

---

# 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 27.09.2018 09:45-11:30

# 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

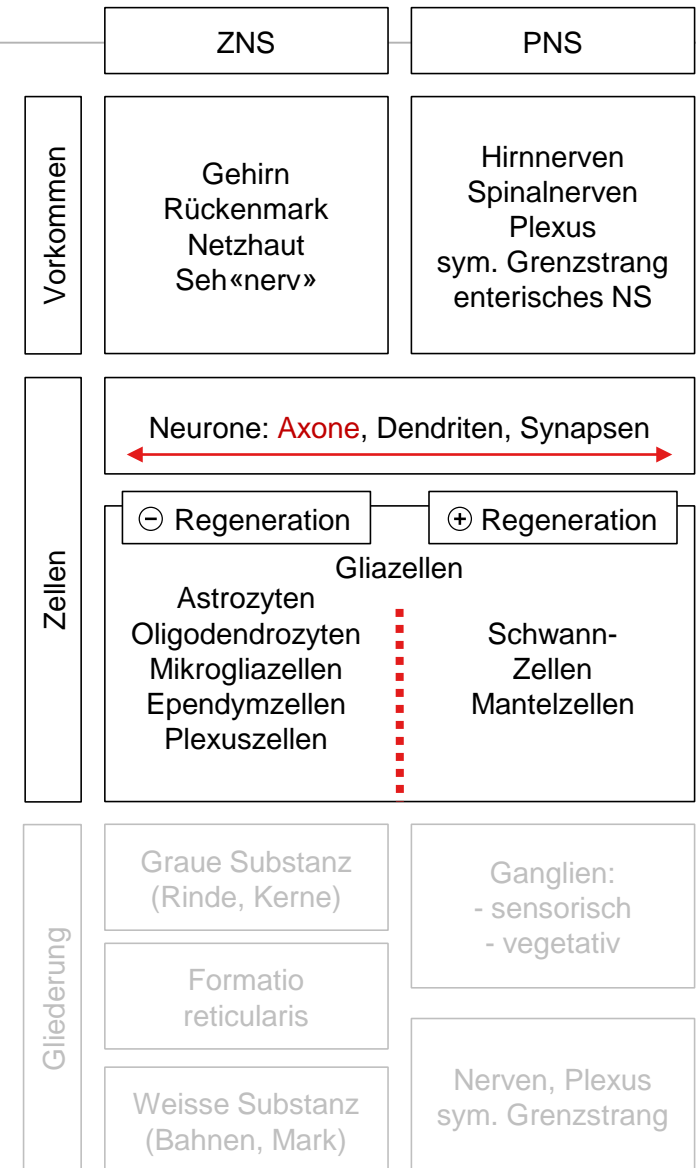
---

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

---

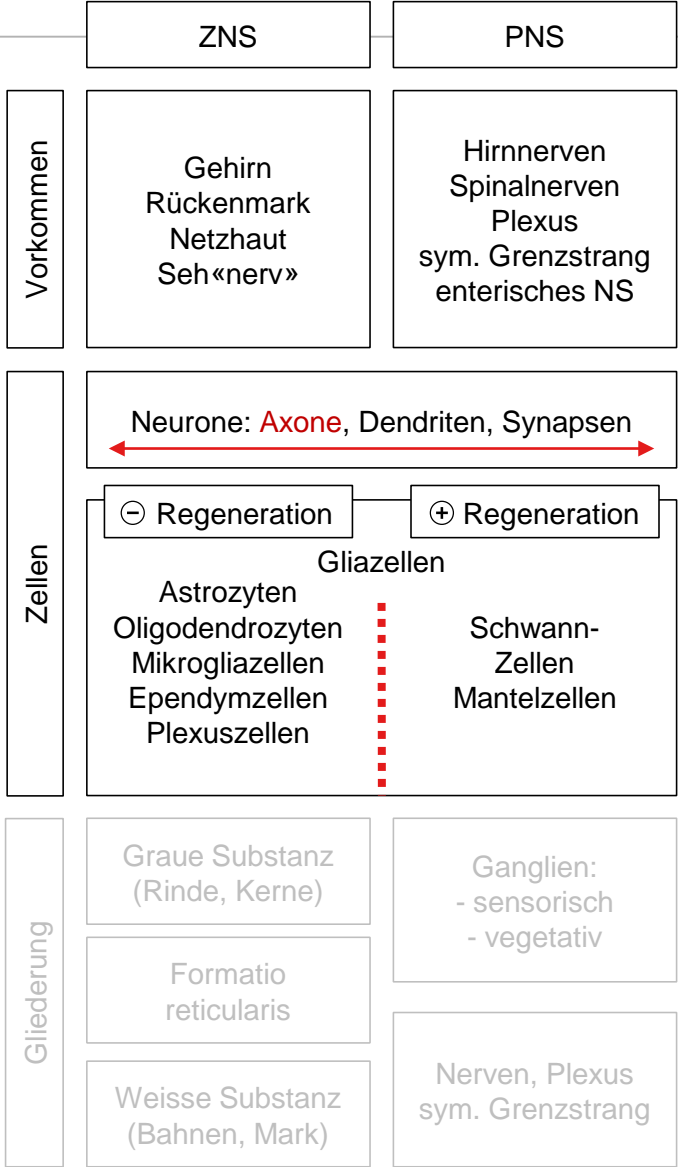
# Nervengewebe

- **Vorkommen**
  - bildet zentrales (ZNS) und peripheres 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)
  - Informationstransport: über lange Strecken durch Axone, können ZNS-PNS-Grenze überschreiten
  - Informationsverarbeitung, Speicherung: 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



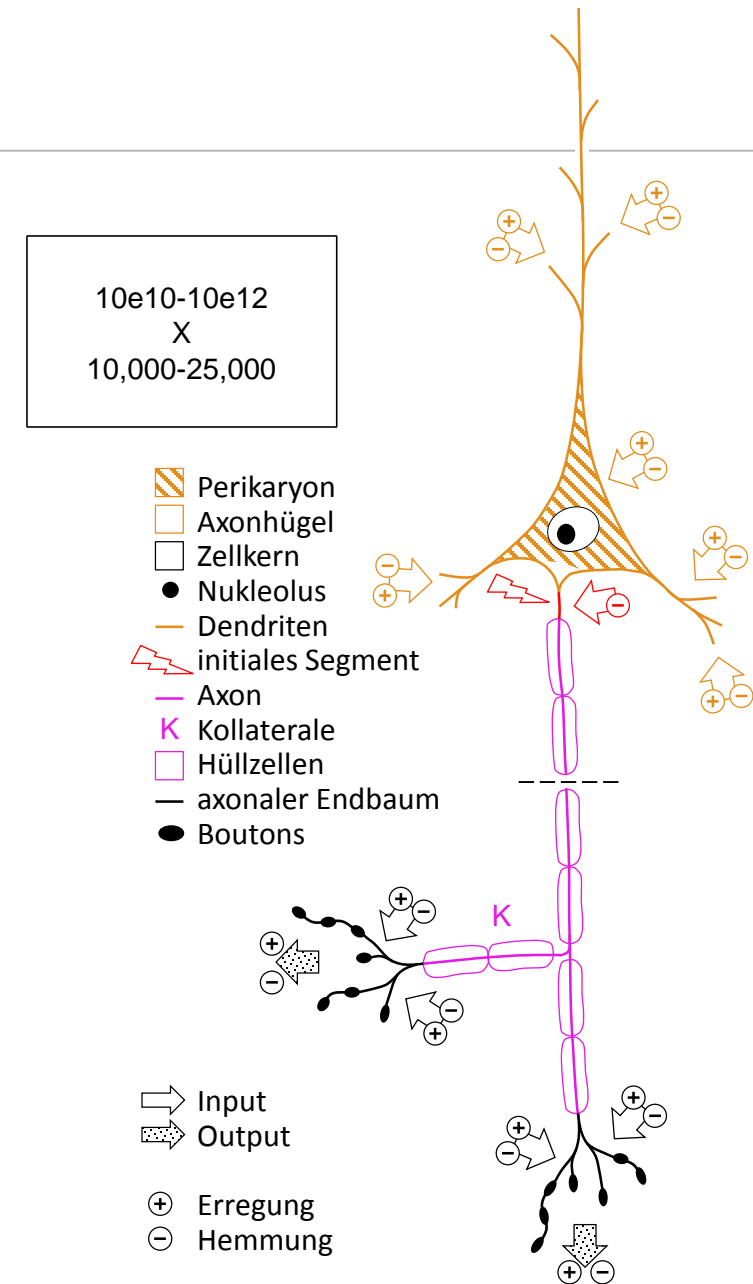
# Gliazellen

- **Astrozyten**
  - überall im ZNS, viele kurze Fortsätze
  - adult: Entsorgung von Stoffwechselabfall, Brennstoff-Bereitstellung, Aktivitätsregulation, Abgrenzung ZNS, Narbenbildung
  - Entwicklung: Stammzellen, Zellwanderung
- **Oligodendrozyten**
  - überall im ZNS, wenige kurze Fortsätze
  - bilden Markscheiden im ZNS, hemmen Wachstum und Regeneration
- **Mikrogliazellen**
  - embryonal eingewanderte residente Makrophagen
- **Ependymzellen, Plexuszellen**
  - Ependymzellen → einschichtiges Epithel der Ventrikel mit Kinozilien, Plexuszellen → Epithel des Plexus choroideus → Liquorproduktion
- **Schwann-Zellen**
  - Hüllzellen für Axone im PNS, unterstützen Regeneration
- **Mantelzellen = Satellitenzellen**
  - Hüllzellen für Nervenzellkörper im PNS



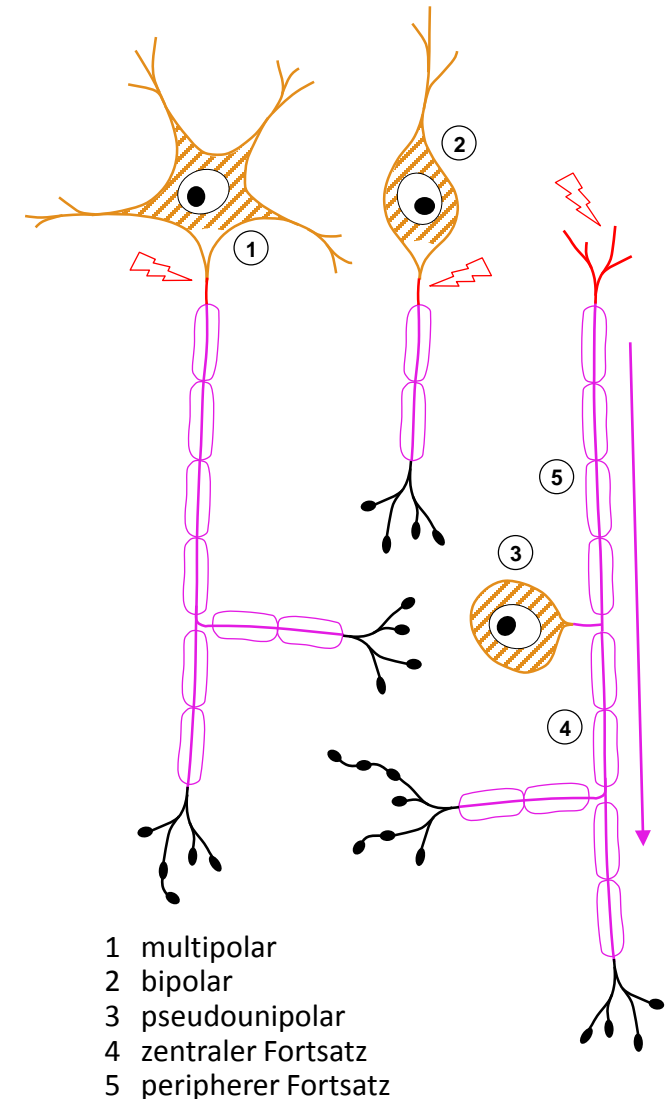
# Neuron, Grundbauplan

- 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: singular, 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



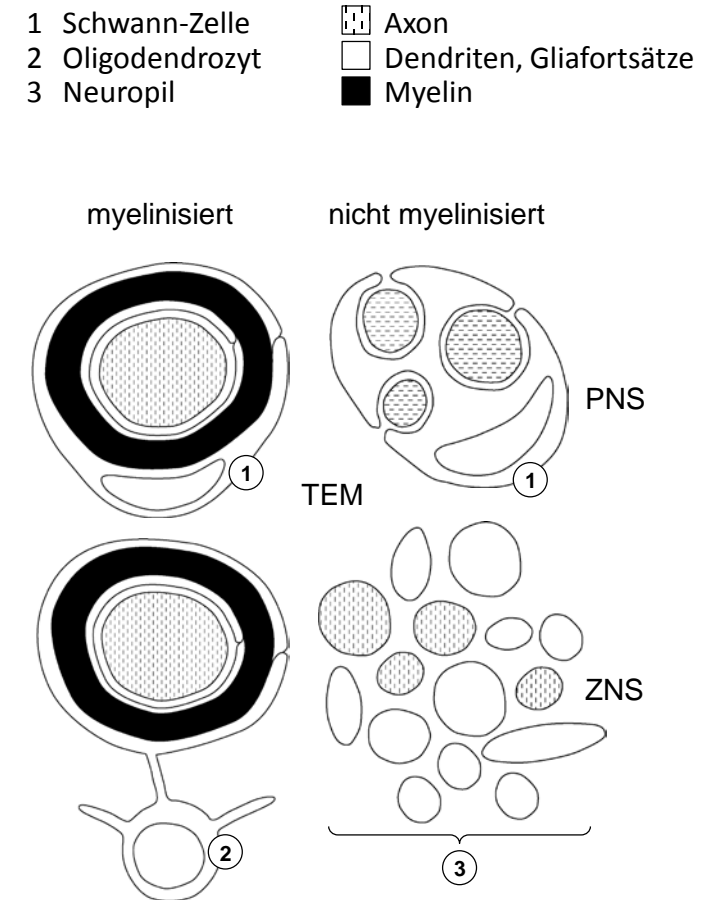
# Neuron, Formen

- 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



# Nervenfaser

- Nervenfaser (ZNS+PNS)
  - Definition: Axon (Neuron) + Hüllzellen (Glia)
  - Funktion: Erregungsleitung, Informationstransport über lange Strecken
  - 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 → Spektrum von Nervenfasertypen
- Klassifikation: 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		

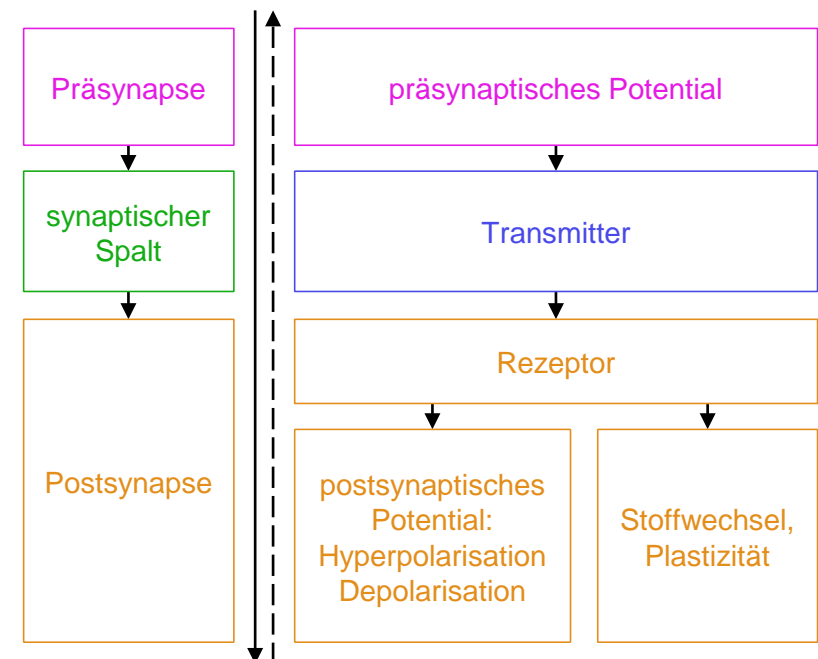


# Chemische und elektrische Synapse

- Synapse
  - Zellkontakt zur Impulsübertragung
  - erregbare Zellen: Neurone, Muskelzellen, Sinneszellen
- elektrische Synapse
  - Gap Junction, elektrische Koppelung
- chemische Synapse
  - Präsynapse: Bereitstellung Transmitter, 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)
  - asymmetrische Struktur → gerichtete Informationsübertragung, Impulsveränderung, Hemmung, Informationsspeicherung durch Plastizität
  - Feedback Postsynapse → Präsynapse

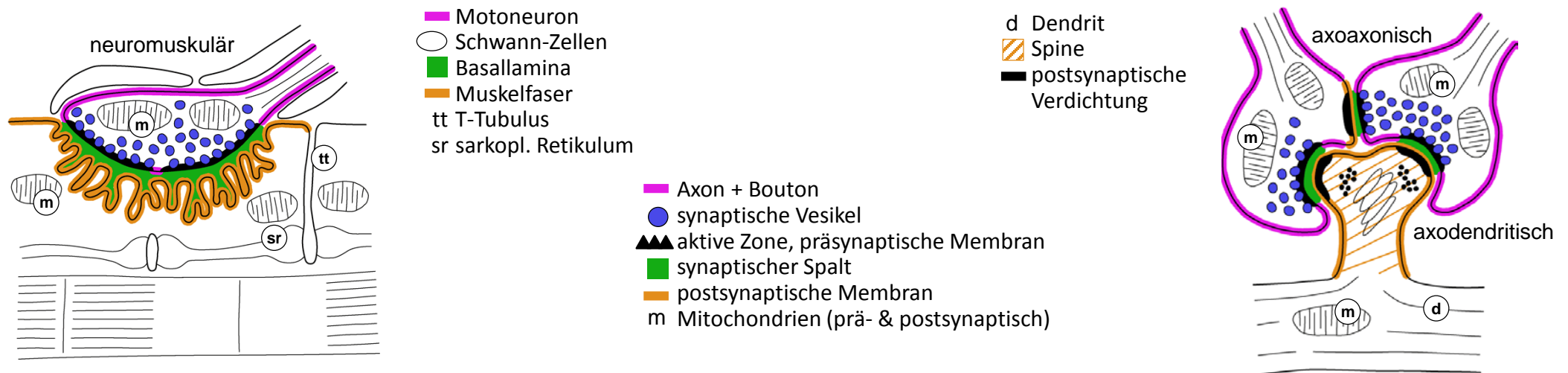
- Transmitter
  - erregend: Glu
  - hemmend: GABA, Gly
  - je nach Rezeptor: DA, NA, ACh, 5HT

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 = Nuclei = 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  
(Plexus, sympathischer Grenzstrang, benannte Nerven, kleine namenlose Nervenfaserbündel)

