

## Kapitel 44

### Nervensysteme: Zelltypen und ihre Funktion

- Nervensysteme bestehen aus Nervenzellen (Neuronen), die Information verarbeiten und weiterleiten, und aus Gliazellen, die unterstützende Funktionen ausüben.
- Sinneszellen (Rezeptorzellen) übermitteln Information aus der Umwelt und dem Körper. Neuronen nehmen diese Information entgegen und leiten Befehle an Effektoren wie Muskel- oder Drüsenzellen.
- Die Nervensysteme verschiedener Tierarten unterscheiden sich, aber alle bestehen aus Neuronen.  
[Siehe Abbildung 44.1](#)
- Bei Wirbeltieren bilden Gehirn und Rückenmark das Zentralnervensystem, das über das periphere Nervensystem mit dem übrigen Körper kommuniziert.
- Neuronen empfangen Information in der Regel über ihre Dendriten und geben Information über ihr Axon weiter.  
[Siehe Abbildung 44.2](#)
- Wo sich Neuronen und ihre Zielzellen treffen, wird mittels Neurotransmitterausschüttung Information via Synapsen übermittelt.
- Gliazellen unterstützen Neuronen mechanisch und übernehmen viele weitere Hilfsfunktionen. Schwann-Zellen und Oligodendrocyten produzieren Myelin, das Neuronen elektrisch isoliert. Astrocyten schaffen die Blut-Hirn-Schranke.  
[Siehe Abbildung 44.3](#)
- Neuronen arbeiten in Netzwerken zusammen.

### Neuronen: Nervenimpulse erzeugen und weiterleiten

- Neuronen weisen über ihrer Plasmamembran eine elektrische Ladungsdifferenz auf. Dieses Ruhepotenzial wird von Ionenpumpen, Ionenkanälen und großen impermeablen Anionen erzeugt.  
[Siehe Abbildung 44.4](#)
- Die Natrium-Kalium-Pumpe konzentriert  $K^+$  auf der Innenseite und  $Na^+$  auf der Außenseite der Nervenzellmembran.  $K^+$  kann durch Kaliumkanäle aus dem Neuron diffundieren, wobei unkompenzierte negative Ladungen (die zu groß für die Passage sind) im Neuron zurückbleiben.  
[Siehe Abbildung 44.5](#), [Abbildung 44.6](#) und [Tutorium 44.1](#)
- Ein Kalium-Gleichgewichtspotenzial liegt vor, wenn das Bestreben der  $K^+$ -Ionen, aus dem Neuron zu diffundieren, von den negativen Ladungen, die sie zurück in die Zelle ziehen, ausgeglichen wird. Dieses Potenzial lässt sich mithilfe der Nernst-Gleichung berechnen. Das Ruhepotenzial ist etwas positiver als das Kalium-Gleichgewichtspotenzial.  
[Siehe Abbildung 44.7](#)
- Das Ruhepotenzial wird gestört, wenn sich Ionenkanäle öffnen oder schließen, was die Permeabilität der Plasmamembran für Ionen verändert. Dadurch kann die Plasmamembran depolarisiert oder hyperpolarisiert werden.  
[Siehe Abbildung 44.8](#)

- Ein Aktionspotenzial ist eine rasche Ladungsumkehr über der Membran, die aus dem aufeinanderfolgenden Öffnen und Schließen von spannungsgesteuerten Natrium- und Kaliumkanälen resultiert. Diese Veränderungen in spannungsgesteuerten Kanälen treten auf, wenn die Membran bis zu einem Schwellenwert depolarisiert wird.  
[Siehe Abbildung 44.9](#) und [Tutorium 44.2](#)
- Aktionspotenziale sind sich selbst regenerierende Ereignisse, die dem Alles-oder-Nichts-Prinzip folgen. Sie pflanzen sich längs des Axons fort, weil der lokale Stromfluss benachbarte Membranregionen bis zum Schwellenwert depolarisiert. Wegen der Refraktärzeit sind sie unidirektional.  
[Siehe Abbildung 44.10](#)
- Die Patch-Clamp-Methode erlaubt die Untersuchung einzelner Ionenkanäle.  
[Siehe Abbildung 44.11](#)
- In myelinisierten Axonen springen Aktionspotenziale scheinbar von einem Ranvier-Schnürring zum nächsten. Ranvier-Schnürringe sind kleine axonale Membranbereiche, die nicht myelinisiert sind.  
[Siehe Abbildung 44.12](#)

## Neuronen, Synapsen und Kommunikation

- Neuronen kommunizieren miteinander und mit anderen Zellen an speziellen Kontaktstellen, den Synapsen, wo sich die Plasmamembranen zweier Zellen sehr nahe kommen.
- Die klassische chemische Synapse ist die motorische Endplatte, eine Synapse zwischen einem Motoneuron und einer Muskelzelle. Ihr Neurotransmitter ist Acetylcholin, das eine Depolarisation der postsynaptischen Membran bewirkt, wenn es dort an Rezeptoren bindet.  
[Siehe Abbildung 44.13](#) und [Tutorium 44.3](#)
- Wenn ein Nervenimpuls in einer synaptischen Endigung eintrifft, führt dies zur Freisetzung von Neurotransmittermolekülen, die durch den synaptischen Spalt diffundieren und an Rezeptoren auf der postsynaptischen Membran binden.  
[Siehe Abbildung 44.13](#) und [Abbildung 44.14](#)
- Interneurale Synapsen können erregend (exzitatorisch) oder hemmend (inhibitorisch) sein. Ein postsynaptisches Neuron integriert Information, indem es erregende und hemmende postsynaptische Potenziale (EPSPs und IPSPs) räumlich und zeitlich summiert.  
[Siehe Abbildung 44.15](#)
- Bildet ein Neuron Synapsen mit den synaptischen Endigungen eines zweiten Neurons, so kann das erste Neuron die Transmitterausschüttung des zweiten Neurons durch präsynaptische Erregung oder präsynaptische Hemmung beeinflussen.
- Ionotrope Rezeptoren sind Ionenkanäle. Metabotrope Rezeptoren sind G-Protein-gekoppelte Rezeptoren, welche die postsynaptische Zelle über verschiedene Signalübertragungswege beeinflussen und die Öffnung von Ionenkanälen bewirken. Ionotrope Synapsen arbeiten in der Regel schneller als metabotrope Synapsen.  
[Siehe Abbildung 44.16](#)
- Elektrische Synapsen erlauben den Austausch von elektrischen Signalen zwischen Zellen ohne die Zwischenschaltung von Neurotransmittern.
- Es gibt viele verschiedene Neurotransmitter und noch mehr Rezeptortypen. Die Wirkung eines Neurotransmitters hängt von dem Rezeptor ab, an den er bindet.  
[Siehe Tabelle 44.1](#) und [Aktivität 44.1](#)

- Durch wiederholte Stimulation kann ein Neuron empfindlicher für seine Eingangssignale werden. Da die erhöhte Sensitivität lange anhalten kann, wird dieses Phänomen als Langzeitpotenzierung (LTP) bezeichnet. Offenbar lässt sich LTP durch die Eigenschaften des NMDA-Glutamatrezeptors erklären.

[Siehe Abbildung 44.18](#)

- Bei chemischen Synapsen muss der Transmitter rasch wieder von der Synapse entfernt werden. Manche Gifte und Medikamente wirken, indem sie das Entfernen des Transmitters von der Synapse blockieren oder verlangsamen.