

Anhang A: Das Gehirn

Die verschiedenen Hirnloben 153

Dieser Anhang gibt einen Überblick über die wichtigsten Teile des Gehirns und deren Funktionen. Er soll Ihnen dabei helfen, Gedächtnisprozesse besser zu verstehen.

Die verschiedenen Hirnloben

Das Gehirn lässt sich in vier Hirnloben einteilen (siehe Abb. 24). Außerdem besteht es aus einer linken und einer rechten Hemisphäre, sodass es von jedem Hirnloben zwei Hälften gibt. Die linke Hemisphäre wird mit Details assoziiert, während die rechte sich eher auf das »große Ganze« konzentriert. Da Gedächtnisinhalte in unterschiedlichen Teilen des Gehirns gespeichert werden, ist es interessant zu wissen, in welchen Teilen bestimmte Funktionen beheimatet sind:

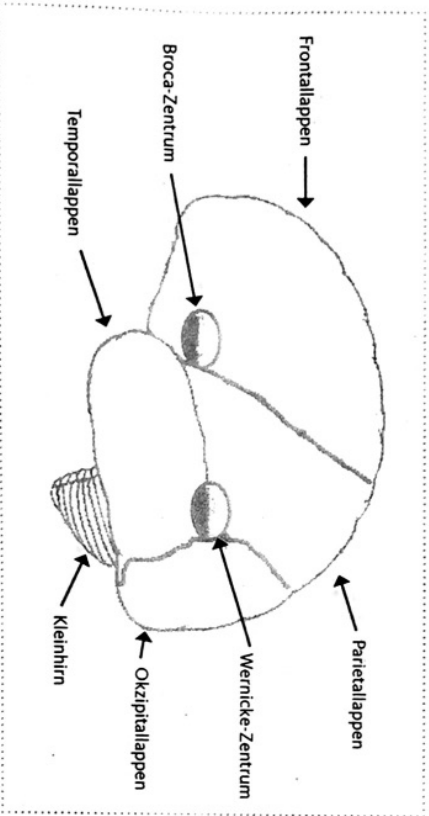


Abb. 24: Die vier wichtigsten Hirnloben, das Wernicke-Zentrum und das Broca-Zentrum

- **Parietallappen:** Die Parietal- oder Scheitellappen liegen im oberen Bereich des Hinterkopfes. Hier ist das räumliche Denken angesiedelt, die Fähigkeit, Sinnesindrücke zu verarbeiten, und ein Teil unserer Problemlösefähigkeiten.
- **Okzipitalloben:** Die Okzipital- oder Hinterhauptlappen befinden sich in der Mitte des Hinterkopfes. Sie verarbeiten visuelle Reize. Hier werden Erinnerungen an

154 Anhang A: Das Gehirn

Menschen und Dinge gespeichert, damit neue optische Eindrücke und Informationen entschlüsselt werden können.

- **Temporalloben:** Die Temporal- oder Schläfenlappen befinden sich an den Seiten des Kopfes, oberhalb der Ohren. Sie sind verantwortlich für akustische Informationen, teilweise für Gedächtnis und Sprache.
- **Frontallappen:** Die Frontal- oder Stirnlappen liegen im vorderen Bereich des Kopfes und hinter der Stirn. Diese große Hirnregion ist für exekutive Funktionen zuständig, wie das Arbeitsgedächtnis, Denkprozesse höherer Ordnung, zielgerichtetes Planen und Entscheidungsfindung.

Der Inhalt unseres Gedächtnisses verteilt sich auf die unterschiedlichen Hirnloben.

Die wichtigsten Strukturen des Gehirns

Im Gehirn gibt es zahlreiche Strukturen mit unterschiedlichen Funktionen, die am Gedächtnisprozess beteiligt sind (vgl. Abb. 24 und 25). Auf den ersten Blick erfüllt jede dieser Strukturen eine ganz bestimmte Aufgabe, aber in Wirklichkeit ist das Gehirn ein System mit vielen Untersystemen. An der Lösung komplexer Aufgaben wie Lernen und Gedächtnis sind viele verschiedene Hirnareale beteiligt.

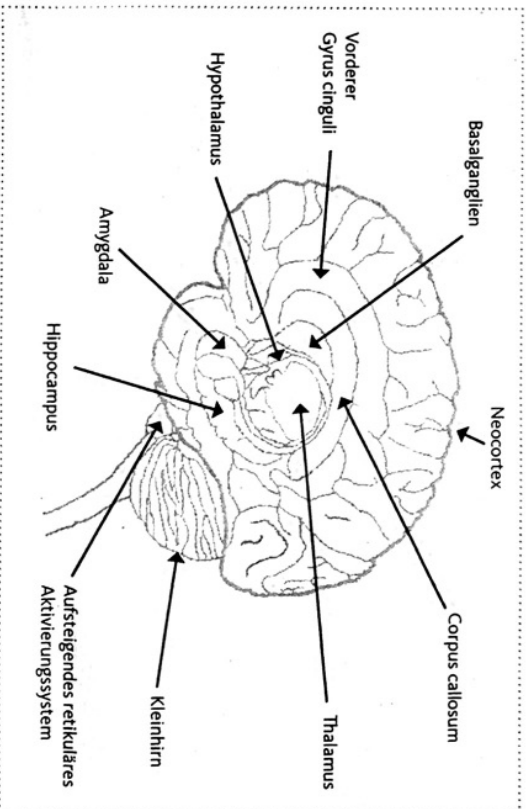


Abb. 25: Die wichtigsten Strukturen des Gehirns

- **Amygdala:** Die Amygdala ist ein mandelförmiges Gebilde in der Mitte des Gehirns. Es gehört zu einem Abschnitt, den man als »limbisches System« bezeichnet. Die Amygdala verarbeitet Gefühle. Sie filtert aus Sinnesindrücken den emotionalen Gehalt heraus und katalogisiert und speichert ihn.
- **vorderer Gyrus cinguli:** Dieser Teil des Gehirns, der zum Frontallappen gehört, wird mit Aufmerksamkeit, Emotionen, Motivation und Gedächtnis assoziiert.
- **Basalganglien:** Die Basalganglien liegen unterhalb der Großhirnrinde und sind Teil des Belohnungssystems, spielen aber auch für das Gedächtnis eine wichtige Rolle. Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass die Basalganglien der zentrale Ort für das Lernen von Abläufen sind (Quartz und Sejnowski 2002).
- **Broca-Zentrum:** Das Broca-Zentrum befindet sich unmittelbar hinter der linken Schläfe und wird mit der Sprachproduktion in Verbindung gebracht, einschließlich von Wortschatz, Satzbau und Grammatik (also mit der aktiven Verwendung von Sprache).
- **Kleinhirn:** Das Kleinhirn sitzt im hinteren Teil des Gehirns, unterhalb der Okzipitallappen. Lange hat man angenommen, dass es ausschließlich für das Gleichgewicht zuständig sei. Neuere Forschungen haben jedoch gezeigt, dass es wichtig für die Steuerung von Bewegungen und Denkprozessen ist.
- **Hippocampus:** Der Hippocampus befindet sich unmittelbar neben der Amygdala und gehört ebenfalls zum limbischen System. Er hat seinen Sitz tief im Temporalappen und verarbeitet den sachlichen Gehalt von Sinnesindrücken. Er spielt eine zentrale Rolle, wenn es darum geht, Inhalte aus dem Kurzzeitgedächtnis ins Langzeitgedächtnis zu überführen.
- **Neocortex:** Der Neocortex, die äußerste Schicht des Großhirns, ist etwa drei bis sechs Millimeter dick. Hier wird in den verschiedenen Hirnappen ein Großteil der Gedächtnisinhalte gespeichert.
- **Nucleus accumbens:** Der Nucleus accumbens ist ein wichtiger Teil des Belohnungszentrums. Er befindet sich in der Mitte des Gehirns und ist gut mit der Amygdala vernetzt.
- **aufsteigendes retikuläres Aktivierungssystem:** Dieses Nervensystem im Hirnstamm regelt den Grad der Aktivierung des Gehirns. Es verbindet die Frontallappen, das limbische System, den Hirnstamm und die Sinnesorgane. Außerdem kommuniziert es mit dem Hippocampus, der eingehende Informationen mit Erfahrungswerten aus der Vergangenheit vergleicht und Ereignisse dementsprechend als neuartig oder alltäglich einstuft (Ratey 2001).
- **Thalamus:** Der Thalamus befindet sich in der Mitte des Gehirns und wird von manchen als Teil des limbischen Systems betrachtet. Diese zentrale Struktur filtert alle eingehenden Sinnesindrücke und leitet sie an den zuständigen Hirnappen in der Großhirnrinde weiter.
- **Wernicke-Zentrum:** Diese Region in der linken Hemisphäre ist für das Sprachverständnis zuständig (also für das passive Sprachverstehen).



Am Speichern und Abrufen von Gedächtnisinhalten sind zahlreiche Systeme des Gehirns beteiligt.

Der Informationsfluss

Alle Sinnesindrücke gelangen über den Hirnstamm in unser Gehirn. Eine Ausnahme bilden Gerüche, die direkt im limbischen System verarbeitet werden. Das ist der Grund, weshalb Gerüche so starke Erinnerungen wecken können – sie dringen unmittelbar zur Amygdala und zum Hippocampus vor.

Eine erste Filterung eingehender Informationen erfolgt im aufsteigenden retikulären Aktivierungssystem. Dort werden sie gesichtet, damit das Gehirn entscheiden kann, auf welche Reize es sich konzentrieren soll. Welchen Kriterien folgt es dabei? An oberster Stelle steht das Überleben (haben Sie schon einmal versucht, sich zu konzentrieren, wenn Sie Hunger hatten?), als Nächstes kommen neuartige Reize – und dann zeigt sich die Macht der bewussten Entscheidung. Wir können unsere Aufmerksamkeit auf alles richten, was wir wollen. Während ich hier am Computer sitze und tippe, nehme ich gar nicht wahr, wie die Tasten sich anfühlen – es sei denn, ich konzentriere mich ganz bewusst darauf. Befände sich dagegen Sirup auf einer der Tasten, würde mein Gehirn seine Aufmerksamkeit sofort diesem neuen (und klebrigen) Sinnesindruck zuwenden. Wir werden uns noch ausführlicher mit diesem System beschäftigen, wenn wir zum Thema Aufmerksamkeit kommen.

Das aufsteigende retikuläre Aktivierungssystem gibt die Informationen weiter an den Thalamus. Der Thalamus stellt eine Verbindung zwischen Informationen und der zuständigen Hirnregion her: Visuelle Eindrücke werden zum Okzipitallappen weitergeleitet, akustische Informationen gehen an den Temporalappen und so weiter. Jeder dieser Hirnappen hat einen eigenen Assoziationscortex, in dem die Information eingeordnet und mit bereits gespeicherten Informationen verglichen wird. Danach gelangt die Information ins Zentrum des Gehirns zurück, wo sie vom Hippocampus und der Amygdala gefiltert wird. Handelt es sich um eine sachliche Information, dann wird sie im Hippocampus zwischengespeichert, bis sie im Langzeitgedächtnis im Neocortex abgelegt werden kann. Außerdem wird sie im Hippocampus katalogisiert, damit sie später wieder auffindbar ist. Handelt es sich um eine emotionale Information, so geschieht das Gleiche in der Amygdala. Katalogisierte Informationen werden an die zuständigen Areale verteilt, wo sie dauerhaft gespeichert werden.

Zellen

Das knapp anderthalb Kilo schwere Gehirn, über das jeder von uns verfügt, besteht aus verschiedenen Arten von Zellen. Zu etwa zehn Prozent besteht das Gehirn aus

Nervenzellen oder *Neuronen* (vgl. Abb. 26). Diese Zellen sind lernfähig und speichern Informationen. Sie können über elektrochemische Impulse Verbindung miteinander aufnehmen und bilden Netzwerke aus. Diese Netzwerke sind der Speicherort von Gedächtnisinhalten.

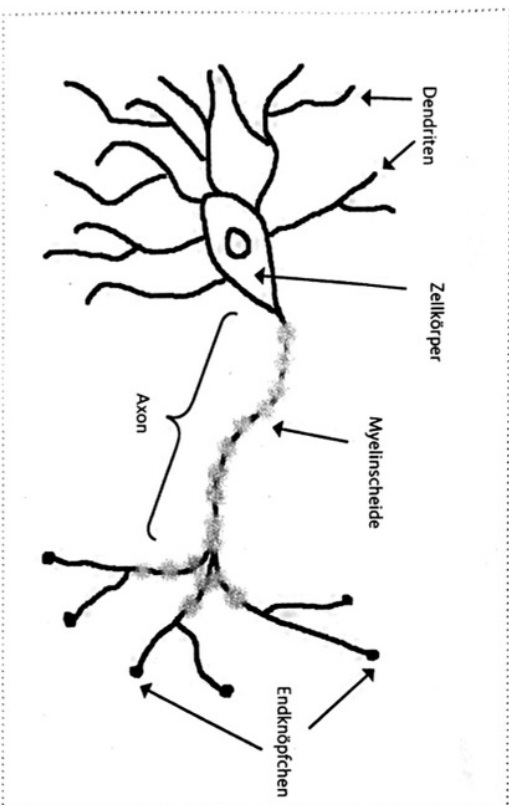


Abb. 26: Die Nervenzelle

Jedes Neuron verfügt über sogenannte *Dendriten*. Über diese Dendriten, die man mit den Ästen eines Baumes vergleichen könnte, empfängt das Neuron Informationen von anderen Nervenzellen. Die Information oder Botschaft wird von Rezeptoren entgegengenommen, an den *Zellkörper* weitergegeben und über das *Axon* weitergeleitet. Das Axon könnte man mit dem Stamm eines Baumes vergleichen, denn jede Nervenzelle hat nur ein einziges Axon, kann aber Tausende von Dendriten haben. Am Ende verzweigt sich das Axon in verschiedene *Endknöpfchen*, sodass die Botschaft an mehrere andere Neuronen weitergegeben werden kann. Die Informationsübertragung erfolgt in Form chemischer Botenstoffe, sogenannter *Neurotransmitter*. Der Botenstoff überquert den Zwischenraum zwischen zwei Nervenzellen, die *Synapse*, und dockt an einem Dendriten des anderen Neurons an.

Wenn Neuronen miteinander kommunizieren, so spricht man auch von »feuern« (vgl. Abb. 27). Zwar ist in Nervenzellen permanent eine geringe elektrische Aktivität zu beobachten. Dennoch bezeichnet man es als »Ruhezustand«, wenn Neuronen nicht gezielt und rhythmisch feuern. Feuern mehrere Neuronen gleichzeitig und im gleichen

Rhythmus, so spricht man von einem *neuronalen Netz*. Derartige Netze stellen die Muster und Programme unserer Gehirne dar. Wenn wir einen bestimmten Gedächtnisinhalt abrufen wollen, setzt das voraus, dass ein bestimmtes neuronales Netz feuert. Solche Netze gibt es in unserem Gehirn zu Tausenden.

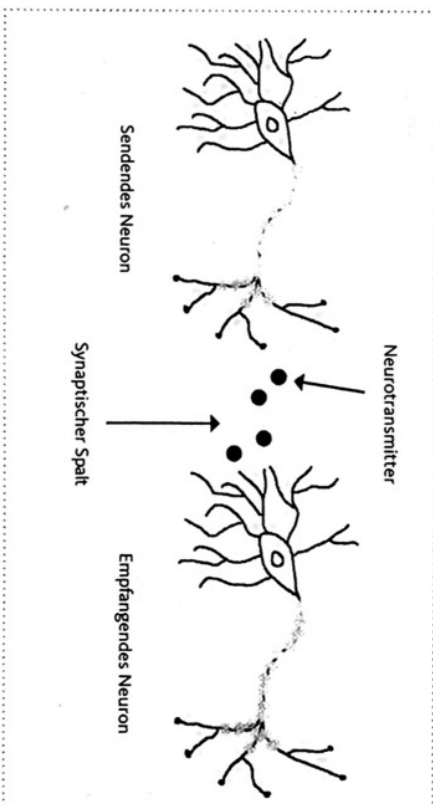


Abb. 27: Die Kommunikation zwischen zwei Nervenzellen

Die übrigen 90 Prozent der Gehirnzellen heißen *Gliazellen*. Griechisch *glia* bedeutet »Leim« und beschreibt viele der Funktionen, die diese Zellen erfüllen. Sie versorgen die Neuronen mit Nährstoffen, dienen ihnen als Stütz- und Isoliergewebe, und erledigen den Abtransport von Abfallstoffen. Sie sind Voraussetzung für stabile Verbindungen zwischen den Neuronen. Ohne sie wäre die Speicherung von Informationen beeinträchtigt.

Ein Typ von Gliazellen ist darauf spezialisiert, Nervenfasern zu isolieren und so die Übertragung von Nachrichten zu beschleunigen. Diese Isolierschicht heißt *Myelin*. Dabei handelt es sich um ein weißes Lipid, mit dem die Axone erst im Laufe der Gehirnentwicklung ummantelt werden (Eliot 2001). So sind bei der Geburt nur jene Hirnregionen bereits »myelinisiert«, die mit Hören, Bewegung und dem Saugreflex zu tun haben. Die letzte Hirnregion, die myelinisiert wird, ist der präfrontale Cortex, der Teil des Frontallappens unmittelbar hinter der Stirn. Sobald die Axone auch in diesem Bereich ummantelt sind, fallen Denkprozesse höherer Ordnung, wie Entscheidungsfindung und Zukunftsplanung, sehr viel leichter. Allerdings ist der Prozess der Myelinisierung häufig erst Ende 20 oder gar Anfang 30 abgeschlossen!

Botenstoffe

Die Kommunikation zwischen Neuronen und die Entstehung von neuronalen Netzen beruht auf einem elektrochemischen Prozess. Innerhalb von Neuronen erfolgt die Erregungsleitung elektrisch, aber zwischen zwei Nervenzellen kommen chemische Botenstoffe ins Spiel. Von diesen Botenstoffen, den sogenannten *Neurotransmittern*, gibt es im Gehirn Dutzende. Um Ihr Gedächtnis nicht überzustapazieren, konzentriere ich mich hier auf einige wenige.

- **Acetylcholin:** Dieser Botenstoff ist unerlässlich, um Informationen im Langzeitgedächtnis abzuspeichern. Der Acetylcholinpiegel ist im Schlaf deutlich erhöht, was die Theorie unterstützt, dass sich Gelerntes in bestimmten Schlafphasen tiefer in das Gedächtnis einprägt.
- **Dopamin:** Der Neurotransmitter Dopamin erfüllt im Gehirn mehrere Aufgaben. Viele Dopaminrezeptoren befinden sich in den Basalganglien, die Teil des Belohnungssystems sind. Dieses System hat großen Einfluss darauf, wie wir langfristige Entscheidungen treffen und welche Gedächtnisinhalte wir dabei berücksichtigen (Halber 2003).
- **Endorphin:** Dieser Botenstoff wird in der Regel mit dem »Endorphinkick« assoziiert, dem euphorischen Gefühl, das sich bei körperlicher Anstrengung einstellen kann. Er spielt aber auch für Lernen und Gedächtnis eine wichtige Rolle.
- **GABA (γ-Aminobuttersäure):** Das ist ein hemmender Neurotransmitter, der das Gehirn vor Überstimulierung schützt. Ein zu niedriger Spiegel geht mit Gefühlen der Überforderung einher (Whitaker 1999).
- **Glutamat:** Dieser stimulierende Botenstoff aktiviert Systeme, die an Lern- und Gedächtnisprozessen beteiligt sind.
- **Noradrenalin:** Das Gehirn braucht Noradrenalin, um neue Gedächtnisinhalte abzuspeichern und ins Langzeitgedächtnis zu verfrachten. Noradrenalin ist der wichtigste stimulierende Neurotransmitter und beeinflusst Motivation, Aufmerksamkeit und Konzentration.
- **Serotonin:** Serotonin ist ein beruhigender Neurotransmitter. Er spielt eine wichtige Rolle für die Steuerung von Lernen und Gedächtnis, aber auch von Appetit und Körpertemperatur. Ein niedriger Serotoninspiegel führt zu Schlaflosigkeit und Niedergeschlagenheit, aggressivem Verhalten und erhöhter Schmerzempfindlichkeit. Ein ausgeglichener Serotoninhaushalt wirkt sich positiv auf die Aufmerksamkeit und das Treffen guter Entscheidungen aus.

Gedächtnisinhalte werden in neuronalen Netzen gespeichert, die chemisch über Neurotransmitter miteinander kommunizieren.



Auf der Suche nach dem Gedächtnis

Das sensorische Gedächtnis

Jede Information, die das Gehirn erreicht, stammt von einem unserer fünf Sinne: Geschmackssinn, Geruchssinn, Sehvermögen, Hörvermögen oder Tastsinn. Sinnesindrücke sind flüchtig; sie währen nur Sekunden – gerade lang genug, dass unser Gehirn das Erlebte wahrnehmen kann. Nachdem der Thalamus neue Eindrücke an den jeweiligen Assoziationscortex weitergeleitet hat, gelangen sie zurück in das Areal des Hippocampus, wo die Wahrnehmungen wieder zusammengeführt werden, damit ein Gesamteindruck entsteht. Wenn wir diesem Gesamteindruck unsere Aufmerksamkeit zuwenden, dann geht er in die nächste Stufe des Gedächtnisprozesses über, das Kurzzeitgedächtnis (Arden 2008).

Das Kurzzeitgedächtnis

Wenn wir Sinnesindrücken bewusst unsere Aufmerksamkeit widmen, können wir sie ungefähr 20 Sekunden lang festhalten. Manchmal wird zwischen Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis nicht weiter unterschieden. Im engeren Sinn bezeichnet »Kurzzeitgedächtnis« den Prozess, mit dessen Hilfe wir die Telefonnummer eines Restaurants lang genug im Kopf behalten können, bis wir sie gewählt haben. Werden wir bei diesem Prozess gestört, dann vergessen wir die Nummer und müssen sie noch einmal nachschlagen. Das Kurzzeitgedächtnis kann bis zu sieben Informationseinheiten ungefähr 20 Sekunden lang speichern.

Das Arbeitsgedächtnis

Das Arbeitsgedächtnis verschafft uns den Raum und die Zeit, Informationen aus dem Kurzzeitgedächtnis zu holen und zu verarbeiten, die wir für komplexe kognitive Aufgaben benötigen (Baddeley 1999). Wenn es gelingt, die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses von Schülern zu erhöhen, so schneiden sie bei standardisierten Tests besser ab (Klein und Boals 2001). Oft greift das Arbeitsgedächtnis auf Inhalte des Langzeitgedächtnisses zurück, um neue Informationen mit bereits Gelerntem in Beziehung zu setzen. Im Arbeitsgedächtnis können Informationen stunden-, tage-, ja wochenlang gespeichert werden. Damit diese Informationen im Langzeitgedächtnis abgelegt werden, müssen wir sie in irgendeiner Weise mit Bedeutung erfüllen. Anders ausgedrückt: Im Gehirn muss eine Verbindung zwischen neuen Inhalten und bereits gespeicherten hergestellt werden.

Im Unterricht nutzen unsere Schüler ihr Arbeitsgedächtnis, um Mathematikaufgaben zu lösen, Aufsätze zu schreiben und Geschichten und Texte zu lesen. Sie haben

verschiedene Informationen im Kopf und verarbeiten diese, um neue Gedanken zu entwickeln, Hypothesen zu formulieren und Probleme zu lösen.

Das Langzeitgedächtnis

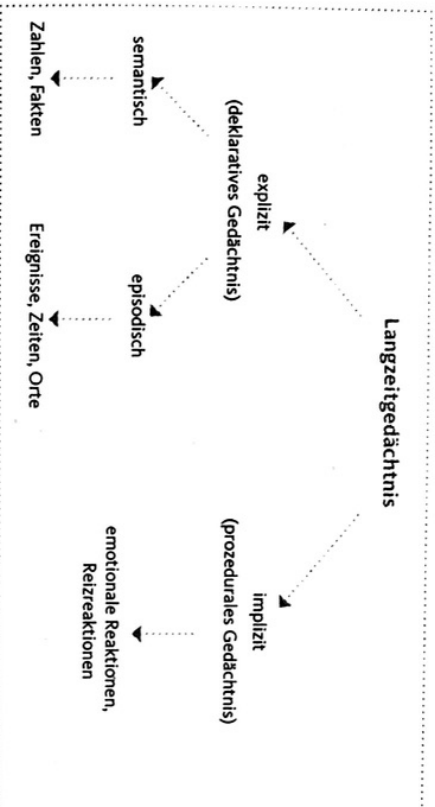


Abb. 28: Funktionen des Langzeitgedächtnisses

Eine Information gilt als langfristig abgespeichert, wenn ein detailliertes Abbild von ihr fest im Gedächtnis verankert ist. Solche Gedächtnisinhalte sind dauerhaft. Voraussetzung dafür ist, dass in unserem Gehirn ein neuronales Netz aufgebaut und oft genug benutzt wird, dass es leicht aktiviert werden kann, um die Information abzurufen.

Was geschieht mit völlig neuen Informationen? Was, wenn es keinerlei Vorwissen gibt, mit denen sie verknüpft werden könnten? Diese Frage höre ich häufig. Neue Inhalte können auf unterschiedlichen Wegen ins Langzeitgedächtnis überführt werden. Beispielsweise ist es hilfreich, Informationen mit Musik oder Bewegungen zu verknüpfen. Eine starke emotionale Komponente kann dafür sorgen, dass etwas nicht vergessen, sondern gespeichert wird. Manchmal können Informationen besser erfasst und gespeichert werden, wenn wir Gemeinsamkeiten und Unterschiede hervorheben.

Um komplexe kognitive Aufgaben zu lösen, brauchen unsere Schüler Zugang zu einer großen Menge an Wissen. Aufgaben, bei denen es um Textverständnis oder komplexe Verfahren geht, stellen hohe Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis. Das Arbeitsgedächtnis ist also mehr als nur vorübergehend gespeicherte Informationen, sondern greift auch auf Informationen zurück, die zu einem früheren Zeitpunkt im Langzeitgedächtnis gespeichert worden sind. Wenn ein Schüler beispielsweise eine Ge-

schichte liest, muss er die bereits eingeführten Personen vor Augen haben, damit er versteht, auf wen sich ein Pronomen bezieht. Außerdem muss er über Kontextinformationen verfügen, um die Informationen in dem Satz, den er gerade liest, in das bereits Gelesene integrieren zu können. Dabei interagieren Langzeit- und Arbeitsgedächtnis.

Das Langzeitgedächtnis kann man in zwei Bereiche einteilen: in das explizite und das implizite Langzeitgedächtnis. Diese Bereiche lassen sich weiter unterteilen nach bestimmten Arten von Gedächtnisinhalten (siehe Abb. 28).



Damit Gedächtnisinhalte dauerhaft gespeichert werden, müssen sie mehrere Prozesse durchlaufen

Das explizite Gedächtnis

Immer dann, wenn wir uns zum Ausüben einer Tätigkeit bewusst eine frühere Erfahrung in Erinnerung rufen müssen, bedienen wir uns des expliziten Gedächtnisses (Graf und Schacter 1985). Vielleicht kann man diesen Teil des Gedächtnisses besser verstehen, wenn man ihn sich als *direktes* Gedächtnis vorstellt (Baddeley 1999). Das explizite Gedächtnis besteht aus bewusst gelernten, dauerhaft gespeicherten Informationen. Es umfasst das semantische Gedächtnis ebenso wie das episodische. Obwohl die Inhalte in beiden Fällen über die gleiche Hirnstruktur gelernt werden, den Hippocampus, handelt es sich um unterschiedliche Gedächtnisformen. Offenbar sendet der Hippocampus bestimmte Informationsmuster so oft, bis sie im zuständigen Areal des Neocortex dauerhaft verankert sind.

Für Pädagogen ist es wichtig, den Unterschied zwischen dem episodischen und dem semantischen Gedächtnis zu kennen. Tulving (1999) zufolge hat das *episodische* Gedächtnis mit Erinnern zu tun, das *semantische* dagegen mit Wissen. Sich an etwas zu erinnern setzt grundsätzlich voraus, dass man es weiß, aber wenn man etwas weiß, heißt das nicht automatisch, dass man sich daran erinnert. Wir können uns beide Gedächtnisformen zunutze machen, um unseren Schülern dabei zu helfen, bessere Leistungen zu erzielen. Beide Arten von Gedächtnis können durch eine Vielfalt unterschiedlicher Sinneseindrücke gefördert, ihr Inhalt über viele verschiedene Wege abgerufen werden.

Sowohl im semantischen wie auch im episodischen Gedächtnis sind Fakten gespeichert, die wir bewusst wiedergeben können. Man spricht deshalb auch vom *deklarativen Gedächtnis* (Bourchouladze 2002).

Das episodische Gedächtnis

Tulving (1985) bezeichnet das episodische Gedächtnis als *autonoetisch*, was so viel heißt wie »von sich selbst wissend«. Diese Art von Gedächtnis umfasst Orte und Be-

schreibungen von Menschen und Ereignissen. Die hier gespeicherten »Episoden« sind Geschichten mit einem Anfang und einem Ende, bei denen Zeit und Ort eindeutig definiert sind. Es sind Ereignisse in der Vergangenheit, an die wir uns bewusst erinnern können. Die Inhalte des episodischen Gedächtnisses werden über den Hippocampus abgespeichert. Dort werden die verschiedenen Ereignisse, Erfahrungen und Orte katalogisiert.

Eine Studie an Taxifahrern in London gibt Hinweise darauf, wie wir auf unser Gehirn Einfluss nehmen und neue Gedächtnisinhalte hinzufügen können. Bevor man in London Taxi fahren darf, muss man sich zwei Jahre lang vorbereiten – und jede Straße, jeden Platz, jede Sehenswürdigkeit, jedes Hotel, jeden Club innerhalb eines Zehn-Kilometer-Radius rund um Charing Cross lernen. Die entsprechende Prüfung heißt schlicht »The Knowledge« und gilt als eine der anspruchsvollsten Prüfungen der Welt. Aufnahmen der Gehirne von Taxifahrern zu Beginn und am Ende der Vorbereitungszeit zeigen, dass der Hippocampus innerhalb dieser zwei Jahre größer wurde. Mit zunehmender Fahrpraxis veränderten sich die Gehirne der Fahrer weiter (Thomas 2000).

Das episodische Gedächtnis ist kontextabhängig. Wenn wir etwas an einem bestimmten Ort lernen, so haben Studien gezeigt, dann können wir es am gleichen Ort leichter abrufen (Baddeley 1999).

Das semantische Gedächtnis

Das semantische Gedächtnis ist *noetisch* (»wissend«, bewusst). Sein Inhalt ist nicht notwendigerweise an Zeit und Raum gebunden, sondern kontextunabhängiges Wissen über Fakten, Sprache oder Begriffe. Gespeichert wird er ebenfalls über den Hippocampus. Da diese Hirnregion zu klein ist, um alle im semantischen Gedächtnis abgelegten Informationen zu speichern, gibt sie diese an das zuständige Areal im Neocortex weiter. Dieser Prozess braucht Zeit (und Schlaf). Außerdem katalogisiert der Hippocampus die Informationen, damit sie leicht abgerufen werden können. Die meisten Forscher sind der Ansicht, dass der Hippocampus ab einem bestimmten Punkt nicht mehr benötigt wird, um auf die Gedächtnisinhalte zuzugreifen. Bis es so weit ist, können allerdings Tage, Monate oder sogar Jahre vergehen (Siegel 2006).

Die Inhalte des semantischen Gedächtnisses werden nicht auf einmal gelernt, sondern durch Wiederholung. Gelernt werden ausschließlich die Informationen, sind sie einmal im Gedächtnis verankert, vergessen wir in der Regel, wie und wann wir sie gelernt haben.

Unser Bildungssystem arbeitet hauptsächlich mit dem expliziten Gedächtnis.



Das implizite Gedächtnis

Das implizite Gedächtnis wird manchmal auch als *nicht deklaratives* Gedächtnis bezeichnet. Im Gegensatz zu zielgerichtetem, explizitem Lernen erfolgt implizites Lernen beiläufig und unbewusst. Es handelt sich um *indirektes* Lernen (Baddeley 1999). Manche dieser Gedächtnisinhalte waren zunächst explizit, wurden dann aber durch Wiederholung implizit. Ein Beispiel: Bei einem Prozess wie dem Autofahren rufen wir uns nicht gezielt die Anweisungen unseres Fahrlehrers ins Bewusstsein. Neben dem prozeduralen Wissen gehören zum impliziten Gedächtnis auch emotionale Reaktionen, Fähigkeiten und Gewohnheiten sowie Reizreaktionen:

- **Das prozedurale Gedächtnis:** Das ist unser »praktisches« Gedächtnis. Es ist zeitlos und funktioniert, ohne dass wir uns bewusst an das Gelernte erinnern. Obwohl es gelegentlich als motorisches Gedächtnis bezeichnet wird, beinhaltet es nicht nur Bewegungsabläufe (Levine 2002). An dieser Gedächtnisform sind die Basalganglien und das Kleinhirn beteiligt.
Im prozeduralen Gedächtnis werden Abläufe gespeichert, die wir häufig wiederholen. Das können Bewegungsabläufe sein, wie Fahrrad zu fahren oder einen Schuh zu binden, oder auch mentale Abläufe, wie das Erzählen einer Geschichte vom Anfang bis zum Ende oder die Anwendung eines wissenschaftlichen Verfahrens.
So haben wir uns angewöhnt, »Bitte« und »Danke« zu sagen, indem wir gelernt haben, was unsere Gesellschaft als höfliche Umgangsformen erachtet.
- **Das emotionale Gedächtnis:** Wenn wir uns die Amygdala in der Mitte des Gehirns noch einmal anschauen, so fällt auf, wie nah sie am Thalamus liegt. Einige sagen, beide seien nur ein einziges Neuron voneinander entfernt (Goleman 1996). Das impliziert, dass der emotionale Bereich unseres Gehirns eingehende Informationen sehr schnell filtert – noch bevor sie in den Neocortex gelangen, wiedererkannt und weiterverarbeitet werden können. Informationen, die eine emotionale Reaktion auslösen, werden daher von der Amygdala geprüft und gespeichert. Die Amygdala reagiert also auf emotionsebefrachte Informationen, ohne dass uns das überhaupt bewusst wird.
- **Reizreaktionen:** Bei einer Reizreaktion handelt es sich um eine reflexartige Reaktion auf einen ganz bestimmten Reiz. Etwa so, wie man automatisch seine Hand von einer heißen Herdplatte nimmt. Oder wie man unwillkürlich »Gesundheit« sagt, sobald jemand niest. Wenn wir unseren Schülern Gegensatzpaare beibringen, dann werden diese häufig ebenfalls »automatisiert«. Ich sage »heiß«, und die Schüler antworten »kalt«. Weitere Beispiele für diese Art des Lernens sind Lernkarten oder Rap-Songs (Jensen 1998).

Das implizite Gedächtnis ist unter Umständen leistungsfähiger und dauerhafter als das explizite Gedächtnis.

