

---

# Gewebelehre

## Nervengewebe

---

David P. Wolfer  
Institut für Bewegungswissenschaften und Sport, D-HEST, ETH Zürich  
Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich

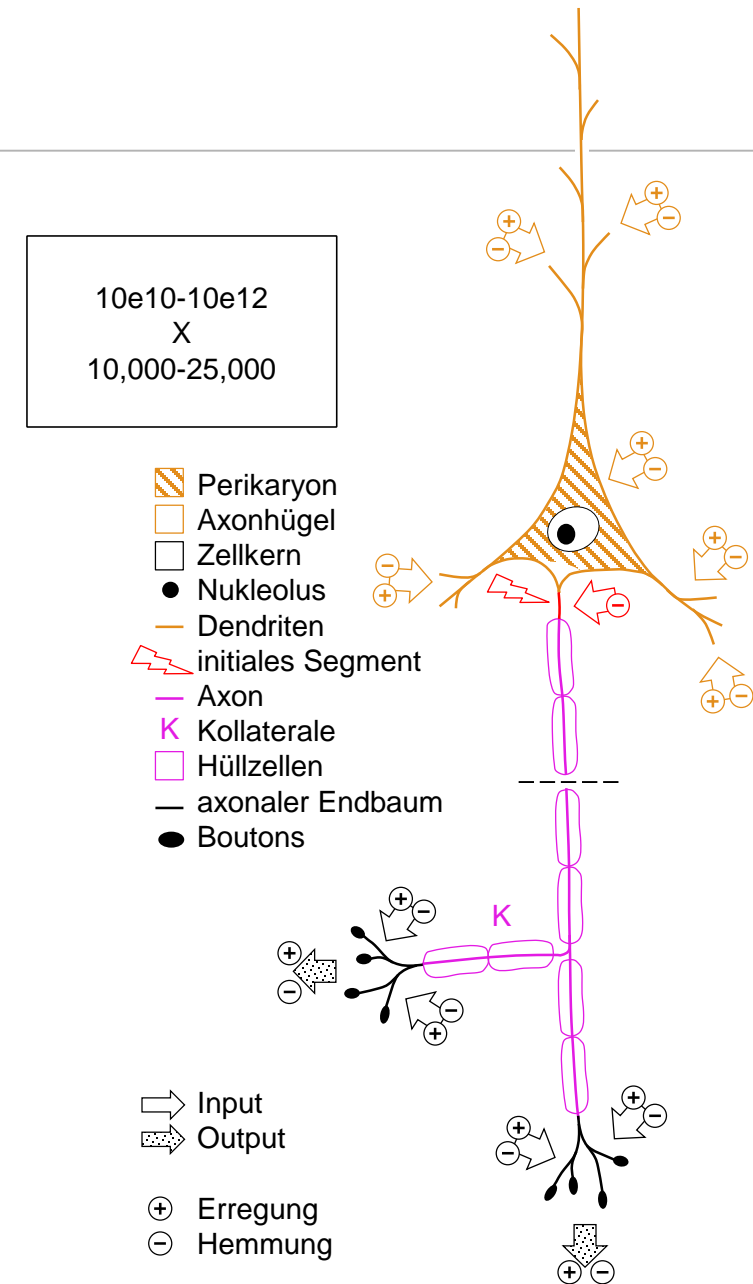
376-0151-00 Anatomie und Physiologie I, Do 28.09.2017 09:45





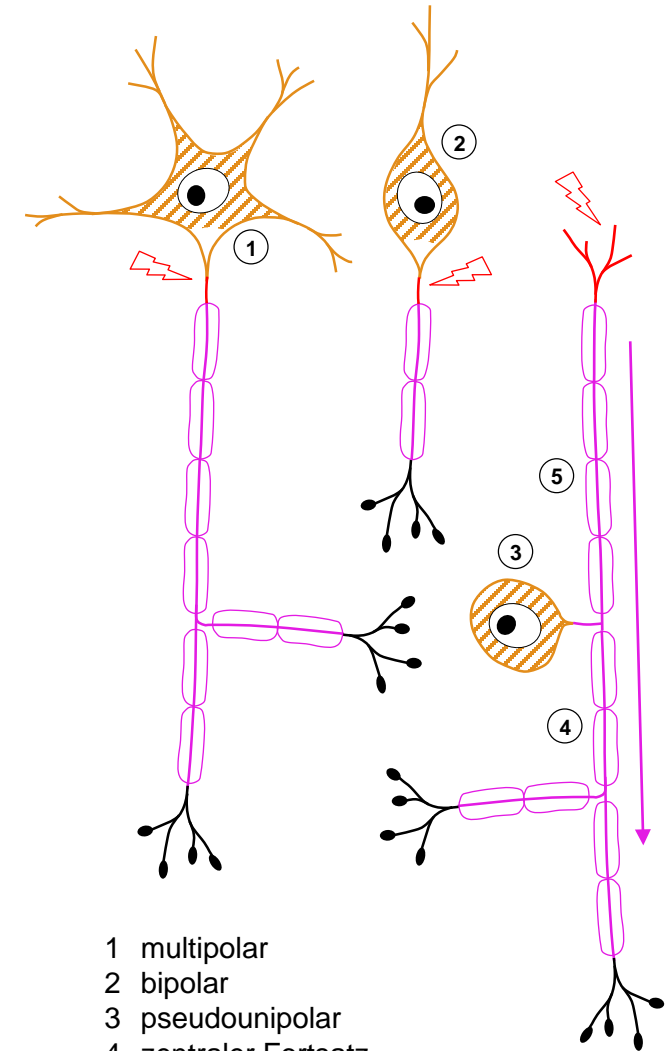
# Neuron, Grundbauplan

- *somatodendritisches Kompartiment*
  - *Soma = Zellkörper: Zellkern hell (Euchromatin, viele Gene exprimiert), Perikaryon = Zytoplasma mit Nissl-Substanz (rER)*
  - *Dendriten: meist mehrere, <1 mm, fließender Übergang mit Nissl-Substanz im Anfangsteil, verzweigt, ev dekoriert mit Dornen = Spines*
- *axonales Kompartiment*
  - *Axon: singulär, Kollateralen, Hüllzellen (im PNS immer vorhanden, im ZNS fakultativ), Länge bis über 1m*
  - *keine Nissl-Substanz*
  - *initiales Segment: erster Abschnitt des Axons, Kompartimentgrenze, keine Hüllzellen*
  - *axonaler Endbaum, Boutons*
- *Synapsen: Input & Output*
  - *Dendriten & Soma: Integration erregender & hemmender Inputs*
  - *initiales Segment: Resultat der Integration → neues Impulsmuster, Modulation durch hemmende Inputs*
  - *Axon & Kollateralen: Verbreitung der Impulse als Aktionspotential*
  - *Endbaum & Boutons: Output, Übertragung auf andere Zellen moduliert durch erregende & hemmende Inputs*



# Neuron, Formen

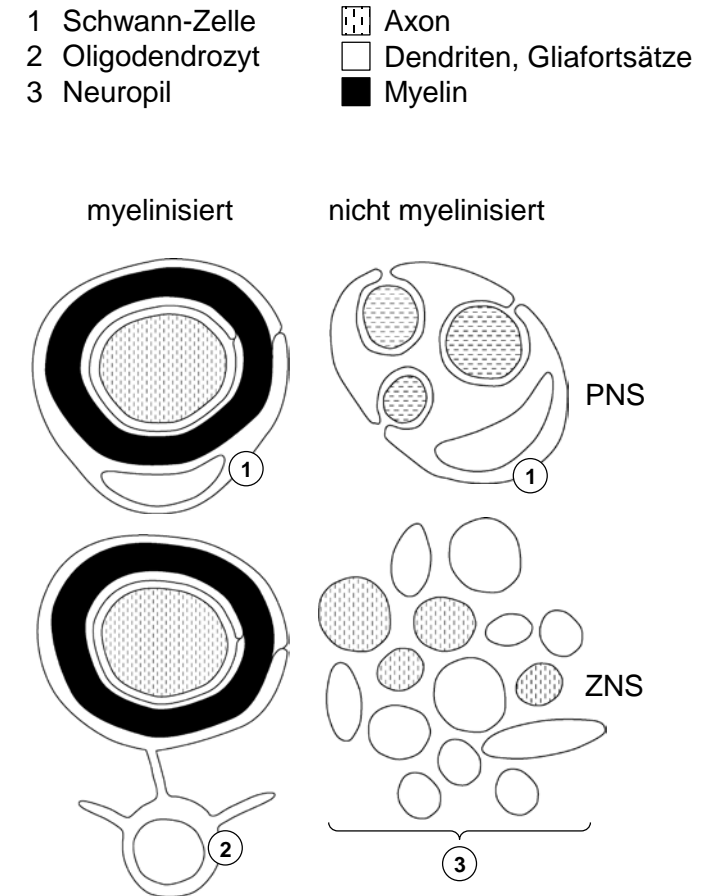
- *Multipolares Neuron*
  - *1 Axon + mehrere Dendriten*
  - *Pyramidenzellen (Grosshirnrinde), Sternzellen (ZNS+PNS)*
- *Bipolares Neuron*
  - *1 Axon + 1 Dendrit (Netzhaut)*
- *Pseudounipolares Neuron*
  - *primärafferente Neurone*
  - *Soma in Spinal- oder sensorischem Hirnnervenganglion (PNS), ohne Dendriten, kein synaptischer Input*
  - *peripherer Fortsatz (dendritisches Axon, PNS): Verbindung zu Rezeptor / Sinnesorgan in Peripherie*
  - *zentraler Fortsatz (PNS → ZNS): Weiterleitung der Signale an Neurone in sensiblen Kernen in Rückenmark und Hirnstamm*
- *Reichweite*
  - *kurzes Axon: Interneurone, hemmend oder erregend*
  - *langes Axon: Projektionsneurone, meist aber nicht immer erregend*



- 1 multipolar
- 2 bipolar
- 3 pseudounipolar
- 4 zentraler Fortsatz
- 5 peripherer Fortsatz

# Nervenfaser

- *Nervenfaser (ZNS+PNS)*
  - *Definition: Axon (Neuron) + Hüllzellen (Glia)*
  - *nicht myelinisiert oder myelinisiert*
  - *PNS: Basallamina zwischen Hüllzelle und umgebendem Bindegewebe*
- *Myelinscheide = Markscheide*
  - *Umwicklung durch Zellmembran der Hüllzelle, Stabilisation durch Proteine*
  - *pro Hüllzelle elektrische Isolation auf Strecke von 1-1.5mm (Internodium)*
  - *zwischen Hüllzellen Ranvier-Knoten: erregbare Membrandomäne des Axons, saltatorische Erregungsleitung*
  - *PNS: myelinisierende Schwann-Zelle umhüllt nur ein Axon*
  - *ZNS: Oligodendrozyt, myelinisiert via Fortsätze mehrere Axone*
- *Nicht myelinisierte Fasern*
  - *PNS: mehrere Axone pro nicht-myelinisierende Schwann-Zelle*
  - *ZNS: keine Hüllzelle, Axone + Dendriten + Gliafortsätze = Neuropil*



# Nervenfasertypen im PNS

- *Leitgeschwindigkeit*
  - *steigt mit Faserdurchmesser*
  - *beschleunigt durch Myelinisierung: saltatorische Erregungsleitung*
  - *Ökonomie: Fasern nur so schnell wie nötig*
  - *Bezeichnung: efferent (ZNS→PNS) A $\alpha$ - $\delta$ , B, C; afferent (PNS→ZNS): I-IV*

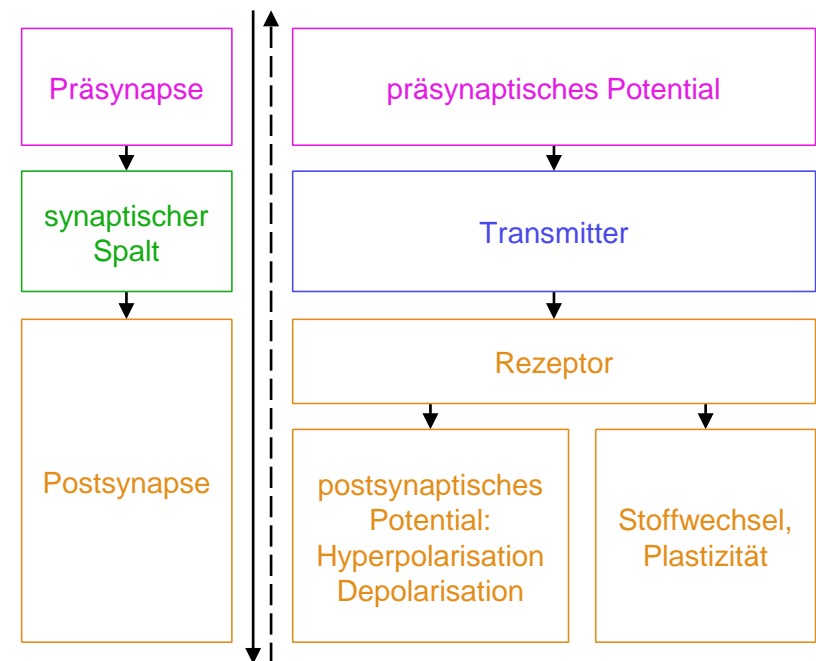
Typ	Myelin	Funktion		$\varnothing$ $\mu\text{m}$	m/s
A $\alpha$	ja	efferent	Skelettmuskelfasern		
Ia	ja	afferent	Muskelspindeln	12-20	70-120
Ib	ja	afferent	Sehnenspindeln		
A $\beta$	ja	efferent	Muskelspindeln		
II	ja	afferent	Muskelspindeln	6-12	30-70
II	ja	afferent	Haut-Mechanorezeptoren		
A $\gamma$	ja	efferent	Muskelspindeln		
B	ja	efferent	vegetativ präganglionär		
A $\delta$	ja	afferent	Temperatur, Schmerz	1-6	3-30
III	(ja)	afferent	tiefe Druckrezeptoren		
C	nein	efferent	vegetativ postganglionär	0.5-1	0.5-2
IV	nein	afferent	Temperatur, Schmerz		

# Chemische und elektrische Synapse

- *Synapse*
  - *Zellkontakt zur Impulsübertragung*
  - *erregbare Zellen: Neurone, Muskelzellen, Sinneszellen*
- *elektrische Synapse*
  - *Gap Junction, elektrische Koppelung*
- *chemische Synapse*
  - *Präsynapse: Bereitstellung Transmitter, präsynaptisches Potential bewirkt Freisetzung*
  - *synaptischer Spalt: keine zytoplasmatische Kontinuität zwischen Prä- und Postsynapse, überwunden durch Diffusion des Transmitters*
  - *Postsynapse: Prozesse bestimmt durch Kombination Rezeptor-Transmitter: Hyperpolarisation = Hemmung (IPSP), Depolarisation = Erregung (EPSP), Stoffwechselveränderung (Plastizität)*
  - *gerichtete Informationsübertragung, Impulsveränderung, Hemmung, Informationsspeicherung durch Plastizität*
  - *Feedback Postsynapse → Präsynapse*

- *Transmitter*
  - *erregend: Glu*
  - *hemmend: GABA, Gly*
  - *je nach Rezeptor: DA, NA, ACh, 5HT*

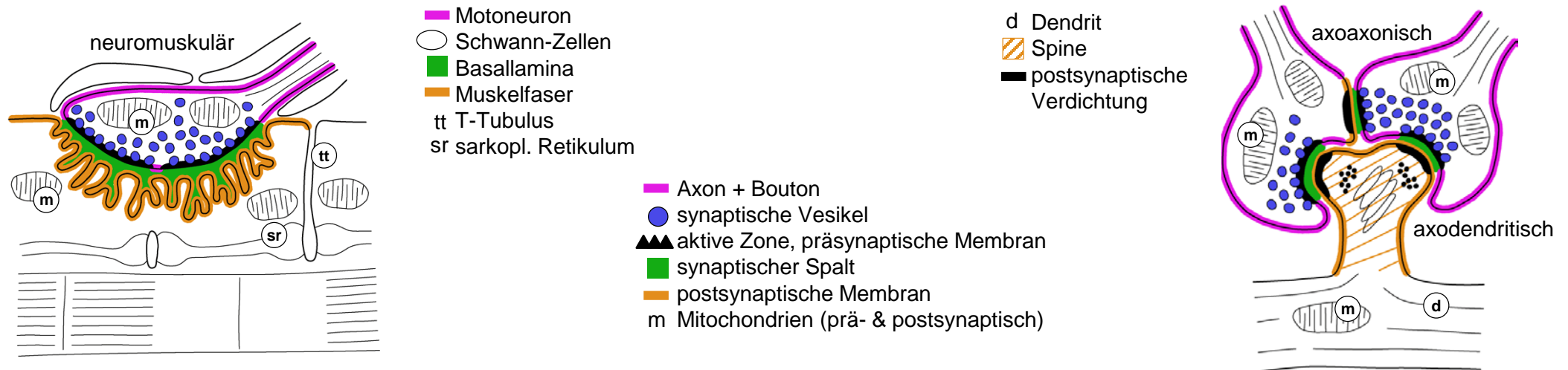
chemische Synapse: Strukturelemente und Prozesse:





# Chemische Synapse PNS versus ZNS

- *gemeinsame Strukturelemente*
  - *Präsynapse = Bouton mit synaptischen Vesikeln, aktive Zone, Mitochondrien*
  - *Postsynapse durch synaptischen Spalt von Präsynapse getrennt, Mitochondrien*
- *Speziell für neuromuskuläre Synapse*
  - *Schwann-Zellen, Basallamina im synaptischen Spalt, Postsynapse = Muskelfaser, Membranauffaltung*
- *Speziell für ZNS-Synapse*
  - *axodendritisch: Postsynapse = Spine oder Schaft, axoaxonisch: Postsynapse = Bouton*
  - *postsynaptische Verdichtung: Typ Gray I = erregend; ohne Verdichtung: Typ Gray II = hemmend*



# Organisation des Nervengewebes

- *Graue und weisse Substanz im ZNS*
  - *weisse Substanz spezialisiert auf Leitungsfunktion.*  
*Histologie: myelinisierte Nervenfasern und Gliazellen (v.a. Oligodendrozyten), fehlend: Somata, Dendriten, axonale Endbäume Synapsen*
  - *graue Substanz spezialisiert auf Verarbeitung, Speicherung.*  
*Histologie: Neurone (Somata, Dendriten, Axone, axonale Endbäume), Synapsen, Gliazellen, wenige myelinisierte Fasern*
  - *Rinde = oberflächliche graue Substanz (Grosshirn, Kleinhirn)*
  - *Kerne = tiefliegende Bereiche grauer Substanz*
  - *Formatio reticularis: Bereich des Hirnstamms mit verstreut angeordneten Neuronen, weder weiss noch grau*
- *periphere Ganglien und Nerven im PNS*
  - *neuronale Somata im PNS in Ganglien konzentriert:*
    - *sensorisch: Somata afferenter Neurone, Gliazellen*
    - *vegetativ: Somata efferenter Neurone, Dendriten, Synapsen, Gliazellen*
  - *Rest nur Nervenfasern: Leitungsfunktion*  
*(Nerven, Plexus, sympathischer Grenzstrang, kleine Nervenfaserbündel)*

