

Plasmolyse bei Zwiebelzellen



Bildquelle: Pexels

Mikroskopisches Praktikum zur Permeabilität von Zellmembranen Plasmolyse von Zwiebelzellen

Klassenstufe	Thema	Niveau	Vorbereitungszeit
Sek II + Grundkurs	Plasmolyse	• •	•

Aufgabenstellung

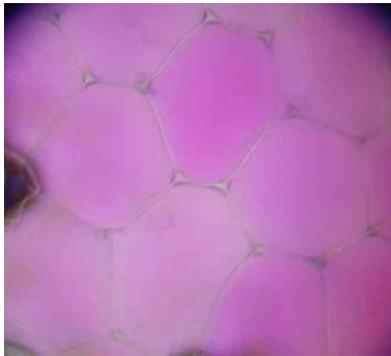
In dieser Anleitung lernen Schülerinnen und Schüler den Vorgang der Osmose anhand der Plasmolyse von Pflanzenzellen kennen. Als Beispiel dient die rote Küchenzwiebel. Sie lernen und üben das Anfertigen und Zeichnen von Mikropräparaten, sowie den Umgang mit dem Mikroskop.

Die Diffusion ist ihnen aus vorherigen Unterrichtsstunden als Stoffverteilungsmechanismus bekannt. Ebenfalls ist ihnen klar, dass Zellmembranen Barrieren darstellen, die nicht einfach durchtreten werden können.

Einleitung

Leitfrage/ Problemstellung für Osmose aus dem Alltag:

Das Aufplatzen reifer Kirschen und Tomaten nach Benetzung mit Regenwasser sind Phänomene aus dem Alltag. Sie sind Schülerinnen und Schülern idealerweise bekannt. Welche Veränderungen geschehen in diesen Pflanzenteilen, sodass sie aufplatzen?

Hintergründe und Anwendungsbereiche:

Triebkraft der Osmose ist der Konzentrationsunterschied eines oder mehrerer gelöster Stoffe in den durch eine Membran getrennten Phasen. Wassermoleküle können diese Membran 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 Konkurrenzverhalten der Wassermoleküle mit den anderen gelösten Molekülen und Teilchen um den Zugang zur Membran ein, sodass weniger Wassermoleküle pro Zeiteinheit nach außen dringen als umgekehrt. Der Themenbereich Osmose wird gewöhnlich zum Eintritt in die Oberstufe nähergebracht. 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).
- 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 bereitstellt.
- Durch Aufbau bzw. Änderung des Turgors (der Druck des Zellsafts auf die Zellwand) 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).

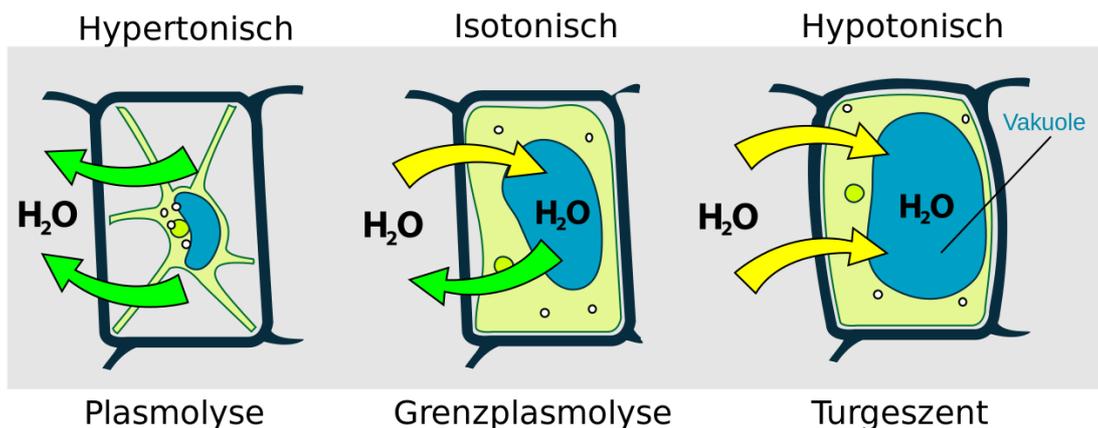


In Versuchen können mittels Plasmolyse, also einer Turgorveränderung durch Wasser entziehende Mittel, osmotische Vorgänge und deren Wirksamkeit Schülern experimentell und selbsttätig vermittelt werden. Eine Methode ist die des Mikroskopierens und Beobachtens der gefärbten Vakuole einer Pflanzenzelle 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.

Vor der Plasmolyse füllt die Zentralvakuole der roten Zwiebel 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.

Zum Zeitpunkt der Ablösung des Plasmas 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.



Bildquelle: Wikipedia

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 Konzentrationswert der Lösung.

Durchführung des Versuchs: Plasmolyse bei Zwiebelzellen

Vorbereitend, zur Anschauung und Einleitung des Phänomens, können vorher in reinem Wasser eingelegte Kirschen präsentiert werden. Auch um am Stundenbeginn auf die Leitfrage hinzuführen. Exemplarisch wird die Zelle der roten Küchenzwiebel zur Untersuchung gewählt, da die Vakuolen einiger Zellen durch ihren Zellsaft bereits ausreichend gefärbt sind und ein Färbeschritt entfällt.

Material:

- Mikroskope mit geeigneter Vergrößerung und Beleuchtung
- Objektträger
- Deckgläschen
- Wasser
- Gesättigte Glucose- oder NaCl-Lösung
- Reines Wasser
- Pipetten
- Präparationsbesteck, altersgemäß ausgewählt, inklusive Rasierklinge
- Frisches Material für das Präparat: rote Küchenzwiebel
- Blanke DIN-A4 Seiten für Zeichnungen
- Bleistift, Härtegrad HB empfohlen

Allgemeines zur Betrachtung eines Präparats:

Zur mikroskopischen Betrachtung beginnt man bei der kleinsten Vergrößerung mit der Einstellung einer passenden Stelle, an der die Zellen gut sichtbar und unversehrt sind. Mit Steigerung der Vergrößerung (Wechsel des Objektivs) wird sich an die betrachtete Stelle herangetastet.

Allgemeines zur Zeichnung und Beschriftung von Präparaten:

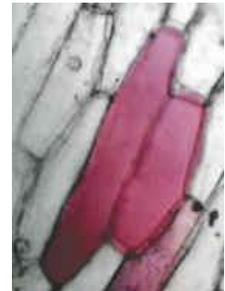
- Die Zeichnungen und Beschriftungen sind ausschließlich mit Bleistift anzufertigen. Keine Farben, Tinte Kugelschreiber o.Ä. werden verwendet, bei Bedarf sind Schraffuren optional.
- In der oberen, linken Ecke jeder Seite werden Name des Zeichners, Datum, sowie Gattung, Art und deutscher Name des gezeichneten Organismus festgehalten. Darunter wird der zu sehende Ausschnitt beschrieben (Beispiel: Übersichtszeichnung des Zellverbands).
- Alle zu sehenden/bekanntenen Strukturen werden beschriftet. Die Begriffe liegen außerhalb der Zeichnung und werden durch Linien (Lineal!) mit den Strukturen verbunden. Ein Durchkreuzen und Überstreichen der gesamten Zeichnung ist zu vermeiden – Begriffe sind möglichst sinnvoll um die Zeichnung herum zu verteilen.
- Die Zeichnungen erfolgen möglichst groß. Ein Minimum von ½ DIN-A4 Seite ist empfehlenswert.
- Es erfolgt nur eine Zeichnung pro DIN-A4 Seite

Herstellung des Präparats:

1. Auf der Innenseite der Schuppe einer roten Küchenzwiebel wird mit einer Rasierklinge ein Dreieck mit einer Seitenlänge etwa 3 mm eingeritzt.
2. Ein Wassertropfen wird in die Mitte eines Objektträgers platziert (Pipette).
3. Das geritzte Dreieck, das aus einer Zell-Lage besteht, wird mit einer Pinzette vorsichtig abgehoben und auf den Tropfen Wasser gebracht. 
4. Ein Deckgläschen wird, über einen schrägen Ansatz mit langsamer Absenkung, auf das Präparat gelegt. Somit wird Bläschenbildung vermieden.
5. Das fertige Präparat kann auf einen Mikroskoptisch aufgelegt werden.

Zeichnungen von Zellen in Isotonischer Lösung:

1. Eine Übersichtszeichnung des Zellverbunds (Form und Lage der Zellen zueinander) wird angefertigt.
2. Eine Detailzeichnung einer einzelnen Zelle (Insbesondere ist auf Zellkern, Zellwand, Vakuole zu achten) wird angefertigt.

Zeichnungen von Zellen in Hypertonischer Lösung:

1. Zur Einleitung der Plasmolyse wird eine gesättigte Glucose- oder NaCl-Lösung mit einer Pipette 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 nun beobachtbar.
2. Eine Detailzeichnung einer Zelle in einem bestimmten Stadium der Plasmolyse wird angefertigt.

Zeichnungen von Zellen in Hypotonischer Lösung:

1. Im Anschluss wird reines Wasser unter dem Deckglas mit Filterpapierstreifen durchgesaugt. Dies vermindert die Außenkonzentration. Dadurch kann Wasser wieder in die Zelle eintreten, die Deplasmolyse ist beobachtbar.
2. Eine Detailzeichnung einer Zelle in einem bestimmten Stadium der Deplasmolyse wird angefertigt.

Datenanalyse

Auswertung der Ergebnisse:

Da sich die Lösungen, denen die Zwiebelzellen ausgesetzt wurden, allein im Gehalt an gelösten Teilchen unterscheiden, wird für die Schülerinnen und Schüler deutlich, dass darin die Ursache der Veränderung während der Plasmolyse zu finden sein muss. Die Diffusion ist ihnen aus vorherigen Unterrichtsstunden 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. Dieser Vorgang, die Osmose, ist damit eine spezifische Form der Diffusion an Membranen, welche selektiv wirkt und durchlässig für Wasser und darin gelöste Gase, nicht aber für große und/oder geladene Teilchen/Ionen ist.

Die Plasmolyse wurde zudem als ein reversibler Vorgang erkannt. Es bleibt als Transferleistung zu klären, welcher Zusammenhang mit dem eingangs beschriebenen Alltagsphänomen besteht.

Klärung der Leitfrage/ der Problemstellung:

Die Schülerinnen und Schüler übertragen ihre Ergebnisse auf den Fall der Kirschen und Tomaten. Es 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. Es baut sich ein hohes Konzentrationsgefälle und osmotischer Druck auf, da das Wasser des Zellsaftes durch den hohen Zuckergehalt und andere gelöste Stoffe eine konzentrierte Lösung darstellt, die der gering konzentrierten Lösung des Regenwassers gegenübersteht. Wasser dringt durch die äußere Haut in die Frucht ein. Die Zuckermoleküle können die Semipermeable Membran nicht für einen Konzentrationsausgleich passieren. Da sich die Zellen nicht beliebig weit ausdehnen können, reißt die äußere Haut der Frucht.

An dieser Stelle kann die selektive bzw. vereinfacht semipermeable Membraneigenschaft und die Abläufe an der Membran dargestellt werden. Beispielsweise, als Sicherung für die Schülerinnen und Schüler, in einem Tafelbild.

Als wichtiges, zu klärendes Vokabular werden die Begriffe Osmose, osmotischer Druck, Semipermeabilität, Plasmolyse und Deplasmolyse empfohlen. Zusätzlich können auch die Typen der Plasmolyse (Konvex- Konkav- Kappenplasmolyse) beschrieben werden.

Inhalte für Folgestunden:

Die verschiedenen Möglichkeiten, wie Membranen für bestimmte Stoffe selektiv oder einfach permeabel sind, können in einer weiteren Folgestunde angesprochen werden (Diffusion, erleichterte Diffusion/ Tunnelproteine, Carrier/ passive und aktive Transportmechanismen). dazu kann den Schülern ein Arbeitsblatt mit einer vergleichenden Darstellung der Varianten des Durchtritts gegeben werden, die sie funktional erklären sollen.