MERKBLATT · BIOLOGIE

Ruhepotential

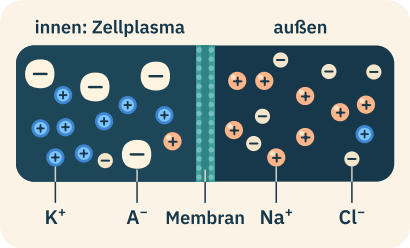
Ionen und Natrium-Kalium-Pumpe

OBERSTUFE

WORUM GEHT'S · **1 VERSTEHEN**

Dein Gehirn wiegt nur etwa 2 % deines Körpers, verbraucht in Ruhe aber rund ein Fünftel deiner Energie. Ein großer Teil davon geht an winzige Pumpen, die in den Nervenzellen die Ionen sortieren. Die ungleich verteilten Ionen sind die Grundlage für das Ruhepotential: Eine Nervenzelle in Ruhe ist innen negativ gegenüber außen.

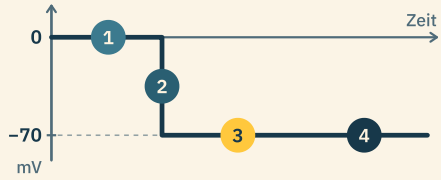
Ionen an der Membran



Die Membran des Axons ist eine dünne Lipid-Doppelschicht. Innen liegt das Zellplasma, außen die Gewebsflüssigkeit. Innen gibt es etwa 30-mal so viel K^+ wie außen, außen etwa 10-mal so viel Na^+ wie innen.

- **Ionen:** elektrisch geladene Teilchen, zum Beispiel K^+ und Na^+; negative heißen Anionen
- **Organische Anionen (A^-):** große, negativ geladene Teilchen im Zellplasma, vor allem Proteine; sie passen durch keinen Kanal
- **Ruhepotential:** Spannung einer Nervenzelle in Ruhe, etwa −70 mV, innen negativ

Die Messung

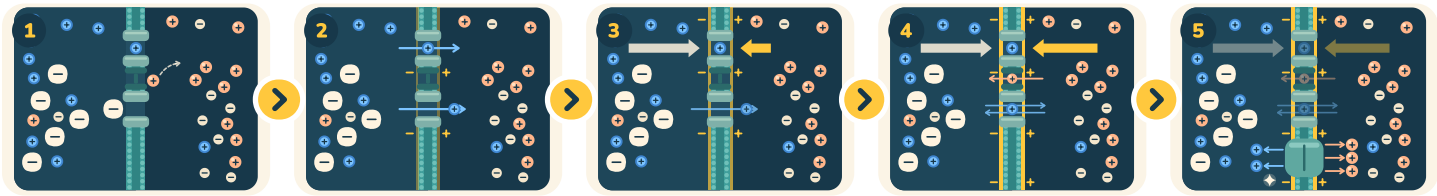


Gemessen wird mit zwei Elektroden: Die Referenzelektrode liegt außen, die Mikroelektrode ist ein Glasröhrchen mit einer Spitze, viel dünner als ein Haar.

- **Beide außen** Beide Elektroden liegen außen, das Gerät zeigt 0 mV.
- **Einstich** Die Mikroelektrode sticht durch die Membran.
- **−70 mV** Jetzt misst sie innen gegen außen: Innen ist die Zelle negativ.
- **Konstant** Der Wert bleibt, solange die Zelle nicht gereizt wird.

Der Ablauf: wie das Ruhepotential entsteht

SCHEMA, GEDACHTER ABLAUF: INNEN LINKS, AUSSEN RECHTS



Leckkanäle

Vor allem K^+ kommt durch

Kalium-Leckkanäle in der Membran lassen ständig etwas K^+ durch.

Na^+ kommt kaum durch, die großen Anionen gar nicht: selektive Permeabilität.

ERKENNST DU AN

K^+ im Kanal, Na^+ prallt ab, A^- passt nicht hinein.

Ausstrom

Wo K^+ geht, bleibt Minus zurück

Innen ist viel mehr K^+, deshalb diffundieren mehr K^+ hinaus als herein.

Die Anionen bleiben zurück. Diese Ladungstrennung, innen Minus und außen Plus, erzeugt die Spannung.

ERKENNST DU AN

K^+ treten aus, an der Membran dünne Säume aus Minus und Plus.

Gegenkraft

Plus und Minus ziehen sich an

Das Konzentrationsgefälle drückt K^+ hinaus.

Das Minus innen zieht K^+ wieder herein: das Ladungsgefälle. Mit jedem K^+, das geht, zieht es stärker.

ERKENNST DU AN

Heller Pfeil hinaus, kürzerer goldener Pfeil herein.

Gleichgewicht

Fast die Waage bei −70 mV

Bei etwa −70 mV halten sich beide Kräfte fast die Waage.

K^+ allein käme bis etwa −90 mV, doch etwas Na^+ sickert herein.

Ionen wandern weiter, die Spannung bleibt.

ERKENNST DU AN

Beide Pfeile fast gleich lang, ein Na^+ sickert herein.

Pumpe

3 Na^+ hinaus, 2 K^+ herein

Die Natrium-Kalium-Pumpe bringt je Takt 3 Na^+ hinaus und 2 K^+ herein und verbraucht 1 ATP.

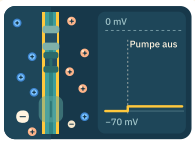
Sie holt zurück, was durch die Kanäle entwischt: ein Fließgleichgewicht.

ERKENNST DU AN

Ein großes Protein tauscht Na^+ gegen K^+.

Nur etwa eines von vielen Tausend K^+ muss dafür hinaus, die Konzentrationen ändern sich praktisch nicht.

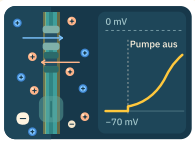
Gedankenexperiment: Die Pumpe fällt aus



sofort: wenige mV

Im ersten Moment

Die Spannung wird nur um wenige mV schwächer. Das ist der kleine direkte Anteil der Pumpe: Sie bringt je Takt eine positive Ladung mehr hinaus als herein.



dann: Richtung 0 mV

Nach Minuten bis Stunden

Na^+ sickert herein, K^+ läuft hinaus, und niemand füllt nach. Die Gefälle laufen aus, das Minus wird schwächer, bis die Zelle keine Signale mehr senden kann.

Zwei Fehler, die du nicht machst

1

~~„Die Natrium-Kalium-Pumpe erzeugt das Ruhepotential.“~~

Die Spannung entsteht, weil K^+ durch die Leckkanäle hinausströmt. Die Pumpe hält die Gefälle aufrecht, ohne sie bricht die Spannung erst nach Minuten zusammen.

2

~~„Im Ruhezustand bewegen sich keine Ionen.“~~

K^+ wandert ständig durch die Leckkanäle hinaus und herein, und die Pumpe arbeitet im Takt. Nur unterm Strich bleibt die Spannung gleich.

Prüfungsaufgaben

GRUNDLEGENDES NIVEAU

Eine Messkurve zeigt erst 0 mV, dann springt der Wert plötzlich auf −70 mV und bleibt dort. Deute die Kurve und beschreibe die Ionenverteilung an der Membran.

deuten Du bringst einen Sachverhalt in einen fachlichen Erklärungszusammenhang.

beschreiben Du gibst einen Sachverhalt geordnet und fachsprachlich wieder.

MUSTERLÖSUNG IN VIER TEILEN

1 **Anfang:** Beide Elektroden liegen außen, es gibt keinen Spannungsunterschied: 0 mV.

2 **Sprung:** Die Mikroelektrode durchsticht die Membran, ab jetzt misst sie innen gegen außen.

3 **Plateau:** Das ist das Ruhepotential, rund −70 mV, innen negativ. Es bleibt konstant, weil die Zelle nicht gereizt wird und die Pumpe die Gefälle hält.

4 **Ionenverteilung:** Innen viel K^+ (etwa 30-mal so viel wie außen) und organische Anionen. Außen viel Na^+ (etwa 10-mal so viel wie innen) und Chlorid.

ERHÖHTES NIVEAU

Erläutere, wie sich das Ruhepotential verändert, wenn die K^+-Konzentration außerhalb der Zelle erhöht wird.

erläutern Du veranschaulichst einen Sachverhalt und machst ihn durch zusätzliche Informationen verständlich.

MUSTERLÖSUNG IN DREI TEILEN

1 **Durchlässigkeit:** Die Membran ist in Ruhe vor allem für K^+ durchlässig, deshalb bestimmt vor allem das K^+-Gefälle das Ruhepotential. Mehr K^+ außen heißt ein kleineres Konzentrationsgefälle, K^+ drängt schwächer hinaus.

2 **Gleichgewicht:** Darum reicht schon eine kleinere Ladungstrennung, um den Ausstrom auszugleichen. Das Gleichgewicht stellt sich schon bei einer schwächeren Spannung ein.

3 **Folge:** Das Ruhepotential wird weniger negativ und rückt näher an 0 mV. Fachlich heißt das: Die Membran ist depolarisiert.

DAS WICHTIGSTE IN DREI SÄTZEN

1 **An der Membran einer ruhenden Nervenzelle sind die Ionen ungleich verteilt: innen viel K^+ und große organische Anionen, außen viel Na^+ und Chlorid.**

2 **K^+ strömt durch offene Leckkanäle hinaus, bis die zurückbleibende negative Ladung es fast ganz zurückhält. So entsteht das Ruhepotential: etwa −70 mV, innen negativ.**

3 **Die Natrium-Kalium-Pumpe bringt je Takt 3 Na^+ hinaus und 2 K^+ herein und verbraucht dafür ATP. So hält sie die Gefälle aufrecht, die den K^+-Ausstrom antreiben.**

VIDEO, QUIZ UND TRANSKRIPT, KOSTENLOS
achtmalklug.de/biologie/ruhepotential/
Kostenlos. Frei für Schule, Unterricht und Lernen, Logo und URL bleiben drauf. Doppelt faktengeprüft. Fehler gefunden? kontakt@achtmalklug.de
achtmalklug