



Ruderalvegetation – wildes Grün zum Schutz der Biodiversität erhalten

Laborraum

Name: _____

Datum: _____



Organisation
der Vereinten Nationen
für Bildung, Wissenschaft
und Kultur



UNESCO-Lehrstuhl
für Erdbeobachtung und Geokommunikation
von Weltbeständen und Biosphärenreservaten
Pädagogische Hochschule Heidelberg



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



©AJagel. 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.

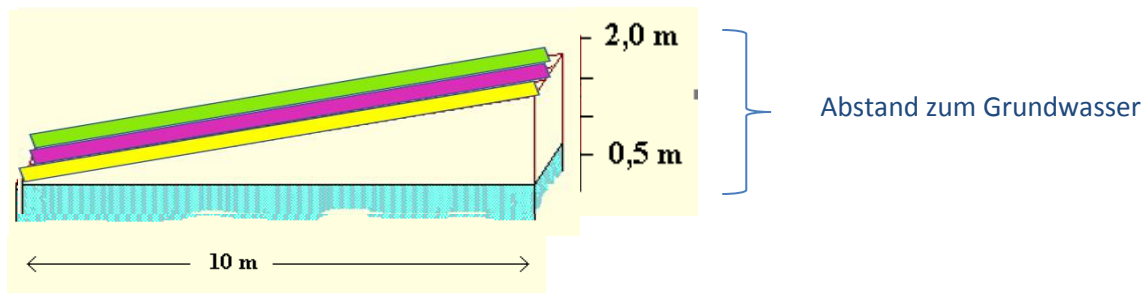


Abbildung 4: Aufbau Hohenheimer Grundwasserversuch in Monokultur. © Hans-Dieter Mallig.
Online unter: <https://www.zum.de/Faecher/Bio/BW/bio/oekologi/ufak1K1.htm>

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:

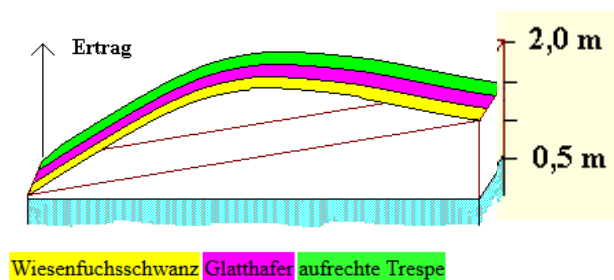


Abbildung 5: Ergebnis Monokultur.

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

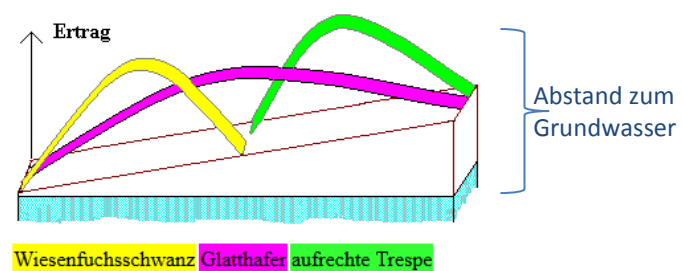


Abbildung 6: Ergebnis Mischkultur.

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).



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

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

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

⁵ Die Sternchenaufgaben 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).

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
2 - 63 mm

Sand
0,063 - 2 mm

Schluff
0,002 - 0,063 mm

Ton
<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	_____	_____
Lehmiger Löss	_____	_____
Sand	_____	_____

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.

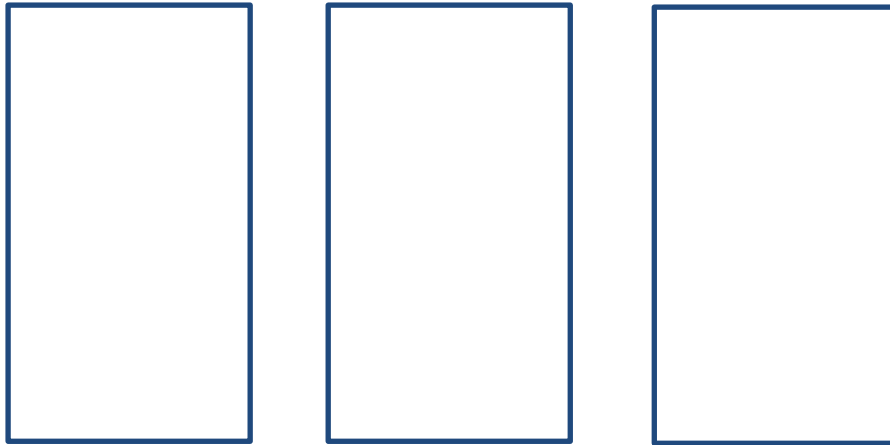
	Menge an zugefügtem Wasser	Menge an durchgesickertem Wasser nach 2 Minuten	Menge an Wasser, das sich nach 2 Minuten im Substrat befindet
Schotter	30 ml		
Sand	30 ml		
Lehmiger Löss	30 ml		

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.

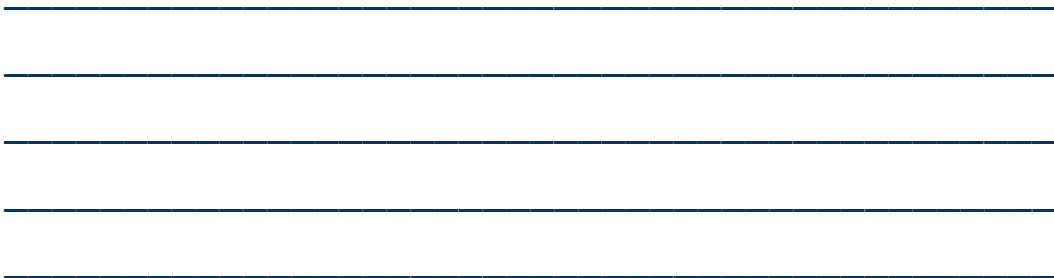


4. Skizziere das Porenvolumen für die drei von dir untersuchten Bondensubstrate.



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

Notiere deine Überlegungen in ganzen Sätzen.



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. Vermiss 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.



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.

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

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.



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

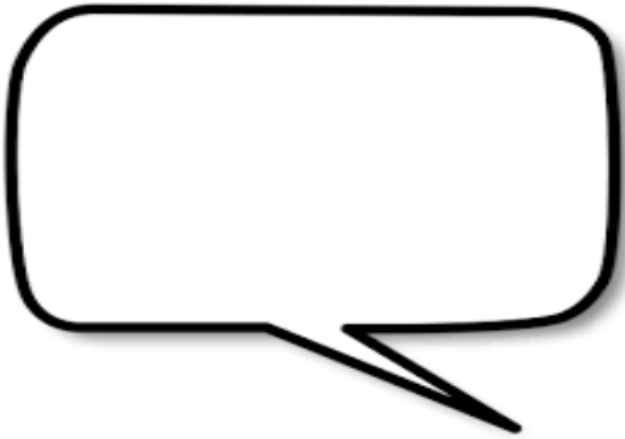


Abbildung 8: Nickende Kratzdistel.

Lateinischer Name: _____

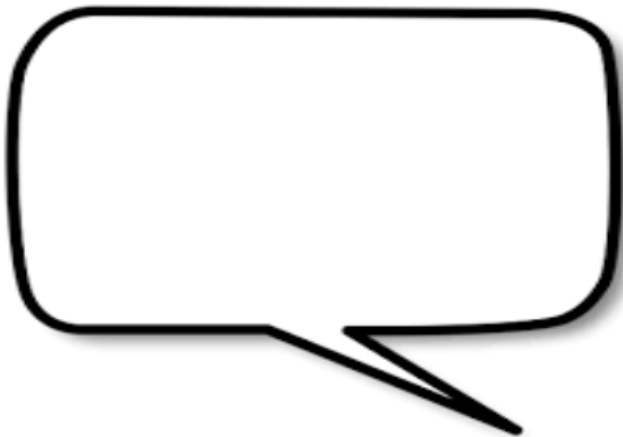


Abbildung 9: Silbergras.

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



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

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

ARBEITSAUFTRAG:



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



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.

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. _____
2. _____

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 → Transpirationskühlung	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 → Oberflächenverkleinerung	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

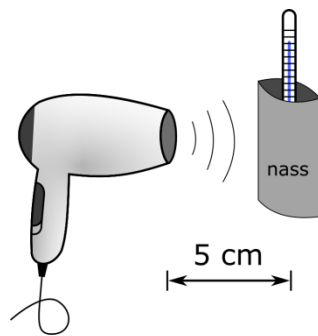


Durchführung

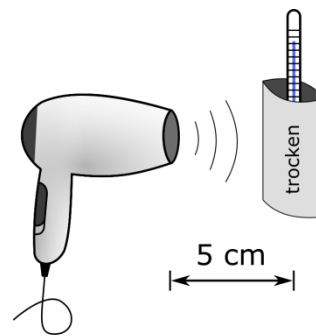
Tränke eine der beiden Taschen mit Wasser aus der bereitgestellten Schüssel, bis sie sich vollständig vollgesogen hat. Die zweite bleibt unverändert. Stecke in beide Taschen jeweils ein Thermometer so tief, dass es den Boden der Tasche berührt.

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.

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

☐

Wasserspeichergewebe

☐

Verdunstungsschutz durch spezifische Form

→ Oberflächenverkleinerung

☐

Hitzeschutz durch eingesenkte Spaltöffnungen

☐

Kühlen durch Schwitzen und Transpiration

→ Auf diese Weise wird die Blatttemperatur gesenkt.

☐

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



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.

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

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
Kugelnkaktus			
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.



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.

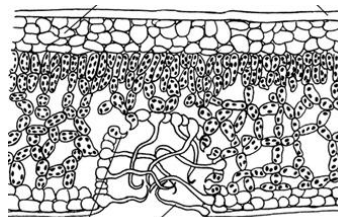
Tipp: Denke an die Eigenschaften von Ruderalböden und an die Faktoren, denen Ruderalflächen ausgesetzt sind.

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 Rüdts.
inside-sardinien.de



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



Abbildung 13: **a:** Korkkeiche (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.

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

Kork- /
Gummistopfen

Keine Membran → kein
Verdunstungsschutz

Watte

Verkorkter
Pflanzenteil

Frischhaltefolie

semipermeable
(halbdurchlässige)
Membran

Keine
Abdeckung

Eingesenkte Spaltöffnung
mit Haaren

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



2. Skizziere den Versuchsaufbau.

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

4. 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				

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.

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

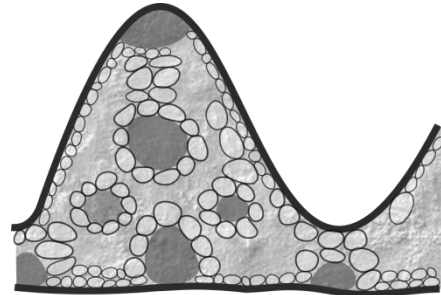


Abbildung 21: Mikroskopischer Querschnitt durch das Blatt einer Rasenschmiele. Eigene Zeichnung nach Freytag (Hg.): Biologische Kurzversuche. Band 2, S. 424. ©rgeo

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.

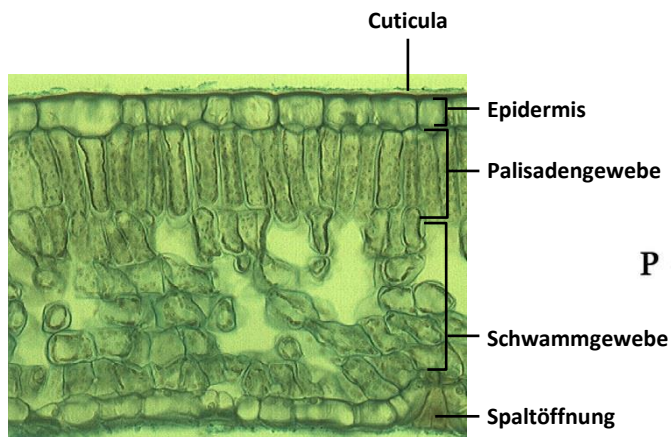


Abbildung 22: Aufbau eines Blattes aus unseren Breiten, Laubblatt.

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blattquerschnitt.jpg>
V44020001 - Template: Escuela Europea Alicante
Gemeinfrei

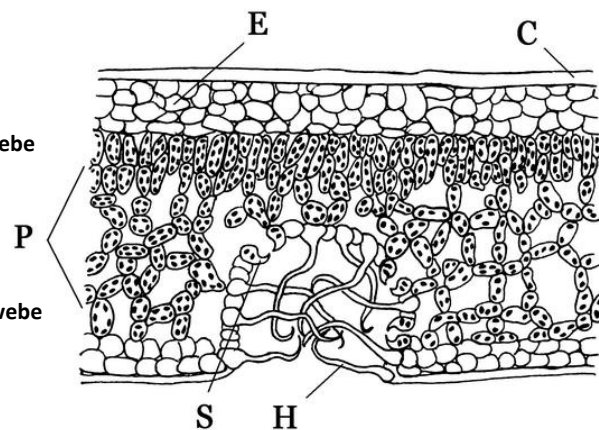


Abbildung 23: Aufbau eines Blattes aus südlichen Regionen, das an extrem trockene Standorte angepasst ist. Dies kann ein Blatt eines Kaktus oder eines Dickblattgewächses sein.
Bgqhrsno, https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Xerophyten_-_Blattanatomie.png (CC-BY-SA 3.0)

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: _____

E: _____

P: _____

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		
Epidermis		
Palisadengewebe		
Schwammgewebe		
Spaltöffnungen		
Besonderheiten		

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	
Dünner Schwamm	
Backpapier	



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				

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

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



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

Schwamm- und Palisadengewebe

- | | |
|---|--------------------------|
| Stabilität | <input type="checkbox"/> |
| Ort der Fotosynthese | <input type="checkbox"/> |
| Fressschutz | <input type="checkbox"/> |
| Wasserspeichergewebe | <input 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?

2. Was ist vereinfacht oder anders?

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 (Luftfeuchtheitsmessung).
 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 Beispielpflanze, die du im Labor kennengelernt hast oder die dir vorher schon bekannt war:

Kugelige Form einer Sukkulente, Rollblatt, Laubblatt, Dickblatt



Beispiel: _____



Beispiel: _____



Beispiel: _____



Beispiel: _____

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

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



10 min

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.

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: _____

Strategie: _____

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: _____

Strategie: _____

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: _____

Strategie: _____

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: _____

Strategie: _____

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: _____

Strategie: _____

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

Station: _____

Strategie: _____

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

Station: _____

Strategie: _____

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	

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.	

