

## 6.6 Der Begriff „Gedächtnis“

**Gedächtnis** ist die Fähigkeit des Nervensystems (= Gesamtheit aller Nervenzellen), aufgenommene Informationen zu behalten (speichern), zu ordnen und wieder abzurufen. Die gespeicherten Informationen sind das Ergebnis von bewussten oder unbewussten Lernprozessen.

Als primitivste Nervensysteme gelten die relativ homogenen Nervennetze von Nesseltieren, z. B. See-Anemone und Lederkoralle. Auch sie sind zu einfachen Lernprozessen fähig. Komplexität und Umfang der Gedächtnisleistung nehmen mit der Evolution und der Entwicklung des Zentralnervensystems zu.

### Das Mehrspeichermodell des menschlichen Gedächtnisses

Das Gedächtnis wird je nach Dauer der Informationsspeicherung in

- sensorisches Gedächtnis (speichert Informationen für Millisekunden bis Sekunden),
  - Arbeitsgedächtnis (auch: Kurzzeitgedächtnis, speichert Informationen über Minuten) und
  - Langzeitgedächtnis (speichert Informationen über Jahre)
- unterschieden.



**Lieber ein Elefantengedächtnis als ein Spatzengehirn!**

## 6.7 Gedächtnisarten

- a) Das Ultrakurzzeitgedächtnis  
(auch: sensorisches Gedächtnis, sensorisches Register)

Über die Sinnesorgane gelangen neue Informationen (Sinneseindrücke) ins Gehirn und werden im sensorischen Gedächtnis kurzfristig (nur wenige Zehntelsekunden) zwischengespeichert.

z. B.: In einem Gespräch kann man etwas gerade Gesagtes wiederholen, obwohl man das Gespräch keinesfalls aufmerksam verfolgte.

Sind die eingehenden Informationen unwichtig, so werden sie aussortiert und gelangen nicht ins Arbeitsgedächtnis.

Bei dieser Art der Erinnerung spielen zentrale, steuerbare Prozesse von Bewusstsein und Aufmerksamkeit keine Rolle. Diese sind jedoch wichtig, wenn es darum geht, welche Informationen ins Arbeitsgedächtnis gelangen.

- b) Das Arbeitsgedächtnis (früher: Kurzzeitgedächtnis)

Werden Informationen bewusst aufgenommen, gelangen sie ins Arbeitsgedächtnis. Dort bleiben sie einige Minuten bis Stunden.

Das Arbeitsgedächtnis hat eine begrenzte Kapazität von etwa 7 (+/- 2) Informationseinheiten (auch: „Chunks“).

z. B.: Telefonnummern bestehen aus sieben Ziffern.

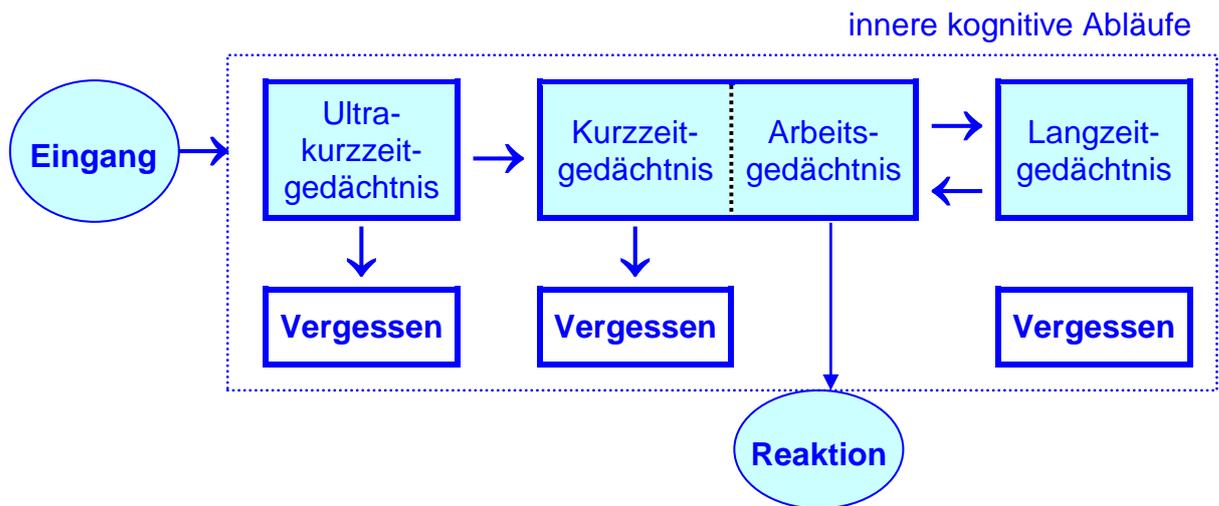
Ergebnisse müssen zur längerfristigen Speicherung ins Langzeitgedächtnis überführt werden, das über eine unbegrenzte Kapazität verfügt.

Der Begriff „Kurzzeitgedächtnis“ wird häufig im Zusammenhang mit älteren Theorien benutzt, die von einem einheitlichen System zur kurzzeitigen Informationsspeicherung ausgehen. Moderne Theorien sehen dagegen im Kurzzeitgedächtnis einen Komplex interagierender Subsysteme, dem Arbeitsgedächtnis:

- Der räumlich-visuelle Notizblock speichert kurzfristig visuelle Eindrücke.
- Die artikulatorische Schleife speichert verbale Informationen, die durch inneres Wiederholen relativ lange verfügbar bleiben.
- Die zentrale Exekutive verwaltet beide Systeme und verknüpft Informationen mit dem Langzeitgedächtnis.

- c) Das Langzeitgedächtnis

Das Langzeitgedächtnis speichert Informationen über lange Zeit bis dauerhaft. Die Verankerung der Informationen im Gedächtnis wird durch deren Relevanz, die Zahl der Wiederholungen (z. B. Üben von Vokabeln) und der emotionalen Bedeutung (z. B. einschneidende Ereignisse im Leben) bestimmt.



Eine Begrenzung der Kapazität und der Verweildauer des Speicherinhalts scheint es nicht zu geben (siehe die Savants). Das Vergessen scheint kein Kapazitätenproblem zu sein, sondern ein Schutz vor zu viel Wissen.

Das Langzeitgedächtnis hat vier Aufgaben:

- Lernen/Enkodierung: Speichern von Informationen
- Konsolidierung/Behalten: Bewahren von wichtigen Informationen durch regelmäßigen Abruf
- Erinnern/Abruf: Reproduktion oder Rekonstruktion von Gedächtnisinhalten
- Vergessen: Zerfall von Gedächtnisspuren oder Interferenzen durch konkurrierende Informationen

Man unterscheidet zwischen deklarativem und prozeduralem Gedächtnis. Die beiden Gedächtnisformen sind unabhängig voneinander und werden in verschiedenen Gehirnarealen verarbeitet.

z. B.: Patienten mit Amnesie des deklarativen Gedächtnisses können prozedurale Gedächtnisleistungen aufweisen

Das deklarative Gedächtnis (auch: Wissensgedächtnis, explizites Gedächtnis) speichert Fakten, die bewusst wiedergegeben werden können. Man unterteilt:

- Das semantische Gedächtnis speichert das Weltwissen, von der Person unabhängige, allgemeine Fakten, berufliche Kenntnisse, Fakten aus Geschichte und Politik, Kochrezepte usw.
  - z. B.: Dresden ist die Landeshauptstadt von Sachsen
  - John Fitzgerald Kennedy war der 35. Präsident der USA
- Das episodische Gedächtnis speichert Fakten (Ereignisse und Episoden) aus dem eigenen Leben.
  - z. B.: Erinnerung an die eigene Schuleinführung
  - Erinnern an das Gesicht des vor langer Zeit verstorbenen Großvaters

Das prozedurale Gedächtnis (auch: Verhaltensgedächtnis, implizites Gedächtnis) speichert Fertigkeiten, Erwartungen, Verhaltensweisen und die Ergebnisse von Konditionierungsvorgängen, deren Ablauf man u. U. schwer gelernt und oft geübt hat, die nun aber ohne Nachdenken abgerufen werden.

z. B.: Fahrradfahren, Schwimmen, Surfen, Skifahren, Tanzen, Gehen, Autofahren, Klavierspielen

## 6.8 Anatomie und Physiologie des Gedächtnisses

Im Gegensatz zur Sprache, zur Motorik, zum Sehen, zum Hören, gibt es kein Gedächtniszentrum im Gehirn. Das Gedächtnis ist eine zusätzliche Leistung weiterer Teile des Gehirns.

Gedächtnisinhalte werden in den Verbindungen der Nervenzellen, den Synapsen, gespeichert. Zwischen den etwa 100 Milliarden Nervenzellen bestehen etwa 100 bis 500 Billionen Synapsen. Synapsen sind nicht statisch, sie können sich neu bilden, können untergehen und können ihre Übertragungseffizienz auf benachbarte Synapsen ändern.

Durch das Aktivieren von synaptischen Verbindungen kommt es zu biochemisch fassbaren, langfristig andauernden strukturellen Veränderungen in den Verbindungen der Neuronen.

**Neurotransmitter** sind heterogene biochemische Stoffe, die die Information von einer Nervenzelle zur anderen über die Synapse (Kontaktstelle der Nervenzellen) weitergibt.

Das Gedächtnis bildet sich bei der sinnlichen Wahrnehmung der Realität. Es besteht aus einer Vielzahl von Begriffen (= bedeutsame Vorstellungen von Objekten der realen Welt), Gedankenverknüpfungen (Beziehungen, Relationen, Assoziationen) zwischen diesen Begriffen und speziellen „Verwaltungsprogrammen“ (Erinnerungsfunktionen), die den Zugriff auf die Begriffe (Fähigkeit, sich zu erinnern) ermöglichen.

Im Gedächtnis wird ein objektbezogenes Begriffssystem erstellt, in dem jedes Objekt durch einen eindeutigen Begriff benannt wird. Jedes Individuum macht sich ein eigenes Abbild (seine persönliche Vorstellung) von einem Objekt mit seinen Eigenschaften und Relationen zu anderen Objekten.

Neben diesem objektbezogenen Begriffssystem wird im Gedächtnis ein codebezogenes Begriffssystem erstellt, eine natürliche Sprache mit einem Wortschatz (= Vorrat der Wörterbedeutungen (wörtervertretendes Begriffssystem, codebezogenes Begriffssystem) gebildet. Dieses codebezogene System erlaubt, auf Gedanken (Begriffe, Informationsinhalte, Wörterinhalte) zuzugreifen, um mithilfe der materiellen Träger (Lautfolgen, Codes, Wörter) die immateriellen Begriffe zu übermitteln.

Das codebezogene Begriffssystem steht n : 1 zum objektbezogenen Begriffssystem, denn jeder Begriff kann durch eine oder mehrere Wortbedeutungen (Synonyme) dargestellt werden.

## 6.9 Krankheiten des Gehirns und medizinische Zusammenhänge

- Amnesie (= Mangel des Erinnerungsvermögens) kann auftreten nach ...
  - Unfällen (z. B. Schädel-Hirn-Trauma, Gehirnerschütterung)
  - epileptischen Anfällen
  - Meningitis (= Hirnhautentzündung)
  - Enzephalitis (= Gehirnentzündung)
  - Hirnschlag (= Schlaganfall nach Minderdurchblutung des Gehirns)
  - Migräne
  - bestimmten Vergiftungen, auch Alkohol
  - traumatischen Erlebnissen
  - langjährigem Alkoholmissbrauch („Korsakow-Syndrom“)

Der russische Neurologe Sergei Sergejewitsch **KORSAKOW** (1854 – 1900) beschrieb die Folgen schweren Alkoholismus:

- schwerste und irreversible Formen der Gehirnschädigung
- anterograde Amnesie (zeitlich in die Zukunft gerichtet, Betroffene können keine neuen Inhalte kognitiv speichern und lautsprachlich wiedergeben.) und retrograde Amnesie (zeitlich in die Vergangenheit gerichtet, Betroffene können Erlebtes aus der eigenen Vergangenheit nicht verarbeiten, erkennen oder wiedergeben.)
- Konfabulation (Betroffene erzählen Geschichten, die objektiv falsch sind, aber von ihnen als wahr empfunden werden. Meist enthalten diese Geschichten Bruchstücke tatsächlicher Erlebnisse.)
- Desorientiertheit (Betroffene wähnen sich in einer früheren Zeit und an einem anderen Ort und handeln entsprechend dieser falsch empfundenen Realität.)

- Hypnose (posthypnotische Amnesie)
  - Gehirnwäsche
  - Benzodiazepine (= Medikamente, die angstlösend, krampflösend, muskelentspannend, beruhigend, schlaffördernd, amnestisch und stimmungsaufhellend wirken. Diese Medikamente haben die höchste Missbrauchsrate in Deutschland.)
  - Somnambulismus (auch: „Mondsucht“, „Schlafwandeln“, „Nachtwandeln“)
- 
- Demenz (= fortschreitende Einschränkung der geistigen Leistungsfähigkeit)

**Alzheimer** ist eine Erkrankung des Gehirns, die meist im Alter auftritt und zur ständigen Abnahme von Hirnfunktionen führt. Die Krankheit beginnt mit geringer, scheinbar zufälliger Vergesslichkeit und endet im Verlust des Verstandes.

Der deutsche Psychiater und Neuropathologe **Alois ALZHEIMER** (1864 - 1915) beschrieb als erster die nach ihm benannte Demenzerkrankung (lat. „demens“ = dt. „ohne Geist sein“, „verwirrt sein“).

## 6.10 Beispiele für Hirnverletzungen

Funde bei Ausgrabungen in Ägypten belegen, dass bereits vor 5.000 Jahren operative Eingriffe ins Zentralnervensystem von Menschen vorgenommen wurden. Etwa 70 % der Schädel lassen aufgrund der Zeichen der Heilung auf eine erfolgreiche der Operationen schließen. Dies ist die Geburtsstunde der Neurochirurgie.

Der französische König Heinrich II. (1519 – 1559) war stumpfsinnig, willenlos, uneinsichtig, eigensinnig und besaß bei weitem nicht die Anziehungskraft und Intelligenz seines Vaters Franz I. (1494 – 1547). Obwohl seiner Gattin Katharina von Medici (1519 – 1589) – beide wurden im Alter von 14 Jahren miteinander verheiratet – wenig zugetan, hatte er zehn Kinder mit ihr. Er führte lieber mit der 20 Jahre älteren Herzogin Diana von Poitiers (1499 – 1566) eine Aufsehen erregende Nebenbeziehung und liebte die Jagd.

Anlässlich von Turniertagen am Königshof wollte Heinrich II. wieder einmal sein Geschick im Umgang mit Waffen beweisen. Er besiegte seine Gegner einen nach dem anderen. Erst am dritten Tag – es war der 30. Juni 1559 – geschah es, dass der junge Hauptmann Gabriel de Lorges (1526 – 1574), der spätere Graf Montgomery, sich gegen den König hielt. Unwillig, den Kampf unentschieden ausgehen zu lassen, zwang Heinrich den Hauptmann zu einem letzten Gang. Zweimal ritten sie umeinander, verfehlten sich. Beim dritten Versuch gerieten sie aneinander, ihre Lanzen zersplitterten, die Menge schrie und sah den König taumeln, aus dem Sattel rutschen und zu Boden fallen. Beim Zerbrechen ihrer Lanzen war ein scharfer Holzsplitter von Montgomerys zersplitterter Lanze durch den schmalen Sehenschlitz des Helmes ins Auge des Königs und von dort ins Gehirn gelangt. Der König, ganz benommen, versuchte sich auf den Füßen zu halten. Katharina, die sah, wie das Blut durch das gebrochene Visier tropfte, fiel in Ohnmacht. Die Galerien waren außer Rand und Band, als Heinrich, gestützt von seinen Begleitern und von der Rüstung befreit, in seine Gemächer getragen wurde.

Die Ärzte hielten die Wunde zwar für schwerwiegend, aber nicht für tödlich. Der anfängliche Optimismus der Ärzte war indessen nur von kurzer Dauer und der Tod des Königs kam überraschend.

Während der 10 Tage nach seiner Verwundung war Heinrich völlig von Schmerzen beherrscht, verlor immer wieder das Bewusstsein und war nie im Besitz genügender Geisteskräfte, um die königlichen Geschäfte wahrnehmen zu können. Die Ärzte untersuchten die Wunde und entfernten, so gut sie konnten, was an Splintern von Montgomerys zerbrochener Lanze noch vorhanden war. Immer noch unzufrieden, untersuchten die Ärzte sogar die Köpfe von vier Verbrechern, die hingerichtet wurden, um herauszufinden, wie tief ein Gehirn verletzt werden darf. Aber es war alles vergeblich, am 10. Juli 1559 starb Heinrich II.

Der 13.9.1848 war ein brütend heißer Sommertag. Nahe der Stadt Cavendish (US-Bundesstaat Vermont) mussten große Felsmassen aus dem hügeligen Gelände gesprengt werden, um Schienen für eine neue Bahnlinie zu verlegen. Der 25-jährige Sprengmeister und Vorarbeiter Phineas P. Gage (1823 – 1860) stopfte den Sprengstoff in ein vorbereitetes Loch, füllte es mit Sand und begann dann mit einer fast 2 m langen, 3 cm dicken und 6 kg schweren Eisenstange, das Loch vorsichtig zu stopfen. Es war eine gefährliche Arbeit und diesmal ging es schief: Durch eine Unachtsamkeit, vielleicht einen Funken, entzündete sich die Sprengladung, und die Stange trat unterhalb des linken Wangenknochens in den Kopf ein, durchquerte den vorderen Teil des Gehirns und trat – eine etwa 5 cm große, kraterförmige Wunde hinterlassend - aus dem Schädeldach wieder hinaus, bis sie 30 m entfernt zu Boden fiel. Trotz des schweren Unfalls blieb Gage während der gesamten Zeit bei Bewusstsein und war später in der Lage, über den gesamten Hergang des Unfalls zu berichten. Er überlebte ihn. Seine Verletzung heilte innerhalb von zwei Monaten, nur der Verlust des linken Auges ist körperlich irreversibel. Die Ärzte stellen keine Beeinträchtigung von Wahrnehmung, Gedächtnisleistung, Intelligenz, Sprachfähigkeit oder Motorik fest.

Doch jetzt erst begann das eigentliche Drama. In Folge des Unfalls kam es bei Gage zu auffälligen Persönlichkeitsveränderungen. Wurde der Sprengmeister vor dem Unfall als tüchtigster und fleißigster Mann des Unternehmens beschrieben, galt als besonnen, verantwortungsbewusst, ruhig, freundlich und ausgeglichen, wirkte er nun völlig wesensverändert, war ungeduldig, unausstehlich, launisch, wankelmütig und respektlos.

Darüber hinaus kam es zu einer Störung seiner Entscheidungsfähigkeit: Er traf Entscheidungen, die seinen Interessen offensichtlich zuwiderlaufen, er konnte seine Zukunft nicht mehr vernünftig planen.

Soziale Konventionen und moralische Spielregeln schienen nicht mehr zu existieren. Er ließ sich mit zwielichtigen Figuren ein, verlor seine Arbeit, stieg beruflich und sozial ab.

Phineas Gage wurde der vielleicht berühmteste Fall der Hirnforschung. Heute sind sein Schädel und die Eisenstange im „Museum of the Medical College of Harvard University“ ausgestellt.

**António R. DAMÁSIO** (geboren 1944 in Lissabon), Neurowissenschaftler und Leiter der weltweit größten Neurologie-Station in Iowa City, untersuchte die neuronalen Grundlagen von Sprache und Kognition, den Zusammenhang von Gefühl, Emotion und Vernunft sowie die Wechselwirkungen zwischen Anatomie des Gehirns und dem komplexen Verhalten.

Als einen „modernen Phineas Gage“ beschreibt Damásio einen seiner Patienten („Elliot“), dem aufgrund eines Tumors ein Teil des präfrontalen Cortex entfernt wurde. Nach dem Eingriff veränderte sich Elliots Persönlichkeit radikal. Seine kognitiven, motorischen und sensorischen Fähigkeiten blieben uneingeschränkt erhalten, aber seine Entscheidungsfähigkeit ist empfindlich gestört und es mangelt ihm an Gefühlen. Bilder von Situationen, die ihn einst erregten, lösen nun bei ihm keinerlei Reaktionen aus.

Das Neurologenehepaar Hannah (geboren 1942 in Lissabon) und Antonio Rosa DAMASIO (geboren 1944 in Lissabon) untersuchte 145 Jahre nach dem Tod des Phineas Gage dessen gut erhaltenen Schädel. Mit einer Computer-Rekonstruktion vollzogen sie genau nach, welche Bereiche des Gehirns durch den Unfall zerstört wurden. Es waren Teile im vordersten Bereich des Gehirns. Diese sind für das Einhalten von sozialen Regeln und das Steuern von Emotionen entscheidend. Obwohl die intellektuellen Fähigkeiten unverändert sind, erscheinen Außenstehenden die Entscheidungen oft unvernünftig. Bereits minimale Verletzungen im Gehirn können eine Persönlichkeit

radikal verändern. Untersuchungen an Patienten mit vergleichbaren Schäden zeigten ähnliche Fallgeschichten:

- Der 51-jährige britische Bauarbeiter T. M., Ex-Sträfling wegen Gewaltdelikten, erlitt eine kleine Hirnblutung. Zwei Wochen nach einer Notoperation begann der einst jähzornige, aggressive Schläger plötzlich seine Notizbücher mit Gedichten und Versen zu füllen, wenig später begann er zu zeichnen. Früher waren Tattoos auf den Oberarmen sein einziger Zugang zur bildenden Kunst gewesen. Aus ihm wurde ein erfolgreicher, feinfühler Künstler, der täglich stundenlang malte, knetete und schrieb.
- An der Universität Zürich wurde ein gut erzogener Junge nach einer Hirn-Tumor-Operation zum zwanghaften Ladendieb.
- Patienten mit Hirntumor, epileptischem Anfall oder hirnorganischen Schäden in der rechten vorderen Gehirnhälfte entwickelten plötzlich eine Leidenschaft für Gourmetessen, auch wenn sie nur Fast Food aßen. So entdeckte ein Patient nach einem Schlaganfall plötzlich seine Liebe zur feinen Esskultur, beklagte sich heftig über die Krankenhauskost. Der Mann, der vorher Politik-Journalist war, ließ sich von nun an über exotische Speisen und feine Restaurants aus. Nach der Entlassung aus dem Krankenhaus wechselte er von der Polit- in die Gourmet-Sparte. Seine Familie berichtet, er sei für kein anderes Thema mehr zu interessieren.
- Nach einem Schlaganfall ist bei Rechtshändern die Verleugnung der linken Körperhälfte nicht selten. So genannte Neglect-Patienten ignorieren die linke Hälfte der Welt: Beim Zeichnen des Ziffernblatts einer Uhr endet der Tag um 6 Uhr, beim Essen verspeisen sie nur die rechte Hälfte des Tellers und an der linken Seite ihres Krankenhausbettes sitzende Besucher werden nicht wahrgenommen.
- Nach einem Schlaganfall werden Körperteile als Fremdkörper angesehen. Diese führen dann ein Eigenleben. Eine Patientin wollte mit ihrer rechten Hand eine Tür öffnen, während die linke diese immer wieder zuwarf. Die linke Hand eines anderen Patienten griff immer wieder nach seinem Genick und wollte ihn erwürgen.