

## Kapitel 45

### Sinneszellen und sensorische Transduktion

- Sinneszellen wandeln Information über die äußere und innere Umwelt eines Tieres in Aktionspotenziale um.
- Die Interpretation von Aktionspotenzialen als bestimmte Sinnesempfindungen hängt davon ab, welche Neuronen im ZNS die Botschaft empfangen.
- Sinneszellen besitzen membrangebundene Rezeptorproteine, die Ionenkanäle dazu veranlassen, sich zu öffnen oder zu schließen, was zum Generieren von Rezeptorpotenzialen führt.  
[Siehe Abbildung 45.1](#) und [Abbildung 45.14](#)
- Rezeptorpotenziale können sich in Plasmamembranbereiche der Sinneszelle ausbreiten, die Aktionspotenziale generieren, oder sie können die Freisetzung von Neurotransmitter aus der Sinneszelle beeinflussen.  
[Siehe Abbildung 45.2](#)
- Sensorische Adaptation versetzt das Nervensystem in die Lage, unwichtige oder ständig vorhandene Reize zu ignorieren, während es weiterhin auf wichtige oder neuartige Reize reagiert.

### Chemorezeptoren: Antworten auf spezifische Moleküle

- Chemorezeptoren sind verantwortlich für Geruch, Geschmack und die Wahrnehmung von Pheromonen.
- Olfaktorische Sinneszellen enthalten Rezeptorproteine, die ein bestimmtes Molekül oder Ion binden. Die Bindung eines Duftstoffmoleküls an ein Rezeptorprotein bewirkt die Produktion eines sekundären Messengers, der Ionenkanäle öffnet und in der Sinneszelle ein Aktionspotenzial auslöst.  
[Siehe Abbildung 45.4](#)
- Geschmacksknospen in der Mundhöhle von Wirbeltieren sind für den Geschmackssinn verantwortlich.  
[Siehe Abbildung 45.5](#)

### Mechanorezeptoren: Detektion von Reizen, die Membranen deformieren

- Die Haut enthält eine Vielzahl von Mechanorezeptoren, die auf Berührung und Druck reagieren. Die Dichte der Mechanorezeptoren in einem Hautareal bestimmt die taktile Empfindlichkeit dieses Areal.  
[Siehe Abbildung 45.6](#)
- Dehnungsrezeptoren in Muskeln, Sehnen und Bändern informieren das ZNS über Lage und Belastung verschiedener Körperteile.  
[Siehe Abbildung 45.7](#)
- Haarzellen sind ebenfalls Mechanorezeptoren. Das Abbiegen ihrer Stereovilli verändert Rezeptorproteine und damit ihr Membranpotenzial. Man findet Haarzellen beispielsweise im Gehörorgan und im Gleichgewichtsorgan der Säuger und im Seitenliniensystem der Fische.  
[Siehe Abbildung 45.8](#) und [Abbildung 45.9](#)

- Im auditorischen System von Säugern sammeln die Ohrmuscheln Schallwellen und leiten sie zum Trommelfell, das in Antwort auf die Schallwellen schwingt. Die Schwingungen des Trommelfells werden durch eine Kette von drei Gehörknöchelchen zum ovalen Fenster geleitet und dabei verstärkt. Schwingungen des ovalen Fensters erzeugen Druckwellen (Wanderwellen) in der flüssigkeitsgefüllten Cochlea.

[Siehe Abbildung 45.10](#), [Aktivität 45.1](#) und [Tutorium 45.1](#)

- Die Basilarmembran, die in der Mitte der Cochlea verläuft, wird an bestimmten Stellen, die frequenzabhängig sind, von Schallwellen ausgelenkt. Diese Auslenkung bewirkt eine Abbiegung der Haarzellen im Corti-Organ, das auf der Basilarmembran sitzt. Rezeptorpotenziale in den Haarzellen veranlassen diese, Neurotransmitter auszuschütten; das löst im Hörnerv Aktionspotenziale aus, welche die Information ins ZNS weiterleiten.

[Siehe Abbildung 45.11](#)

## Photorezeptoren und visuelle Systeme

- Lichtempfindlichkeit basiert darauf, dass Photonen von Rhodopsin absorbiert werden, einem Photorezeptormolekül, das aus dem Protein Opsin und der Licht absorbierenden prosthetischen Gruppe Retinal besteht. Die Lichtabsorption durch Retinal ist der erste Schritt in einer Kaskade intrazellulärer Prozesse, die zu einer Veränderung des Membranpotenzials des Photorezeptors führen.

[Siehe Abbildung 45.12](#)

- Die Photorezeptoren von Wirbeltieren werden durch Lichtreize hyperpolarisiert und setzen an den Synapsen, die sie mit weiterführenden Neuronen bilden, weniger Neurotransmitter frei. Sie erzeugen keine Aktionspotenziale.

[Siehe Abbildung 45.13](#) und [Abbildung 45.14](#)

- Visuelle Systeme unterscheiden sich stark; die Spannbreite reicht von den einfachen Becheraugen der Plattwürmer, die den Tieren erlauben, die Richtung des Lichteinfalls wahrzunehmen, über die Komplexaugen der Arthropoden, die den Tieren ermöglichen, Formen und Muster zu erkennen, bis zu den scharfe Bilder erzeugenden Augen von Cephalopoden und Vertebraten.

[Siehe Abbildung 45.15](#), [Abbildung 45.16](#) und [Aktivität 45.2](#)

- Die Kameraaugen von Wirbeltieren werfen von Objekten im Gesichtsfeld detaillierte Bilder auf dicht angeordnete Photorezeptoren, die das visuelle Bild in neuronale Signale umwandeln.

[Siehe Abbildung 45.17](#)

- Wirbeltiere haben zwei Typen von Photorezeptoren: Stäbchen und Zapfen. Beim Menschen enthält die Fovea fast ausschließlich Zapfen, die das Farbsehen ermöglichen, aber bei schwachem Licht nicht besonders leistungsfähig sind. Für das Sehen bei schwachem Licht sind die Stäbchen zuständig.

- Farbsehen basiert auf der Tatsache, dass verschiedene Zapfentypen unterschiedliche Opsinmoleküle aufweisen, die ihnen unterschiedliche spektrale Absorptionseigenschaften verleihen.

[Siehe Abbildung 45.19](#)

- Die Netzhaut von Wirbeltieren besteht aus drei Neuronenschichten, die den hinteren Teil des Auges auskleiden. Die Licht absorbierenden Photorezeptoren liegen auf der Rückseite der Retina.

[Siehe Abbildung 45.20](#) und [Aktivität 45.3](#)

- Die vorderste Schicht der Retina besteht aus Ganglienzellen, die ihre Axone im Sehnerv zum Gehirn schicken. Zwischen den Photorezeptoren und den Ganglienzellen liegen spezialisierte Neuronen (Bipolarzellen, Horizontalzellen, Amakrinzellen), die von den Photorezeptoren kommende Information verarbeiten.

- Jede Ganglienzelle wird von Licht erregt, das auf einen kleinen runden Fleck mit Photorezeptoren fällt, das so genannte rezeptive Feld. Rezeptive Felder haben ein Zentrum und ein Umfeld, die auf ihre Ganglienzelle entgegengesetzte Wirkungen haben. Wenn das Zentrum erregend wirkt, ist das Umfeld hemmend, und umgekehrt.

[Siehe Abbildung 45.21](#) und [Tutorium 45.2](#)

### **Sinneswelten jenseits der menschlichen Erfahrung**

- Viele Tiere besitzen sensorische Fähigkeiten, die dem Menschen fehlen. Insekten sehen ultraviolettes Licht, Grubenottern perzipieren Infrarotstrahlung, Elefanten und Wale kommunizieren mit Infraschall, Fledermäuse und Delfine orientieren sich per Echoortung, manche Fische nehmen elektrische Felder wahr, und manche Vögel und viele andere Tiere haben einen Magnetsinn.