



Ruderalvegetation – wildes Grün zum Schutz der Biodiversität erhalten

Laborraum

Name: _____

Datum: _____



Für die höheren Klassenstufen können einige Hinweise bei den Aufgaben entfernt werden.

ARBEITSAUFTRAG:



1. Lies den Text zum Hohenheimer Grundwasserversuch durch und schau dir die Materialien an.
2. Bearbeite mit deiner Sitznachbarin / deinem Sitznachbarn die Aufgaben auf Seite 3.



10 min

Der Hohenheimer Grundwasserversuch

Der Einfluss von inner- und zwischenartlicher Konkurrenz auf das Pflanzenwachstumsverhalten

Der Hohenheimer Grundwasserversuch wurde 1952 von den Botanikern Heinz Ellenberg und Heinrich Walter entwickelt und hatte zum Ziel, das Konkurrenzverhalten von drei Grasarten (Abb. 1) in Mono¹- und Mischkultur² zu untersuchen. Auf Abb. 2 ist der Versuchsaufbau in Reinsaat dargestellt. Der blaue Bereich unterhalb vom Saatbeet stellt das Grundwasser dar. Mittels des Versuchs werden unterschiedliche Feuchtegradienten³ erzeugt: Je näher die Bodenoberfläche am Grundwasser ist, desto feuchter ist der Boden. Das Saatbeet hat man in drei gleichgroße Beete aufgeteilt. In einem ersten Versuchsaufbau hat man in jedes Drittel-Beet Samen von einem der drei Gräser gesät (Monokultur).

1. Wiesenfuchsschwanz



2. Glatthafer



Lindman, C. (1926): Bilder ur Nordens Flora, Stockholm. Online unter:
<http://caliban.mpiiz.mpg.de/lindman/461.jpg> (12.2018). Gemeinfrei.

3. Aufrechte Trespe



©A.Jagel. https://www.botanik-bochum.de/pflanzenbilder/Bromus_erectus.htm

Abbildungen 1-3: Im Hohenheimer Grundwasserversuch verwendete Grasarten.

Tipp: In den Zusatzmaterialien findest du weitere Informationen zu den Grasarten.

¹ Bei Monokulturen handelt es sich um den Anbau einer einzigen Pflanzenart über mehrere Jahre hinweg auf derselben Fläche. Die Monokultur wird auch als Reinsaat bezeichnet.

Quelle: <http://www.pflanzenforschung.de/de/themen/lexikon/monokultur-786>.

² Bei einer Mischkultur werden auf einer Fläche verschiedene Pflanzenarten zeitgleich angebaut.

Quelle: <https://www.pflanzenforschung.de/de/themen/lexikon/mischkultur-1044>.

³ Feuchtegradienten beschreiben eine Änderung des Feuchtegehalts, in diesem Falle des Feuchtegehalts des Bodens.

Es ist hilfreich, wenn von dem Reinsaatversuch, den die SuS im Klassenraum umgesetzt haben, Fotos von den Ergebnissen im Labor ausliegen, damit die SuS diese Ergebnisse mit den Ergebnissen vom Mischsaatversuch vergleichen können. Eine weitere Möglichkeit ist, dass die Lehrkraft den Reinsaatversuch selbstständig anlegt und ihn im Labor neben dem Mischsaatversuch ausstellt.

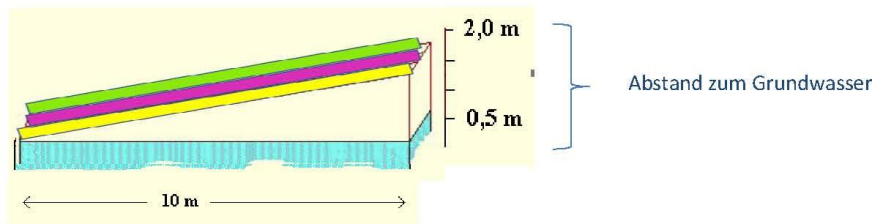


Abbildung 4: Aufbau Hohenheimer Grundwasserversuch in Monokultur. © Hans-Dieter Mallig.
Online unter: <https://www.zum.de/Faecher/Bio/BW/bio/oekologi/ufak1K1.htm>

Der Wiesenfuchsschwanz gedeiht normalerweise auf Feuchtwiesen, arten- und blütenreichen Wiesen mit hoher Bodenfeuchtigkeit, wohingegen der Glatthafer vorrangig auf Fettwiesen wächst. Fettwiesen sind nährstoffreich, werden häufig gedüngt, selten bewässert und zur Heugewinnung genutzt. Die Aufrechte Trespe ist vor allem auf Trockenwiesen verbreitet. Charakteristische Merkmale solcher Wiesen sind Trockenheit, Artenreichtum und Nährstoffarmut. Sie dienen häufig der Heugewinnung.

Die Ergebnisse des Versuchsaufbaus für die **Reinsaat (Monokultur)** und die **Mischsaat** siehst du auf Abbildung 3 und 4:

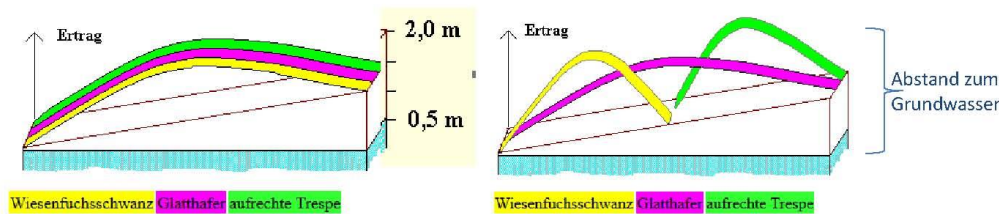


Abbildung 5: Ergebnis Monokultur.

Abbildung 6: Ergebnis Mischkultur.

© Hans-Dieter Mallig. Online unter: <https://www.zum.de/Faecher/Bio/BW/bio/oekologi/ufak1K1.htm>

Auf Abbildung 3 sind alle drei Toleranzbereichskurven⁴ gleich. Das bedeutet, die Grasarten haben den gleichen Toleranzbereich mit gleichem Minimum, gleichem Maximum und gleichem Optimum. Hintergrundinformationen erhältst du in den Zusatzmaterialien.

In einem weiteren Versuchsaufbau (Abb. 4) hat man die Samen der drei Grasarten gemischt und diese als **Mischsaat (Mischkultur)** ausgesät. Im Gegensatz zum Reinsaatversuch unterscheiden sich hier die Toleranzbereichskurven der drei Gräser und haben bei unterschiedlicher Bodenfeuchte ihr Optimum.

⁴ Toleranzbereichskurve: Unter einer Toleranzbereichskurve versteht man in der Biologie eine graphische Darstellung der Reaktion einer Population auf einen oder mehrere Umweltfaktoren. In diesem Fall ist der Umweltfaktor das Grundwasser.

Quelle: <http://www.u-helmich.de/bio/lexikon/T/Toleranzkurve.html>.

Wie du erkennst, ist bei beiden Versuchen die Toleranzbereichskurve des Glatthafers gleich, jedoch unterscheiden sich die Kurven bei den anderen beiden Grasarten.

1. Erkläre die Unterschiede bei der Rein- und Mischsaat. Notiere auch, welches Konkurrenzverhalten bei Reinsaat und Mischsaat auftritt (inner- oder zwischenartliche Konkurrenz).

Bei einer Reinsaat tritt lediglich innerartliche Konkurrenz auf. Das bedeutet, dass sich einzelne Pflanzen zwar gegenseitig verdrängen, das Gesamtbild dadurch aber nicht beeinflusst wird. In der Mischsaat hingegen wirkt sich die zwischenartliche Konkurrenz direkt auf das Wuchsbild aus. Arten wachsen dann nur in eingeschränkten Gebieten, in denen sie konkurrenzstärker sind.



2. Der Wiesenfuchsschwanz ist für Feuchtwiesen und die Aufrechte Trespe für Trockenwiesen bekannt, obwohl die in Reinsaat ermittelten Toleranzbereichskurven gleich sind. Erkläre, wie sich die Unterschiede trotzdem ergeben können.⁵

Ohne Konkurrenzdruck können Pflanzen sich gemäß ihres Toleranzbereichs ausbreiten und wachsen dort am besten, wo ihr Wachstumsoptimum liegt. Unter dem Einfluss konkurrierender Arten aber können sie gegenüber einer anderen Art Konkurrenzvorteile unter Extrembedingungen besitzen, welche nicht ihrem Wachstumsoptimum entsprechen.

3. Folgende Faktoren haben Einfluss auf das Pflanzenwachstum. Kreuze an, welche Faktoren du auf den Seiten 1-3 kennengelernt hast.

Wasserverfügbarkeit	<input checked="" type="checkbox"/>
Sonne (Licht)	<input type="checkbox"/>
Innerartliche Konkurrenz (Reinsaat)	<input checked="" type="checkbox"/>
Bodeneigenschaften	<input type="checkbox"/>
Zwischenartliche Konkurrenz (Mischsaat)	<input checked="" type="checkbox"/>

⁵ Die Sternenaufgaben sind Zusatzaufgaben. Bearbeite diese bitte nur, wenn du ausreichend Zeit hast, sonst überspringe sie.

Das Korngrößenmodell

Der Einfluss von Böden auf die Vegetation

ARBEITSAUFTRAG:



1. Neben dem Feuchtegehalt des Bodens sind die Korngröße und das Wasserspeichervermögen des Bodens für das Pflanzenwachstum von besonderer Bedeutung. Bearbeite zu dieser Thematik die Aufgaben 1-3.



10 min

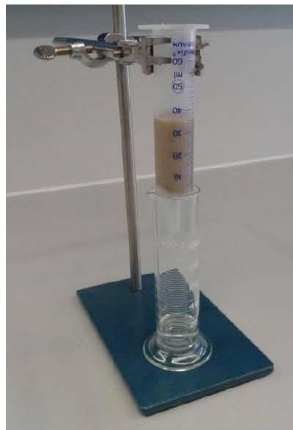


Abbildung 7: Versuchsaufbau
(eigene Darstellung ©rgeo).

Hier ist es sinnvoll, sich den gesamten Versuch durchzulesen, bevor man anfängt!

Info: Die Eigenschaft des Bodens, Wasser speichern zu können, ist für die Wasserversorgung der Pflanzen von großer Bedeutung. Die folgende Auflistung zeigt dir eine Kategorisierung von bodenbildendem mineralischem Material nach Korngrößen. Der nicht mit aufgezählte Schotter hat eine noch größere Korngröße als Kies. Böden setzen sich meist aus verschiedenen Korngrößen zusammen. Lehmiger Löss bspw. besteht zum größten Teil aus Schluff, besitzt aber auch Sand- und Ton-Anteile.

Tipp: Informiere dich in den Zusatzmaterialien auf Seite 13 bis 15 über das Wasserspeichervermögen der verschiedenen Bodenarten.

Kies	Sand	Schluff	Ton
2 - 63 mm	0,063 - 2 mm	0,002 - 0,063 mm	<0,002 mm

1. Stelle eine Hypothese auf: Durch welches der drei Materialien wird das Wasser am schnellsten fließen, bei welchem wird es am langsamsten versickern? Nummeriere die Materialien entsprechend deiner Vermutung durch (1 = am schnellsten, 3 = am langsamsten). Anschließend misst eine Person je 30 ml Wasser ab und gießt dieses auf die Materialien. Werden deine Hypothesen durch die Versuchsdurchführung bestätigt? Ergänze deine Beobachtungen in der zweiten Spalte.

	Hypothese	Beobachtung
Schotter	_____	<u>1</u>
Lehmiger Löss	_____	<u>3</u>
Sand	_____	<u>2</u>

Hier geht es nicht um eine richtige Antwort. Hypothesen können auch falsch sein!

2. Trage die Menge an Wasser ein, die nach 2 Minuten durch die Spritze gesickert ist und berechne aus der Differenz zu dem hinzugefügten Wasser, wieviel Wasser im Substrat gehalten wird.

	Menge an zugefügtem Wasser	Menge an durchgesickertem Wasser nach 2 Minuten	Menge an Wasser, das sich nach 2 Minuten im Substrat befindet
Schotter	30 ml		
Sand	30 ml		
Lehmiger Löss	30 ml		

3. Erkläre die Unterschiede zwischen den drei Substraten. Beachte dabei das Porenvolumen.

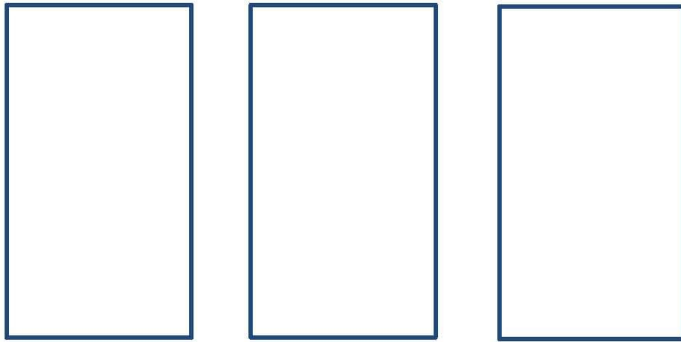
Info: Das Porenvolumen bezeichnet das mit Luft oder Wasser gefüllte Hohlraumvolumen des Bodens. Mit abnehmender Korngröße der festen Bodensubstanz nimmt das Porenvolumen ab und der Anteil der wasserführenden Feinporen zu.

Generell gilt: Je größer die Poren, desto schneller fließt das Wasser ab.

In Feinporen, wie sie beispielsweise in Löss vorkommen, wird Wasser durch Kohäsion und Adhäsion gebunden.



4. Skizziere das Porenvolumen für die drei von dir untersuchten Bondensubstrate.



Wichtig ist bei dieser Skizze, dass deutlich wird, dass die Hohlräume sich in ihrer Größe unterscheiden. Es zählt also nicht nur das Gesamtvolumen der Poren in einer gegebenen Menge Boden, sondern vor allem die absolute Größe der vorhandenen Hohlräume.



5. Welche Konsequenzen könnten die Versuchsergebnisse für das Pflanzenwachstum haben?

Notiere deine Überlegungen in ganzen Sätzen.

Damit Wasser aus dem Boden für Pflanzen verfügbar ist, muss es im
Boden gespeichert werden. Dementsprechend können Pflanzen auch bei
regenreichem Klima auf Böden, welche kein Wasser speichern können,
unter Wassermangel leiden.

Das Konkurrenzverhalten von Ruderalpflanzen

ARBEITSAUFTRAG:



1. Im Labor wurde ein Pflanzversuch für euch vorbereitet, der das Konkurrenzverhalten von typischen Gartenpflanzen und Ruderalvegetation auf verschiedenen Substraten untersucht. Bearbeite die Aufgaben zu dem Versuch auf den folgenden Seiten in Gruppenarbeit.



15 min

Der Versuch wurde in Anlehnung an den euch bereits bekannten **Hohenheimer Grundwasserversuch** entwickelt, jedoch entsprechend des Untersuchungsinteresses abgeändert. Untersucht werden soll das **Konkurrenzverhalten von Ruderalvegetation und typischen Gartenpflanzen in Mischsaat**. Hierfür wurden insgesamt drei typische Gartenpflanzenarten und drei Ruderalpflanzenarten in Mischkultur gepflanzt. Verglichen werden anstelle der linear zunehmenden Grundwassersättigung vier verschiedene **Bodensubstrate**, die über eine unterschiedliche **Wasserspeicherkapazität** verfügen.

Gartenpflanzenarten: Stiefmütterchen, Margerite, Gemeiner Rasen

Ruderalpflanzenarten: Nickende Kratzdistel, Silbergras, Wilde Möhre

Obwohl sechs Pflanzenarten ausgesät wurden, konzentriert sich die Betrachtung heute auf die Margerite und die Nickende Kratzdistel, die exemplarisch für eine typische Gartenpflanze bzw. Ruderalpflanze stehen und sich hinsichtlich ihres Konkurrenzverhaltens deutlich unterscheiden.

Bearbeite zur Untersuchung des Pflanzversuchs die folgenden Aufgaben!

1. Bestimme mit Hilfe der Steckbriefe (Zusatzmaterial S. 1-10) mit deinen Gruppenmitgliedern, welche Pflanze im Versuch die Margerite und welche die Nickende Kratzdistel ist.
2. Vermisse anschließend die Pflanzen und notiere deine Messungen in den folgenden Tabellen. Nutze hierfür das Lineal. Beziehe dich bei der Höhe der Pflanze auf das jeweils höchste Exemplar.

Margerite

	Höhe	Länge des größten Blattes	Anzahl Pflanzen (ungefähr)
Schotter-Sand			
Schotter-Löss			
Lehmiger Löss			
Sand			

Nickende Kratzdistel

	Höhe	Länge des größten Blattes	Anzahl Pflanzen (ungefähr)
Schotter-Sand			
Schotter-Löss			
Lehmiger Löss			
Sand			

3. Welche Auffälligkeiten erkennst du im Wachstumsverhalten der beiden Pflanzenarten auf den verschiedenen Bodentypen? Schau dir auch die Wurzeln an und verwende die entsprechenden Infos aus den Zusatzmaterialien. Notiere deine Beobachtungen stichpunktartig.

Beispiel: Die Margerite hat sich gut auf dem lehmigen Löss

ausgebreitet und die Kratzdistel auf dem Schotter.



4. Begründe, wie du dir die Unterschiede im Wachstumsverhalten erklärst. Notiere in ganzen Sätzen.

Tipp: Die Ergebnisse aus dem Korngrößenmodell und die Informationen aus den Zusatzmaterialien (S. 11-15) können dir helfen.

Obwohl beide Pflanzen ohne Konkurrenz in Reinsaat ein gleiches Wachstumsoptimum aufweisen, zeigen sich in einer Konkurrenzsituation doch die unterschiedlichen Anpassungsstärken. Disteln können durch ihre lange Pfahlwurzel auch bei schlechter Wasserverfügbarkeit noch tieferliegendes Bodenwasser nutzen. Sie haben also einen Wettbewerbsvorteil gegenüber der Margerite, sobald Wasserknappheit auftritt.

5. Zwei der Substrate weisen typische Eigenschaften von **Ruderalböden** auf. Unterstreiche, um welche Eigenschaften es sich dabei handelt.

~~gutes~~ / schlechtes Wasserspeichervermögen

~~feuchter~~ / trockener Standort

gute / schlechte Durchwurzelbarkeit

vorwiegend grobkörnig / ~~vorwiegend feinkörnig~~

nährstoffarm / ~~nährstoffreich~~

Je nach Vornutzung können die Eigenschaften von Ruderalböden stark variieren. So gibt es bspw. Flächen, die aufgrund von lockerem, grobkörnigem Material besonders gut zu durchwurzeln sind, aber auch Flächen, die aufgrund von Versiegelung oder Verdichtung eine schlechte Durchwurzelbarkeit aufweisen.

6. Das Silbergras und die Nickende Kratzdistel sind zwei typische Ruderalpflanzen. Begründe, warum diese beiden Pflanzen so gut an die extremen Bedingungen an Ruderalstandorten angepasst sind.

Tipp: Schau dir dazu den Aufbau der Pflanzen genau an. Achte auch auf die Wurzeln, siehe S. 4-6 in den Zusatzmaterialien.

Das Silbergras bildet ein tiefes Wurzelsystem aus und kann dadurch
auch tiefe Wasserreserven nutzen. Die Nickende Distel kann an
ihren Dornen Wasser sammeln und somit zusätzlich Wasser
gewinnen.



7. Fasse nun die wichtigsten Eigenschaften des Silbergrases und der Nickenden Kratzdistel in den Sprechblasen zusammen.

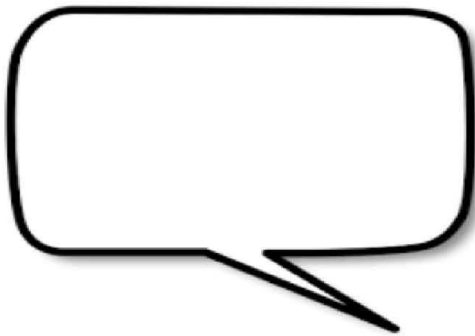
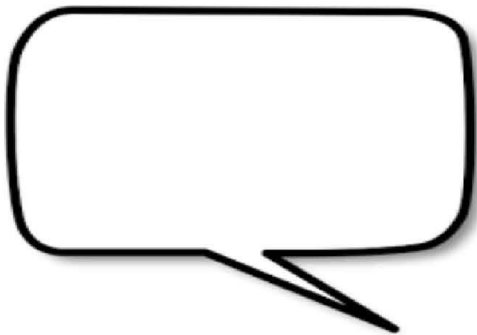


Abbildung 8: Nickende Kratzdistel.

Lateinischer Name: Carduus nutans



Lateinischer Name: Corynephorus canescens



Abbildung 9: Silbergras.

Silbergras, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Silbergras2.jpg> (Nordlicht, CC-BY-SA 3.0).

Die Eigenschaften der Pflanzen, die im Zusatzmaterial aufgeführt sind, sollen hier in Bezug auf die bisher behandelten Themen kurz wiedergegeben werden.



8. Zu Beginn des Pflanzenwachstumsversuchs ist das Silbergras auf dem Sandboden kräftig gewachsen. Wie du siehst, wächst das Silbergras dort nur noch spärlich. Notiere deine Vermutungen und begründe diese.⁶

Tipp: Lies dir in den Zusatzmaterialien S. 4-5 durch.

Andere Pflanzen verdrängen das Silbergras, das v.a. als

Pioniervegetation auftritt und konkurrenzschwach ist.

ARBEITSAUFGABE:



1. Du hast nun den Pflanzenwachstumsversuch eingehend untersucht. Bearbeite auf dieser Grundlage nun die folgende Aufgabe in Einzelarbeit.



5 min

Welche Anpassungen von Pflanzen sind an Standorten mit extremen Bedingungen besonders vorteilhaft und werden im Zuge des Klimawandels vermutlich immer wichtiger?

Stelle Hypothesen auf und begründe diese. Anschließend werdet ihr weitere Anpassungsstrategien im Labor kennenlernen und im Hinblick auf ihre Wirksamkeit untersuchen.

Auch hier: Als Hypothese ist alles erlaubt, sofern der Vorschlag gut begründet ist.

⁶ Das Symbol der Glühbirne bedeutet, dass es sich um eine Vertiefungsaufgabe handelt. Diese Transferaufgaben sind besonders anspruchsvoll.

ARBEITSAUFTRAG:



Zusammenfassung

Du hast dir anhand der letzten Aufgaben viele neue Inhalte rund um das Wachstumsverhalten von verschiedenen Pflanzenarten unter unterschiedlichen Bedingungen erarbeitet.



5 min

1. Kreuze an, was du bereits sicher weißt.
2. Notiere selbst noch zwei wichtige Inhalte, die du dir gemerkt hast.

Ich weiß, dass sich das Wachstumsverhalten in Reinsaat und Mischsaat unterscheiden kann. Es ist abhängig von der inner- und zwischenartlichen Konkurrenz.



Ich weiß, welche Faktoren auf das Pflanzenwachstum Einfluss haben.



Ich kenne die Bodeneigenschaften eines Sand-Schotter- und Lehmigen Löss-Bodens.



Ich kenne die Eigenschaften der Nickenden Kratzdistel und des Silbergrases und weiß, warum sie gut auf Ruderal- und Sandböden wachsen.



Ich kenne die Eigenschaften von Ruderalböden.



Ich kenne einige Anpassungsstrategien von Pflanzen an extreme Standorte.



Wichtige Inhalte, die du dir gemerkt hast.

1. Je größer die Poren, desto schneller fließt Wasser im Boden ab.
2. Silbergras hat häufig die Funktion einer Pioniervegetation.

Versuche im Labor zu verschiedenen morphologischen⁷ Anpassungen von Pflanzen an extreme Bedingungen

ARBEITSAUFTRAG:



Bearbeitet in sechs Kleingruppen mindestens die beiden
Pflichtstationen und zwei weitere Versuche. Trage in den Laufzettel
ein, welche Aufgaben du schon erledigt hast.



45 min

Laufzettel

Stationen	Anpassungsstrategie		Erledigt
Station 1 Das Kühltaschenexperiment	Hitzeminderung → Transpirations- kühlung	Zusatzstation	
Station 2 Tomate und Sukkulente – Welche Pflanze ist frostresistenter?	Kälteresistenz → Veränderung des Gefrierpunkts	Zusatzstation	
Station 3 Verdunstungsschutz bei Kakteen	Verdunstungsschutz → Hitzeresistenz	Zusatzstation	
Station 4 Guter und schlechter Verdunstungsschutz – Arten der Verdunstung	Verdunstungsschutz → Blattaufbau	Pflichtstation	
Station 5 Morphologie und Funktion des Rollblatts der Rasenschmiele	Verdunstungsschutz → Oberflächen- verkleinerung	Zusatzstation	
Station 6 Blattaufbau am Schwammmodell – Wer schützt sich am besten vor Verdunstung?	Verdunstungsschutz → Blattaufbau	Pflichtstation	
Station 7 Handtuchwettbewerb – Wer findet die beste Form?	Verdunstungsschutz → Blattaufbau, Blattoberfläche	Zusatzstation	

⁷ Die Morphologie ist ein Teilbereich der Biologie und beschäftigt sich mit der Struktur und Form von Organismen, wie z.B. den Organen und dem Gewebe.

Station 1: Das Kühltaschenexperiment

Info: Pflanzen können an feuchte und trockene Standorte angepasst sein. Die Anpassungsstrategien sind dabei unterschiedlich. Während in feuchten Gebieten die Verdunstung durch z.B. große Blätter gefördert wird, haben die Pflanzen in trockenen Gebieten oftmals schmale Blätter, um die Verdunstungsrate möglichst gering zu halten.

Unter **Transpiration** versteht man in der Botanik die Verdunstung von Wasser über die Blätter der Pflanzen, vor allem über deren regulierbare **Spaltöffnungen** (Stomata), aber auch über deren übrige **Außenhaut (Cuticula)**.

Aufgabe der Station

In dem folgenden Modellexperiment untersucht ihr **den Prozess der Transpiration** und welche Wirkung er für die Pflanzen hat.

Tipp: Die Verdunstung wird durch den Luftstrom des Föns und die erhöhte Temperatur gefördert. Wasser nimmt beim Verdunsten Wärme auf.

Hinweis: Diese Station zeigt dir allgemein, welchen Effekt Verdunstung hat. Dies ist keine spezielle Anpassungsstrategie von Ruderalpflanzen.

Material

pro Schülergruppe zwei Blatt Papier, die längs in der Mitte geknickt und zu einer Tasche (oben offenlassen) zusammengeklebt wurden, Messbecher mit Wasser, Fön mit Stativ, 2 Thermometer, Stoppuhr, Schale mit Wasser

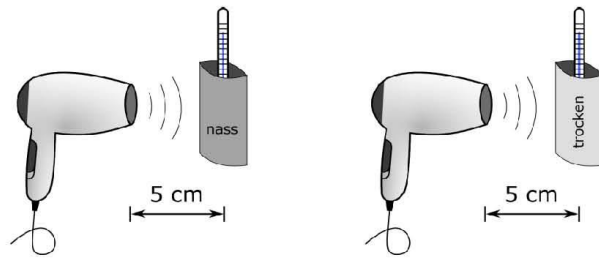


Durchführung

Tränke eine der beiden Taschen mit Wasser aus der bereitgestellten Schüssel, bis sie sich vollständig vollgesogen hat. Die zweite bleibt unverändert. Stecke in beide Taschen jeweils ein Thermometer so tief, dass es den Boden der Tasche berührt.

Schau dir die Abbildung auf der nächsten Seite an und baue den Versuch nach. Stelle dazu die nasse Tasche senkrecht, halte sie oben mit dem Thermometer fest und erwärme sie bei höchster Wärmestufe des Föns **1 Minute lang aus 5 cm Entfernung**. Miss die Temperaturveränderung und notiere sie in der Tabelle auf der folgenden Seite.

Wiederhole anschließend den Versuch mit der trockenen Tasche.



Versuch 1

Versuch 2

Abbildung 10: Skizze der Versuchsdurchführung. Eigene Zeichnung nach Freytag (Hg.): Biologische Kurzversuche. Band 1, S. 177. ©rgeo



	Temperatur zu Beginn des Versuchs in C°	Temperatur am Ende des Versuchs in C°	Temperaturdifferenz in C°
Versuch nass			
Versuch trocken			

Aufgaben

1. Erkläre das Versuchsergebnis.

Tipp: Denk daran, dass Wasser, wenn es in den gasförmigen Aggregatzustand wechselt, Wärme aufnimmt. Das Phänomen, das du bei diesem Modellexperiment beobachtest, ähnelt dem Schwitzen von Menschen bei Hitze.

Wasser, das verdunstet, entzieht seiner Umgebung Energie in Form
von Wärme. Dementsprechend erwärmt sich das Thermometer, was
von einem feuchten Papier umgeben ist, weniger. Dafür ist etwas
Wasser vom Papier verdunstet.

2. Übertrage den Modellversuch auf Pflanzen. Welche Anpassungsstrategie von Pflanzen gegenüber Hitze wird mit diesem Modell simuliert? Kreuze an (nur eine richtige Antwort).

- | | |
|---|--------------------------|
| Verdunstungsschutz durch dicke Kutikula und mehrschichtige Epidermis | <input type="checkbox"/> |
| Wasserspeichergewebe | <input type="checkbox"/> |
| Verdunstungsschutz durch spezifische Form
→ Oberflächenverkleinerung | <input type="checkbox"/> |
| Hitzeschutz durch eingesenkte Spaltöffnungen | <input type="checkbox"/> |
| Kühlen durch Schwitzen und Transpiration
→ Auf diese Weise wird die Blattoberfläche gesenkt. | <input type="checkbox"/> |



3. In welchen Gebieten ist diese Art der Kühlung besonders hilfreich? Stelle Hypothesen auf und begründe diese. Das Bild kann dir eine Hilfe sein.

In Gebieten, in denen es heiß ist und gleichzeitig genügend Wasser
vorhanden ist, finden sich Pflanzen, welche sich durch Transpiration
abkühlen. In heißen, trockenen Gebieten würde diese Strategie zum
Austrocknen der Pflanze führen.



Abbildung 11: Großblättrige Vegetation.

Tipp: An Station 7 könnt ihr die Wirkung von großen Blattoberflächen auf die Verdunstungsrate noch genauer untersuchen.

Station 2: Tomate und Sukkulente im Vergleich – welche Pflanze ist frostresistenter?

Info: Wasser weist eine Unregelmäßigkeit in der Dichte auf, aufgrund der es bei **4°C** seine **höchste Dichte** hat und sich bei Temperaturen darunter und darüber ausdehnt. Die Wassermoleküle bilden beim Tiefgefrieren Kristalle, wodurch sie einen größeren Abstand zueinander bilden und sich das Volumen ausdehnt.

Du kennst bestimmt folgendes Beispiel aus deinem Alltag:

Wenn du eine Glasflasche mit Wasser für ein paar Tage in den Gefrierschrank legst, wird die Flasche platzen. Das Wasser ist dann zu Eis geworden, welches ein größeres Volumen aufweist als Wasser. In Folge sprengt es die Flasche.

Manche Pflanzen sind **frostresistent**, da sie ihre **Gefriertemperatur herabsetzen**. Dies geschieht durch die **Ansammlung von Eiweißen, organischen Säuren oder Zuckern**. Diese Stoffe wirken wie ein Frostschutzmittel.

Auch wenn die Temperaturen im Klimawandel steigen werden, wird es trotzdem weiterhin in unseren Breiten Tage und Nächte mit Frost geben. Somit ist diese Anpassungsstrategie an extreme Bedingungen weiterhin wichtig.



Abbildung 12: Kugelkaktus.

Sukkulenten (lat. succulentus – saftvoll)

Bezeichnung von Pflanzen, die in ihren Blättern, der Sprossachse oder Wurzel große Mengen an Wasser speichern und so Trockenperioden besser überstehen können. In ihrem dicken, fleischigen Blattgewebe speichern sie auch Zucker und Eiweiße. Sie sind an trockene Standorte sehr gut angepasst. Sie schützen sich vor Wasserverlust u.a. durch Verkleinerung und Verdickung der Blätter. Durch die kugelige Form wird die Oberfläche verringert, was dazu beiträgt, dass die Verdunstung minimiert wird. Die entsprechenden Pflanzenteile bilden kräftige Zellwände aus, damit die Sukkulente bei fortschreitendem Wasserverlust nicht zusammenfällt. Sie sind im Mittelmeerraum und in den Wüsten heimisch.

Aufgabe der Station:

Vergleiche nun die Tomate und die Sukkulente bezüglich ihrer Frostresistenz.

Material

Eine Tomate, eine Sukkulente, 2 Laborschalen, Gefrierschrank, Abbildung von Sukkulente und Tomate vor dem Versuch

Durchführung

Die Sukkulente und die Tomate wurden für 24 in den Gefrierschrank gelegt. Nun seht ihr das Ergebnis.



Aufgaben

1. Schau dir die Tomate und die Sukkulente genau an und notiere das Aussehen stichpunktartig.

- Tomate ist aufgeplatzt

- Sukkulente weist keine Besonderheiten auf

2. Stelle eine Hypothese auf, wie es zu dem unterschiedlichen Aussehen der Tomate und der Sukkulente nach Frosteinwirkung kommt.

Wenn Wasser gefriert, dehnt es sich durch seine Kristallstruktur aus. Das kann dazu führen, dass Pflanzen aber ebenso Wasserleitungen aufplatzen. Dadurch, dass Sukkulenten Eiweiße, organische Säuren und Zucker einlagern, senken sie die Gefriertemperatur des Wassers, das Wasser gefriert nicht und die Pflanze nimmt keinen Schaden.

3. Welche Stoffe lagern die Sukkulenten ein, um sich vor Frost zu schützen? Kreuze an (3 Antworten).

☒ Zucker

☒ Organische Säuren

☐ Salz

☐ Fette

☐ Hormone

☒ Eiweiße

Station 3: Verdunstungsschutz bei Kakteen

Info: Sukkulente, wie z.B. Kakteen sind sehr gut an extreme Bedingungen angepasst.

Die Station 2 zeigt, welche Strategien Sukkulente entwickeln, um sich vor Kälte zu schützen. Durch die Einlagerung von bestimmten Stoffen können sie ihren Gefrierpunkt senken.

Sukkulente können sich auch sehr gut vor Hitze und Austrocknung schützen. Dies ist durch ihren Blattaufbau begründet.

Aufgabe der Station

Du lernst bei diesem Modellexperiment, wie ein Kaktus und ein Ahornblatt auf Trockenstress reagieren.

Hinweis: Bei **Trockenstress** bekommt die Pflanze zu wenig Wasser, um normal leben und wachsen zu können. Erhöhte Temperaturen und fehlende Niederschläge lassen die Bodentemperatur steigen und verringern die Wasserverfügbarkeit im Boden. Die Folge von Trockenstress ist eine erhöhte Verdunstung, was im schlimmsten Fall zum Absterben der Pflanze führen kann.

Die stadtklimatischen Bedingungen und die Folgen des Klimawandels verstärken bereits heutzutage den Trockenstress in Städten.

Material

Kaktus (kugelige Sukkulente), Ahornblätter, Laborwaage, Tablett für die Waage, Taschenrechner



Durchführung

Der Kaktus und die Ahornblätter wurden 7 Tage getrocknet. Vorab wurde die Masse des Kaktus bestimmt und die Menge der Ahornblätter entsprechend angepasst, sodass die Ahornblätter die gleiche Masse auf die Waage brachten.

Aufgaben

1. Bestimmt mit Hilfe der Waage die Masse des Kaktus und der Blätter und berechnet den Masseverlust in Prozent.



	Gewicht am Anfang	Gewicht am Ende	Masseverlust in Prozent
Kugelkaktus			
Ahornblätter			

2. Begründe den unterschiedlichen Masseverlust. Notiere stichpunktartig.

Tipp: Der unterschiedliche Masseverlust entsteht dadurch, dass der Kaktus und der Ahorn bei Hitzeeinwirkung unterschiedlich viel Wasser verdunsten.

Denke auch an die morphologischen Anpassungsstrategien, die den Kaktus vor Verdunstung schützen. Schau dir dazu auch den Blattquerschnitt einer Sukkulente und eines Laubblattes an. In Station 6 erfährst du mehr über den Blattaufbau.

Folgende Eigenschaften verringern die Verdunstung beim Kaktus:

- Kugelform bewirkt kleine Oberfläche relativ zum Volumen
- Tiefliegende, durch Haare geschützte Spaltöffnungen verhindern übermäßige Verdunstung aus Spaltöffnungen
- Dichte Haare um den Kaktus verringern Luftaustausch
- Dichte Haare um den Kaktus verringern direkte Einstrahlung
- Cuticula bei Kakteen ist dicker als die von Laubblättern

Je nach Kakteenart muss diese Aufzählung angepasst werden.



3. Erkläre, warum die Bodentemperaturen auf städtischen Brachflächen bei sommerlichen Hitzeperioden besonders stark ansteigen im Vergleich zu beispielsweise Waldböden. Dies kann zu Trockenstress für die Pflanzen auf diesen Flächen führen.

Tipp: Denke an die Eigenschaften von Ruderalböden und an die Faktoren, denen Ruderalflächen ausgesetzt sind.

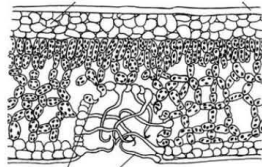
Städtische Brachflächen sind in der Regel nicht beschattet, sodass die Sonneneinstrahlung höher ist. Der aufgrund der Grobporigkeit meist trockene Boden wird nicht durch Verdunstung von Bodenwasser gekühlt.

Station 4: Guter und schlechter Verdunstungsschutz – Arten der Verdunstung

Info: Um die Wasserabgabe einzuschränken, haben Pflanzen unterschiedliche **Mechanismen zum Transpirationsschutz** entwickelt, wie z.B. **tote Haare** in den **versenkt liegenden Spaltöffnungen** (siehe Abb. 13b) an der Blattunterseite sowie tote Haare am Stängel, den Blüten oder Blütenblättern. Abgestorbene Pflanzenhaare erscheinen weiß, da sie mit Luft gefüllt sind. Die toten Haare senken die Transpirationsrate, indem sie vor Wind schützen, erhöhen die Oberfläche zur Speicherung von Tauwasser und schützen vor zu starker Sonneneinstrahlung. Meist sind die Pflanzen dicht von diesen Haaren überzogen, z.B. die Königskerze mit ihren verzweigten Wollhaaren (siehe Abb. 13c). Die Königskerze ist eine typische Ruderalpflanze. Ein weiterer Mechanismus zum Transpirationsschutz ist die Bildung **verkorkter Pflanzenteile** (siehe Abb. 13a).



© Benjamin Rüdert.
inside-sardinien.de



Bqghrsnog, https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Xerophyten_-_Blattanatomie.png
(CC-BY-SA 3.0)

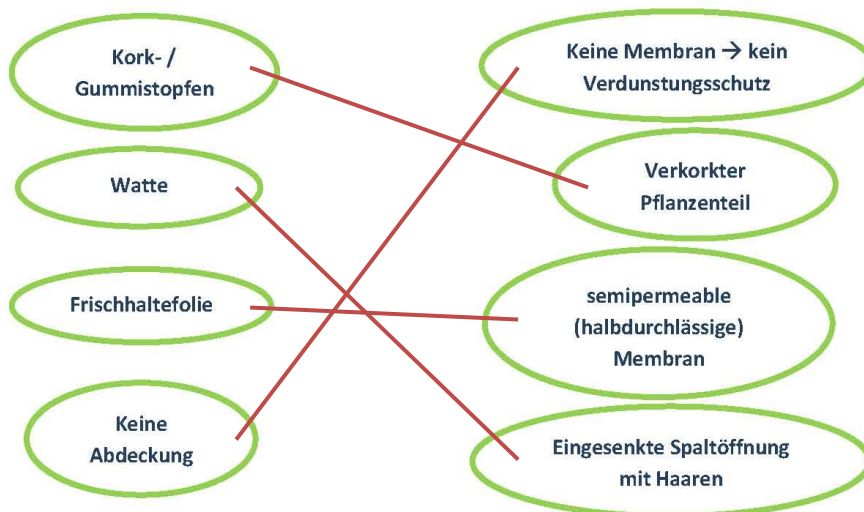


Abbildung 13: **a:** Korkeiche (die Rinde ist verkorkt), **b:** Blattquerschnitt mit toten Haaren eines Kaktus oder eines Dickblattgewächses in der versenkt liegenden Spaltöffnung, **c:** Wollhaare der Königskerze.

Aufgabe der Station

Welchen Schutz bieten die verschiedenen Mechanismen im Vergleich zur Verdunstung bei einer ungeschützten Oberfläche (Evaporation)? Erforsche die Unterschiede.

- Die Materialien sollen modellhaft verschiedene Mechanismen des Transpirationsschutzes bei Pflanzen darstellen. Verbinde.



Material

4 Erlenmeyerkolben (à 250 ml), Frischhaltefolie, Gummistopfen, Watte, Wasser, Laborwaage, Wärmelampe/Halogenstrahler

Durchführung

Die vier Erlenmeyerkolben wurden mit jeweils 100 ml Wasser gefüllt. Anschließend wurde jeweils ein Kolben sorgfältig mit der Frischhaltefolie, dem Gummistopfen oder dem Wattebausch abgedeckt. Der vierte Kolben blieb offen. Alle Kolben wurden zu Beginn des Versuchs mit ihren Abdeckungen genau gewogen und ihr Gewicht notiert (siehe Tabelle). Alle vier Gefäße wurden in gleichem Abstand unter eine Infrarotlampe gestellt. Nach 24 Stunden soll ihr Gewicht nun erneut ermittelt und notiert werden (siehe Tabelle).

Aufgaben

- Skizziere den Versuchsaufbau.

- In welchem Kolben wird am meisten Wasser verdunsten? Stelle eine Hypothese auf und begründe.

- Überprüfe nun deine Hypothese und trage die fehlenden Werte in die Tabelle ein.

Masse in g	Offen	mit Watte	mit Frischhaltefolie	mit Stopfen
vor dem Versuch				
nach 24 Stunden				
Gewichtsdifferenz zum Versuchsbeginn				

Zu erwarten ist hier, dass die Verdunstung aus den Kolben in dieser Tabelle von links nach rechts abnimmt. Der Kolben mit Stopfen weist also die geringste Verdunstung auf, während aus dem offenen Glas am meisten verdunstet.

5. Stimmen deine Messwerte mit deinen Erwartungen überein? Begründe.

6. Ruderalpflanzen und mediterrane Pflanzen haben bestimmte Mechanismen entwickelt, um ihre Verdunstungsrate zu minimieren. Verbinde. Es können auch mehrere Bilder einer Beschreibung zugeordnet werden.

Watte → Tote Haaren



Abbildung 15: Klatschmohn.
Schau dir den Stängel genau an.



Abbildung 14: Königskerze.
Schau dir die Blattoberfläche genau an.



Abbildung 16:
See = Freie Oberfläche.

Watte → Eingesenkte Spaltöffnung mit Haaren



Abbildung 17: Oleander.
Diese mediterrane Pflanze schützt sich mit ihren besonderen Spaltöffnungen vor Verdunstung.

Nichts → keine Membran →
kein Verdunstungsschutz →
Evaporation



Abbildung 18: Brennnessel.



Abbildung 19: Brennnessel. Der Stil ist besonders fest.

Gummistopfen →
Verkorkter
Pflanzenteil

Station 5: Morphologie und Funktion des Rollblatts der Rasenschmiele

Aufgabe der Station

Untersuche die Anpassungsstrategie der Rasenschmiele an Hitze und Trockenheit.

Material

Blattstücke der Rasenschmiele (*Deschampsia caespitosa*), Petrischalen, Schere, Lupe, Spritzflasche



Durchführung

Einige 3-5 cm lange Blattstücke der Rasenschmiele wurden mehrere Tage getrocknet. Nimm einige Blattstücke, leg sie in eine Petrischale und gib etwas Wasser hinzu. Warte **2-5 Minuten**.

Aufgaben

1. Du hast bereits verschiedene Anpassungsmechanismen von Pflanzen zum Verdunstungsschutz kennengelernt. Stelle eine Hypothese auf, welche Anpassungsstrategie die Rasenschmiele verwendet.

2. Nimm eine Lupe zur Hand und schau dir die Blätter des Grases im trockenen und feuchten Zustand genau an. Du kannst das Blatt auch gegen das Licht halten. Beschreibe deine Beobachtungen und die Form des Blattes.

Das trockene Blatt der Rasenschmiele ist von den Seiten her eingerollt.

3. Zeichne das Blatt in trockener und in feuchter Umgebung.



4. Schau dir zusätzlich zu deinen eigenen Beobachtungen die Abbildungen an. Notiere, auf welche Art und Weise sich die Rasenschmiele sowie Grasarten wie z.B. Federgräser, Strandhafer und das Silbergras an trockene Standorte anpassen.



Abbildung 20: Rasenschmiele.
Habitats eines blühenden Horstes der Rasen-Schmiele (*Deschampsia cespitosa*), Christian Fischer, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DeschampsiaCespitosa1.jpg> (CC-BY-SA 3.0).

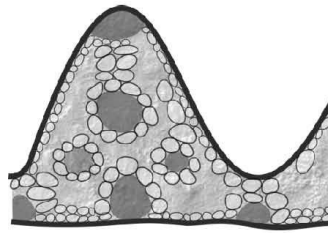


Abbildung 21: Mikroskopischer Querschnitt durch das Blatt einer Rasenschmiele. Eigene Zeichnung nach Freytag (Hg.): *Biologische Kurzversuche*. Band 2, S. 424. ©rgeo

Wachstum als Horst verringert die Verdunstung, tiefe Wurzeln
erschließen Wasser tief im Boden, Einrollen der Blätter schützt
Spaltöffnungen bei Trockenheit

5. Welche Funktion erfüllt die besondere Blattform der Rasenschmiele, um sich vor Hitze- und Trockenheit zu schützen? Unterstreiche.
Diese Anpassungsstrategie ist bei Gräsern, die an trockenen Standorten wachsen, verbreitet.

Unterstreiche ein Wort.

Verdunstungsschutz

verbesserte Wasseraufnahme

Hitzeminderung

durch

durch

durch

Unterstreiche ein Wort.

Oberflächenverkleinerung

hohen Ölgehalt

großes Wurzelsystem

tiefe Wurzeln

Dornen

Behaarung

Transpirationskühlung

Reflexion durch weiße
Haare

Station 6: Blattaufbau am Schwammmodell – Wer schützt sich am besten vor Verdunstung?

Info: Der Einfluss des Blattaufbaus auf die Verdunstung

Bevor du mit dem Versuch beginnst, schaue dir den Blattaufbau eines Laubblattes aus unseren Breiten und den eines Blattes aus den südlicheren Regionen an.

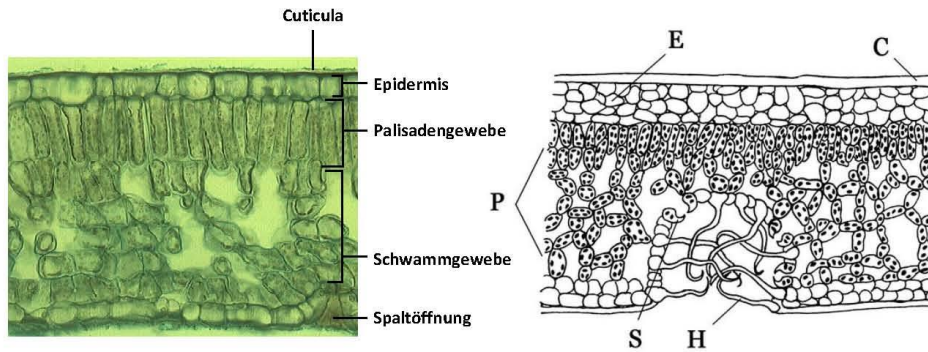


Abbildung 22: Aufbau eines Blattes aus unseren Breiten, Laubblatt.
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blattquerschnitt.jpg>
 V44020001 - Template: Escuela Europea Alicante
 Gemeinfrei

Abbildung 23: Aufbau eines Blattes aus südlichen Regionen, das an extrem trockene Standorte angepasst ist. Dies kann ein Blatt eines Kaktus oder eines Dickblattgewächses sein.
 Bgqhrsno, https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Xerophyten_-_Blattanatomie.png (CC-BY-SA 3.0)

Aufgabe der Station

Setze dich mit den Aspekten des Blattaufbaus auseinander, die bei längeren Dürreperioden und starker sommerlicher Hitze vorteilhaft für eine Pflanze sein können.

1. Schau dir die Abbildungen 22 und 23 genau an und beschrifte die Abbildung 23. Übertrage dazu die Beschriftungen von Abb. 22 auf die Abb. 23.

C: Kutikula

E: Epidermis

P: Palisadengewebe

S: Eingesenkte Spaltöffnungen, die die Verdunstung regulieren.

H: Tote Haare schützen die Schließzellen vor Verdunstung.

2. Beschreibe die Unterschiede im Blattaufbau. Nutze folgende Wörter:

einschichtig – mehrschichtig (2 Mal), dick – dünn, eingesenkt – nicht eingesenkt,
locker angeordnet – dicht angeordnet, tote Haare

	Laubblatt	Dickblatt
Kutikula	dünn	dick
Epidermis	einschichtig	mehrschichtig
Palisadengewebe	einschichtig	mehrschichtig
Schwammgewebe	dicht angeordnet	locker angeordnet
Spaltöffnungen	nicht eingesenkt	eingesenkt
Besonderheiten		tote Haare

Material

Wärmelampe, 2 dicke und 2 dünne Schwämme, Backpapier, Laborwaage, Taschenrechner



Durchführung

Die Schwämme wurden jeweils mit Wasser durchnässt, gewogen und für 3 Stunden unter die Wärmelampe gestellt.

1. Notiere deine Erwartungen und begründe diese. Überlege dir, welcher Schwamm am wenigsten Wasser und welcher am meisten Wasser verloren hat.

2. Was für Bestandteile des Blattaufbaus könnten der Schwamm und das Backpapier modellhaft darstellen? Notiere und begründe.

Dicker Schwamm	Dickes Blatt, Schwammgewebe
Dünner Schwamm	Dünnes Blatt, Schwammgewebe
Backpapier	Dicke Kutikula



Abbildung 24: Schwämme.



3. Wiege die Schwämme nun erneut, trage das Ergebnis in die Tabelle ein und berechne die Gewichts-differenz in Gramm und in Prozent.

	Gewicht in g vor dem Versuch	Gewicht in g nach dem Versuch	Gewichts- differenz in g	Gewichts- differenz in %
Dicker Schwamm				
Dicker Schwamm mit Backpapier				
Dünner Schwamm				
Dünner Schwamm mit Backpapier				

Zu erwarten ist hier, dass die Verdunstung bei den Schwämmen mit Backpapier geringer ausfällt. Möglicherweise ist die absolute Verdunstung aus dem größeren Schwamm etwas höher, prozentual zur Gesamtmenge an Wasser, die gehalten wird, ist sie allerdings voraussichtlich deutlich geringer.

4. Welcher Schwamm hat während der Wärmebestrahlung am wenigsten Wasser verloren?

Der dicke Schwamm mit Backpapier verliert prozentual am wenigsten Wasser.

5. Wie sind die Gewichtsunterschiede zu erklären? Notiere deine Vermutungen in ganzen Sätzen.

Die bestrahlte Oberfläche ist bei den dickeren Schwämmen größer. Daher ist hier auch die absolute Verdunstung höher. Das Backpapier verringert die Verdunstung sowohl für den dünneren, als auch für den dicken Schwamm.



6. Übertrage den Versuch auf den Blattaufbau von Pflanzen. Welche morphologischen⁸ Funktionen haben die Kutikula und das Schwamm- und Palisadengewebe für das Blatt? Kreuze an, mehrere Antworten sind richtig.

Kutikula

- | | |
|--|-------------------------------------|
| Stabilität | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Verdunstungsschutz | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Fressschutz | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Wasserspeichergewebe | <input type="checkbox"/> |
| Verhinderung des Eindringens von Schadstoffen | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Sie besteht aus Wachs und ist deshalb wasserabweisend. | <input checked="" type="checkbox"/> |

Schwamm- und Palisadengewebe

- | | |
|---|-------------------------------------|
| Stabilität | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Ort der Fotosynthese | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Fressschutz | <input type="checkbox"/> |
| Wasserspeichergewebe | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Verhinderung des Eindringens von Schadstoffen | <input type="checkbox"/> |
| Darin liegen die Spaltöffnungen. | <input type="checkbox"/> |

⁸ Die Morphologie ist ein Teilbereich der Biologie und beschäftigt sich mit der Struktur und Form von Organismen, wie z.B. den Organen und dem Gewebe.



7. Grenzen eines Modells

Ein Modell soll einen Teil der Wirklichkeit abbilden und hilft, Strukturen und Prozesse zu verstehen. Es gibt immer Übereinstimmungen mit dem Original. Jedoch muss dir bewusst sein, dass ein Modell die Wirklichkeit oft vereinfacht und auch anders darstellt. Die Natur ist häufig komplexer.

Das Modell von dieser Station stellt einen Teil des Blattaufbaus nach.

Aufgabe

Mache dir zu den Grenzen dieses Modells Gedanken und beantworte Aufgabe 1 und 2. Notiere deine Ideen in ganzen Sätzen.

1. Was entspricht dem Original?

Das Blatt ist aus verschiedenen Schichten aufgebaut, die unterschiedliche Funktionen und Eigenschaften haben, was die Verdunstung betrifft. Die Beschichtung auf dem Backpapier hat einen ähnlichen Effekt, wie die Wachsschicht der Kutikula.

2. Was ist vereinfacht oder anders?

Die Proportionen sind in diesem Modell grob vereinfacht. Die Struktur des Schwammgewebes hat andere Eigenschaften als ein richtiger Schwamm. Auch was die Umgebung angeht, kommen Faktoren wie beispielsweise der Wind in diesem Modell nicht zum Tragen.

Hier lässt sich die Liste beliebig fortführen. Wichtig ist, dass die SuS hier das Modell aktiv hinterfragen und dennoch verstehen, dass ein Modell trotz Einschränkungen seinen Sinn erfüllt.

Station 7: Handtuch-Wettbewerb – Wer findet die beste Form?



Aufgabe der Station

Finde heraus, welche Blattform den besten Verdunstungsschutz bietet.

Tipp: Das Handtuch fungiert als Modell für ein Blatt. Schau dir auf den ausliegenden Zetteln den Blattaufbau unterschiedlicher Pflanzentypen an und achte auf die **unterschiedliche Form der Spaltöffnungen**.

Material

Jeweils ein Mikrofaserhandtuch und einen Fön mit Stativ, Wasser, Laborwaage, Stoppuhr, Lineal, 2 Hebebühnen

Durchführung: Vorbereitung

Ihr tretet nun gegeneinander an und versucht, den besten Verdunstungsschutz zu finden.



1. Tunke den Lappen in die Wasserschüssel und wringe ihn aus, sodass er nicht mehr tropft.
2. Wiege den nassen Lappen und trage den Wert in die Tabelle auf der nächsten Seite ein (Gewichtsmessung).
3. Nun beginnt der eigentliche Versuch. **Welche Formen findest du in der Pflanzenwelt wieder? Suche dir eine Form von den Infokärtchen aus und baue diese nach.**
4. Zeichne die Form deines Lappens und die Richtung, aus der die Fönluft kommt, in die Tabelle ein (Gewichtsmessung).
5. Föhne auf der höchsten Stufe aus einem **Abstand von 5 cm 2,5 min** lang.
6. Führe währenddessen vier Messungen der Luftfeuchtigkeit durch (siehe Abb. 25, 26). Nach **30 Sekunden** misst du an der fönzugewandten sowie an der fönabgewandten Seite. Dies wiederholst du am Ende des Versuchs, **nach 2,5 Minuten**. Trage die Werte in die Tabelle ein (Luftfeuchtigkeitsmessung).
7. Trage das Gewicht des Handtuchs nach dem Versuch in die Tabelle ein und bestimme die Gewichtsänderung (Gewichtsmessung). Vergleiche deine Werte mit denen deiner Gruppenmitglieder.

Messung der Luftfeuchtigkeit



Abbildung 25: Versuchsaufbau
(Luftfeuchtemessung fönzugewandte Seite).
Eigene Abbildung ©rgeo

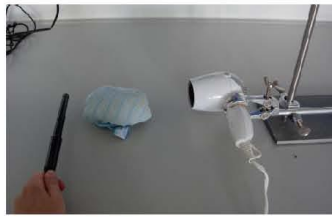


Abbildung 26: Versuchsaufbau
(Luftfeuchtemessung fönabgewandte Seite).
Eigene Abbildung ©rgeo

Messung des Gewichts

	Form des Lappens	Gewicht in g nasser Lappen vor dem Versuch	Gewicht in g Lappen nach dem Versuch	Differenz des Gewichts
V Versuchsergebnis				

Messung der Luftfeuchtigkeit

	Luftfeuchtigkeit an der fönzugewandten Seite (%)	Luftfeuchtigkeit an der fönabgewandten Seite (%)	Differenz der Luftfeuchtigkeit
Luftfeuchtigkeit nach 30 Sek.			
Luftfeuchtigkeit nach 2,5 Min.			

Aufgaben

1. In welcher Form hat das Handtuch während des Versuchs am wenigsten Wasser verloren? Notiere.
2. Modellexperimente spiegeln in vereinfachter Form die Realität wider. Welche Form entspricht welcher Pflanzeigenschaft? Ordne folgende Wörter zu und notiere eine Beispieelpflanze, die du im Labor kennengelernt hast oder die dir vorher schon bekannt war:

Kugelige Form einer Sukkulente, Rollblatt, Laubblatt, Dickblatt



Dickblatt

Beispiel: **Mauerpfeffer**



Rollblatt

Beispiel: **Rasenschmiele**



Kugelige Form

Beispiel: **Kugelkaktus**



Laubblatt

Beispiel: **Eiche**

Abbildung 27-30: Mögliche Handtuchformen. Eigene Abbildung. ©rgeo

Hier ist folgendes Ergebnis zu erwarten:
Von höchster zu niedrigster Verdunstung:

Einfach gefaltetes Handtuch
Doppelt gefaltetes Handtuch
Gerolltes Handtuch
Kugeliges Handtuch

Ergebnisse können abweichen, u.a. weil die Wassermenge im Handtuch nicht standardisiert ist.

3. Kreuze an, welche Eigenschaften für die Pflanze besonders günstig sind, um sich vor Verdunstung zu schützen. Nutze auch dein Vorwissen.

Tipp: Informiere dich unten auf der Seite über die Funktion der ätherischen Öle.



Zusatzinformation

Ätherische Öle – eine Strategie des Verdunstungsschutzes mediterraner Pflanzen

Der bemerkenswert hohe Gehalt vieler Pflanzen des Mittelmeergebietes an ätherischen Ölen hilft ebenfalls bei der Reduzierung der Verdunstung: Die leicht flüchtigen Öle bilden eine Dunstglocke um die Pflanze, die einen isolierenden Effekt hat (ähnlich einem Glashauseffekt). Die ätherischen Öle schützen zudem vor Tierfraß, Schädlingen und Krankheiten. Sie können Duft- und Heilwirkung für den Menschen haben.



Abbildung 31: Rosmarin.



Abbildung 32: Thymian.

ARBEITSAUFTRAG:



Zusammenfassung

Du hast nun viel über die morphologischen Anpassungen von Pflanzen an extreme Standorte und über den Einfluss von Konkurrenz, Bodeneigenschaften und Wasserverfügbarkeit auf das Wachstumsverhalten von Pflanzen gelernt. Ordne den Merksätzen die einzelnen Stationen und die jeweilige Anpassungsstrategie zu.



10 min

Das Experiment zeigt, dass Wasser beim Verdunsten Wärme aufnimmt. Der menschliche und tierische Körper werden durch die Verdunstung beim Schwitzen gekühlt, was vergleichbar mit der Wasserdampfabgabe von Blättern während der Transpiration ist.

Station: 1

Strategie: Kühlung durch Transpiration

In feuchter Umgebung sind die Blätter der Rasenschmiele geöffnet und haben eine größere Oberfläche zur Verdunstung. In trockener Umgebung rollt sich das Blatt zusammen und verkleinert somit seine Oberfläche. Verdunstungsschutz ist damit gewährleistet.

Station: 5

Strategie: Blattrollen als Verdunstungsschutz

Das Experiment veranschaulicht, wie Pflanzen die Wasserabgabe einschränken können. Mechanismen zum Transpirationsschutz sind z.B. tote Haare in den versenkt liegenden Spaltöffnungen an der Blattunterseite oder die Bildung verkorkter Pflanzenteile.

Station: 4

Strategie: Verdunstungsschutz

Wasser erreicht bei 4°C seine höchste Dichte. Pflanzen wie die Tomate sind nicht frostresistent, da sich ihr Volumen bei einer Temperatur unter 4°C ausdehnt, was zum Platzen der Zellwände führen kann. Viele Sukkulente sind frostresistent, da sie ihren Gefrierpunkt durch die Ansammlung von Eiweißen, Säuren und Zuckern herabsetzen.

Station: 2

Strategie: Frostschutz

Kugelige, eingerollte oder schmale Blattoberflächen und eingesenkte Spaltöffnungen im Gegensatz zu flachen haben eine kleinere Oberfläche. Diese Formen stellen einen Verdunstungsschutz im Gegensatz zu breiten und ausgerollten Blattoberflächen dar.

Station: 7

Strategie: Verdunstungsschutz durch Form

Eine dickere Kutikula und Epidermis sowie ein breiteres Palisadengewebe, wie sie bei Kakteen und Dickblattgewächsen oft vorhanden sind, dienen dem Verdunstungsschutz.

Station: 6

Strategie: Verdunstungsschutz durch Wachsschicht

Sukkulente weisen verschiedene Eigenschaften auf, um ihre Verdunstung zu minimieren. Damit haben sie einen Vorteil gegenüber Laubblättern.

Station: 3

Strategie: Verdunstungsschutz durch Blattaufbau

Quiz: Wie gut kennt ihr euch mit Ruderalpflanzen aus?



Kreuze die richtigen Lösungen an. Es können mehrere Antworten richtig sein.



5 min

1. Welche Pflanzenarten werden im Zuge des Klimawandels wahrscheinlich Vorteile gegenüber manch heimischen Arten haben?

Pflanzen aus den nördlichen Breiten	
Pflanzen aus dem mediterranen Raum	✗
Pflanzen aus den Tropen	
Pflanzen aus den Prärie- und Steppengebieten	✗

2. Durch welche Mechanismen kann Verdunstung bei Pflanzen in besonderer Weise minimiert werden?

Dicke Kutikula und Epidermis mit Wachsschicht	✗
Große Blattoberfläche	
Dunkle Haare auf der Blattoberfläche	
Eingesenkte Spaltöffnungen	✗
Einschichtiges Palisaden- und Schwammgewebe	

3. Welche Anpassungsstrategien von Ruderalpflanzen sind in unseren Breiten von Vorteil?

Bessere Wasseraufnahme durch flache, kurze Wurzeln	
Frostschutz	✗
Verdunstungsmaximierung	

Ruderalvegetation: Quiz



Viele langlebige Samen, die im Boden überdauern können, bis die Bedingungen zum Keimen gut sind	✗
Kühlung durch Transpiration	✗

4. Welche Bodeneigenschaften zeichnen einen Ruderalstandort normalerweise aus?

Geringe Durchwurzelbarkeit	
Sehr geringe Schadstoffbelastung	
Vorwiegend grobes Korngrößengemisch	✗
Gutes Wasserspeichervermögen	

5. Warum ist die Betrachtung von Ruderalvegetation in Stadtgebieten hinsichtlich des Klimawandels für die Forschung von großer Bedeutung?

Auf städtischen Ruderalflächen siedeln sich häufig Neophyten an, die als Klimawandelanzeiger dienen können.	✗
Ruderalvegetation bietet Lebensraum für viele Tierarten im Stadtgebiet.	✗
Oft ist die Biodiversität auf Ruderalflächen sehr hoch. Besonders im Zuge des Klimawandels gilt es, diesen Artenreichtum zu schützen.	✗
Ruderalpflanzen weisen viele Anpassungsstrategien für extreme Standortbedingungen auf. Diese Anpassungsstrategien zu kennen, ist für die Pflanzenauswahl bei der Stadtbegrünung hilfreich.	✗

Wichtig ist bei der Abschlussrunde im Klassenzimmer, dass im Plenum noch einmal bewusst der Zusammenhang zwischen städtischer Ruderalvegetation, Biodiversität und regionalem Klimawandel aufgezeigt wird und inwiefern das Stadtklima und die Folgen des Klimawandels schon heute Einfluss auf die städtische Vegetation haben.

