

5 Stofftransport durch Membranen

5.1 Passiver Transport

Problem: Wie erzeugt die Zellsaftvakuole den nötigen Druck, um Pflanzen ihre Stabilität zu verleihen?

Versuch 1:

Ein Farbstoff wird auf den Grund eines mit Wasser gefüllten Standzylinders pipettiert.

Beobachtung 1:

Der Farbstoff verteilt sich im Laufe der Zeit im gesamten Standzylinder.

Erklärung 1:

Die beiden Flüssigkeiten bestehen aus kleinsten Teilchen, die sich in ständiger Bewegung befinden. Dadurch kommt es zu einer gleichmäßigen Verteilung der Teilchen im Standzylinder.

Diesen Ausbreitungsprozess bezeichnet man als Diffusion. Er erfolgt immer von Orten höherer zu Orten mit niedrigerer Konzentration.

Versuch 2:

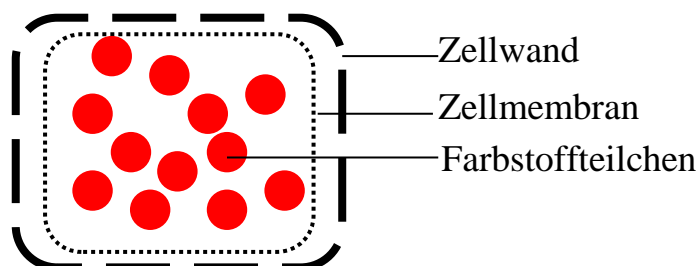
Ein Stück rote Rübe wird zum Trocknen ausgelegt. Die Veränderung der Masse wird verfolgt.

Beobachtung2:

- $m_1(\text{Rübe}) = \text{_____ g}$ $m_2(\text{Rübe}) = \text{_____ g}$
 $\Delta m(\text{Rübe}) = m_1 - m_2 = \text{_____ g}$
- Farbe verändert sich nicht.

Erklärung2:

Wasserteilchen können die Zellmembran passieren, d. h. die Rübe trocknet aus. Die Farbstoffteilchen können die Zellmembran jedoch nicht passieren, d. h. die Zellmembran ist nur für bestimmte Stoffe durchlässig. Sie ist semipermeabel.

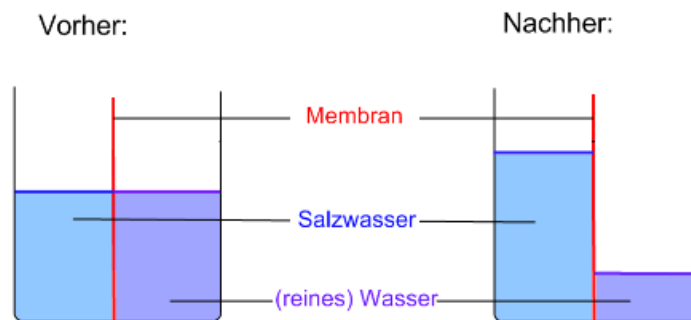


Versuch 3:

Zwei Gefäße, die durch eine semipermeable Membran getrennt sind, werden mit destilliertem Wasser bzw. einer konzentrierten Salzlösung gefüllt. Der Wasserdruck in beiden Flüssigkeiten wird verfolgt.

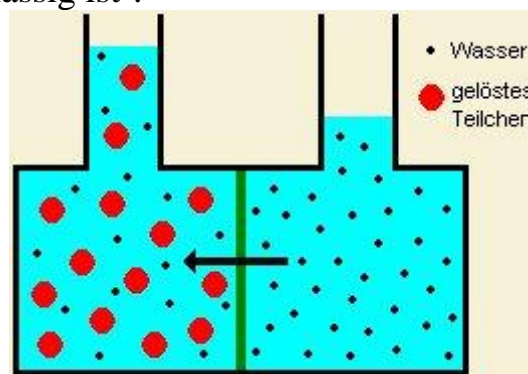
Beobachtung 3:

Im Gefäß mit der Salzlösung steigt die Flüssigkeitssäule in der Kapillare an¹.



Erklärung 3:

Sowohl das Wasser als auch die Salzteilchen haben das Bestreben sich größtmöglich zu verteilen (Diffusion!). Dieses Bestreben können jedoch nur die Wasserteilchen verwirklichen, da die semipermeable Membran nur für Wasserteilchen durchlässig ist².



Somit gelangt mehr Wasser in die Zelle A. Es entsteht ein Druck, der die Flüssigkeit in der Kapillare nach oben drückt.

Als **Osmose** bezeichnet man die Diffusion durch eine semipermeable Membran in Folge eines Konzentrationsausgleichs.

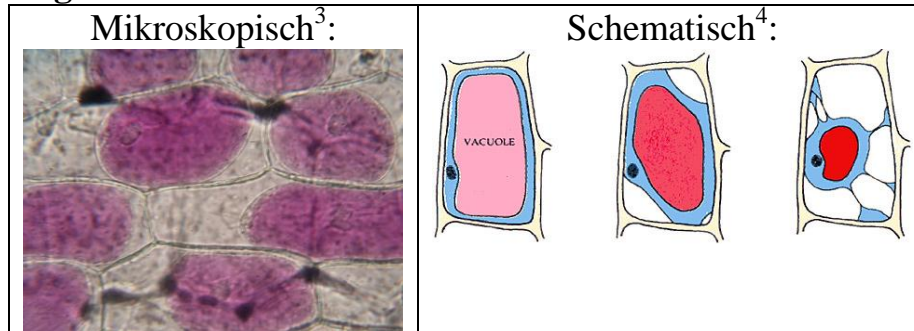
¹ <http://www.physikclub.de/informationen-uber-den-physikclub/rueckblick/im-juli-2009-beendete-projekte/osmose-kraftwerk/Osmose.png>

² <http://www.vias.org/kas/de/img/osmose.jpg>

Versuch 4:

Zwiebelzellen werden in eine konzentrierte Kochsalzlösung gebracht und die Veränderungen mikroskopisch verfolgt.

Beobachtung 4:



Die Zellsaftvakuole schrumpft und das Zellplasma löst sich von der Zellwand ab (Plasmolyse).

Medium: Plasmolyse Zwiebelzellen Schrödel

Erklärung 4:

Wasser diffundiert aus der Zellsaftvakuole in das umgebende Millieu (Osmose), da hier eine höhere Konzentration als in der Zelle vorliegt → Zellplasma schrumpft.

Bringt man die Zellen erneut in reines Wasser, diffundiert das Wasser zurück in die Zelle, da jetzt im Innern der Zelle eine höhere Konzentration vorliegt.

Fazit:

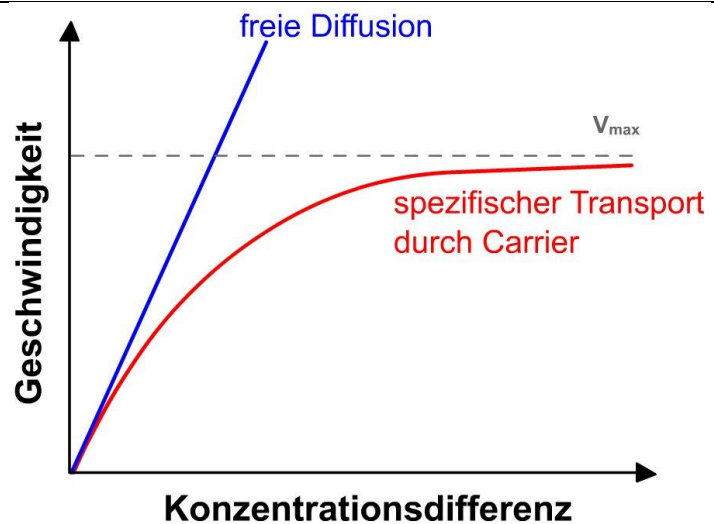
- Die Pflanzenzelle erhält ihre Stabilität durch einen Druck den die Zellsaftvakuole auf die Zellwand ausübt. man bezeichnet ihn als Turgor.
- Der Turgordruck ist ein Ergebnis eines osmotischen Wassereinstroms aus der Umgebung in die Zellsaftvakuole (konzentrierter Zellsaft!)

³ <http://www.svtadam.com/images/plasmolyse1%5B1%5D.jpg>

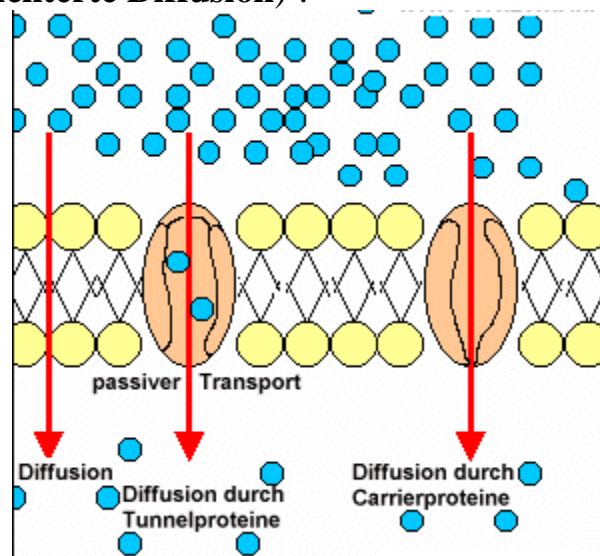
⁴ <http://www.fontys.nl/lerarenopleiding/tilburg/biologie/cd%20amsterdam/cdw/almanak/5prcurs/celbiol/plasmolyse4.jpg>

Untersucht man die Wanderungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Konzentrationsunterschied bei freier Diffusion durch eine Membran (blaue Kurve), so ergibt sich folgendes Bild⁵:

Je größer der Konzentrationsunterschied ist, desto schneller ist die Wanderungsgeschwindigkeit (direkte Proportionalität).



Für spezielle Substanzen finden sich in der Membran bestimmte **Tunnelproteine** (Kanäle), durch die die Substanzen hindurch treten können oder **Carrier**-moleküle, die die Stoffe entlang des Konzentrationsgefälles transportieren (**erleichterte Diffusion**)⁶.



Im Unterschied zur freien Diffusion durch die Membran nähert sich die Transportgeschwindigkeit einem Maximum an. Wenn alle Tunnelproteine bzw. Carrier-Moleküle besetzt sind, lässt sich die Transportgeschwindigkeit nicht weiter steigern.

Beim passiven Transport durch eine semipermeable Membran wandern kleine Teilchen *ohne Energieaufwand entlang eines Konzentrationsgradienten* von Orten hoher zu Orten niedriger Konzentration.

⁵ http://www.chemgapedia.de/vsengine/media/vsc/de/ch/8/bc/transport/bilder/diffkin_swf_altref.jpg

⁶ <http://www.scheffel.org.bw.schule.de/faecher/science/biologie/Cytologie/92transport/transport.gif>

5.2 Aktiver Transport

Beim aktiven Transport werden Stoffe unter **Energieverbrauch gegen einen Konzentrationsgradienten** von Orten niedriger zu Orten hoher Konzentration befördert.

Voraussetzung: Membran enthält aktive Transportproteine, die unter Energieverbrauch Stoffe durch die Membran transportieren.

Die Transportgeschwindigkeit ist nicht direkt proportional zum Konzentrationsunterschied.

Man unterscheidet⁷:

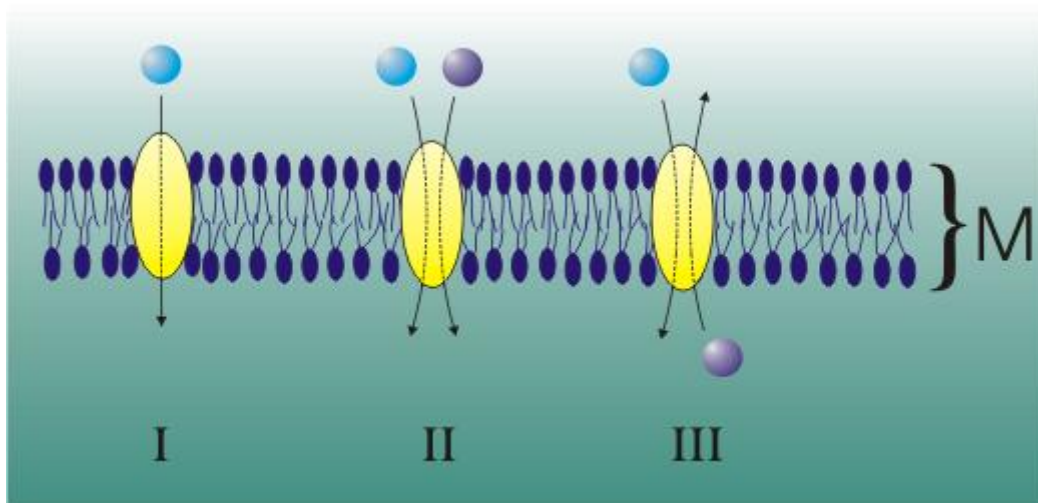


Bild I: Primär aktiver Transport

Energiequelle: ATP

Unter ATP-Verbrauch wird ein Teilchen durch ein Tunnelprotein entgegen des Konzentrationsgefälles transportiert.

Bsp. Na-K-Ionenpumpe

Bild II und III: Sekundär aktiver Transport

Energiequelle: Diffusion eines zweiten Teilchens

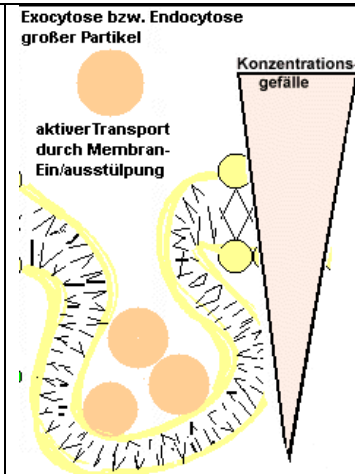
Hier wandert ein zweites Teilchen entlang des Konzentrationsgefälles in die gleiche Richtung (Bild II, Symport) wie das zu transportierende Molekül oder in die entgegengesetzte Richtung (Bild III, Antiport) durch die Membran

Bsp. Glucose-Aufnahme in Dünndarm-Zellen.

⁷ <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ca/TransportProteine.png>

5.3 Transport in Vesikeln

Zusätzlich können Substanzen die Biomembranen auch in Vesikeln passieren⁸:
Dabei verschmelzen Transportvesikel mit der Membran und durchdringen so die Hülle.



HA: S.25:

Stelle den Vorgang der Phagozytose zeichnerisch dar und erkläre den Unterschied zwischen passivem, aktivem Transport und dem Transport in Vesikeln.

⁸ <http://www.scheffel.org.bw.schule.de/faecher/science/biologie/Cytologie/92transport/transport.gif>