

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



**Universität  
Zürich** UZH

---

# Gewebelehre

## Nervengewebe

---

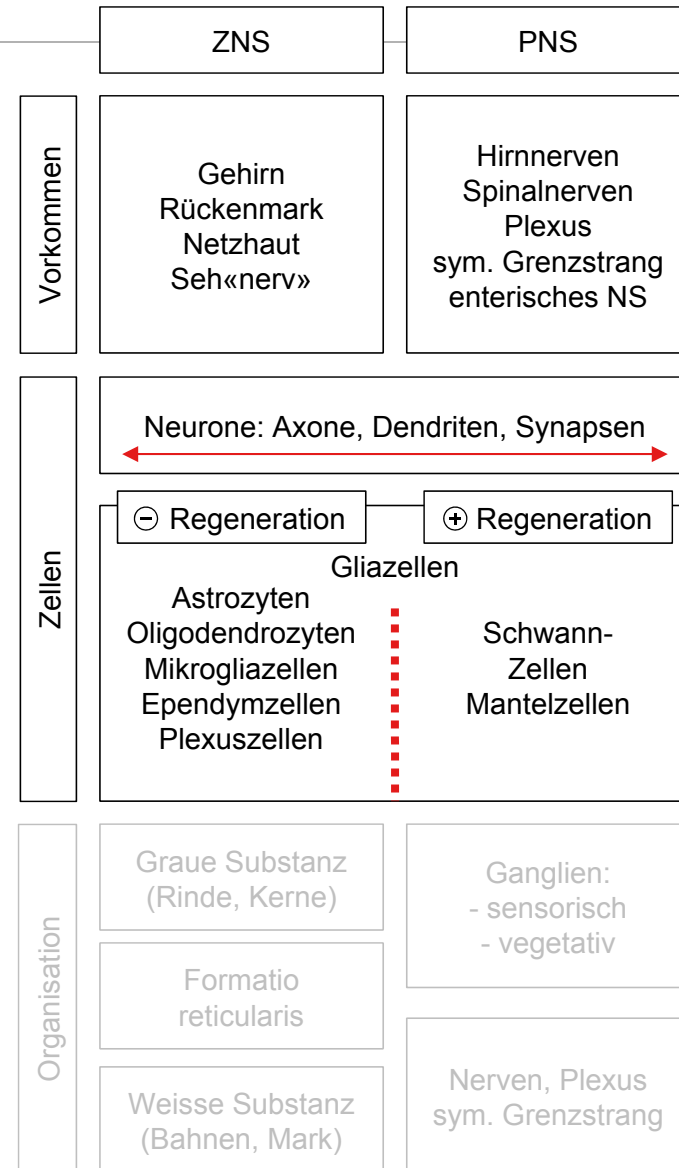
David P. Wolfer

Institut für Bewegungswissenschaften und Sport, D-HEST, ETH Zürich  
Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich

376-0151-00/01 Anatomie und Physiologie I, Do 25.09.2014

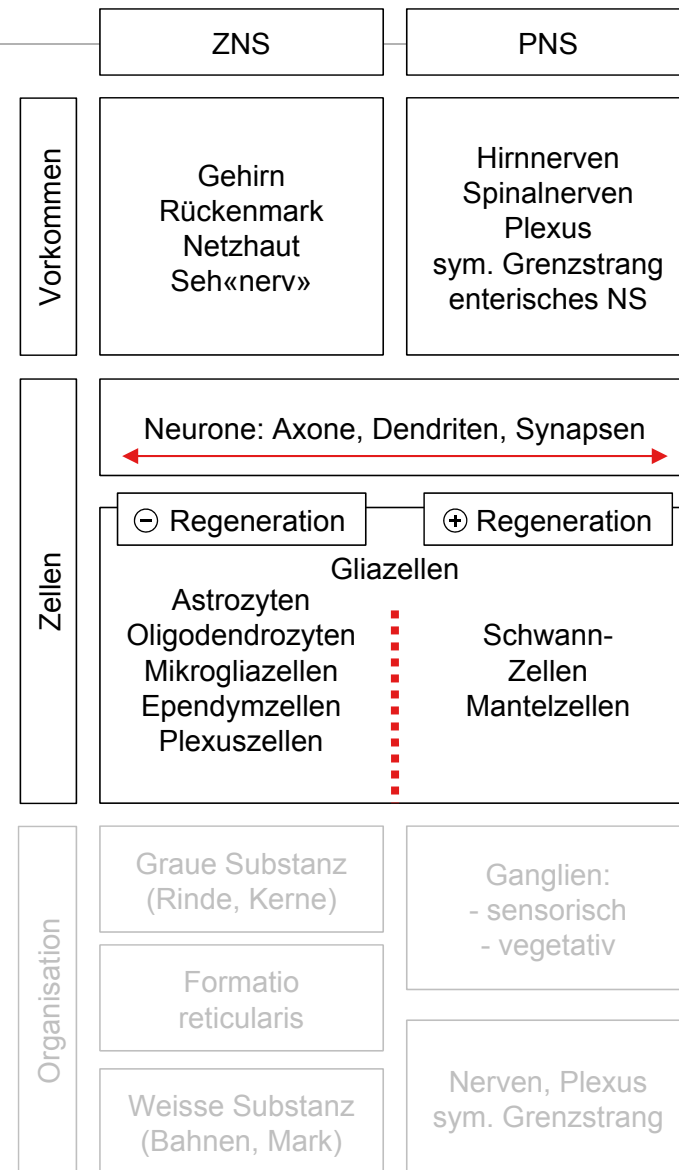
# Nervengewebe

- *Vorkommen*
  - *ZNS & PNS*
  - *PNS: Plexus = Nervengeflecht: Extremitäten und vegetatives Nervensystem*
- *Neurone*
  - *Information: Änderung Membranpotential*
  - *Informationstransport: Axone, können ZNS-PNS-Grenze überschreiten*
  - *Informationsverarbeitung, Speicherung: Dendriten & Synapsen*
- *Gliazellen*
  - *Glia = Leim*
  - *90% nicht-neuronale Zellen des Nervengewebes, essentiell!*
  - *Mehrere Zelltypen, unterschiedliche Gliazellen in ZNS & PNS*
  - *PNS: gutes Milieu für Regeneration, ZNS: keine Regeneration langer Axone.*



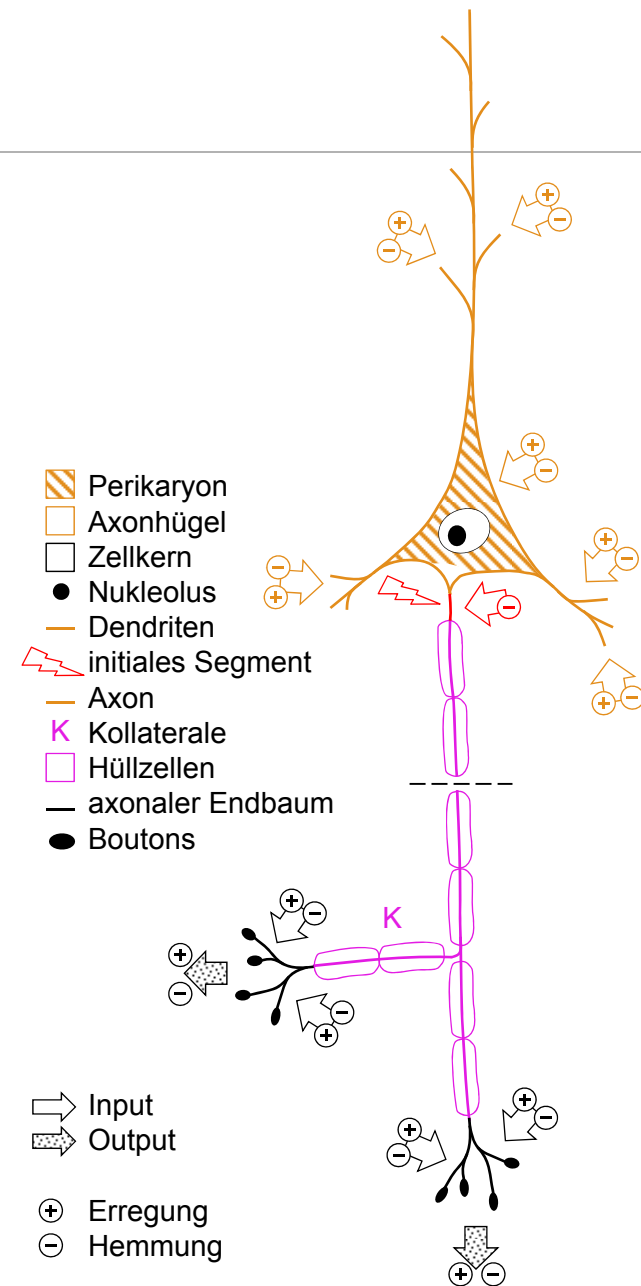
# Gliazellen

- *Astrozyten*
  - *überall im ZNS, viele Fortsätze*
  - *adult: Entsorgung Stoffwechselabfall, Bereitstellung Brennstoff, Bluthirnschranke, Narbenbildung*
  - *Entwicklung: Stammzellen, Zellwanderung*
- *Oligodendrozyten*
  - *überall im ZNS, wenige Fortsätze*
  - *Markscheiden im ZNS, Wachstumshemmung*
- *Mikrogliazellen*
  - *eingewanderte Zellen des Immunsystems*
- *Ependymzellen, Plexuszellen*
  - *Epithel, Auskleidung Ventrikel, Liquorproduktion*
- *Schwann-Zellen*
  - *Hüllzellen für Axone im PNS, Regeneration*
- *Mantelzellen = Satellitenzellen*
  - *Hüllzellen für Nervenzellkörper im PNS*



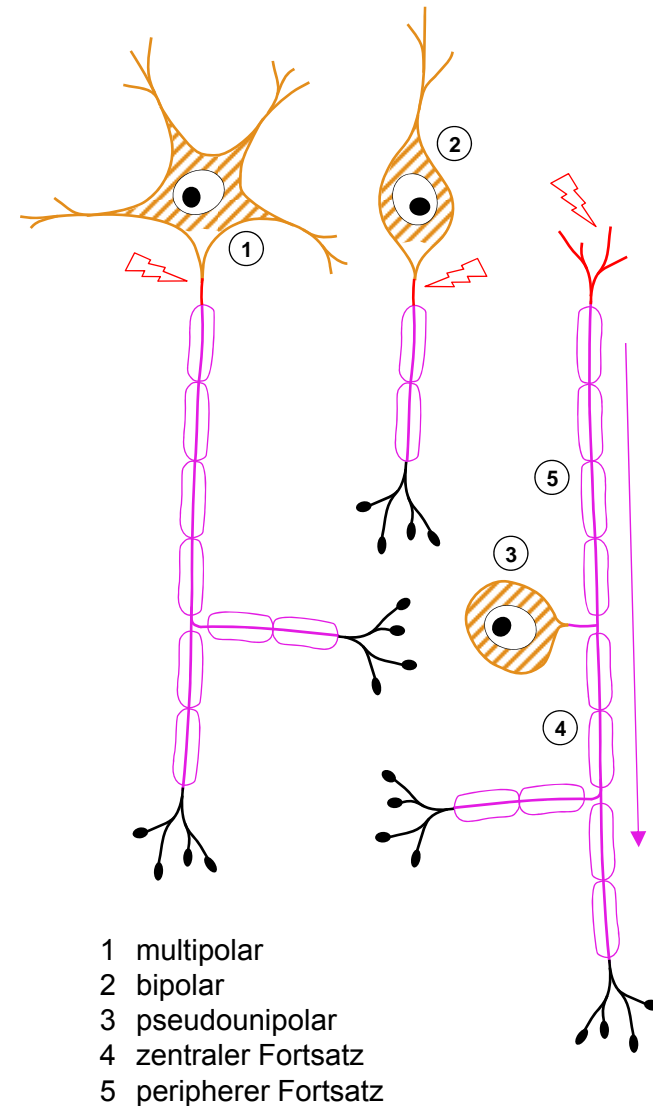
# Neuron, Grundbauplan

- *somatodendritisches Kompartiment*
  - *Soma = Zellkörper: Zellkern hell, Perikaryon = Zytoplasma mit Nissl-Substanz (rER)*
  - *Dendriten: meist mehrere, <1 mm, fließender Übergang, stark verzweigt, ev. Dornen = Spines*
- *axonales Kompartiment*
  - *Axon: singulär, Kollateralen, Hüllzellen (PNS immer, ZNS fakultativ), Länge bis > 1m*
  - *initiales Segment: Beginn Axon, Kompartimentgrenze, keine Hüllzellen*
  - *axonaler Endbaum, Boutons*
- *Synapsen: Input & Output*
  - *Dendriten & Soma: Integration erregender & hemmender Inputs*
  - *initiales Segment: Resultat → Impulsmuster, Modulation durch hemmende Inputs*
  - *Axon & Kollateralen: Verbreitung*
  - *Endbaum & Boutons: Output, moduliert durch erregende & hemmende Inputs*



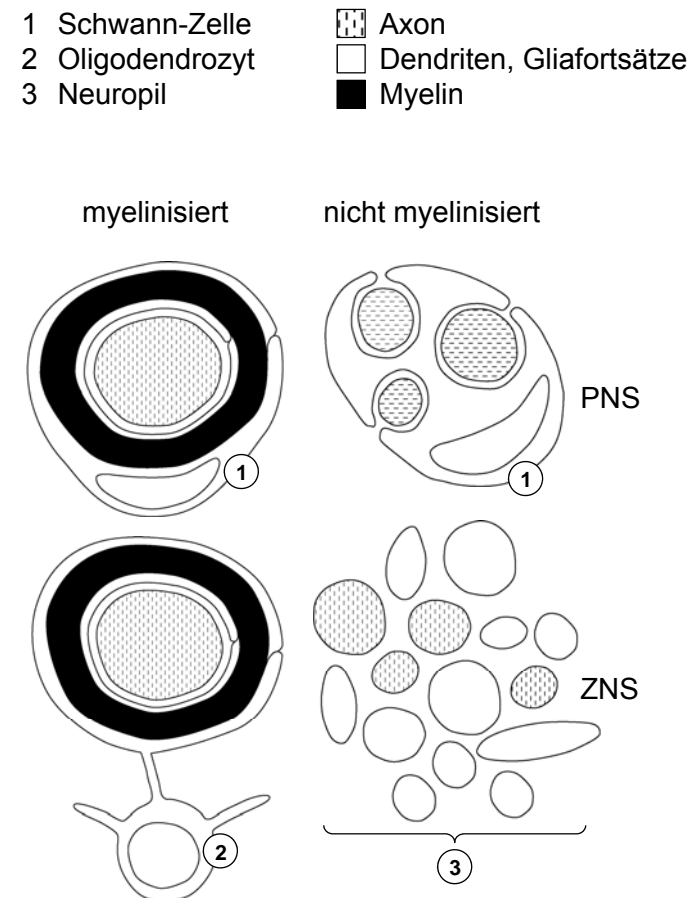
# Neuron, Formen

- *Multipolares Neuron*
  - 1 Axon + mehrere Dendriten
  - Pyramidenzellen, Sternzellen
- *Bipolares Neuron*
  - 1 Axon + 1 Dendrit
- *Pseudounipolares Neuron*
  - 1° afferente Neurone
  - Soma im Spinalganglion (PNS)
  - peripherer Fortsatz (dendritisches Axon, PNS)
  - zentraler Fortsatz (PNS → ZNS)
- *Reichweite*
  - kurzes Axon: Interneurone, hemmend oder erregend
  - langes Axon: Projektionsneurone, meist erregend



# Nervenfaser

- *Nervenfaser*
  - *Definition: Axon + Hüllzellen (Glia)*
  - *nicht myelinisiert oder myelinisiert*
  - *PNS: Schwann-Zellen, ZNS: Oligodendrozyten*
- *Myelinscheide = Markscheide*
  - *Umwicklung durch Zellmembran der Hüllzelle, Stabilisation durch Proteine*
  - *pro Hüllzelle elektrische Isolation auf 1-1.5mm (Internodium)*
  - *zwischen Hüllzellen Ranvier-Knoten: erregbare Membrandomäne des Axons*
  - *PNS: myelinisierende Schwann-Zelle (1:1)*
  - *ZNS: Oligodendrozyt → Fortsätze (1:X)*
- *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*

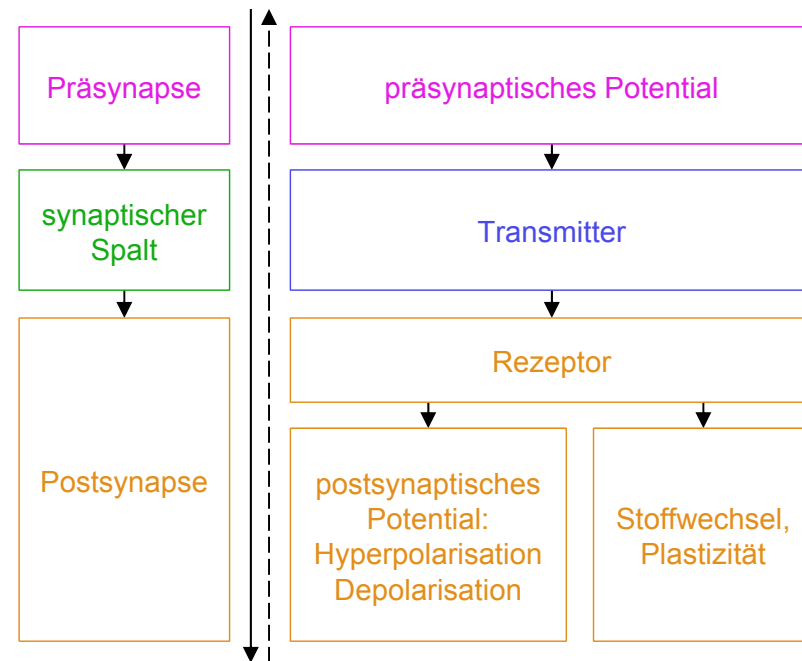
| Typ        | Myelin | Funktion |                          | $\varnothing$ $\mu$ m | m/s    |
|------------|--------|----------|--------------------------|-----------------------|--------|
| A $\alpha$ | ja     | efferent | Skelettmuskelfasern      |                       |        |
| Ia         | ja     | 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 |                       |        |
| IV         | nein   | afferent | Temperatur, Schmerz      | 0.5-1                 | 0.5-2  |

# Chemische und elektrische Synapse

- *Synapse*
  - *spezialisierte Zellkontakt zur Impulsübertragung*
  - *erregbare Zellen, nicht nur Neurone*
  - *elektrische Synapse: Gap Junction, elektrische Koppelung*
  - *chemische Synapse*
- *chemische Synapse*
  - *Prä- und Postsynapse: gerichtete Informationsübertragung, Impulsveränderung, Hemmung, Speicherung durch Plastizität*
  - *synaptischer Spalt: keine zytoplasmatische Kontinuität, Neurotransmitter*
  - *Postsynaptische Prozesse bestimmt durch Kombination Rezeptor-Transmitter: Hyperpolarisation = Hemmung (IPSP), Depolarisation = Erregung (EPSP)*

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

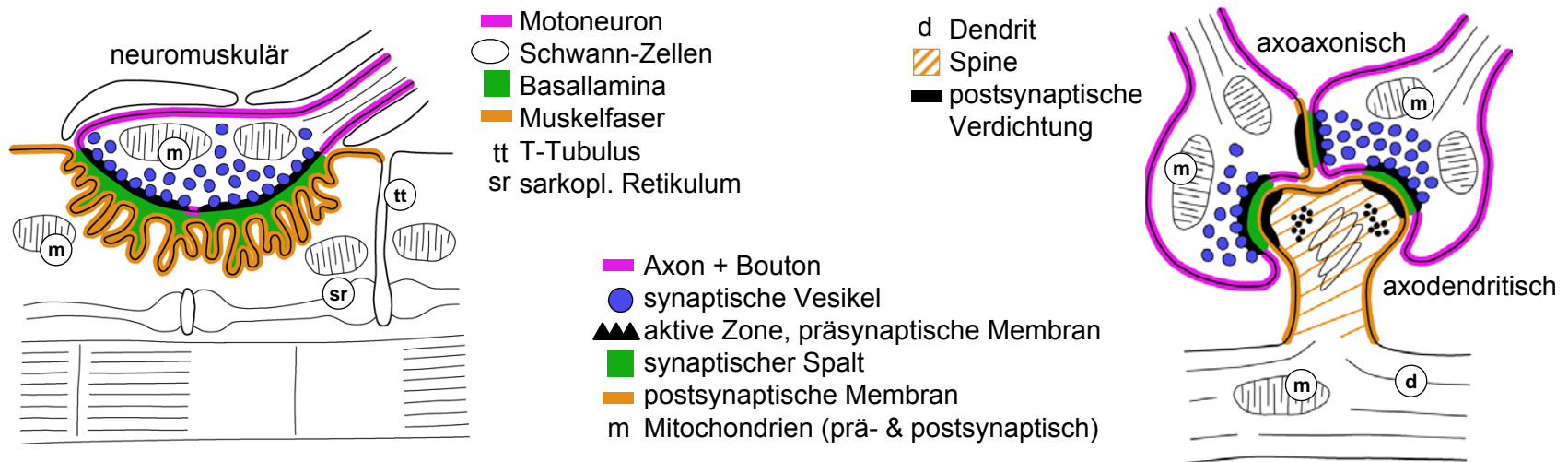
chemische Synapse: Strukturelemente und Prozesse:





# Chemische Synapse PNS versus ZNS

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



# Organisation des Nervengewebes

- *Graue und weisse Substanz*
  - *weisse Substanz spezialisiert auf Leitungsfunktion. Histologie: Axone und Gliazellen (v.a. Oligodendrozyten)*
  - *graue Substanz spezialisiert auf Verarbeitung, Speicherung. Histologie: Neurone (Somata, Dendriten, Axone, axonale Endbäume), Synapsen, Gliazellen*
  - *Formatio reticularis: Hirnstammbereich mit netzartiger Architektur, weder weiss noch grau*
- *periphere Ganglien und Nerven*
  - *neuronale Somata und Dendriten, sowie Synapsen im PNS in Ganglien konzentriert*
  - *Rest: Leitungsfunktion (Nerven, Plexus, sympathischer Grenzstrang, kleine Nervenfaserbündel)*

