
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 26.09.2019 09:45-11:30 HCI G3

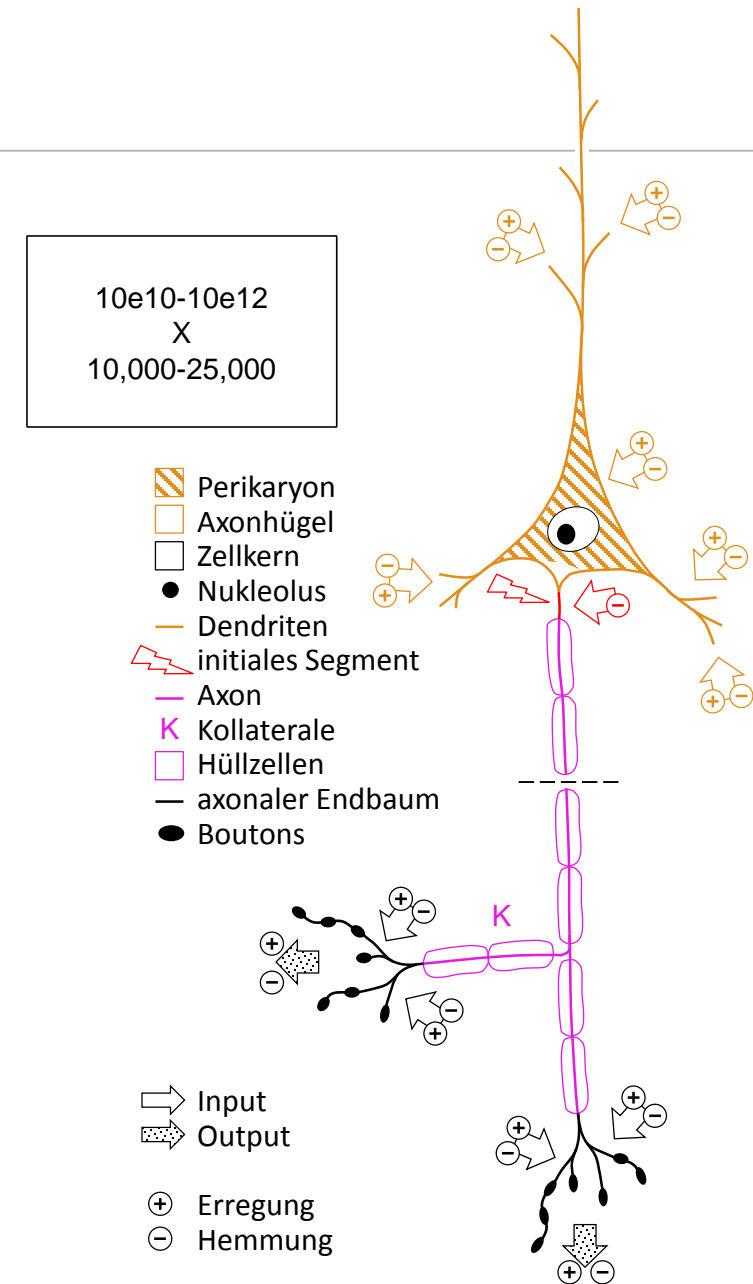
Gewebefamilien / Grundgewebe

- Grosse Gewebevielfalt durch Zelldifferenzierung und Spezialisierung
 - Zusammenfassung zu 4 Grundgewebe mit gemeinsamen Eigenschaften
 - unterscheidbar durch Funktion, Zellform, Anteil Extrazellulärraum EZR
 - Grundgewebe weiter unterteilbar

	Anteil EZR	Funktionen
Binde- und Stützgewebe	+ bis +++	Struktur, Versorgung, Speicherung, Abwehr, Stromabildung
Epithelgewebe	(+)	Oberflächen, Drüsen, Rezeptoren, Parenchymbildung
Muskelgewebe	(+) bis +	Kontraktion, mechanische Arbeit
Nervengewebe	(+)	Übermittlung, Verarbeitung und Speicherung von Informationen

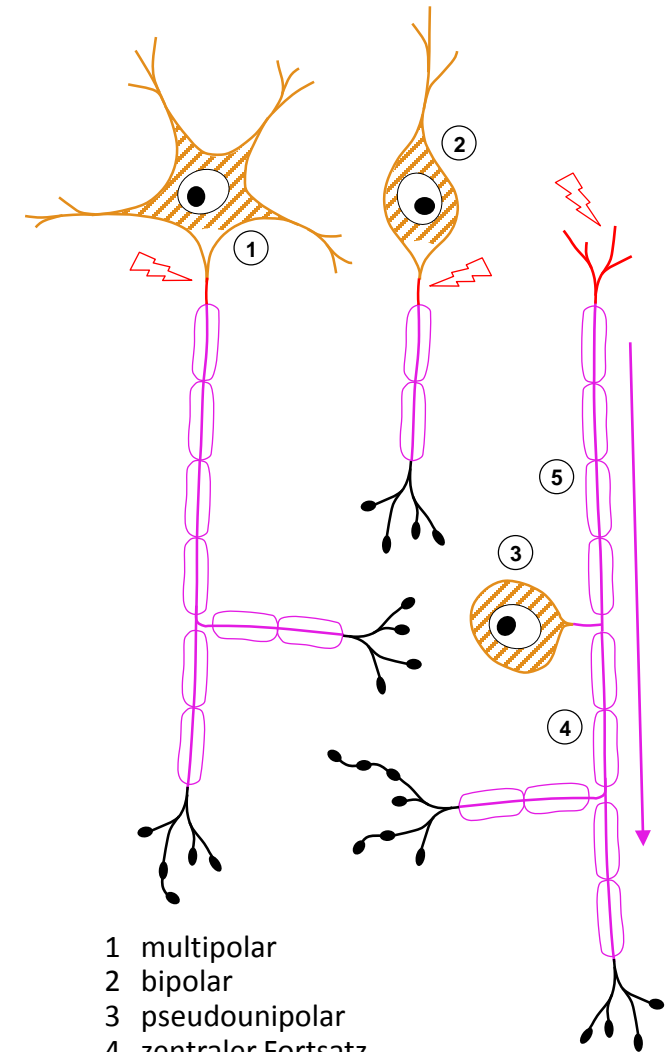
Neuron, Grundbauplan

- **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

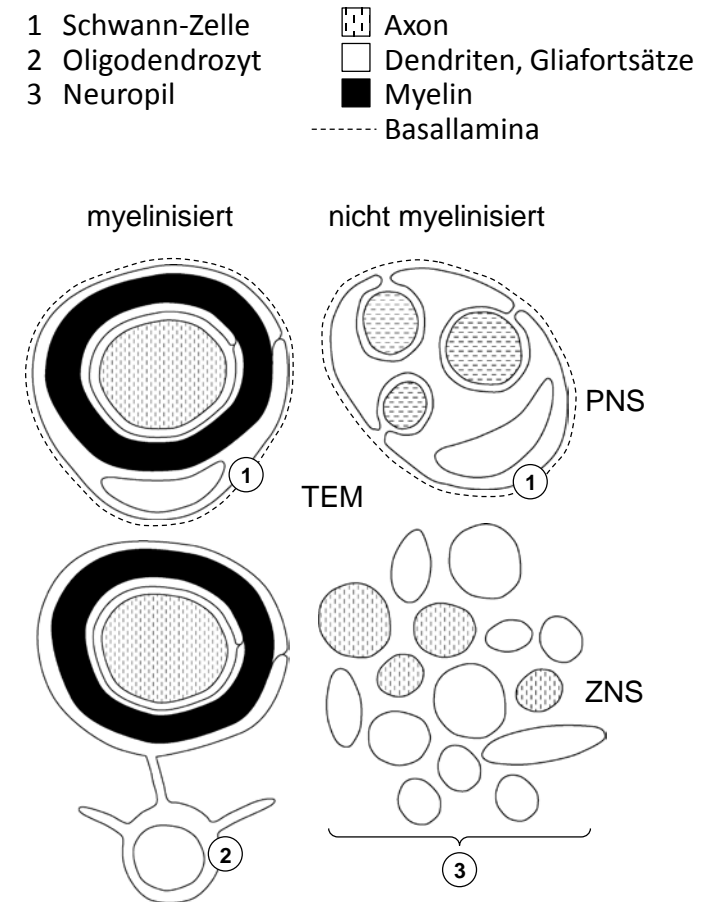
- **Multipolares Neuron**
 - 1 Axon + mehrere Dendriten
 - Pyramidenzellen (pyramidenförmiger Zellkörper, Grosshirnrinde), Sternzellen (rundlicher Zellkörper, ZNS+PNS)
- **Bipolares Neuron**
 - 1 Axon + 1 Dendrit (Netzhaut)
- **Pseudounipolares Neuron**
 - primärafferente Neurone
 - Soma in Spinal- oder 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)
 - Funktion: Erregungsleitung, Informationsübermittlung über lange Strecken
 - nicht myelinisiert oder myelinisiert
 - PNS: Basallamina zwischen Hüllzelle und umgebendem Bindegewebe
- 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



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 α - δ , B, C; Lloyd-Hunt (nur afferent): I-IV

Erlanger Gasser	Lloyd Hunt	Myelin	Funktion		Ø μ m	m/s
A α		ja	efferent	Skelettmuskelfasern		
A α	Ia	ja	afferent	Muskelspindeln	12-20	70-120
A α	Ib	ja	afferent	Sehnenspindeln		
A β	II	ja	afferent	Muskelspindeln	6-12	40-70
A β	II	ja	afferent	Haut-Mechanorezeptoren		
A γ		ja	efferent	Muskelspindeln		
A δ	III	dünn	afferent	Temperatur, Schmerz	3-6	12-40
A δ	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		

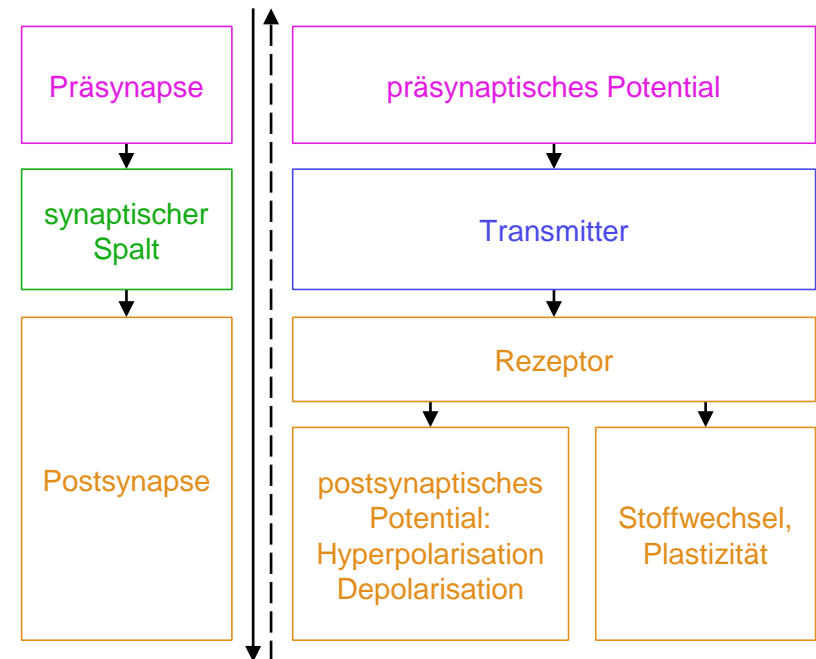
Chemische und elektrische Synapse

- 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
- modulierende Peptide

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

