

## **Unterrichtsmaterialien 3. Blätter mit Durchhänger?**

Bei diesem scheinbar einfachen Experiment sollen Schülerinnen und Schüler ein Mobile aus Blättern bauen. Widererwartungen ergeben sich in diesem Zusammenhang jedoch vielseitige Lerngelegenheiten. Neben der „Trainingseinheit“ für die psychomotorischen Fähigkeiten, besteht hier die Möglichkeit das Hebelgesetz aus dem Physikunterricht anzuwenden. Weitere „Aha-Erlebnisse“ werden bei der Beschreibung des Ergebnisses erlebt. Häufig werden hier nämlich zunächst alltagsübliche Perspektiven einbezogen und irrtümlich festgestellt, dass ein Blatt schwerer geworden sei. Die Diskussion über die fachliche Richtigkeit und über die Anwendung biologiespezifischer Konzepte, kann um die Frage nach einer wertneutralen Beobachtungsbeschreibung ohne interpretativen Vorgriff bereichert werden. Zu guter Letzt ist die Erklärung des Ergebnisses eine Gelegenheit um biologisches Vorwissen z. B. über den Blattaufbau, den Wasserhaushalt von Pflanzen und evtl. auch der Fotosynthese bzw. zum Wasserkreislauf umfangreich anzuwenden und miteinander zu vernetzen.

Das Experiment nimmt eine längere Zeitspanne in Anspruch, vornehmlich weil sich das Beobachtungsergebnis frühestens nach einer halben Stunde einstellt. Das Experiment kann dennoch in einer Einzelstunde eingesetzt werden, wenn in Kauf genommen wird, dass das Ergebnis in der darauffolgenden Stunde beobachtet, erklärt und als Wissensgrundlage für die Lösung anknüpfender Probleme genutzt wird.

Das Experiment beinhaltet eine große Variationsbreite: Es können verschiedene Blattarten mit unterschiedlichen Oberflächeneigenschaften miteinander verglichen werden. Es kann ein quantitativer Zugang erzeugt werden, indem die mit Vaseline beschichteten Blätter vor und nach dem Experiment eingewogen werden. Das Wissen über den Aufbau und über die fachliche Erklärung des Experiments kann im nachfolgenden Unterricht von den Schülerinnen und Schülern genutzt werden, um bei weiterführenden Aufgaben Kompetenzen aus dem Bereich Erkenntnisgewinnung, wie z. B. das Planen, durchführen und protokollieren von Experimenten, anzuwenden (vgl. z. B: MSW-NRW 2008) .

### **Lehrplanbezug**

<b>Sekundarstufe I an Haupt-, Real- und Gesamtschulen und Gymnasien</b>	
<i>Inhaltsfeld</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Tiere und Pflanzen im Jahreslauf (2) (GE, RS)</li><li>– Angepasstheit von Pflanzen und Tieren an die Jahreszeiten (GY)</li><li>– Sonne, Klima, Leben (HS)</li></ul>
<i>Schwerpunkt</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Fotosynthese (GE, GY, RS)</li><li>– Pflanzenzelle (GY)</li><li>– Blattaufbau (GY)</li></ul>
<i>Basiskonzept</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>Struktur und Funktion (GE, RS, HS)</li><li>– Pflanzenzelle</li><li>– Blattaufbau</li></ul>

**Auszug aus den Kernlehrplänen Biologie der Sekundarstufe I verschiedener Schulformen des Landes NRW (MSW – NRW, 2008, 2011a, 2011b, 2011c)**

### **Material, Chemikalien, Geräte**

<b>1.</b> Blattmaterial (Holunder, Garten-Bohne, Efeu, japanischer Staudenknöterich o.ä.)	<b>3.</b> Holzspieß bzw. Holzstab (ca. 40 cm lang)	<b>7.</b> Aufhängevorrichtung (z.B. 2 Stative, 2 Klemmen, 2 Muffen, Stativstange)
<b>2.</b> Vaseline oder Lanolin	<b>4.</b> Bindfaden	<b>8.</b> Großes Gefäß / Vase mit Wasser (Blattlagerung)

## Aufbau

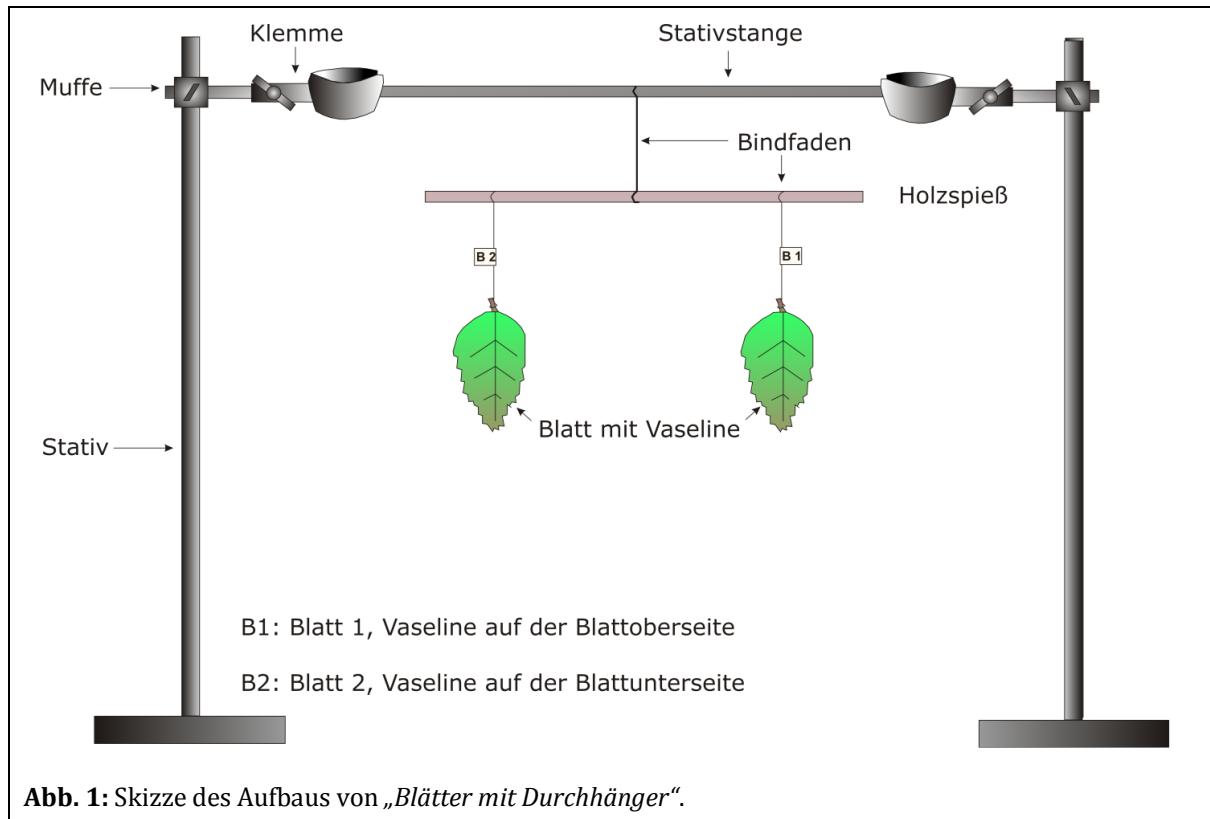


Abb. 1: Skizze des Aufbaus von „Blätter mit Durchhänger“.

## Durchführung

1. Es werden 2 vergleichbar große, frisch geerntete, unbeschädigte Blätter der gleichen Pflanzenart verwendet.
2. Beide Blätter werden so geerntet, dass die Blattstiele möglichst weit erhalten bleiben.
3. Die Blattstielenenden werden direkt nach der Trennung vom Zweig mit Vaseline beschmiert.
4. Danach werden die Blätter zur späteren Unterscheidung mit einem wasserfesten Fasermaler mit 1 (Blatt 1) und 2 (Blatt 2) gekennzeichnet.
5. Nun werden die Blattoberflächen von Blatt 1 und Blatt 2 unterschiedlich mit Vaseline behandelt:  
**Blatt 1:** Es wird eine dünne, aber geschlossene Schicht Vaseline auf der **Blattoberseite** aufgetragen.  
**Blatt 2:** Es wird eine dünne, aber geschlossene Schicht Vaseline auf der **Blattunterseite** aufgetragen.
6. Jetzt werden die Blattstiele mit jeweils einem ca. 10 cm langen Bindfadenende fest verknotet. Ein weiterer Bindfaden wird mit einem Ende mittig an einem dünnen Holzspieß befestigt und mit dem anderen Ende an die Aufhängevorrichtung geknotet. Jetzt hängt der Holzspieß in der Luft.
7. Jeweils eines der beiden Blätter wird nun mit dem Bindfaden am rechten bzw. am linken Ende des Holzspießes fest verknotet. Beide Blätter hängen nun frei beweglich mit der Blattspitze nach unten gerichtet an den Holzspießenden.
8. Nun werden die Fäden, die die Blätter am Holzspieß befestigen, so lange nach rechts oder links verschoben (justiert), bis der Holzspieß waagerecht im Raum hängt.

Je nach Blattart kann das erwartete Ergebnis nach ca. 30 Minuten (z. B. schwarzer Holunder, *Sambucus nigra*) bis ca. 3 Zeitstunden (z. B. Japanischer Staudenknöterich, *Fallopia japonica*) beobachtet werden.

## Praktische Hinweise

Die Blätter sollen waagerecht hängen. Verschieben Sie hierzu die Fäden an Ihrem Blattmobile bis der erwünschte Zustand erreicht ist. Dazu brauchen Sie Geduld und Fingerspitzengefühl.

Die Bindfädenenden sollten sehr fest mit dem Holzspieß verknotet sein, damit die Blätter sich nicht so leicht verschieben und das Ergebnis verfälschen können.

Die Blätter vom jungen Holunder sind sehr empfehlenswert. Hier stellt sich das Ergebnis i. d. R. schon nach einer halben Stunde ein.

Da das Ergebnis erst später beobachtet werden kann, ist es empfehlenswert ein Referenzfoto vom frisch aufgehängten, waagerecht ausgerichteten Blattmobile zu machen.

Das Mobile kann auch mindestens eine Woche lang hängen bleiben, denn auch dann ist das Ergebnis noch beobachtbar.

## Erwartete Beobachtung

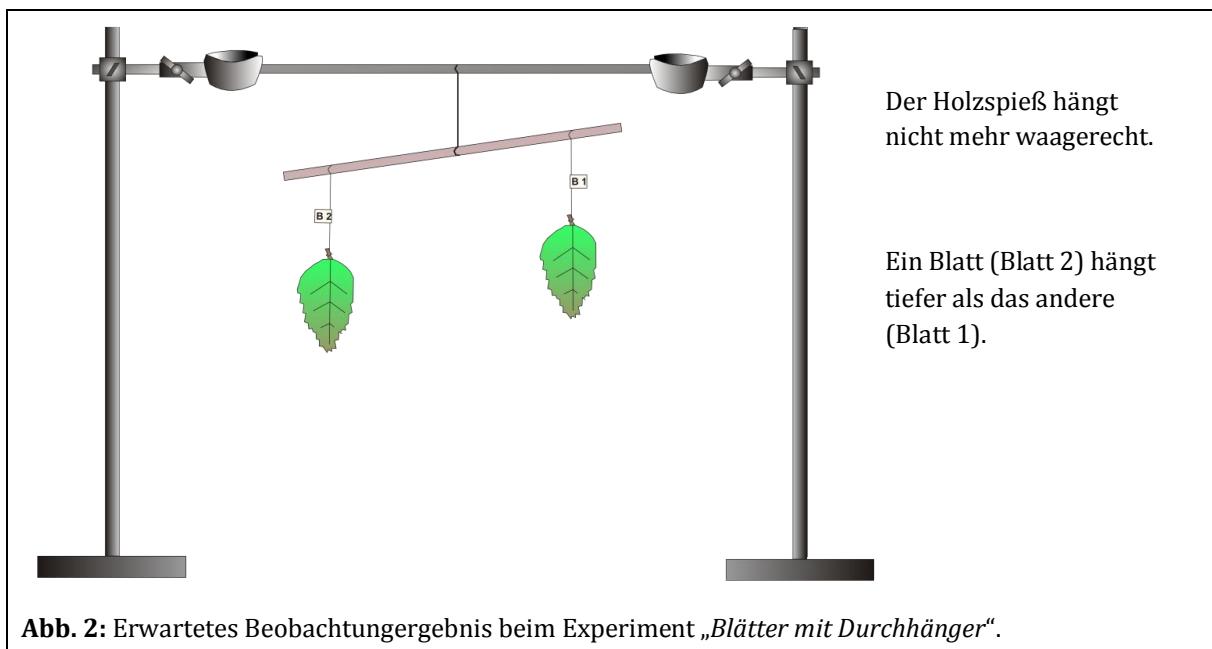


Abb. 2: Erwartetes Beobachtungsergebnis beim Experiment „Blätter mit Durchhänger“.

## Erklärung

**Blatt 1:** Die Stomata an der Blattoberfläche wurden nicht mit Vaseline verschlossen. An den Stomata entweichen Wassermoleküle aus dem Blatt in die Atmosphäre (**stomatäre Transpiration**). Die Verdunstung von Wassermolekülen geht mit einem Gewichtsverlust einher. Je länger das Blatt am Mobile hängt, desto mehr Wassermoleküle entweichen über die Stomata in die Atmosphäre und desto leichter wird das Blatt. Der Wasserverlust setzt den **Turgordruck** im Blattgewebe herab, so dass sich das Blatt mit den unbeeinträchtigten Stomata sich z. B. einrollt. Insgesamt bezeichnet man diesen Vorgang auch als Welken (*Struktur und Funktion, System*). Das Blatt wurde auf der Blattoberseite mit Vaseline beschichtet, demzufolge befinden sich die Stomata auf der Blattunterseite.

**Blatt 2:** Die Stomata an der Blattoberfläche wurden mit Vaseline verschlossen. Dieses hat zur Folge, dass die Verdunstung an den Stomata stark erschwert wird (**Verdunstungsbarriere**). Die Wassermoleküle entweichen hier stark verlangsamt in die Atmosphäre (*Struktur und Funktion, System*). Anders als bei Blatt 1 verändert sich die Masse von Blatt 2 in der gleichen Zeit kaum.

Das Blatt, welches auf der Blattoberseite mit Vaseline beschichtet wurde ist im Vergleich zum Blatt mit der Vaselinebeschichtung auf der Blattunterseite leichter geworden. Demzufolge befinden sich die Stomata auf der Blattunterseite. Die eingesetzte Blattart ist **hypostomatisch** (*Struktur und Funktion*).

## **Entsorgung**

Reste können bedenkenlos im Restmüll entsorgt werden.

## **Weiterführende Aufgabenstellungen**

- 1.** Erkläre, warum Blätter Wasserdampf an die Atmosphäre abgeben?
- 2.** Die Manipulation der Stomata mit Vaseline beeinträchtigt möglicherweise auch die Kohlendioxidaufnahme und die Sauerstoffabgabe. Erläutere die Konsequenzen, die sich für den Fotosyntheseapparat ergeben, und diskutiere mögliche Zusammenhänge mit Blattgewichtsveränderungen in diesem Experiment?
- 3.** Erläutere, inwieweit bei diesem Experiment die cutikulare Transpiration beeinträchtigt wird. Diskutiere, inwieweit die cutikulare Transpiration zur Erklärung des Ergebnisses beiträgt und leite ggf. einen modifizierten experimentellen Aufbau ab, der Rückschüsse auf die Bedeutung der cutikularen Transpiration zulässt?
- 4.** Skizziere einen Aufbau, mit dem man überprüfen kann, ob eine dichte Behaarung der Blattunterseite transpirationshemmend wirkt?
- 5.** Diskutiere, inwieweit die Vaselinebeschichtung eine geeignete Methode darstellt, um Schnittblumen länger haltbar zu machen?
- 6.** Plane ein ähnliches Experiment (ohne Mikroskop), mit dem du überprüfen kannst ob ein Blatt hypostomatisch oder amphistomatisch und protokolliere? (Vgl. *Planungsprotokoll S. 18*).
- 7.** Skizziere und erkläre einen experimentellen Aufbau zur Analyse der Abhängigkeit der Transpirationsrate an Blattoberflächen von der Außentemperatur.

## Über welche Blattseite gibt das Blatt Wasser ab?

**Wissen:**

Die Wasserabgabe von Blättern erfolgt über die Stomata. Je nach Lage der Stomata unterscheidet man hypostomatische (Stomata nur auf der Unterseite), epistomatische (Stomata nur auf der Oberseite) und amphistomatische Blätter (Stomata auf beiden Seiten). Vaseline erzeugt eine Verdunstungsbarriere und hemmt so die stomatäre Transpiration.

**Fragestellung:**

Über welche Blattseite gibt das Blatt Wasser ab?

**Vermutung (Hypothese):**

3 Hypothesen: Das Blatt gibt das Wasser über die Blattunterseite ab. Das Blatt gibt das Wasser über die Blattoberseite ab. Das Blatt gibt das Wasser über beide Blattseiten ab.

Wenn man die Vaselinebeschichtung variiert, dann unterscheiden sich hypo-, epi- und amphistomatische Blätter nach einer Einwirkzeit von mind. 30 Minuten eindeutig in der Art ihres Masseverlustes.

**Planung:**

Systematisch variierte Versuchsbedingung: Vaselinebeschichtung auf den Blattseiten (beide Seiten, nur oben, nur unten), Kontrolle: ohne Vaselinebeschichtung, zu beobachtende Variable: Masseverlust des Blattes

Ansatz	Messung 1	Variation der Versuchsbedingung	Messung 2 (nach 30 Minuten)
B1	Masse von Blatt 1	ohne Vaselinebeschichtung.	Masse von Blatt 1
B2	Masse von Blatt 2	mit Vaselinebeschichtung auf beiden Blattseiten.	Masse von Blatt 2
B3	Masse von Blatt 3	mit Vaselinebeschichtung auf der Blattoberseite.	Masse von Blatt 3
B4	Masse von Blatt 4	mit Vaselinebeschichtung auf der Blattunterseite.	Masse von Blatt 4

**Skizze:**


**Abb. 3:** Skizze des experimentellen Aufbaus zur Überprüfung der Lage der Stomata auf Blattoberflächen.

**Materialien:** 4 Blätter, Vaseline, Waage, Bindfaden, Schere, Aufhängevorrichtung.

**Erwartete Beobachtung:**

An-satz	Variation der Versuchsbedingung	Mögliche Beobachtung 1	Mögliche Beobachtung 2
		Masseverlust	Masseverlust
B1	ohne Vaselinebeschichtung.	am größten	groß, vergleichbar mit B3
B2	Vaselinebeschichtung auf beiden Blattseiten.	am kleinsten	klein, vergleichbar mit B4
B3	Vaselinebeschichtung auf der Blattoberseite.	mittel, vergleichbar mit B4	groß, vergleichbar mit B1
B4	Vaselinebeschichtung auf der Blattunterseite.	mittel, vergleichbar mit B3	klein, vergleichbar mit B2
<b>Zusammenfassung</b>		$B2 < (B3=B4) < B1$	$(B2=B4) < (B1=B3)$

**Auswertung der erwarteten Beobachtung:**

Nach Beobachtung 1 kann ein amphistomatisches Blatt geschlussfolgert werden, da es keinen Unterschied zwischen der Beschichtung der Ober- und Unterseite gibt. Nach Beobachtung 2 kann ein hypostomatisches Blatt gefolgert werden, da über die Unterseite Wasser abgegeben wird. Wäre B3 klein und B4 groß, würde es sich um ein epistomatisches Blatt handeln.