

Diffusion und Osmose

In flüssigen oder gasförmigen Medien sind die Moleküle in ständiger Bewegung. Sie bewegen sich gradlinig, bis sie auf ein anderes Molekül stossen. Diese Bewegung führt mit der Zeit zu einer gleichmässigen Verteilung der Moleküle im zur Verfügung stehenden Raum, so dass ihre Konzentration überall gleich wird. Die Ausbreitung der Teilchen, die zum Konzentrationsausgleich führt, bezeichnet man als Diffusion.

Was bezeichnet man als Konzentration?

Die Konzentration eines Stoffes ist die Anzahl seiner Teilchen (Moleküle) pro Volumeneinheit.

Die Einheit der Konzentration ist das Mol/Liter. Ein Mol ist die Masse von 6.022×10^{23} Molekülen.

Ein Mol bedeutet auch die der Molekülmasse (oft auch als Molekulargewicht bezeichnet) entsprechende Anzahl Gramm.

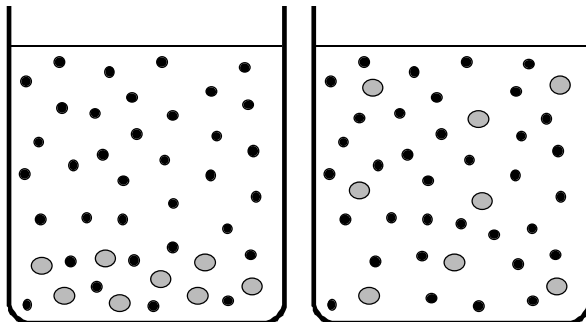
Beispiele:

- Wasserstoff	H_2	MG= 2	1 Mol = 2g
- Wasser	H_2O	MG=18	1 Mol = 18g
- Alkohol	CH_3CH_2OH	MG=46	1 Mol = 46g

2g Wasser enthalten also gleich viele Moleküle wie 46g Alkohol.

Beispiele zur Diffusion:

- Duftmoleküle breiten sich im Zimmer aus,
- Ammoniakmoleküle breiten sich in einem Glasrohr aus und reagieren mit Indikatorpapier.
- Ein Tropfen Farbstoff breitet sich in Wasser aus.



Schichten wir in einem Gefäss sorgfältig zwei Lösungen verschiedener Konzentration übereinander, so führt die Diffusion dazu, dass sich allmählich die gelösten Teilchen vom Gebiet mit der höheren Konzentration zu dem mit der niedrigen ausbreiten, bis sie gleichmässig in der ganzen Lösung verteilt sind. Ist dieser Zustand einmal erreicht, bleibt er stabil, obwohl sich die Teilchen weiterhin bewegen.

The Geschwindigkeit der Diffusion

Die Diffusionsgeschwindigkeit hängt ab von der Geschwindigkeit, mit der sich die einzelnen Teilchen bewegen und damit von den folgenden Faktoren:

- **Temperatur.** Bei hohen Temperaturen bewegen sich die Moleküle schneller.
- **Aggregatzustand.** In Gasen haben die Moleküle grössere Abstände von einander und können sich daher weiter bewegen, bevor sie kollidieren, in Flüssigkeiten werden sie früher aus ihrer Bahn abgelenkt, in Festkörpern sind sie praktisch an ihrem Ort fixiert.
- **Molekülmasse.** Kleinere Moleküle bewegen sich schneller als grosse.

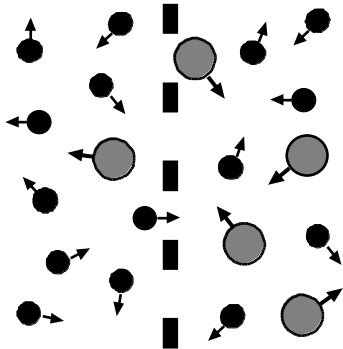
Die Bewegung der Moleküle lässt sich nicht direkt beobachten. Bringen wir jedoch einen Tropfen Wasser unter das Mikroskop, der feine Partikel von Tusche oder feine Fettröpfchen (Milch) enthält, so sehen wir, dass diese in ständiger Zitterbewegung sind, da sie von dem Wassermolekülen geschubst werden.

Dieses Phänomen nennt man „**Brown'sche Bewegung**“.

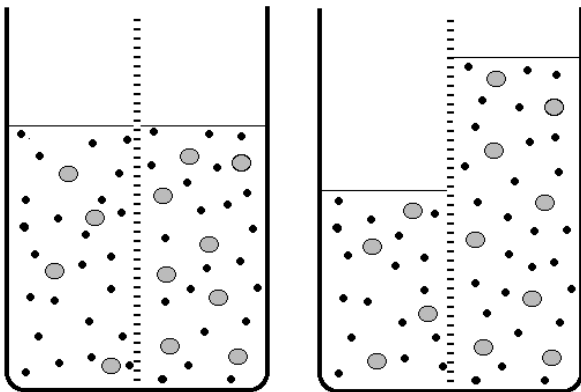
Osmose

Trennen wir zwei Lösungen unterschiedlicher Konzentration voneinander durch eine Membran, die sehr feine Poren besitzt, gross genug um Moleküle des Lösungsmittels (z.B. Wasser) durchzulassen, zu klein jedoch für die gelösten Teilchen (Salz-Ionen oder Zuckermoleküle), dann kann ein Konzentrationsausgleich nur durch eine Diffusion des Lösungsmittels durch die Membran erreicht werden.

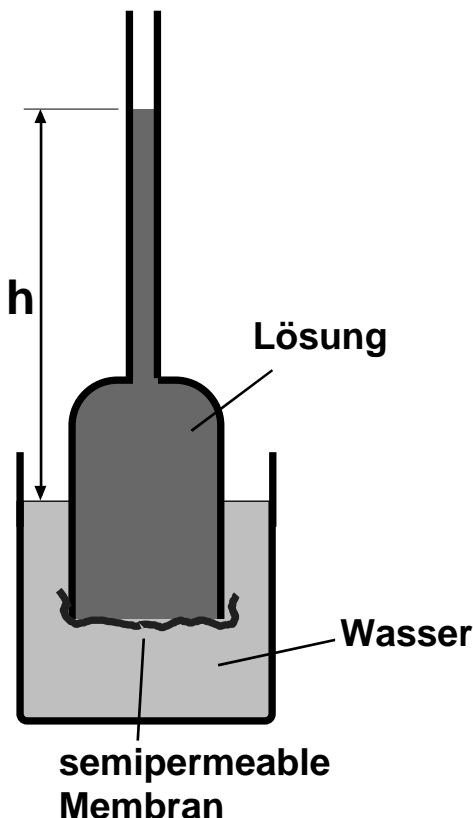
Solch eine Diffusion durch eine semipermeable (selektiv permeable) Membran nennt man Osmose.



Auf der Seite der höheren Konzentration (rechts) gibt es weniger Lösungsmittelmoleküle pro Volumeneinheit, daher diffundieren pro Zeiteinheit mehr Lösungsmittelmoleküle von links nach rechts. Die grossen Zuckermoleküle passen nicht durch die Poren der semipermeablen Membran.



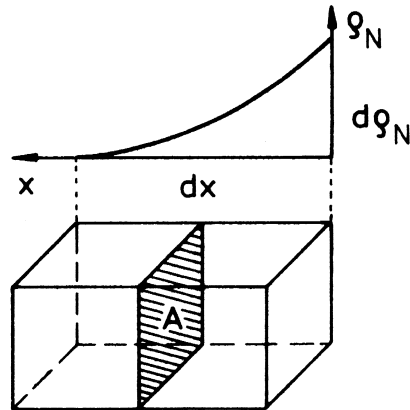
Ist der Behälter der höheren Konzentration offen, so wird das Volumen der Lösung hier zunehmen, die Konzentration jedoch durch das einströmende Lösungsmittel verdünnt. In einem geschlossenen Behälter wird durch den Einstrom der Druck erhöht, bis er ein weiteres Eindringen von Lösungsmittel verhindert.



In einem Osmometer wird die Lösung im Steigrohr aufsteigen, bis der hydrostatische Druck der Flüssigkeitssäule weiteres Lösungsmittel am eindringen hindert.

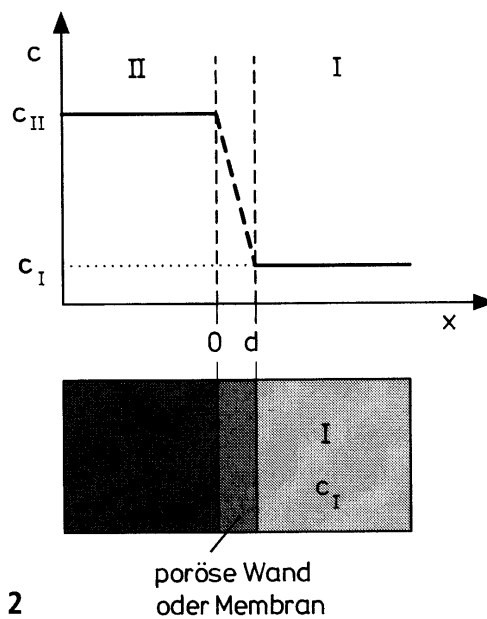
In diesem Gleichgewichtszustand entspricht der hydrostatische Druck der Flüssigkeit dem osmotischen Druck der Lösung im Osmometer.

6.5 Diffusion und Osmose

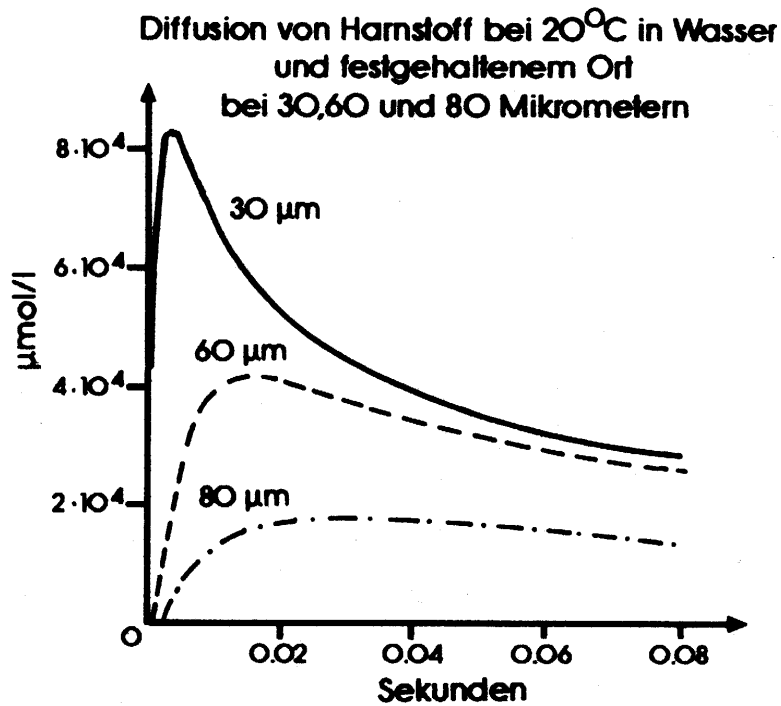


Bildquelle: Ulrich Haas: *Physik für Pharmazeuten und Mediziner*
6. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH - Stuttgart – 2002

Gas in Gas	D_0 in $10^{-4} \frac{m^2}{s}$	Gas bzw. Dampf in Luft	D_0 in $10^{-4} \frac{m^2}{s}$
Argon	0,158	Ammoniak	0,2
Deuterium	0,862	Benzol	0,08
Helium	1,0	Essigsäure	0,11
Kohlendioxid	0,0962	Ethanol	0,1
Kohlenmonoxid	0,177	Ethylether	0,09
Luft	0,178	Kohlendioxid	0,16
Neon	0,45	Methan	0,2
Sauerstoff	0,181	Methanol	0,13
Stickstoff	0,177	Sauerstoff	0,19
Wasserstoff	1,26	Wasserdampf	0,25
Xenon	0,06	Wasserstoff	0,66

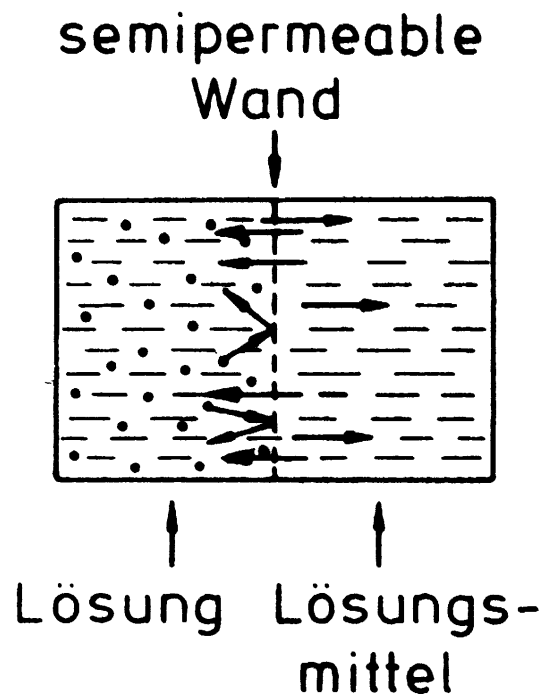


Bildquelle: Ulrich Haas: *Physik für Pharmazeuten und Mediziner*
6. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH - Stuttgart – 2002

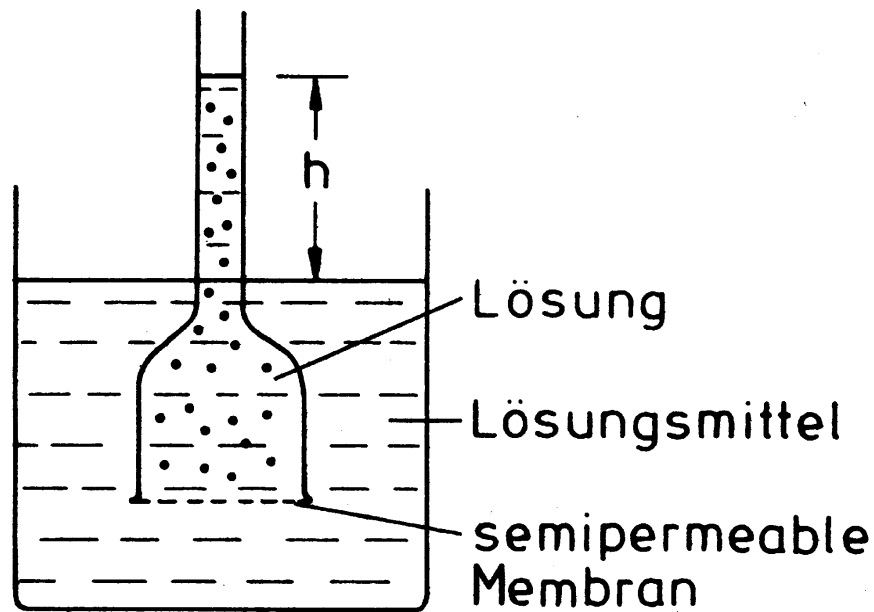


b. 9-4: Berechnete Konzentrationsprofile von Harnstoff in Wasser bei 20 °C. Zeitliche Änderung der Konzentration an 3 verschiedenen Stellen auf der x-Achse

Bildquelle: Werner Giese: *Kompendium der Physik für Veterinärmediziner*
Ferdinand Enke - Stuttgart - 1997

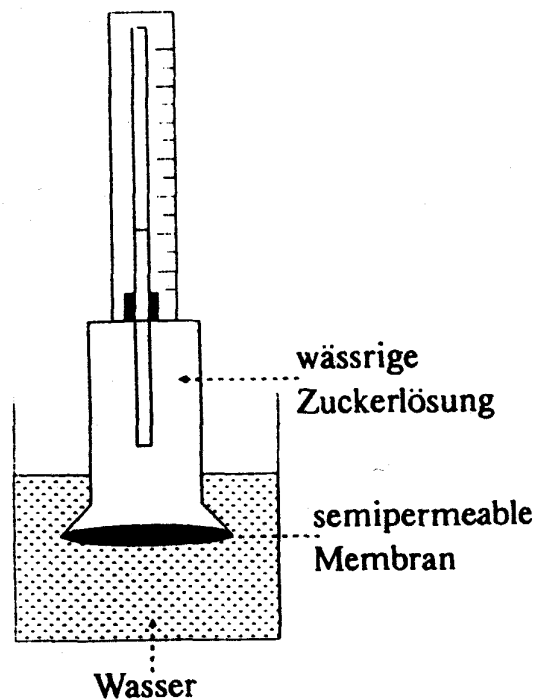


Bildquelle: Ulrich Haas: *Physik für Pharmazeuten und Mediziner*
6. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH - Stuttgart - 2002



Bildquelle: Ulrich Haas: *Physik für Pharmazeuten und Mediziner*
6. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH - Stuttgart - 2002

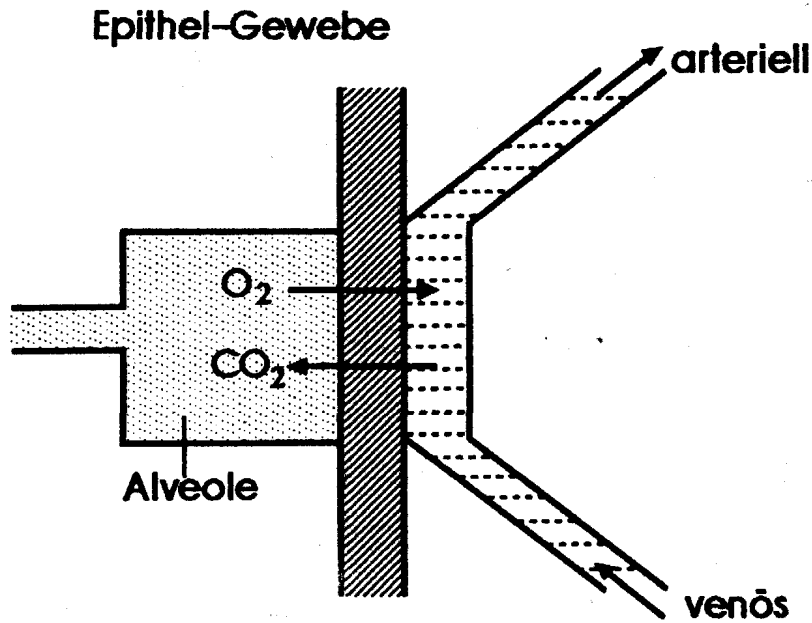
Osmose in Pfefferscher Zelle



Nachweis des osmotischen Drucks in einer Pfefferschen Zelle

Bildquelle: Werner Giese: *Kompendium der Physik für Veterinärmediziner*
Ferdinand Enke - Stuttgart - 1997

Diffusion von Gasen



1: Gasaustausch zwischen den Lungenalveolen und Lungenkapillaren

Bildquelle: Werner Giese: *Kompodium der Physik für Veterinärmediziner*
Ferdinand Enke - Stuttgart - 1997

Gase in Flüssigkeiten

Gas	α_i in Wasser bei		α_i in Alkohol bei	
	0 °C	20 °C	0 °C	20 °C
Wasserstoff	0,0193	0,0178	0,069	0,067
Stickstoff	0,0203	0,0144	0,126	0,126
Sauerstoff	0,0411	0,0286	0,284	0,284
Kohlendioxid	1,798	0,901	4,33	2,95
Schwefelwasserstoff	4,371	2,905	17,89	7,42
Schwefeldioxid	79,79	39,38	328,62	114,48
Chlorwasserstoff	500	439	–	–
Ammoniak	1200	700	–	–