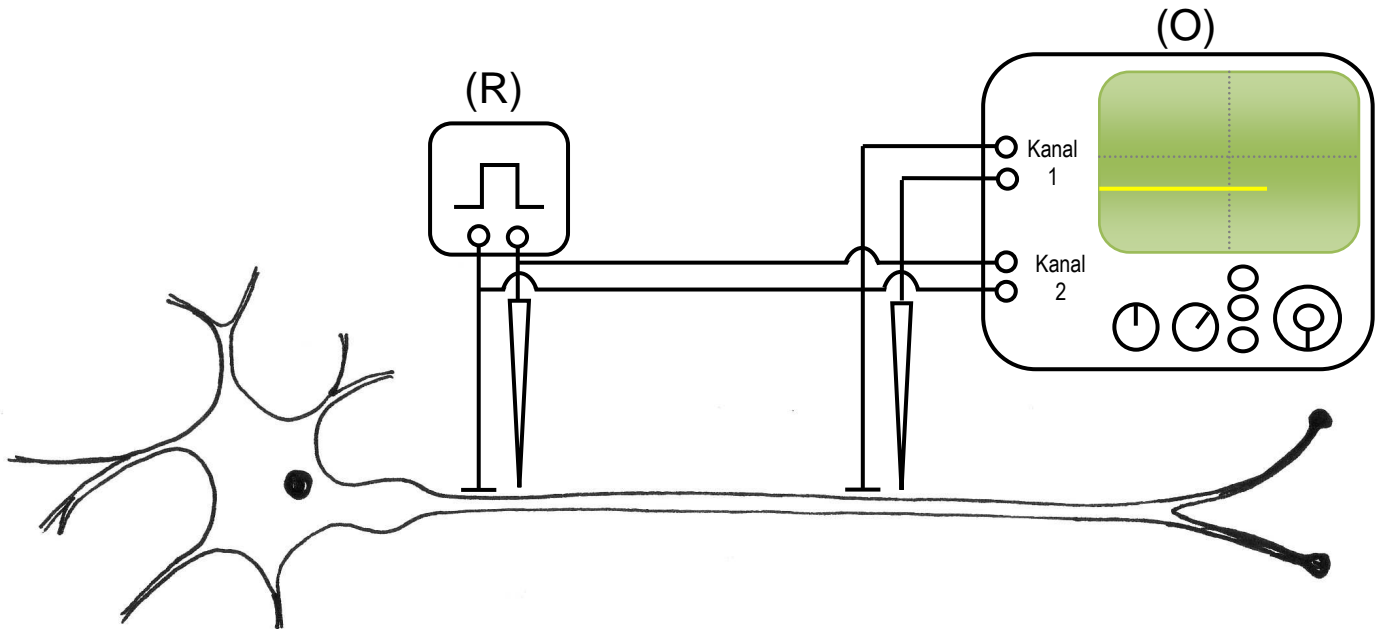


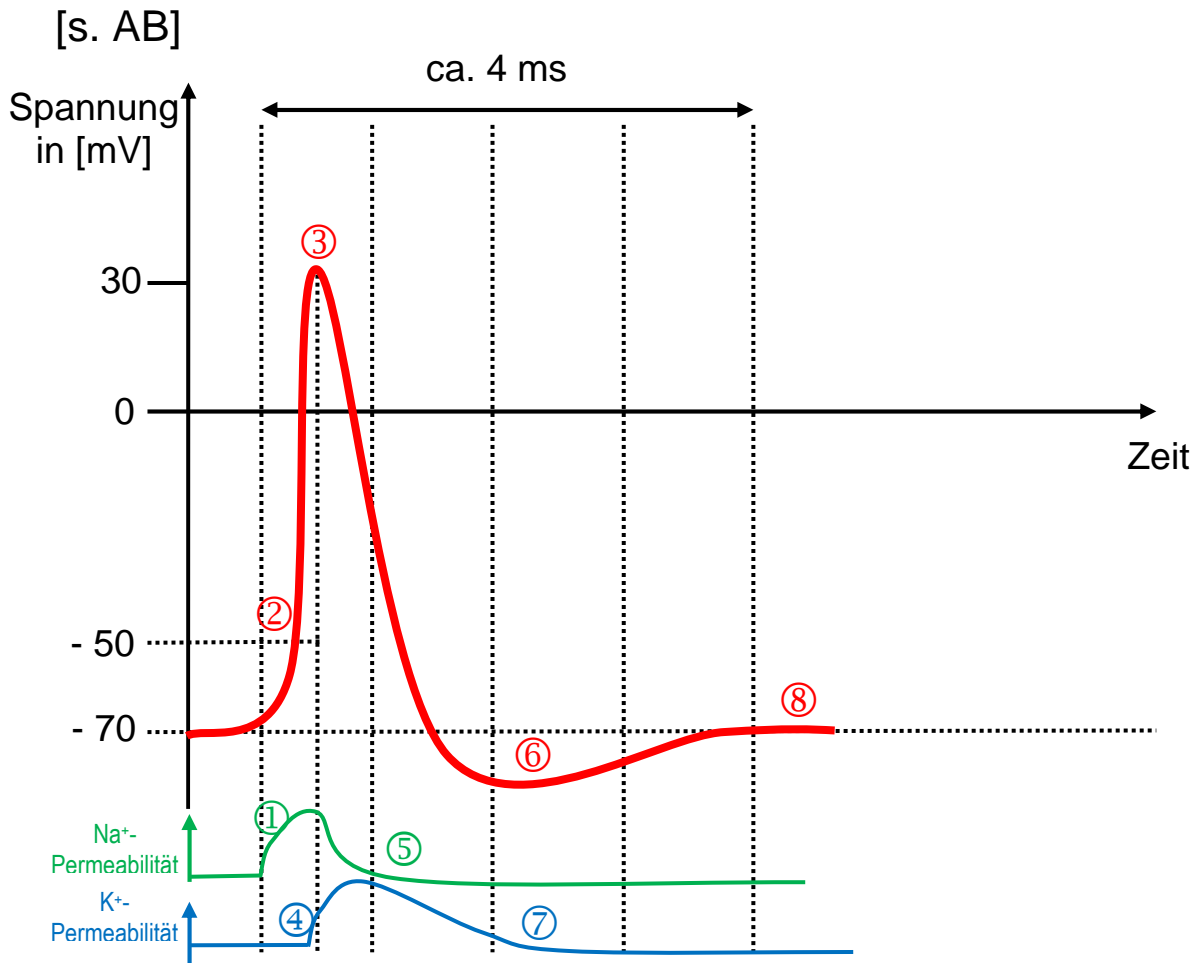
1.3.2 Das Aktionspotential (AP)

Mit einem Reizgerät (R) kann das Membranpotential eines Neurons verändert werden. Eine weitere Elektrode kann über ein Oszilloskop (O) die Veränderung des Membranpotentials in direkter Nähe anzeigen:



Zusammenfassung:

- Geringe Reizungen (sowohl Depolarisation [= innen positiv gegenüber außen] als auch Hyperpolarisation [= innen negativ gegenüber außen]) führen zu **lokalen Potentialen**, die sich mit zunehmendem Abstand von der Reizstelle stark abschwächen.
- Ab einem bestimmten **Schwellenpotential** führt eine Depolarisation zu einer weitergehenden Spannungsänderung (**Depolarisation**). Das Ruhepotential bricht völlig zusammen.
- Für kurze Zeit kommt es zu positiven Spannungswerten im Zellinneren (**Umpolarisation**).
- Anschließend erfolgt die Wiederherstellung des Ruhepotentials (**Repolarisation**): Dabei wird die Zelle kurzzeitig **hyperpolarisiert**, bis sie nach ca. 4 ms schließlich ihr Ruhepotential wieder erreicht.



Erklärung:

- (1) Öffnung von spannungsabhängigen Na⁺-Kanälen: Die Permeabilität für Na⁺ steigt explosionsartig.
- Der Na⁺-Einstrom depolarisiert das Membranpotential (2).
- Zeitlich verzögerte Öffnung (3) von spannungsabhängigen K⁺-Kanälen: Da keine elektrostatische Anziehungskraft die K⁺-Ionen mehr zurückhält, erfolgt massiver K⁺-Ausstrom (4).
- (5) Na⁺-Kanäle gehen in geschlossenen, inaktiven Zustand über.
- (6) hoher K⁺-Einstrom hyperpolarisiert Membran, K⁺-Permeabilität erreicht Normalwert (7).
- (8) Die Na⁺-Kanäle gehen vom geschlossenen, inaktiven in den geschlossenen aktiven Zustand über, die Na⁺/K⁺-Pumpe stellt ursprüngliche Ionenverteilung wieder her.

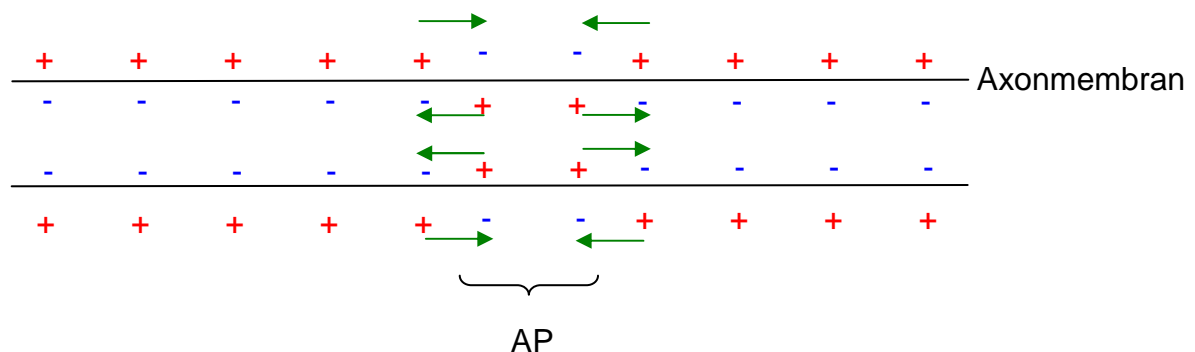
Besonderheiten:

Ein AP wird entweder ausgelöst oder nicht: **Alles-oder-Nichts-Gesetz**.
Form und Größe sind immer gleich!

Kurz nach einem AP kann selbst durch stärkste Reize kein neues AP ausgelöst werden. Man spricht von der **absoluten Refraktärzeit**.
(**relative Refraktärzeit**: hier können durch stärkere Reize kleinere APE ausgelöst werden)

1.3.3 Die Erregungweiterleitung

Schematische Darstellung der Ladungsverhältnisse an einem Axonabschnitt **während eines Aktionspotentials**:



Da nebeneinander liegende Bereiche der Axonmembran nicht elektrisch isoliert voneinander sind, kommt es zu **Ausgleichsströmen**. Daraufhin öffnen sich die spannungsabhängigen Na^+ -Kanäle und es entsteht ein neues AP in direkter Nachbarschaft.

→ Es kommt zur **verlustfreien** Weiterleitung eines APs entlang des gesamten Axons!

→ Ein „Rücklauf“ des APs wird durch die **Refraktärphase** der gerade erregten Stelle verhindert!

Geschwindigkeit der Erregungsleitung

- kontinuierliche Erregungsleitung:

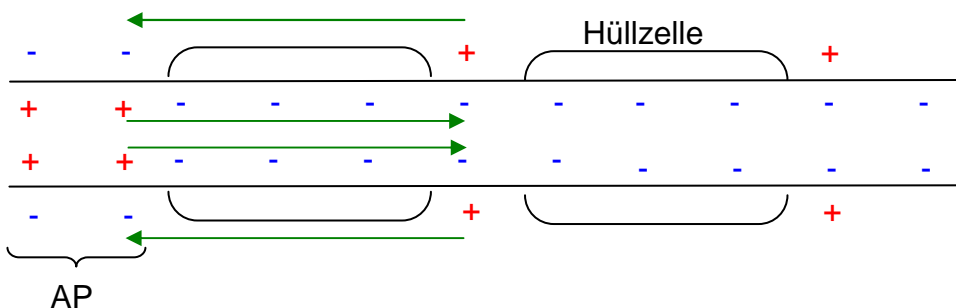
Die Geschwindigkeit der Erregungsleitung ist von der Größe des Querschnitts des Axons abhängig. **Je größer der Querschnitt, desto schneller die Erregungsleitung.**

→ Verwirklicht beim Riesenaxon des Tintenfischs,

Durchmesser 650 μm , Leitungsgeschwindigkeit: 25 m/s.

- saltatorische Erregungsleitung:

Die Schwannschen Hüllzellen bilden eine **isolierende Myelinscheide**, die nur **an den Schnürringen unterbrochen** ist. Die Ausgleichsströme müssen hier weite Strecken überbrücken:



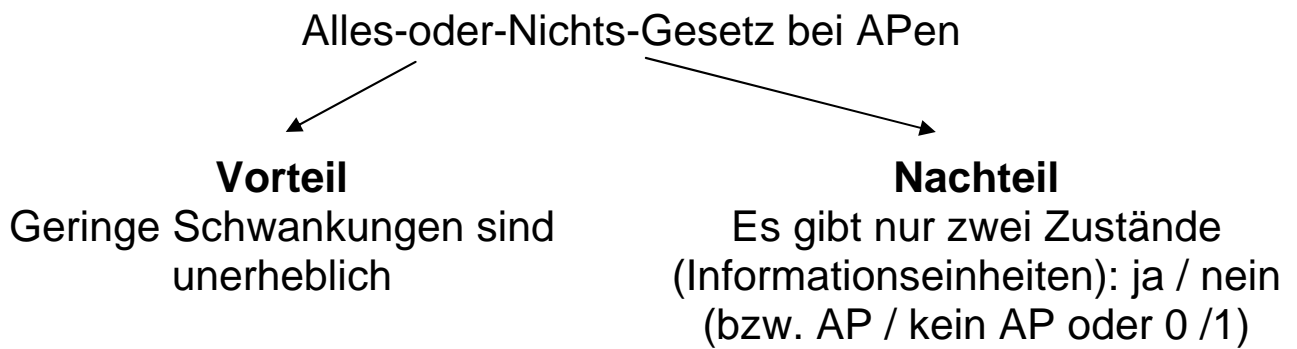
Vorteile:

- schnellere Erregungsleitung
- weniger Energieaufwand (AP entsteht nur noch an Schnürringen)

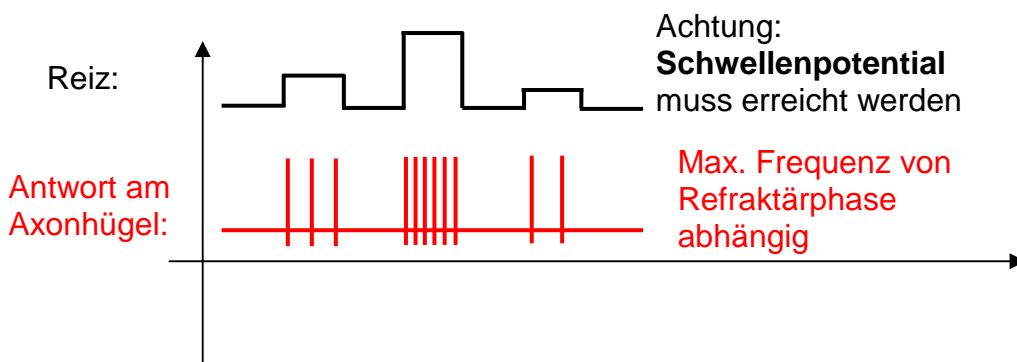
→ verwirklicht bei den **markhaltigen Nervenfasern höherer Wirbeltiere**

Durchmesser: 4 μm , Leitungsgeschwindigkeit: 25 m/s

1.3.4 Die Verschlüsselung von Information durch Aktionspotentiale



Um **graduelle** Unterschiede anzuzeigen (ist die Herdplatte kalt, warm, heiß, sehr heiß) werden APe mit **unterschiedlicher Frequenz** abgefeuert:



Reizstärke und zeitlicher Abstand (auch Frequenz) der APe sind proportional zueinander!