hohe thyssenkrupp Testturm in Rottweil, hätte er nur einen Durchmesser von 0,5 m.“ Bewerte diese Aussage.

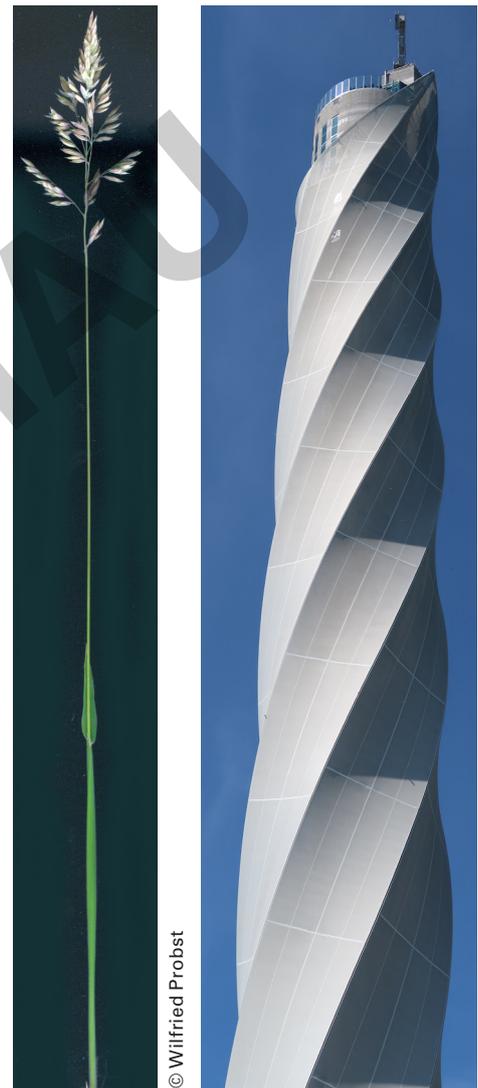


Abb.: Grashalm und thyssen-krupp Testturm

Erläuterungen (M 3, M 4)

So bereiten Sie die 3. und 4. Stunde vor

Bereiten Sie entsprechend M 3 die Materialien für den Belastungstest vor und kopieren Sie M 3 und M 4 für alle Schüler.

Durchführung der Belastungstests

Erklären Sie, dass die Sprossachsen von Pflanzen, die Pflanzenstängel, ähnliche Anforderungen erfüllen müssen wie die Masten von Windgeneratoren oder Hochspannungsleitungen: Sie sollen bei geringem Materialverbrauch eine hohe Stabilität aufweisen. Dabei geht es vor allem um die Biegestabilität.

Daraus leitet sich die erste Aufgabe ab: Aus einem DIN-A4-Bogen Papier soll ein möglichst stabiler Stab konstruiert werden, der die Länge des Papierblattes hat. Die unterschiedlichen Konstruktionen werden anschließend einem Belastungstest unterzogen. Auf einer Anschlagtafel werden Querschnitte der verschiedenen Konstruktionen skizziert.

Anschließend wird ein entsprechender Test mit Pflanzenstängeln durchgeführt. Dafür können Sie Pflanzen in den Unterricht mitbringen. Falls Sie etwas mehr Zeit einplanen können, kann die Belastungsprobe auch im Freien durchgeführt werden. Die Pflanzenstängel können dann von den Schülern gesammelt werden. Wichtig ist, dass keine verholzten Sprossachsen verwendet werden, außerdem sollen die Stängel nicht dicker als 1,5 cm sein.

Auswertung

Um die stabilsten Stängel mit den stabilsten Papierkonstruktionen vergleichen zu können, kommt es vor allem auf den inneren Aufbau an. Teilen Sie hierzu M 4 aus und lassen Sie die Stängelquerschnitte mit den Papierkonstruktionen vergleichen. Als Ergebnis soll herauskommen, dass eine Verlagerung der Festigungselemente möglichst weit nach außen die Biegestabilität erhöht, aber auch Querstreben bzw. Füllmaterial die Gefahr des Abknickens vermindern.

Die Aufgabe des Turmvergleichs soll zu der Erkenntnis führen, dass das Verhältnis von Durchmesser zu Höhe, in der Forstbiologie als Schlankheitsgrad bezeichnet, von der absoluten Größe abhängig ist. Dies hängt damit zusammen, dass für die Belastung die Gesamtmasse verantwortlich ist, die vom Volumen ($V_{\text{Kreiszyylinder}} = \pi r^2 h$) abhängt. Für die Biegestabilität ist der Durchmesser r entscheidend.

M 6

Wurzelhaare und Stoffaufnahme

Außer den Moosen nehmen die meisten Pflanzen Wasser und Mineralstoffe fast ausschließlich über die Wurzeln auf. Über Leitgefäße werden Wasser und darin gelöste Nährsalze in allen Pflanzenteilen transportiert. Deshalb werden diese Pflanzen, zu denen Samenpflanzen und Farnpflanzen gehören, auch Gefäßpflanzen genannt.

Die Stoffaufnahme kann man im Boden nicht gut beobachten. Aber wenn du Pflanzentriebe von *Tradescantia*, auch Dreimasterblume genannt, ins Wasser stellst, bilden sich in wenigen Tagen Wurzeln aus.

Stoffaufnahme durch Wurzeln

Benötigtes Material

- frisch bewurzelte Triebe von *Tradescantia* in einem Glas mit Wasser
- Blockschälchen
- Schere
- starke Lupe oder Binokular
- zweites Glas mit Wasser
- Methylenblau-Lösung
- Zeitung oder Küchenpapier als Unterlage



© Wilfried Probst

Abb.: Wurzelspitze von *Tradescantia* mit Wurzelhaaren

Aufgabe 1

Betrachte die Wurzelspitzen mit einer starken Lupe und beschreibe deine Beobachtung.

Aufgabe 2

- a) Gib einige Tropfen Farbstofflösung (Methylenblau-Lösung) in das Glas mit den bewurzelten Pflanzentrieben.
- b) Nimm die Triebe nach wenigen Minuten heraus und stelle sie in ein Glas mit ungefärbtem Wasser.
- c) Beschreibe die Farbstoffverteilung und dokumentiere die Beobachtung mit einem Foto.
- d) Untersuche die gefärbten Wurzeln noch einmal mit der Lupe oder dem Binokular.

Aufgabe 3

Wenn man Pflanzen versetzt oder umtopft, besteht immer die Gefahr, dass sie austrocknen. Deshalb werden frisch gepflanzte Pflanzen angegossen. Die Gefahr des Austrocknens ist geringer, wenn man sie mit einem großen Erdballen ausgegraben hat. Kannst du diesen Sachverhalt aufgrund deiner Beobachtungen erklären?

Erläuterungen (M 5, M 6)

So bereiten Sie die 5. Stunde vor

Bereiten Sie entsprechend M 5 die Materialien für die Freilegung der Wurzeln von Gras- und Löwenzahnpflanze vor und kopieren Sie M 5 für alle Schüler.

So steigen Sie in die 5. Stunde ein

Fragen Sie, wer schon einmal versucht hat, eine Pflanze mit den Wurzeln aus dem Boden zu ziehen. Ist es geglückt oder ist die Pflanze abgerissen? Gibt es Unterschiede bei verschiedenen Pflanzenarten? Erklären Sie, dass die Möglichkeit, eine Pflanze – zum Beispiel ein „Unkraut“ – mit den Wurzeln aus dem Boden zu ziehen, sehr davon abhängt, wie das Wurzelsystem der Pflanze aussieht.

Flachwurzler und Pfahlwurzler

Teilen Sie nun M 5 aus und lassen Sie zunächst die Aufgabe bearbeiten, die sich auf die Abbildung bezieht. Die Standfestigkeit tief wurzelnder Pflanzen ist im Allgemeinen besser als die Standfestigkeit von Flachwurzlern, insbesondere lassen sie sich schlechter ausreißen. Flachwurzeln haben den Vorteil, dass sie die obersten, oft besonders humusreichen Bodenschichten besonders gut ausnutzen können. Denn die Wurzeln haben ja nicht nur die Aufgabe, die Pflanzen im Boden zu befestigen, sie nehmen auch Wasser und Mineralstoffe auf.

Bei Zeitknappheit können Sie nun einige Beispiele für Pflanzenarten mit tiefreichenden Pfahlwurzeln und mit flacheren Wurzelsystemen bzw. gleichförmigen Wurzelsystemen (wie Gräser) im Original oder in der Abbildung zeigen. Eindrucksvoller ist es, wenn Sie die Schüler in Dreier- oder Vierergruppen eine Graspflanze und eine Löwenzahnpflanze ausgraben und das Wurzelsystem freilegen lassen.

So bereiten Sie die 6. Stunde vor

Stellen Sie etwa 10–14 Tage vor der Unterrichtsstunde einige Triebe von *Tradescantia* zur Bewurzelung in Gläser mit Leitungswasser. Halten Sie die übrigen in M 6 genannten Materialien bereit und kopieren Sie M 6 in Klassenstärke.

Überleitung zur 6. Stunde

Beschreiben Sie, dass Ihnen eine Pflanze, die sie mit den Wurzeln aus dem Boden gezogen und in Wasser gestellt haben, ganz schnell verwelkt ist. Ein Gärtner hat Ihnen gesagt, dass sie länger frisch geblieben wäre, wenn sie die Wurzel abgeschnitten hätten. Daraus kann man folgern, dass Wurzeln nicht einfach mit ihrer Oberfläche Wasser aufnehmen können. Wie die Aufnahme genau funktioniert, soll nun an frisch gewachsenen Wurzeln von *Tradescantia* untersucht werden.

Wurzelhaare

Teilen Sie nun die Gläser mit den frisch bewurzelten *Tradescantia*-Trieben und M 6 aus. Lassen Sie die Schüler in Partnerarbeit mit Lupe oder Binokular jeweils eine Wurzelspitze untersuchen. Am besten werden die vordersten 2–3 cm einer Wurzel abgeschnitten und in ein Blockschälchen gebracht, das auf einen dunklen Hintergrund gestellt wird. Man kann vermuten, dass die beobachteten Wurzelhaare etwas mit der Wasser- und Stoffaufnahme zu tun haben. Überlegen Sie gemeinsam, wie man dies herausfinden könnte, und lassen Sie dann den Versuch mit der Methylenblau-Lösung durchführen.

Besprechen sich zum Schluss die Aufgabe 3. Wenn man eine Pflanze mit den Wurzeln aus dem Boden entnimmt, bleiben die Wurzelhärchen nur zum Teil erhalten, und zwar nur dort, wo sie mit anhaftender Erde verbunden sind. Am günstigsten für die Pflanzen ist es deshalb, wenn man ihre Wurzeln mit einem großen Erdballen ausgräbt. Auch die Gefahr der Austrocknung ist geringer, denn die Feinwurzeln und die Wurzelhaare sind kaum gegen Verdunstung geschützt.

M 7

Konstruiere eine Pflanze

Alle Pflanzen bestehen aus Wurzeln, Sprossachsen und Blättern. Aber diese Grundorgane können sehr unterschiedlich aussehen und sehr unterschiedlich zusammengesetzt sein. Deine Aufgabe ist es, von diesem Grundbauplan ausgehend eine Pflanze zu konstruieren, die besonders gut an eine der folgenden Umweltbedingungen angepasst ist:

- Der Standort wird regelmäßig gemäht oder regelmäßig von Weidetieren abgefressen.
- An dem Standort treten sehr starke Winde auf.
- Der Standort ist meist sehr trocken, Feuchtigkeit findet sich nur in tieferen Bodenschichten.
- Am Standort wachsen viele andere Pflanzen, niedrige Pflanzen bekommen nur wenig Licht.

Benötigtes Material

- | | |
|---|--|
| • Druckerpapier (80–120 g) | • Klebstoff (zum Beispiel Holzleim, der sich mit Wasser verdünnen lässt) |
| • Schnüre und Bindfäden unterschiedlicher Dicke | • Papierkugeln |
| • Blumentopf oder Becher | • Aquarienkies |

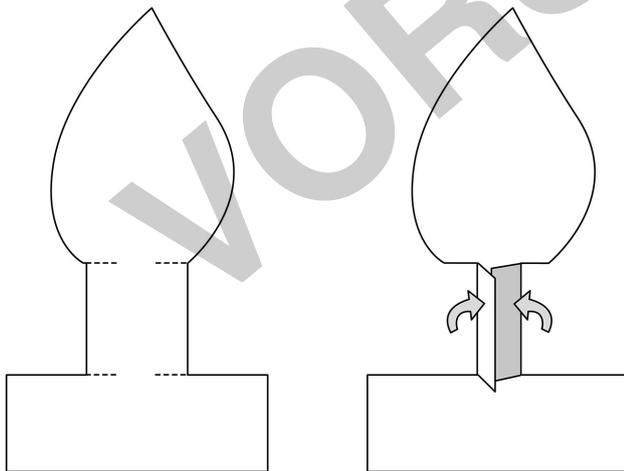
Konstruktion der verschiedenen Grundorgane

Für die Sprossachsen rollst du Druckerpapier zu Röhren zusammen. Um sie biegungsstabil zu machen, kannst du mehrere Papierlagen verwenden. Den unteren Abschluss der Sprossachse bildet eine eingeklebte Papierkugel, an die nachher auch die Wurzel angeklebt werden kann.



Grafiker: Marco Fischer

Blätter kannst du nach folgendem Schnittmuster bauen:



Grafiker: Marco Fischer

1. Blattstiele nach Einschneiden an den gestrichelten Linien einfalten.
2. Unteren Abschnitt zum Verkleben mit der Sprossachse verwenden.

Um zu verhindern, dass die Blattstiele nach unten abknicken, kannst du sie durch zusätzlich aufgeklebte Papierstreifen versteifen, insbesondere am Übergang zur Sprossachse.

Für die Wurzeln kannst du unterschiedlich dicke Schnüre und Bindfäden zusammenkleben. Sie werden mit dem unteren Ende der Sprossachse verklebt.

Erläuterungen (M 7)

So bereiten Sie die 7. und 8. Stunde vor

Kopieren Sie M 7 in Klassenstärke. Halten Sie auch die auf M 7 genannten Materialien für das Basteln des Pflanzenmodells bereit.

So steigen sie in die 7. und 8. Stunde ein

Erklären Sie, dass die Schüler nun genügend über den Aufbau einer Pflanze wissen, um selbst ein Pflanzenmodell bauen zu können, das den Konstruktionsprinzipien einer natürlichen Pflanze entspricht. Die Pflanze soll aus den Grundorganen Blätter, Sprossachse und Wurzel zusammengesetzt sein.

Die Pflanzenkonstruktion

Bilden Sie nun Gruppen aus 4–5 Schülern und nennen Sie jeder Gruppe die Zusatzbedingungen, für welche die von ihr konstruierte Pflanze besonders geeignet sein soll. Weisen Sie darauf hin, dass es am sinnvollsten ist, die einzelnen Pflanzenteile arbeitsteilig zu basteln und nachher zu einer Gesamtpflanze zusammenzufügen. Dabei soll deutlich werden, dass Pflanzen aus vielen ähnlichen Bauteilen zusammengesetzt sind und dass der Zusammenbau strengen Regeln folgt: Blätter bilden sich nur an Sprossachsen und nicht an Wurzeln, Seitensprosse entspringen immer den Blattachsen. Weisen Sie darauf hin, dass es sinnvoll ist, vor dem Modellbau einen Plan zu machen, der zeigt, wie die Pflanze aussehen soll.

Tipp: Wenn statt weißem Druckerpapier grünes Papier verwendet wird, sehen die Modelle pflanzenähnlicher aus. Eine Alternative: Die Schüler erhalten die Aufgabe, ihre Modelle zu Hause mit Wasserfarben möglichst naturnah zu bemalen.

Die fertigen Modelle werden eine Zeit lang im Klassenzimmer ausgestellt. Sie dürfen mit Fantasienamen beschriftet werden, außerdem wird ihre besondere Anpasstheit an bestimmte Umweltbedingungen vermerkt.

VORSCHAU

M 9

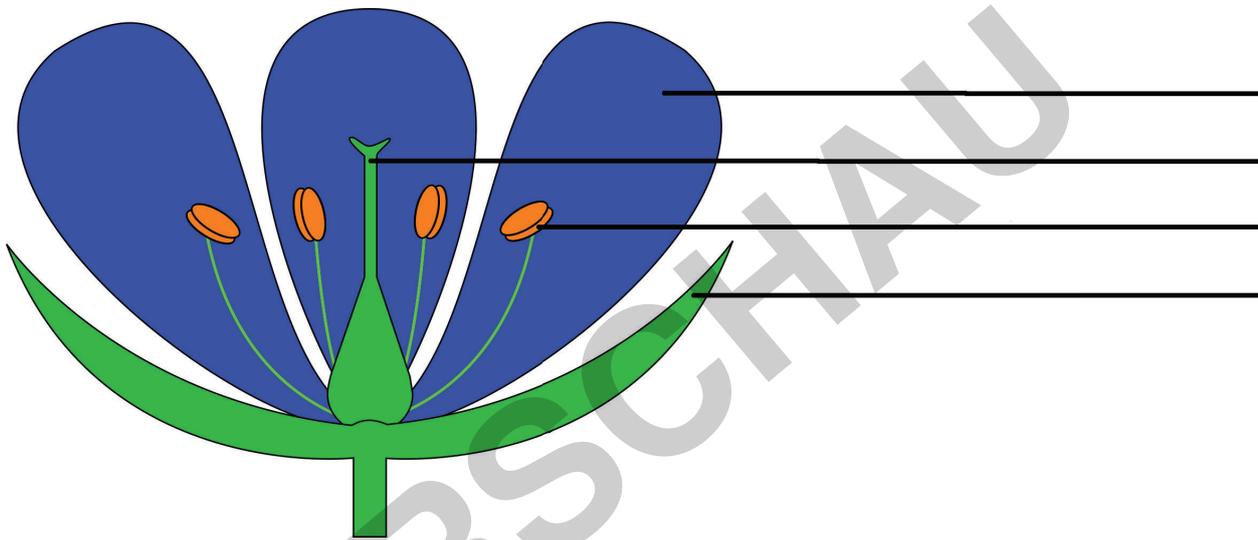
Blütenbau

Die **Blütenhüllblätter** sind meist auffällig gefärbt. Oft kann man äußere, weniger auffällige **Kelchblätter** von inneren, auffälligen **Kronblättern** unterscheiden.

Die **Staubblätter** bestehen aus einem Stiel und zwei Staubbeuteln, in denen der Blütenstaub oder Pollen produziert wird. In den **Fruchtblättern** sitzen die Samenanlagen, aus denen sich nach der Befruchtung Samen entwickeln. Oft sind mehrere Fruchtblätter zu einem **Fruchtknoten** verwachsen.

Aufgaben

1. Trage auf die Striche die verschiedenen Blättertypen einer Blüte ein und ordne ihnen jeweils eine der genannten Funktionen zu.



Verändert nach Daniel Miłaczewski/Wikimedia Commons CC BY-SA 3.0

Funktionen:

- A Schutz der Blütenknospen
- B Produktion von Blütenstaub mit männlichen Keimzellen
- C auffällige Lockorgane für Bestäuber
- D Bildung von Samenanlagen mit weiblichen Eizellen, aus denen sich nach der Befruchtung Samen entwickeln

Erläuterungen (M 8, M 9)

So bereiten Sie die 9. Stunde vor

Kopieren Sie M 8 und M 9 in Klassenstärke und halten Sie – falls möglich – ein blühendes Exemplar der Lenzrose und/oder ein bis zwei Blüten einer Seerose als Demonstrationsobjekte bereit.

So steigen sie in die Stunde ein

Wiederholen Sie die Grundorgane der Pflanzen. Fragen Sie, ob die Pflanzen damit vollständig beschrieben sind oder ob noch etwas fehlt. Bei dem Hinweis, dass die Blüten noch fehlen würden, stellen Sie die Behauptung auf, dass sich auch die Blüten mit den genannten Grundorganen beschreiben lassen.

Blütenblätter

Teilen Sie nun M 8 aus und zeigen Sie – falls vorhanden – die zugehörigen Originalobjekte von Lenzrose und/oder Seerose. Lassen Sie zunächst Aufgabe 1 beantworten und erläutern Sie dann anhand der Abbildung auf dem Arbeitsblatt, dass Blütenstange Kurzstange (= Stange mit begrenztem Wachstum) mit umgewandelten Blattorganen sind. Nach der Bildung der Fruchtblätter stellen sie ihr weiteres Spitzenwachstum ein.

Kelchblatt, Kronblatt, Staubblatt, Fruchtblatt

Teilen Sie M 9 aus und lassen Sie die verschiedenen mit ihren Funktionen genannten Blütenteile der Darstellung in der Abbildung richtig zuordnen. Erklären Sie nach der Besprechung dieser Aufgabe, dass die verschiedenen Blütenteile bei unterschiedlichen Pflanzenarten recht unterschiedlich aussehen können, die Reihenfolge in der Blüte aber immer gleich ist. Diese Regel hilft, die Blütenteile in den Fotos richtig zu beschriften (Aufgabe 2).