

6 Gedächtnispsychologische Bedingungen des Kenntniserwerbs

6.1 Der Aufbau des menschlichen Gehirns

Jeder Frisör weiß etwas über Haare.

Jede Kosmetikerin kennt sich aus mit Haut und Nägeln.

Wer lehrt, sollte etwas verstehen von dem Organ des Lernens – dem Gehirn.

Manfred SPITZER (geboren 1958), deutscher Psychiater

Das Gehirn ist die Steuerzentrale des menschlichen Körpers. In ihm laufen alle Informationen aus dem eigenem Körper und aus der Umwelt zusammen und werden zu Reaktionen (z. B. Heben des Armes) verarbeitet.

Das Gehirn ist zum eigenen Schutz vollständig von Knochen umgeben, dem Schädel. Der Gehirnschädel besteht aus mehreren Teilen:

Der Schädel hat mehrere Öffnungen für den Durchtritt der großen Arterien, Venen und Gehirnnerven. Durch die größte Öffnung steht der Hirnstamm mit dem Rückenmark in Verbindung.

Das Gehirn ist von der harten Hirnhaut (Dura mater), der Spinnwebhaut (Arachnoidea) und der weichen Hirnhaut (Pia mater) umgeben.

Die Spinnwebhaut enthält die Blutgefäße und der Zwischenraum ist mit Hirnflüssigkeit (Liquor) gefüllt. Die weiche Hirnhaut übernimmt die Versorgung mit Nährstoffen aus der Gehirnflüssigkeit.

Zwischen Blut und Gehirn besteht eine Blut-Hirn-Schranke, die nur kleine Moleküle wie Glukose und O₂ oder Substanzen wie Hormone oder Heroin passieren können. Viele Medikamente, Gifte, Viren und Bakterien gelangen so gar nicht erst ins Hirn.

Das Gehirn ist „flüssigkeitsgelagert“. Die Hirnflüssigkeit (Liquor) ist wasserklar und besteht vor allem aus H₂O, NaCl, mit wenig Protein, Kalium und Glukose.

Funktionen der Hirnflüssigkeit:

- mechanischer Schutz vor Stößen durch die „flüssige Aufhängung“
- weniger Druck auf das Gehirn durch den Auftrieb dank flüssiger Lagerung
- Abfallstoffe werden ins Blut ausgeschieden
- Medium für Hormone

Die Gesamtmenge der Hirnflüssigkeit beträgt 125 bis 150 ml.

Das Gehirn besteht aus fünf Teilen:

- ① Das Großhirn umfasst etwa 80 % der Hirnmasse. Es ist das Zentrum aller Wahrnehmungen, des Bewusstseins, Denkens, Fühlens und Handelns. Es besteht aus den beiden Großhirnhälften, die über einen dicken Nervenstrang (der Balken) verbunden sind.

Im Großhirn herrscht eine Arbeitsteilung zwischen den verschiedenen Rindenfeldern:

sensorische Felder: verarbeiten Erregungen, die von den Nerven der Sinnesorgane kommen, z. B. Sehen, Riechen

motorische Felder: aktivieren Muskeln und regeln willkürliche Bewegungen

Gedanken- und Antriebsfelder: liegen im vorderen Teil des Gehirns, sind die Zentren des Denkens und Erinnerns

Die sensorischen und motorischen Felder für die rechte Körperseite sind in der linken Gehirnhälfte und umgekehrt. Es gibt aber auch Zentren, welche nur in einer Gehirnhälfte vorkommen, wie zum Beispiel das Sprachzentrum.

- ② Das Kleinhirn ist der zweitgrößte Gehirnabschnitt. Es hat die Aufgabe, Muskelbewegungen zu koordinieren (z. B. Abstimmen der Teilbewegungen von Ober- und Unterarm beim Ergreifen eines Gegenstandes), den Körper im Gleichgewicht zu halten und automatisierte Bewegungsabläufe zu speichern (z. B. beim Tanzenlernen). Das Kleinhirn funktioniert auch beim unbewussten Lernen, beim Spracherwerb und dem sozialen Lernen.

- ③ Das Zwischenhirn filtert alle Informationen von den Sinnesorganen zum Großhirn. Nur Wichtiges wird weitergeleitet und damit das Gehirn vor Überlastung geschützt. Im Zwischenhirn entstehen die Gefühle wie Freude, Angst, Wut und Enttäuschung. Das Zwischenhirn regelt u. a. den Blutdruck, die Körpertemperatur, den Wasserhaushalt, die Schmerzempfindung und die Schlaf-Wach-Steuerung.

Das Zwischenhirn besteht aus dem Thalamus, dem Hypothalamus, dem Subthalamus und dem Epithalamus. Der Hypothalamus mit der Hypophyse (Hirnanhangsdrüse) ist die Zentrale des Hormonsystems und die Schaltstelle zu den anderen Gehirnzentren.

Der Thalamus ist die zentrale Schaltstation, der Mittler von sensiblen und motorischen Signalen zum und vom Großhirn.

- ④ Das Mittelhirn regelt es u. a. die Augenbewegungen, die Irismuskulatur und die Ziliarmuskeln.

- ⑤ Das Nachhirn ist die Übergangsstelle zum Rückenmark. Es kontrolliert die Blutzirkulation, den Herzschlag, die Atmung, den Stoffwechsel und wichtige Reflexe wie Lidschluss, schlucken, gähnen, husten, niesen, brechen. Über die zwölf Hauptnervenpaare ist mit den Sinnesorganen, der Muskulatur und den Drüsen im Kopf verbunden.

Die 12 Hauptnervenpaare des Gehirns:

Im Bereich des Hirnstamms entspringen 12 paarige Gehirnnerven:

- 1 Riechnerv (geht von der Nasenschleimhaut zum Riechlappen im Vorderhirn)
- 2 Sehnerv (leitet optische Impulse von der Augennetzhaut zum Zwischenhirn)
- 3 Augenmuskelnerv (versorgt 4 von 6 Muskeln, die das Auge bewegen)
- 4 Rollnerv (versorgt den oberen schrägen Augenmuskel)
- 5 Drillingsnerv (der stärkste aller Hirnnerven, der sich in drei Hauptäste teilt: den Augennerv, der Stirn, Tränendrüse, Augenbindehaut, Augenwinkel, Siebbein und Teile der Nase versorgt, den Oberkiefernerv, der Oberkieferregion, Oberkieferzähne, Gaumen und Teile der Gesichtshaut versorgt, den Unterkiefernerv, der die sensible und motorische Kaumuskulatur, die Zunge, den Mundboden und die Haut über dem Unterkiefer versorgt)
- 6 seitlicher Augenmuskelnerv (versorgt den seitlichen Augenmuskel)
- 7 Gesichtsnerv (versorgt Gesichtsmuskeln, die Haut im Bereich der Ohrmuscheln und verschiedene Drüsen im Kopfbereich, ermöglicht mimische Bewegungen und Geschmackswahrnehmung)
- 8 Hör- und Gleichgewichtsnerve
- 9 Zungen-Schlund-Nerv (leitet Informationen – auch Geschmack – aus dem Schlundbereich weiter und ermöglicht Bewegungen in diesem Bereich)
- 10 Eingeweidenerv (versorgt Brust, Bauch, Rachen, Kehlkopf, Speiseröhre, Drüsen und Gehörgang)
- 11 Beinerv (versorgt Kopfwenden des Halses und Trapezmuskel des Schulterblattes)
- 12 Zungenmuskelnerv (ermöglicht Bewegungen der Zunge)

Witz:

Der Student in der medizinischen Vorlesung: „Herr Professor, Sie wollten uns doch heute das Gehirn erklären.“ - „Gehirn?“, erwidert der Professor, „Das geht jetzt nicht, heute habe ich etwas anderes im Kopf.“

6.2 Die Gehirne von Männern und Frauen

Das Gehirn einer erwachsenen Frau wiegt durchschnittlich 1245 g, das eines erwachsenen Mannes durchschnittlich 1375 g. Im Gehirn der Frauen wird der Gewichtsunterschied durch eine höhere Zahl von Windungen und Furchen sowie durch ein dichteres Zusammenliegen der Nervenzellen ausgeglichen. In der Intelligenz lassen sich keine signifikanten Unterschiede nachweisen.

Hinsichtlich des Aufbaus und der Funktionsweise des Gehirns gibt es zwischen Männern und Frauen zahlreiche Unterschiede. Geschlechtshormone (die Östrogene und Testosteron) wirken in der Embryonalphase, Kindheit und Pubertät sowie im Erwachsenenalter sehr vielfältig auf die Nervenzellen, die Synapsen und die Ausprägung des Erbbildes.

6.3 Die Leistung des Gehirns

Das menschliche Gehirn besitzt mehrere 100 Milliarden Nervenzellen (Neuronen), die durch 100 Billionen Synapsen eng miteinander verbunden sind. Jedes einzelne Neuron ist mit 1000 anderen Neuronen verbunden. Somit ist jedes beliebige Neuron von jedem Neuron aus in höchstens vier Schritten erreichbar. Allerdings gibt es lokal große Unterschiede.

Synapsen sind Kontaktstellen zwischen Nervenzellen und anderen Zellen (wie Sinnes-, Muskel- oder Drüsenzellen). Der Begriff Synapse geht auf den britischen Neurophysiologen Charles Scott SHERRINGTON (1857 – 1952) zurück.

Die Länge aller Nervenbahnen des Gehirns eines erwachsenen Menschen beträgt etwa 5,8 Millionen Kilometer (= 145 Erdumfänge).

Das Gehirn ist ein sehr aktives Organ und hat einen großen Sauerstoff- und Energiebedarf. Nur 2 % der Körpermasse stehen 20 % des Energiebedarfs gegenüber. Da das Gehirn keine Speicher für Sauerstoff und Energie besitzt, führt schon ein kurzer Ausfall der Blutversorgung zur Bewusstlosigkeit (ab 10 Sekunden) oder gar zu Hirnschäden (ab etwa 2 Minuten). Bei arteriellen Verschlüssen (Thrombosen, Embolien) in den Hirnarterien kommt es zu Schädigungen im Versorgungsgebiet der betroffenen Arterie.

Während das menschliche Gehirn etwa 10^{13} bis 10^{16} analoge Rechenoperationen pro Sekunde schafft und dabei etwa 100 Watt an chemischer Leistung verbraucht, schafft der IBM-Computer BlueGene/L bis zu $3,6 \cdot 10^{14}$ Gleitkomma-Operationen pro Sekunde mit doppelter Genauigkeit, wozu es aber 1,2 Megawatt Strom bedarf. (Die hohe Rechenleistung des Gehirns wird durch seine vielen hochparallelen Verbindungen und nicht durch eine hohe Geschwindigkeit bei den einzelnen Rechenvorgängen erzielt. Zudem treten bei analogen Rechenvorgängen Ungenauigkeiten auf, die bei der digitalen Verarbeitung vermieden werden.)

6.4 Die beiden Hirnhälften

Obwohl es die Wissenschaft seit Jahrhunderten versucht, ist es ihr bisher noch immer nicht gelungen, die sehr komplexen Funktionen des Gehirns (Verarbeitung, Weitergabe und Speicherung von Daten) in ihrer Ganzheit zu entschlüsseln.

Die Zuordnung von Hirnleistungen zu den einzelner Hirnregionen erfolgt im Tierversuch, durch Beobachten von Patienten (z. B. nach einem Unfall oder Hirntumor), durch Beobachten des Hirnstoffwechsels (z. B. des Sauerstoff- und Glukoseverbrauchs) und durch Sichtbarmachen der Hirnströme mit dem Elektro-Enzephalogramm (EEG), mit der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) und der Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT).

Mit diesen Methoden ist es möglich, eine funktionelle „Karte“ des Gehirns aufzustellen. Im Stirnhirn befinden sich die Funktionen von Intelligenz, Sprache, die Persönlichkeitsmerkmale sowie die Bewegungssteuerung. Im hinteren Teil des Großhirns werden visuelle Reize wahrgenommen, gespeichert und sinnvoll zuordnet. Der Schläfenlappen ist wichtig für das Gedächtnis, für die Gefühle und Emotionen. Der Scheitellappen beherbergt die Hörrinde und das Sprachverständnis und erfasst abstrakte mathematische Probleme und Musik.

Split Brain wird heute nur noch selten als Behandlungsmethode bei Epilepsie genutzt. Dabei wird der Balken durchtrennt, der beide Hirnhälften verbindet. Zeigt man Split-Brain-Patienten im linken Gesichtsfeld (genauer: auf den rechten Netzhauthälften beider Augen) einen Apfel, können sie ihn nicht benennen, weil das Sprachzentrum bei den meisten Menschen in der linken Hirnhälfte liegt. Die Daten aus dem linken Gesichtsfeld werden aber nur an die rechte Hirnhälfte geleitet. Aufgrund des durchtrennten Balkens sind die in der rechten Hirnhälfte verarbeiteten Daten für das Sprachzentrum nicht verfügbar. Die Betroffenen können jedoch mit der von der rechten Hirnhälfte gesteuerten linken Hand den Apfel greifen.

Der amerikanische Neurobiologe Roger Wolcott **SPERRY** (1913 - 1994) erhielt für seine Forschungen über Split-Brain-Patienten 1981 den Nobelpreis für Medizin.

Jede der beiden Hirnhälften ist für unterschiedliche intellektuelle Funktionen zuständig. Die rechte, kreative Seite ist für holistische, visuelle Informationen zuständig und steuert die linke Körperhälfte, die linke Seite ist für Logik, Vernunft und -

besonders bei Männern - für Sprache und Wortschatz zuständig und steuert die rechte Körperhälfte. Diese Lokalisation ist aber nicht so stark, wie ursprünglich angenommen wurde.

85 bis 90 % der Menschen sind Rechtshänder. Unter den Linkshändern sind mehr Frauen als Männer. Linkshänder sind stärker auf die rechte Hirnhälfte ausgerichtet, weshalb sie statistisch viel stärker bei künstlerischen Genies vertreten sind.

Berühmte Linkshänder waren/sind u. a. Goethe, Beethoven, Paul McCartney, Lady Gaga sowie die US-Präsidenten Bill Clinton, Barack Obama und Ronald Reagan,

Bis in die 1970er Jahre wurde Kindern in der Schule das Schreiben mit der linken Hand untersagt, sie mussten mit der rechten Hand schreiben lernen.

Seit 1976 gilt der 13. August als internationaler Linkshändertag.