

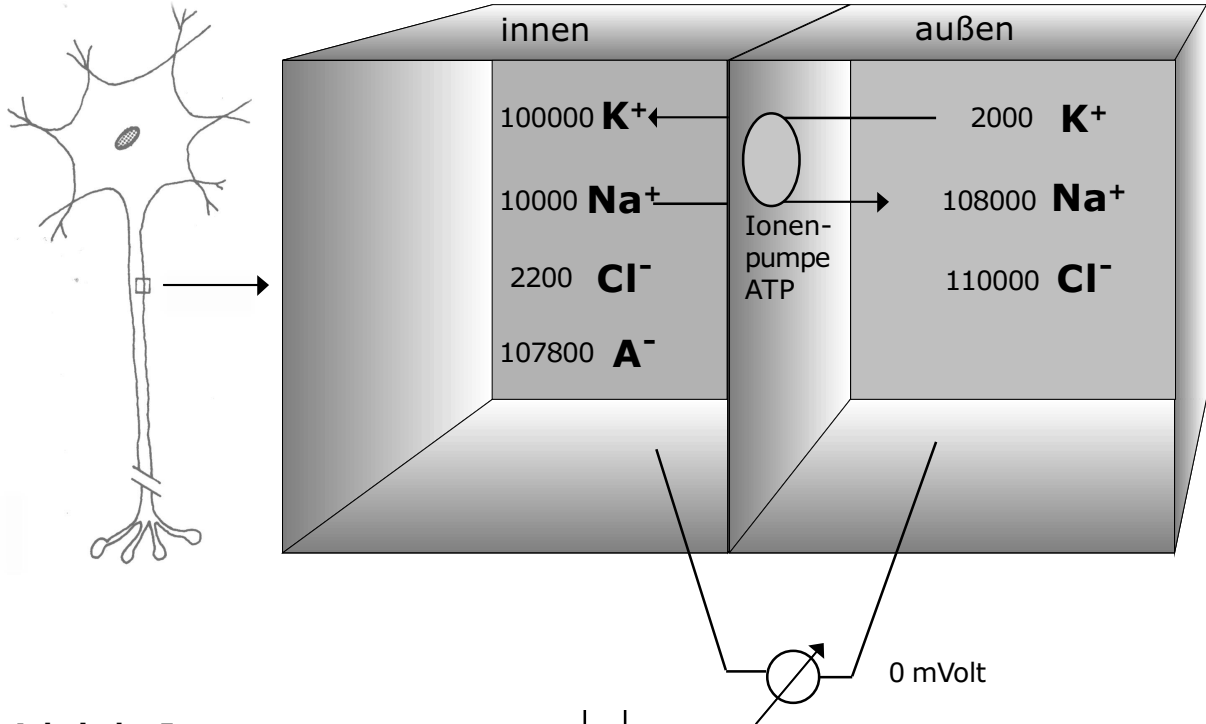
Fiktiver Ausgangszustand

1. Um die Ionenwanderungen an einer Nervenzellmembran anschaulicher verfolgen zu können, stellen wir uns einen winzigen Ausschnitt extrem vergrößert dar. Das jeweilige Volumen innen/außen beträgt $0,001 \mu\text{m}^3$. Die Membran zwischen beiden Bereichen hat eine Fläche von $0,001 \mu\text{m}^2$. (In diesem Maßstab können wir die Ionen in Stückzahl angeben.)

2. Wir gehen von der Annahme aus, dass die Membran für Ionen beliebig durchlässig sei. Dann sind sie nach einiger Zeit gleichmäßig auf beide Seiten verteilt.

3. Die mit A- bezeichneten Ionen sind an größere Moleküle (z.B. Proteine) gebunden. Sie können die Zellmembran nicht passieren. Beide Seiten sind elektrisch neutral (gleich viele positive und negative Ionen). Das Voltmeter zeigt 0 Volt .

t



Arbeit der Ionenpumpe

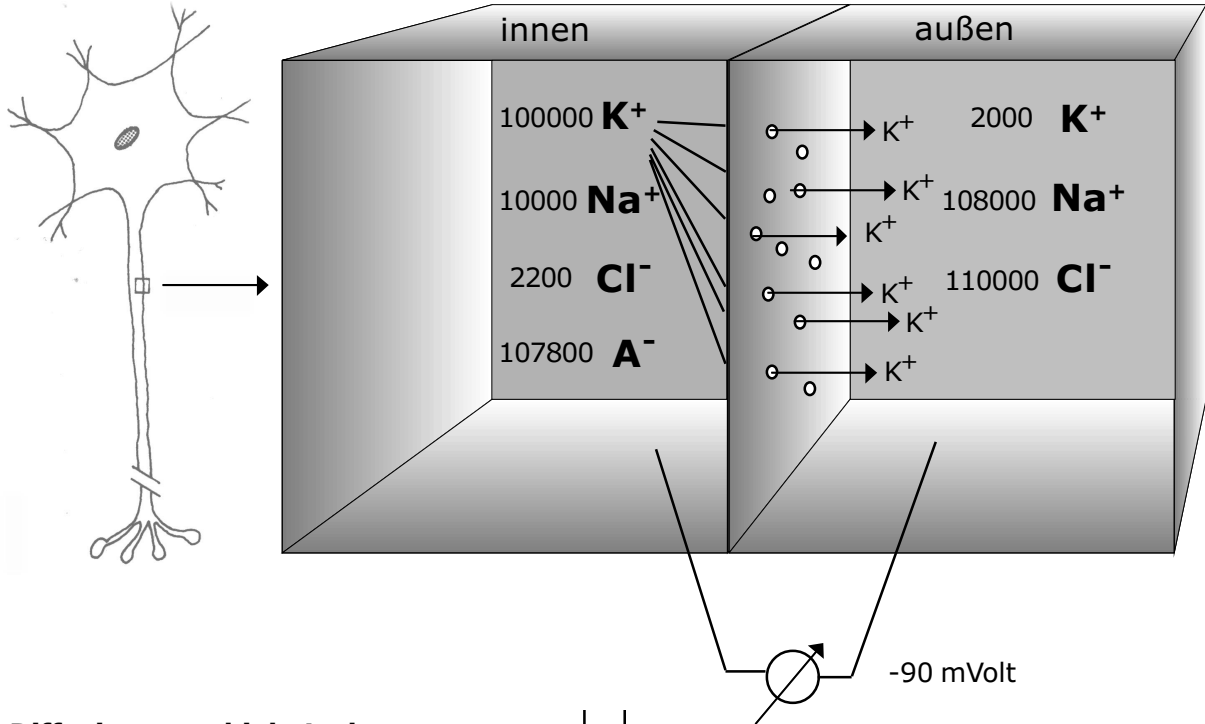
1. Die Ionenpumpe tauscht im Wesentlichen Kalium gegen Natriumionen aus. Insgesamt bedeutet dies, dass sich innerhalb und außerhalb der Nervenzelle verschiedene Konzentrationen der Teilchen befinden.
2. Dabei sind zunächst jeweils innen und außen die positiven und negativen Ladungen im Gleichgewicht.
3. Die Ionenpumpe arbeitet unter Verbrauch von ATP.

In einer Nervenzelle wird eine Kaliumionenkonzentration von 160 mmol/l gemessen. Das sind $0,16 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ Teilchen pro Liter.

Aufgabe:

Stellen Sie die Beziehung zwischen der Konzentrationsangabe in mmol/l und der in der Abbildung verwendeten Stückzahl her.

t Wie groß ist die Konzentration der anderen Ionen?



Diffusion verschiebt Ladungen

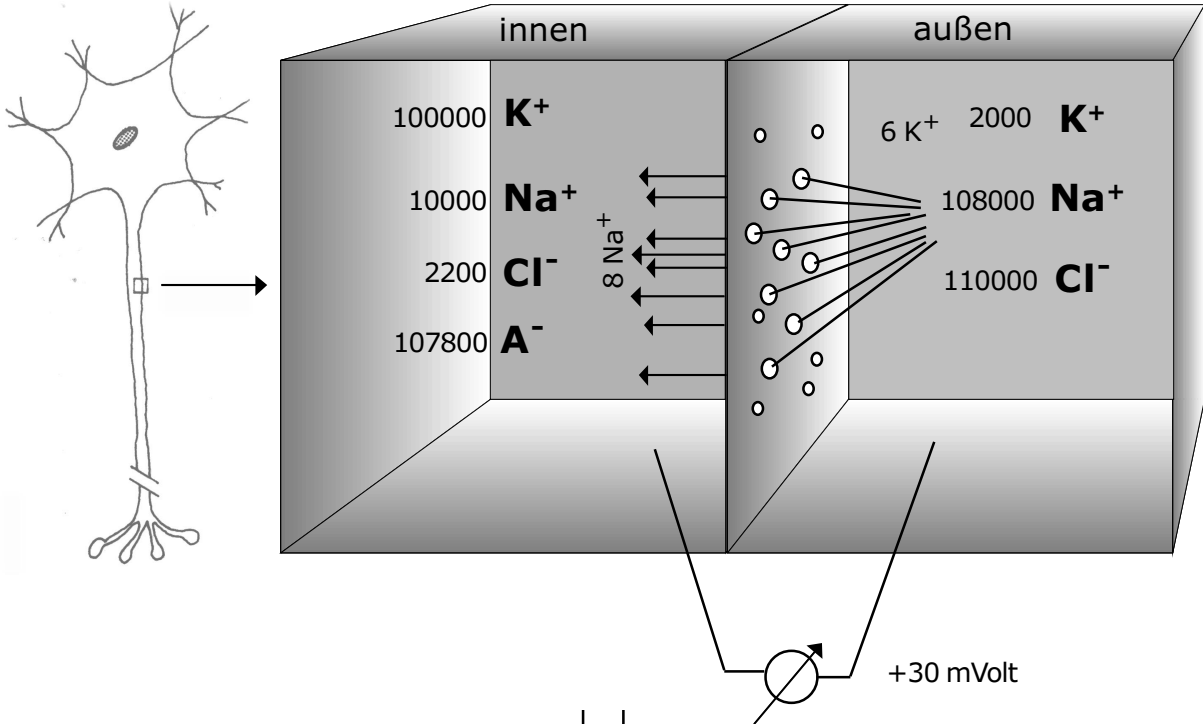
1. Durch Poren in der Zellmembran können die (im hydratisierten Zustand) kleineren K^+ -Ionen vom Ort hoher (innen) zum Ort niedriger Konzentration (außen) wandern. Dies entspricht den Gesetzen der Diffusion.

2. Die anderen Ionen können wegen ihrer Größe die Zellmembran nicht oder nur in geringer Menge durchdringen. Die Permeabilität beträgt für K^+ 1,00 (=100 %), für Na^+ nur 0,04 (= 4 %).

3. Auf Grund des Konzentrationsgefälles kommt es zu einer Ladungsverschiebung. Positive Ionen gehen nach außen, negative Ionen können die Ladungen nicht ausgleichen. Die Trennung der Ladungen erzeugt die Spannung, die als Ruhepotential der Nervenzelle bezeichnet wird.

Aufgabe:

Informieren Sie sich über Ionendurchmesser und Hydratation.



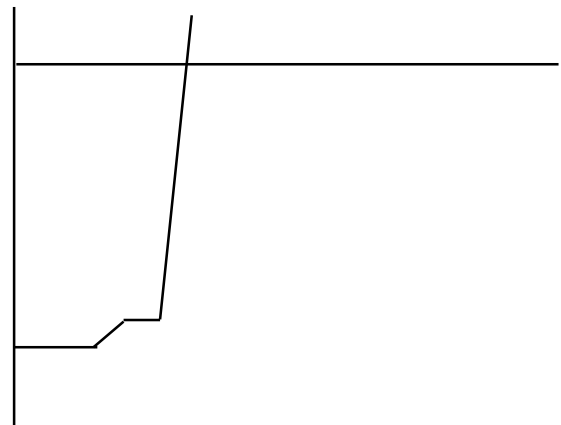
Na^+ - Influx

1. Die porenbildenden Proteine in der Zellmembran verändern sich in Abhängigkeit von der anliegenden Spannung. Durch Störungen kann es zu einem geringen Spannungsabfall (z.B. auf -65 mV) kommen. Dadurch bedingt weiten sich die Poren. Jetzt können Na^+ -Ionen (einerseits bedingt durch das Konzentrationsgefälle, andererseits durch einen Überschuss positiver Ionen nach innen wandern.
2. Die Membranspannung fällt auf 0 mV (Kurzschluss) und steigt geringfügig auf $+30 \text{ mV}$. Die Porenweite geht wieder auf Normalwerte zurück.
3. Die eingeflossenen Na^+ -Ionen sind „gefangen“.

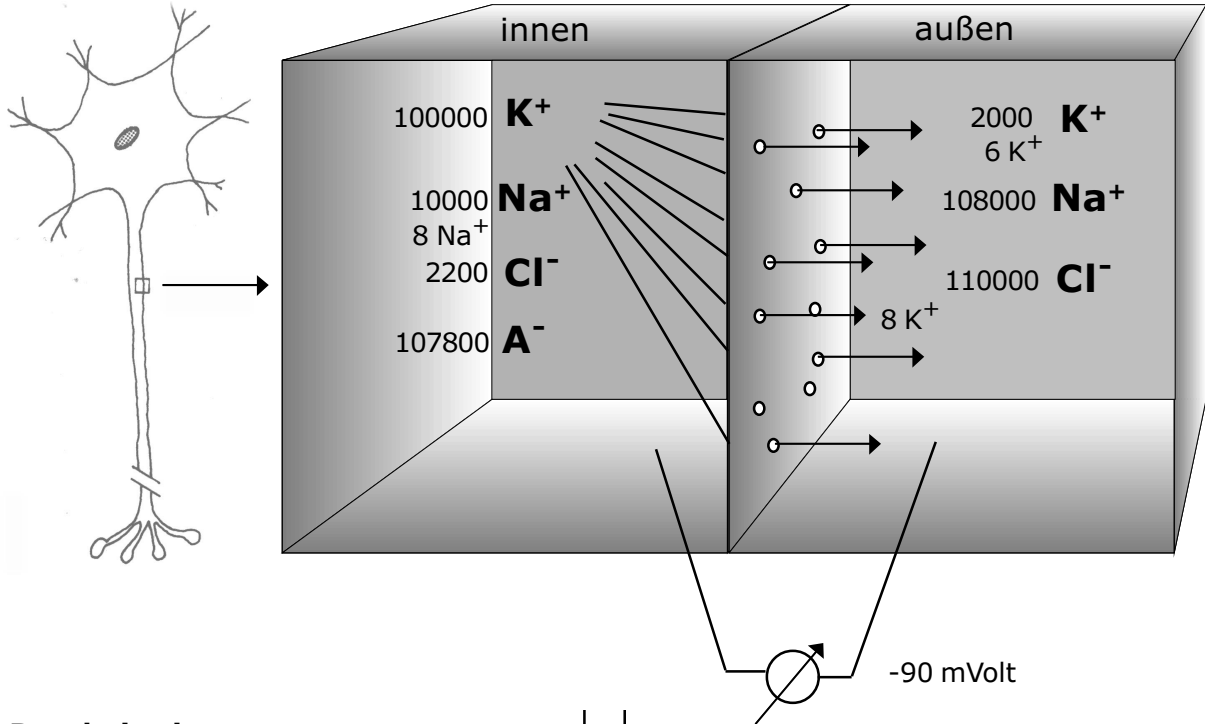
Aufgabe:

Ordnen Sie der Spannungskurve (rechts) die Begriffe „Ruhepotential“, „Störung“, „Depolarisation“, „ Na^+ -Influx“ zu.

mV



t



Repolarisation

1. Sofort setzt ein K^+ -Efflux ein. und baut das Ruhepotential wieder auf. Dazu können jetzt 8 K^+ -Ionen von innen nach außen wandern, um das Ruhepotential wieder auf -90 mV zu bringen.
2. Kurzfristig wandern ein bis zwei K^+ -Ionen zuviel nach außen. Es kommt zu einer Hyperpolarisierung (ca. -120 mV). Diese „überschüssigen“ K^+ -Ionen gehen wieder zurück.

Aufgabe:

1. Ordnen Sie der Spannungskurve (rechts) die Begriffe „Repolarisation“, „Hyperpolarisation“, „gedämpfte Schwingung“, „Ruhepotential“ zu.
2. Worauf weisen gedämpfte Schwingungen in der Regeltechnik hin?

mV

