



---

# Allgemeine Histologie

## 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 24.09.2020 10-12h online

# Gewebefamilien / Grundgewebe

---

- Grosse Gewebevielfalt durch Zelldifferenzierung und Spezialisierung
  - Zusammenfassung zu 4 Grundgewebe mit gemeinsamen Eigenschaften
  - unterscheidbar durch Funktion, Zellform, Anteil Extrazellulärraum
  - Grundgewebe weiter unterteilbar
  - Organe enthalten mindestens 2, meistens alle 4 Grundgewebe

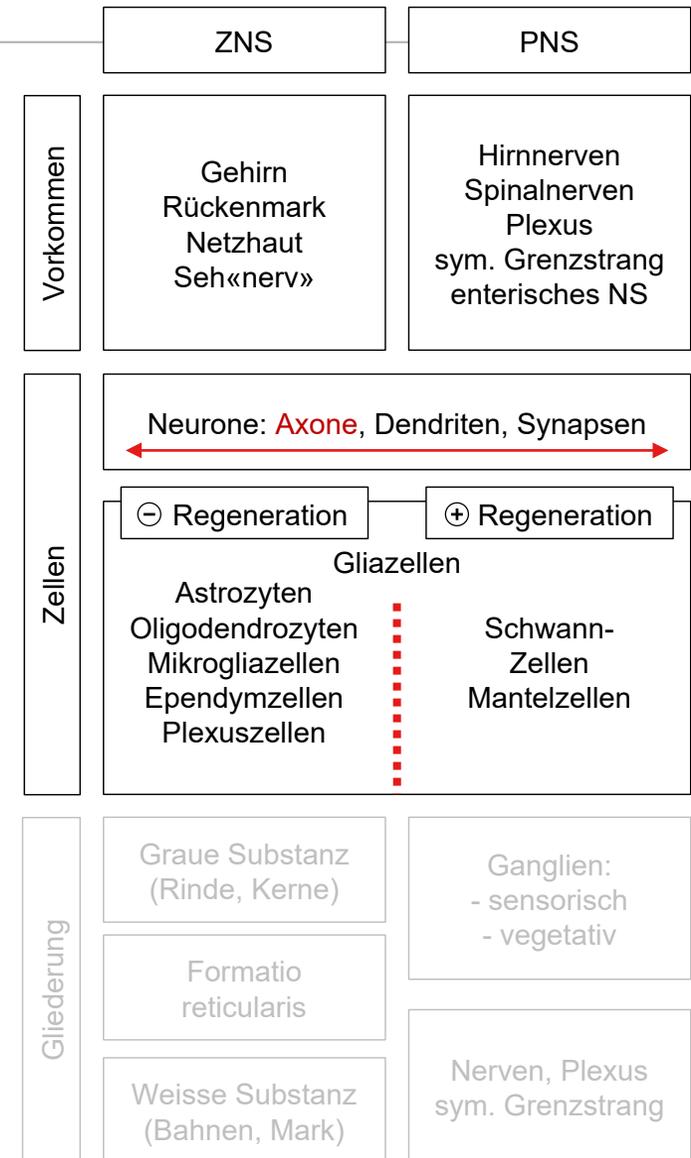
---

	Anteil EZR	Funktionen
Binde- und Stützgewebe	+ bis +++	Struktur, Versorgung, Speicherung, Abwehr, Stroma - Parenchym von Fett, Knochen, Knorpel
Epithelgewebe	(+)	Oberflächen, Drüsen, Rezeptoren, Parenchym innerer Organe
Muskelgewebe	(+) bis +	Kontraktion, Parenchym des Muskels
Nervengewebe	(+)	Übermittlung, Verarbeitung und Speicherung von Informationen, Parenchym des Nervensystems

---

# Nervengewebe

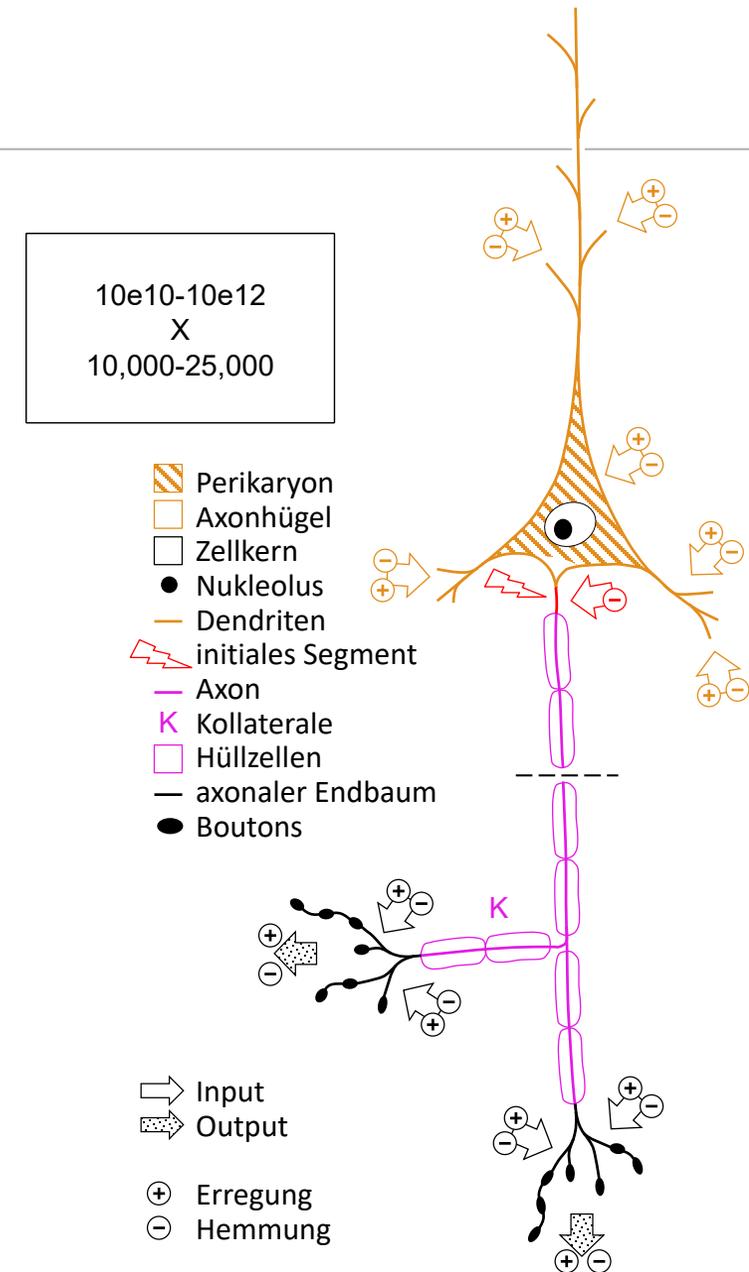
- **Vorkommen**
  - bildet Parenchym im zentralen (ZNS) und peripheren Nervensystem (PNS)
  - Plexus = Nervengeflecht: vegetatives Nervensystem (zB Blutgefäße umgebend), somatisches Nervensystem (Ausgangspunkt der Nerven zur Versorgung der Extremitäten)
  - enterisches Nervensystem: Nervengewebe im Magendarmtrakt
- **Neurone (10%)**
  - Information: codiert durch Änderungen des Membranpotentials (Depolarisation = Erregung, Hyperpolarisation = Hemmung)
  - Informationsübermittlung: über lange Strecken durch Axone, können ZNS-PNS-Grenze überschreiten
  - Informationsverarbeitung & Speicherung: Zellkörper, Dendriten & Synapsen
- **Gliazellen (90%)**
  - Glia = Leim
  - nicht-neuronale Zellen des Nervengewebes, essentiell!
  - Mehrere Zelltypen, unterschiedliche Gliazellen in ZNS & PNS
  - PNS: gutes Milieu für Nervenfaserverregeneration, ZNS: keine oder nur minimale Regeneration langer Nervenfasern





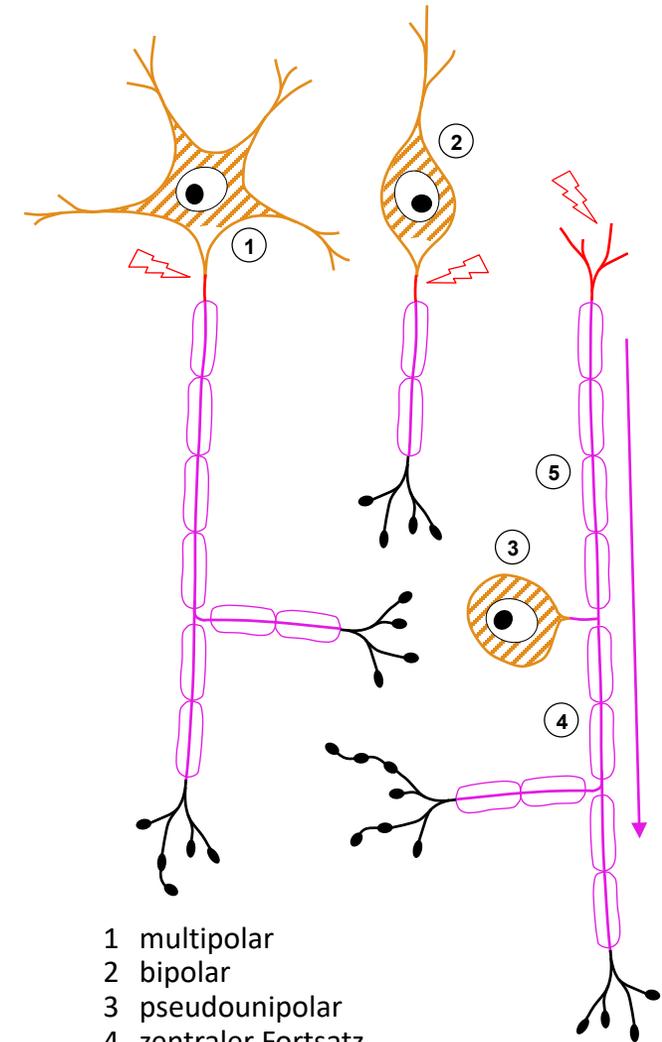
# Neuron, Grundbauplan

- **Somatodendritisches Kompartiment**
  - Soma = Zellkörper: Zellkern hell (Euchromatin, viele Gene exprimiert), Perikaryon = Zytoplasma des Soma mit Nissl-Substanz (rER)
  - Dendriten: meist mehrere, <1 mm, fließender Übergang aus Soma mit Nissl-Substanz im Anfangsteil, verzweigt, ev dekoriert mit Dornen = Spines
- **Axonales Kompartiment**
  - Axon: singular, Kollateralen, Hüllzellen (im PNS immer vorhanden, im ZNS fakultativ), Länge bis über 1m
  - keine Nissl-Substanz in Axonhügel und Axon
  - initiales Segment: erster Abschnitt des Axons, Kompartimentgrenze, keine Hüllzellen
  - axonaler Endbaum, Boutons terminal und en passant
- **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

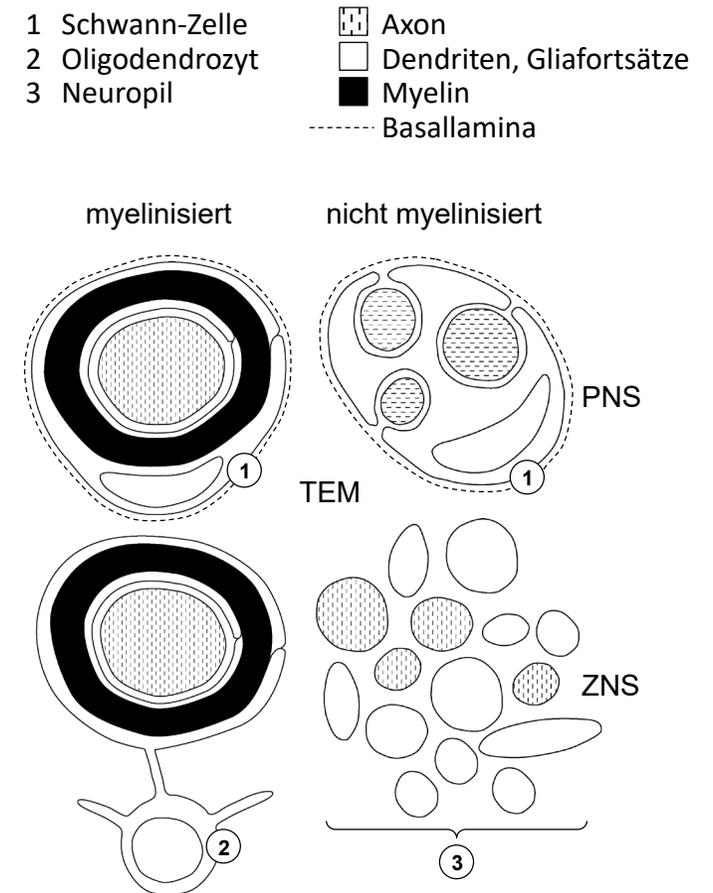
- Multipolares Neuron
  - 1 Axon + mehrere Dendriten
  - Pyramidenzellen (pyramidenförmiger Zellkörper, Grosshirnrinde), Sternzellen (rundlicher Zellkörper, Dendriten in alle Richtungen, ZNS+PNS)
- Bipolares Neuron
  - 1 Axon + 1 Dendrit (Netzhaut)
- Pseudounipolares Neuron
  - primärafferente Neurone
  - Soma in Spinal- oder sensiblem 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, mehrheitlich 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)
    - PNS: Basallamina zwischen Hüllzelle und umgebendem Bindegewebe
  - Funktion: Erregungsleitung, Informationsübermittlung über kurze (Interneurone) oder lange Strecken (Projektionsneurone)
  - PNS und ZNS: myelinisiert (va. Projektionsneurone) oder nicht myelinisiert
- myelinisierte Fasern
  - 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
  - keine elektrische Isolation, kontinuierliche Erregungsleitung



# Nervenfasertypen im PNS

- Leitgeschwindigkeit

- steigt mit Faserdurchmesser, beschleunigt durch Myelinisierung: saltatorische Erregungsleitung
- Ökonomie: Fasern nur so schnell wie nötig → Spektrum von Nervenfasertypen (auch im ZNS)
- Klassifikation im PNS: Erlanger-Gasser A $\alpha$ - $\delta$ , B, C; Lloyd-Hunt (nur afferent): I-IV

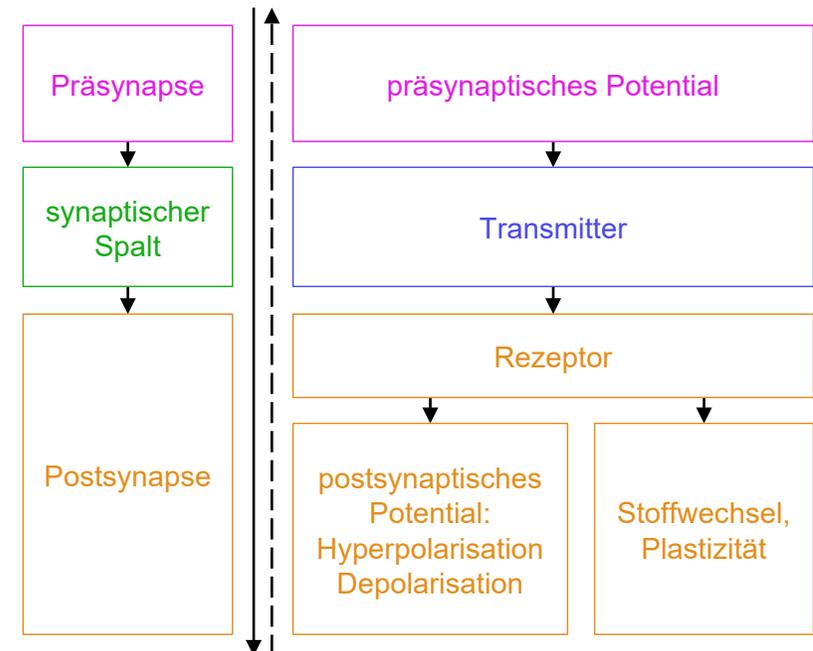
Erlanger Gasser	Lloyd Hunt	Myelin	Funktion		Ø $\mu$ m	m/s
A $\alpha$		ja	efferent	Skelettmuskelfasern		
A $\alpha$	Ia	ja	afferent	Muskelspindeln	12-20	70-120
A $\alpha$	Ib	ja	afferent	Sehnenspindeln		
A $\beta$	II	ja	afferent	Muskelspindeln	6-12	40-70
A $\beta$	II	ja	afferent	Haut-Mechanorezeptoren		
A $\gamma$		ja	efferent	Muskelspindeln		
A $\delta$	III	dünn	afferent	Temperatur, Schmerz	3-6	12-40
A $\delta$	III	dünn	afferent	tiefe Druckrezeptoren		
B		dünn	efferent	vegetativ präganglionär	1-3	2-12
C		nein	efferent	vegetativ postganglionär	0.5-1	0.5-2
C	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 in synaptischen Vesikeln, präsynaptisches Potential bewirkt Freisetzung durch Exozytose
  - synaptischer Spalt: keine zytoplasmatische Kontinuität zwischen Prä- und Postsynapse, überwunden durch Diffusion des Transmitters
  - Postsynapse: ausgelöste Prozesse bestimmt durch Kombination Rezeptor-Transmitter: Hyperpolarisation = Hemmung (IPSP), Depolarisation = Erregung (EPSP), Stoffwechselveränderung (Plastizität der Synapse → Gedächtnis)
  - asymmetrische Struktur → gerichtete Informationsübertragung, Impulsveränderung, Hemmung, Informationsspeicherung durch Plastizität
  - Feedback Postsynapse → Präsynapse trägt zu Plastizität bei

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

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 (Dorn) oder Schaft, axoaxonisch: Postsynapse = Bouton
  - postsynaptische Verdichtung: Typ Gray I = erregend; ohne Verdichtung: Typ Gray II = hemmend

