

2 Stofftransport durch die Membran

Diffusion, aktiver Transport und Osmose

Nährstoffe werden in die Zelle transportiert, Abfallstoffe werden aus der Zelle ausgeschieden. Der Transport durch die Zellmembran und innerhalb der Zelle kann dabei auf unterschiedliche Weise erfolgen.

Manche Stoffe werden von der Membran kaum zurückgehalten. Sie durchqueren die Membran durch **Diffusion** weitgehend unkontrolliert. Für andere Stoffe hat die Membran „Tore“ (Membranproteine), die die Diffusion erleichtern. Wieder andere Stoffe können die Membran nicht von alleine durchqueren und die Zelle muss Energie in Form von ATP aufwenden, um die Stoffe **aktiv** durch die Membran zu **transportieren**.

Die **Diffusion** ist ein physikalischer Prozess, der zu einer gleichmäßigen Verteilung von Teilchen und somit zur vollständigen Durchmischung zweier Stoffe führt. Die Diffusion beruht auf der thermischen Eigenbewegung von Teilchen. Bei ungleichmäßiger Verteilung bewegen sich statistisch mehr Teilchen aus Bereichen hoher in Bereiche geringer Konzentration bzw. Teilchendichte als umgekehrt. Dadurch wird der Stofftransport bewirkt, den man als Diffusion bezeichnet. Die Zeit, die dafür benötigt wird, wächst mit dem Quadrat des Abstands. Die Diffusion ist daher vor allem auf sehr kleine Entfernungen (unter 1 mm) beschränkt. Bei größeren Entfernungen spielen Strömungen von Flüssigkeiten und Gasen eine größere Rolle.

Die Diffusion kann durch Flüssigkeiten und Gase, aber auch durch feste Stoffe (z.B. eine poröse Wand oder Membran) hindurch erfolgen. Im Gegensatz dazu ist die **Osmose** eine Diffusion von Lösungsmittel (z.B. Wasser) durch eine für den gelösten Stoff undurchdringbare (z. B. Zucker) (selektiv permeable = halbdurchlässige) Membran (siehe nächste Seite).



Der schottische Biologe Robert Brown (1773–1858) erkannte, dass sich alle Moleküle bewegen und dabei aneinanderstoßen. Dieses Phänomen nannte er thermische Eigenbewegung: Je höher die Temperatur ist, desto stärker bewegen sich die Teilchen.

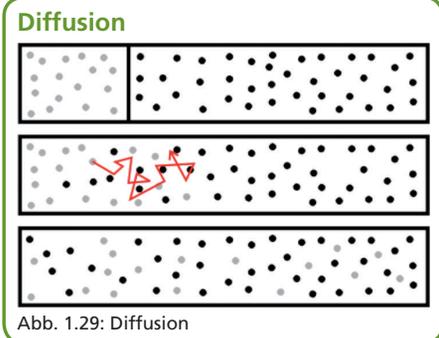


Abb. 1.29: Diffusion

Stofftransport durch die Membran

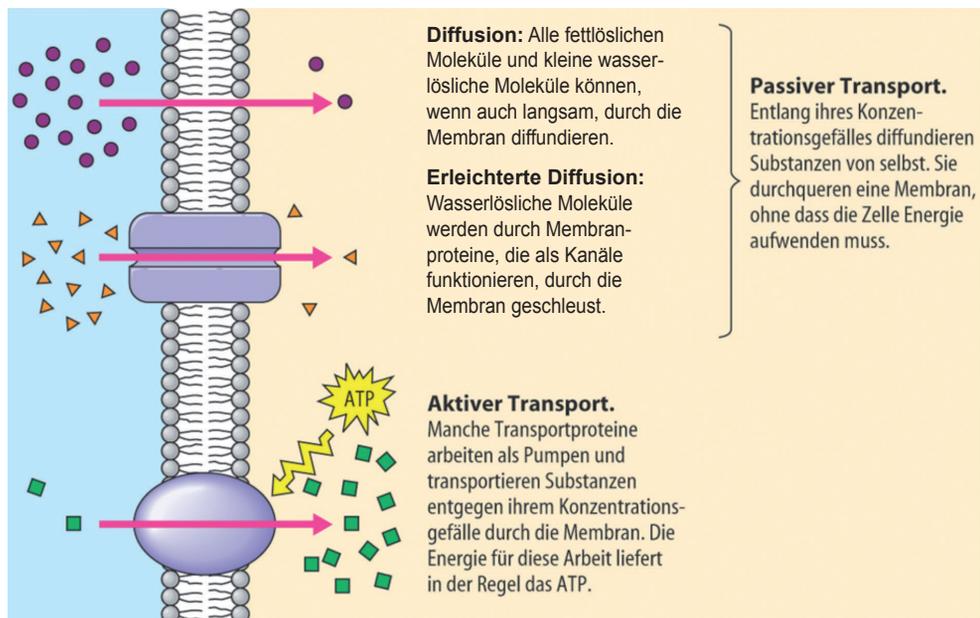


Abb. 1.30: Aktiver und passiver Stofftransport durch die Membran

Diffusion: Alle fettlöslichen Moleküle und kleine wasserlösliche Moleküle können, wenn auch langsam, durch die Membran diffundieren.

Erleichterte Diffusion: Wasserlösliche Moleküle werden durch Membranproteine, die als Kanäle funktionieren, durch die Membran geschleust.

Aktiver Transport. Manche Transportproteine arbeiten als Pumpen und transportieren Substanzen entgegen ihrem Konzentrationsgefälle durch die Membran. Die Energie für diese Arbeit liefert in der Regel das ATP.

Passiver Transport. Entlang ihres Konzentrationsgefälles diffundieren Substanzen von selbst. Sie durchqueren eine Membran, ohne dass die Zelle Energie aufwenden muss.

Kleinere fettfreundliche (= hydrophob = wasserabweisend) **Moleküle** können die Membran sehr leicht durchqueren, da sie leicht zwischen die fettabweisenden Phosphatköpfe passen. **Wasserfreundliche Moleküle** (= hydrophil) können die Membran nicht ohne weiteres durchqueren, da die Innenschicht der Membran ja fettfreundlich und somit wasserabstoßend ist. Für alle wasserfreundlichen und die großen fettfreundlichen Moleküle werden aus diesem Grund eigene Proteinkanäle angelegt, um den Durchtritt zu erleichtern. Wieder andere Stoffe werden unter Energieaufwand aktiv in die Zelle aufgenommen.

Osmose

Als Osmose wird der gerichtete Fluss von Molekülen (Diffusion) durch eine selektiv permeable (halbdurchlässige) Membran bezeichnet. Solche Membranen sind nicht für alle Stoffe gleich gut durchlässig. Die Osmose ist für viele Abläufe in der Natur von Bedeutung, besonders für die Regulation des Wasserhaushalts von Zellen. Viele Biomembranen sind durchlässig für Wasser (erleichterte Diffusion) aber undurchlässig für Zucker. Wenn jetzt auf den beiden Seiten einer Membran Zuckerlösungen vorliegen, die eine **unterschiedliche Konzentration** haben, so kommt es zu einem Konzentrationsausgleich (siehe Diffusion); allerdings ist die Membran nur für Wasser, nicht jedoch für Zucker durchlässig. Es diffundiert also nur das Wasser (von der niedrigeren Konzentration zur höheren), aber nicht der Zucker. Diese Art der Diffusion nennt man Osmose.

Osmose

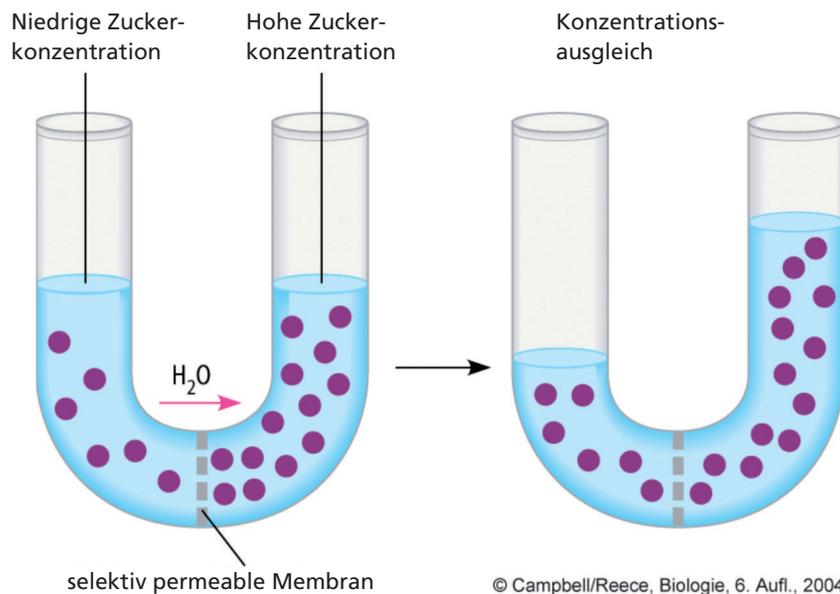


Abb. 1.31: Wenn in einer U-förmigen Röhre (siehe Bild rechts) ein Konzentrationsunterschied vorliegt und die Flüssigkeiten durch eine selektiv permeable Membran tritt, dann strömt Wasser von links nach rechts (damit es zum Konzentrationsausgleich kommt). Auf diese Weise hebt sich der Wasserspiegel der rechten Wassersäule.

Das Phänomen der Osmose spielt für **Zellen** eine sehr große Rolle. Wenn Einzeller, also Lebewesen, die aus einer einzigen Zelle bestehen, Nährstoffe aufnehmen, dann steigt die Konzentration an gelösten Stoffen in der Zelle an. Aufgrund der Osmose würde sofort auch Wasser in die Zelle einströmen, um den **Konzentrationsunterschied auszugleichen**, was allerdings zum **Platzen der Zelle** führen würde. Um dies zu verhindern, haben **Zellen von Bakterien, Pflanzen und Pilzen** außerhalb der Membran noch eine stabile Zellwand. **Tierische Einzeller** haben eine Pumpe (die sogenannte **pulsierende Vakuole**), die Wasser aus der Zelle transportiert. Zellen von **tierischen Vielzellern** haben Membranproteine, die Ionen aus der Zelle pumpen.

Weiters spielt die Osmose für die **Stabilität von Pflanzenzellen** eine große Rolle. Die Vakuole ist ein Hohlraum innerhalb von Pflanzenzellen, der meistens eine höhere Konzentration an gelösten Stoffen aufweist als das Zellplasma. Sie nimmt in diesem Fall Wasser auf, wird prall gefüllt und drückt von innen gegen die Zellwand. Man nennt dies den **Turgor-Druck**. Dies gibt jungen Pflanzenzellen, die noch nicht verholzt sind, Stabilität. Wenn Pflanzenzellen jedoch nicht genügend Wasser haben, kann sich die Vakuole nicht mehr füllen und die Pflanze wird welk.



Turgor

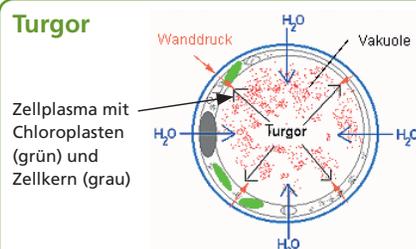


Abb. 1.32: (Quelle: www.biokurs.de/skripten/12/bs12-7.htm) Wasser strömt von außen in die Vakuole, diese füllt sich und drückt von innen gegen das Zellplasma. Von außen übt die Zellwand einen Druck auf das Plasma aus. Das Gegenspiel von Turgor-Druck und Wanddruck gibt der Zelle Stabilität.