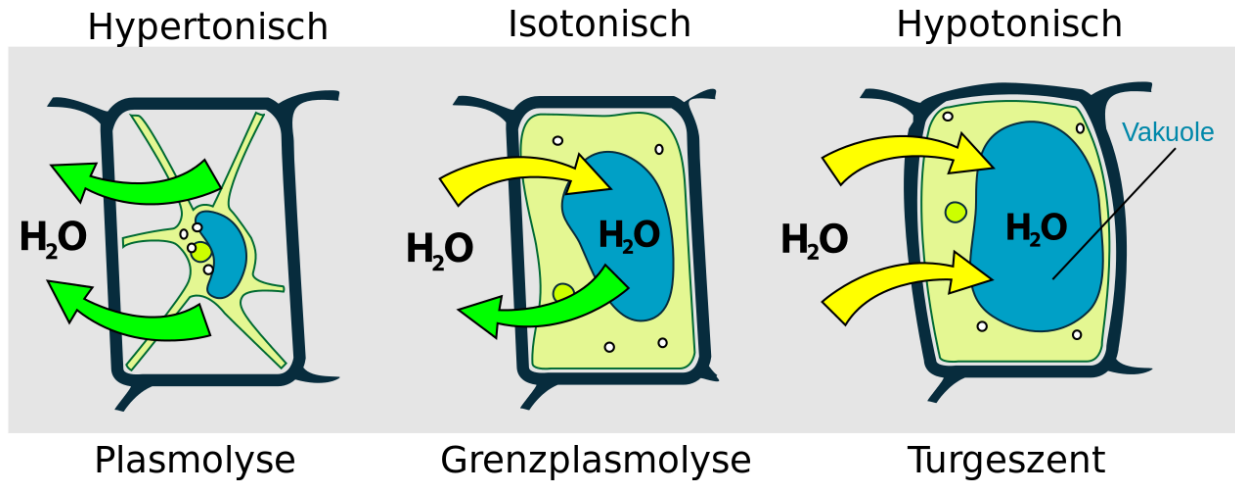


## Plasmolyse



Bildquelle: Wikipedia

Klassenstufe	Oberthemen	Untertemen	Anforderung	Durchführung	Vorbereitung
Sek 2 + G-Kurs	Zytologie / Stofftransport	Plasmolyse	••	••	•

## Aufgabenstellung

Die Schüler lernen das Wasserpotential von Pflanzenzellen zu bestimmen.

## Einleitung

### Was beschreibt das Wasserpotential?

Das Wasserpotential ist ein wichtiges Konzept für Pflanzenforscher und Landwirte. Das Wasserpotential beeinflusst die Pflanzen in vielerlei Hinsicht, von der zellulären bis zur Organismusebene. Damit Pflanzen Wasser aus dem Boden aufnehmen können, muss das Wasserpotential des Bodens höher sein als das Wasserpotential innerhalb der Pflanzenzellen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Wassermoleküle bei der Osmose entlang eines Wasserpotentialgradienten von einem Bereich mit höherem Wasserpotential zu einem Bereich mit niedrigerem Wasserpotential diffundieren.

Das Wasserpotential wird durch zwei Variablen beeinflusst: das Vorhandensein von gelösten Stoffen in einer Lösung und den Druck. Typischerweise ist das Vorhandensein und die Konzentration von gelösten Stoffen der Faktor, der bestimmt, ob eine Osmose stattfindet. Gelöste Stoffe senken das Wasserpotential einer Lösung, da sich einige Wassermoleküle weniger frei aufgrund der um gelöste Partikel befindlichen *Hydratationsschalen* bewegen können, was das Potenzial für die Wasserbewegung von dieser Lösung woandershin verringert. Destilliertes Wasser hat ein Wasserpotential von Null; alle Lösungen, die gelöste Stoffe enthalten, haben ein negatives Wasserpotential.

Pflanzenzellen und tierische Zellen sind ähnlich beeinträchtigt, wenn sie von einer hypertonen Flüssigkeit umgeben sind. Eine hypertonische Lösung hat eine relativ hohe Menge an gelöster Substanz und damit ein geringes Wasserpotential. Das geringe Wasserpotential bewirkt, dass Wasser die Zellen verlässt. In Pflanzen wird das Ergebnis Plasmolyse genannt. Durch den Wasserverlust nimmt das Volumen des Zytosols ab und die Zellmembran zieht sich von der Zellwand weg. Die Plasmolyse kann beobachtet werden, indem man pflanzliches Gewebe unter dem Mikroskop betrachtet. Verliert eine pflanzliche oder tierische Zelle zu viel Wasser, stirbt die Zelle.

Der *Turgor-Druck* ist ein Merkmal von Pflanzenzellen, nicht aber von tierischen Zellen. Pflanzenzellen schwellen in hypotoner Umgebung an. (Tierische Zellen platzen oder *lysieren* in diesem Zustand.) Das hohe Wasserpotential einer hypotonen Lösung bewirkt, dass Wasser in Pflanzenzellen eindringt und das Volumen des Zytosols vergrößert. Turgor entsteht durch den Druck der Zellmembran und des Zytosols gegen die Zellwand. Wenn Pflanzenzellen eine Plasmolyse erfahren, verlieren sie den Turgordruck - deshalb welkt eine Pflanze in trockenem Boden.

## Material & Methoden

Für jeden Schüler oder jede Gruppe werden folgende Materialien benötigt:

- Datenerfassungssystem
- [Smart Leitfähigkeitssensor](#)
- Drei NaCl-Salzlösungen mit „unbekannter“ Konzentration (mehrere Tropfen)  
(Konzentration selbst wählen; **Tipp:** Lösung A sollte 0,12 M sein)
- [Mikroskop](#), 400-fache Gesamtvergrößerung
- [Objektträger](#) und [Deckgläser](#) (4x)
- Abschnitt einer roten Zwiebel
- [Labormesser](#)
- [\(Kunststoff-\)Pipette](#)
- Wasser (mehrere Tropfen)
- Papierhandtuch

## Sicherheit

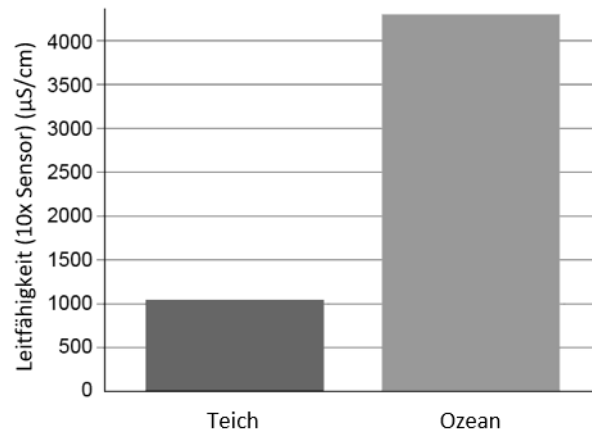
Beachten Sie neben Ihren gewohnten Sicherheitsvorkehrungen bitte folgende Sicherheitshinweise:

- Tragen Sie immer eine Schutzbrille.
- Seien Sie vorsichtig, wenn Sie Zwiebel- oder Gemüseproben mit einem Messer schneiden.
- Achten Sie darauf, dass die Objektträger nicht beschädigt werden. Falls es doch zu Bruch kommt, seien Sie achtsam.
- Keine Labormaterialien essen oder trinken.

## Durchführung der Erstuntersuchung

Führen Sie die folgende Untersuchung durch, bevor Sie Ihr eigenes Experiment konzipieren und durchführen. Notieren Sie alle Beobachtungen, Daten, Erklärungen und Antworten.

1. Betrachten Sie folgendes Balkendiagramm um die anschließenden Fragen zu beantworten.



- a. Warum ist die Leitfähigkeit der beiden Wasserproben unterschiedlich?
  - b. Welche Wasserprobe verursacht am ehesten eine Plasmolyse in einer Pflanzenzelle? Erklären Sie die Grundlage Ihrer Antwort.
2. Bereiten Sie ein Nasspräparat aus einer sehr dünnen Schicht rotem Zwiebelgewebe vor. Tropfen Sie dazu einen Tropfen Flüssigkeit auf einen Objektträger, legen Sie das vorbereitete Zwiebelgewebe auf den Tropfen und deckeln Sie vorsichtig das Präparat mit einem Deckgläschen ein.  
Verwenden Sie für dieses Nasspräparat Wasser als Flüssigkeit.
  3. Bereiten Sie drei zusätzliche Objektträger mit Zwiebelgewebe vor.
    - a. Verwenden Sie für jeden dieser Objektträger eine der drei "unbekannten" Lösungen (A, B oder C) als Flüssigkeit für das Nasspräparat.
    - b. Beschriften Sie die Objektträger oder legen Sie die Objektträger auf ein beschriftetes Papiertuch, um den Überblick zu behalten, welche Lösung für das jeweilige Nasspräparat verwendet wurde.

4. Betrachten Sie das Zwiebel-Wasser-Nasspräparat unter dem Mikroskop. Wählen Sie einen Bereich des Zwiebelgewebes, der dünn ist und eine gute Sicht auf einzelne Zellen bietet. Zeichnen Sie Ihre Beobachtungen nach und machen Sie detaillierte Notizen; wenn möglich, machen Sie ein Foto von den Zellen.
5. Betrachten Sie das Nasspräparat mit der „unbekannten“ Lösung A. Zeichnen Sie 1-3 Zellen und zeigen Sie die Unterschiede auf, die Sie zwischen diesem Präparat und dem Ausgangspräparat feststellen.
6. Betrachten Sie die Nasspräparate mit jeweils der „unbekannten“ Lösung B und der „unbekannten“ Lösung C. Vergleichen und kontrastieren Sie die Zellen dieser Proben mit den zuvor bearbeiteten Proben und notieren Sie Ihre detaillierten Beobachtungen. Zeichnen oder fotografieren Sie die Zellen.
7. Die „unbekannten“ Lösungen sind alles Natriumchlorid-Lösungen (NaCl). Welche „unbekannte“ Lösung hat nach Ihren Beobachtungen an den Zellen die höchste Salzkonzentration? Welche hat die niedrigste Salzkonzentration? Begründen Sie Ihre Wahl.
8. Verbinden Sie den Leitfähigkeitssensor mit dem Datenerfassungssystem. Öffnen Sie die Datei Plasmolyse (diese können Sie [hier](#) herunterladen).

*Wenn die Konfigurationsdatei Ihnen nicht zur Verfügung steht, können Sie alternativ eine Datentabelle erstellen und in den manuellen Abtastmodus wechseln, um die Leitfähigkeitswerte anzuzeigen.*

9. Verwenden Sie den Leitfähigkeitssensor, um die Leitfähigkeit jeder „unbekannten“ Lösung zu testen. Protokollieren Sie die Ergebnisse der Leitfähigkeitsprüfung.
10. Bestätigen die Ergebnisse Ihre frühere Einschätzung der Salzkonzentration in den Lösungen? Begründen Sie Ihre Antwort.

**Verwenden Sie die folgenden Informationen über das Wasserpotenzial, um die folgenden Fragen zu beantworten.**

Die Gleichung zur Berechnung des Wasserpotentials lautet

$$\Psi = \Psi_s + \Psi_p$$

Eine Lösung in einem offenen Behälter hat ein Druckpotential  $\Psi_p$  von 0 bar, so dass in vielen Situationen diese Komponente der Gleichung weggelassen werden kann, so dass

$$\Psi = \Psi_s.$$

Das gelöste Potential  $\Psi_s$  ist gleich  $-iCRT$ , wobei

$i$  ist die Ionisationskonstante

$C$  ist die molare Konzentration

$R$  ist die Druckkonstante [0,0831 Liter bar/(mol K)].

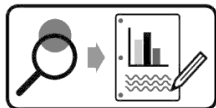
$T$  ist die Temperatur in K.

Für destilliertes Wasser,  $\Psi_s = 0$  bar, da es keine gelösten Stoffe gibt.

11. Die „unbekannte“ Lösung A ist eine 0,12 M Salzlösung (NaCl). Berechnen Sie das Wasserpotential  $\Psi$  dieser Lösung bei 21 °C (in einem offenen Container,  $\Psi_p = 0$ ).
12. Beziehen Sie sich auf das Wasserpotenzial, das Sie für die „unbekannte“ Lösung A berechnet haben, um die folgenden Fragen zu beantworten.
  - a. Ist das Wasserpotenzial einer roten Zwiebelzelle größer oder kleiner als der Wert, den Sie für die „unbekannte“ Lösung A berechnet haben? Wie kommen Sie zu dieser Annahme?
  - b. Wie verhält sich das Wasserpotenzial von der „unbekannten“ Lösung C im Vergleich zur „unbekannten“ Lösung A? Unterstützen Sie Ihre Behauptung mit Beweisen und klaren Argumenten.
13. Die Zugabe von destilliertem Wasser zu plasmolysierten Zellen kann die Zellen in einen prallen Zustand versetzen. (Testen Sie dies selbst, wenn Sie Zeit haben!) Warum platzen Pflanzenzellen nicht, wenn sie in einer hypotonen Umgebung platziert werden (wie beispielsweise destilliertem Wasser)?
14. Legen Sie Selleriestangen in destilliertes Wasser und Salzwasser über Nacht. Notieren Sie vorher die Anfangs- und nachher die Endmasse der einzelnen Selleriestangen. Notieren Sie Ihre Beobachtungen über die Selleriestangen und vergleichen Sie sie miteinander und mit Selleriestangen, wie sie in einem Lebensmittelgeschäft zu finden sind. Nutzen Sie Ihr Verständnis von Osmose und Wasserpotenzial, um zu erklären, was bei jeder Selleriestange über Nacht passiert ist.

## Gestaltung und Durchführung eines Experiments

Eine Reihe von Methoden wurden entwickelt, um das Wasserpotenzial von pflanzlichem Gewebe experimentell zu bestimmen. Eine Methode - die Gravimetrie - besteht darin, die Massenänderung zu messen, die in Gewebeproben auftritt, die Lösungen bekannter Konzentration ausgesetzt sind. Entwickeln Sie für Ihr Experiment ein Verfahren zur Verwendung der Gravimetrie, um die Wasserpotenziale von zwei oder mehr Arten von Pflanzengewebe zu vergleichen.



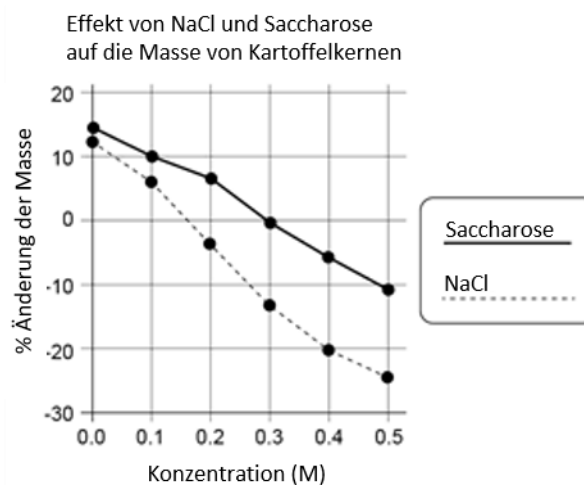
Gestalten und führen Sie Ihr Experiment entweder gemäß „Durchführung der Erstuntersuchung“ oder dem „Gestaltung und Durchführung eines Experiments“-Arbeitsblatt durch. Füllen Sie dann die Fragen zur Datenanalyse und die abschließenden Fragen aus.

## Gestaltung und Durchführung Experiments: Datenanalyse

1. Gemäß Ihren Beobachtungen und Daten:
  - a. Erklären Sie die Wirkung der verschiedenen Saccharoselösungskonzentrationen auf Pflanzengewebeproben.
  - b. Bestimmen Sie die Saccharosemolarität, bei der jede pflanzliche Gewebeprobe keine Massenänderung erfahren würde (d.h. es würde keine Nettobewegung von Wasser auftreten).
  - c. Berechnen Sie das Wasserpotenzial für jede getestete Pflanzengewebeprobe.  
*HINWEIS: Im Gleichgewicht wird das Druckpotential als Null angenommen, da sich die Lösungen in einem offenen Behälter befinden und es keine Nettobewegung von Wasser in oder aus den Zellen gibt.*
2. Unterstützen die Ergebnisse des Experiments Ihre Hypothese oder widerlegen sie diese? Untermauern Sie Ihre Behauptung mit Beweisen.
3. Gibt es Belege in Ihren Daten oder aus Ihren Beobachtungen, dass experimentelle Fehler oder andere unkontrollierte Variablen Ihre Ergebnisse beeinflussen? Wenn ja, sind die Daten zuverlässig genug, um festzustellen, ob Ihre Hypothese unterstützt wurde?
4. Bestimmen Sie alle neuen Fragen, die sich aus Ihren Untersuchungen ergeben haben.

## Abschließende Fragen

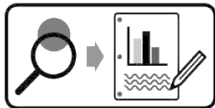
1. Salz wird als Konservierungsmittel verwendet, um die Haltbarkeit von Lebensmitteln ohne Kühlung zu verlängern. Beschreiben Sie, wie eine salzige Umgebung die Zellen von Organismen (wie z.B. Bakterien) beeinflussen würde, die typischerweise einen Lebensmittelverderb verursachen.
2. Die Osmose spielt eine Rolle bei der Regulierung des Öffnens und Schließens von Stomata in Blättern. Stomata sind kleine Öffnungen, durch die eine Pflanze die für die Photosynthese benötigten Kohlendioxidmoleküle erhält. Schutzzellen sind Zellen, die an Stomata angrenzen und sich in ihrer Form ändern, um zu bewirken, dass Stomata geöffnet oder geschlossen werden. Wenn Schutzzellen durch Osmose anschwellen, öffnen sich Spaltöffnungen. Es wurde festgestellt, dass dafür eine hohe Konzentration an Kaliumionen ( $K^+$ ) erforderlich ist. Erklären Sie, warum eine Erhöhung der  $K^+$ -Konzentration in den Schutzzellen die Zellen anschwellen lässt.
3. Verwenden Sie das Konzept der "freien Energie", um zu erklären, warum Wassermoleküle dazu neigen, während der Osmose von einem Bereich mit höherem Wasserpotenzial zu einem Bereich mit niedrigerem Wasserpotenzial zu wechseln.
4. Kartoffelkerne wurden 24 Stunden lang in Lösungen mit unterschiedlichen Konzentrationen von Natriumchlorid (NaCl) und Saccharose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) gelagert. Die prozentuale Massenänderung der Kerne in jeder Lösung wurde berechnet und in einem Diagramm dargestellt. Betrachten Sie die Gleichung für das Wasserpotential und die Eigenschaften von Natriumchlorid und Saccharose als gelöste Stoffe und erklären Sie die unterschiedlichen Ergebnisse für die Kerne in den beiden Lösungen.





## „Gestaltung und Durchführung eines Experiments“-Arbeitsblatt

Eine Reihe von Methoden wurden entwickelt, um das Wasserpotenzial von pflanzlichem Gewebe experimentell zu bestimmen. Eine Methode - die Gravimetrie - besteht darin, die Massenänderung zu messen, die in Gewebeproben auftritt, die Lösungen bekannter Konzentration ausgesetzt sind. Entwickeln Sie für Ihr Experiment ein Verfahren zur Verwendung der Gravimetrie, um die Wasserpotenziale von zwei oder mehr Arten von Pflanzengewebe zu vergleichen.



Gestalten und führen Sie Ihr Experiment anhand der folgenden Anleitung durch.

1. Listen Sie weitere mögliche Pflanzengewebe auf, die Sie für diese Versuche verwenden könnten.
2. Angenommen, Ihnen steht ein großes Volumen einer 1,0 M Saccharoselösung zur Verfügung. Welches Spektrum an verdünnten Lösungen wäre Ihrer Meinung nach geeignet, um das Wasserpotenzial der Pflanzenproben zu bestimmen?
3. Erstellen Sie eine Kernfrage: Wählen Sie zwei oder mehr Pflanzengewebe oder wählen Sie neben Saccharose auch andere Lösungen und entwickeln Sie eine überprüfbare Fragestellung für Ihr Experiment.
4. Was wird die unabhängige Variable des Experiments sein? Beschreiben Sie, wie diese Variable in Ihrem Experiment manipuliert wird.
5. Was ist die abhängige Variable des Experiments? Beschreiben Sie, wie die Daten im Experiment gesammelt und verarbeitet werden.
6. Stellen Sie eine überprüfbare Hypothese auf (Wenn...dann...).
7. Welche Bedingungen müssen im Experiment konstant gehalten werden? Quantifizieren Sie diese Werte, wenn möglich.
8. Wie viele Versuche werden für jede Versuchsgruppe durchgeführt? Begründen Sie Ihre Wahl.

9. Was werden Sie vergleichen oder berechnen? Welche Analyse werden Sie durchführen, um Ihre Ergebnisse und Hypothesen zu bewerten?
10. Beschreiben Sie mindestens 3 potenzielle Fehlerquellen, die die Genauigkeit oder Zuverlässigkeit der Daten beeinträchtigen könnten.
11. Verwenden Sie den nachfolgenden Platz, um eine Übersicht über das Experiment zu erstellen. Schreiben Sie die Schritte für die Vorgehensweise auf. (Jemand anderes oder eine andere Gruppe sollte in der Lage sein, den Vorgang zu wiederholen und ähnliche Ergebnisse zu erzielen.)

**Literaturverzeichnis:**

- [PASCO Digital Library](#)

**Bilderverzeichnis:**

<https://gsep.pasco.com>

[https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Plasmolyse\\_Pflanzenzelle.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Plasmolyse_Pflanzenzelle.svg) (Stand April 2019)

Diese Versuchsanleitung wurde im April 2019 erstellt.

**Bitte beachten Sie, dass die nachfolgenden Versuchsanleitungen lediglich als Orientierung dienen. Die Versuchsanleitungen wurden nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt. Dennoch können wir keine Haftung für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität übernehmen und bitten Sie, die jeweiligen Aussagen und Quellen vor Verbreitung zu überprüfen.**