MERKBLATT · BIOLOGIE

Aktionspotential

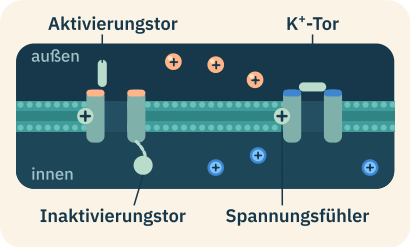
Entstehung und Erregungsleitung einfach erklärt

OBERSTUFE

WORUM GEHT'S · 1 VERSTEHEN

Ob du leicht auf deine Hand tippst oder fest drückst, du spürst den Unterschied sofort. Trotzdem sendet eine Nervenzelle über ihr Axon nur eine Art von Signal, das Aktionspotential, und es ist immer gleich hoch. Die Reizstärke steckt darin, wie oft Aktionspotentiale kommen. Über Ausgleichsströme laufen sie das Axon entlang, mit Myelin im Sprung.

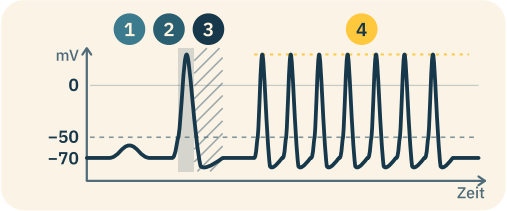
Tore, die auf Spannung reagieren



- **Spannungsfühler:** Teil des Kanals, der die Spannung spürt und das Tor öffnet
- **Aktivierungstor:** Klappe des Na^+-Tors, sie geht blitzschnell auf
- **Inaktivierungstor:** Stöpsel innen am Na^+-Tor, er verschließt es kurz nach dem Öffnen

In Ruhe ist die Axonmembran innen etwa −70 mV negativ gegenüber außen, das ist das Ruhepotential. Innen gibt es viel K^+, außen viel Na^+. Spannungsgesteuerte Ionenkanäle reagieren nicht auf einen Stoff, sondern auf Spannung. Es gibt sie für Na^+ und für K^+. Das K^+-Tor hat nur eine Klappe. Es öffnet langsamer als das Na^+-Tor und schließt spät.

Reizstärke und Refraktärzeit

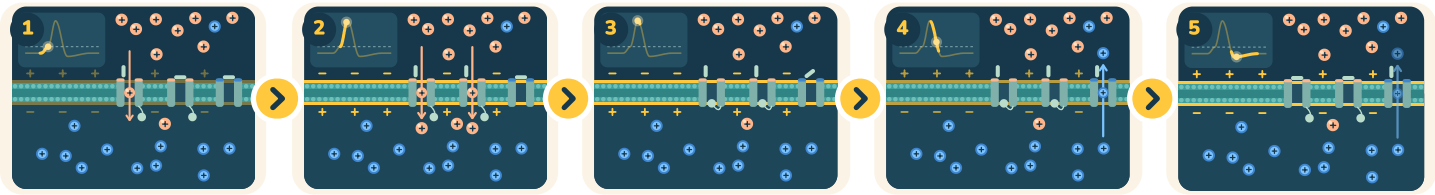


Was ein Reiz auslöst, hängt vom Schwellenwert bei etwa −50 mV ab.

- **Unterschwellig** Der Reiz erreicht die Schwelle nicht. Es entsteht kein Aktionspotential.
- **Alles oder nichts** Ab der Schwelle läuft es vom Ruhepotential aus vollständig und immer gleich hoch ab.
- **Refraktärzeit** Während der Spitze und kurz danach geht gar nichts (absolut). Dann nur mit stärkerem Reiz, und es fällt kleiner aus (relativ).
- **Frequenz** Ein stärkerer Reiz löst mehr Aktionspotentiale pro Sekunde aus, höchstens einige hundert.

Der Ablauf in fünf Schritten

SCHEMA: OBEN AUSSEN, UNTEN INNEN, NICHT MASSSTÄBLICH



Schritt 1: Schwelle

Erst ab etwa −50 mV

Ein Reiz macht das Innere weniger negativ. Unter der Schwelle verpufft er.

Ab etwa −50 mV öffnen genug Na^+-Tore.

ERKENNST DU AN
Ein Na^+-Tor offen, Kurve an der Schwelle.

Schritt 2: Depolarisation

Na^+ rein, Spannung rauf

Na^+ strömt hinein, und weitere Na^+-Tore öffnen: eine Kettenreaktion.

Die Spannung steigt bis etwa +30 mV. Der Teil über 0 heißt Overshoot.

ERKENNST DU AN
Na^+-Tore offen, Na^+ strömt ein, innen Plus.

Schritt 3: Spitze

Na^+-Tore verstöpselt

Nach etwa 1 ms stöpseln die Inaktivierungstore die Na^+-Tore zu.

Das Plus innen bremst weiteres Na^+, die K^+-Tore öffnen langsam.

ERKENNST DU AN
Stöpsel in den Na^+-Toren, K^+-Tor einen Spalt offen.

Schritt 4: Repolarisation

K^+ raus, Spannung runter

Jetzt sind die trägen K^+-Tore weit offen.

K^+ strömt hinaus und nimmt positive Ladung mit. Die Spannung fällt durch 0 zurück ins Negative.

ERKENNST DU AN
K^+ strömt hinaus, innen wieder Minus.

Schritt 5: Hyperpolarisation

K^+-Tore schließen spät

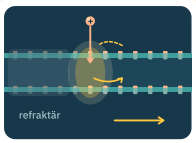
Etwas zu viel K^+ geht hinaus, die Spannung sinkt kurz unter −70 mV.

Danach stellt sich über die Leckkanäle wieder das Ruhepotential ein.

ERKENNST DU AN
Na^+-Tore zu und ohne Stöpsel, K^+-Tor noch offen.

Die Spitze dauert etwa 1 bis 2 ms. Dabei fließen nur winzige Ionenmengen, die Konzentrationen bleiben fast gleich.

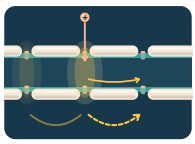
Erregungsleitung ohne und mit Myelin



Stelle für Stelle

Kontinuierlich

Ausgleichsströme heben die Nachbarstelle über die Schwelle, Stelle für Stelle. Die refraktäre Stelle dahinter verhindert den Rückweg. Dünne Fasern: etwa 0,5 bis 2 m/s.


im Sprung

Saltatorisch

Die Myelinscheide isoliert, Na^+-Tore sitzen dicht an den Ranvierschen Schnürringen. Die Erregung springt von Schnürring zu Schnürring, bis etwa 100 m/s, und spart Energie.

Drei Fehler, die du nicht machst

1

✗ ~~„Ein stärkerer Reiz erzeugt ein größeres Aktionspotential.“~~

✓ Vom Ruhepotential aus ist jedes Aktionspotential gleich hoch. Ein stärkerer Reiz erhöht die Frequenz, also die Zahl pro Sekunde.

2

✗ ~~„Die Konzentrationen kehren sich um, und die Pumpe beendet die Spitze.“~~

✓ Nur winzige Ionenmengen fließen, nur die Spannung kehrt sich um. Na^+- und K^+-Tore beenden die Spitze, die Pumpe hält die Gefälle.

3

✗ ~~„Bei der saltatorischen Leitung springen die Ionen.“~~

✓ Es springt die Erregung, die Ionen wandern nur kurz. Ausgleichsströme lösen am nächsten Schnürring ein neues Aktionspotential aus.

Prüfungsaufgaben

GRUNDLEGENDES NIVEAU

Eine Messkurve zeigt eine Ruhelinie bei −70 mV, einen Anstieg bis +30 mV, einen Abfall und eine Senke unter −70 mV. Benenne die Phasen und beschreibe zu jeder die Ionenbewegung.

benennen	Du gibst Begriffe oder Sachverhalte ohne Erläuterung an.
beschreiben	Du gibst einen Sachverhalt geordnet und fachsprachlich wieder.

✓ MUSTERLÖSUNG IN VIER TEILEN

1 **Ruhelinie:** Ruhepotential. Durch einige K^+-Kanäle, die Leckkanäle, sickert K^+ hinaus, und die Pumpe hält die Gefälle.

2 **Anstieg:** Depolarisation bis zum Overshoot, sobald der Schwellenwert erreicht ist. Spannungsgesteuerte Na^+-Tore öffnen, Na^+ strömt hinein.

3 **Abfall:** Repolarisation. Die Na^+-Tore sind inaktiviert, die K^+-Tore offen, K^+ strömt hinaus.

4 **Senke:** Hyperpolarisation. Die K^+-Tore schließen spät, es strömt noch etwas mehr K^+ hinaus.

ERHÖHTES NIVEAU

Lidocain, eine Spritze beim Zahnarzt, blockiert spannungsgesteuerte Na^+-Kanäle. Stelle eine Hypothese auf, wie es sich auf die Aktionspotentiale im Schmerznerv auswirkt, und erläutere, warum man nichts spürt.

Hypothese aufstellen	Du formulierst eine begründete Vermutung.
erläutern	Du machst einen Sachverhalt mit Fachwissen nachvollziehbar und verständlich.

✓ MUSTERLÖSUNG IN DREI TEILEN

1 **Hypothese:** Lidocain verhindert vermutlich, dass im betäubten Bereich Aktionspotentiale entstehen und ankommende weitergeleitet werden.

2 **Erläuterung:** Ohne offene Na^+-Tore fehlt der Na^+-Einstrom. Auch bei etwas Depolarisation startet keine Kettenreaktion, und die Ausgleichsströme lösen weiter vorn nichts aus.

3 **Folge:** Im Gehirn kommt keine Information an. Null Aktionspotentiale heißt keine Schmerzmeldung.

DAS WICHTIGSTE IN DREI SÄTZEN

1 Beim Aktionspotential strömt ab der Schwelle Na^+ hinein, und die Spannung steigt bis etwa +30 mV. Danach strömt K^+ hinaus, und die Spannung fällt.

2 Jedes Aktionspotential ist vom Ruhepotential aus gleich hoch. Die Reizstärke steckt in der Frequenz: Ein stärkerer Reiz löst mehr Aktionspotentiale pro Sekunde aus.

3 Mit Myelin springt die Erregung von Schnürring zu Schnürring. Diese saltatorische Erregungsleitung ist viel schneller und sparsamer als die kontinuierliche.

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