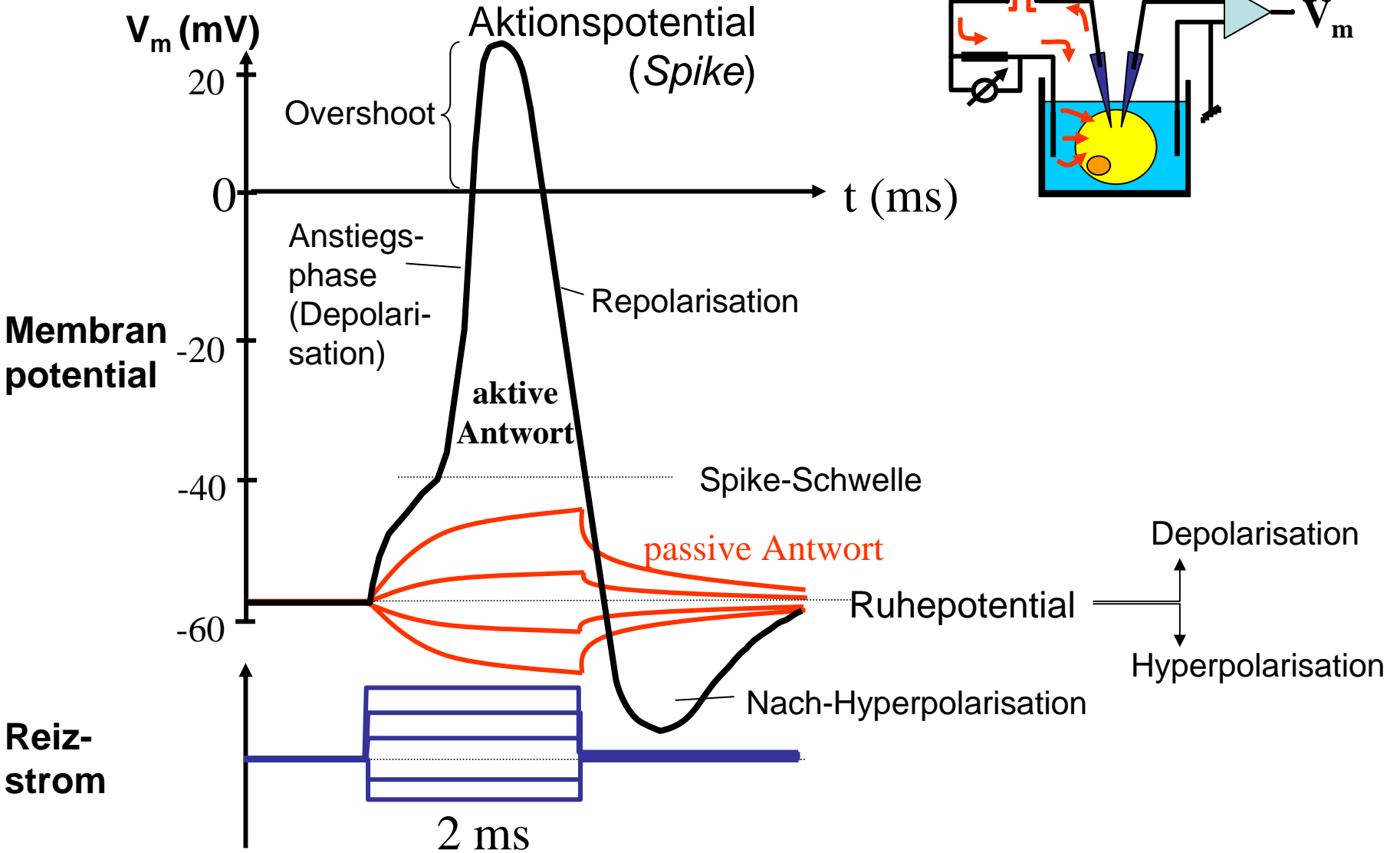
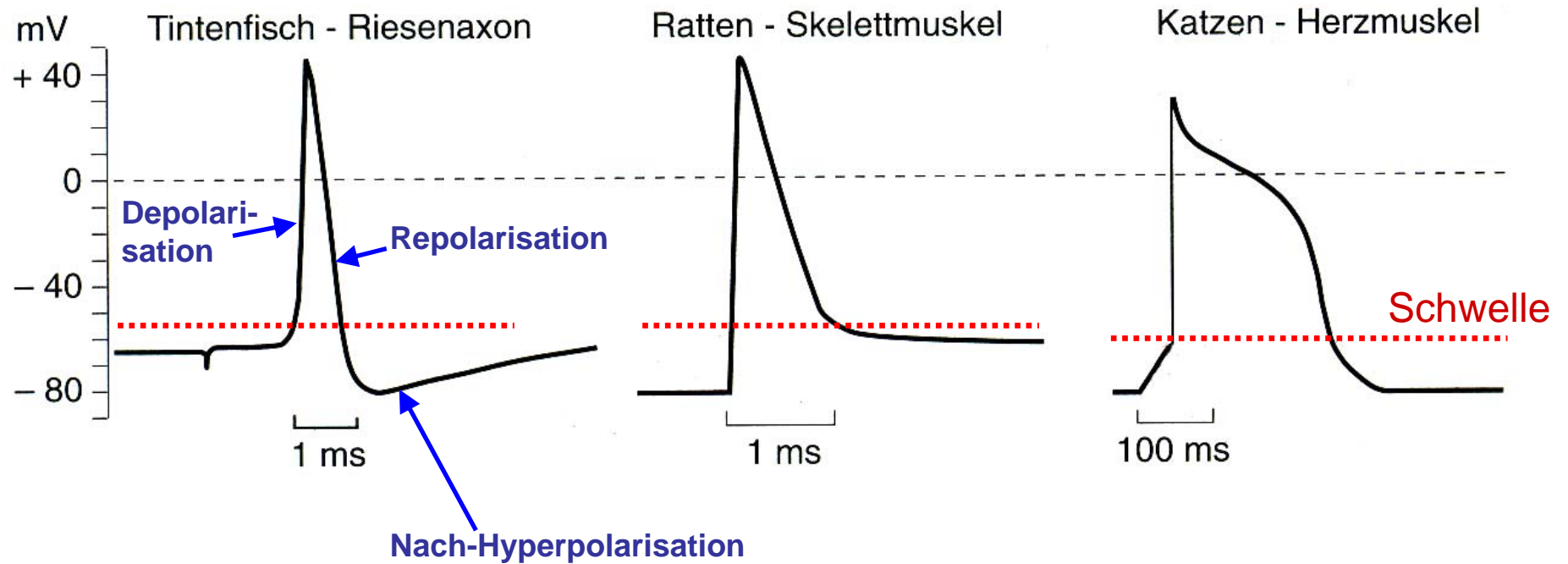


Aktionspotential

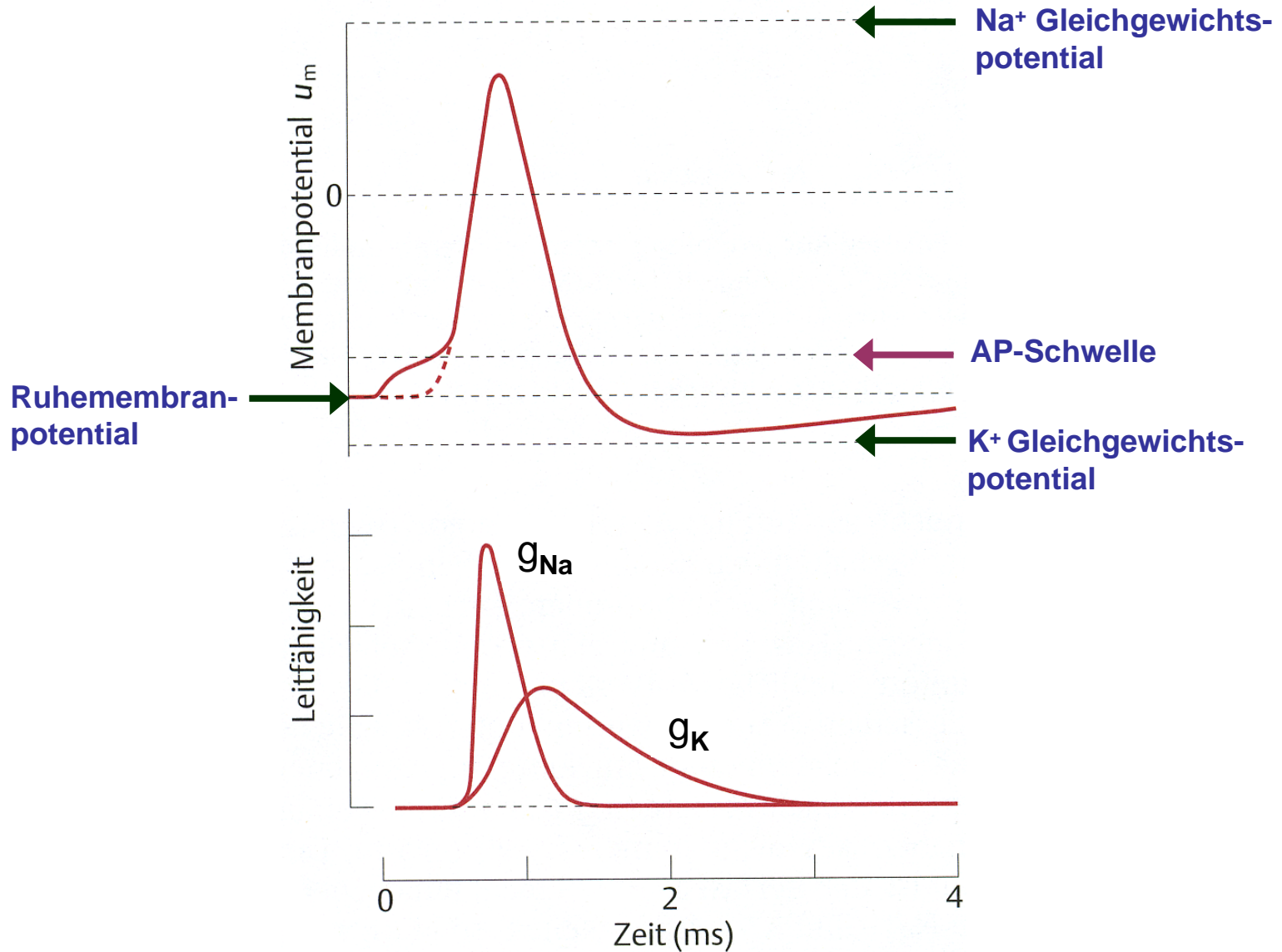
Passive und aktive elektrische Membraneigenschaften



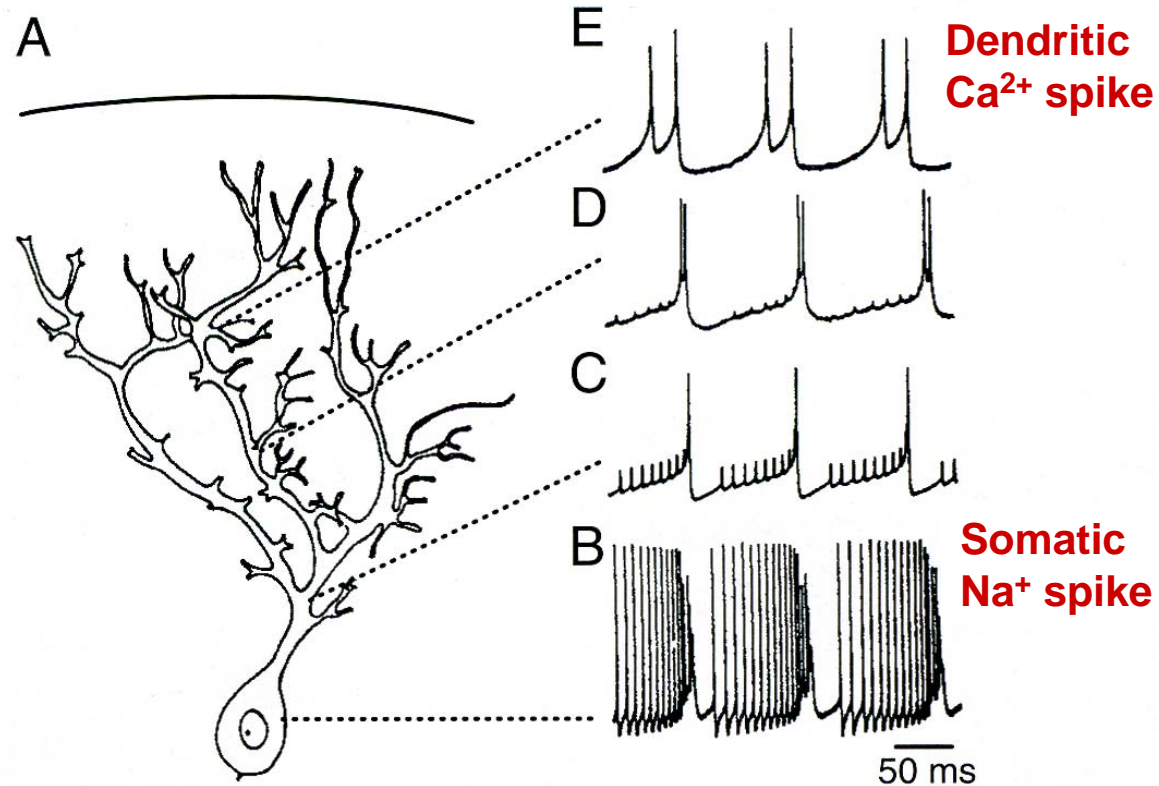
Aktionspotential - Formen



Aktionspotential - Erzeugung

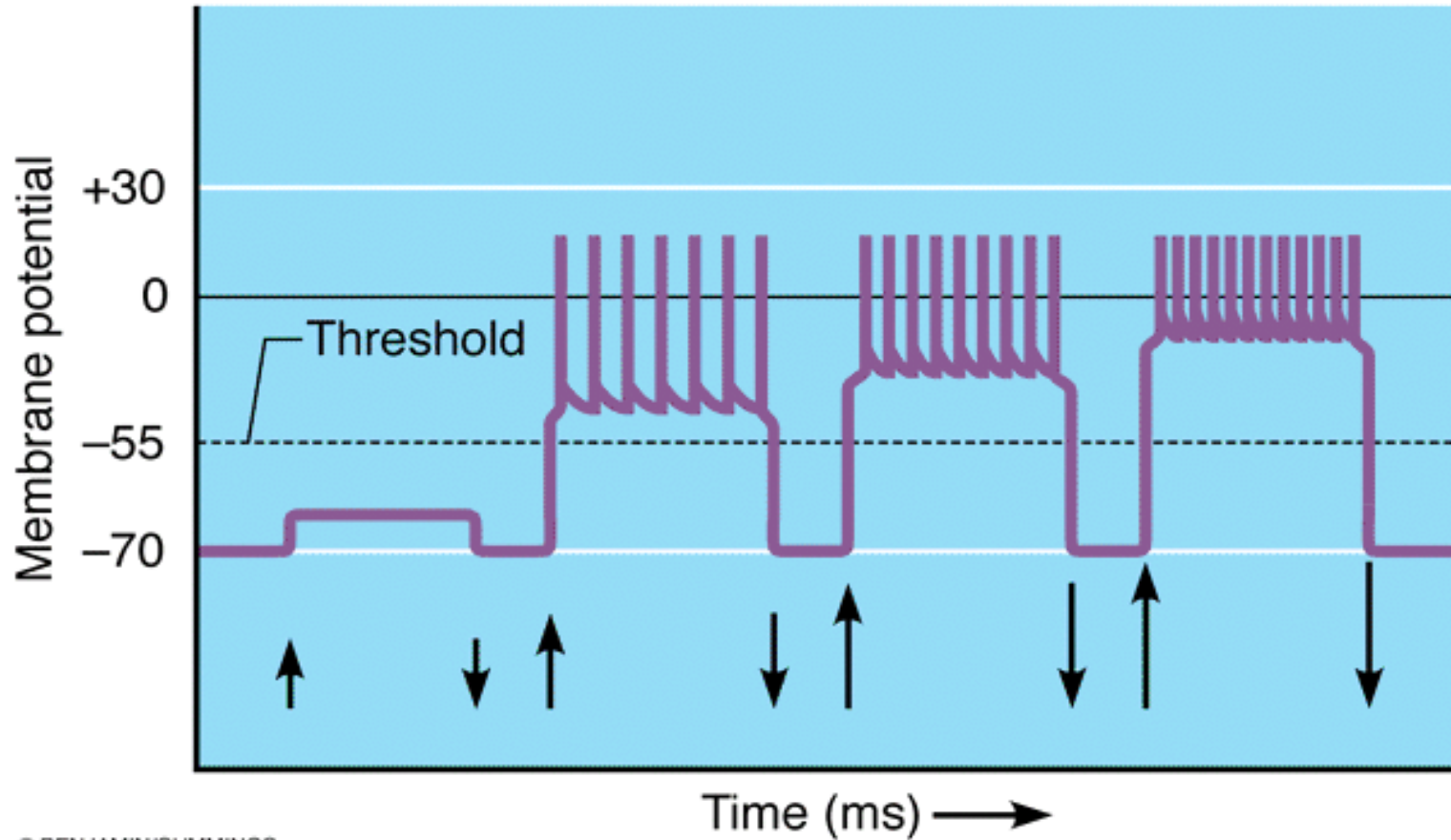


Purkinje-Zelle im Kleinhirn: Ca²⁺ versus Na⁺ Aktionspotentiale

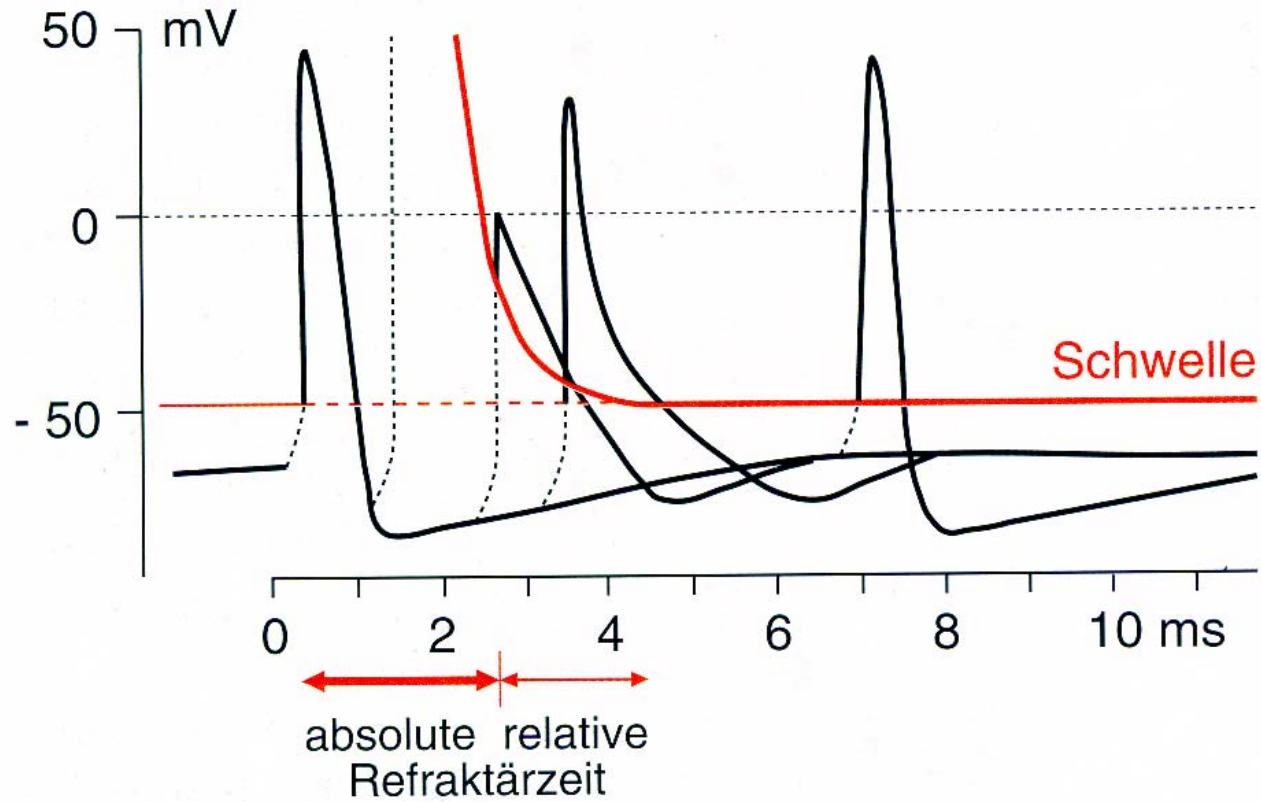


AP-Rate hängt von Stärke der auslösenden Depolarisation ab

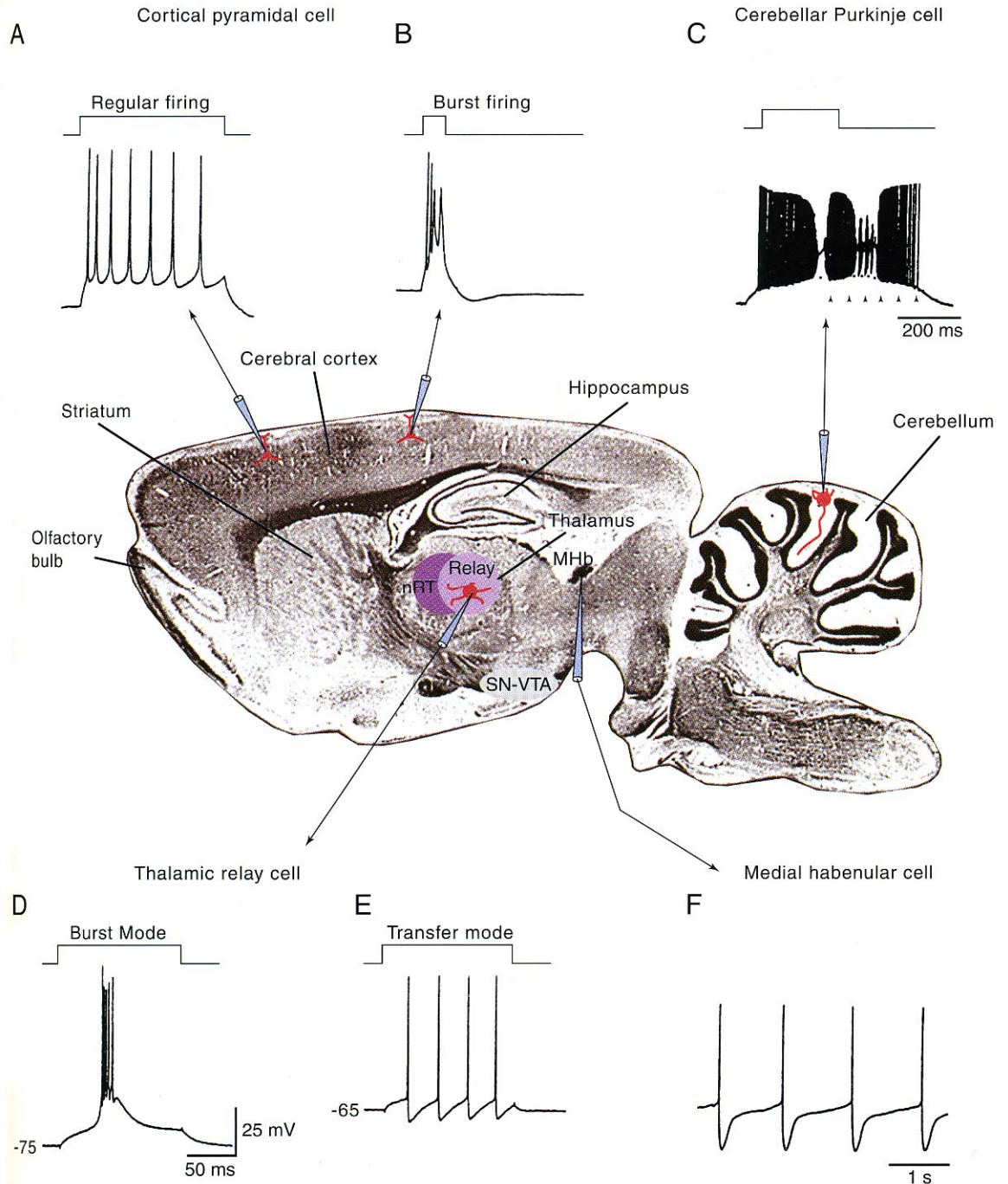
→ Rate kodiert Reizamplitude



Aktionspotential - Refraktärzeit



Aktionspotentiale im Säugerhirn

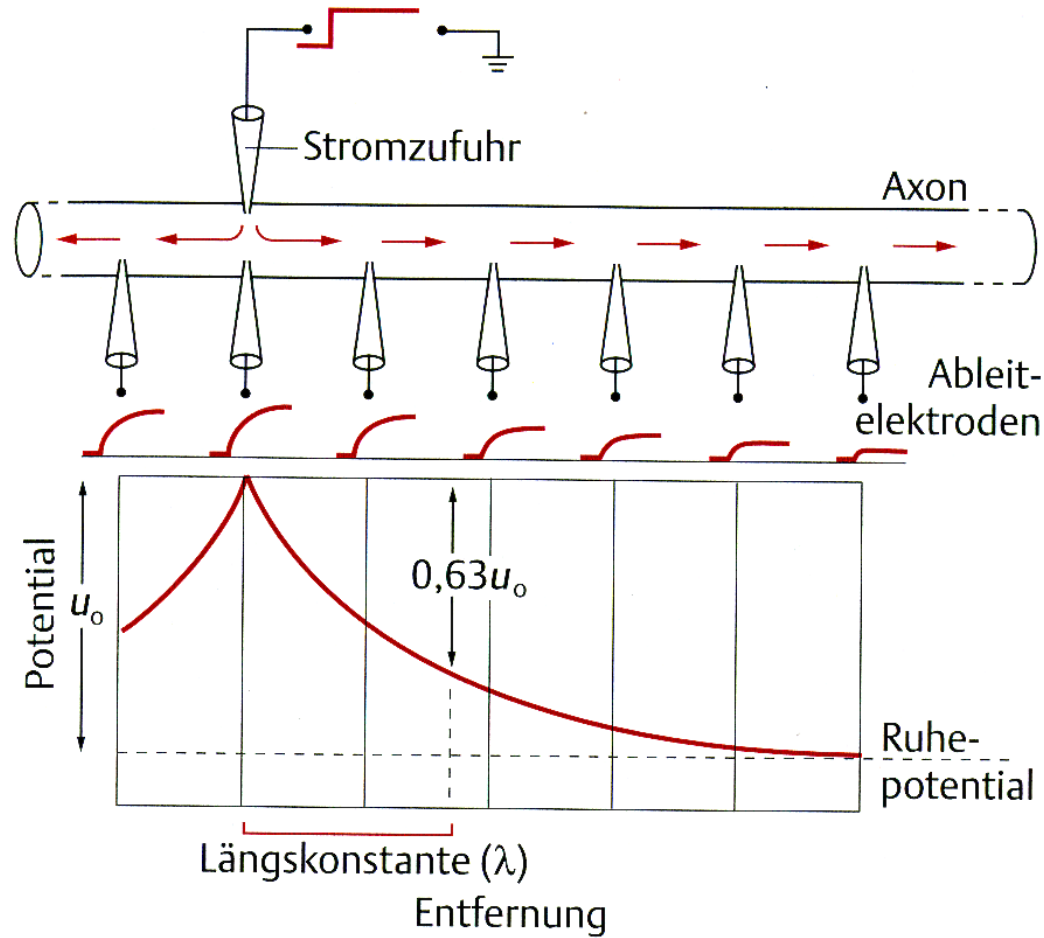


Zusammenfassung: **Aktionspotential**

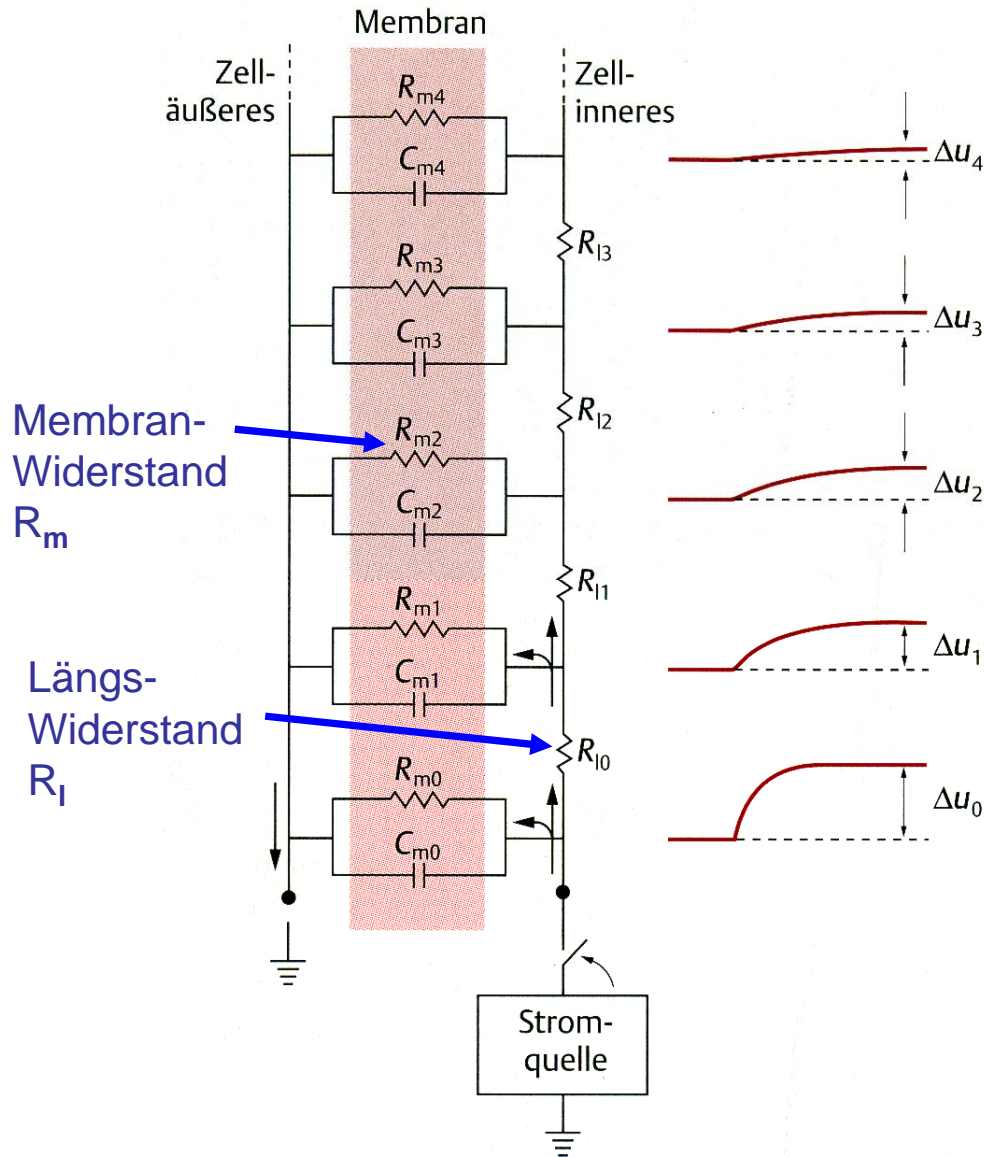
- AP stellt **aktive** Membranpotentialänderung dar
- AP wird erzeugt aufgrund von **V-abhängigen Na-Kanälen** (Depolarisationsphase) gefolgt von der Aktivierung V-abhängiger K-Kanäle (Repolarisationsphase, Hyperpolarisationsphase)
- AP-Amplitude erreicht fast den Wert des Na-Gleichgewichtspotential (+20 bis +50 mV)
- **Schwellenpotential** muss erreicht werden für AP-Auslösung
- **Alles oder Nichts** - Erregung
- Nach AP-Auslösung gilt **absolute und relative Refraktärzeit** für Auslösung des nächsten APs
- Energiequelle für AP sind ATP-getriebene Na/K Austauschpumpen

Erregungsleitung

Erregungsleitung in Neuronen: elektrotonische Ausbreitung

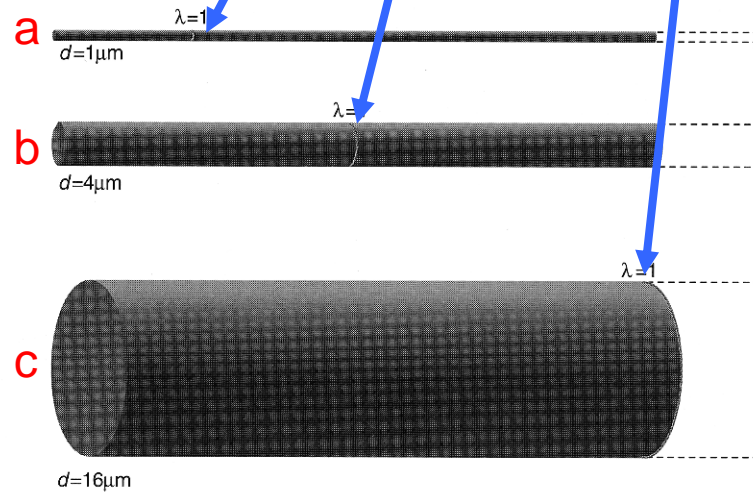
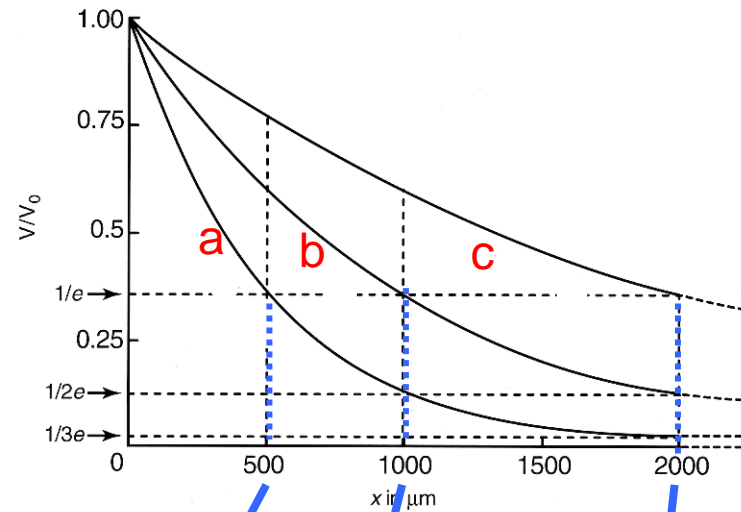


Erregungsleitung in Neuronen: elektrotonische Ausbreitung

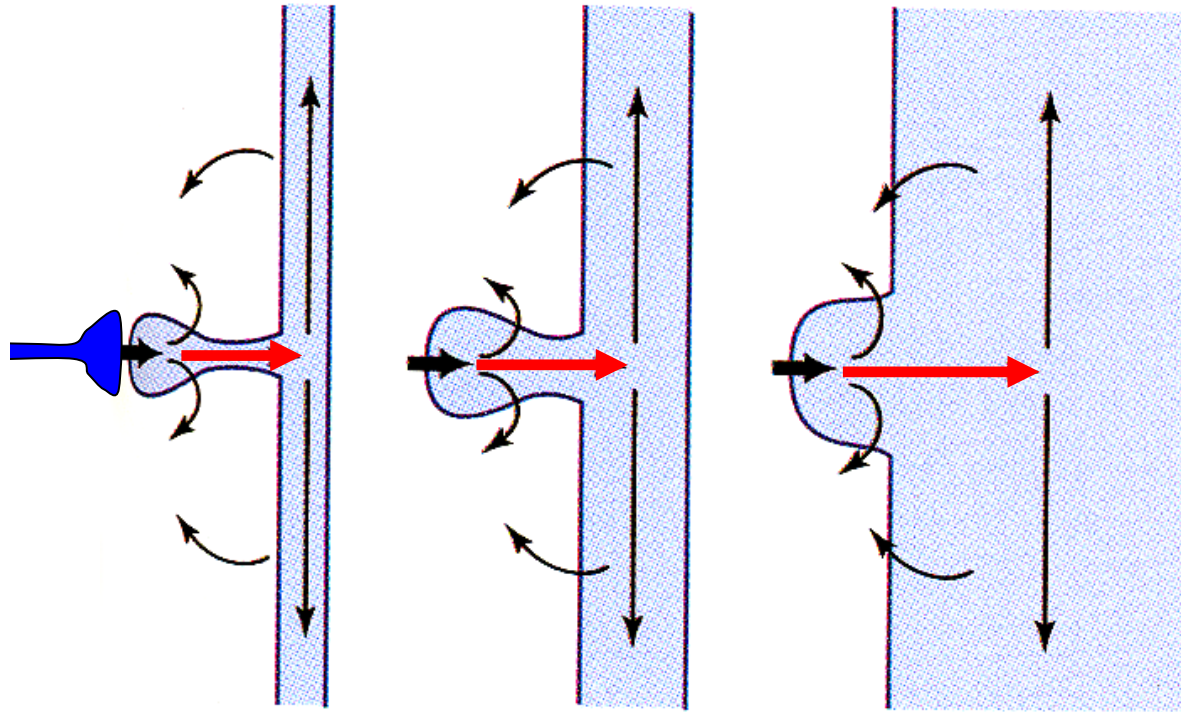


$$\lambda = \sqrt{\frac{R_m}{R_l}}$$

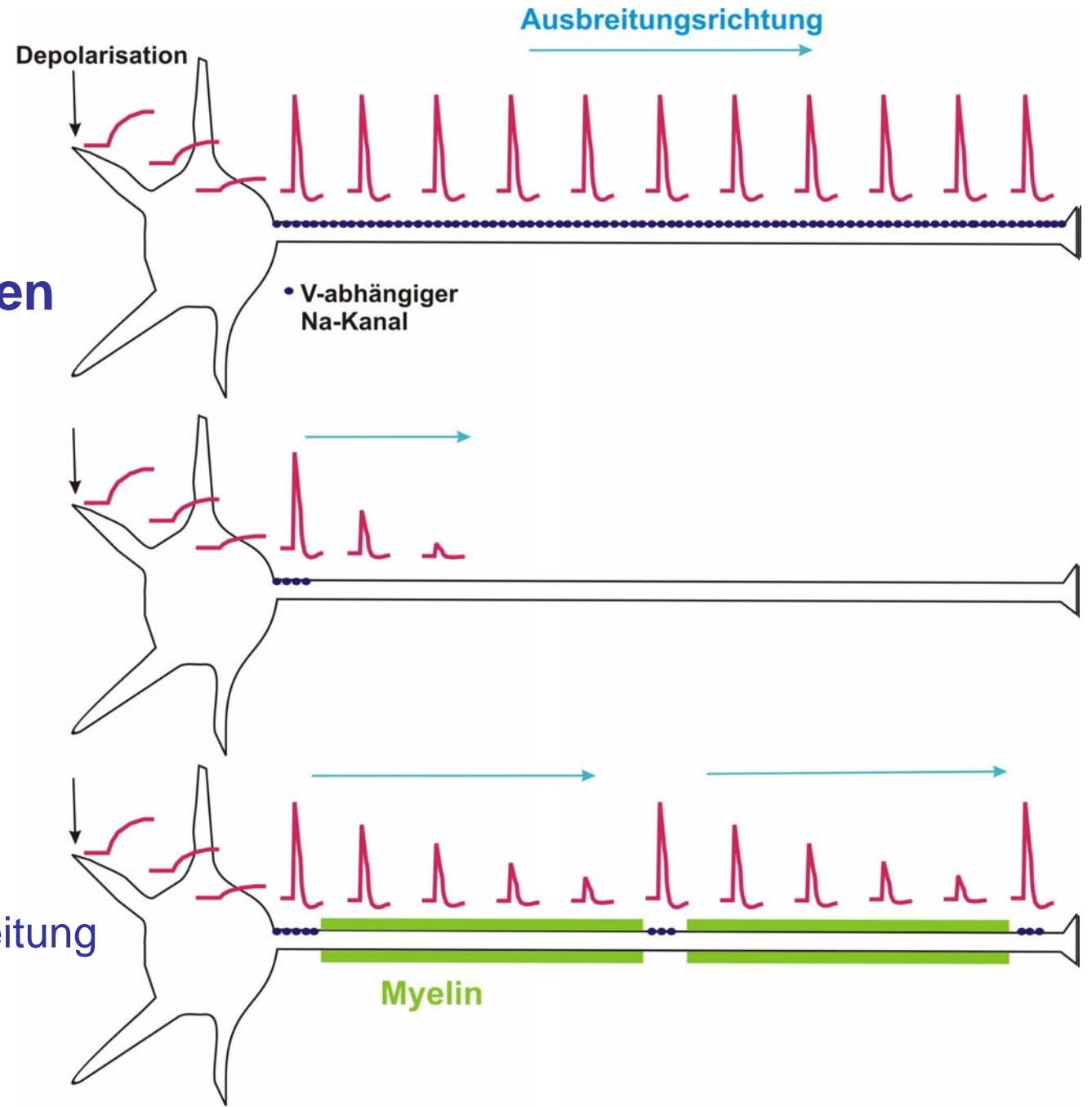
Erregungsleitung in Neuronen: elektrotonische Ausbreitung



Erregungsleitung in Neuronen: elektrotonische Ausbreitung in "spines"



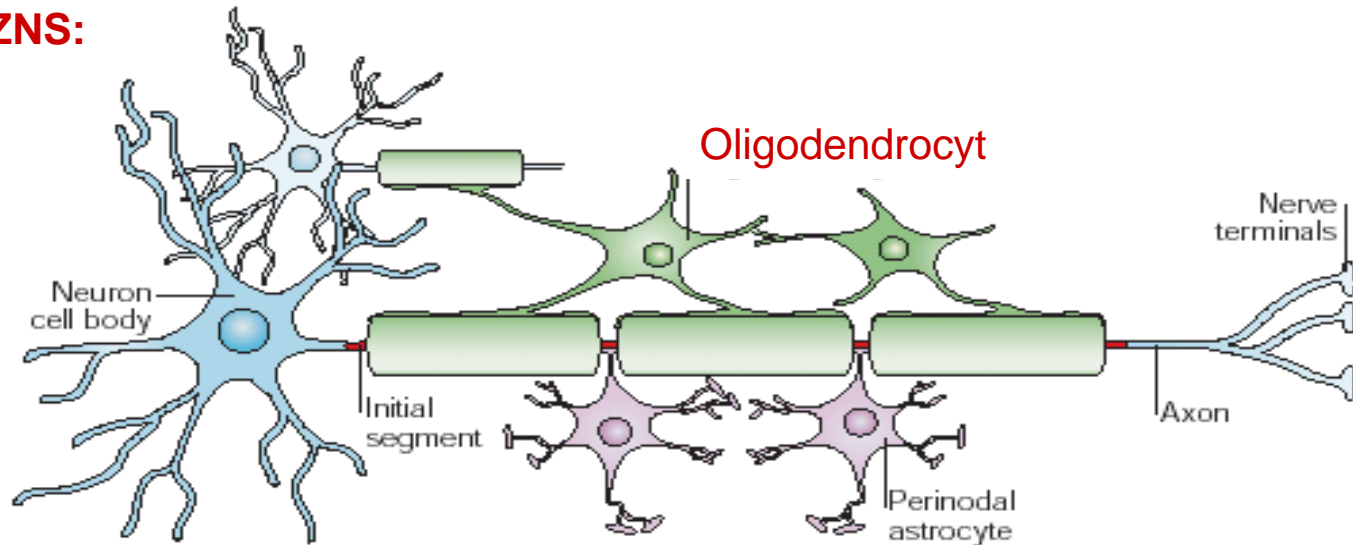
Ausbreitung von Aktionspotentialen



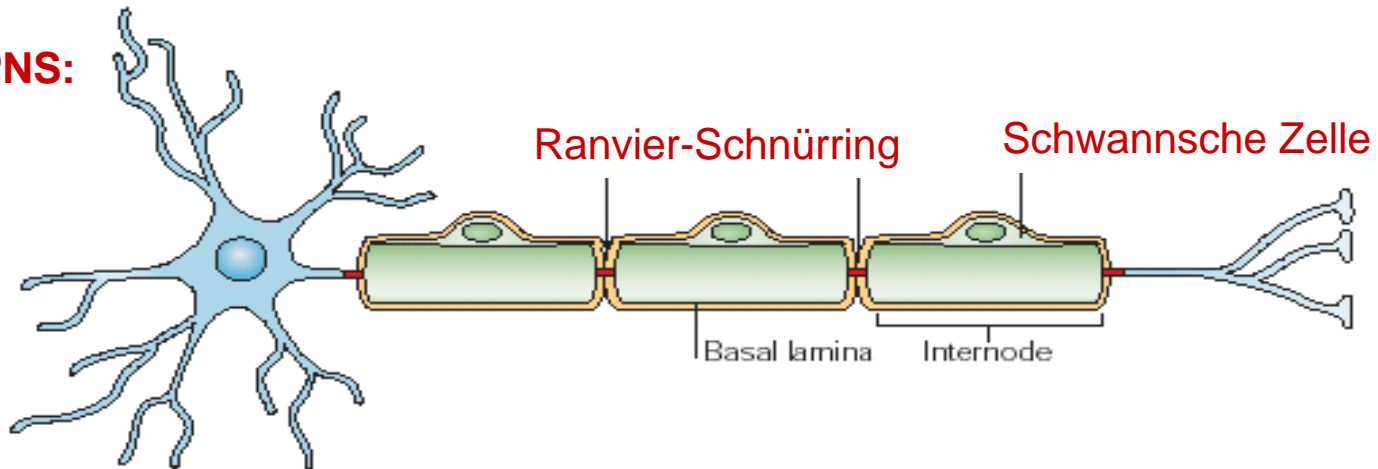
Saltatorische Ausbreitung

Myelinbildung bei peripheren und zentralnervösen Neuronen

ZNS:



PNS:



Multiple Sklerose (MS)

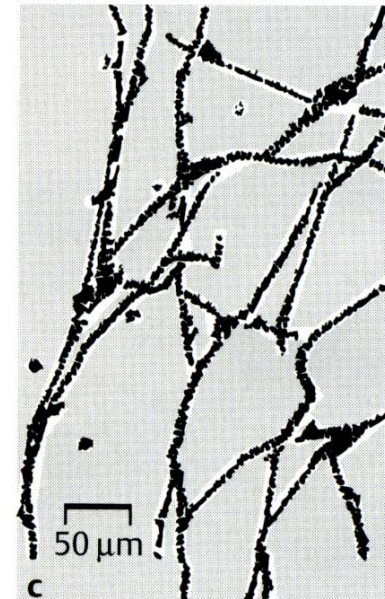
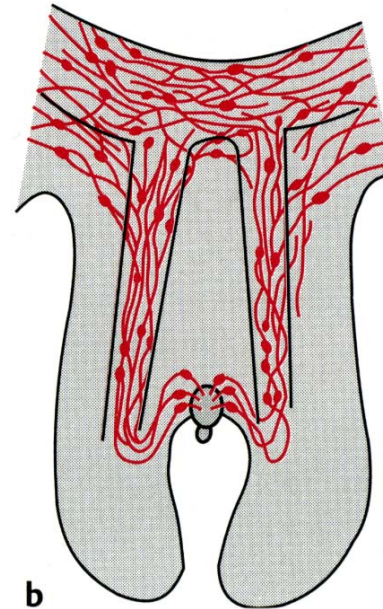
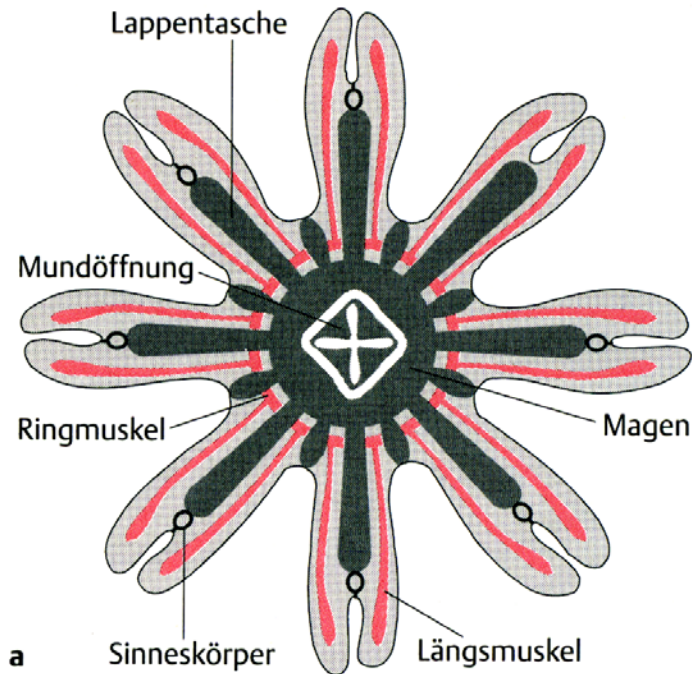
- Multiple Sklerose ist eine Krankheit des Zentralnervensystems.
- Es handelt sich dabei um eine Demyelinisierung und Entzündung von Axonbahnen in vielen Hirngebieten.
- Symptome: Monoculare Blindheit (Läsionen im optischen Nerven); motorische Schwächen und Paralyse (Läsionen im cortico-spinalen Trakt); abnormale somatische Empfindungen (Läsionen in den somatosensorischen Bahnen); Schwindelgefühl (Läsionen in den vestibulären Bahnen)
- Letzte Ursache für MS ist ungeklärt, aber Hypothese ist, dass es sich eventuell um eine Krankheit des Autoimmunsystems handelt.

Zusammenfassung: **Erregungsleitung**

- **Elektrotonische Ausbreitung** von Membranpotentialänderungen ist passiver Ausbreitungsmodus, hängt ab von vom Membranwiderstand und dem Längswiderstand
- Reichweite der Ausbreitung wird durch **Längskonstante** λ angegeben
- **Saltatorische Ausbreitung** von APs in Axonen zwischen den **Ranvierschen Schürringen**
- **Myelin** als elektrischer Isolator
- Gliazellen (**Oligodendrocyten, Schwannsche Zellen**) bilden Myelin

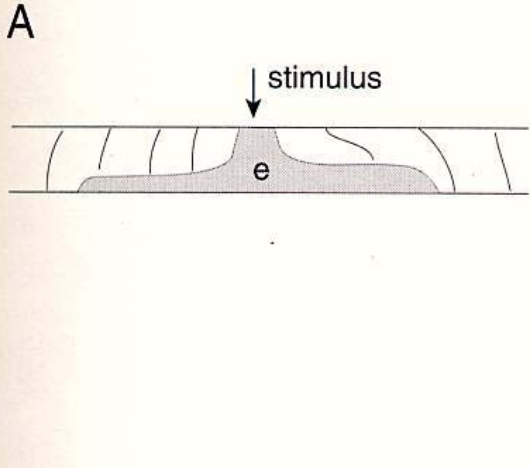
Evolution von Nervensystemen: Invertebraten

Cnidaria: ein verteiltes Nervennetz



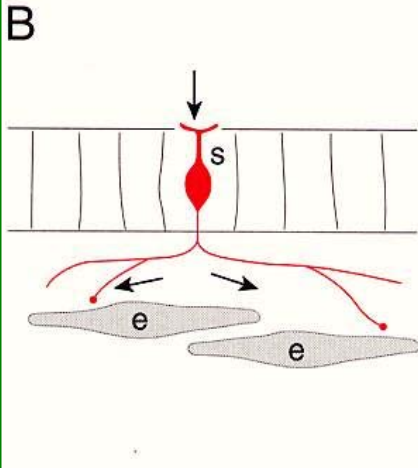
- ZNS fehlt, aber Netz verdichtet sich in Nervenringen
- Sinnesneurone kontaktieren Muskel direkt oder indirekt über ein Interneuron
- elektrische Synapsen vorherrschend

Porifera

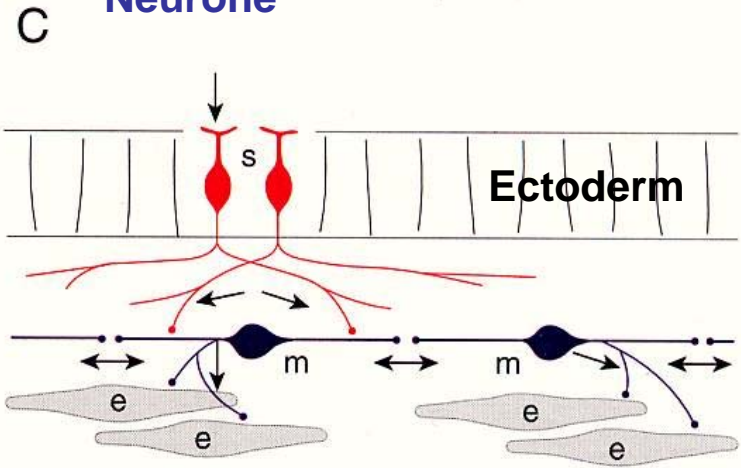


Cnidaria

Sensorimotorneurone

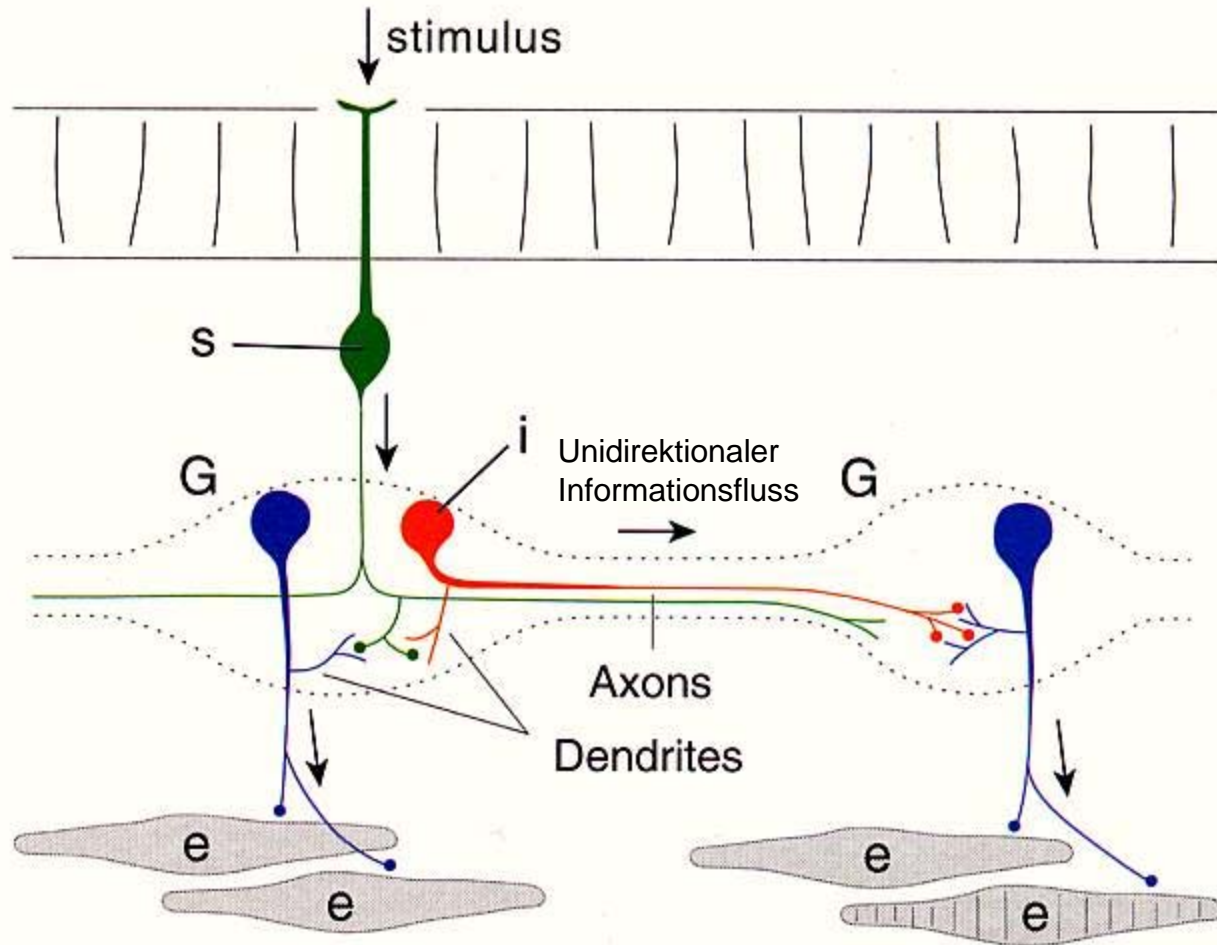


Sensorische und motorische Neurone



Bidirektionaler Informationsfluss
„amakrine Fortsätze“
Elektrische Synapsen !!

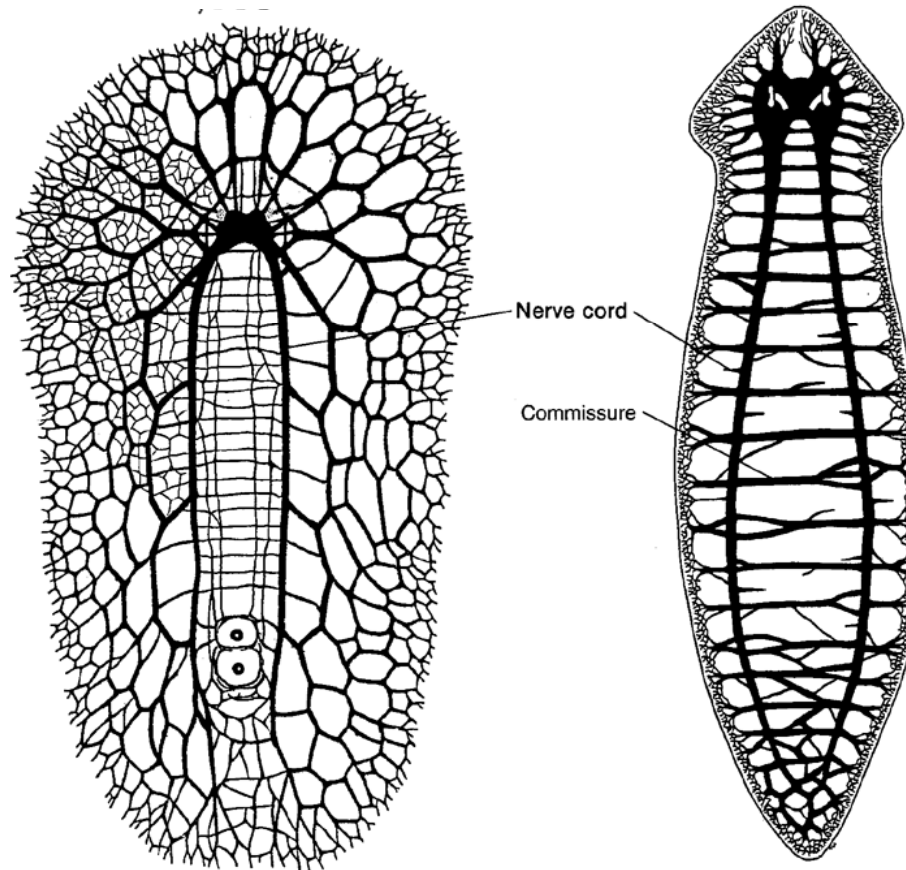
höhere Invertebraten: ZNS in Form von Ganglien



Zigmond

Interneurone gewinnen an Bedeutung

Nervensysteme von Plathelminthes

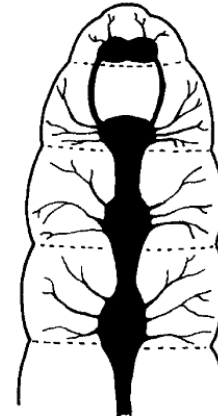
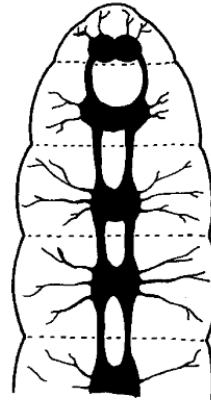
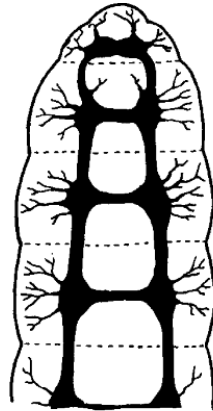


Nervennetze von Plathelminthen (Ruppert/Barnes S 227)

Strickleiter-Nervensysteme von Annelida

primitiv

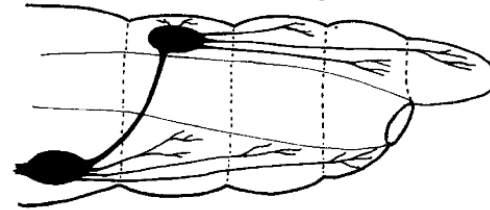
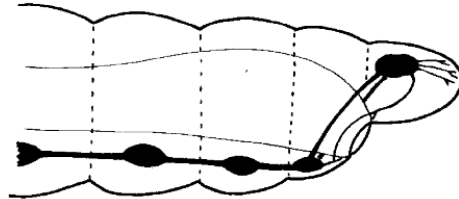
fortgeschritten



A

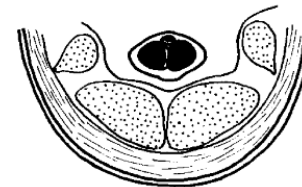
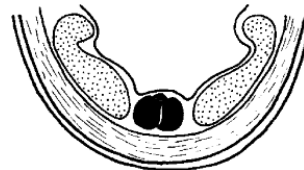
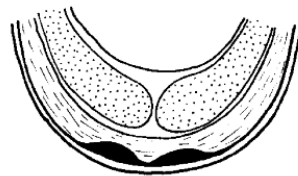
B

C



D

E

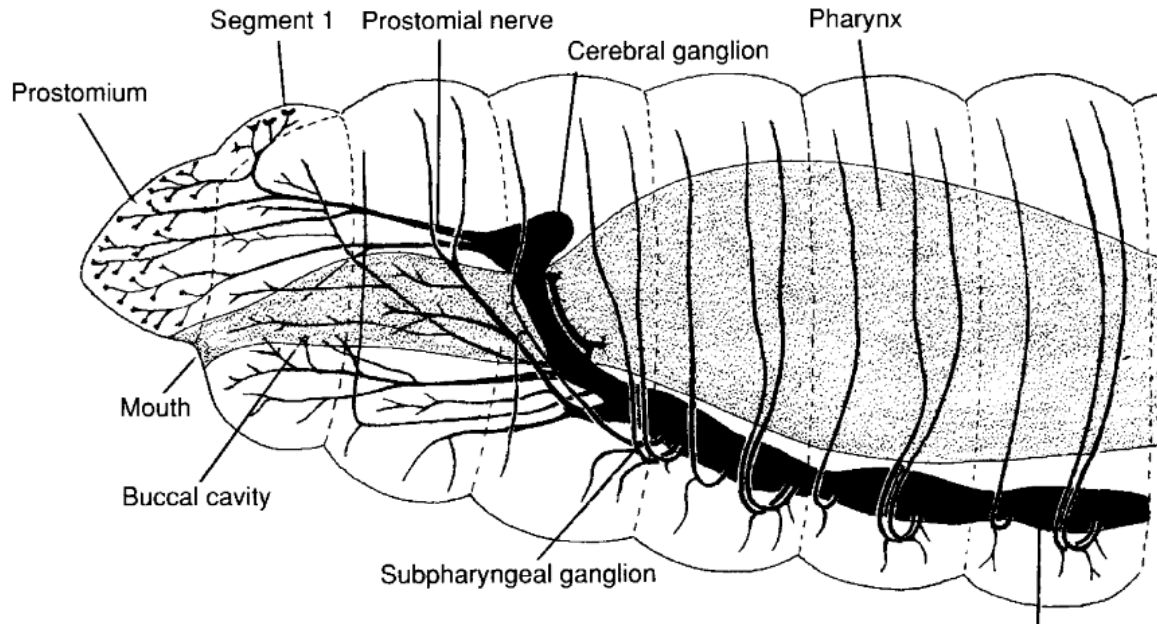


Primitiv:

„Gehirn“ im Prostomium
(Oberschlundganglion)
2 subepidermale Nervenbahnen,
Kommissuren und Konnektive

Fortgeschritten: Cephalisation,
Gehirn verlagert sich nach posterior
(Ausnahme: Polychaeten);
Ganglien und Nervenbahnen verschmelzen
und verlagern sich nach dorsal

Beispiel Regenwurm



Oberschlundganglion im 3. Segment → Empfängt Sinnesinformation (Licht, Berührung)
→ inhibitorische Funktion für Motorik

Unterschlundganglion wichtig für Koordination der Nahrungsaufnahme

Körperganglien: Innerhalb jedes Segments 3 Nerven pro Ganglion für Sinnesinput und Kontrolle der Muskeln. Segment-autonome Kontrolle der Ring- und Längsmuskeln

Neurotransmitter: u.a. viele endogene Opiate

Nervensysteme von Arthropoda

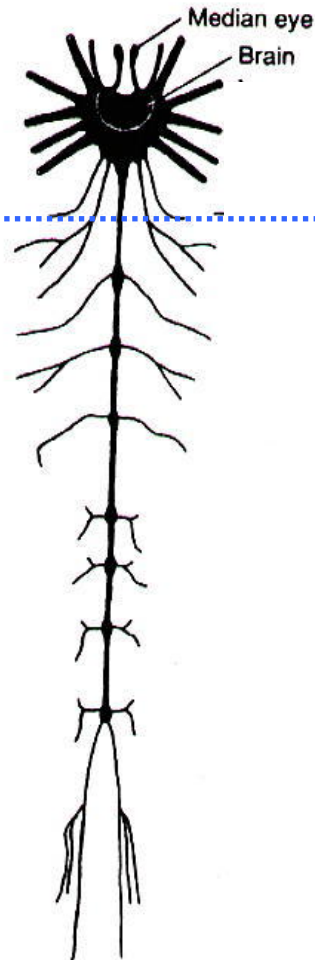
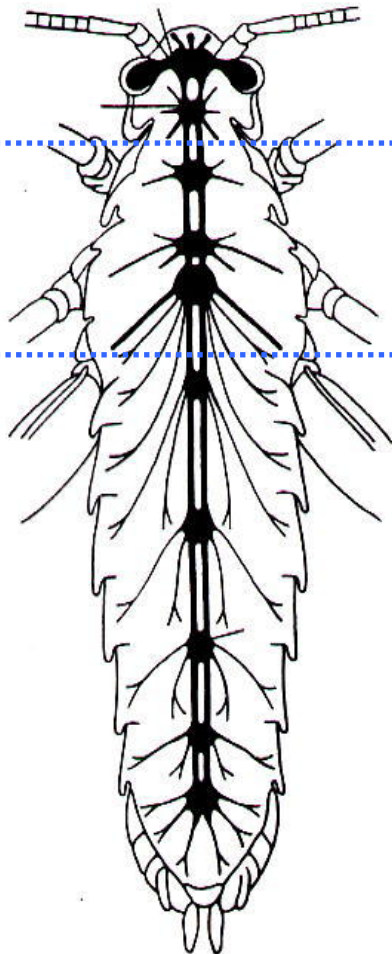
Heuschrecke

Skorpion

Kopf
6 Seg./ 2 Ggl.

Thorax
3 Seg./ 3 Ggl.

Abdomen
11 Seg./ 8 Ggl.



Cephalothorax = Prosoma
alle Ggl. verschmolzen

Abdomen

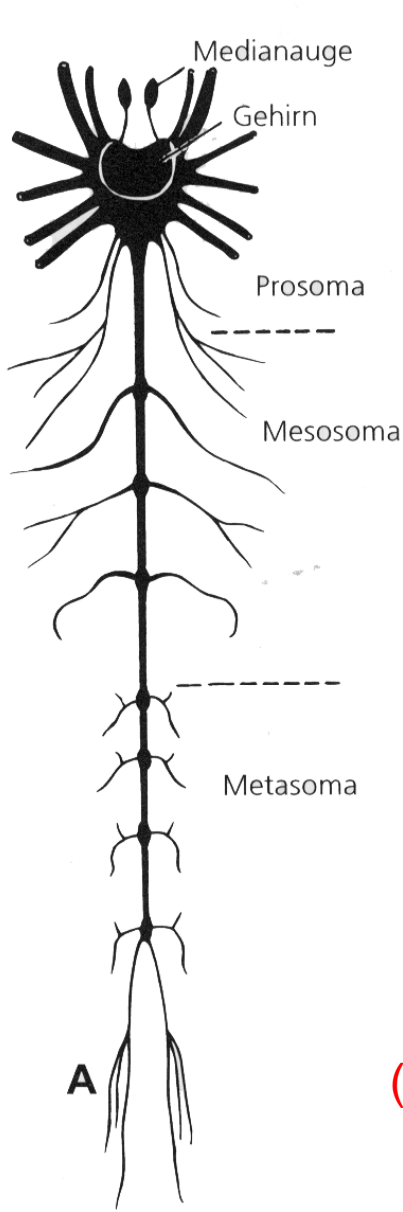
Anzahl von Neuronen
im ZNS von Insekten:

Drosophila: ca. 350.000

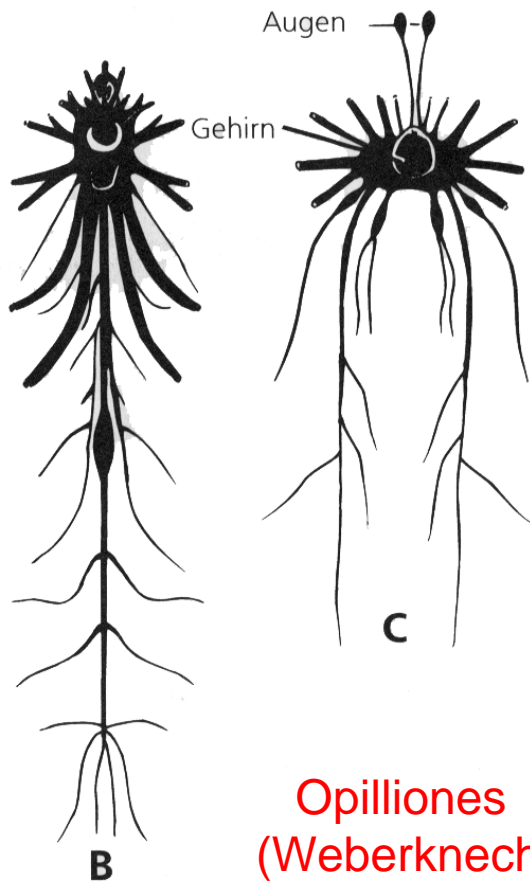
Biene: ca. 850.000

Schabe: ca. 1.2×10^6

Mensch ca. 1×10^{11}



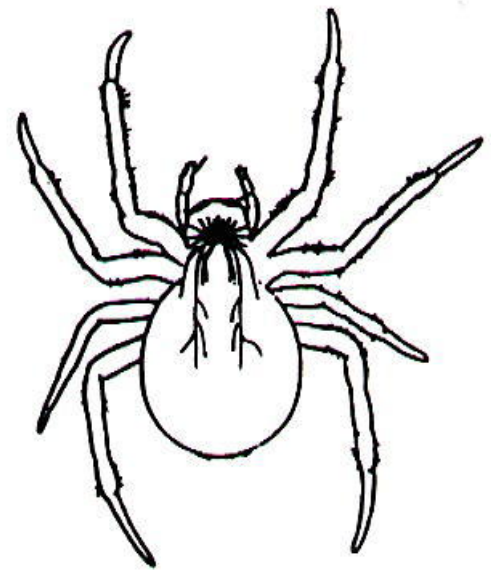
Scorpiones



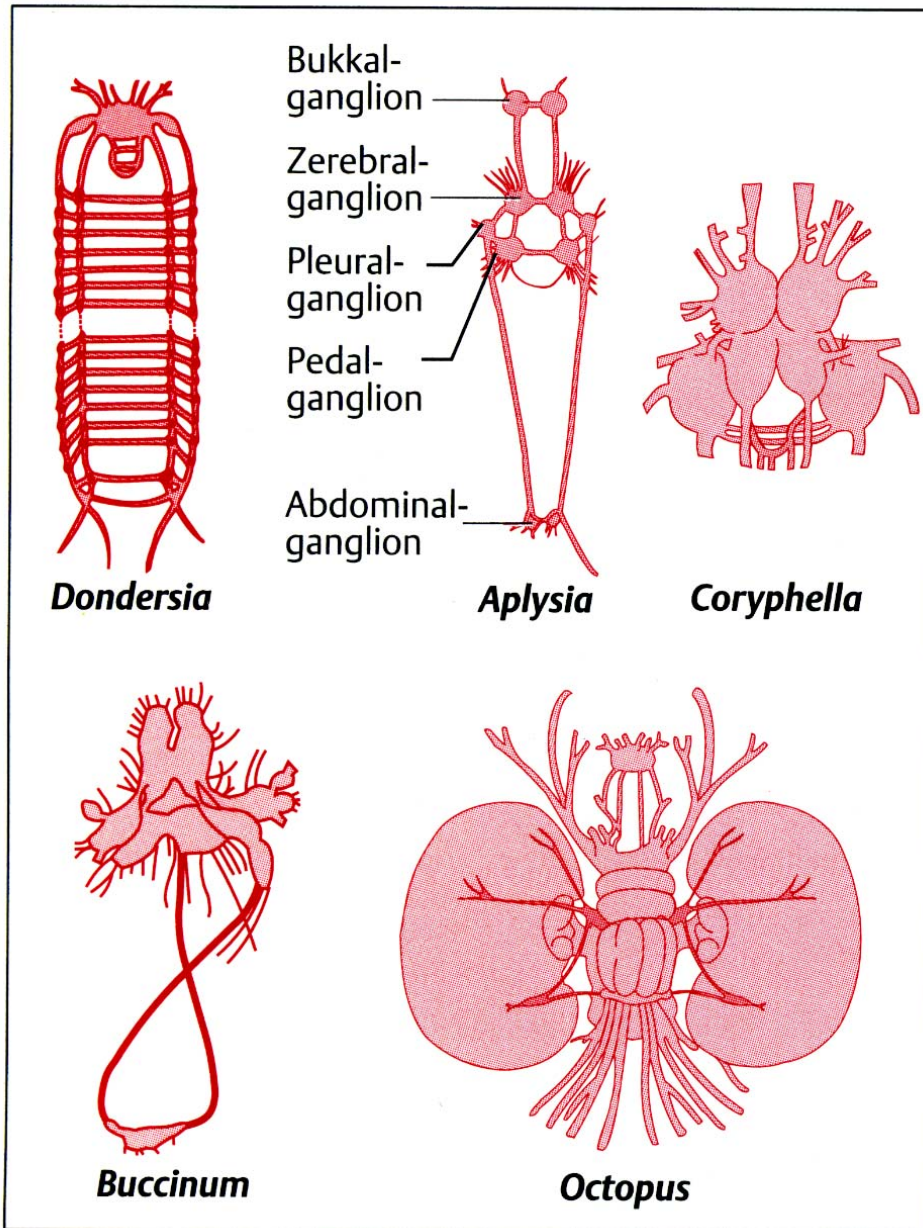
Opilliones
(Weberknechte)



Chelicerata

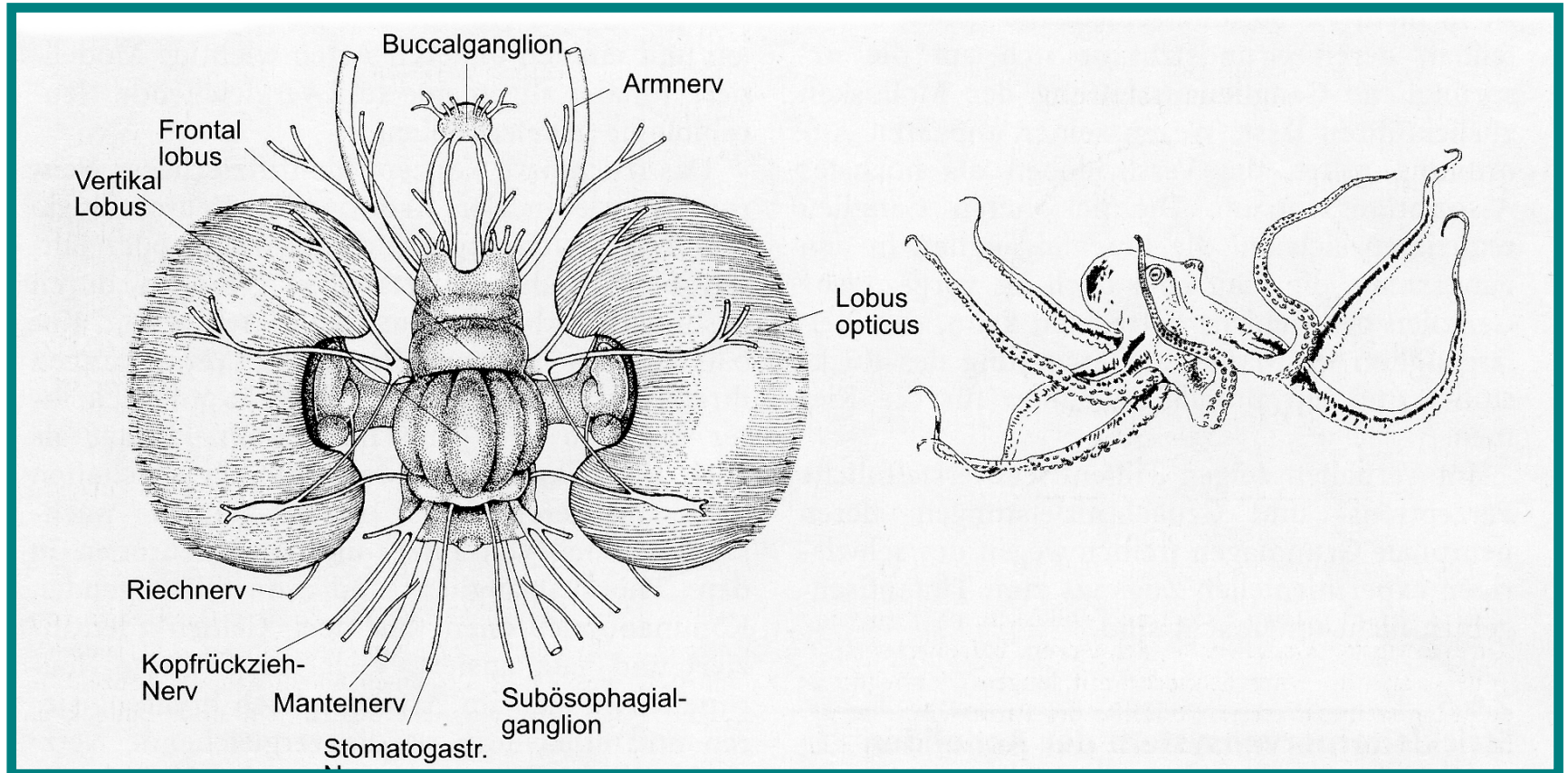


Mollusken: Vielfalt von Organisationstypen



**Grundbauplan:
5 Ganglionpaare**

Octopus: größtes Invertebraten NS, 300 Mill. Neurone



Zusammenfassung: **Invertebraten NS**

Nervennetze mit elektrischen Synapsen sowie Peptiden als Neurotransmitter bei **Cnidaria**;

Erste **Cephalisation** bei Plathelminthes

Ganglien bei höheren **Invertebraten**;

Strickleiternnervensystem bei **Articulata** mit Unterschlundganglion und Oberschlundganglion (Proto, Deuto Tritocerebrum)

Größte Invertebratengehirne bei **Mollusken**