

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufbau einer Nervenzelle</b>	<b>2</b>
1.1	Grundaufbau . . . . .	2
1.2	Axon . . . . .	2
1.3	Schwansche Zelle . . . . .	2
1.4	Synapse . . . . .	3
1.5	Details zur Synapse . . . . .	3
1.6	motorische Endplatte . . . . .	4
1.7	Synapsen Gifte . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Reizübertragung</b>	<b>5</b>
2.1	Aktions- und Ruhepotential . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Natrium und Kaliumpumpe</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>vegetatives Nervensystem</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Verhaltensbiologie</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Angeborenes Verhalten beim Kuckuck</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>unbedingter / bedingter Reflex</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>Klassische Konditionierung</b>	<b>7</b>
8.1	Vorteile . . . . .	8
8.2	Vorteile . . . . .	8

# 1 Aufbau einer Nervenzelle

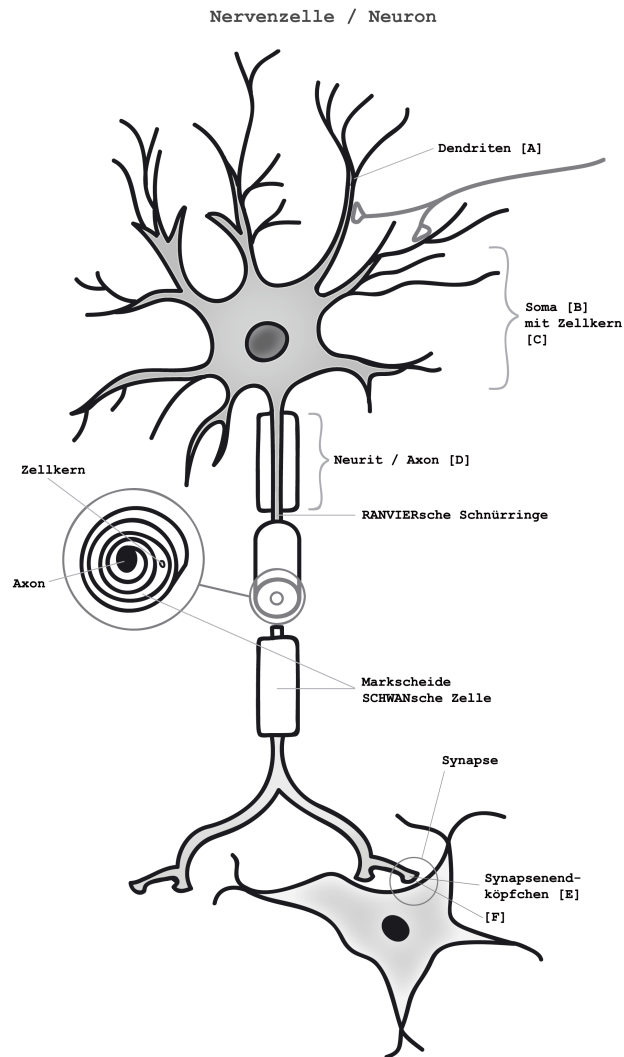
Aus Wikipedia, gekürzt und geändert

## 1.1 Grundaufbau

Jede Nervenzelle besteht aus einem Zellkörper (Soma) [B], das eine Größe von etwa 0,25 mm umfasst. Vom Soma wachsen die Dendriten und Axone aus. Dendriten (griechisch dendros = Baum) [A] sind feine plasmatische Verästelungen des Zellkörpers, die über Synapsen den Kontakt zu anderen Nervenzellen herstellen und von diesen Erregungen empfangen. Sie empfangen Aktionspotentiale von anderen Neuronen durch deren Axone. Der Dendritenbaum einer einzigen (menschlichen) Nervenzelle kann mit 100.000 bis 200.000 Fasern anderer Neuronen im Kontakte stehen. Die Dendriten sind damit der Teil der Nervenzelle, mit denen diese Informationen aus ihrer Umwelt aufnimmt.

## 1.2 Axon

Das Axon (von griech. axon = Achse) (auch Neurit) [D] ist ein langer Fortsatz der Nervenzellen. Es ist in der Regel mehr oder weniger stark verzweigt und mündet in synaptische Endigungen (Synapsen). Ein Axon kann je nach Typ der Nervenzelle von 1 Mikrometer bis 1 m und länger sein. Das Axon ist von mehreren aufeinander folgenden Myelinscheiden (auch Schwannsche Scheiden genannt) umhüllt. Zwischen diesen Myelinscheiden sind jeweils kleine Lücken (Ranvierscher Schnürring). Axon und Hülle zusammen bilden die Nervenfasern. Man spricht hier von einer markhaltigen Nervenfasern im Gegensatz zu den marklosen Nervenfasern (vor allem bei wirbellosen Tieren), bei denen die Axone keine Myelinscheide haben. Das Axon ist zuständig für die Übertragung des Aktionspotentials innerhalb einer Nervenzelle und leitet dieses zu den Synapsen und damit an andere Nervenzellen weiter. Des Weiteren wandern die Stoffe, die im Soma gebildet werden (Neurotransmitter, Enzyme) durch das Axon zur Synapse, wo sie die ihnen zufallenden Aufgaben erfüllen.



Aufbau einer Nervenzelle

## 1.3 Schwannsche Zelle

Eine Schwannsche Zelle ist eine Gliazelle und entsteht indem sich die Gliazellen ganz dicht um die Nervenfasern wickeln. Dadurch entsteht eine Hülle, die fast nur aus dem Material der Zellmembran besteht. Jede Schwannsche Zelle umhüllt der Länge nach jeweils rund einen Millimeter des Axons.

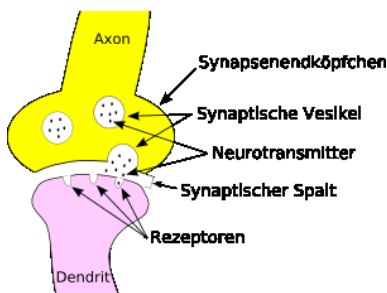
Die Myelinscheide übernimmt innerhalb der Nervenzelle die Funktion von Bindegewebe und sorgt für die Isolation der Erregungsleitung.

*Dieser Absatz ist nicht so wichtig, hatten wir nicht direkt im Unterricht besprochen, so weit ich mich erinnern kann.*

Getrennt werden die Myelinscheiden durch den Ranvierschen Schnürring, einer kleine Lücke zwischen den einzelnen Myelinscheiden entlang des Axons, etwa alle ein bis zwei Millimeter. Er spielt eine wichtige Rolle in der Übertragung des Aktionspotentials entlang der Nervenzelle. An myelinisierten Axonen springen dort die Nervenimpulse von Schnürring zu Schnürring (saltatorische Erregungsleitung), während die Erregung bei nicht myelinisierten Nervenfasern die Axonmembran auf ihrer ganzen Länge depolarisieren muss, was sehr viel langsamer ist. Bei gleichem Durchmesser leiten mit Myelin umhüllte Axone die Nervenimpulse etwa 10mal schneller als Axone, die nicht von Myelinscheiden umhüllt sind.

## 1.4 Synapse

Am Ende des Axons befinden sich sogenannte Endknöpfchen, welche den präsynaptischen Teil der Synapse bilden, der Kontaktstelle zwischen zwei Nervenzellen. Die Synapse dient der Übermittlung von Erregungen von Nerven- oder Sinneszellen auf nachgeschaltete Zellen. Grob umrissen besteht sie aus einer, dem Endknöpfchen [E] begrenzenden, präsynaptischen Membran der "Senderzelle", welche die Neurotransmitter enthält und diese nach einer vorausgegangenen Erregung in den synaptischen Spalt [F] entleert. Ihr gegenüber liegt die postsynaptische Membran der "Empfängerzelle", welche mit Rezeptoren bestückt ist, an der die Neurotransmitter binden, um dort sogenannte Ionenkanäle zu öffnen, die wiederum für eine elektrische Erregung der Nervenzelle wichtig sind. Zwischen den beiden Membranen liegt der synaptische Spalt, ein kleiner, etwa 30 nm breiter Zwischenraum, welcher mit einer plasmatischen Lösung aufgefüllt ist. In ihm können sich die verschiedenen Stoffe mehr oder weniger frei bewegen.



Synapse

Die Transmitter, auch chemische Botenstoffe genannt haben die Aufgabe, bestimmte durch sie codierte Erregungen von einer Zelle auf eine andere zu übertragen. Sie werden von der Senderzelle ausgeschüttet und von der Empfängerzelle empfangen.

Ein Rezeptor ist hier ein für bestimmte Reize empfindliches Zielmolekül einer Zelle, das eine bestimmte chemische Struktur aufweist und damit für einen anderen Stoff (Botenstoff, Transmitter) reaktionsfreudig ist oder nicht. Die Neurotransmitter binden nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip, das heißt ein bestimmter Rezeptor ist immer nur für einen bestimmten Neurotransmitter zuständig. Passt die Codierung nicht oder sind alle verfügbaren Rezeptoren belegt oder blockiert, kann der Neurotransmitter nicht anbinden und auch keine Information auf eine benachbarte Zelle übertragen.

Sobald der Transmitter seine Aufgabe erledigt hat und nicht mehr gebraucht wird, sorgen Enzyme im synaptischen Spalt für die Trennung von Transmitter und Rezeptor. Der Spalt wurde auf diese Weise chemisch überbrückt und die Information der vorgeschalteten Zelle auf die nachfolgende übertragen.

Die Synapse stellt somit eine Schnittstelle dar, in der eine Information chemisch auf eine andere Zelle übertragen werden kann. Synapsen von Nervenzellen [G] verschalten sich auf diese Weise unter einander zu einem neuronalen Netzwerk. Ein Neuron hat bis zu 10000 Synapsen, das menschliche Gehirn insgesamt etwa 1 Billiarde.

## 1.5 Details zur Synapse

Synapsen (gr., syn = zusammen, haptain = ergreifen, fassen, tasten) sind Kontaktstellen zwischen Nervenzellen bzw. Nervenzellen und anderen Zellen (wie Sinnes-, Muskel- oder Drüsenzellen). An

ihnen findet die Erregungsübertragung von einer Zelle auf die andere statt.

Es wird zwischen elektrische Synapsen und Chemische Synapsen unterschieden, wobei im Unterricht nur letztere genauer behandelt worden.

## 1.6 motorische Endplatte

Die motorische Endplatte, ist der Ort der Übertragung der Erregung von einer Nervenzelle auf die Muskelfaser. Die motorische Endplatte ist eine chemische Synapse mit dem Transmitter Acetylcholin.

## 1.7 Synapsen Gifte

### 2. Wirkungsweisen von Synapsengiften und Alkohol

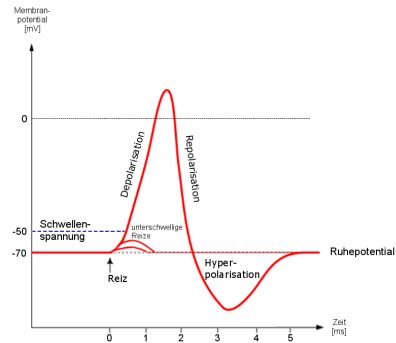
- Curare
  - Angriffsort: Acetylcholinrezeptoren werden blockiert
  - Folgen: Lähmung bis Tod (Atemmuskulatur)
- Atropin
  - Angriffsort: Blockiert die Acetylcholinrezeptoren in den Synapsen am Herzen, der Eingeweide und der Irismuskulatur
  - Folgen: beim AP der Muskelzelle: Weitung der Pupillen, Verdauung kommt zum Stillstand, Herzstillstand
- Die Schwarze Witwe
  - Angriffsort: Synaptische Bläschen werden schlagartig entleert / Vesikel sind zerstört
  - Folgen: Krämpfe (Dauerkrampf) bis Tod
- Der Kugelfisch (Tetrodotoxin)
  - Angriffsort: Natriumkanäle in Axonen verstopfen
  - Folgen: tödlich, bestehender Reiz bleibt- neue Reize können nicht weiter geleitet werden
- Alkylphosphate
  - Angriffsort: hemmt die Cholinesterase. Transmitter können nicht zurückbleiben im Spalt, weil die Enzyme nicht mehr gespalten werden, werden Reize immer wieder ausgelöst
  - Folgen: Tod, Dauerreiz

## 2 Reizübertragung

### 2.1 Aktions- und Ruhepotential

Die Vorgänge der Erregungsleitung sind an die Membran der Nervenfaser gebunden. Im erregungsfreien Zustand besteht ein Unterschied in der Ionenkonzentration innerhalb und außerhalb der Membran des Axons. Außen herrscht eine hohe  $\text{Na}^+$  Ionenkonzentration und innen  $\text{K}^+$  Ionen und negativ geladene organische Ionen.

Wird eine Nervenfaser gereizt wird die Membran depolarisiert. Ist die Depolarisation nur gering, so stellt sich dem Reiz die Ruhelage wieder her, überschreitet sie aber einen Schwellenwert, so kommt es zu einem Impuls, Aktionspotential oder Spitzenpotential. Es kommt zu einer vollständigen Depolarisation und sofort darauf zu einer Repolarisation dies erzeugt eine negative Aufladung um etwa 30-50mV an der Außenseite. Das alles geschieht in ca. 0,1 Millisekunden. Danach wird das Ruhepotential wiederhergestellt.



Die Refraktärphase ist jene Phase, in der die Membran unter keinen Umständen erregbar ist (Depolarisation). Die Reizschwelle kehrt nur allmählich wieder zurück.

Die Höhe des Aktionspotentials ist immer gleich, wenn der Schwellenwert einmal überschritten ist. Die Intensität des Reizes spielt keine Rolle. Das Aktionspotential entsteht entweder in voller Höhe oder gar nicht. Ein neu entstandenes Aktionspotential führt zu einer Depolarisation der benachbarten Membranbezirke so pflanzt sich das Aktionspotential fort und es kommt ständig zu neuen. Man nennt das eine Erregungsleitung, die sich von der gereizten Stelle des Axons in beide Richtungen ausbreitet. Bei einer marklosen Faser verläuft dies kontinuierlich, bei den mit Markscheiden versehenen Axonen der Wirbeltiere springt die Erregung.

Bei marklosen Fasern hängt die Geschwindigkeit der Erregungsleitung von der Dicke ab, bei Wirbellosen (0,5m/sec). Die dicksten Fasern sind bei Regenwürmern (1mm, 30m/sec). Bei den markhaltigen und dünnen Fasern der Wirbeltiere kommt es zu Geschwindigkeiten bis zu 120m/sec.

## 3 Natrium und Kaliumpumpe

Reize werden von den Nervenzellen in elektrische Impulse umgewandelt. Man unterscheidet Kationen (+ Ionen) und Anionen (- Ionen). In Verbindung mit Neuronen spielen folgende Ionen eine wichtige Rolle. Natrium ( $\text{Na}^+$ ), Kalium ( $\text{K}^+$ ), Chlor ( $\text{Cl}^-$ ) und Eiweiß ( $\text{A}^-$ ). Diffusion und Osmose: Osmose ist eine Diffusion durch selektiv permeable Membranen. Selektiv permeabel bedeutet, bedeutet das eine Auswahl der Stoffe getroffen wird die durch die Membran dürfen.

$\text{K}^+$  folgt dem Konzentrationsgefälle und dringt in den extrazellulären Raum.  $\text{Na}^+$  hat das Bestreben in die Zelle einzudringen, wird jedoch von der Membran daran gehindert. Im Inneren einer unerregten Nervenzelle herrscht eine Spannung von -70mV. Die Zelle befindet sich im Ruhepotential. Aufgrund des Ladungsgefälles wird  $\text{K}^+$  daran gehindert in großer Zahl den Axoninnenraum zu verlassen.

## 4 vegetatives Nervensystem

Parasympathicusnerven (Erholungsnerven) **P** Sympathicusnerven (Leistungsnerve) **S**

**P** und **S** sind Gegenspieler, Antagonisten. Alle Organe sind mit beiden Nerven verbunden.

- totale Entspannung, **S** überwiegt **P** Man ist überwiegend erholt und die Organe entspannen sich. Das Essen wird stärker verdaut und die Niere setzt kein Adrenalin frei. Das Herz schlägt geringer und evtl. hat man einen sehr ruhigen Schlaf.

- 100m Lauf, **P** überwiegt **S** Die Niere setzt Adrenalin frei, welches Basis für eine erhöhte Leistungsfähigkeit ist. Das Herz schlägt stärker und der Körper ist angespannter. Die Bronchien erweitern sich, es kann mehr Luft eingeatmet werden. Aufgrund von erhöhter Konzentration erweitern sich die Pupillen.
- durchschnittliche Entspannung, Ausgleich von **P** und **S** Der Körper befindet sich im Normalzustand, keine Belastung oder Entlastung der Organe.

## 5 Verhaltensbiologie

Folgende Probleme gibt es das Verhalten von Tieren zu beschreiben/Lösung:

- Identifikation bei Ansammlung vieler Tiere  
Tiere markieren
- Tiere wechseln schnell und häufig ihre Aufenthaltsorte  
Filmaufnahme, Laborbeobachtung statt Freilandhaltung
- Bei kleinen Tieren sind Bewegungen für das menschliche Auge kaum sichtbar  
Filmaufnahme
- Entfernungen von Mensch und Tier sind in der Natur oft groß  
Laborbeobachtung statt Freilandhaltung
- Durch die Anwesenheit von Menschen entsteht kein natürliches Verhalten  
Filmaufnahme
- Mensch neigt dazu Verhalten menschlich zu interpretieren (Anthropomorphismen)  
Kontrolle der Verhaltensbeschreibung unter der Fragestellung ?Interpretation oder Tatsache??
- Umgebung verändert sich immer wieder und beeinflusst das Verhalten  
Umgebung der Fragestellung entsprechend gestalten
- Je höher Tiere entwickelt sind, desto komplexer ist ihr Verhalten  
begrenzte Fragestellung

## 6 Angeborenes Verhalten beim Kuckuck

Angeboren sind alle Eigenschaften eines Lebewesens, die bereits bei der Geburt festgelegt sind, also nicht später erworben werden. Angeboren beim Kuckuck:

- wirft nach dem Schlupf andere Eier bzw. Junge aus dem Nest
- sperrt Schnabel auf, wenn sich Pflegeeltern nähern
- frisst Insekten und Insektenlarven
- verlässt Gebiet zwischen August ? September
- fliegt in Überwinterungsgebiet nach Mittel ? oder Südafrika
- kehrt Mitte April in das eigene Aufzuchtgebiet nach Europa zurück
- trillert laut und glucksend zur Balzzeit
- legt seine Eier in fremde Nester, in welches ist jedoch erlernt

## 7 unbedingter / bedingter Reflex

Unbedingte, unkonditionierte oder angeborene Reflexe: sie sind entweder bereits mit Geburt eines Lebewesens voll ausgebildet oder entwickeln sich im Verlaufe seiner Entwicklung bis zur Geschlechtsreife und dem Wachstumsende (Reifung); typisch für derartig biologisch angelegte Reaktionswesen ist es, dass jedes Individuum einer Art identische Reaktionen und Reaktionsabläufe auf gleichartige Reizkonstellationen zeigt, die nur in der jeweiligen Intensität wie Schnelligkeit oder Heftigkeit variieren.

Bedingte oder konditionierte Reflexe: so werden reflexartige Reaktionsweisen genannt, die erst erlernt werden müssen; deswegen auch so genannte gelernte oder erworbene Reflexe werden nur individuell entwickelt.

So löst ein Schmerzreiz an der Hand den Rückzugsreflex aus, wobei alle beteiligten Muskelgruppen am Rückzug des Armes und der Hand koordiniert werden. Ist der Stimulus besonders stark, so wird der Rückzugsreflex nicht nur Hand und Arm betreffen, sondern den ganzen Körper: Die Person wird sich schnell von der Schmerzquelle wegbewegen. Weitere Reflexe sind beispielsweise der Hustenreflex, der Niesreflex, der Lidschlussreflex (auch Lidschlussreaktion genannt) und der Fluchtreflex.

## 8 Klassische Konditionierung

Bei der klassischen Konditionierung (entdeckt von Iwan Petrowitsch Pawlow im Tierversuch) kommt es zur Ausbildung einer Assoziation zwischen einem neutralen Reiz (z. B. dem Ton einer Hupe oder dem Licht einer Lampe) und einem unkonditionierten (unbedingten) Reiz (etwa Futter). Bei seinen Arbeiten zur Physiologie der Verdauung beobachtete Pawlow, dass Hunde (mit denen er gewöhnlich experimentierte) nicht nur dann Speichel bildeten, wenn sie gerade Futter ins Maul nahmen, sondern auch als Reaktion auf eine Reihe anderer Ereignisse, z. B. bei der Annäherung des Laborgehilfen, der das Futter brachte. Die Fähigkeit solcher Ereignisse, Reflexe auszulösen, hing, so vermutete Pawlow, davon ab, dass die Tiere die zeitliche Kontiguität (Nachbarschaft) zwischen neutralem Reiz und unkonditioniertem Reiz hinreichend oft registriert hatten, so dass sich auf dieser Basis eine Assoziation zwischen diesen beiden Reizen bilden konnte. Von Zeit zu Zeit wurde dem Hund automatisch eine kleine Menge Futter gegeben. Vor jedem dieser Vorgänge erfolgte ein neutrales Ereignis, z.B. das Ertönen einer Glocke. Von Anfang an erfolgte Speichelbildung als Reaktion auf das Futter, nach einiger Zeit aber auch bereits allein bei Ertönen der Glocke. Der Glockenton wurde damit zum bedingten Reiz, da seine Fähigkeit, die Speichelbildung auszulösen, durch das gemeinsame oder zeitlich eng benachbarte Auftreten mit dem Futter bedingt war. Die reflektorische Speichelbildung als Reaktion auf den Glockenton wurde als konditionierter (bedingter) Reflex bezeichnet. Konditionierter und unkonditionierter Reflex sind nie identisch, sondern unterscheiden sich quantitativ, d. h., die Menge des abgesonderten Speichels als Reaktion auf den unkonditionierten Reiz (Futter) ist stets größer als auf den konditionierten (Glockenton). Klassisch konditionierbar sind in der Regel nur Reflexe und einige Funktionen des vegetativen Nervensystems (z. B. Schweißabsonderung, Symptom von Angst). Pawlow interpretierte die klassische Konditionierung als Aufbau einer Verbindung zwischen dem Teil des Gehirns, der durch das Ertönen der Glocke aktiviert wurde, und dem Teil des Gehirns, der durch Futter aktiviert wurde. Der Aufbau einer Verbindung zwischen diesen beiden Gehirnabschnitten ermöglicht, dass bei alleinigem Ertönen der Glocke das ?Nahrungszentrum? aktiviert wird und somit Reaktionen auslöst, die beim Auftreten von Futter angebracht wären.

1. Futter (Reiz)

Speichelfluss beim Hund (unb. Reflex)

2. Glocke (neutraler Reiz)

kein Speichelfluss

3. Futter+Glocke (unb. Reiz)  
Speichelfluss (unbedingter Reflex)
4. Glocke (b. Reiz)  
Speichelfluss(b. Reflex)

### **8.1 Vorteile**

1. gesicherte Weitergabe an nachfolgende Generationen
2. lebenswichtige Verhaltensweisen können schnell ausgeführt werden

### **8.2 Vorteile**

1. keine Abwandlung der Verhaltensweisen möglich (-starres Verhalten)
2. Veränderungen der Umwelt (beim Kuckuck; Aussterben der Wirtsvogelart) haben Konsequenzen für das Überleben!

**LERNEN MACHT FLEXIBEL!**

## **9 Reflexe**

1. genetisch fixierte Verschaltungen von Nerven
2. sie sichern das Überleben
3. sie sind nicht durch den Willen beeinflussbar
4. sie führen nicht zur Ermüdung