

2a



> A d a W i s s e n : D a s m e n s c h l i c h e G e h i r n

Das Gehirn befähigt uns, logisch zu denken, mit unseren Mitmenschen zu kommunizieren, zu lernen, und es verleiht uns Erinnerungsvermögen. Aber auch Emotionen wie etwa Liebe und Mitgefühl sind im Gehirn angesiedelt.

Sie finden in diesem Kapitel:

- Basisinformationen zum Gehirn
- Illustration einer Nervenzelle
- Empfehlungen für den Unterricht
- Arbeitsblatt
- Folien

A: Sachinformationen

Das Gehirn steuert alle Gedanken und alle aktiven Bewegungen

Zahlreiche Nerven leiten Informationen von den Sinnesorganen in das Gehirn, wo sie verarbeitet werden. Nach der Entscheidungsfindung werden ebenfalls über Nervenfasern zum Beispiel motorische Anweisungen an die Muskeln weitergegeben.

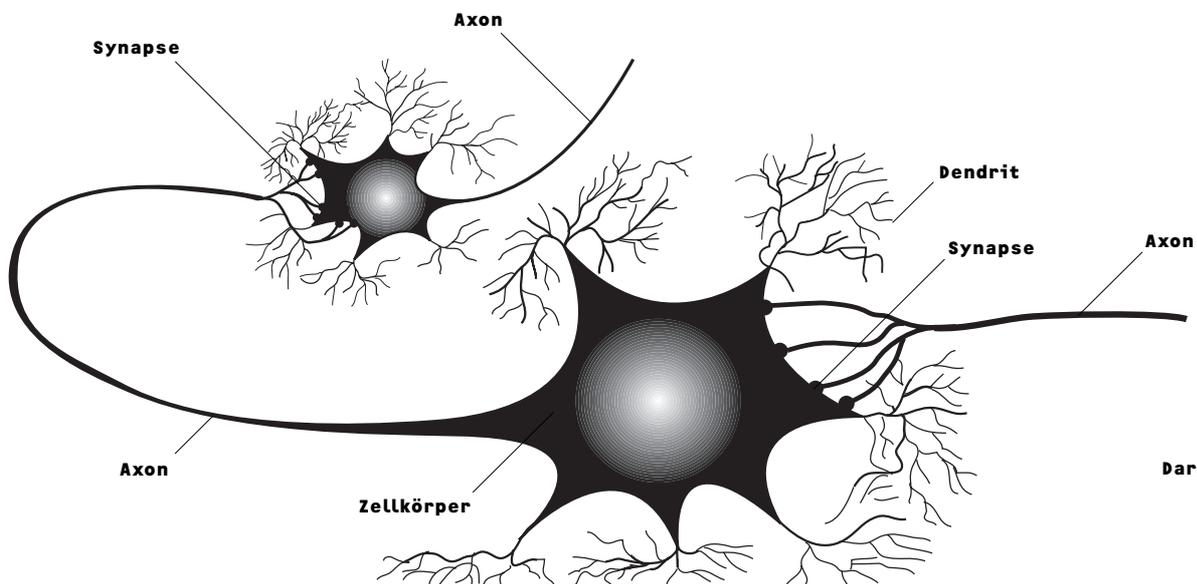
Nicht alle Vorgänge im Gehirn sind uns bewusst. So steuert das Gehirn unter anderem automatisch die Atmung, den Herzschlag und die Verdauung.

Das Gehirn enthält etwa 100 Milliarden Nervenzellen, so genannte Neuronen, die miteinander verbunden sind. Eine einzige Nervenzelle kann dabei bis zu 10 000 Verbindungen, so genannte Synapsen, mit anderen Nervenzellen eingehen.

Informationen verarbeiten

Das Faszinierende am Gehirn ist seine Fähigkeit, die verglichen mit konventionellen Computern relativ langsam funktionierenden Nervenzellen so geschickt miteinander zu verbinden, dass es in Sekundenschnelle auf zum Beispiel veränderte Umweltbedingungen reagieren kann. Die Informationsverarbeitung im Gehirn beruht auf der elektrischen Leitfähigkeit der Nervenzellen und dem Vorhandensein von Botenstoffen, so genannten Neurotransmittern, die die Signale von Zelle zu Zelle übertragen. Durch die Verarbeitung der aus der Umgebung aufgenommenen Informationen im Gehirn kann der Mensch sein Verhalten der jeweiligen Situation anpassen. Zum Beispiel kann er, wenn er trinken will, ein Glas Wasser erkennen, dieses ergreifen und zum Mund führen, wobei es zu einem komplexen Wechselspiel zwischen Sinneswahrnehmungen, deren Verarbeitung im Gehirn und motorischen Befehlen kommt (vgl. **Arbeitsblatt 2a.5** und **Folie 2a.6**).

Im Lauf der Geschichte bestanden verschiedene – auch bildliche – Vorstellungen darüber, was ein Gehirn ist. Heute ist das vorherrschende Sinnbild für das Gehirn der Computer. Dass dieser Vergleich jedoch hinkt, zeigen die Ausführungen im Unterkapitel **>Ada Wissen: Informationen verarbeiten**.



Schematische Darstellung einer Nervenzelle

Aktueller Stand der Gehirnforschung

Durch neue bildgebende Methoden in der Wissenschaft, wie etwa die Computer-Tomographie und die Magnetresonanztomographie, kann die Struktur des menschlichen Gehirns sehr viel besser erforscht werden. Mit der Positronen-Emission-Tomographie ist es sogar möglich zu beobachten, welche Teile im Gehirn bei einer bestimmten Tätigkeit aktiviert werden. Auf der anderen Seite gibt es Methoden, die es uns erlauben, selbst einzelne Zellen zu beobachten und die Funktion ihrer Bestandteile bis hin zu einzelnen Molekülen zu erforschen. Auf der ganzen Welt forschen Zehntausende von Wissenschaftlern, um dem Geheimnis unseres Gehirns und seiner Funktionsweise auf die Spur zu kommen.

Zentrale Fragen

Besonders interessant sind dabei folgende Fragen: Wie entwickelt sich unser Gehirn bis hin zur Geburt und danach? Wie lernen wir und wie sind wir fähig, uns zu erinnern? Wie ist unser Gehirn in der Lage, aktuelle Informationen unserer Sinnesorgane und bereits gespeicherte Information so zu verknüpfen, dass die Antwort sinnvoll ist? Wie nehmen wir Dinge wahr und interpretieren sie? Wie entstehen Emotionen?

Die Verarbeitung der aufgenommenen Informationen direkt bei den Sinnesorganen versteht man heute schon recht gut, nicht aber, welche Prozesse im Innern des Gehirns ablaufen, zum Beispiel, wie ein Gesamtbild von einem wahrgenommenen Gegenstand entsteht. Das am besten untersuchte Sinnesorgan ist das Auge. Auch über das Hören wissen wir schon viel. Über den Geruchs- und Geschmackssinn weiss man hingegen noch sehr wenig. Es existiert viel Wissen über die Art und Weise, wie Muskeln aktiviert werden und welche es braucht, um bestimmte Handlungen auszuführen. Wir wissen aber noch nicht, wie das Gehirn das Zusammenspiel dieser Muskeln koordiniert. Man weiss heute schon recht viel darüber, welche Gehirnregionen für welche Aufgaben verantwortlich sind. Wie die einzelnen Gehirnregionen aber voneinander abhängen und zusammenarbeiten, ist noch weitgehend unbekannt.

Begriffserklärungen

•Neuron

Die Nervenzelle, das so genannte Neuron, ist die grundlegende Einheit des Nervensystems. Ihre Funktion besteht in der Übertragung und Speicherung von Informationen. Die Nervenzelle besteht aus einem Zellkörper und vielen Fortsätzen, den Dendriten, die Signale von anderen Neuronen zum Zellkörper leiten, sowie einem Axon, über das Signale von der einen Zelle zu einer anderen Zelle weitergegeben werden.

•Computer-Tomographie

Bildgebendes Verfahren unter Verwendung von Röntgenstrahlen. Es bildet nur Strukturen ab.

•Magnetresonanztomographie

Bildgebendes Verfahren unter der Verwendung von Magnetfeldern und Radiowellen. Es bildet nur Strukturen ab, speziell hoch detaillierte Bilder von Nicht-Knochengewebe.

•Positronen-Emissionstomographie

Bildgebendes Verfahren unter Verwendung radioaktiver Substanzen, deren Zerfall mittels Detektoren gemessen wird. Es erlaubt zum Beispiel die funktionelle Untersuchung des Gehirns.

B: Empfehlungen für den Unterricht



Blätter mit Rahmen können kopiert und den SchülerInnen abgegeben werden.

Erläuterungen zum Arbeitsblatt 2a.5 und zu den Folien 2a.6

Die Aufgaben des Arbeitsblattes dienen dem Einstieg in die Fragen der Körpersteuerung. Die Aufgabe 1 kann mit der Folie «Ein Glas Wasser trinken» gelöst werden. Man kann diese Ausgangslage natürlich nach Belieben erweitern. So zum Beispiel um die Reflexe. Eine unserer Aufgabe ähnliche Erweiterung bietet Walder 1989:109, wo eine Person ein Glas heisses Wasser ergreifen will, die Hand aber reflexartig zurückzieht.

Lösungen

1. Augen «sehen» Glas; Gehirn schätzt Entfernung ein; Gehirn erteilt Befehle an Muskeln, das Glas zu fassen; Tastsinn in den Händen meldet, dass Glas berührt; Muskeln erhalten Befehle, Glas zum Mund zu führen.

Sind die Augen geschlossen, muss sich das Gehirn ganz auf den Tastsinn verlassen, wobei es natürlich «wissen» muss, dass auf dem Tisch ein Glas steht. Sobald das Glas gefasst ist, läuft es allerdings «automatisch» ab, da die Augen nicht mehr gebraucht werden. Das Gehirn «weiss» über die Stellung der Muskeln bzw. Gelenke, wo sich Glas und Mund befinden.

2. Das Gehirn kann mehrere Aufgaben parallel bewältigen. Während des Gesprächs wird das Glas ohne Problem ergriffen, die Bewegungen des Bootsdecks werden über das Gleichgewichtsorgan aufgenommen und laufend als Befehle an die Hand mit dem Glas weiter geleitet, so dass kein Wasser verschüttet wird. Sollte gleichzeitig im Lautsprecher eine Meldung zu hören sein, wird dies ebenfalls registriert und allenfalls die Aufmerksamkeit auf diese Meldung gerichtet.

3. Neben dem Halten und Servieren des Glases, ohne Wasser zu verschütten, muss der Roboter sich im Restaurant bewegen können, den Tischen, Stühlen und dem Servicepersonal ausweichen, folglich diese sehen und erkennen können. Zudem müsste der Roboter Tische mit Gästen von solchen ohne unterscheiden können und registrieren, ob schon ein Glas auf dem betreffenden Tisch steht. Eine praktische Zusatzfunktion wäre, wenn der Roboter auf Verlangen der Gäste (gesprochene Worte) leere Gläser ersetzen könnte.

Die Folie «Hirnregionen und Fähigkeiten» visualisiert, welche Hirnteile für gewisse Fähigkeiten verantwortlich sind.

Link

Bilder des Gehirns

<http://faculty.washington.edu/chudler/image.html>

Literaturhinweise

- Benner, Klaus-Ulrich: **Der Körper des Menschen**. Das Wunderwerk des menschlichen Körpers. Aufbau, Funktionieren, Zusammenwirken, Abläufe und Vorgänge. Augsburg 1996.
- Claus, Roman u.a. (Hgg.): **Natura 2 und 3. Biologie für Gymnasien**. Zug 2000.
- Conlan, Roberta (Hg.): **Geist und Gehirn**. Faszination menschlicher Körper. Amsterdam 1994.
- Cruse, Holk/Dean, Jeffrey/Ritter, Helge: **Die Entdeckung der Intelligenz oder Können Ameisen denken?** Intelligenz bei Tieren und Maschinen. München 1998.
- Düweke, Peter: **Kleine Geschichte der Hirnforschung**. Von Descartes bis Eccles. München 2001.
- Fonds Jahr des Gehirns 1999 (Hg.): **Das menschliche Gehirn**. Aufbau, Funktionsweisen und Fähigkeiten eines erstaunlichen Organs. Wien, München 1999.
- Goleman, Daniel: **Emotionale Intelligenz**. Aus dem Amerikanischen von Friedrich Griesse. München 1997.
- Knodel, Hans: **Linder Biologie. Lehrbuch für die Oberstufe**. Hannover 1998.
- Lathe, Wolfgang: **Nervensystem und Sinnesorgane**. Fachliche Inhalte und Übungsaufgaben (12. und 13. Schuljahr). Mannheim 2000. (Duden Abiturhilfen)
- Miram, Wolfgang/Scharf, Karl-Heinz (Hgg.): **Biologie heute SII**. Ein Lehr- und Arbeitsbuch. Stuttgart 1997.
- Roth, Gerhard: **Fühlen, Denken, Handeln**. Wie das Gehirn unser Verhalten steuert. Suhrkamp, Frankfurt a.M. 2001.
- Walder, Paul: **Bau und Funktion unseres Körpers**. Zürich 1989.

>Ada Wissen: Das menschliche Gehirn (Arbeitsblatt)

- 1.** Beschreibe genau, welche Informationen ein Mensch aufnimmt, verarbeitet, und welche Befehle sein Gehirn erteilt, wenn er ein Glas Wasser zum Mund führen will.

Was ändert sich, wenn er die Augen schliesst?

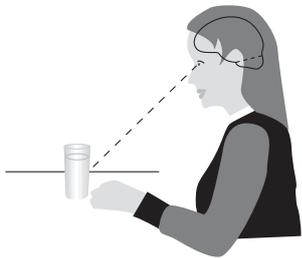
- 2.** Was kann man über die Arbeitsweise des menschlichen Gehirns sagen, wenn wir die Situation in Aufgabe 1 wie folgt erweitern:

Der Wasser trinkende Mensch sitzt auf einem schwankenden Bootsdeck und unterhält sich mit dem Kapitän, während im Hintergrund Möwen kreischen. Plötzlich wird über Lautsprecher eine Meldung durchgegeben.

- 3.** Was müsste ein Roboter können, der in einem Restaurant jedem Gast ein Glas Wasser serviert?

>Ada Wissen: Das menschliche Gehirn

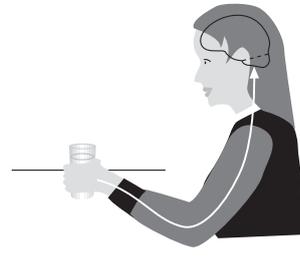
Ein Glas Wasser trinken



Die Augen melden dem Gehirn den Standort des Glases.



Das Gehirn sendet motorische Impulse zu den Muskeln des Arms, um diesen zum Glas zu bewegen.



Tastempfinger der Hand erkennen das Glas und melden dies ans Gehirn.



Motorische Impulse des Gehirns befehlen den Armuskeln, das Glas zu ergreifen und aufzuheben.



Sinneseindrücke von Augen und Arm informieren das Gehirn über die Armstellung.



Gefühlseindrücke der Lippen setzen das Gehirn davon in Kenntnis, dass das Glas am Mund angelangt ist.

Hirnregionen und Fähigkeiten

