

Kapitel 5 Sinne und Wahrnehmung

5.1 Wie geht Wahrnehmung aus Empfindung hervor?

- ▶ **Sensorische Informationen werden in bedeutungsvolle Signale umgewandelt:** Bei der Empfindung werden physikalische Reize durch Rezeptoren entdeckt, aufgenommen und die Informationen an das Gehirn übertragen. Wahrnehmung ist die Weiterverarbeitung, Organisation und Interpretation dieser sensorischen Informationen durch das Gehirn und die Grundlage unseres bewussten Erlebens der Welt. Bottom-up-Verarbeitung basiert auf physikalischen Reizmerkmalen. Bei der Top-down-Verarbeitung handelt es sich um die von Wissen, Erwartungen oder früheren Erfahrungen geformte Interpretation sensorischer Informationen.
- ▶ **Ein Reiz benötigt eine gewisse Intensität, damit er entdeckt werden kann:** Transduktion ist der Prozess, durch den physikalische Reize von Rezeptoren in neuronale Signale verwandelt werden. Transduktion findet in sensorischen Rezeptoren statt, d. h. spezialisierten Zellen in jedem Sinnessystem. Die absolute Schwelle ist die minimale physikalische Intensität an Stimulation, die auftreten muss, um eine Sinnesempfindung auszulösen. Die Unterschiedsschwelle ist der kleinste Unterschied in der physikalischen Intensität zwischen zwei Reizdarbietungen, den man bemerken kann. Laut Signalentdeckungstheorie beinhaltet das Entdecken eines Reizes sowohl Sensitivität als auch ein (subjektives) Urteil. Bei der sensorischen Adaptation passt sich die Empfindlichkeit der Sinnessysteme an unterschiedliche Rahmenbedingungen an. Bei der Habituation nimmt die Reaktionsstärke gegenüber einem konstanten Niveau von sensorischer Stimulation ab.
- ▶ **Das Gehirn konstruiert stabile Repräsentationen:** Bei der Wahrnehmung konstruiert das Gehirn stabile Repräsentationen der Umwelt aus einer Vielzahl sensorischer Signale. Diese Aktivität produziert Bewusstsein, eine kohärente Erfahrung der physikalischen Welt.

5.2 Wie funktioniert das Sehen?

- ▶ **Sensorische Rezeptoren im Auge übermitteln visuelle Informationen an das Gehirn:** Licht fällt durch Cornea, Pupille und Augenlinse ins Auge ein und wird auf der Retina (Netzhaut) fokussiert. Die Netzhaut enthält die Fotorezeptoren, die für die visuelle Signaltransduktion verantwortlich sind: Stäbchen und Zapfen. Diese wiederum sind über Synapsen mit den Ganglienzellen des Sehnervs verbunden. Der Sehnerv verlässt die Netzhaut am sog. »Blinden Fleck« und Fasern des Sehnervs kreuzen am Chiasma opticum zur gegenüberliegenden Seite des Gehirns: Die linke Hirnhälfte verarbeitet so Information aus dem rechten Gesichtsfeld und umgekehrt. Die Information wird im Thalamus und im primären visuellen Kortex (im Okzipitallappen) verarbeitet. **Die Farbe von Licht hängt von seiner Wellenlänge ab:** Das menschliche Auge kann elektromagnetische Wellenlängen im Bereich von 400–700 Nanometern wahrnehmen. Die Netzhaut enthält drei verschiedene Zapfentypen. Jeder Typ ist für eine bestimmte Wellenlänge (kurz, mittel, lang) responsiv und dies ermöglicht die Farbwahrnehmung. Farbenblindheit wird durch eine Fehlfunktion eines oder mehrerer der Zapfentypen verursacht. Farbe kann auf drei Dimensionen kategorisiert werden: Farbton, Sättigung und Helligkeit.
- ▶ **Die Wahrnehmung von Objekten erfordert die Organisation visueller Informationen:** Das Gehirn organisiert Informationen aus der Wahrnehmung automatisch. Die Gestaltgesetze der Wahrnehmung – wie Gesetz der Nähe, der Ähnlichkeit etc. – beschreiben Organisationsprozesse, mittels derer das Gehirn sensorische Informationen zu einem organisierten Ganzen zusammenführt. Das visuelle System ist besonders empfindlich für bestimmte Klassen von Objekten, u. a. für Gesichter; einige Hirnregionen scheinen sich ausschließlich mit der Gesichtserkennung zu befassen. Prosopagnosie ist eine Erkrankung, bei der Menschen unfähig sind, Gesichter zu erkennen. Sie resultiert wahrscheinlich aus einer Schädigung des Gyrus fusiformis.
- ▶ **Tiefenwahrnehmung ist wichtig für die Objektkalisation:** Um räumliche Tiefe anhand zweidimensionaler retinaler Abbilder wahrnehmen zu können, greift das Gehirn auf monokulare und binokulare Tiefenreize zurück. Monokulare Tiefenreize sind Bestandteil des wahrzunehmenden Reizes und umfassen Verdeckung, relative Größe, Linearperspektive, Position relativ zum Horizont. Binokulare Tiefenreize resultieren aus der physikalischen Position der Augen, dazu zählen z. B. Querdissparation und Konvergenz.

- ▶ **Größenwahrnehmung ist entfernungsabhängig:** Nahe Objekte produzieren ein größeres Abbild auf der Retina. Weiter entfernte Objekte produzieren kleinere Abbilder. Wahrnehmungstäuschungen entstehen, wenn die Größe eines retinalen Abbildes nicht mit den zur Verfügung stehenden Informationen zur Distanz zum Objekt übereinstimmen. Der Ames-Raum und die Ponzo-Täuschung sind zwei Beispiele für solche Effekte.
- ▶ **Interne und externe Reize für die Bewegungswahrnehmung:** Bewegungsnachbilder treten auf, nachdem die Augen auf ein sich bewegendes Objekt geschaut haben. Diese Nachbilder produzieren die Wahrnehmung von Bewegung in die entgegengesetzte Richtung, selbst wenn der Blick abgewendet wurde. Dies legt die Existenz bewegungssensitiver Neuronen im visuellen Kortex nahe, die uns die Wahrnehmung von Bewegungen ermöglichen. Stroboskopische Bewegungswahrnehmung erfolgt, wenn Einzelbilder so schnell nacheinander dargeboten werden, dass die Illusion von Bewegung entsteht (wie beim Film).
- ▶ **Wahrnehmungskonstanzen helfen den Sinnen, wenn sich die Perspektive ändert:** Beispielsweise ermöglichen Leistungen der Wahrnehmungskonstanz des visuellen Systems uns, die Umwelt als korrekterweise unverändert wahrzunehmen, auch wenn Sinnesinformationen auf etwas anderes hinzudeuten scheinen. Diese Leistungen können sich auf Größe, Form, Farbe und Helligkeit beziehen.

5.3 Wie funktioniert das Hören?

- ▶ **Auditive Wahrnehmung ist das Ergebnis von Luftdruckschwankungen:** Eine Schallwelle ist ein Muster von Druck- und Dichteschwankungen, das sich in einem Medium wie Luft oder Wasser ausbreitet. Es ruft eine auditive Wahrnehmung hervor, wenn seine Frequenz im hörbaren Bereich liegt. Amplitude und Frequenz einer Schallwelle bestimmen die Wahrnehmung von Lautstärke und Tonhöhe. Wenn Schallwellen durch die Luft am Ohr ankommen, treffen sie zunächst auf das Außenohr, bewegen sich dann durch den Gehörgang bis zum Trommelfell und versetzen es in Schwingungen, die über die Gehörknöchelchen in die Cochlea übertragen werden. Die Cochlea ist eine flüssigkeitsgefüllte Röhre, die zu einer schneckenförmigen Struktur aufgerollt ist. Im Inneren der Cochlea befindet sich eine weitere flüssigkeitsgefüllte Röhre, deren eine Begrenzung die Basilarmembran ist, die die Haarzellen enthält. Die Haarzellen sind die sensorischen Rezeptoren für das Hören. Haarzellen werden ausgelenkt, wenn sich in der Flüssigkeit in der Cochlea Druckwellen ausbreiten und die Basilarmembran in Schwingungen versetzen. Dies bewirkt die Reiztransduktion und erzeugt neuronale Signale, die an den Hörnerv und von da an den primären auditorischen Kortex in den Temporallappen übermittelt werden.
- ▶ **Tonhöhe wird durch Frequenz und Ort enkodiert:** Für die Wahrnehmung von Tonhöhe sind zeitliche und ortsabhängige Kodierung verantwortlich. Die zeitliche Kodierung dient der Enkodierung relativ niedriger Frequenzen, dabei entsprechen die Feuerraten cochleärer Haarzellen der Frequenz der Schallwelle. Die ortsabhängige Kodierung dominiert das Hören bei Frequenzen ab etwa 5.000 Hz: Dabei werden hochfrequente Schallwellen Haarzellen an der Basis der Cochlea durch hochfrequente Schallwellen aktiviert, die Haarzellen an der Spitze der Cochlea hingegen durch niederfrequente Schallwellen. Die Frequenz einer Schallwelle wird also vorwiegend durch die Rezeptoren in demjenigen Bereich auf der Basilarmembran enkodiert, welcher am stärksten vibriert. Im Bereich zwischen 1.000 und 5.000 Hz nutzt das Gehirn sowohl die zeitliche Kodierung als auch die ortsabhängige Kodierung.

5.4 Wie funktioniert das Schmecken?

- ▶ **Die fünf grundlegenden Geschmacksqualitäten:** Die Reize für den Geschmackssinn sind Flüssigkeiten und in Speichel gelöste Substanzen aus der Nahrung. Die Geschmackssinneszellen befinden sich in den Geschmacksknospen, die größtenteils auf der Zunge vorhanden sind (in den sog. Geschmackspapillen). Jede Geschmackserfahrung ist eine Mischung aus fünf Grundqualitäten: süß, sauer, salzig, bitter und umami. Superschmecker und Kinder sind oft sehr wählerische Esser, da sie Geschmäcker besonders intensiv erleben.
- ▶ **Die Kultur beeinflusst das Geschmacksempfinden:** Kulturelle bzw. Umgebungsfaktoren beeinflussen die Entwicklung von Geschmackspräferenzen. Kinder, die einem Geschmack über die Muttermilch ausgesetzt sind, entwickeln eine Präferenz für diesen Geschmack (verglichen mit Kindern, die dem Geschmack nicht ausgesetzt waren).

5.5 Wie funktioniert das Riechen?

- ▶ **Der Geruchssinn entdeckt Geruchsstoffe:** Geruchsstoffe sind Substanzen in der Umwelt, die von Geruchsrezeptoren entdeckt werden können. Diese befinden sich in den Riechsinneszellen in der Riechschleimhaut und in geringerer Dichte in der gesamten Schleimhaut der Atemwege. Die Riechsinneszellen senden ihre Signale über den Riechnerv an den Bulbus olfactorius, eine Struktur, die sich paarig unter den Frontallappen befindet. Von allen Sinnen hat der Geruchssinn die direkteste Verbindung zum Gehirn: Hier werden die neuronalen Signale nicht als Erstes zum Thalamus geleitet, sondern direkt in andere Gehirnregionen, inkl. solcher, die Gedächtnis und Emotionen steuern. Menschen können über Tausende unterschiedlicher Gerüche wahrnehmen, haben aber bei vielen Gerüchen Schwierigkeiten, sie zu benennen.
- ▶ **Pheromone werden wie olfaktorische Reize verarbeitet:** Pheromone aktivieren spezialisierte Geruchsrezeptoren, werden aber nicht als Gerüche wahrgenommen. Sie motivieren Sexualverhalten bei Tieren und beeinflussen wahrscheinlich auch Menschen auf ähnliche Weise.

5.6 Wie funktionieren Tastsinn und Schmerzempfinden?

- ▶ **Die Haut enthält sensorische Rezeptoren für das Tastempfinden:** Der Tastsinn besteht aus zwei Komponenten. Die taktile Wahrnehmung vermittelt passive Empfindungen von Berührung und anderen mechanischen Einflüssen; die haptische Wahrnehmung ist das aktive Ertasten von Objekten. Der Tastsinn gehört zusammen mit der Thermorezeption und Nozizeption zur Oberflächensensibilität. Die Informationen aus dem Tastsinn gelangen über den Thalamus zum primären somatosensorischen Kortex im Parietallappen.
- ▶ **Zwei Arten von nozizeptivem Schmerz:** Schmerz ist essenziell für das Überleben. Die Wahrnehmung von Schmerz führt dazu, dass der Organismus sich selbst vor Schaden schützt. Nozizeptoren für die Schmerzwahrnehmung sind im gesamten Körper vorhanden. Die Weiterleitung neuronaler Signale von Nozizeptoren erfolgt über schnell leitende, myelinisierte A-Delta-Fasern (spitzer, unmittelbarer Schmerz), und langsamer leitende, nicht-myelinisierte C-Fasern (dumpfer, auch chronischer Schmerz). Laut der Kontrollschrankentheorie muss ein Schmerzreiz sowohl aufgenommen als auch durch Kontrollschranken im Rückenmark geleitet werden; dabei kann seine Weiterleitung durch periphere Signale und auch absteigende Signale aus dem Gehirn gehemmt werden. Schmerzwahrnehmung kann durch andere sensorische Empfindungen wie Reiben, mentale Ablenkung und angenehme Gedanken gelindert werden.