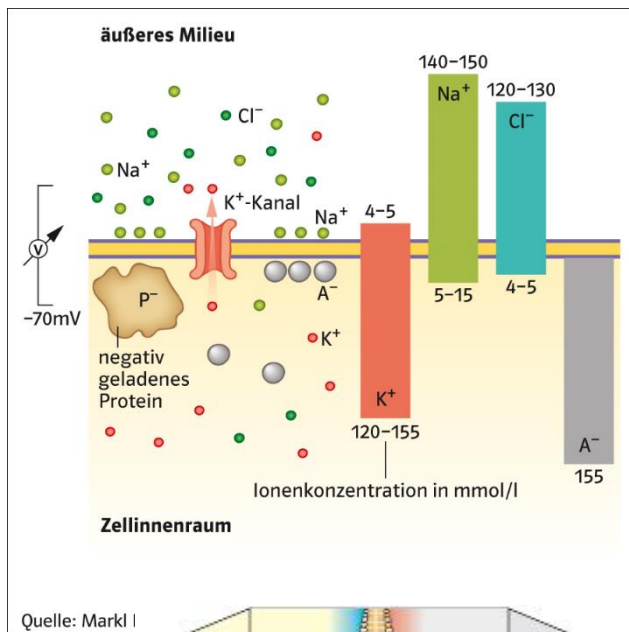


# Ionentheorie des Ruhepotentials

Das Gleichgewichtspotenzial an einer lebenden Zelle beruht auf einer charakteristischen Ionenverteilung. Während Kaliumionen ( $K^+$ ) und organische Anionen ( $A^-$ ) im Zellinnenraum in großer Konzentration vorliegen, gibt es dort nur wenige Natrium- ( $Na^+$ ) und Chloridionen ( $Cl^-$ ). In der extrazellulären Flüssigkeit verhält es sich genau umgekehrt (Abb. 14.1 ①).



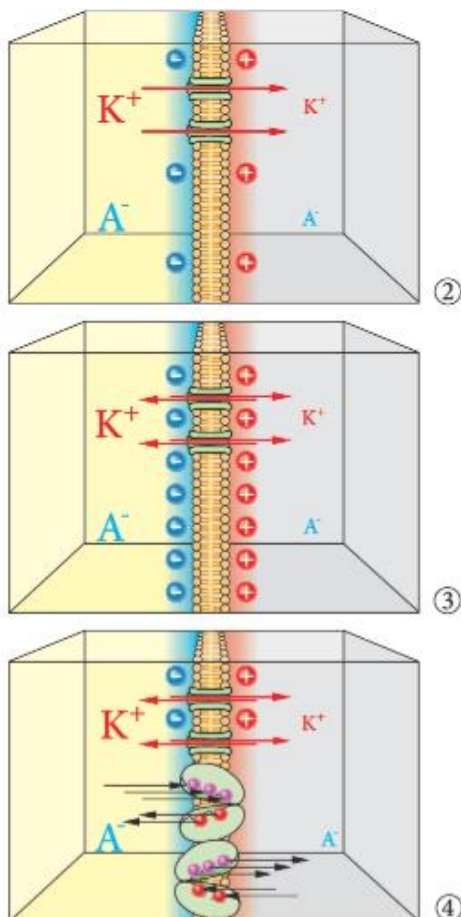
Biomembranen sind für Ionen undurchlässig, sofern es keine Ionen-Kanäle für sie gibt.  $K^+$  diffundieren über ständig geöffnete  $K^+$ -Kanäle zwischen intra- und extrazellulärer Flüssigkeit.

Durch das chemische Potenzial gibt es einen Nettostrom von  $K^+$  über diese Kanäle in den extrazellulären Raum ②. Jedes  $K^+$  nimmt dabei eine positive Ladung mit nach außen. Da die negativ geladenen organischen Ionen die Membran nicht passieren können, bleiben die negativen Ladungen im Innenraum der Zelle zurück. Deshalb führt der Ausstrom von  $K^+$  zur Ladungstrennung und zur Ausbildung eines elektrischen Potenzials, wobei das Zellinnere negativ und das Zelläußere positiv geladen ist. Die negative Aufladung des Zellinnenraumes wird durch  $Cl^-$ , die über Kanäle in die Zelle diffundieren, noch weiter verstärkt. Dem Ausstrom von  $K^+$  wirken die negative Innen- sowie die positive Außenladung entgegen, da sich unterschiedlich geladene Teilchen anziehen und sich Teilchen gleicher Ladung abstoßen.

Entspricht das chemische dem elektrischen Potenzial, stellt sich ein Gleichgewichtszustand zwischen Ein- und Ausstrom von  $K^+$  ein ③ ( $\rightarrow$  S. 12). Das resultierende Membranpotential liegt bei Nervenzellen im Ruhezustand bei etwa -70 mV, es wird **Ruhepotenzial** der Zelle genannt. Es lässt sich unmittelbar nach dem Einstich einer Kapillarelektrode messen (Abb. 14.2,  $\rightarrow$  S. 13). Das Ruhepotenzial wird wesentlich von  $K^+$  bestimmt, man nennt es daher auch  $K^+$ -Gleichgewichtspotenzial.

Obwohl die Membran lebender Zellen im Ruhezustand für  $Na^+$  nicht permeabel ist, sickern einige Ionen über undichte Stellen der Membran in die Zelle hinein. Sie erzeugen den sogenannten Leckstrom, der zum langsamen Konzentrationsausgleich von  $Na^+$  führen würde. Der resultierende Ladungsausgleich würde das Ruhepotenzial aufheben.

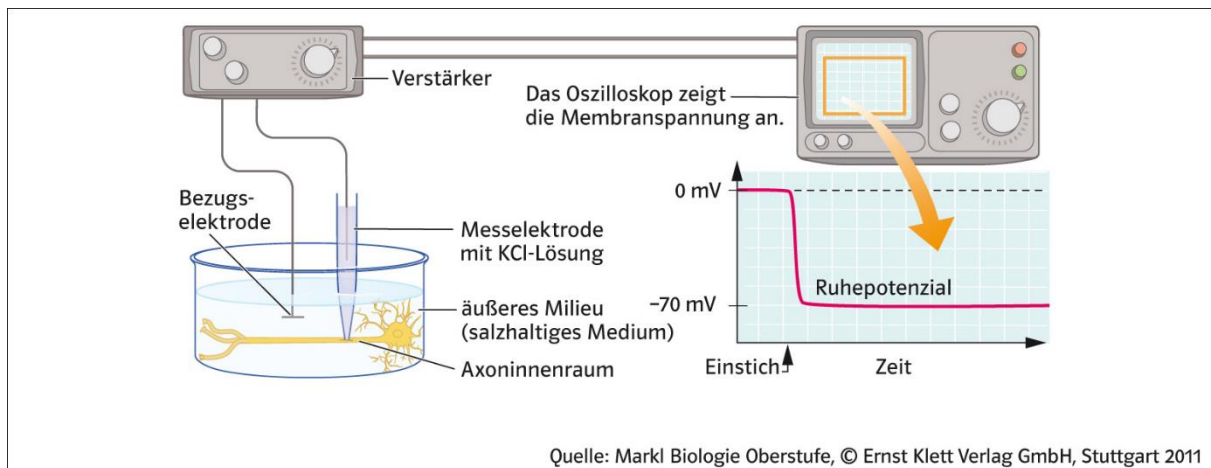
Über ein spezielles Transportprotein, die **Natrium-Kalium-Ionenpumpe**, werden ständig  $K^+$  und  $Na^+$  gegen ihr Konzentrationsgefälle transportiert ④. Dabei werden unter ATP-Spaltung bei jedem Transportschritt zwei  $K^+$  nach innen und drei  $Na^+$  aktiv nach außen transportiert. Die Natrium-Kalium-Ionenpumpe wirkt somit dem Leckstrom entgegen und hält das Ruhepotenzial aufrecht.



# Ionentheorie des Ruhepotentials

## Methode: Messung des Membranpotentials

Um die Spannungsverhältnisse an Zellmembranen zu untersuchen, benötigen Sie Mikroelektroden. Das sind hauchdünne Glaskapillaren mit einem Durchmesser von einem halben tausendstel Millimeter an der Spitze. Sie werden mit einer leitfähigen Flüssigkeit gefüllt und können in ein Neuron eingestochen werden. Mit der Messanordnung in Abbildung messen Sie damit an einem ruhenden Säugerneuron eine elektrische Spannung über der Membran, d.h. eine Potentialdifferenz zwischen ihrer Innen- und Außenseite. Die negativen Ladungen befinden sich auf der Innenseite der Membran im Überschuss, die positiven Ladungen auf der Außenseite. Sie ziehen sich durch die Membran an und polarisieren sie. Setzt man das Potential außen als Bezugspunkt auf 0 V, so liegt die Membranspannung bei -70 mV.



## Zusammenfassung:

Das **Ruhepotential** ist die elektrische Ladungsdifferenz zwischen dem Inneren und dem Äußeren einer Zelle in einem inaktiven (ruhenden) Zustand. Es entsteht durch das Ungleichgewicht von Ionen innerhalb und außerhalb der Zellmembran. Das Ruhepotential ist wichtig für die Funktion von Nervenzellen, da es die Grundlage für die Erzeugung von Aktionspotentialen bildet (und somit die Weiterleitung von Informationen ermöglicht). Es wird in Millivolt gemessen und liegt typischerweise bei -70 mV.

Das Ruhepotential ist negativ, weil sich im Inneren der Zelle mehr negativ geladene Ionen befinden als außerhalb der Zelle. Im Ruhezustand einer Nervenzelle sind die Natriumkanäle geschlossen, während die Hintergrund-Kaliumkanäle ständig geöffnet sind. Dadurch strömen Kaliumionen aus der Zelle heraus, während Natriumionen nicht in die Zelle gelangen können. Dies führt zu einem Überschuss an negativ geladenen Ionen im Inneren der Zelle und einem Überschuss an positiv geladenen Ionen außerhalb der Zelle.