

## Osmose, Plasmolyse & Turgor

[Organische Chemie – die Alkane]

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungs- niveau	Durchführungs- niveau	Vorbereitung Durchführung
SI/ SII	Cytologie/ Stofftransport	Bedeutung semipermeabler Membranen	●●	■ ■	30 min 90 min 45 min

### I Inhaltsverzeichnis

II	Mikroskopisches Praktikum zur Permeabilität von Zellmembranen	Seite 2
III	Diffusion	Seite 5
IV	Plasmolyse an Zwiebelzellen	Seite 7
V	Methodische und didaktische Organisation des mikroskopischen Experiment	Seite 10
VI	Osmometer (Informationstext und Anleitung zur Schülerübung)	Seite 11
VII	Versuche mit Osmometern	Seite 13
VIII	Osmose-Funktionsmodelle nach Bischof	Seite 15
VIII	Conatex-Produkte	Seite 17

## II Mikroskopisches Praktikum zur Permeabilität von Zellmembranen

Beispiele für Osmose aus dem täglichen Leben: Das Aufplatzen reifer Kirschen nach Benetzung mit Regenwasser und das Welken von Salat in der Vinaigrette. Im Fall der Kirschen ergibt sich das Problem aufgrund ihrer Reife und ihrer Außenhaut: Der Regen an der Außenseite der Frucht besteht aus nahezu reinem Wasser, enthält also nur sehr wenig gelöste Teilchen. An der Grenzmembran baut sich ein hohes Konzentrationsgefälle auf, da das Wasser des Zellsaftes durch den hohen Zuckergehalt und andere gelöste Stoffe eine konzentrierte Lösung darstellt, die der gering konzentrierten Lösung Regenwasser gegenübersteht. Es dringt durch die äußere Haut in die Frucht ein, durch den Wassereinstrom steigt der Druck im Inneren der Frucht und führt zum Aufreißen ihrer äußeren Haut, da diese für Wasser durchlässig ist, nicht jedoch für Zuckermoleküle. Aufgrund dieser Eigenschaften wirkt sie als semipermeable bzw. selektiv permeable Membran: Sie lässt zwar das Lösungsmittel durchtreten, nicht aber alle gelösten Stoffe bzw. ist sie im tatsächlichen Zustand nur für bestimmte Stoffe durchlässig.

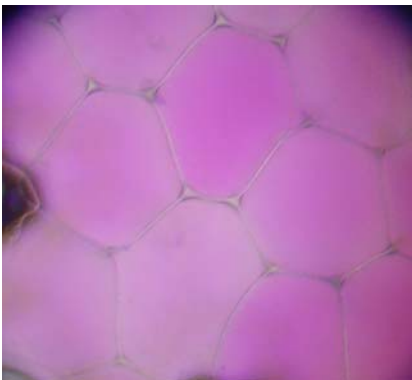
Triebkraft der spontan ablaufenden Osmose ist der Unterschied zwischen den Potenzialen eines oder mehrerer Stoffe in den durch eine Membran getrennten Phasen. Wassermoleküle können diese Membran prinzipiell in beide Richtungen passieren, werden jedoch im Inneren der Frucht stärker „festgehalten“, eine Hydrat-Hülle um die gelösten Teilchen zu bilden. Ebenfalls stellt sich ein Konkurrieren der Wassermoleküle mit den anderen gelösten Molekülen und Teilchen um den Zugang zur Membran ein, so dass weniger Wassermoleküle pro Zeiteinheit nach außen dringen als umgekehrt.

Der Themenbereich Osmose wird gewöhnlich zum Eintritt in die Oberstufe näher gebracht. Für die Lerninhalte zur Cytologie sind Vorgänge an Membranen von zentraler Bedeutung. Osmotische Vorgänge sind vielfältig und von alltäglicher, biologischer und medizinischer Relevanz:

- Wasserentzug zur Konservierung von Lebensmitteln (Einzuckern oder Pökeln), Salz im Kochwasser von Gemüse verhindert den Einstrom von Wasser und damit Geschmacksverlust
- In der Medizin wird für Infusionen eine isotonische Kochsalzlösung eingesetzt, bei der Dialyse werden Membranen eingesetzt, die nur Moleküle und Ionen unterhalb einer bestimmten Größe oder Molekularmasse durchlassen. Dialyseverfahren werden in der Medizin unter anderem für die Blutreinigung eingesetzt, sowie in der Chemie und Verfahrenstechnik (zum Beispiel bei der Herstellung von alkoholfreiem Bier).
- Nieren finden sich auch bei allen Wirbeltieren. Sie dienen u.a. der Ausscheidung überschüssiger Elektrolyte und Glucose, die zu einem Ansteigen des osmotischen Werts im Körper führen würden. In Säugetierzellen wird, wenn der osmotische

Druck ansteigt, ein Protein verstärkt synthetisiert, das eine Reihe von Gegenregulationsmechanismen in Gang setzt.

- Zellmembranen von Tierzellen können nur geringem Druck standhalten, wenn die osmotische Resistenz durch Einbringen eines stark hypotonen Mediums überschritten wird. Pflanzenzellen dagegen sind von einer stützenden Zellwand umgeben, wodurch sie erheblich höhere Innendrucke aushalten und eine innere Saugspannung (Turgor) aufbauen.
- Eine wirksame Osmoregulation ist bei Organismen wie Salzpflanzen, Halophile sowie Süßwasserbewohner zwingend, wenn sie in Umgebungen leben, deren osmotischer Wert stark von dem im Körper- oder Zellinneren abweicht.
- Der Wassertransport in Pflanzen zur Beförderung von Flüssigkeiten aus dem Wurzelbereich bis in die Spitzen gründet auf dem durch die Osmose aufgebauten Wurzeldruck, der zusammen mit dem Transpirationssog und den Kapillarkräften die benötigte Druckdifferenz zum Wassertransport gegen die Schwerkraft bereit stellt.
- Durch Aufbau bzw. Änderung des Turgors sondern Drüsengewebe Sekrete ab, wird der Öffnungszustand der Spaltöffnungen (Stomata) kontrolliert, die durch Erschütterung hervorgerufenen Blattbewegungen (Nastien) der Mimose hervorgerufen sowie die Verbreitung von Samen erreicht (Turgorschleuder- bzw. Turgorspritzmechanismen).

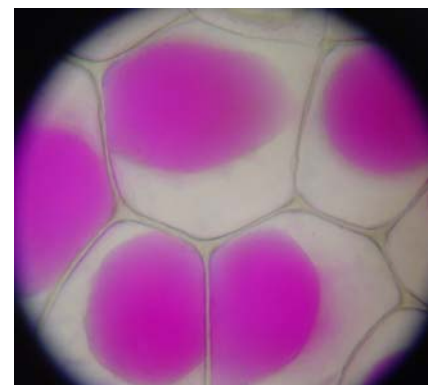


In Versuchen können mittels Plasmolyse, also einer Turgorveränderung durch Wasser entziehende Mittel, osmotische Vorgänge und deren Wirksamkeit Schülern experimentell und selbsttätig vermittelt werden.

Eine Methode ist die des Mikroskopierens und Beobachtens der gefärbten Vakuole einer Pflanzenzelle während sie einer nicht isotonischen Lösung ausgesetzt wird. Schüler gewinnen so nicht allein Kenntnisse zum Aufbau der Pflanzenzelle und zum Vorgehen und Verfahren des Mikroskopierens, sondern können osmotisch bedingte Veränderungen unmittelbar verfolgen.

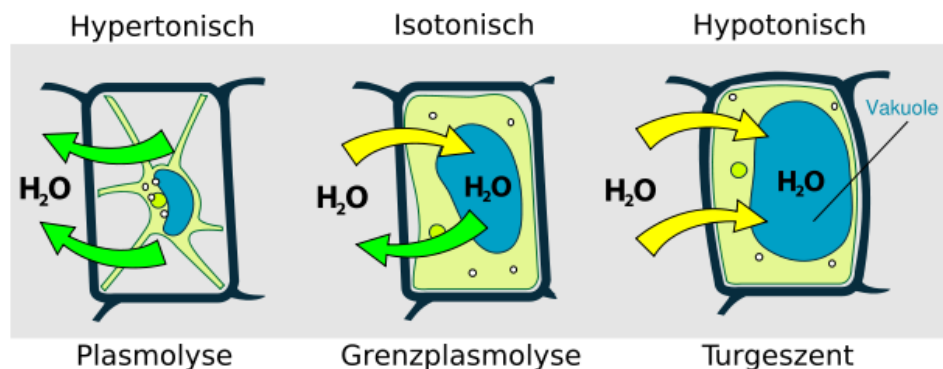
Andere, weniger aufwändige Versuche können am Beispiel der o.g. Kirschen, einer Möhre oder durch die Messung von Gewichtsveränderungen von Kartoffelstückchen erfolgen, nachdem sie Lösungen verschiedener Konzentrationen, also mit verschiedenen osmotischen Werten ausgesetzt wurden. Hier ist ein längerer Zeitraum anzusetzen: Die Versuche liefern Ergebnisse erst nach Tagen bzw. Stunden.

Vor der Plasmolyse füllt die Zentralvakuole (rot-violett) die Zelle aus und schrumpft nach Zuführung einer hochkonzentrierten Lösung, dem Plasmolytikum. Außer der Schrumpfung der Zentralvakuole ist gleichzeitig eine



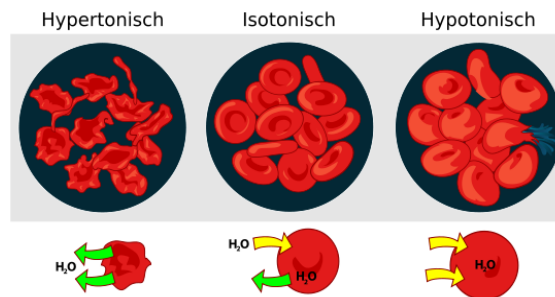
Abtrennung des Plasmalemmas von der Zellwand zu erkennen. Um dies zu erreichen, muss man die Zelle einem aussetzen. Als Plasmolytikum dient eine hypertone Lösung, die reichlich Salze oder Zuckerbestandteile enthält und somit mehr gelöste Teilchen als der Zellsaft der Vakuole besitzt. Wasser strömt auf osmotischem Wege aus der Vakuole durch die Membranen (Tonoplast, Plasmalemma) in das umgebende, konzentriertere Medium, sodass der Zellsaft kleiner wird und den an der Vakuole klebenden Plasmaschlauch mitsamt Plasmalemma von der Zellwand abtrennt. Eine solche Wasserabgabe erhöht die Gesamt-Salzkonzentration innerhalb der Zelle: Sie gleicht sich der Konzentration des Außenmediums an, welches zudem durch das aus der Zelle strömende Wasser verdünnt wird.

Bei geringer Wandhaftung des Plasmas erfolgt die Ablösung rundlich (Konvexplasmolyse), bei starker Wandhaftung bilden sich bizarre Formen, in denen das Plasma zu dünnen Fäden (Hechtsche Fäden) ausgezogen ist (Konkavplasmolyse). Zum Zeitpunkt der Ablösung des Plasma von der Zellwand spricht man von Grenzplasmolyse. Der Vorgang ist umkehrbar. Legt man die Zelle in eine hypotone Lösung (reines Wasser), so diffundiert dieses zurück in die Zelle und verdünnt während der Deplasmolyse den Zellsaft.



Bei Kontakt mit isotonischen Lösungen findet ebenfalls Osmose statt, da die Osmose ein permanenter Vorgang ist: Die Wasserabgabe der Zelle ist hier im Fließgleichgewicht gleich der Wasseraufnahme. Der osmotische Wert einer Zelle entspricht hier dem Konzentrations-Wert der Lösung.

Gleiches gilt auch für Tierzellen, z.B. Erythrozyten:



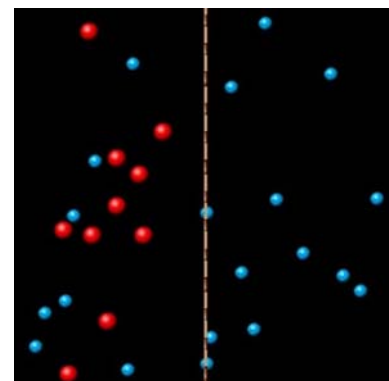
Die Osmose als Triebfeder der Plasmolyse aufgrund unterschiedlicher Konzentration der gelösten Stoffe im Außen- und im Innenbereich der Zelle und der Ausgleich derartiger Ungleichgewichte wie in der Natur können an Modellen verdeutlicht werden.

Im Unterrichtsverlauf zu zellulären Transportmechanismen ist vor Durchführung der hier vorgestellten Experimente die Vermittlung des Aufbaus und der Eigenschaften von Biomembranen notwendig.

Die Brown'sche Teilchenbewegung, also die regellose Bewegung von Teilchen in Bezug zur Umgebungswärme (kinetische Energie) bedingt die Diffusion (gleichmäßige Verteilung von Teilchen entlang eines Konzentrationsgefälles bis zum Konzentrationsausgleich). Dieser Zustand kann als Grad höchster Unordnung in einem dynamischen Gleichgewicht aufgefasst werden (eine Lösung mit gleichmäßig verteilten Teilchen entsteht aus der Ordnung zwischen hoher und niedriger Konzentration mit Konzentrationsgefälle). Die Diffusionsgeschwindigkeit im Medium ist abhängig von Temperatur, Konzentrationsunterschied und der Art der Stoffe.

### III Diffusion

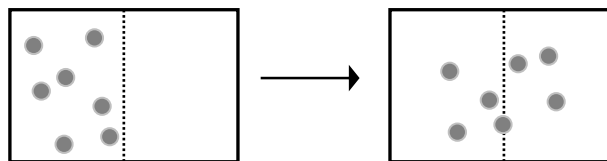
Ein einfacher Versuch der Diffusion von  $\text{KMnO}_4$  in Wasser (3 Petrischalen mit Wasser, Zugabe von  $\text{KMnO}_4$ -Kristallen:  $10^\circ\text{C}$ , 1 Kristall/  $80^\circ\text{C}$ , 1 Kristall/  $10^\circ\text{C}$ , mehrere Kristalle) zeigt die Ausbreitung von  $\text{KMnO}_4$  in alle Richtungen. Die Farbintensität nimmt vom Zentrum nach außen hin ab; die Ausbreitungsgeschwindigkeit nimmt mit zunehmender Entfernung vom Zentrum ab, ist in wärmerem Wasser und bei höherer Konzentration größer.



Schülern wird leicht verständlich, dass dieser Transportmechanismus in mehrzelligen Lebewesen nicht ausreichen kann: Er ist nicht gerichtet und kann nicht gesteuert werden; er ist nicht spezifisch, d.h. er unterscheidet nicht zwischen verschiedenen Stoffen, und er

ist nicht genügend effektiv. Als größte Schwierigkeit sind die Zellmembranen aufzufassen, die als Barriere sowohl zwischen den Nachbarzellen auftreten, als auch innerhalb der Zelle die Zellorganellen abgrenzen. Hier wird die Molekülbewegung beeinflusst und ist von der Durchlässigkeit der Membranen abhängig.

Die Diffusion von Teilchen durch eine permeable (= durchlässige) Membran mit Membranporen zeigt weiterhin das Problem, dass die Zelle nicht in der Stoffaufnahme selektieren kann.



Osmose ist damit eine spezifische Form der Diffusion an Membranen, die selektiv wirkt und durchlässig für Wasser und darin gelöste Gase, nicht aber für große und/oder geladene Teilchen/Ionen ist. Diese Selektion ist durch das lebende System Zelle steuerbar. Die Regulation des Wasserhaushalt erfolgt bei allen Organismen ausschließlich über Osmose.

Die Mikroskopierübung zur Plasmolyse zeigt eben diese Regulation bzw. zunächst den Kontrollverlust bei Veränderung des Außenmediums durch eine hypertone Lösung. Dazu sei auf eine frei zugängliche, downloadbare Darstellung der Plasmolyse am Beispiel der roten Küchenzwiebel auf dem Landesbildungsserver Baden-Württemberg verwiesen. Sie zeigt den mikroskopisch sichtbaren Vorgang der Plasmolyse unter verschiedenen Vergrößerungen bis zum Endstadium und eignet sich besonders in Klassen, bei denen aus Zeitmangel eine Plasmolyse nicht durchführbar ist, sowie als Wiederholung oder Lernzielkontrolle:

[http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/standards/um/um/schularten/berufliche\\_schulen/berufsschule/hls\\_berufe/material/naturwiss/plasmolyse.htm](http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/standards/um/um/schularten/berufliche_schulen/berufsschule/hls_berufe/material/naturwiss/plasmolyse.htm)

Das Angebot findet sich auf einer Seite, die allgemein Materialien zum Mikroskopieren anbietet: <http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/medik/mikroskopieren/>

## IV Plasmolyse an Zwiebelzellen

### Materialien:

Mikroskop, Traubenzuckerlösung/ Salzlösung, rote Küchenzwiebel.



### Präparatherstellung:

Auf der Innenseite der Schuppe einer roten Küchenzwiebel wird mit einer Rasierklinge ein Dreieck mit einer Seitenlänge etwa 3 mm eingeritzt. Das Häutchen, das aus einer Zell-Lage besteht, wird vorsichtig abgehoben und mit einer Pinzette in einen Tropfen Wasser auf einem Objektträger gebracht. Die Auflage des Deckglases erfolgt über einen schrägen Ansatz mit langsamer Absenkung, sodass keine Bläschenbildung erfolgt.

### Durchführung:

Zur mikroskopischen Betrachtung beginnt man bei der kleinsten Vergrößerung mit der Einstellung einer passenden Stelle, wo die Zellen gut sichtbar und unversehrt sind. Insbesondere ist auf das rote Cytoplasma der Zelle zu achten.

Einige Zellen werden gezeichnet und beschriftet.

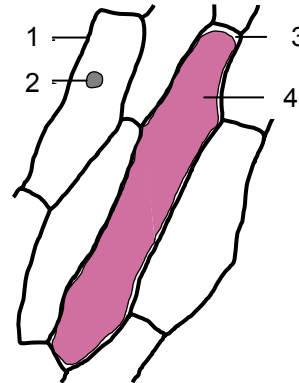
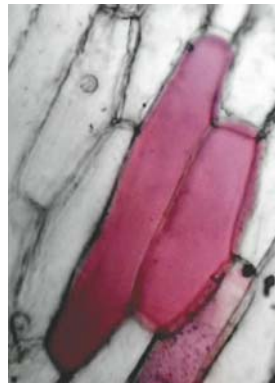
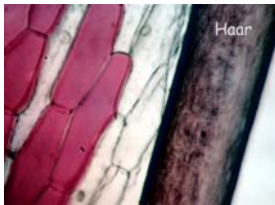
1. Längsschnitt durch eine rote Zwiebel.
2. Wassertropfen in die Mitte eines Objektträgers (Pipette).
3. Herausschälen einer einzelnen Zwiebelschuppe.
4. Schneiden mehrerer Linien in die äußere rot-violette Haut der Zwiebelschuppe (Skalpelle, Rasierklinge: Vorsicht!), sodass ein Gitter entsteht, bei dem die einzelnen Kästchen höchstens so groß sind wie in einem Matheheft.
5. Abziehen der dünnen Haut eines „Kästchens“ mit einer Pinzette.
6. Überbringung des Stücks in den Wassertropfen auf dem Objektträger.
7. Ein Haar neben das Zwiebelhäutchen in den Wassertropfen (Größenvergleich).
8. Abdecken mit einem Deckglas.
9. Mikroskopieren des Präparats zunächst bei schwächster Vergrößerung (Grob- und Feintrieb), Steigerung der Vergrößerung (Wechsel des Objektivs, Feintrieb).
10. Zeichnung des Präparats (etwa 3 Zellen, ca. ½ DinA4-Seite). Beschriftung die Zeichnung.

Zur Einleitung der Plasmolyse wird eine gesättigte Glucose- oder NaCl-Lösung an den Rand einer Seite des Deckglases aufgebracht und an der anderen Seite mit Hilfe eines angesetzten Stücks Filterpapier die Lösung durch das Präparat gesaugt.

Die Plasmolyse ist jetzt beobachtbar und wird in einem bestimmten Stadium gezeichnet.

11. Zuführung einer konzentrierten Lösung in das Wasser unter das Deckglas: Durchsaugen mit Filterpapier.
12. Beobachtung und Beschreibung der Vorgänge.
13. Zeichnung des Präparats (etwa 3 Zellen, ca.  $\frac{1}{2}$  DinA4-Seite). Beschriftung die Zeichnung.

Wird reines Wasser unter dem Deckglas mit Filterpapierstreifen durchgesaugt, vermindert sich die Außenkonzentration. Dadurch kann Wasser wieder in die Zelle eintreten, und der Zellinhalt dehnt sich wieder aus (Deplasmolyse).



1 Zellwand & Zellmembran; 2 Zellkern; 3 Zellplasma; 4 Vakuole

Da sich die Lösungen, denen die Zwiebelzellen ausgesetzt wurden, allein im Gehalt an gelösten Teilchen unterscheiden, wird für die Schüler deutlich, dass darin die Ursache der Veränderung während der Plasmolyse zu finden sein muss.

Die Diffusion ist ihnen als Stoffverteilungsmechanismus bekannt. Ebenfalls ist ihnen klar, dass die Zellmembranen Barrieren darstellen, die nicht einfach durchtreten werden können. Was ist also die Ursache der Volumenänderung und Schrumpfung der Vakuole bzw. der Ablösung der Zellmembran? Der Anteil der Lösung, der dafür verantwortlich sein kann, ist Wasser, da es auf beiden Seiten der Membran vorkommt und strömt, muss es die Membran passieren können. Die gelösten Teilchen kommen ungleich vor und können die Membran aufgrund der Größe bzw. Ladung nicht durchdringen: Ein Konzentrationsausgleich wie er bei der Diffusion angestrebt wird, kann allein durch die Verteilung der Wassermoleküle erfolgen.



An dieser Stelle ist die selektive bzw. vereinfacht semipermeable Membraneigenschaft darzustellen. Die verschiedenen Möglichkeiten, wie Membranen für bestimmte Stoffe selektiv oder eben einfach permeabel sind, sind in einer weiteren Folgestunde anzusprechen (Diffusion, erleichterte Diffusion/ Tunnelproteine, Carrier/ passive und aktive Transportmechanismen). dazu kann den Schülern ein Arbeitsblatt mit einer vergleichenden Darstellung der Varianten des Durchtritt gegeben werden, die sie funktional erklären sollen.

Die selektive Diffusion der Membranen bei der Plasmolyse verdeutlichen sich die Schüler an einer Lernstation, an der ein Funktionsmodell zur Osmose ausliegt. Die Beschreibung und Erklärung erfolgt in einer Gruppe. An einer anderen Station messen Schülergruppen den osmotischen Wert verschiedener Lösungen und machen sich mit der Funktionsweise eines Osmometers vertraut.

Ergänzend können folgende einfache Versuche die osmotischen Vorgänge an intakten Gesamtsystemen nachweisen, indem reines Wasser bzw. Wasser entziehende Mittel einwirken:

- Frische Kirschen werden in Wasser eingelegt und zum Abgleich einige Früchte zurückbehalten. Nach einigen Stunden wird das Größenverhältnis zwischen eingelegten und nicht eingelegten Kirschen verglichen und erklärt.
- Von zwei Karotten wird eine oben ausgehöhlt und mit Salz gefüllt. Beide werden in je eine Proberöhre gesteckt, wobei die Hälfte der Karotte herausragt. Die mit Salz gefüllte Karotte wird nach einigen Tagen nach unten gerutscht sein, da ihr plasmolytisch Wasser entzogen wird.

## V Methodische und didaktische Organisation der mikroskopischen Experimente

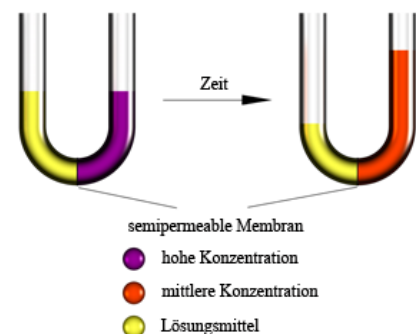
Die vorgestellten Experimente und Übungen sind unabhängig voneinander durchführbar, sodass die Stundenplanung individuell angepasst werden kann.

Lerninhalt	Umsetzung & Durchführung
Techniken zum Mikroskopieren	Schülerübung: Präparatherstellung und Bedienung des Mikroskops
Aufbau der (Pflanzen)Zelle	mikroskopische Betrachtung des Präparates
Plasmolyse: Reaktion lebendiger Systeme zur Regulation des Wasserhaushalts	Veränderung der Umgebung der betrachteten Zellen
Diffusion an Membranen	
Selektivität von biologischen Membranen	Vergleich Permeation/ Osmose
Osmose/ osmotischer Wert	Funktionsmodelle, Gruppenarbeit
Verständnis und Umsetzung von Anleitungen zu Experimenten	

Der Turgordruck, also der hydrostatische Druck in der Pflanzenzelle, der infolge des höheren osmotischen Potentials der Pflanzenzelle gegenüber dem Zelläußeren durch Wassereinstrom in die Zelle bzw. Vakuole entsteht, kann als Saugkraft gemessen werden. Das Bestreben einer Zelle Wasser aufzunehmen bedingt die Stabilität der Pflanzenzelle, da das Zellplasma gegen die Zellwand gerückt wird.

Die Saugkraft kann vereinfacht mittels der Gleichung  $S = O - W$  beschrieben werden (S: Saugkraft; O: Osmotischer Wert; W: Wanddruck). Ein kleiner Wanddruck erhöht bei einem bestimmten osmotischen Wert die Saugkraft, sind osmotischer Wert und Wanddruck gleich, hat eine Zelle keine Saugkraft.

An einer Lernstation sind die Schüler gefordert, osmotische Werte mittels eines Osmometers zu bestimmen.



Dabei muss die Funktionsweise bekannt sein und es muss eine Anleitung berücksichtigt werden, die Versuche zu verschiedenen Lösungen vorsieht.

Die nebenstehende Abbildung zeigt den Steigrohrversuch am Beispiel eines U-Rohres: Wasser diffundiert zur Seite der höher konzentrierten Lösung und verringert diese Konzentration. Da die Steighöhe in Relation steht zu der Konzentration der osmotisch wirksamen Stoffe, kann aufgrund dieser Größe rückgeschlossen werden auf deren Konzentration, also die Saugkraft eines Systems. Die Schwerkraft wirkt hier entsprechend dem Wanddruck einer Zelle.

## VI Osmometer ( Informationstext und Anleitung zur Schülerübung )

Die im Osmometer (Artikelnummer: 1044106) verwendete semipermeable, also nur für bestimmte Stoffe durchlässige Membran ist keine Bio-Membran im engeren Sinne, sondern Teil eines tierischen Organs. Sie besitzt jedoch selbst in totem Zustand semipermeable Eigenschaften. Der Durchlässigkeitsgrad ist unterschiedlich je nach Eigenschaft des verwendeten Stoffes, insbesondere der Teilchengröße (bei lange dauernden Versuchen macht sich in geringem Maß eine allgemeine, hier aber vernachlässigbare Durchlässigkeit bemerkbar):



- undurchlässig für Polysaccharide (z.B. Stärke) und Proteine;
- weitgehend undurchlässig für Disaccharide (z.B. Rohrzucker);
- sehr geringe Durchlässigkeit für Monosaccharide (z.B. Traubenzucker, weil kleinere Molekülgröße als die Disaccharide); macht sich aber erst nach längerer Zeit bemerkbar, daher sind kurzfristige Osmoseversuche auch mit Monosacchariden möglich.
- hohe Durchlässigkeit für anorganische Ionen (rasche Diffusion durch die Membran).

### Einfacher Osmose-Versuch

#### Versuchsanordnung:

Glockentrichter mit Rohr, graduiertem Plastikbecher und durchbohrtem Deckel, Gummiring, Tropfpipette und Ersatzmembran.

- Herstellen einer konzentrierten, wässrigen Rohrzuckerlösung (Haushaltszucker);
- Anfeuchten der Membran vor Versuchsbeginn (sie muss völlig nass sein);
- Füllung des Glockentrichters mit Hilfe der Tropfpipette (steht mit der Membran auf einer ebenen Unterlage);

- Füllung des Rohres zu etwa einem Drittel durch Ansaugen; dieses wird fest in die Öffnung der Glocke gesteckt (Entfernung von Luftblasen durch leichtes Schütteln oder Klopfen); Füllung des Plastikbechers mit ca. 125 ml Wasser (Leitungswasser);
- Aufstecken des Steigrohrs durch die Öffnung in der Mitte des Deckels, Aufsetzen des Deckels auf den Becher und Befestigung des Rohrs mit dem Gummiring, sodass die Membran sich etwa in Höhe der 100 ml-Marke befindet ;
- Markieren des Wasserstands im Steigrohr und Notieren der Uhrzeit

Nach einiger Zeit beginnt die Flüssigkeitssäule im Rohr zu steigen (ca. 2,5 cm pro Stunde). Die Flüssigkeitsmenge im Glockentrichter und Steigrohr hat also zugenommen.

### **Aufgaben:**

- 1 Wie lange nimmt der Glockentrichter (Pflanzenzelle, vgl. Deplasmolyse) Wasser auf: Welches sind die begrenzenden Faktoren in einer Zelle?
- 2 Erkläre die Vorgänge, die zum Ansteigen der Flüssigkeitssäule führen.
- 3 Welche Faktoren beeinflussen die Aufnahme von Wasser in die Zelle?
- 4 Beschreibe die Beziehungen zwischen Saugkraft und osmotischem Wert.
- 5 Beschreibe die Beziehung zwischen Saugkraft und Wanddruck („wann ist Saugkraft am größten?“).
- 6 Erstelle Formel für Saugkraft der Zelle (bedenke die Proportionalitäten, s.o.) und erläutere („unter welcher Bedingung ist die Saugkraft am größten, am kleinsten?“).

Nach Gebrauch wird die Membran gründlich gespült und bei Zimmertemperatur getrocknet. Sie ist so behandelt unbegrenzt haltbar und mehrfach wieder verwendbar.

### **Antworten:**

- 1 Begrenzende Faktoren: Wanddruck, osmotischer Wert
- 2 Erklärung  
Die gelösten Rohrzuckerteilchen sowie die Wasserteilchen selbst befinden sich in stetiger Bewegung (Diffusion). Wäre die Membran für beide Stoffe ungehindert passierbar, würde im System bald ein Konzentrationsausgleich eintreten (gleichmäßige Verteilung von Wasser und Rohrzucker).  
Die semipermeable Membran verhindert einen Durchtritt der Rohrzuckermoleküle, während Wassermoleküle praktisch ungehindert passieren können (geringe Permeabilität für Rohrzucker kann hier vernachlässigt werden).  
Da in einem bestimmten Volumen Rohrzuckerlösung weniger Wasserteilchen vorhanden sind als in dem gleichen Volumen reinen Wassers (die „Wasserkonzentration“ in der Lösung ist geringer als die im Wasser) ergibt sich ein Konzentrationsgefälle: Es diffundieren mehr Wasserteilchen durch die Membran in den Glockentrichter als in umgekehrter Richtung: „Osmose“.

Er dauert so lange, bis der im Steigrohr entstandene hydrostatische Druck bewirkt, dass gleich viele Wassermoleküle in der gleichen Zeit die Membran in beiden Richtungen passieren. Dieser hydrostatische Druck entspricht dem osmotischen Druck (die Länge des Steigrohres reicht allerdings dazu nicht aus).

- 3 Die Aufnahme von Wasser in die Zelle wird beeinflusst durch Konzentration, osmotischen Wert, zudem: Wanddruck (s.o.).
- 4 Saugkraft proportional zum osmotischen Wert.
- 5 Saugkraft antiproportional zum Wanddruck.
- 6  $S = O - W$   
(Saugkraft = Osmotischer Wert – Wanddruck)

## VII Weitere Experimente (mit mehreren Osmometern)

### 1. Vergleich verschiedener Zucker als osmotisch wirksame Substanzen

Je ein Osmometer wird mit je 20%-iger Saccharose- bzw. Glucoselösung gefüllt Die Glockentrichter tauchen im Wasser ein.

Es wird der Anstieg der Wassersäulen beider Osmometer beobachtet und verglichen: Welche der beiden Lösungen erzeugt den größeren osmotischen Druck?

Hinweis:

Die Molekülmasse ( $u$ ) des Rohrzuckers (Saccarose) ist 342, die des Traubenzuckers (Glukose) 180.

Zeit [min]		
	Saccharose ( $u$ )	Glucose ( $u$ )

### 2. Vergleich verschieden konzentrierter Lösungen von Saccharose

Eine konzentrierte Rohrzuckerlösung wird im Verhältnis 1:1, 1:2, 1:3 usw. verdünnt. Jede dieser Lösungen wird in einen separaten Osmometer gefüllt, dessen Becher Wasser enthält.

Es werden Parallelversuche unter gleichen Bedingungen durchgeführt und die Steighöhen in den einzelnen Osmometern verglichen.

Zeit [min]	Saccharoselösung, Anstieg im Steigrohr [mm]				
	1:0 (100%)	1:1 (50%)	1:2 (33%)	1:3 (25%)	1:4 (20%)

### 3. Test von Harnstoff auf Permeabilität und osmotische Wirksamkeit

Ein Osmometer wird mit Harnstoff-Lösung gefüllt und der Glockentrichter in Wasser getaucht.

Die Wassersäule im Steigrohr wird über mehrere Stunden beobachtet. Die Beobachtung wird beschrieben und gedeutet.

### 4. Permeabilität für Iod

Die Diffusion von Jod durch die Membran kann mit Hilfe der Jod-Stärke-Reaktion (blauschwarze Färbung) gezeigt werden.

In das Trichterrohr wird verdünnte Lugol'sche Lösung gefüllt und gut gespült. Der Glockentrichter wird in eine ca. 1%-ige Stärkelösung eingetaucht. Nach kurzer Zeit ist Jod durch die Membran hindurch zur Stärke gelangt (Färbung), während die großen Stärkemoleküle nicht durch die Membran hindurch treten können.

### 5. Permeabilität für Ionen

Zum Nachweis der Diffusion von Ionen durch die Membran wird eine Natriumhydrogenkarbonat-Lösung in das Osmometer gefüllt. Werden dem Wasser, in das das Osmometer getaucht wird, zuvor einige Tropfen Phenolphthalein-Lösung als Indikator zugefügt, zeigt das Phenolphthalein rasch eine alkalische Reaktion (Rotfärbung) an.

## 6. Permeabilität für Gase

Auch Gas diffundiert durch die Membran. Sind dem Glockentrichter mit Wasser einige Tropfen Phenolphthalein als Indikator zugefügt – die Membran sollte zuvor angefeuchtet sein – und werden anschließend mehrere Tropfen Salmiakgeist (Ammoniumhydroxid) in den Becher geben, kann die Permeabilität für Gase nachgewiesen werden.

Der Glockentrichter und das Steigrohr werden mit Hilfe des Deckels und des Gummiringes freischwebend im Becher befestigt. Ammoniak steigt auf und diffundiert durch die Membran. Die Phenolphthalein-Lösung färbt sich rot.

Osmometer für Schülerübungen

Best.-Nr.: [104.4106](#)

Osmometer für Schülerübungen, Klassensatz 10 Stk.

Best.-Nr.: [104.4107](#)

## VIII Osmose-Funktionsmodelle (nach Bischof)

Das Modell simuliert die Diffusion der Wassermoleküle durch die semipermeable Membran in einer Zellwand. Der Raum, in dem sich die großen Salzmoleküle befinden, stellt das Zellinnere dar, der andere Teil steht für den Interzellularraum (Ausgangssituation: die großen Kugeln befinden sich oben).

Die „Wassermoleküle“ befinden sich nun sozusagen außerhalb der Zelle im Interzellularraum.



Nun wird die Dose auf eine waagrechte Unterlage gelegt und mit kurzen Schüttelbewegungen schnell hin und her bewegt, ohne dass der Dosenboden von der Unterlage abhebt. Schütteln bewirkt eine Trennung der großen und kleinen „Moleküle“. Im Modell muss das ganze Zell-Molekül-System bewegt werden, während in vivo nur die Moleküle, durch die Umgebungswärme angeregt, zu Ortsveränderungen veranlasst werden.

### Aufgaben

- 1 Arbeite an dem Modell laut Anleitung und begründe die Notwendigkeit des Schüttelns. Welcher tatsächliche Vorgang wird imitiert?

- 2 Stelle die Abläufe im Versuch dar und halte Deine Beobachtungen fest. Fertige dazu auch eine Zeichnung an („vorher- nachher“).
- 3 Beschreibe Eigenschaften der Membran und setze die Teilchen im Modell mit solchen in der Lösung (Osmometerversuch) gleich. Welche Membraneigenschaften bedingen, dass Ionen und große Teilchen diese nicht einfach durchdringen können?
- 4 Den modellhaft dargestellten Vorgang bezeichnet man als Osmose. Definiere den Begriff auf Grundlage des Versuchs.

Osmose-Funktionsmodell, 3 Stk.  
Osmose-Funktionsmodell, 10 Stk.

Best.-Nr.: [104.4248](#)  
Best.-Nr.: [104.4249](#)

### Antworten

- 1 Brown'sche Molekularbewegung/ Eigenbewegung der Teilchen/ kinetische Energie
- 2 Das Schütteln führt dazu, dass die kleinen „Wassermoleküle“ durch die „Membranporen“ hindurch treten, während die großen sich ebenfalls bewegenden „Salzmoleküle“ die Membranporen nicht passieren können. Die Substratkonzentration in der Zelle ist dann gesättigt, wenn in die Zelle hinein ebenso viele „Wassermoleküle“ diffundieren, wie aus der Zelle heraus.  
Der in der Zelle im Vergleich zum Außenmedium erhöhte osmotische Druck ergibt sich aus der Summe der „Wasser-“ und „Salzmoleküle“, die gemeinsam gegen die Zellmembran drücken.
- 3 Aufbau und Analogie des Modells  
durchlöcherter Scheidewand = semipermeable Membran (der Zellwand)  
große schwarze Kugeln = große Salzmoleküle  
kleine rote Kugeln = kleine Wassermoleküle
- 4 Osmose ist die Diffusion durch eine semipermeable Membran  
(Semipermeabel = durchlässig für Wasser und darin gelöste Gase, nicht aber für große und/oder geladene Teilchen, Ionen).



...und weil eine Reise auf die Kanaren nicht nur sonnige Zeit verspricht, noch ein „osmotisches Rezept“:

## Kanarische Runzelkartoffeln, Papas arrugadas

Kartoffeln gut waschen, evtl. abbürsten (nicht schälen). Kartoffeln mit dem Meersalz und 1 Liter Wasser ca. 30 Minuten gar kochen, Wasser abgießen und auf der heißen Herdplatte ausdampfen lassen, bis sich die Schale runzelt. Papas arrugadas werden traditionell zusammen mit Mojo gegessen.

Zutaten für 4 Portionen:  
1,5 kg kleine Kartoffeln  
250 g Meersalz



## Empfohlene Conatex-Produkte

[Mikroskope](#)

[Mikroskopierutensilien](#)

[Modell zur Brown'schen Molekularbewegung](#)