

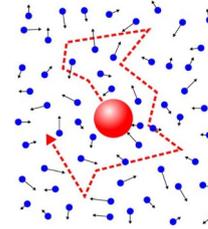
## 1. Die Zufallsbewegung der Moleküle ist die Ursache von Diffusion

- Gibt man einen Tropfen Tinte in ein großes Aquarium, so verteilt sich offensichtlich der Farbstoff. Nach einigen Stunden ist die Konzentration des Farbstoffs überall im Aquarium gleich. Dieses Ergebnis tritt auch ein, wenn das Wasser überhaupt nicht mechanisch durchmischt wird.
- Auch ein Duftstoff, der in einer Ecke eines Raums eingebracht wird, verteilt sich und ist auch bei vollständiger Windstille nach einiger Zeit im ganzen Raum wahrzunehmen.

Diese Ausbreitungsbewegung von Teilchen wird **Diffusion** genannt. Sie beruht auf ein natürliches **Bestreben zum Konzentrationsausgleich**. Die Diffusionsrichtung ist immer **entlang eines Konzentrationsgradienten, von hoher zu niedriger Konzentration**.

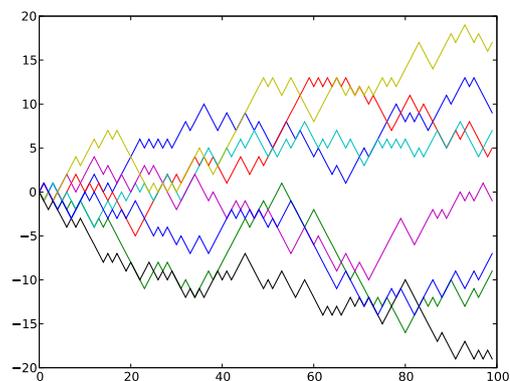
Doch wie ist eine Ausbreitung möglich, wo doch die Medien in denen die Ausbreitung erfolgt nicht mechanisch durchmischt werden? Bereits vor 200 Jahren beobachtete der Botaniker ROBERT BROWN unter dem Mikroskop die zittrigen ruckartigen Bewegungen von kleinen **Pollen** in wässriger Umgebung. Solche relativ kleinen Partikel wurden damals noch „Moleküle“ genannt, so dass man damals von der **BROWNSchen „Molekularbewegung“** sprach. Die Ursache dieser unaufhörlichen und regellosen Bewegung in Flüssigkeit schwebender Partikel und Tröpfchen wurde erst 1905 von ALBERT EINSTEIN vollständig aufgeklärt: Sie beruht auf der **allgemeinen Wärmebewegung der Moleküle**. Sie wird manchmal auch als „BROWNSche Molekularbewegung“ bezeichnet, obwohl der Begriff ursprünglich die Pollenbewegung meinte. Die **allgemeine Wärmebewegung** führt ständig und aus allen Richtungen in großer Zahl zu Kollisionen mit dem beobachteten Partikel. Je nach aktueller momentaner Bilanz dieser Kollisionen bewegt

sich das Partikel in eine bestimmte Richtung mit einer bestimmten Geschwindigkeit. Da sich die Bilanz in Sekundenbruchteilen wieder vollständig ändern kann, resultiert eine zittrige Zufallswanderbewegung.



**Abb. 1.1:** Bewegung eines Partikels durch Kollision mit Molekülen. © eW. bewegte Animation.

Durch die **allgemeine Wärmebewegung** verteilen sich auch die Moleküle selbst. Sie ist die Ursache für die Diffusion. Die Momentangeschwindigkeit und Bewegungsrichtung eines Moleküls wird auch durch die quasizufälligen Kollisionen mit anderen Molekülen bestimmt. Auch hier liegt eine Zufallswanderbewegung vor, ein **random walk**. Mit mathematischen Modellen oder Simulationsexperimenten am Computer kann man die Folgen beschreiben:



**Abb. 1.2:** 1-dimensionale Random-Walk-Simulation am Computer. © wikicommons. A. Morn

**1.1** Beschriften Sie die Achsen in Abbildung 1.2. Welche Schlussfolgerungen lassen sich aus der Abbildung entnehmen?

2. Osmose

Diffusionsbewegungen durch halbdurchlässige Membran hindurch, werden als **Osmose** bezeichnet. So gibt es semi-permeable (halbdurchlässige) Membranen, die H<sub>2</sub>O-Moleküle passieren lassen, nicht jedoch größere darin gelöste Teilchen. Eine solche semipermeable Membran soll die beiden Schenkel eines U-Rohrs trennen. Der eine Schenkel ist mit dem Wasser gefüllt, der andere Schenkel mit einer Lösung von Teilchen, die zu groß für einen Membrandurchtritt ist.

2.1 [mit Lehrkraft]: Welche Beobachtung wird zu machen sein? Vervollständigen Sie die Abbildung und begründen Sie!

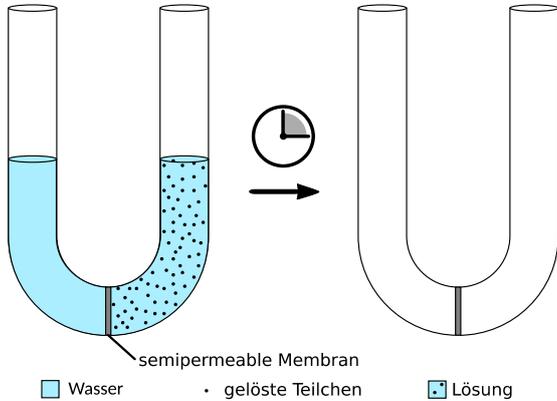


Abb.2.1: Einfacher osmotischer Prozesses. Q: e.W.

Aufgrund besonderer Kanäle, den **Aquaporinen**, sind die Biomembranen auch für die kleinen H<sub>2</sub>O-Moleküle durchlässig.

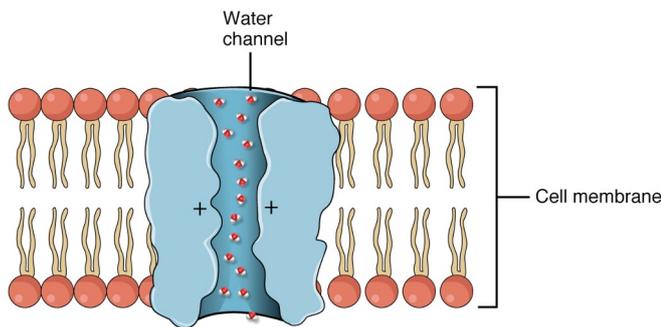


Abb. 2.2: Aquaporin Q+A: OpenStax College via wikicommons CC

Für fast alle gelösten Teilchensorten ist die Membran in ihrem Grundaufbau hingegen undurchlässig. So handelt es sich bei Zelle auch um ein osmotisches System.

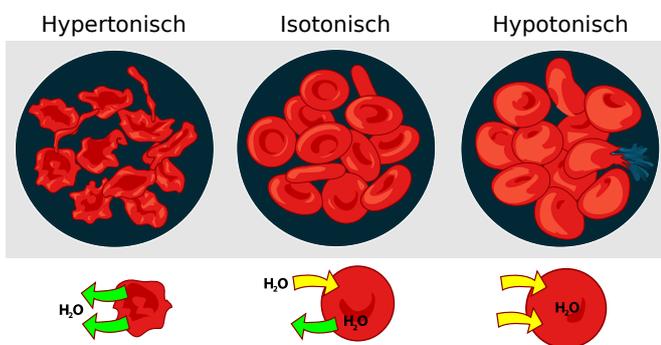
Für verschiedene Teilchensorten existieren spezielle Transportstrukturen. Statt von einer einfachen Semipermeabilität spricht deshalb häufig präziser auch von der **selektiven Permeabilität der Biomembran**.

Je nachdem ob Gehalt an osmotisch wirksamen, gelösten Teilchen im Außenmedium und in der Zelle kann man drei Zustände unterscheiden.

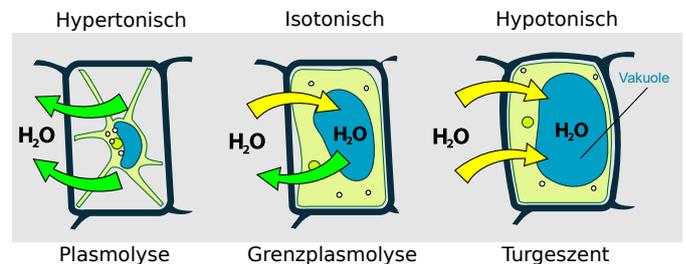
2.2 Schreiben Sie einen erklärenden Text zu beiden Abbildungen und gehen Sie auf Unterschiede ein.

a) Osmotische Zustände bei Tierzelle. hier: Erythrocyten

b) Osmotische zustände bei einer Pflanzenzelle



Q: wikicommons. A: LadyOfHats



Q: wikicommons. A: LadyOfHats