

An einer Zellmembran ist die Situation etwas komplexer als bei der Diffusion. Die Zellmembran ist eine semipermeable Membran, sie ist also für manche Stoffe durchlässig, für andere nicht.

Zeichne die auftretenden Kräfte bei den Wassergefäßen ein und fülle die Lücken im Text aus.

5.2 Membranpotential

Osmose

Wir betrachten ein Wasserglas, in dem auf der rechten Seite eine ungeladene Substanz gelöst ist. In der Mitte des Glases befindet sich eine **semipermeable Membran**. Sie ist für Wasser durchlässig, nicht aber für die gelöste Substanz.

Aufgrund des Konzentrationsgefälles wirkt eine chemische Kraft. Da die Substanz nicht durch die Membran diffundieren kann, wirkt die Kraft

.....

Diffundiert Wasser nach rechts, wird das

Konzentrationsgefälle,

die chemische Kraft wird

Aufgrund der steigenden Wassersäule wird die

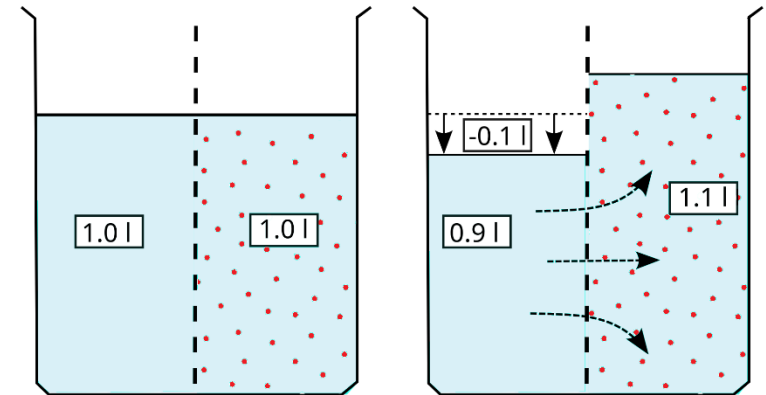
..... auf der

rechten Seite und wirkt der

chemischen Kraft

Heben sich beide Kräfte gegenseitig auf, so

stellt sich ein ein.



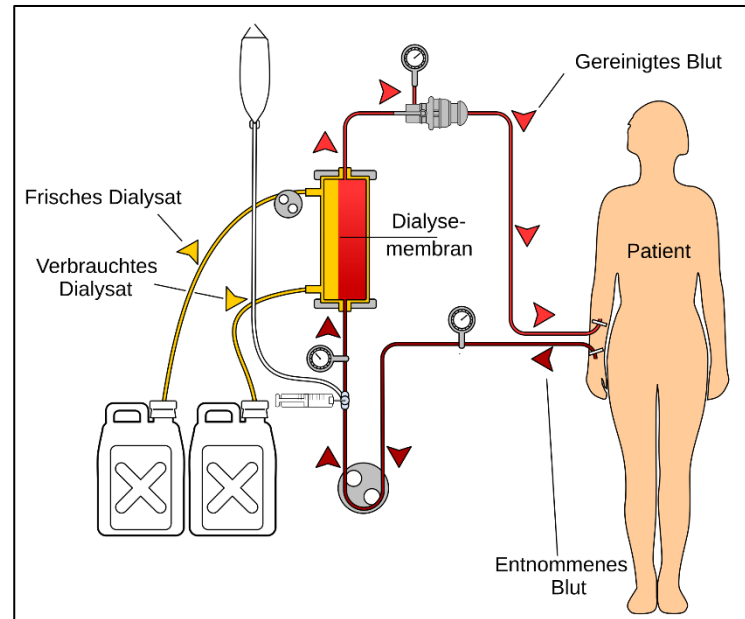
Die Diffusion durch eine semipermeable Membran heißt **Osmose**.

Bei der Osmose stellt sich neben dem Konzentrationsungleichgewicht in der Regel ein weiteres Ungleichgewicht ein. (hier: Höhe der Wassersäule)

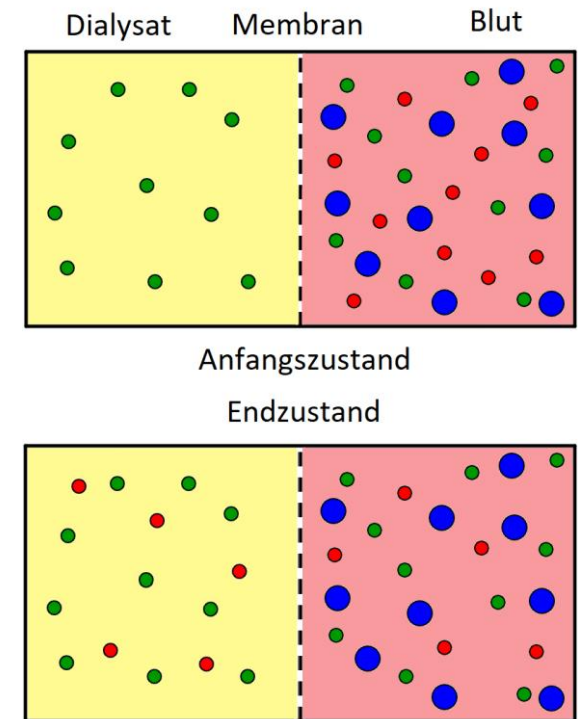
Die Niere filtert überflüssige und schädliche Substanzen aus dem Blut. Diese werden dann über den Urin ausgeschieden. Dies ist überlebensnotwendig, da es sonst zu einer Vergiftung des Körpers kommen würde.

Patienten mit Nierenversagen müssen daher zur Dialyse. Dabei wird das Blut mithilfe einer Maschine durch Osmose gefiltert. Die Schwierigkeit liegt darin, dass schädliche Stoffe durch die Membran diffundieren müssen, andere lebensnotwendige Stoffe hingegen nicht diffundieren dürfen.

Anwendung: Dialyse



[YassineMrabet, Cjesch; <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hemodialysis-de.svg>; gekürzt]



Beschreibe anhand der Bilder, was mit den verschiedenen Blutbestandteilen bei der Dialyse passieren soll und wie das gewährleistet werden kann.

● Biomoleküle (z. B. Proteine, Blutkörperchen) →

● Schadstoffe (z. B. Harnstoff) →

● Elektrolyte (z. B. Kalium, Kalzium) →

Der Prozess der Osmose läuft sehr langsam ab. Daher dauert eine Dialysebehandlung etwa 4-5 Stunden. Diese muss meist dreimal pro Woche durchgeführt werden.

Damit die Schadstoffe aber nicht die Elektrolyte herausgefiltert werden, muss das Dialysat dieselben aufweisen, wie das Blut des Patienten.

Wir betrachten eine Nervenzelle im Ruhezustand, also wenn gerade kein Nervensignal übertragen wird.

Außerhalb der Zelle befinden sich Na^+ und Cl^- Ionen, innerhalb der Zelle K^+ und große Anionen A^- (z.B. Proteine).

Im **Ruhezustand** sind **nur** die **Kalium-Kanäle geöffnet**, die Zellmembran ist also nur für K^+ –Ionen durchlässig.

Zeichne jeweils die auftretenden Kräfte ein und fülle die Lücken im Text aus.

Aufgrund der beteiligten elektrischen Ladungen stellt sich bei den Kalium-Ionen kein Konzentrationsgleichgewicht ein.

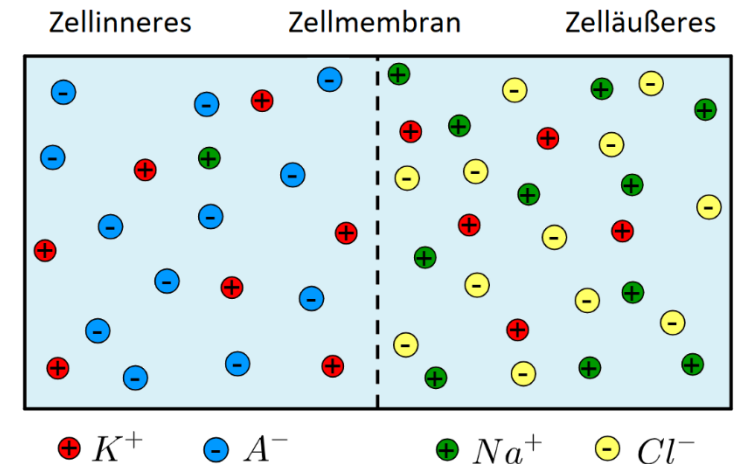
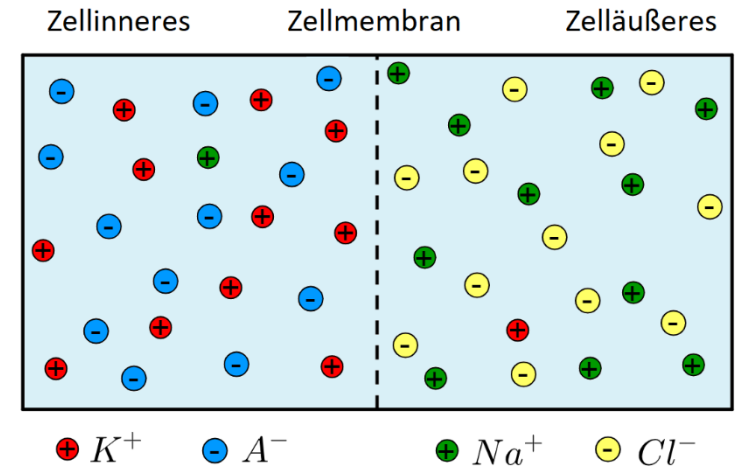
Membranpotential (= Ruhepotential)

Aufgrund der Konzentrationsgefälle wirkt auf alle Substanzen eine
 Da die Membran aber nur für K^+ –Ionen durchlässig ist, müssen wir ausschließlich die Kraft auf die Kaliumionen betrachten (nach).

Es wandern K^+ –Ionen nach
 Das Zelläußere lädt sich ,
 das Zellinnere auf.
 Dadurch entsteht auch eine
 , die der chemischen Kraft
 Sind beide
 Kräfte , entsteht ein
 Gleichgewichtszustand.

Ruhepotential: Nervenzellen sind im Ruhezustand

 (innen , außen).
 Die Potentialdifferenz beträgt ca. -70 mV .



Nun wollen wir die Kalium-Ionen-Verteilung simulieren. Da nun auch Ladungen im Spiel sind, die die Diffusion beeinflussen, wird die Situation viel komplizierter.

Stelle eine Iterationsformel auf, mit der N_{links} für alle Zeiten berechnet werden kann.

Berechne anschließend die fehlenden Werte der Tabelle und fülle diese aus.

Das Diagramm zeigt die Ionenverteilung in den ersten 50 Zeitschritten.

Beschreibe das Diagramm.

Simulation der Kaliumverteilung

Wir simulieren die Kalium-Ionen-Verteilung von oben. Dazu setzen wir als Startwert die Anzahl der Kalium-Ionen auf der linken Seite $N_{\text{links},0} = 1\,000\,000$ und rechts gleich $N_{\text{rechts},0} = 0$. Nun sollen wieder bei jedem Zeitschritt (Δt) 5 % der gelösten Moleküle die Seite wechseln. Beim Wechsel von links nach rechts verringert sich dieser Wert mit zunehmendem Ladungsunterschied um 0,000 000 04 pro Kalium-Ion auf der rechten Seite, beim Wechsel von rechts nach links vergrößert sich die Wechselwahrscheinlichkeit um denselben Wert.

#	N_{links}	N_{rechts}
0	1 000 000	0
1		
2		
3		
...

