

NWA-Tag 2008

Die vier Elemente
Wasser-Feuer-Luft-Erde

Wissenschaftliches Arbeiten im Biologieunterricht
am Beispiel
Wasserleitungsbahnen und Transpiration bei Pflanzen

Erstellt von

Karolin Ruchti
Melanie Sandrock
Anita Seifried
Laura Schmitt

Eines der vier Elemente – das Wasser – soll in den folgenden Versuchen in Bezug zur Biologie der Pflanzen und zur naturwissenschaftlichen Arbeitsweise „Experimentieren“ gesetzt werden. Dazu werden Versuche bezüglich des Wasserhaushalts der Pflanzen beschrieben und vorgestellt:

- 1. Können Stängel Wasser leiten?**
- 2. Wasserhaushalt und Transpiration mit dem Potometer (Verdunstungsmesser)**
- 3. Wo sind die Wasserleitungsbahnen in einem Baumstamm?**
- 4. Transpiration bei Pflanzen**

Bei der Auswahl unserer Versuche waren wir bemüht, einen „Mix“ aus sehr unterschiedlichen Versuchen vorzustellen. So wurden folgende Punkte berücksichtigt bzw. durch die Versuchsauswahl abgedeckt:

- verschiedene Schwierigkeitsniveaus beim Versuchsaufbau und der Durchführung
- Verschiedene Zeitdauer (Langzeitversuche, Kurzzeitversuche)
- Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen wie zeichnen, mikroskopieren, beobachten und notieren, schneiden, eine Versuchsausrüstung aufbauen, etc.

Versuch 1: Können Stängel Wasser leiten?

Klassenstufe: Klasse 5, Einheit „Wie Pflanzen leben“

Material: weiße, frische Nelken oder Tulpen, blaue (Pelikan-)Tinte oder spezielles Blütenfärbemittel aus dem Pflanzenfachhandel, 2 Bechergläser, (Alufolie zum Verdecken)

Durchführung: Die Stängel der weißen Nelken werden auf ca. 15-20 cm gekürzt. Eine Nelke wird in das mit Wasser befüllte Becherglas gestellt, die andere in das Becherglas mit unverdünnter (!) Tinte. Wichtig: Die Nelken benötigen mindestens 1 Tag, besser sind 2 Tage, bis die Tinte „hochgezogen“ ist.

(Um eine noch ansprechendere und interessantere Blütenfärbung zu erhalten, können verschiedene Blautöne gewählt und die Nelken jeweils mehrere Stunden in die verschiedenen Tinten gestellt werden).

Zu beachten: Es ist zu empfehlen, die Bechergläser mit der enthaltenen Tinte bei der Präsentation zunächst mit Alufolie zu verdecken, um die Spannung zu steigern und die Vermutungen der Schüler zu sammeln.

Die Schüler sollen anschließend einen Querschnitt herstellen und diesen mikroskopieren (siehe Anhang: Schülerarbeitsblatt mit Lösungsvorschlag). Es eignet sich ein „Querschnitt mehrerer Trinkhalme“ als Modell, der den Schülern am Tageslichtprojektor gezeigt wird. Mit einem Münzturm kann verdeutlicht werden, dass viele Querschnitte übereinander gelegt, den Stängel ergeben.



Versuch 1: Schülerarbeitsblatt

Durchführung: Schneide aus dem Stängel einer Nelke mit einer Rasierklinge oder einem Messer eine ganz dünne Scheibe heraus. Lege diesen Querschnitt auf einen Objektträger. Nachdem du einen Tropfen Wasser hinzu gegeben hast, legst du das Deckglas darauf. Mikroskopiere diesen Querschnitt und fertige eine Zeichnung an. (→ gespitzter Bleistift, Vergrößerung angeben)

- 1.) Was kannst du beobachten?
- 2.) Versuche deine Beobachtung zu erklären.

Beobachtung: _____

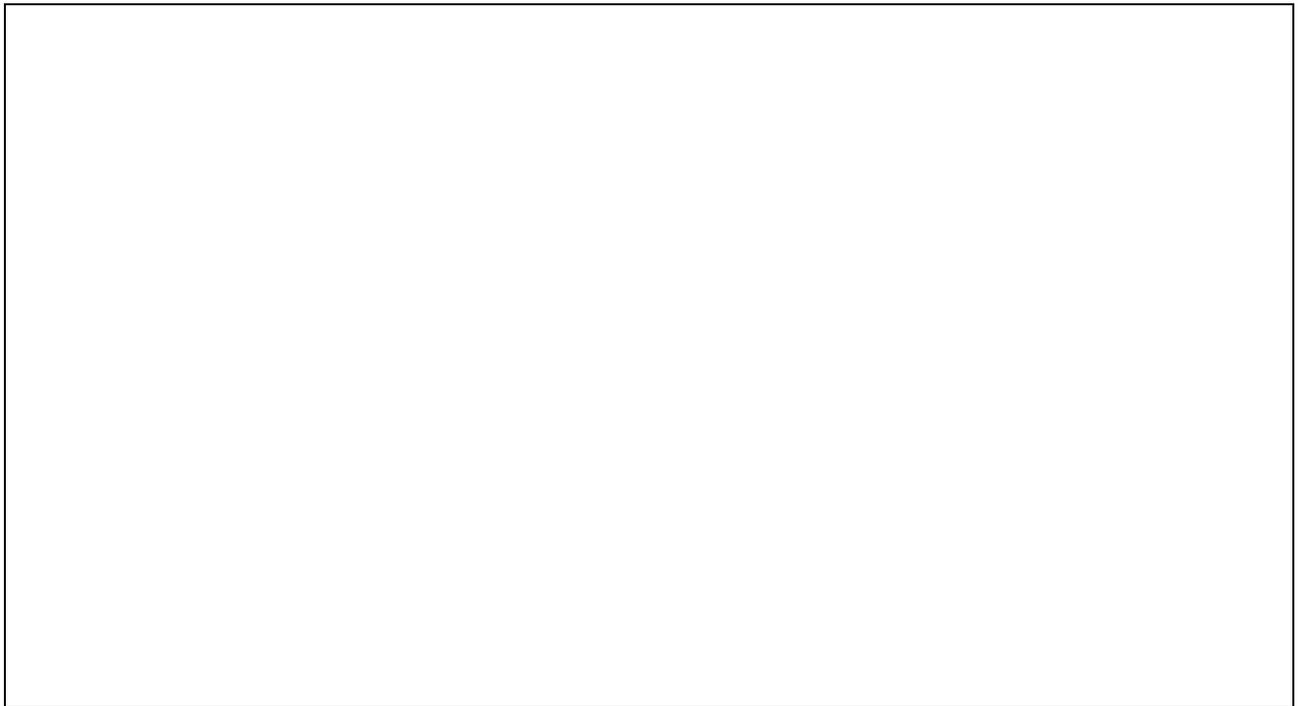
Erklärung: _____

Versuch 1: Mögliche Bearbeitung durch die Schüler

Wie Pflanzen Wasser leiten

Durchführung: Schneide aus dem Stängel einer Nelke mit einer Rasierklinge oder einem Messer eine ganz dünne Scheibe heraus. Lege diesen Querschnitt auf einen Objektträger. Nachdem du einen Tropfen Wasser hinzu gegeben hast, legst du das Deckglas darauf. Mikroskopiere diesen Querschnitt und fertige eine Zeichnung an. (→ gespitzter Bleistift, Vergrößerung angeben)

- 1.) Was kannst du beobachten?
- 2.) Versuche deine Beobachtung zu erklären.



Beobachtung: *Der Stängel weist viele „Löcher“ auf, die blaue Farbe ist in diesen Löchern/ Kreisen.*

Erklärung: *Die Pflanze transportiert über die Leitbündel im Stängel das Wasser zu der Blüte und den Blättern.*

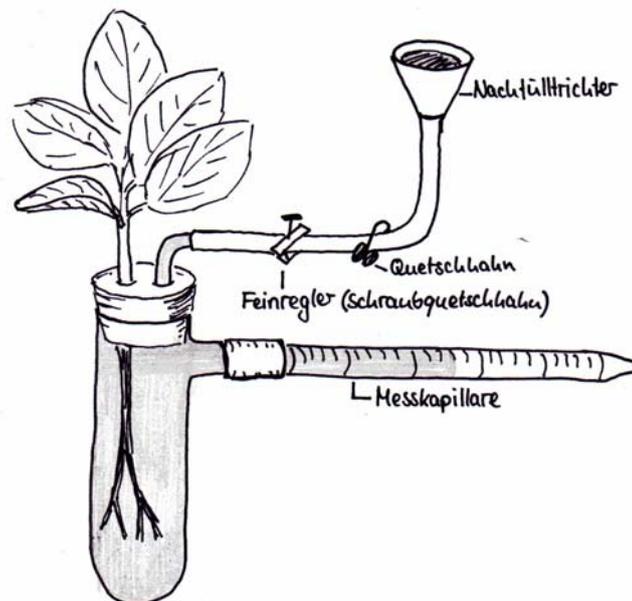
Versuch 2: Wasserhaushalt und Transpiration mit dem Potometer (Verdunstungsmesser)

2.1 Nachweis der Transpiration mit dem Potometer

Beschreibung des Versuchsaufbaus:

Es eignen sich für den Versuch belaubte Zweige der Linde, des Ahorns, der Birke, der Eibe und auch die Blüten sprosse verschiedener Sträucher.

Der *Zweig* sollte so gewählt werden, dass er sich luftdicht in eine Bohrung eines *doppelt durchbohrten Stopfens* einschieben lässt. Durch die zweite Bohrung wird ein *Glas-L-Stück* eingeführt, an das mittels eines *längeren Schlauchs* ein *Trichter* endet. An diesem Schlauch findet sich unter dem Trichter ein *Feder-* und etwas tiefer ein *Schraubquetschhahn*. Bei offenen Hähnen wird der so vorbereitete Stopfen auf ein wassergefülltes *Reagenzglas mit Anschlussmöglichkeit* gesetzt. Daran wird eine *Messkapillare* (z.B. eine 2ml Messpipette) mit einem *kurzen Schlauchstück* angeschlossen. Befestigt wird der Potometer an einem *Stativ*.



Durch den Trichter wird Wasser eingegossen, welches auch die Messkapillare füllt. Nach dem Verschließen des Federquetschhahns wartet man das Einziehen des Wassermeniskus in die Messkapillare ab. Der Schraubquetschhahn dient zur Feinregelung des Meniskus, von der aus die Transpiration in einer bestimmten Zeit gemessen werden kann.

Versuchsdurchführung:

Messe alle 5 min den Wasserverlust im Potometer (bis 30 min vergangen sind).

Berechne danach die Blattoberfläche, indem die Blätter auf ein Gitterraster von 1cm^2 gelegt werden (je nach Alterstufe kann auch mit Millimeterpapier gearbeitet werden). Bestimme die Menge aller Felder, die vom Blatt vollständig bedeckt werden. Diese Anzahl mittelst du mit der Anzahl aller Felder, die vom Blatt vollständig und teilweise bedeckt werden. So erhältst du eine annähernd genaue Bestimmung der Blattoberfläche.

Den nach 30 min festgestelltem Wasserverlust setzt du mit der gesamten Blattoberfläche in ein Verhältnis (Wasserverlust in ml / m^2)

Alternativ kann die Transpirationsrate in Abhängigkeit anderer Umweltfaktoren festgestellt werden:

- anblasen des Astes mit Kaltluft → Wind
- anstrahlen des Astes mit hellem Licht → Sonne
- ...

Durch die anschließende Ermittlung des Wasserverlusts in Abhängigkeit der Blattoberfläche, können die Messergebnisse verglichen werden.

2. 2 Die Verdunstung ist der Zahl der Blätter proportional

Wie die Transpiration von der Anzahl der Blätter abhängig ist, kann man zeigen, indem man wieder auf einen Potometer ein Spross setzt.

Versuchsdurchführung:

Zähle alle Blätter, es seien z.B. 60, und bestimme die Verdunstung nach 2 min.

Entferne nacheinander jeweils 10 Blätter und stelle jedes Mal wieder fest, wie viel der Wasserstand nach 2 min gesunken ist.

Schreibe alle Ergebnisse in eine Tabelle.

Anzahl der Blätter	60	50	40	30	20	10	0
Veränderter Wasserstand nach 2 min							

Ergebnis:

Die Verdunstung ist abhängig von der Anzahl der Blätter.

Weitere Aufgabe:

Stelle das Ergebnis graphisch dar. Trage dazu auf der Abszisse des Koordinaten-system die Anzahl der Blätter, auf der Ordinate die Wanderungsgeschwindigkeit des Wasserpegels ab.

Nach 2.1 und 2.2¹ können die Schüler die Transpiration eines Baumes abhängig von einer bestimmten Zeit näherungsweise berechnen:

Zähle die Blätter des Versuchszweiges. Schätze wie viel solche Zweige am ganzen Baum sitzen. Berechne die gesamte Blattoberfläche eines Baumes und ermittle, wie viel Wasser der Baum an einem Tag verdunsten kann!

2. 3 Die Verdunstung der Ober- und Unterseite der Blätter und der übrigen Sprosssteile (Es wird deutlich, wo die Spaltöffnungen liegen müssen):

Dazu wird die Verdunstung wieder mit einem Potometer festgestellt.

¹ Erst durch die Feststellung, dass die Transpiration proportional zur Anzahl der Blätter verläuft, kann die Hochrechnung durchgeführt werden.

Versuchsdurchführung:

Bestreiche die Blattoberseite mit Vaseline und miss die Transpiration.

Verfahre anschließend so mit der Blattunterseite und miss die Transpiration.

Bestreiche Blattober- und Blattunterseite mit Vaseline und miss die Transpiration.

Halte die Ergebnisse in einer Tabelle fest.

Ergebnis bei Birkenblättern: Die Transpiration der Oberseite verhält sich zu derjenigen der Unterseite und den übrigen Sprosssteilen wie 19:75:6.

Weitere Aufgabe:

Vergleiche die Verdunstung von Zweigen verschiedener Sträucher miteinander.

Versuch 3: **Wo sind die Wasserleitungsbahnen in einem Baumstamm?**

Material: Stammquerschnitt (Baumstammscheibe), großes Wassergefäß, Strohhalm

Durchführung: Das große Wassergefäß wird zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Die Baumstammscheibe wird waagrecht in das Wasser getunkt, so dass die Unterseite vollständig unter Wasser ist und die Oberseite nicht (Bild 1). Der Strohhalm wird in der Mitte des Stammes aufgesetzt und es wird durchgeblasen. Sind Luftblasen unter Wasser erkennbar? Der Strohhalm wird nach und nach weiter nach außen aufgesetzt und es wird jedes Mal durchgeblasen. So lange, bis man Luftblasen unter Wasser sichtbar werden (Bild 2).
Zu beachten ist, dass die Stammoberfläche, wo der Strohhalm aufgesetzt wird, nicht nass werden sollte.



Bild 1



Bild 2

Versuch 3: Schülerarbeitsblatt

Material: Stammquerschnitt (Baumstammscheibe), großes Wassergefäß, Strohhalm
Durchführung: Das große Wassergefäß wird zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Die Baumstammscheibe wird waagrecht in das Wasser getunkt, so dass die Unterseite vollständig unter Wasser ist und die Oberseite nicht. Der Strohhalm wird in der Mitte des Stammes aufgesetzt und es wird durchgeblasen. Der Strohhalm wird nach und nach weiter nach außen aufgesetzt und es wird jedes Mal durchgeblasen. So lange, bis man Luftblasen unter Wasser sichtbar werden. u beachten ist, dass die Stammoberfläche, wo der Strohhalm aufgesetzt wird, nicht nass werden sollte.

Zeichnung:



Beobachtung:

1. An welcher Stelle auf der Baumscheibe kann man Luft durchblasen?
2. Schaffst man es, an genau dieser Stelle auch Wasser durch den Strohhalm hoch zu ziehen?
3. Weshalb kann der Baumstamm nicht an jeder Stelle Wasserleitungen haben? Was hat ein Baumstamm noch für Funktionen?

Vermutung:

Erklärung:

Erläuterungen zum Versuch 3:

Luftblasen entstehen nur, wenn man den Strohalm an den äußersten Rand platziert. Dort ist das Xylem, das für die Aufnahme von Wasser verantwortlich ist. Jedes Jahr wächst das Xylem neu. Daher kann man die Jahresringe als „alte Leitungsbahnen“ bezeichnen. Das „alte“ Xylem, das sich innerhalb der Baumscheibe befindet, dient einerseits zur Stabilisation des Baumes, denn darin wird Lignin eingelagert, das die Verholzung der Zellen bewirkt, andererseits bietet diese Verholzung eine Fress-Schutzfunktion.

Versuch 4: Transpiration bei Pflanzen

Beschreibung des Versuchsaufbaus:

Man benötigt 2 Reagenzgläser, Öl, 2 gleich große beblätterte Sprossen (es eignen sich Linde, Flieder, Holunder oder Fleißiges Lieschen) und einen wasserfesten Stift.

Bei einer der Sprossen entfernt man nun einen Teil der Blätter. Beide Sprossen werden in die Reagenzgläser gestellt und dieser werden nun gleichmäßig mit Wasser aufgefüllt.

Auf die Oberfläche werden nun einige Tropfen Öl gegeben, um das Verdunsten des Wassers über die Wasseroberfläche zu verhindern. Mit dem wasserfesten Stift wird nun der Wasserstand markiert.

Versuchsdurchführung:

Vergleiche im Abstand von 10 Minuten den Wasserstand in den Reagenzgläsern. Markiere den neuen Wasserstand mit dem wasserfesten Stift.