Unter Strom: Das Nervensystem und die Nervenzellen TO

CC BY NC SA
1: laborberufe.de

1. Überblick über das Nervensystem

Die Höherentwicklung zu immer komplexeren Lebensformen ging bei den Tieren mit einer Zentralisierung und Aufkonzentration der Nervenzellen einher. Es entstanden verschiedene **Nervensy*steme***. Das Kennzeichen solcher Organ*systeme ist*, dass sie eine funktionelle Einheit bilden und sich über *mehrere* Organe erstrecken. Weitere Beispiele für Organssysteme:

- Verdauungssystem
- Urogenitalsystem
- Immunsystem

Einfache Nervensysteme ohne eine zusätzliche Zentralisierung in einer bestimmten Körperregion, findet man häufig bei festsitzenden, sich nicht fortbewegenden Lebensformen.

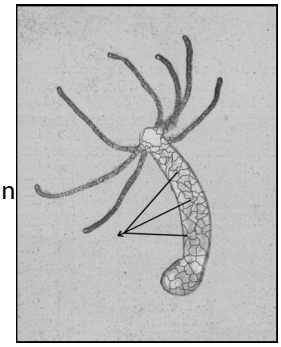


Abb. 1.1: Nervensystem eines Süßwasserpolyps Q: wikicommons. A: Allen Nozick

Der höchste Grad der Zentralisierung des Nervensystems wird bei den Wirbeltieren erreicht. Hier sind die entsprechenden Bereiche, das **Gehirn** und das **Rückenmark**, zusammen als **Zentralnervensystem** bezeichnet, durch knöcherne Strukturen, dem Schädel und der Wirbelsäule besonders geschützt. Hinzu kommt ein physiologischer Schutz, denn beim Zentralnervensystem der Wirbeltiere wird durch die **Blut-Hirn-Schranke** der Zugang von Stoffen in das Nervengewebe besonders reglementiert.

***1.1** Leiten Sie aus der Abb. 1.2 die Funktionsweise der Blut-Hirn-Schranke her. Hinweise: **Pericyten =** Zellen, die der Außenwand von Blutkapillaren anliegen. Astorocyten: Gehören zu den Gliazellen, siehe unten.*.

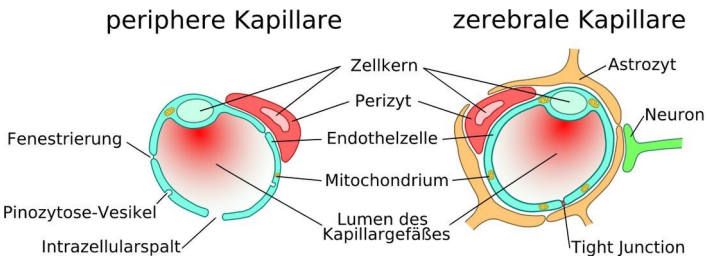


Abb. 1.2 Blut-Hirn-Schranke. Q: wikicommons. A: Kuebi

Zwar ist die Lage des Gehirns bei den meisten Tieren am Vorderende des Körpers, ansonsten gibt es jedoch charakteristische Unterschiede. So ist bei den Wirbeltieren das Rückenmark rückseitig (*dorsal*). Bei den Insekten verläuft das ZNS im Bereich der Brust und den Hinterteils jedoch bauchseitig (*ventral*). Die Anhäufung von Nervenzellen führt in jedem Segment des Tieres zu knotigen Verdickungen. Solche neuronale Verdickungen werden **Ganglien** genannt. Bei Insekten sind sie die Verarbeitungs- und Koordinationszentren für die Körperbewegungen des entsprechen Segments.

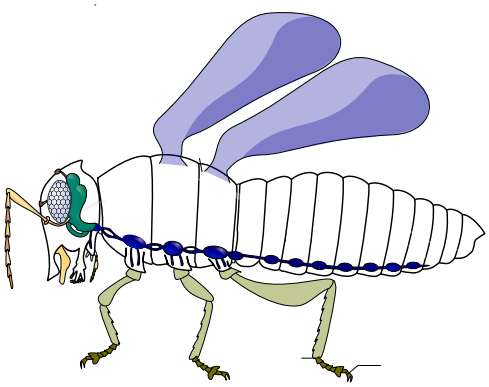


Abb. *1.3:* *Insekten-ZNS.* *Beschriften Sie!* Q: wikicommons. A: Jmarchn, verändert

Die Aufgaben des Zentralnervensystems der Wirbeltiere sind sehr vielfältig und komplex. Seine Funktion besteht darin, Informationen zu verarbeiten und zu speichern (Gedächtnis). Die Informationsverarbeitung betrifft dabei sowohl die Wahrnehmung durch die Sinnesorgane und einen Großteil der willkürlichen oder unwillkürliche Bewegungen, beispielsweise die Reflexe. Darüber hinaus steuert das Zentralnervensystem viele körperliche Prozesse, darunter lebenswichtige Funktionen wie die Spontanatmung und die Thermoregulation.

Das ***periphere Nervensystem*** umfasst den Teil des Nervensystems, der außerhalb des Gehirns und Rückenmarks gelegen ist. Er hat keine weiteren Aufgaben, die sich von denen des Zentralnervensystems unterscheiden. Beide Teile bilden eine funktionelle Einheit und unterscheiden sich nur örtlich.So reichen die Fortsätze (*Axone*, *siehe unten*) der peripheren Nervenzellen, die für die Reizaufnahme von Sinneszellen verantwortlich sind, in das Zentralnervensystem. Die Fortsätze werden anatomisch zu Bündeln zusammengefasst und sind von Bindegewebe umschlossen. Solche Nervenbahnen werden auch ***sensorische Nerven*** oder das sie zum ZNS führen, auch ***afferente Nerven(bahnen)*** genannt *(lat. affere = zuführen)*.

Zum peripheren Nervensystem gehören auch die Fortsätze der Nervenzellen (*Axone*, *siehe unten*), die das Rückenmark verlassen und zu den Skelettmuskeln führen. Auch sie sind zu Bündeln zusammengefasst und von Bindegewebe eingeschlossen. Sie werden ***motorischen Nerven genannt.*** Allgemein heißen die Nerven, die vom ZNS in die Peripherie führen, auch

efferente Nerven(bahnen) *(lat. effere = hinausführen).[vgl. Abb. 3.2]*

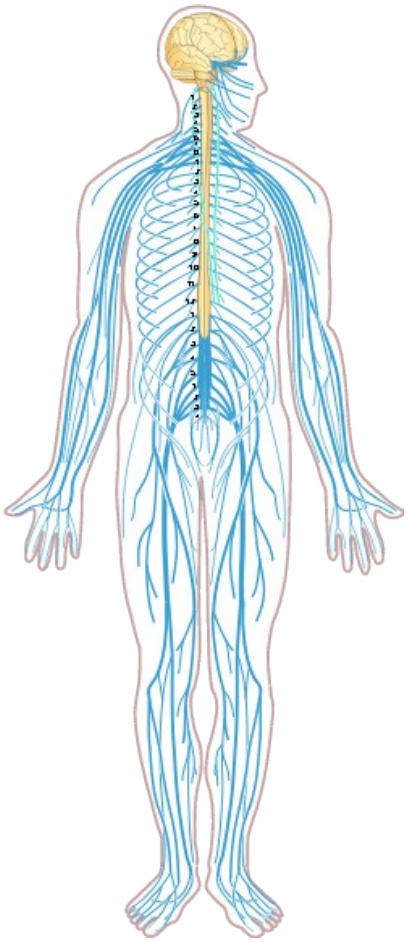


Abb. 1.4: *Das periphere NS besteht Großteils aus den seitlich am ZNS enspringenden Nerven..Q: wikicommons. A: Jmarchn, verändert*

Zum Nervensystem gehören nicht nur die Nervenzellen! Mindestens genauso wichtig sind die sie unterstützenden und unmittelbar benachbarten **Gliazellen.** Diese Helferzellen versorgen die benachbarten Nervenzellen mit den notwendigen Stoffen und übernehmen eine (unter-)stützende Aufgabe, wie die elektrische Isolierung und die Stabilisierung der filigranen Zellformen der Nervenzellen.

Im Bereich des Gehirns machen die Gliazellen ungefähr die Hälfte der Zellen aus. 80% der bösartigen Hirntumoren sind auf entartete Gliazellen zurückzuführen, sie sich nahezu ungehemmt Teilen. Ausdifferenzierte Nervenzellen teilen sich hingegen nicht mehr.

1.2 *Definition Glizallen (mit Lehrkraft):*

1.3 *Entwickeln Sie Hypothesen, warum das Gehirn in der Regel am Körpervorderende (Kopf) liegt.*

1.4 *Vom Reiz zur Reaktion: Bringen Sie diese Begriffe in die richtige Abfolge: Zentralnervensystem (ZNS), sensorische Nerven(bahn), Muskel, Sinneszelle, Reiz, motorische Nerven(bahn), Reaktion*

2. Bau der Nervenzellen

2.1 *Lesen Sie zuerst den Abschnitt. Beschriften Sie die Abb. 2.2 UND Abb. 3.3.*

Je nach Aufgabe besitzen die **Nervenzellen (Neurone)** eine unterschiedliche Form. ***Motoneuronen*** sind beispielsweise spezielle Nervenzellen, deren Form optimiert ist, um die Information an Skelettmuskelzellen weiterzugeben. **Interneuronen** sind zwischengeschaltete Neuronen, die Information von einer zur anderen Nervenzelle weitertransportieren und dabei die Information modifizieren, also verarbeiten können. Grundbauplan von Nervenzellen ist jedoch häufig identisch und gliedert sich in drei Bereiche.

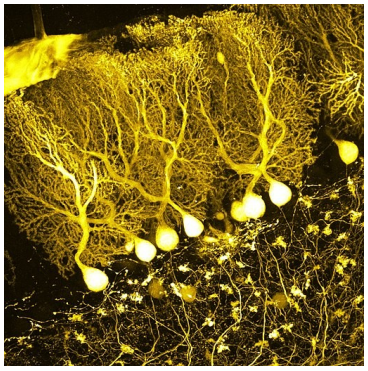


Abb. 2.1: *Interneuronen (PURKINJE-Zellen).* *Q: wikicommons, A: BrainsRusDC*

Der Zellkörper (Soma) umfasst den plasmatischen Bereich rund um den Zellkern. Das Soma enthält neben dem Zellkern die bekannten Organellen wie raues und glattes Endoplasmatisches Retikulum, Mitochondrien und den GOLGI-Apparat . Charakteristisch für den Zellkörper von Neuronen ist das verdichtete Auftreten des Endoplasmatischen Retikulums: Im Soma werden alle Proteine und weitere wichtige Substanzen gebildet, die für die Funktion der Nervenzelle notwendig sind.

Dentriten (gr. Dendron = Baum) sind fein verästelte Nervenzellfortsätze, die vom Soma auswachsen und Kontaktstellen für andere Zellen bilden, deren Erregung hier auf die Nervenzelle übertragen werden kann. Interneuronen, die das Signal von vielen Nervenzellen verarbeiten, haben einen besonders fein verästelten Dentritbereich. Dazu gehören auch die PURKINJE-Zellen *(vgl. Abb. 2.1)*

Axon: Das Axon (gr. Axōn = ‚Achse') einer Nervenzelle ist der am **Axonhügel** entspringende lange Fortsatz des Neurons, über den die Erregung an andere Zellen weitergeleitet wird. Die Axone des Menschen können bis über einem Meter lang sein. So sind die Somata der Motoneuronen des Fußes noch im Rückenmark lokalisiert, also Bestandteil des zentralen Nervensystems. Die Axone führen von dort gebündelt und von einer Bindegewebsschicht umgeben als motorische Nerven(bahn) bis zu den Muskelzellen des Fußes.

Manchmal ist das Axon zu einem geringen Grad schon an der Basis verzweigt. Am Ende des Axons treten typischerweise mehrere Verzweigungen auf, die in Verdickungen, den **Endknöpfchen (präsynaptische Endigung),** münden. Dieser Bereich, der sich daran anschließende Spalt und der Bereich der folgenden Zelle wird insgesamt als **Synapse** bezeichnet. Im Bereich des **synaptischen Spalts** muss das Informationsmedium zwischenzeitlich gewechselt werden: Hier wird die Information nicht als elektrisches Signal transportiert, sondern in Form chemischer Substanzen, den **Transmittern** (*lat: transmittere = übertrage*n).

Auch im Bereich der Axone sind versorgende und schützende *Gliazellen* vorhanden. Denn trotz erstaunlicher Länge von 1 Millimeter bis 1 Meter, sind Axone tausend mal dünner, in der Regel ca. 1 Mikrometer (1 µm). Die Gliazellen um die Axone wirken auch hier elektrisch isolierend gegenüber benachbarten Nervenzellen.

Die Einheit aus Axon und umgebenden Gliazellen werden auch als **Nervenfaser** bezeichnet. Im peripheren Nervensystem sind mehrere Nervenfasern zu einem **Nervenfaserbündel** zusammenfasst. Mehrere Nervenfaserbündel bilden zusammen **Nerven(bahnen)**. [vgl. Abb. 3.3]. Meistens leiten alle Nervenfasern des gesamten Nervs in die gleiche Richtung. ***Afferente Nervenbahnen*** *führen* zum ZNS, ***efferente Nervenbahnen*** vpm ZNS zur Peripherie.

Bei motorischen und sensorische Nervenfasern sind die Axone häufig von einer besonderen Art von Gliazellen umgeben, den **SCHWANN'schen Zellen**. Im Gegensatz zu den gewöhnlichen Gliazellen der anderen Axone umwickeln sie den Axonbereich gleich viele Male [vgl. Abb. 3.4]. Zwischen den einzelnen SCHWANN-Zellen liegen kleine Bereiche ohne diese Hüllzellen vor, die **RANVIER'schen Schnürringe.** Zusammen bilden die SCHWANN-Zellen um das Axon eine lipidreiche Schicht, die *Myelinscheide*. Man spricht auch von *myelinisierten Axonen*. Solche myelinisierten Nervenfasern besitzen besonders hohe Übertragungsgeschwindigkeiten gegenüber *nicht-myelinisierten* Nervenfasern.

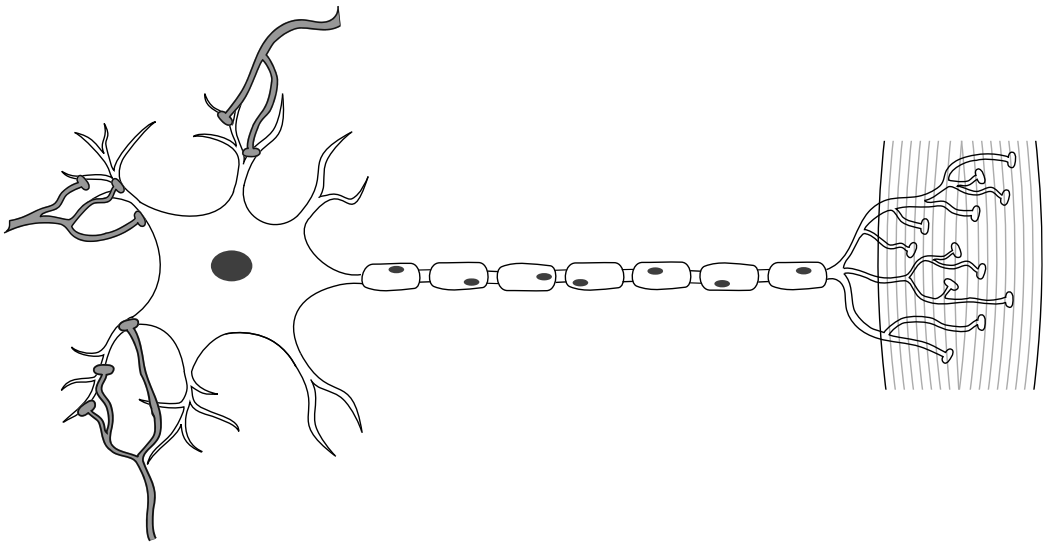
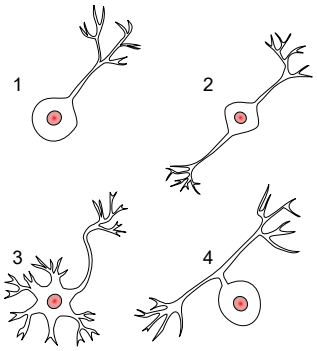


Abb. 2.2: Motoneuron. Q: wikicommons A: ChalkJunkie

3. Abbildungsverzeichnis

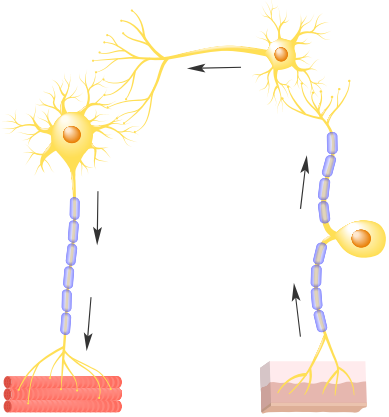
Abb. 3.1: *Je nach Gewebe können sich die Nervenzellen (NZ) in ihrer Form stark unterscheiden. Welches ist der Standardtyp?*



Q: commons.wikimedia.org. A: Jonathan Haas

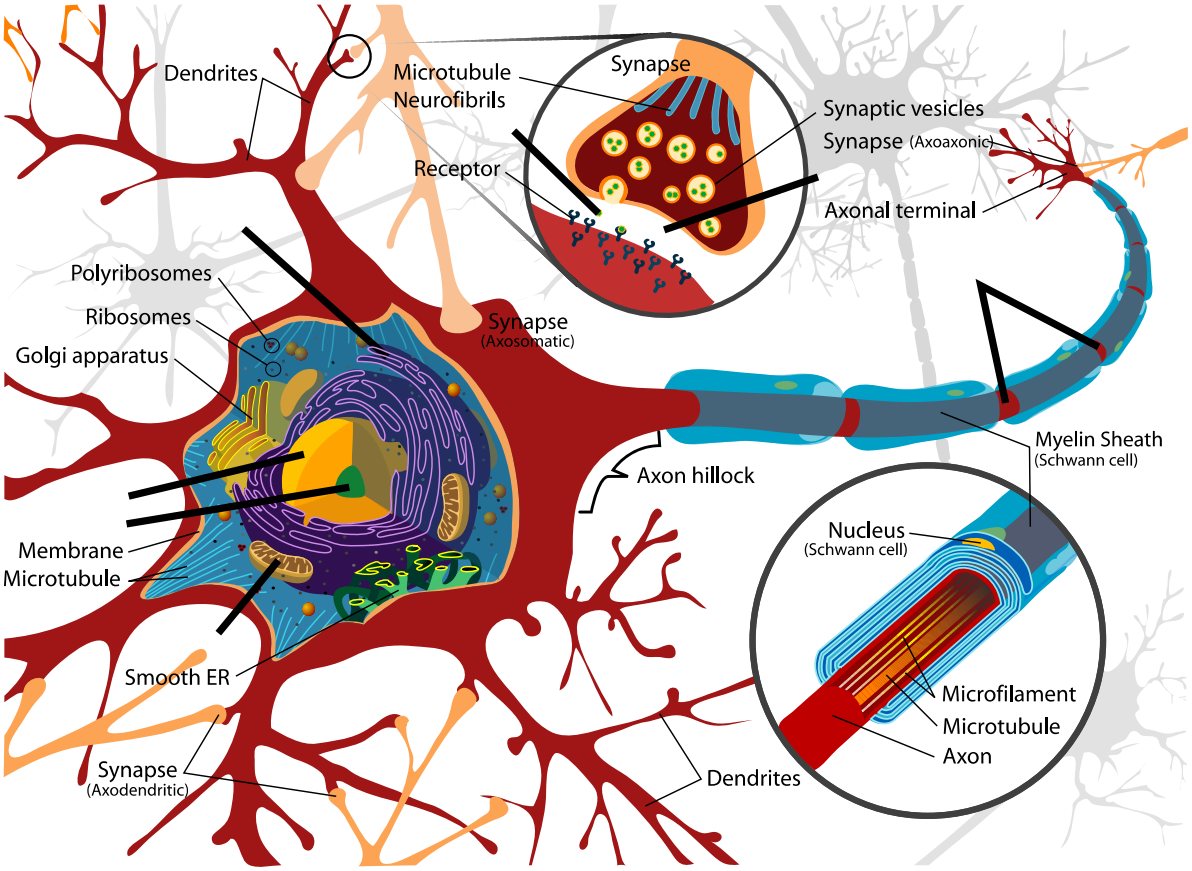
1. *unipolare NZ:* ohne Dentritbereich. z.B. bei einigen Sinneszellen.
2. *bipolare NZ:* Auch Dentritbereich verlängert. Dazwischenliegend: Soma
3. *multipolare NZ:* Dentritbereich und Synapsenbereich verästelt.
4. *pseudo-unipolare NZ*: Dentritbereich geht ohne dazwischenliegendem Soma direkt in das Axon über.

Abb. 3.2: *Beschriften und kommentieren Sie!*



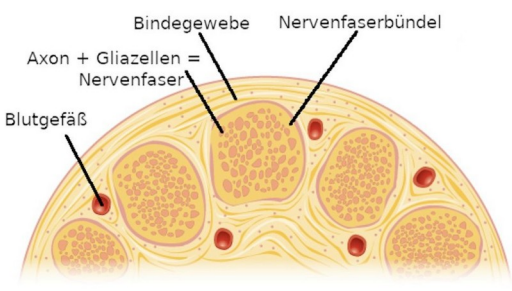
Q: wikicommons A: DBCLS

Abb. 3.3: *Beschriften Sie an den dicken Linien!*



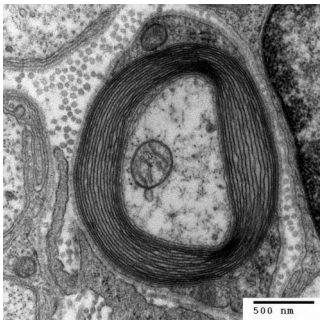
Q: wikicommons A: LadyofHats

Abb. 3.3: Nerv im Querschnitt



Q: Openstax_Anatomy_Physiology_CC, verändert

Abb. 3.4: Myelinisierte Nervenfaser (Querschnitt)



Q: wikicommons A: Roadnottaken