

## Kapitel 3 Biologie und Verhalten

### 3.1 Wie funktioniert das Nervensystem?

- ▶ **Das Nervensystem hat zwei Hauptabteilungen:** Nervenzellen oder Neuronen sind die grundlegenden Einheiten des Nervensystems. Die Zellen bilden neuronale Netzwerke und diese sind wiederum miteinander verbunden. Das gesamte Nervensystem besteht aus zwei Abteilungen: (1) Das zentrale Nervensystem besteht aus dem Gehirn und dem Rückenmark, und (2) das periphere Nervensystem aus allen anderen Nervenzellen im Körper.
- ▶ **Neuronen sind auf Kommunikation spezialisiert:** Diese Zellen empfangen, integrieren und übertragen Informationen (elektrische und chemische Nachrichten). Alle Neuronen haben dieselbe Grundstruktur, aber sie unterscheiden sich in ihrer Funktion und ihrem Platz im Nervensystem.
- ▶ **Das Ruhemembranpotenzial ist elektrisch negativ:** Im Ruhezustand ist ein Neuron gegenüber dem Raum außerhalb der Nervenzelle negativ geladen (Ruhemembranpotenzial). Der Fluss von negativen und positiven Ionen durch die Zellmembran wird durch Ionenkanäle reguliert, wie die, die an den Ranvier-Schnürringen liegen.
- ▶ **Aktionspotenziale sorgen für neuronale Kommunikation:** Veränderungen in der elektrischen Ladung eines Neuron sind die Basis des Aktionspotenzials. Das Feuern ist das Kommunikationsmittel des neuronalen Netzwerks und erfolgt nach einem Alles-oder-Nichts-Prinzip.
- ▶ **Neurotransmitter binden an Rezeptoren auf der anderen Seite der Synapse:** Neurone berühren einander nicht. Sie setzen Chemikalien (Neurotransmitter) in den synaptischen Spalt frei, eine kleine Lücke zwischen den Nervenzellen. Neurotransmitter binden dann an die Rezeptoren des postsynaptischen Neurons, und verändern so die Ladung in diesem Neuron. Die Effekte der Neurotransmitter werden aufgehoben durch (a) ihre Wiederaufnahme in das präsynaptische Neuron, (b) enzymatische Deaktivierung oder (c) Autorezeption.
- ▶ **Neurotransmitter beeinflussen mentale Aktivität und Verhalten:** Es konnte gezeigt werden, dass Neurotransmitter Geist und Verhalten des Menschen beeinflussen. Beispielsweise wirken sie auf Emotionen, Schlaf, Lernen, Gedächtnis und Schmerzwahrnehmung. Medikamente und Gifte können die Aktivität der Neurotransmitter hemmen oder stärken, indem sie ihre Synthese, ihre Freisetzung und die Beendigung ihrer Aktivität in der Synapse beeinflussen.

### 3.2 Welches sind die grundlegenden Hirnstrukturen und ihre Funktionen?

- ▶ **Mit Bildgebung kann das Gehirn bei seiner Tätigkeit beobachtet werden:** Elektrophysiologie misst (z. B. durch Elektroenzephalographie, EEG) die elektrische Aktivität des Gehirns. Bildgebende Verfahren sind u. a. die Positronen-Emissions-Tomographie (PET), die Magnetresonanztomographie (MRT) und die Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT). Transkranielle Magnetstimulation (TMS) unterbricht die normale Hirnaktivität und erlaubt so Schlüsse auf die Hirnprozesse, die bei bestimmten Gedanken, Emotionen und Verhaltensweisen involviert sind.
- ▶ **Der Hirnstamm beherbergt die Grundprogramme für das Überleben:** Der Hirnstamm beherbergt die Nerven, die die grundlegendsten Funktionen für das Überleben steuern, z. B. Herzschlag, Atmung und Schlucken. Neben der Medulla oblongata, die die Herzrate, das Atmen und andere autonome Funktionen kontrolliert, zählen Pons und Formatio reticularis zum Hirnstamm, ein Netzwerk von Neuronen, das Wachheit und Schlaf beeinflusst.
- ▶ **Das Kleinhirn ist essenziell für Bewegung:** Das Kleinhirn (Cerebellum) ist ein großer Auswuchs von Nervengewebe an der Rückseite des Hirnstammes und entscheidend für Bewegung und Gleichgewicht.
- ▶ **Subkortikale Strukturen kontrollieren Emotionen und Appetenzverhalten:** Unter der Oberfläche des zerebralen Kortex befinden sich Strukturen, die jeweils auf wichtige Funktionen spezialisiert sind: Sie kontrollieren vitale Körperfunktionen (Hypothalamus), den Eingang sensorischer Informationen (Thalamus), die Bildung neuer Erinnerungen (Hippocampus), Emotionen (Amygdala) und das Planen und Hervorbringen von Bewegung (Basalganglien)

- ▶ **Der zerebrale Kortex ist die Grundlage komplexer mentaler Aktivität:** Er ist die Oberfläche des Vorderhirns und in vier Lappen unterteilt, die spezifische Rollen haben beim Sehen (Okzipitallappen), Tasten (Parietallappen), der Verarbeitung auditorischer Informationen (Temporallappen) sowie Bewegung und vielen höheren psychologischen Prozessen wie Entscheidungsfindung, Selbstempfinden, Empathie, angemessenes Sozialverhalten und Persönlichkeit (Frontallappen).
- ▶ **Split Brain – gespaltenes Gehirn, gespaltener Geist:** Die Hirnhemisphären offenbaren ihre unterschiedlichen primären Funktionen, wenn man die Verbindung zwischen ihnen kappt.

### 3.3 Wie kommuniziert das Gehirn mit dem Körper?

- ▶ **Das periphere Nervensystem beinhaltet somatische und vegetative Systeme:** (1) Das somatische Nervensystem übermittelt sensorische und motorische Signale zwischen dem zentralen Nervensystem und der Haut, den Muskeln und Gelenken. (2) Das vegetative Nervensystem reguliert das Körperinnere durch das sympathische Nervensystem, das auf Alarm reagiert, und das parasympathische Nervensystem, das den Körper zurück in den Ruhezustand führt.
- ▶ **Das endokrine System kommuniziert durch Hormone:** Es umfasst eine Reihe endokriner Drüsen, die chemische Substanzen, d. h. Hormone, produzieren und freisetzen. Die Signalübertragung im endokrinen System erfolgt über die Freisetzung von Hormonen in den Blutkreislauf, die anschließend an Rezeptoren in ihrem Zielgewebe binden. Gesteuert wird so z. B. die Reaktion auf Stress und das Sexualverhalten.
- ▶ **Die Aktivitäten des Nervensystems und endokrinen Systems sind koordiniert:** Das endokrine System wird vorwiegend durch den Hypothalamus und die Hypophyse gesteuert. Der Hypothalamus reguliert die Freisetzung von Hormonen aus der Hypophyse. Diese wiederum kontrolliert die Freisetzung von Hormonen anderer endokriner Drüsen (z. B. der Bauchspeicheldrüse oder den Gonaden).

### 3.4 Wie verändert sich das Gehirn?

- ▶ **Erfahrung bewirkt eine Feinabstimmung neuronaler Verbindungen:** Chemische Signale beeinflussen das Zellwachstum und die Zellfunktion. Erfahrungen, vor allem während kritischer Phasen, beeinflussen die Entwicklung von Zellen und ihre neurale Verbindung.
- ▶ **Die Gehirne von Männern und Frauen sind größtenteils vergleichbar, könnten jedoch aufschlussreiche Unterschiede aufweisen:** Männliche und weibliche Gehirne ähneln sich mehr, als das sie sich voneinander unterscheiden. Aber es gibt Unterschiede: Die Gehirne von Männern sind im Durchschnitt größer; die Gehirne von Frauen sind im Durchschnitt bei der Sprachverarbeitung bilateral organisiert. Männer und Frauen bearbeiten dieselben kognitiven Aufgaben mit unterschiedlichen Teilen des Gehirns.
- ▶ **Das Gehirn verdrahtet sich selbst das ganze Leben hindurch neu:** Neuronale Plastizität lässt zwar mit dem Alter nach, aber die Fähigkeit des Nervensystems, sich anzupassen, bleibt das ganze Leben hindurch bestehen. Diese Fähigkeit ist die biologische Grundlage für Lernen. Anomalien in Empfindung und Wahrnehmung, z. B. das Phänomen der Phantomschmerzen, werden einer neuen Verdrahtung von neuronalen Verbindungen im Gehirn zugeschrieben. Neurogenese, die Bildung neuer Neuronen, könnte die Grundlage neuronaler Plastizität sein.
- ▶ **Das Gehirn kann sich von Verletzungen erholen:** Das Gehirn kann sich in jedem Alter von Verletzungen erholen. Die hierfür verantwortliche kortikale Reorganisation ist jedoch bei Kindern in sehr viel größerem Ausmaß möglich als bei Erwachsenen.

### 3.5 Welche Rolle spielt die Genetik für die wissenschaftliche Psychologie?

- ▶ **Alle menschliche Entwicklung hat eine genetische Grundlage:** Menschliches Verhalten wird durch Gene beeinflusst. Das Genom ist in Chromosomen organisiert; diese Strukturen bestehen aus Desoxyribonukleinsäure (DNA). Abschnitte auf den DNA-Strängen bezeichnet man als Gene, diese sind die grundlegenden molekularen Einheiten der Vererbung. Das Humangenom-Projekt hat die gesamte grundlegende Struktur des genetischen Materials des Menschen kartiert.
- ▶ **Vererbung beinhaltet die Weitergabe von Genen durch Fortpflanzung:** Gene können dominant oder rezessiv sein. Die genetische Ausstattung eines Organismus wird als Genotyp bezeichnet, er ändert sich nicht. Der Phänotyp hingegen verändert sich, er ist die Summe der beobachtbaren physischen Merkmale eines Organismus. Viele Merkmale sind durch eine Vielzahl von Genen bestimmt (»polygen«).
- ▶ **Genotypische Variation ist das Ergebnis sexueller Fortpflanzung:** Jeder Mensch erhält die Hälfte seiner Chromosomen von der Mutter und die Hälfte vom Vater. Aufgrund der vielen möglichen Kombinationen der 23 Chromosomenpaare gibt es die enorme genetische Variation der menschlichen Art. Mutationen resultieren aus Fehlern bei der Zellteilung, die ebenfalls zur genetischen Variation beitragen.
- ▶ **Gene beeinflussen das Verhalten:** Die Verhaltensgenetik untersucht, wie Gene und Umwelt interagieren, um psychologische Prozesse und Verhalten zu beeinflussen. Zwillings- und Adoptionsstudien liefern wertvolle Einblicke in die Heritabilität. Dies ist der Anteil der Variation in einem bestimmten Merkmal in der Population, der durch genetische Einflüsse erklärbar ist.
- ▶ **Anlagen und Umwelt beeinflussen das menschliche Verhalten gemeinsam:** Gene (biologische Anlagen) und Umwelt wirken zusammen und beeinflussen das Verhalten gemeinsam. Epigenetische Studien zeigen, wie Gene sich aufgrund von Erfahrungen verändern können.
- ▶ **Genotyp und Genexpression können modifiziert werden:** Bei Säugetieren wie Mäusen konnte genetische Manipulation durchgeführt werden. Tierstudien nutzen das Ausschalten von Genen (z. B. bei Knockout-Mäusen). Gene können so an- und abgeschaltet werden, was ein wertvolles Instrument ist, um den genetischen Einfluss auf Verhalten und Gesundheit zu untersuchen. In der Optogenetik modifiziert die Forschung Gene, um Aktionspotenziale in Nervenzellen auszulösen.