

Gedächtnis und Wissen

| 7

Inhalt

- 7.1 **Einprägen und Vergessen**
Einprägen als psychische Abbildung der Wirklichkeit
Lern- und Vergessenskurven
Vergessenstheorien

- 7.2 **Kurzzeitspeicherung**
Ultrakurzzeitgedächtnis (UKZG) – Sensorisches Gedächtnis (SG)
Kurzzeitgedächtnis (KZG)
Arbeitsgedächtnis

- 7.3 **Langzeitspeicherung**

- 7.4 **Komponenten des Langzeitgedächtnisses**

- 7.5 **Stadien der Gedächtnisbildung**
Aufnahme von Wissen (Enkodierung, Akquisition)
Festigung von Wissen
Abruf von Wissen

- 7.6 **Gedächtnisregeln**

- 7.7 **Die PQ4R-Methode**

Welche Informationen in welcher Form gespeichert sind, wie lange die Einprägungen gespeichert bleiben und wie die Speicherinhalte wieder reproduziert werden können, sind Grundfragen der Gedächtnisforschung. Sehr allgemein kann **Gedächtnis** als jene Instanz eines biologischen Systems verstanden werden, die die Aufgabe hat, verfügbare Information zu speichern und wiederzugeben. Da Gedächtnisprozesse schon beim Verhaltenslernen die Grundlage

Merksatz

Gedächtnis ist die mentale Fähigkeit, Informationen aufzunehmen, zu speichern und wiederzugeben.

bildeten, stellt dieses Kapitel sozusagen die Fortsetzung des vorigen Kapitels über das Lernen dar und richtet den Blick auf spezifische Aspekte der Informationsspeicherung, die im Alltag besonders im Zusammenhang mit Wissen interessant sind. Die gleichen Gesetzmäßigkeiten gel-

ten jedoch grundsätzlich auch – sofern nicht ausdrücklich differenziert wird – für das implizite Wissen, welches nicht verbal abrufbar ist, sondern sich nur in Verhaltensänderungen manifestiert (Buchner & Brandt, 2002).

7.1 | Einprägen und Vergessen

7.1.1 | Einprägen als psychische Abbildung der Wirklichkeit

Als biologischer Zweck des Lernens im Allgemeinen und des **Einprägens** von Wissen im Besonderen kann die Entwicklung organismus-interner Modelle von Lebensumwelten gelten, die damit besser vorhergesagt und kontrolliert werden können. Die Speicherkapazität des Gehirns wäre jedoch überfordert, wenn die gesamte über die Sinne einströmende Informationsmenge (ca. 10^9 bit/s; Keidel, 1963) dauerhaft eingeprägt werden müsste (das wären ca. 57,6 Terabyte an einem 16-Stunden-Tag).

Es haben sich daher im Laufe der evolutionären Entwicklung im Nervensystem viele Filtermechanismen und Speicherstrategien herausgebildet, die auf eine sparsame und dennoch leistungsfähige Informationsverarbeitung abzielen. Diese besteht im Wesentlichen darin, dass aus den wechselnden Erscheinungsweisen unserer Wirklichkeit weitgehend konstante räumliche oder zeitliche Muster extrahiert werden, die in gespeicherter Form für die Selektion und Klassifikation von Ereignissen eingesetzt werden. Solche Muster betreffen Konfigurationen von Merkmalen (*Gestalten*), regelmäßige Aufeinanderfolgen von Reizen und Reaktionen bzw. Reiz-Reiz- und Reiz-Reaktions-Kombinationen (*Konditionierungen*), Ketten von Verhaltenselementen (*Fertigkeiten*) und abstrakte geistige Ordnungen (*Begriffe*, *Schemata* oder *Schlussfolgerungen*). „Gegeben ist jeweils die Erfahrung (also eine Teilmenge aller möglichen Erfahrungen der Realität), und gesucht (d.h. für den Organismus zu lernen) ist

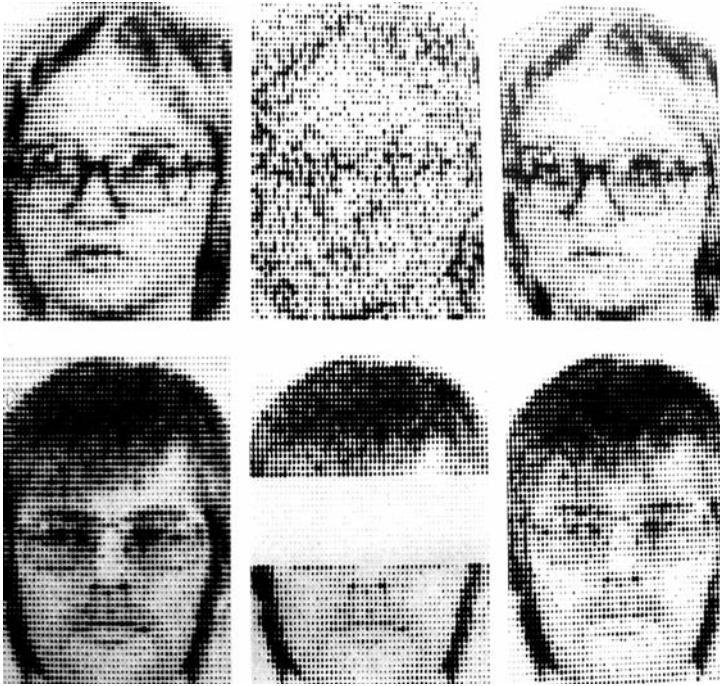
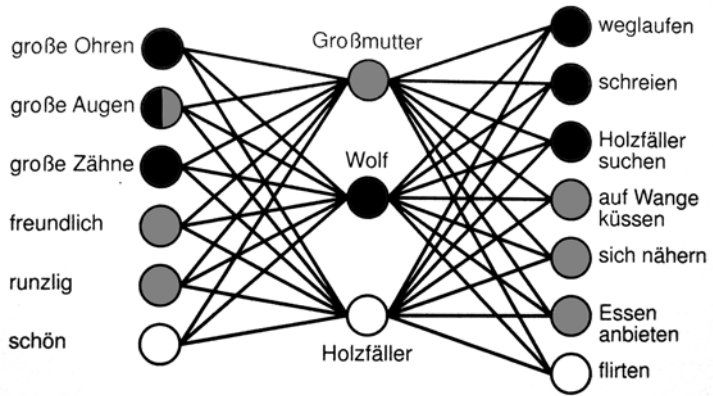


Abb 7.1

In sogenannten assoziativen Netzwerken („Hopfield-Netzwerke“), einer speziellen Form künstlicher neuronaler Netzwerke, kann jedes Element mit jedem anderen Verbindungen aufbauen. Dies geschieht durch Einsatz der „Hebb’schen Lernregel“, nach welcher die wechselseitige Aktivierung zweier Neuronen in dem Maße gefördert wird, in dem sie zuvor gleichzeitig aktiviert waren. Werden nun verschiedene Bilder in Form von Neuronenaktivitätsmustern wiederholt eingegeben (z.B. Gesichter), dann speichert das Netz die inputcharakteristischen Hell-Dunkel-Muster (linke Bilder). Nach dem Lernprozess kann das Netzwerk auch bei reduzierter Informations-eingabe (z.B. bei einem Fragment oder einer groben Bildstörung wie hier in der Mitte) das wahrscheinlichste Bild erzeugen (Bilder rechts). Die in einem künstlichen neuronalen Netzwerk maximale Zahl fehlerfrei speicherbarer unterschiedlicher Konfigurationen liegt etwa bei 13–15 % der Neuronenzahl. In ähnlicher Weise könnten auch Vorstellungsleistungen des Gehirns zustande kommen (Palm, 1988).

die für den Organismus beste Abbildung der Realität“ (Spitzer, 1996, 58). Wie von McClelland, McNaughton und O’Reilly (1995) hervorgehoben wird, hat diese Zielsetzung starke Ähnlichkeit mit der Schätzung von Parametern (z.B. von Mittelwerten) in der Statistik (s. Kap. 3).

Abb 7.2



Jones und Hoskins (1987) trainierten ein neuronales Netzwerk mit einer Input- und einer Outputschicht auf das Verhalten von Rotkäppchen im Wald: Hat jemand große Ohren, große Augen und große Zähne („Wolf“), dann sollte es weglaufen, schreien und den Holzfäller suchen; ist hingegen jemand freundlich, runzlig und hat ebenfalls große Augen („Großmutter“), dann sollte es sich nähern, auf die Wange küssen und Essen anbieten. Wenn nun bei einem solchen künstlichen neuronalen Netzwerk zwischen Input- und Outputschicht eine weitere Schicht Neuronen („hidden layer“) eingezogen und das Netzwerk in obiger Weise (ebenfalls wieder durch Fehlerrückmeldungen) trainiert wird, dann bilden sich in den Zwischenneuronen die zu lernenden Eigenschaftskonfigurationen auch begrifflich ab.

Viele dieser Leistungen biologischer Speicher können mittels künstlicher neuronaler Netzwerke (s. 6.4) erforscht werden, so etwa durch Simulation von **Vorstellungen** (Abb. 7.1), von **Eigenschaftsräumen** im Kortex, von Reiz-Reaktions-Prozessen (Abb. 7.2) oder von **Klassifikationsprozessen** (Abb. 7.2).

7.1.2 | Lern- und Vergessenskurven

Nach welchen Kriterien arbeitet nun ein **biologischer Speicher**, um aus dem enormen Informationsinput jene stabilen Gesetzmäßigkeiten einzuprägen, die biologische Relevanz besitzen (s. 6.2), sowie hinreichend genau und trotzdem modifizierbar sind?

Da zu speichernde Erfahrungen und Wissensinhalte umso größere Lebensrelevanz besitzen, je häufiger sie in Erlebnisfolgen vorkommen, lösen dichte Wiederholungen von Erfahrungen einen ra-

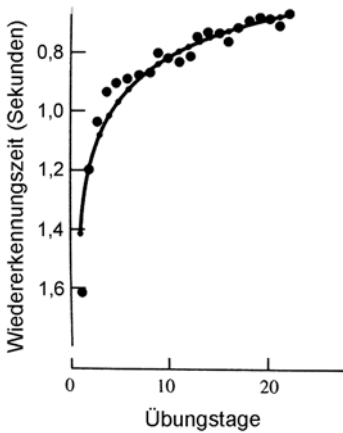


Abb 7.3

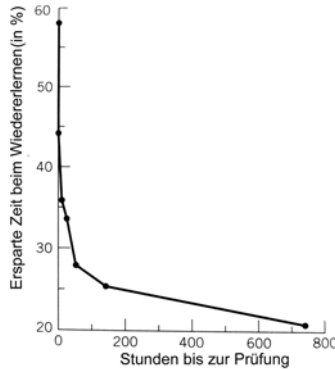
In einem Experiment von Pirolli & Anderson (1985) lernten Versuchspersonen über 25 Tage hinweg je zwei Stunden pro Tag 15 einfache Sätze, wie etwa „Der Doktor hasste den Rechtsanwalt“, „Der Matrose erschoss den Friseur“ usw. Überprüft wurde das Wissen täglich durch Vorgabe von korrekten Sätzen und solchen, die aus den Elementen der Lernsätze neu gebildet worden waren (z.B. „Der Doktor erschoss den Friseur“). Gemessen wurde die Zeit, wie schnell die Probanden mit Knopfdruck entscheiden konnten, ob der Satz zum Lernmaterial gehörte oder nicht. Die Reaktionszeit (Z) – als inverses Lernkriterium – nahm mit der negativen Potenz der Übungstage (T) ab: $Z = 1,40 \cdot T^{-0,24}$ (die Y-Achse ist zwecks Illustration des Lernfortschrittes umgedreht).

schen Lernprozess aus. Tatsächlich lässt sich sowohl bei einfachen als auch bei komplexen Lernvorgängen (z.B. Silbenlernen, Addieren, mathematisches Beweisen, schriftstellerische Fertigkeit) der erzielte Lernfortschritt mittels einer positiven Potenzfunktion beschreiben ($0,0 < \text{Exponent} < 1,0$; Anderson, 2000). Dieses **Potenzgesetz des Lernens** („power law of learning“; Newell & Rosenbloom, 1981) besagt, dass erste Wiederholungen von gleichartigen Erfahrungen relativ schnell zur Einprägung führen und die nachfolgenden immer langsamer (Abb. 7.3).

In analoger Weise sollte nach den erwähnten Speicherprinzipien die Löschung von „statistisch unnützen“ Einprägungen erfolgen, das sind solche, die nicht durch besondere Speicherfaktoren, wie zum Beispiel durch Aktivierung oder Emotionalität gefestigt werden. Tatsächlich lässt sich bei vielen Lerninhalten auch der Vergessenprozess annähernd durch eine Potenzfunktion charakterisieren – nun aber mit negativem Exponenten (Abb. 7.4).

Dieses **Potenzgesetz des Vergessens** („power law of forgetting“) bedeutet, dass eingeprägte Gedächtnisinhalte anfangs sehr rasch und dann immer langsamer vergessen werden. Der biologische Speicher hat also die Tendenz, alles wieder zu löschen, was nicht per-

Abb 7.4



Der Begründer der Gedächtnisforschung, Hermann Ebbinghaus (1850–1909), lernte dreizehn „sinnlose Silben“ (z.B. DAX, TUF, NUP) auswendig, bis er sie zweimal fehlerfrei aufsagen konnte. Dann testete er, wie viel der ursprünglichen Lernzeit (in Prozenten) er sich ersparte (E), wenn er zu verschiedenen Zeitpunkten danach (S) die Liste wieder fehlerfrei lernen wollte. Diese „Vergessenskurve“ lässt sich, wie viele andere auch, als Potenzfunktion darstellen: $E = 47,56 \cdot S^{-0,126}$.

Merksatz

Die Geschwindigkeit des Einprägens und Vergessens von Lerninhalten kann in vielen Fällen durch positive bzw. negative Potenzfunktionen beschrieben werden.

manent in seiner Lebensrelevanz bestätigt wird. Anderson (2000, 233) sieht die Ursache für diese schnelle Vergessensbereitschaft in der evolutionären Anpassung des Gedächtnissystems an die jeweilige „statistische Struktur der Realität“. Als Indiz

für diese Annahme führt er die Themen in den Headlines von Zeitungen an, deren Wahrscheinlichkeit, an einem bestimmten Tag in der Zeitung vorzukommen, sich relativ exakt über die (negative) Potenzfunktion ihres Erscheinens in vorangegangenen Zeitungsausgaben errechnen lässt.

Bei verschiedenen Beeinträchtigungen des Gehirns (z.B. durch Traumen, Infarkte, Drogenmissbrauch, Mangelernährung etc.) zeigen sich massive Gedächtnisausfälle (Pritzel et al., 2003). So etwa kann chronischer Alkoholmissbrauch zu einer Mangelernährung (Vitamin-B1-Mangel) und dieser zu einer Gehirnschädigung führen. Bei diesem sogenannten **Wernicke-Korsakoff-Syndrom** treten neben anderen Symptomen (Bewegungs-, Denk- und Sprechstörungen) relativ massive Gedächtnisausfälle bzw. **Amnesien** auf. Die Erinnerungsstörungen reichen dabei sowohl in die Vergangenheit, z.B. erkennt der Patient berühmte Persönlichkeiten nicht wieder („retrograde Amnesie“), als auch in die Zukunft, sodass keine neuen Erlebnisse mehr eingepägt werden können („anterograde Amnesie“). Allerdings betrifft diese Merkstörung nur das *explizite*, nicht

Amnesie: Gedächtnisverlust, der durch Verletzung, Krankheit, Drogenmissbrauch oder andere Gehirnbeeinträchtigungen hervorgerufen werden kann.

Amnesie

| Box 7.1

Eine operative Entfernung der *Hippocampi* (basale Anteile des *Limbi-schen Systems*) hat eine (anterograde) Amnesie zur Folge. Ein bekanntes Beispiel ist der zu zweifelhafter Berühmtheit erlangte Patient H. M., dem wegen schwerer epileptischer Anfälle Teile beider Temporallappen entfernt worden waren, mit der Folge einer vollständigen und dauerhaften Einprägungsstörung – bei ansonsten erhaltender Intelligenz (Milner, 1954, 1970). Ab dem Zeitpunkt der Operation konnte sich der Patient an keine neuen Eindrücke mehr erinnern, wie etwa an den späteren Tod seines Vaters, an die neue Adresse seiner Familie oder an neue Bekanntschaften. Nach Aussage des Patienten konnte jeder gegenwärtige Moment klar erlebt werden, er sagte aber, er wisse überhaupt nichts darüber, was zuvor passiert sei, sodass er den Eindruck hätte, gerade aus einem Traum erwacht zu sein. Interessanterweise konnten aber weiterhin andere kognitive Leistungen (wie z.B. Gesellschaftsspiele) und Fertigkeiten erlernt werden, wenn auch die Situation des Erlernens selbst jeweils nicht mehr erinnert wurde (s. dazu Birbaumer & Schmidt, 1991).

aber das *implizite Gedächtnis*, sodass gelernte Vokabeln zwar nicht reproduziert oder wiedererkannt werden, aber bei teilweiser Darbietung der Worte zumindest richtig ergänzt werden können (im „Wortergänzungstest“).

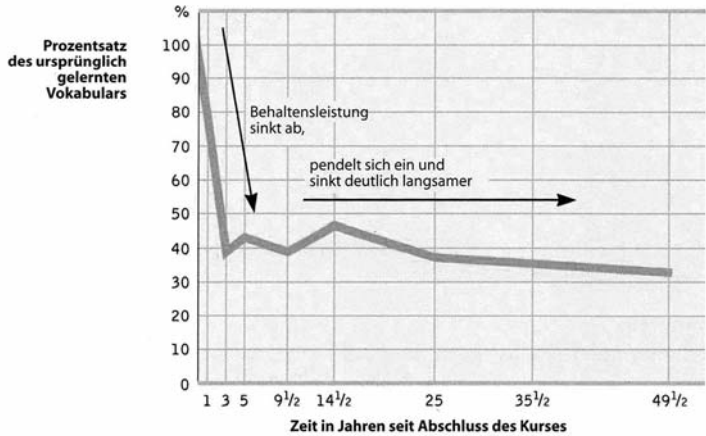
Vergessenstheorien

| 7.1.3

In der psychologischen Fachliteratur werden für Vergessensprozesse (Abb. 7.5) im Wesentlichen drei Arten von Ursachen angeführt:

1. **Verfall:** Ebenso wie bei physikalischen Speichern mit der Zeit die Magnetisierung schwächer wird, nimmt auch in biologischen Systemen mit der Zeit die Ausprägungsstärke von Nervenver-

Abb 7.5



Bahrck (1984) überprüfte die Vokabelkenntnisse von High-School- und Collegeabsolventen nach einem Spanischkurs über viele Jahre hinweg. Drei Jahre nach dem Kurs beherrschen Testpersonen nur mehr etwa 40 % der Vokabeln, dann aber blieb das Wortschatzniveau über viele Jahrzehnte weitgehend gleich, um 50 Jahre danach immer noch bei 30 % zu liegen.

bindungen ab. Dieser Zerfall von nervösen Gedächtnisspuren im Gehirn („Engrammen“) kann als Folge des neuronalen Stoffwechsels, des Absterbens von Nervenzellen oder von unsystematischen Stör- und Wechselwirkungen im Nervensystem erklärt werden.

2. **Interferenzen:** Im Zentralnervensystem werden überaus große Mengen von Information sowohl zeitgleich (aus verschiedenen Sinnessystemen) als auch nacheinander gespeichert, sodass sich Informationsanteile überlappen und wechselseitig beeinflussen. Solche Interferenzen sind dann geringer, wenn zwischen den verschiedenen Speicherprozessen Pausen gemacht werden oder die einzelnen Lernmaterialien nicht verwechselbar sind, damit deren „postmentale“ Erregungen (Rohracher, 1968) sich in Ruhe, nämlich ungestört durch weitere Speicherprozesse, *konsolidieren* können (s. 7.5.2).

interferieren: sich überlagern

3. **Abrufstörung:** Auch wenn Wissensinhalte optimal aufgenommen und gut gefestigt sind, können sie oft nicht wiedergegeben werden. Dies ist dann der Fall, wenn zwischen Abrufinhalten (z.B. der Art der Fragen) und gespeicherten Wissensinhalten keine passenden assoziativen Verknüpfungen vorhanden sind. Ein gutes Beispiel dafür ist das „Tip-of-the-tongue“-Phänomen, bei dem einem ein Wort „auf der Zunge liegt“. Am leichtesten gelingt der Abruf aus dem Gedächtnis dann, wenn der **Kontexteffekt** stark ist, das heißt, wenn zwischen der Situation des Einprägens und jener der Prüfung eine möglichst große Übereinstimmung der psychischen und physischen Merkmale gegeben ist (Abb. 7.6).

Merksatz

Vergessen wird im Wesentlichen auf drei Ursachen zurückgeführt: 1. Zerfall des neuronalen Engramms, 2. Interferenzen zwischen Speicherungen, 3. Abrufstörung.

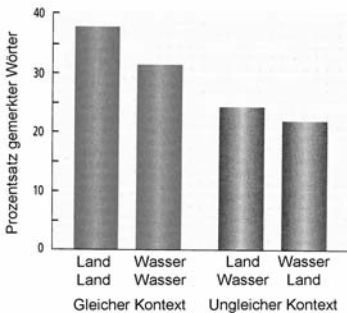


Abb 7.6

Im Experiment von Godden und Baddeley (1975) hatten Taucher Listen von Worten sowohl an Land als auch im Wasser zu lernen. Geprüft wurden sie im jeweils gleichen oder in verschiedenem Kontext. Die Reproduktionsleistungen waren bei Übereinstimmung zwischen Lern- und Prüfsituation um 10–12 % der Gesamtlernleistung besser als bei Nichtübereinstimmung.

Ultrakurzzeitgedächtnis (UKZG) – Sensorisches Gedächtnis (SG)

7.2.1

Wenn wir intensiven visuellen oder akustischen Wahrnehmungen ausgesetzt sind, kommt es danach häufig noch zu Nachbildern bzw. Nachklängen. Dies lässt erkennen, dass die aufgenommene Information in den primären sensorischen Gehirnarealen kurzfristig gespeichert bleibt, sie wird aber zumeist durch die nachfolgenden Wahrnehmungen überdeckt („maskiert“) und somit schnell wieder gelöscht.

Forschungen zum ultrakurzen, sensorischen Gedächtnis beschränken sich weitgehend auf den visuellen und den akustischen Sinn. Experimente von Sperling (1960) zum (visuellen) **ikonischen Gedächtnis** zeigen, dass dessen Speicherkapazität zwar relativ groß ist, seine Dauer aber bei den meisten Menschen nicht mehr als 0,5 Sekunden beträgt. Vom (akustischen) **echoischen Gedächtnis** nimmt man an, dass es bis in den Sekundenbereich reicht, sodass es sich nur unscharf vom stabileren *Kurzzeitgedächtnis* abgrenzen lässt. Die Sonderbegabung weniger Personen, optische Wahrnehmungseindrücke auch noch nach vielen Sekunden detailreich aus der Vorstellung wiedergeben zu können, nennt man **Eidetik** oder **fotografisches Gedächtnis** (Abb. 7.7). Untersuchungen aus der Frühzeit der Psychologie lassen vermuten, dass diese Fähigkeit bei Kleinkindern stärker ausgeprägt ist als bei Erwachsenen und mit der Zunahme des begrifflichen Denkens verloren geht.

Merksatz

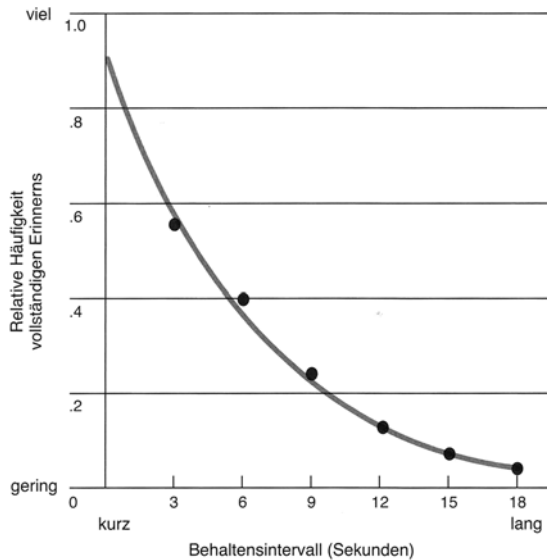
Das sensorische Gedächtnis oder Ultrakurzzeitgedächtnis hat zwar eine hohe Speicherkapazität, vermag aber im Allgemeinen die Speicherinhalte nur maximal eine Sekunde zu behalten.

Kurzzeitgedächtnis (KZG)

7.2.2

Die spontane Aufrechterhaltung von Bewusstseinsinhalten über eine Zeitspanne von bis zu zehn Sekunden (Abb. 7.8) wird der Leistung des Kurzzeitgedächtnisses zugerechnet. Dies ist zumeist auch jene Zeitspanne, innerhalb derer Bewusstseinsinhalte noch als „gegenwärtig“ erlebt werden („Präsenzzeit“). Was die genaue zeitliche Erstreckung des Kurzzeitgedächtnisses betrifft, so variieren die

Abb 7.8



Im Experiment von Peterson und Peterson (1959) wurden Probanden einzelne Dreierkombinationen von Konsonanten zum Merken dargeboten (z.B. FCV, RNL) und danach zu verschiedenen Zeitpunkten geprüft. Damit die Versuchspersonen die Triplets in der Zwischenzeit nicht wiederholen konnten, mussten sie währenddessen dreistellige Zahlen nach rückwärts zählen („Distraktoraufgabe“). Bis zu einer Dauer von vier Sekunden konnten 50 % der bedeutungslosen Triplets noch vollständig erinnert werden.

Angaben darüber in der psychologischen Literatur beträchtlich je nach Art der Experimente und Art der Merkinhalte (Silben, Worte, Bilder, ...), nämlich von wenigen Sekunden bis zu einer halben Minute (vgl. Herkner, 1986).

Der Speicherumfang des Kurzzeitgedächtnisses kann mit etwa fünf bis neun Informationseinheiten (Miller, 1956: „magical number 7 ± 2 “) angegeben werden, wobei diese Einheiten sowohl elementare Inhalte (z.B. Ziffern, Objekte) als auch sogenannte **Chunks** sein können, d.h. assoziativ verbundene Konfigurationen von Einzelheiten. So etwa merkt man sich eine Auto- oder Telefonnummer etwas leichter, wenn man sie nicht als lange Ziffernfolge, sondern als Folge von zwei- oder dreistelligen Zahlen genannt bekommt (z.B. 478 – 23). Durch Bildung von Chunks (z.B. bei Zahlen: 222 – 567 – 369), für deren Zusammensetzung beliebige Gesetzmäßigkeiten gefunden werden können (Ähnlichkeit, Nähe, Zahlenrelatio-

engl. chunk: Brocken

nen, ...), ergeben sich wesentliche Einprägungserleichterungen, und zwar auch dann, wenn die einzuprägende Kombination früher bereits in anderem Zusammenhang verknüpft war (z.B. „Nine Eleven“ als Datum des Terroranschlags auf das World Trade Center).

Das KZG ist im akustischen Wahrnehmungsmodus länger ausgedehnt als im visuellen, geruchlichen oder geschmacklichen Bereich, aber es gibt von Person zu Person, je nach Begabung, Vortraining, Konzentration etc., erhebliche individuelle Unterschiede, zum Beispiel bezüglich der Merkfähigkeit für Melodien.

Wie Baddeley und Mitarbeiter (1975) nachweisen konnten, hängt die Behaltensleistung des Kurzzeitgedächtnisses nicht nur von der Menge an Informationseinheiten (*chunks*), sondern auch von deren Benennungslänge ab. Je länger die Symbolketten bzw. Worte sind, mit denen die Informationseinheiten charakterisiert sind, desto weniger können davon gemerkt werden. Vier Informationseinheiten, deren Benennung insgesamt nicht länger als etwa 1,5 Sekunden dauert, können meist zu 100 % wiedergegeben werden (Box. 7.2).

Merksatz

Die Speicherkapazität im Kurzzeitgedächtnis wird auf etwa fünf bis neun Informationseinheiten geschätzt. Wenn kein Memorieren (Wiederholen) der Merkinhalte stattfindet, sind die Inhalte des Kurzzeitgedächtnisses nach etwa fünf Sekunden zu 50 % und nach etwa 20 Sekunden zu 100 % vergessen.

Wortlängeneffekt

Da die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses begrenzt ist, wirkt sich auch die Länge der Worte oder der Benennungen für Lerneinheiten auf die (kurzfristige) Speicherleistung aus: Den Versuchspersonen im Experiment von Baddeley und Mitarbeitern (1975) wurden in verschiedenen Durchgängen jeweils fünf kurze Worte einmalig dargeboten (z.B. Tschad, Burma, Laos, Kuba, Malta), wovon sie sich sofort danach noch durchschnittlich 4,17 Worte merkten. Waren es hingegen längere Worte (z.B. Griechenland, Nicaragua, Afghanistan, Niederlande, Großbritannien), konnten nur mehr 2,8 Worte im Mittel behalten werden.

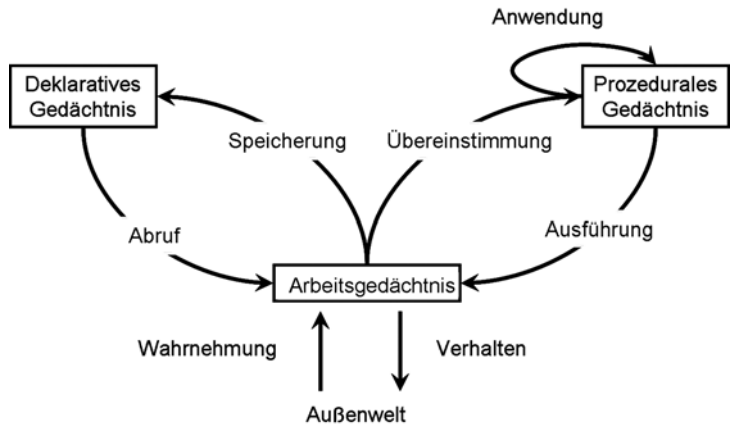
Box 7.2

7.2.3 | Arbeitsgedächtnis

In neuerer Zeit wird anstelle des Begriffs Kurzzeitgedächtnis eher das weitere Konzept **Arbeitsgedächtnis** (Computermetapher: Arbeitsspeicher) bevorzugt, in dem Informationen aus den Bereichen Wahrnehmung, Erinnerung, Emotion und Motivation zusammenfließen und entsprechend den aktuellen Handlungsanforderungen integrativ verarbeitet werden (Abb. 7.9). Baddeley (1986) formulierte drei Komponenten des Arbeitsgedächtnisses, nämlich eine sogenannte **zentrale Exekutive**, die für die Kontrolle der Aufmerksamkeit (d.h. der selektiven Aktivierung bestimmter Bewusstseinsinhalte) verantwortlich ist, eine **phonologische Schleife** und einen **visuell-räumlichen Notizblock**, die Funktionen des akustischen bzw. visuellen Memorierens erfüllen (d.h. der absichtlichen Aufrechterhaltung von Bewusstseinsinhalten im Arbeitsgedächtnis).

Die Leistungen des Arbeitsgedächtnisses werden im Wesentlichen im Frontallappen des Gehirns lokalisiert. Zugrunde liegt die

Abb 7.9 |



Das Arbeitsgedächtnis (AG) hat nach Anderson (1983a) folgende Funktionen: Es übernimmt Daten aus der Außenwelt, interpretiert diese durch Abruf von Begriffen, Fakten und Episoden aus dem deklarativen Gedächtnis und übergibt diesem erneut Daten zur Speicherung. Wenn Informationsmuster im Arbeitsgedächtnis mit Auslösern der im prozeduralen Gedächtnis gespeicherten Fertigkeiten übereinstimmen, dann werden Ausführungsimpulse an das AG rückgemeldet und dieses entscheidet, ob Verhaltensweisen ausgelöst werden. Zusätzlich können innerhalb des prozeduralen Gedächtnisses durch Verkettungen von Abläufen (Anwendungen) komplexere Wenn-dann-Produktionen erzeugt werden.

Beobachtung, dass bei Verletzungen des Frontallappens oder auch bei dessen mangelhafter Ausreifung (bei Kindern bis zum Alter eines halben Jahres) vorgegebene Objekte, die nach kurzer Betrachtung mehrere Sekunden verdeckt werden (z.B. wenn eine Spielzeugeisenbahn in einem Tunnel verschwindet), nicht am richtigen Ort erwartet werden können (mangelnde „Objektpermanenz“).

Wie schon erwähnt (Kap. 6.3) geht man inzwischen davon aus, dass das Zentralnervensystem eher einem stark verbundenen Gesamtnetzwerk gleicht („Modell des globalen Arbeitsspeichers“) als einer Ansammlung von autonomen Modulen mit streng getrennten Funktionszuweisungen. Das Ausmaß der neuronalen Aktivierung in einem Unterbereich des Gesamtnetzwerkes gibt die momentane mentale **Konzentration** auf die entsprechenden Wahrnehmungen, Gedanken, Erinnerungen oder Handlungen wieder. Aus neuropsychologischer Sicht kann daher der Arbeitsspeicher als jener fluktuierende Teilbereich des gesamten zentralen Speichernetzwerkes aufgefasst werden, dessen Neuro-nenaggregate zum jeweiligen Zeitpunkt gerade am stärksten aktiviert sind (s. auch D’Esposito & Postle, 2015).

Merksatz

Das im Vergleich zum Kurzzeitgedächtnis theoretisch weitere Konzept des Arbeitsgedächtnisses schließt neben einer zentralen Exekutive (Aufmerksamkeitssteuerung) noch zwei Untersysteme zur Zwischenspeicherung akustischer und visueller Inhalte mit ein.

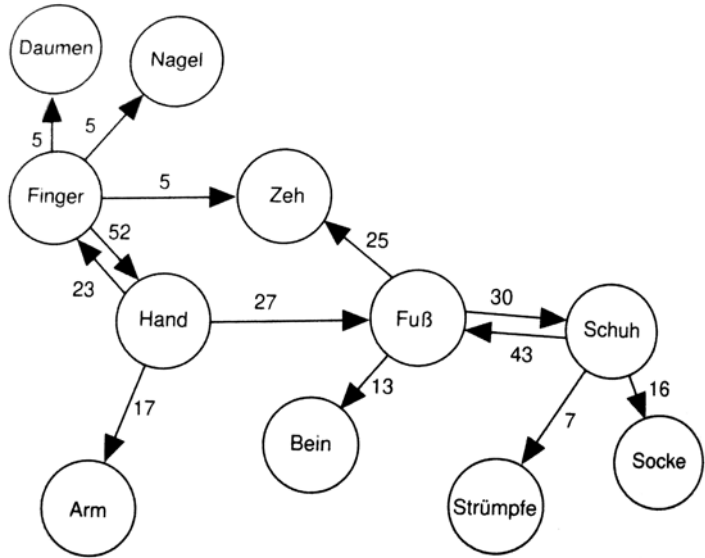
Langzeitspeicherung

| 7.3

Das **Langzeitgedächtnis** (LZG) enthält dauerhaft gespeicherte Erfahrungen und Erlebnisse, die nicht mehr im Kurzzeitgedächtnis (KZG) präsent sind bzw. aus diesem nicht mehr abrufbar sind. Darunter fallen im Allgemeinen jene Bewusstseinsinhalte, die länger als zehn Sekunden zurückliegen und nicht bewusst durch Wiederholen bzw. „Memorieren“ aufrechterhalten werden.

Bei den Speicherinhalten des LZG handelt es sich um eine nahezu unendliche Vielfalt von Informationen aus den Bereichen der Wahrnehmung, des Denkens und des Verhaltens: Gesichter, Tiere, Landschaftsformen, physikalische und chemische Gesetzmäßigkeiten, Lautgestalten und Schriftbilder von Worten und Sprachen, Melodien und Musikstücke, Gedichte, Sachverhalte und Erlebnisse, Begriffsinhalte, mathematische Algorithmen, berufliche Fertigkeit-

Abb 7.10



In einer Untersuchung an etwa tausend Studentinnen und Studenten ermittelten Palermo und Jenkins (1964) die durchschnittliche Assoziationshäufigkeit zwischen verschiedenen Begriffen. Das resultierende semantische Netzwerk illustriert die (mittleren) Wahrscheinlichkeiten, mit denen in freier Assoziation (ohne Handlungsdruck) ein bestimmter Begriff (z.B. Finger) einen anderen (z.B. Hand) ins Bewusstsein ruft (z.B. $p = 0,52$).

ten und viele andere perzeptive, geistige oder motorische Zusammenhänge. Aufgrund neuropsychologischer Forschungen darf man annehmen, dass ein Großteil der psychischen Abbilder der inneren und äußeren Realität des Menschen in den Neuronennetzwerken des *Großhirns* (Neokortex), des *Kleinhirns* und des *Zwischenhirns* niedergelegt ist (s. 6.3).

Die Speicherinhalte sind miteinander vernetzt und beeinflussen sich gegenseitig in vielfacher Weise (Abb. 7.10). So etwa kann an bereits gespeicherten Begriffsstrukturen durch Umlernprozesse eine

Veränderung in den Ähnlichkeitsrelationen nachgewiesen werden (Maderthaner & Kirchler, 1982) oder durch Anreicherung von Begriffen anhand von immer mehr Assoziationen („Fächer-Effekt“,

Merksatz

Unter Langzeitgedächtnis versteht man die Gesamtheit an dauerhaft gespeicherten Erfahrungen im Zentralnervensystem.

Anderson, 1996) ein Verarbeitungskonflikt erzeugt werden (*Interferenz*), der die Wiedergabe von Einprägungen beeinträchtigt. Bei Stimulation des neuronalen Gedächtnisnetzwerks durch konkrete Wahrnehmungen, Vorstellungen oder andere Kognitionen entstehen spezifische neuronale Aktivierungsmuster („Erregungskonstellationen“, Rohracher, 1965, 57), die sich in Richtung der stärksten assoziativen Verbindungen ausbreiten („Theorie der Aktivierungsausbreitung“, Collins & Loftus, 1975; Abb. 7.10). Auf Basis solcher Netzwerke entsteht ein dynamisches „inneres Modell“ der Realität, aufgrund dessen für jeden Zeitpunkt antizipiert wird, welche Veränderungen in der Wahrnehmungswelt zu erwarten sind. Empirische Hinweise auf solche Voraktivierungen im psychischen System lieferten Experimente zum **Priming**, die zeigen, dass auf beliebige

engl. prime: vorbereiten,
fertig machen

Priming

| Box 7.3

Als „assoziatives Priming“ bezeichnet man das Phänomen, dass Begriffe, die miteinander assoziiert sind, einander wechselseitig in der Reproduktion fördern, sofern einer davon zeitlich vor dem anderen wahrgenommen oder gedacht wurde. So etwa beschleunigt sich das Klassifikationsurteil, ob ein Wort der deutschen Sprache angehört oder nicht, wenn vorher (oder gleichzeitig) mit diesem Wort ein mit ihm häufig assoziiertes Wort dargeboten wird. Von den nachfolgend dargebotenen Wortpaaren aus dem Experiment von Meyer und Schvaneveldt (1971) steht das eine in starker und das zweite in schwacher assoziativer Verbindung. Die unter den Wortpaaren angeführte (durchschnittliche) Reaktionszeit lässt erkennen, wie rasch Versuchspersonen entscheiden können, ob es sich bei den beiden Worten um deutsche Vokabeln handelt: Ein Wort kann dann schneller beurteilt werden, wenn es bereits vorher durch ein assoziiertes Wort semantisch voraktiviert wurde.

	starke Assoziation	geringe Assoziation
1. Wort	Brot	Krankenschwester
2. Wort	Butter	Butter
Reaktionszeit	0,86 s	0,94 s

Reize (Bilder, Worte, ...) schneller richtig reagiert werden kann, wenn vorher an ähnliche Reize oder an mit ihnen assoziierte Inhalte gedacht wurde (Box 7.3).

7.4 | Komponenten des Langzeitgedächtnisses

Derzeit existieren einige Konzepte zum Langzeitgedächtnis, die unterschiedliche Einteilungen treffen, je nachdem, ob sie sich mehr an der Art der Inhalte oder an deren Entstehung orientieren (Tab. 7.1). So unterscheidet man häufig **episodische** Inhalte, welche sich auf konkrete Erlebnisse und deren Aufeinanderfolge beziehen, von **semantischen** Inhalten, die Abstraktionen der Erlebniswelt repräsentieren, nämlich Merkmalsdimensionen, Begriffe und Klassifikationsschemata, was auch als kontextfreies Faktenwissen bezeichnet wird (O'Reilly et al., 2011). Episodische Erinnerungen sind zumeist analog bzw. **imaginativ**, also in Form von Vorstellungen gespeichert, während semantische Inhalte eher **propositionalen** Charakter haben, d.h. in Aussageform gespeichert sind. Als **deklarative** Gedächtnisinhalte gelten (episodische) Erinnerungen und (semantisches) Wissen über Sachverhalte bzw. Fakten („Gewusst was“), während **prozedurale** (nicht-deklarative) Einprägungen jene geistigen oder motorischen Operationen zusammenfassen, die zu Veränderungen der inneren oder äußeren Realität führen („Gewusst wie“; s. auch Abb. 7.9). Schließlich wird oft **explizites** von **implizitem** Gedächtnis unterschieden, wobei im einen Fall ein bewusster Zugang zu den Wissensinhalten besteht, sie also formulierbar und erinnerbar sind, während sie im anderen Fall sich nur im Denken oder Verhalten manifestieren (Walla et al., 2001). Da es allerdings möglich ist, dass Wissen sowohl explizit wiedergegeben werden kann als auch sich in Verhaltensänderungen niederschlägt (z.B. bei *Priming*, *Konditionierungen*), sollte eher von „expliziter“ oder „impliziter Testung“ als von unterschiedlichen Gedächtnisformen gesprochen werden.

Eine spezielle Variante des Langzeitgedächtnisses ist das **Ultra-langzeitgedächtnis** (ULZG, „very long-term memory“), welches vorwiegend anhand von Tagebuchuntersuchungen erforscht wurde und sich oft auf Sprachkenntnisse (s. Abb. 7.5) oder auf autobiografische Inhalte bezieht (Abb. 7.11). Solche Untersuchungen zeigen, dass langjährige Gedächtnisleistungen im Wesentlichen von geeig-

Auswahl an verbreiteten Typisierungen des Langzeitgedächtnisses, bei denen entweder von der Art gespeicherter Inhalte oder ihres Zustandekommens ausgegangen wird.

Tab 7.1

episodisch (räumlich und zeitlich definierte Erlebnisse)	semantisch (Begriffe, Klassifikationen, Begriffsnetzwerke)	Tulving (1972, 2002)
deklarativ (Sachverhalte, Wissen)	prozedural (Reiz-Reaktions-Folgen, Fertigkeiten)	Anderson (1976)
epistemisch (bildhaft)	heuristisch (aufgabenbezogen)	Dörner (1976)
propositional (aussagenlogisch, prädikatenlogisch)	analog/imaginativ (Vorstellungen, kognitive Landkarten)	Kosslyn, Ball & Reiser (1978), Paivio (1971)
implizit (automatisch Gelerntes)	explizit (absichtsvoll Gelerntes)	Graf & Schacter (1985)
deklarativ (Fakten, Sachverhalte)	nicht-deklarativ (Abläufe, Aktionen)	Squire (1987)

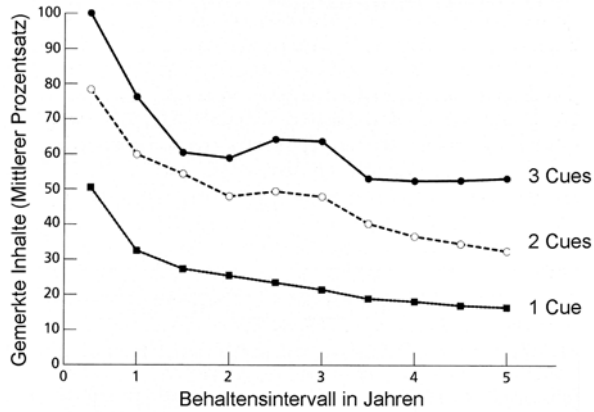
neten Erinnerungshilfen abhängen (s. auch Abb. 7.22) und dass 20–30 % konkreter Inhalte (z.B. Erlebnisse) oder lebensnah trainierter Sprachinhalte (z.B. Vokabeln) auch über Jahrzehnte erhalten bleiben können.

In der modernen Gedächtnisforschung strebt man einerseits nach einer Integration aller experimentell bestätigten Gedächtnisformen (Abb. 7.12) und versucht andererseits die Gehirnareale ausfindig zu machen, die für die einzelnen Gedächtniskomponenten zuständig sind (s. etwa Squire, 1987; Pritzel et al., 2003). Die Repräsentation von Gestalten und Schemata wird im Wesentlichen den unimodalen und polymodalen Projektionsfeldern des Kortex zugeschrieben. Episodische Inhalte werden überwiegend in den Assoziationszentren der rechten, semantische Inhalte überwiegend in jenen der linken *Gehirnhemisphäre* mit wesentlicher Beteiligung des Hippocampus vermutet, während das *Limbische System* eher für den Aufbau des Gedächtnisses und der frontale und temporale Kortex eher für den Abruf wichtig zu sein scheint. Die Basalganglien (Striatum, Pallidum), die prämotorische Region im *Vorderhirn* und das *Kleinhirn* dürften sowohl den Aufbau, die Konsolidierung und den Abruf von geistigen und motorischen Fertigkeiten steuern (s. auch 6.2).

Unimodale Projektionsfelder sind nur für eine Sinnesart (visuell, akustisch, ...) zuständig, polymodale für mehrere.

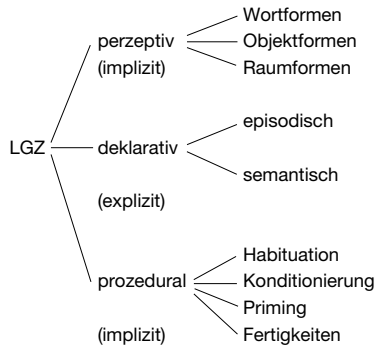
Dieses Dokument wurde mit IP-Adresse 141.46.144.6 aus dem Netz der USEB HS Zittau am 14.10.2020 um 18:15 Uhr heruntergeladen. Das Weitergeben und Kopieren dieses Dokuments ist nicht zulässig.

Abb 7.11



Über einen Zeitraum von fünf Jahren notierte Wagenaar (1986) über 2000 Ereignisse in seinem Leben und vermerkte dazu, wer dabei war, wo es stattfand, wann es war, wie selten es war, den Emotionalitätsgrad usw. In halbjährlichen Zeitabständen zog er nach dem Zufall eine Ereignisbeschreibung und versuchte sich aufgrund einzelner Merkmale („cues“) an die Gesamtsituation (andere „cues“) zu erinnern. Nach fünf Jahren lag die Erinnerungsleistung mit einer Gedächtnishilfe bei 20 %, unter Zuhilfenahme von drei „cues“ immerhin bei 60 %.

Abb 7.12



Gliederung der verschiedenen, in der psychologischen Fachliteratur vorgeschlagenen Typisierungen von Strukturkomponenten des Langzeitgedächtnisses. Im perceptiven Gedächtnis vermutet man Gestalt- und Strukturinformationen über die Wahrnehmungswelt, im deklarativen Gedächtnis die Speicherung von Erlebnissen, Fakten und Begriffen, und im prozeduralen Gedächtnis alle Arten kognitiver oder verhaltensbezogener Programme, wie zum Beispiel erworbene Reiz-Reaktions-Muster und angelegte Denk- und Verhaltensketten.

Stadien der Gedächtnisbildung

| 7.5

Die Leistung des Langzeitgedächtnisses hängt davon ab, wie die zu speichernde Information aufgenommen wurde, ob und wie sie sich in gespeicherter Form verändert und wie sie wieder aus dem Speichermedium zurückgewonnen werden kann. Hinsichtlich dieser drei Phasen der Gedächtnisbildung konnten in der psychologischen Forschung viele verschiedene systematische Einflüsse bzw. Effekte nachgewiesen werden.

Aufnahme von Wissen (Enkodierung, Akquisition)

| 7.5.1

Entscheidend für die Gedächtnisleistung ist die Form, in welcher Informationen dem Gedächtnis zugeführt werden (z.B. als Melodien, sprachliche Inhalte, Vorstellungen, Gedanken usw.), und die Bedingungen, unter denen dies geschieht (z.B. Aufmerksamkeit, Bedürfnislage, Kontext, Gliederung der Inhalte, Reihenfolge der Einprägung usw.). Wie erwähnt, geht jeder Enkodierung von Speicherinformation bereits eine Filterung voraus, die durch Gestaltbildung, Aufmerksamkeitsausrichtung und Begriffskategorisierung zustande kommt, wobei auch irrelevant wirkende Details Einfluss ausüben, wie etwa die jeweilige Stimmung, der räumliche Kontext, verbale Kommentare oder Ähnliches (Abb. 7.13).

Für die Aufnahme von Gedächtnismaterial in das Langzeitgedächtnis können zumindest fünf relevante Effekte unterschieden werden:

Arousal-Effekt: Wie schon im Abschnitt Aktivierung und Lernen (6.2) dargestellt, werden Lern- und Einprägungsprozesse sowohl durch ein mittleres (tonisches) Aktivierungsniveau als auch durch Aktivierungsschwankungen bei der Informationsaufnahme gefördert (phasische Aktivierung). Insbesondere steigt die Wahrscheinlichkeit für die Speicherung von Bewusstseinsinhalten, wenn sie eine psychische Stimulation oder Aktivierung auslösen (Interesse, Aufmerksamkeit, Emotion, Motivation) und danach positive Konsequenzen (Aha-Erlebnis, Entspannung, Verstärkung, Lernpause) im

Merksatz

Der Erwerb und die Nutzung von Wissen werden durch die Form und die Bedingungen der Informationsaufnahme, mögliche Veränderungen im Speicher und durch die Art ihres Abrufs bestimmt.

Abb 7.13

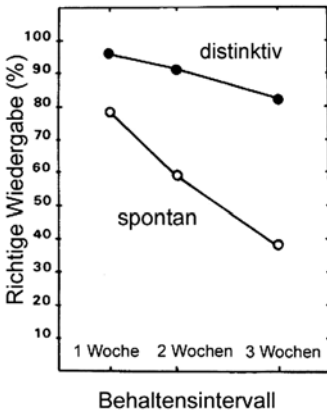
Zu merkende Figuren	Wiedergabe bei Wortliste 1	Wiedergabe bei Wortliste 2
	Brille 	Hanteln 
	Sanduhr 	Tisch 
	Sieben 	Vier 
	Gewehr 	Besen 

In einem Experiment von Carmichael, Hogan und Walter (1932) wurden 86 Studenten 12 Figuren vorgegeben, mit der Aufgabe, sie nachher aus dem Gedächtnis nachzuzeichnen, wobei jedoch die gleichen Figuren mit unterschiedlichen Worten kommentiert wurden, wie z.B. „Diese Figur ähnelt einer Brille“ (Wortliste 1) oder „... ähnelt Hanteln“ (Wortliste 2). Die danach produzierten Zeichnungen hatten zu etwa 75 % eine Ähnlichkeit mit den Wortbedeutungen, im Vergleich zu 45 % bei einer Kontrollgruppe ohne Begleitworte.

Sinne einer zentralnervösen Desaktivierung nachfolgen (Klein-smith & Kaplan, 1963). Dass manchmal bei aktivierenden Merkinhalten unmittelbar nach dem Lernen schlechtere Merkleistungen zustande kommen, wird mit dem Andauern eines intensiven Konsolidierungsprozesses erklärt (s. nächster Abschnitt), der offenbar einen sofortigen Zugriff auf die Speicherinhalte erschwert („perseverative consolidation“).

Distinctiveness-Effekt: Die Originalität (Einmaligkeit, Besonderheit, Eigentümlichkeit, Exklusivität) von Speicherinhalten bzw. deren Unähnlichkeit zu anderen Speicherinhalten ist eine weitere Einprägungshilfe. Je markanter das Eigenschaftsprofil von Informationseinheiten subjektiv hervortritt, desto klarer (weniger verwechselbar) prägt sich dessen Inhalt im Gedächtnis ein. Die akzentuierte Verarbeitung bzw. „distinktive Enkodierung“ eines Wortes, eines Bildes oder einer Aussage kann etwa dadurch gesteigert werden, dass unverwechselbare Charakteristika für die Merkinhalte herausgefunden werden müssen (Abb. 7.14). Wenn Versuchspersonen selbst jene Charakteristika erarbeiten, die sie für die jeweiligen Lerneinheiten als besonders typisch ansehen (und diese auch als Wiedergabehilfen einsetzen), sind die Merkleistungen wesentlich besser, als wenn Merkhilfen anderer Personen verwendet werden.

Abb 7.14



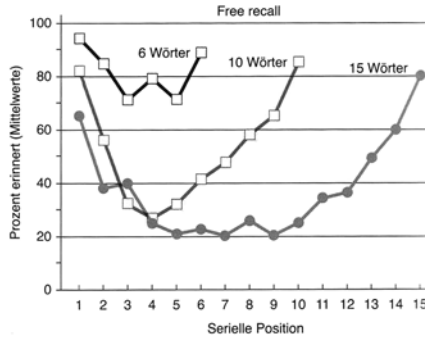
Die Merkleistung bei Wissensinhalten lässt sich erheblich steigern, wenn zu ihrer Kennzeichnung und später für ihren Abruf aus dem Gedächtnis distinkte, d.h. unverwechselbare Charakteristika verfügbar sind. Mäntylä und Nilsson (1988) ließen 24 Probanden für 30 Substantive (z.B. Admiral, Ballett, Zirkel) spontan drei charakteristische Beschreibungsmerkmale ausdenken, die ihnen (was sie vorher nicht wussten) nach einer, drei oder sechs Wochen als Erinnerungshilfen für die Abprüfung der Substantive vorgegeben wurden. Weitere 24 Probanden hatten die gleiche Aufgabe, wurden aber darauf fokussiert, drei distinktive, d.h. zu anderen Begriffen möglichst unterschiedliche Charakteristika zu finden. Die Gruppe mit distinktiven „recall cues“ schnitt um 15–45 % besser ab als jene mit spontan entwickelten Merkhilfen. Sogar nach sechs Wochen konnte noch mehr als 80 % des distinktiv enkodierten Materials erinnert werden.

So etwa können unter Nutzung von drei selbst generierten distinkten Beschreibungsmerkmalen mehr als 500 Worte unmittelbar nach dem Lernen zu mehr als 90 % und sieben Tage danach immer noch zu 65 % korrekt wiedergegeben werden. Bei Verwendung von Beschreibungsmerkmalen anderer Personen sind es hingegen nur 55 bzw. 43 % (Mäntylä, 1986).

Positionseffekt: Eine frühe experimentelle Entdeckung war auch die Bedeutung der Reihenfolge aufgenommener Informationen. Der sogenannte **Primacy-Effekt** besteht darin, dass Worte, Bilder oder Gedanken, die nach einer Pause in der Informationsaufnahme als Erste ins Bewusstsein kommen, eine größere Chance haben, langzeitlich gespeichert zu werden, als solche inmitten anderer Inhalte. Der **Recency-Effekt** hingegen beschreibt die bessere Wiedergabe von Lerninhalten, die am Ende einer Lernserie stehen und sofort danach geprüft werden, gewissermaßen lediglich als Auswirkung des noch andauernden Kurzzeitgedächtnisses (Abb. 7.15).

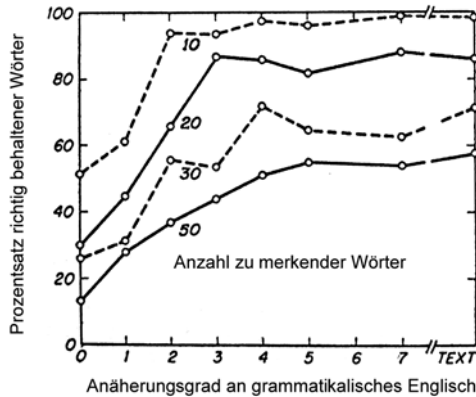
Gliederungseffekt: Empirisch gut bestätigt ist auch die plausible Regel, dass Lernmaterial dann besser behalten wird, wenn es sprachlich, begrifflich oder assoziativ klar geordnet ist. Je besser Merkinhalte sprachlich formuliert sind (Abb. 7.16), oberbegrifflich kategorisiert werden können oder assoziativ miteinander zusammenhängen, desto leichter lassen sie sich speichern, wieder auffinden oder logisch rekonstruieren. Besonders effektiv sind des-

Abb 7.15



Im Experiment von Jahnke (1965) wurden 48 Studierenden unterschiedlich lange Wortlisten einmalig präsentiert, mit der Aufgabe, danach alle Worte, die erinnert werden konnten, wiederzugeben. Es wurde immer festgehalten, an welcher Position die reproduzierten Worte in der Liste standen: Sowohl die ersten als auch die letzten Elemente in den Serien konnten bis zu viermal besser gemerkt werden als die mittleren Elemente.

Abb 7.16



Miller und Selfridge (1950) gaben ihren Versuchspersonen verschieden lange Wortketten (10–50 Worte) zum Lernen vor, deren grammatikalischer Ordnungsgrad kontinuierlich abgestuft war. Beginnend mit zufälliger Auswahl von Worten aus dem Englischen (Grad 0), über zufällige Wortpaare (Grad 1), Worttripler (Grad 2), Wortquartupel (Grad 3) usw. bis zu korrekt formulierten Sätzen (Text). Die Reproduktionsleistung nahm erwartungsgemäß von 10-Wort-Ketten bis zu 50-Wort-Ketten ab, aber innerhalb der gleich langen Wortketten nahm die Merkfähigkeit mit dem Grad der Annäherung an die grammatikalische Struktur der Sprache um 40–50 % zu.

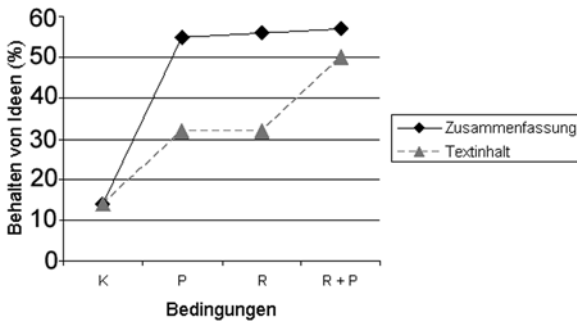


Abb 7.17

Lernstoff beim vorliegenden Experiment (Glover, Bruning & Plake, 1982) war eine Abhandlung (800 Worte) über das Sonnensystem, die sich in 16 Absätze gliederte, von denen jeder durch einen Satzsatz zusammengefasst wurde. Die im Gesamttext und in der Zusammenfassung enthaltenen Wissensseinheiten („Ideen“) wurden auf eine bis zwei begrenzt und dienten bei der Wissensabfrage als Kriterium für die Einschätzung der Behaltensleistung (Zusammenfassung/Text). Verglichen mit einer Kontrollgruppe

(K, Bloßes Lesen und Lernen) schnitt die Gruppe, die den zusammenfassenden Satz in eigenen Worten zu wiederholen hatte (P, Paraphrasieren), oder jene Gruppe, die den absichtlich orthografisch falsch geschriebenen Satzsatz zu korrigieren hatte (R, Redigieren), sowohl beim Merken der Zusammenfassung (ca. 55 %) als auch beim Merken des Textes (ca. 30 %) besser ab. Der Textinhalt wurde aber dann am besten behalten, wenn beide elaborativen Vorgangsweisen zur Anwendung kamen.

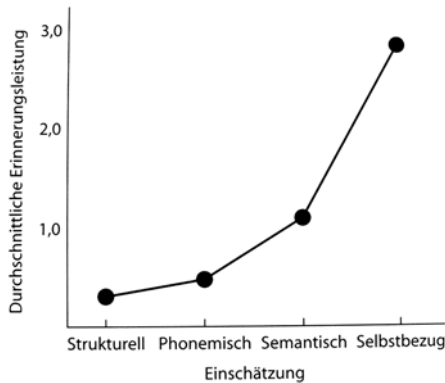
halb auch Lernstrategien bzw. **Mnemotechniken**, bei denen ursprünglich isolierte Lerneinheiten in Reimform gebracht, in eine Geschichte eingebaut (z.B. Bower, Clark, Lesgold & Winzenz, 1969) oder in der bildlichen Vorstellung assoziativ miteinander verbunden werden. Auf die Vorteile des *Imagery-Effekts*, als besondere Form der assoziativen Gliederung, wird nachfolgend noch genauer eingegangen werden.

Elaborationseffekt: Das bloße Wiederholen von Wissensinhalten, ohne darüber intensiver nachzudenken, ist als Lerntechnik heute veraltet. Craik & Lockhart (1972) heben die Bedeutung der „Tiefe der Verarbeitung“ („levels-of-processing theory“) für die Speicherung hervor und verstehen darunter das Reflektieren über die Bedeutung der Inhalte und über deren Anbindung an bereits aufgenommenes Wissen. Je mehr der gesamte Bedeutungsumfang neuer Information bewusst wird, je lebendiger die davon ausgelösten Vorstellungen sind und je mehr Assoziationen zu anderen Wissensinhalten geweckt werden, desto größer ist die Chance, dass diese Informatio-

nen langfristig abgelegt werden. Künstlich kann man die Elaboration des Stoffes in Experimenten etwa dadurch steigern, dass absichtlich falsch geschriebener Text korrigiert werden muss oder dass ersucht wird, eigene Formulierungen für die aufzunehmenden Wissensinhalte zu bilden (*Paraphrasieren*; Abb. 7.17). Eine spezielle Bedeutung hat dabei auch der Bezug zur eigenen Person. Je mehr Assoziationen die lernende Person von den Wissenseinheiten zu ihren eigenen Erlebnissen und Erfahrungen herstellen kann, desto größer ist der **Selbstbezugseffekt** und damit die Einprägungswahrscheinlichkeit für das jeweilige Lernmaterial (Abb. 7.18).

Imagery-Effekt: Der Spruch „Bilder sagen mehr als tausend Worte“ kann durch Ergebnisse der Gedächtnisforschung bestätigt werden: Konkrete Objekte werden besser behalten als Abbildungen von diesen, und diese wieder besser als abstrakte Worte (Bevan & Steger, 1971). Paivio (1971) wies darauf hin, dass verbale Inhalte und Bildinhalte zwei komplementäre Quellen der Informationsaufnahme darstellen und dass viele Gedächtnisinhalte sowohl verbal-semantic in Form von *Propositionen* als auch visuell-anschaulich in Form von

Abb 7.18



Im Experiment von Rogers, Kuiper und Kirker (1977) stuften Probanden 40 Worte von Eigenschaften entweder nach deren geschriebener Wortgröße, nach möglicher Reimbildung, nach Bedeutungsübereinstimmung mit einem anderen Wort oder nach dem Selbstbezug der jeweiligen Eigenschaft ein. Danach wurden sie (überraschend) gebeten, so viele Eigenschaftswörter wie möglich wiederzugeben. Verglichen mit den Bedingungen einer oberflächlichen Beschäftigung mit dem Lernmaterial (strukturell, phonemisch) war die Leistung besser, wenn zuvor über die Bedeutung der Worte nachgedacht werden musste (semantische Bedingung), am besten war sie aber, wenn die Eigenschaften vorher selbstbezogen zu reflektieren waren.

Vorstellungen gespeichert sind („Theorie der dualen Kodierung“). Ebenso wie die Verknüpfung von verbalen Elementen (Worte) zu größeren Einheiten (Sätze, Reime, Geschichten) die Merkleistung verbessert (*Chunking*), trifft dies auch für visuelle Elemente zu (Box 7.4).

Aufgrund der besonderen Assozierbarkeit visueller Vorstellungen wurde in der Antike bereits die sogenannte **Loci-Technik** („Technik der Orte“) als Gedächtnisstütze von Rednern (z.B. Simonidis, Cicero) verwendet, indem sich diese eine gut bekannte Lokalität, wie etwa eine Straße, vorstellten und das erste Thema mit dem ersten Haus bzw. dessen Bewohner assoziierten, das zweite Thema mit dem zweiten Haus usw. Beim Vortrag riefen sie sich dann die zu merkenden Themen durch geistiges Abgehen der Orte ins Gedächtnis.

Eine ganz ähnliche Mnemotechnik ist die **Hakenmethode** („peg-word technic“), bei der vorausgehend eine fixe Koppelung von Ziffern mit Hakenwörtern, die man sich gut vorstellen kann, erlernt werden muss (z.B. 0 = Ei, 1 = Kerze, 2 = Schwan, 3 = Dreizack, 4 = Kleeblatt, 5 = Hand usw.). Die zu merkenden Inhalte (z.B. Objekte einer Einkaufsliste) werden dann mit den Hakenwortbildern interaktiv verknüpft (wenn z.B. der erste Einkaufsgegenstand ein Brot ist, wird dieses mit einer Kerze darauf vorgestellt; Abb. 7.19). Diese mnemotechnische Nutzung des Imagery-Effektes kann aber auch zur besseren Speicherung von Zahlen verwendet werden: Die Zahl

Verknüpfen in der Vorstellung

| Box 7.4

Bower (1972) konnte zeigen, dass bei Merkaufgaben, in denen 5 x 20 Paare von konkreten Worten miteinander assoziiert werden mussten (je Paar 5 Sek. Lernzeit), bei einer Standardinstruktion (z.B. „Wenn das linke Wort gezeigt wird, versuchen Sie bitte das rechte Wort wiederzugeben“) nur 50 % der Wortpaare erinnert werden konnten, im Gegensatz dazu aber 80 % der Wortpaare, wenn die Personen beim Lernen aufgefordert wurden, die Worte visuell miteinander zu verbinden. Die gut vorstellbaren Bedeutungen der Worte, wie zum Beispiel Hund und Fahrrad, mussten dabei „interaktiv“ verbunden werden, wie etwa durch die Vorstellung, wie der Hund auf dem Rad herumfährt. Welche interaktive Vorstellung gewählt wurde, blieb den Probanden vorbehalten.

5024 zum Beispiel könnte vorgestellt werden als eigene Hand (= 5), in der ein Ei (= 0) liegt, auf dem ein Schwan (= 2) sitzt, der ein Kleeblatt (= 4) im Schnabel hat. Die Produktion solcher Vorstellungen kostet zwar zunächst Zeit, „amortisiert“ sich aber später durch eine beträchtliche Einsparung an Wiederholungen bzw. Lernaufwand. Durch mnemotechnische Methoden der genannten Art lässt sich ein Lerngewinn von mindestens 20 bis 30 % erzielen, bei intensiverem Training auch mehr (z.B. Furst-Methode).

7.5.2 | Festigung von Wissen

Nach der Aufnahme der Informationen werden diese in den Speichersystemen meist noch nachverarbeitet und umstrukturiert: Erlebnisse werden durch Erzählen sprachlich nachformuliert und geistig nachgeformt, neues Wissen in vorhandenes Wissen eingepasst, logische Zusammenhänge werden hergestellt und Widersprüche geglättet, verbale Nachrichten in Vorstellungen transformiert usw. Hinsichtlich der Stabilisierung von kognitiven Einprägungen sind zumindest drei Einflussquellen hervorzuheben:

Konsolidierungseffekt: Die lange bekannte positive Wirkung des Schlafs auf Gedächtnisprozesse wird auch durch aktuelle Untersuchungen bestätigt. In der ersten Nachthälfte scheinen vor allem deklarative Gedächtnisinhalte gefestigt zu werden (Episoden, Fak-

Abb 7.19

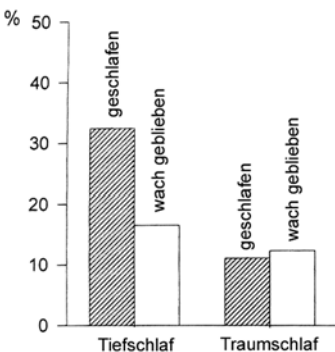


In einem Paarlernexperiment zur mnemotechnischen Nutzung der Hakenwort-Technik fanden Wollen, Weber und Lowry (1972) bei visueller Vorstellung von Worten allein eine Merkleistung von 36 %, bei Verknüpfung der Vorstellungen aber eine Reproduktion von 74 % (z.B. für die Wortkombination Klavier und Zigarre). Spätere Untersuchungen (McDaniel et al., 1995) ergaben, dass humorige, absonderliche oder bizarre (d.h. distinkte) Vorstellungskombinationen (wie links unten) besser eingepägt werden als realistische (wie links oben).

tenwissen), in der zweiten eher die prozeduralen Speicherinhalte (z.B. Konditionierungen, Fertigkeiten). Eine wesentliche Rolle spielen dabei offenbar die Stresshormone (z.B. Cortisol), deren Ausschüttung im Tiefschlaf gehemmt ist und im Traumschlaf zunimmt (Born & Plihal, 2000, Abb. 7.20). Auch aus anderen Bereichen der Forschung (z.B. Stressforschung) weiß man, dass in Stresssituationen deklarative, nicht aber prozedurale Gedächtnisleistungen beeinträchtigt sind.

Wiederholungseffekt: Der überwiegende Anteil unseres Wissens wird nicht durch einmalige Präsentation behalten, sondern durch Wiederholungen. Hinsichtlich der zeitlichen Verteilung der Wiederholungen bis zur Prüfung ist der **Spacing-Effekt** zu berücksichtigen, welcher besagt, dass das Wissen dauerhafter eingepreßt wird, wenn Wiederholungen nicht sofort hintereinander erfolgen, sondern über einen längeren Zeitraum verteilt sind (Abb. 7.21).

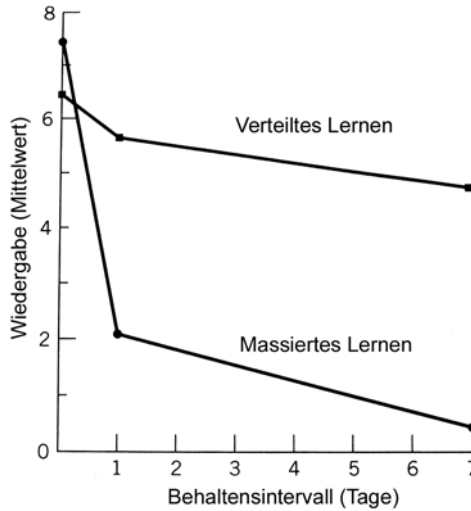
Wenn beispielsweise fünfzig Spanischvokabeln entweder an einem Tag fünfmal oder an fünf aufeinanderfolgenden Tagen jeweils einmal wiederholt werden, dann sind es im ersten Fall 68 % und im zweiten Fall 86 %, die beim Test nach 30 Tagen noch gewusst werden (Bahrick, 1984). In einer zusammenfassenden Auswertung von 254 Studien („Metaanalyse“) zu diesem Thema schätzen Cepeda und Mitarbeiter (2006), dass bei solcherart **verteiletem Lernen** eine um durchschnittlich 10 % bessere langfristige Reproduktionsleistung als bei massiertem Lernen gegeben ist,



Um die Konsolidierungswirkung von Schlaf auf das Gedächtnis zu untersuchen, ließen Born und Plihal (2000) Gruppen von Probanden Wortpaar-Assoziationen entweder um 23 Uhr – vor dem frühen Schlaf (Tiefschlaf) – oder um 2 Uhr – vor dem späten Schlaf (Traumschlaf) – lernen und prüften das Behalten jeweils etwa drei Stunden später. Eine Kontrollgruppe lernte das gleiche Material, blieb aber zwischen Lernen und Testung wach. Nach dem Tiefschlaf war eine Leistungssteigerung von 15 % zu verzeichnen, der Effekt des Traumschlafes unterschied sich bei dieser Aufgabe nicht von der Wachbedingung.

Abb 7.20

Abb 7.21



Wie sich die Verteilung von Lerninhalten über bestimmte Zeiträume auf die Behaltensleistung auswirkt, überprüfte Keppel (1964) mittels Assoziationslernen. Bei einer Gruppe von Probanden gab es acht Lerndurchgänge an einem Tag (verdichtetes Lernen), bei der zweiten Gruppe je zwei Lerndurchgänge an vier aufeinanderfolgenden Tagen (verteiltetes Lernen). Unmittelbar nach den Lernphasen war zwar die Gruppe mit massiertem Lernen etwas besser, fiel aber bereits nach einem Tag auf etwa ein Drittel der Leistung der Gruppe mit verteiltem Lernen ab.

und empfehlen die Aufteilung von Wissensstoff auf zumindest zwei Lernphasen.

Interferenz-Effekt: Auf den möglichen störenden Einfluss der Interferenz auf Wissensbestände wurde bereits bei den Vergessens-theorien hingewiesen (7.1.3). Wenn, wie im Zentralnervensystem, viele Speicherinhalte knapp hintereinander aufgenommen und nebeneinander abgelegt werden, kommt es notwendigerweise zu Wechselwirkungen und Störungen zwischen den Wissensinhalten. Bei knapp aufeinanderfolgenden Lernprozessen ist sowohl mit einer **proaktiven Interferenz** zu rechnen, bei der die Konsolidierungsprozesse der früheren Lernprozesse die Einprägung der späteren Lernvorgänge stören, als auch mit einer **retroaktiven Interferenz**, bei der die Konsolidierung gegenwärtig ablaufender Lernprozesse durch nachfolgende Lernaktivitäten beeinträchtigt wird. Um somit gemäß dem (Hubert Rohrer zugeschriebenen) Spruch „das Ge-

hirn lernt länger als das Bewusstsein“ der Nachverarbeitung von Speicherprozessen Rechnung zu tragen, sollten zwischen Lerninhalten möglichst viele kurze Pausen eingelegt und verwechselbare Lernstoffe in deutlichem Abstand voneinander gelernt werden.

Rekonstruktionseffekt: Neben diesen Formen der negativen Interferenz gibt es natürlich auch positive Wechselwirkungen zwischen Lerninhalten (Bradshaw & Anderson, 1982), etwa wenn sie die gleiche Grundstruktur haben (da z.B. die Funktionsweise eines Fernsehers jener eines Radios ähnlich ist, lässt sie sich danach gut lernen), wenn sie in einer Ursache-Wirkungs-Beziehung stehen oder wenn eine Oberbegriffsbeziehung vorhanden ist. Solche wechselseitigen Beziehungen zwischen Wissensmaterialien ermöglichen bei Vergessen von Einzelelementen oder Teileinheiten deren logische Rekonstruktion („reconstructive and inferential memory“).

Abruf von Wissen

| 7.5.3

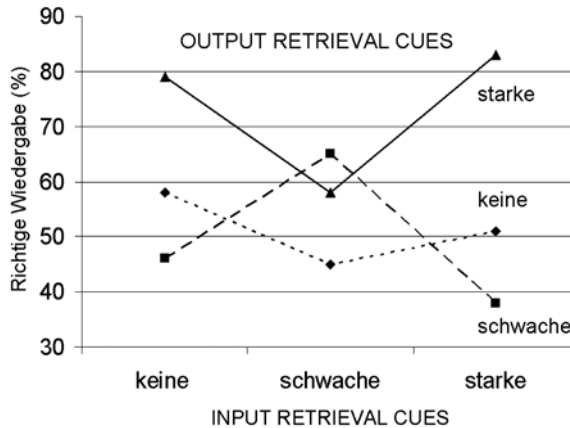
Auch in der dritten Phase der Gedächtnisprozesse, bei der Wiederengewinnung des gespeicherten Wissens, sind mehrere Aspekte von Bedeutung:

Abrufmodus-Effekt: Die Art, wie die gespeicherten Inhalte abgefragt bzw. angewendet werden, entscheidet über die zu erwartenden Gedächtnisleistungen. Auf die Differenzierung zwischen *implizitem* und *explizitem Gedächtnis* wurde schon hingewiesen. Eine implizite Testung von Wissen bedeutet dessen Nutzung in der Wahrnehmung (z.B. durch Musterergänzen), im Denken (z.B. durch assoziatives *Priming*) oder im Verhalten (z.B. beim Signallerkennen, Fertigkeiten), womit also im weitesten Sinne seine **Verhaltensumsetzung** gemeint ist (z.B. Schachspielen, Gutachten erstellen, Sprechen einer Fremdsprache). Die explizite Testung von Wissen kann einerseits durch **Wiedererkennen** („recognition“) erfolgen oder durch **Wiedergabe** („recall“). Wie schon mehrfach erwähnt, fällt es leichter zu entscheiden, ob der Speicherinhalt einer Erfahrung auf eine neue Erfahrung zutrifft, als die Speicherung selbst zu reproduzieren (Bruce & Cofer, 1967): Bei bloßem Wiedererkennen von Speicherobjekten sind also im Allgemeinen höhere Leistungen zu erwarten als bei aktiver Wiedergabe, bei Letzterer kann ohne („free recall“) oder mit („cued recall“) leistungsverbessernden Erinnerungshilfen gearbeitet werden (s. etwa Abb. 7.11).

Retrieval-Cue-Effekt: Entsprechend dem **Encoding-Specificity Principle** von Tulving & Tompson (1973) werden Gedächtnisinhalte dann besser reproduziert, wenn in der Prüfsituation die gleichen Merkmale als Abrufhilfen herangezogen werden, die auch bei der Aufnahme der Information als deren Charakteristika wahrgenommen wurden (s. schon Abb. 7.6). Dies kann man auch im Alltag beobachten, wenn man zum Beispiel beim Gehen in ein anderes Zimmer eine beabsichtigte Tätigkeit vergessen hat und sich bei der Rückkehr in die ursprüngliche Situation wieder daran erinnert. Besonders wirksame Retrieval-Cues sind solche, die in enger logischer oder kausaler Beziehung zu den Merkinhalten stehen und bereits in der Einprägungssituation mit diesen assoziiert waren (Abb. 7.22).

Schwerwiegende Probleme können in Zusammenhang mit Zeugenaussagen vor Gericht entstehen, weil die Art zu fragen („Sug-

Abb 7.22



Um die Wirksamkeit von Erinnerungshilfen (retrieval cues) zu untersuchen, ließen Thomson und Tulving (1970) 24 Wörter unter drei Bedingungen lernen: Worte allein, gemeinsam mit einem schwachen oder gemeinsam mit einem starken Hilfswort (welches entweder einen geringen oder einen starken Assoziationsbezug zu den Merkwörtern hatte, z.B. Merkwort: MANN, schwacher Cue: HAND, starker Cue: FRAU). Anschließend wurde die Liste wieder unter diesen drei Bedingungen geprüft (keine, schwache oder starke Erinnerungshilfe). Wenn die Abrufhilfe stark und auch die Einprägungshilfe stark war, konnten 83 % der Worte wiedergegeben werden, aber fast ebenso viele (79 %) bei starker Abrufhilfe und überhaupt keiner Einprägungshilfe. Bei schwacher oder fehlender Abrufhilfe dagegen sank die Leistung auf etwa 50 % bis maximal 65 % (im Falle schwacher, aber immerhin gleicher Erinnerungshilfe).

gestivfragen“) die Antwort in eine bestimmte Richtung lenkt (Abb. 7.23). Fisher, Geiselman & Amador (1989) haben für Zeugenbefragungen ein „kognitives Interview“ entwickelt, dessen Anwendung in Befragungssituationen die Anzahl an brauchbaren Zeugenaussagen im Vergleich zu üblichen Kreuzverhörtechniken um fast 50 % erhöht und die Verfälschung von Aussagen nachweislich reduziert. Die Kriterien dabei sind: Vermeidung von Angst und Stress, Unterlassen von beurteilenden und persönlichen Kommentaren, sprachliches Nachvollziehen (*Paraphrasieren*) und offenes Interpretieren, Pausen zwischen den Befragungen, Anpassung der Sprache etc.

Schematisierungseffekt: Die Reproduktion von Speicherinhalten im Gedächtnis ist nicht mit der Abrufung von Daten im Computer zu verwechseln, sondern gleicht eher einem kreativen Rekonstruktionsprozess. Alle durch die Frage angesprochenen Speicherinhalte müssen reaktiviert und unter Zuhilfenahme von Altwissen miteinander verknüpft werden. Erlebnisse, die nur teilweise gemerkt und eventuell nur verbal formuliert abgespeichert sind, müssen bei Bedarf aus den Erinnerungsfragmenten, zumeist nach einem logischen **Schema**, abgeleitet werden. Bereits in den Dreißigerjahren hatte Frederic Bartlett (1886–1969) in Experimenten festgestellt, dass Kurzgeschichten beim Wiedererzählen systematisch verzerrt werden, indem man sie vereinfacht („Nivellierung“), Details hervorhebt und überbetont („Akzentuierung“) oder sie dem eigenen Verständnis und Hintergrundwissen anpasst („Assimilation“). Je komplexer die zu erinnernden Episoden sind und je länger sie zu-

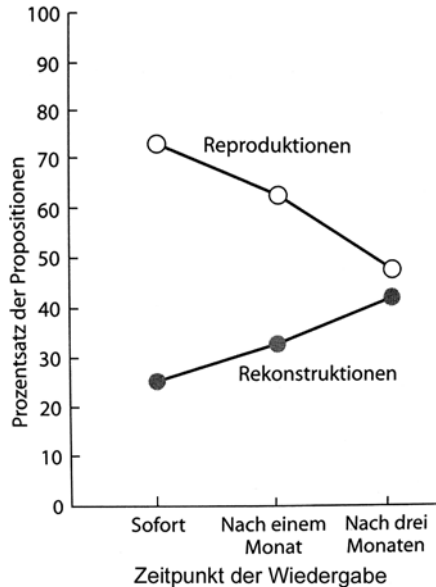
Abb 7.23



Bei der Befragung von Zeugen kann die Formulierung der Frage beträchtliche Verfälschungen hervorrufen. Loftus und Palmer (1974) ließen Studenten einen kurzen Film über einen Zusammenstoß zweier Autos sehen und befragten sie anschließend über die vermutete Geschwindigkeit. Die Schätzungen der Personen sind zu den Frageformulierungen in Klammern hinzugefügt: „How fast were the two cars going when they smashed into (66 km/h)/collided with (62 km/h)/bumped into (61 km/h)/hit (54 km/h)/contacted (50 km/h) each other?“

rück liegen, desto stärker sind die rekonstruktiven Anteile (Abb. 7.24). Ein Beispiel für dynamische Schemata sind die schon erwähnten **Skripts**, in denen häufig erlebte Sequenzen von Erfahrungen gespeichert sind. So dient das schon beschriebene „Restaurant-Skript“ (Eintreten – Platz Suchen – Hinsetzen – Bestellen – Konsumieren – Bezahlen) bei der Schilderung eines weit zurückliegenden Restaurantbesuches zur Rekonstruktion vergessener Teilerlebnisse.

Abb 7.24



In einer sehr umfangreichen Studie (Kintsch & van Dijk, 1978) zum Textverstehen hatten Studenten eine Abhandlung von 1300 Wörtern zu lesen, die danach in einem Bericht wiederzugeben war. Um den semantischen Gehalt quantifizieren zu können, wurden der Text und die Berichte in ihre semantische Einheiten (Propositionen) zerlegt. Dadurch konnte erfasst werden, welche Inhalte bei den Erinnerungsberichten richtig reproduziert und welche nur rekonstruiert wurden. Im Vergleich zur sofortigen Wiedererzählung gehen bei der Testung nach drei Monaten die Reproduktionen von 72 auf 48 % zurück, während die Rekonstruktionen (logische und plausible Schlussfolgerungen aus dem Text) von 25 auf 44 % ansteigen.

Gedächtnisregeln

| 7.6

Zum Zwecke des optimalen Einprägens, Behaltens und Abrufens lassen sich die Erkenntnisse des vorliegenden Kapitels zu einer Liste einfacher Gedächtnisregeln zusammenfassen:

1. **Aktivierung:** Der Lerninhalt soll Interesse hervorrufen und geistig stimulieren. Das allgemeine Aktivierungsniveau beim Lernen darf weder zu hoch (Nervosität) noch zu niedrig (Mattigkeit) sein. Wenn der aufgenommenen Information eine Pause, Entspannung oder Verstärkung nachfolgt, wird besser gespeichert.
2. **Distinktheit:** Je origineller, exklusiver oder unverwechselbarer der Lerninhalt ist, desto leichter gelingt die Einprägung und desto geringer ist die Gefahr einer Verfälschung durch andere Speichereinhalte. Um die Distinktheit zu erhöhen, kann man zum Beispiel den Bedeutungsgehalt und die unverwechselbaren Charakteristika im Lernmaterial in eigenen Worten formulieren.
3. **Position:** Der Anfang von Lerneinheiten oder Präsentationen wird schneller und länger gemerkt als Informationen, die zwischen anderen eingebettet sind. Jede Pause, die eingelegt wird, lässt für das nachfolgende Lernmaterial einen gewissen Primacy-Effekt erwarten. Das Ende von Informationseinheiten wird ebenfalls besser behalten, aber nur sehr kurzfristig.
4. **Gliederung:** Je klarer Nachrichten sprachlich formuliert sind, je eindeutiger sie begrifflich kategorisiert werden können und je enger die Nachrichteninhalte (logisch, kausal, zeitlich etc.) assoziativ miteinander verbunden sind (*Chunking*), desto einfacher gelingt die Einprägung und der spätere Abruf aus dem Gedächtnis. Schriftliche Lernmaterialien sind klar und übersichtlich zu gliedern, zum Beispiel auch durch Unterstreichungen, Highlighter-Markierungen und Randbemerkungen.
5. **Elaboration:** Durch Reflektieren der Lerninhalte hinsichtlich ihrer Zusammenhänge sowohl untereinander als auch mit bereits vorhandenem Wissen und mit dem eigenen Leben verankert sich die Information im Gedächtnis.
6. **Vorstellung:** Hilfreich sind konkrete und bildliche Veranschaulichungen der Gedächtnisinhalte und eine möglichst originelle Verknüpfung dieser Vorstellungen. Verschiedene mnemotech-

Merksatz

Viele Faktoren beeinflussen das Einprägen, Behalten und Abrufen, durch einfache Gedächtnisregeln lassen sich Lernerfolge optimieren.

nische Verfahren (z.B. Hakenwort-Methode) erzielen dabei einen Lernerfolg.

7. Konsolidierung: Ruhephasen, wie Schlaf, Entspannung oder Pausen, ermöglichen eine Festigung des vorangehend Gelernten. Es lohnt sich daher, besonders wichtige oder schwer einzuprägende Inhalte als letzte Eindrücke in den Schlaf oder in die Pause mitzunehmen.
8. Wiederholung: Je trockener und abstrakter der Lernstoff ist, desto mehr Wiederholungen sind für seine Einprägung nötig. Erste Wiederholungen des Lernstoffes sollten bald stattfinden – so lange noch ein Großteil des Wissens vorhanden ist – um es mit relativ geringem Aufwand wieder zu vervollständigen. Da man jedoch rasch vergisst, werden bald weitere Wiederholungen notwendig, die in immer größeren Abständen erfolgen sollten. Dabei ist es wichtig zu wissen, dass verteiltes Lernen („spacing“) insbesondere für langfristiges Behalten mehr bringt als massiertes Lernen.
9. Interferenz: Um Einprägungsstörungen zu vermeiden, sollten ähnliche Stoffe nicht nacheinander gelernt werden, es sei denn, sie stehen in direktem inhaltlichen Zusammenhang oder bauen aufeinander auf. Der Einschub von Pausen dient auch in dieser Hinsicht der Lernorganisation.
10. Rekonstruktion: Bereits in der Einprägungsphase sollten logische und kausale Wechselbezüge zwischen den Einprägungsinhalten bewusst gemacht und Hauptaussagen zusammenfassend formuliert werden („Metaaussagen“). Auf Basis eines solcherart mitgespeicherten logischen Gerüsts können später in der Wiedergabephase vergessene Details leichter rekonstruiert werden.
11. Abrufart: Beim Erwerb von Wissen sollte stets die Art der wahrscheinlichen Nutzung mitbedacht (und mitgedacht) werden. Für eine spätere aktive Wiedergabe (z.B. bei einer mündlichen Prüfung) ist mehr Lernaufwand nötig als für das Wiedererkennen von Inhalten (z.B. in einem Multiple-choice-Test). Wo es um das Erlernen von geistigen oder motorischen Fertigkeiten geht (z.B. Rechenoperationen, Simultanübersetzen, Seiltanzen), macht jedoch nicht nur das Wissen, sondern vor allem die Übung den Meister.
12. Erinnerungshilfen: In dem Ausmaß, in dem sich die Lernsituation von der Prüfungssituation unterscheidet, sind schlechtere

Leistungen beim Gedächtnisabruf zu erwarten. Wenn das Wissen in Zukunft kontextunabhängig, nämlich jederzeit und allorts abrufbar sein soll, dann muss es auch unter variierten Bedingungen gelernt bzw. wiederholt werden. Allgemein gilt die Regel, dass mit zunehmender Anzahl von Merkhilfen die Reproduktionsleistung steigt, sofern diese wesentliche Charakteristika der Gedächtnisinhalte enthalten.

13. Schematisierung: Je besser sich Inhalte in ein gültiges allgemeines Struktur- oder Ablaufschema bringen lassen, desto leichter können sie gemerkt und wieder abgegeben werden. Allerdings kommt es dadurch, vor allem nach längeren Zeiträumen, auch zu Erinnerungsverfälschungen. Einzelheiten, die sich schwer in das Schema einordnen lassen, werden eher vergessen als dazupassende, und gleichzeitig werden Erinnerungslücken entsprechend dem Schema (unbemerkt) aufgefüllt.

Die PQ4R-Methode

| 7.7

Die lernpsychologisch begründete PQRRRR-Methode beschreibt zusammenfassend jene Phasen, die bei der Erarbeitung und Einprägung von schriftlichen Materialien zu beachten sind. Die einzelnen Schritte sind in ihrer Aufeinanderfolge gut zu merken und in vielen alltäglichen Lernsituationen einsetzbar (Thomas & Robinson, 1972):

Preview: Anhand des Inhaltsverzeichnisses, der Einleitung sowie der Zusammenfassung sollte man sich einen Überblick über die Thematik verschaffen. Auch ein oberflächliches Durchblättern des Textes kann hilfreich sein, mit Beachtung des Schreibstils, der Art der Abbildungen sowie der enthaltenen Inhaltsbereiche.

Questions: Um für den Text Interesse zu wecken und inhaltliche Spannung zu erzeugen, sollten bereits anhand des Überblicks Fragen über den zu erwartenden Inhalt gestellt und eventuell notiert werden. Günstig wäre es dabei, den Bezug zum eigenen Vorwissen abzuklären und die persönliche Relevanz festzustellen. Bei Schwierigkeiten mit der Fragenformulierung können einfach die Abschnittsüberschriften in Frageform umformuliert werden.

Read: Vor dem Lesen bzw. Lernen des Stoffes sollte überprüft werden, ob ein Teil- oder ein Global-Lernverfahren angebracht ist. Wenn die Inhalte aufbauend sind, ist es besser, die Kapitel der

Reihe nach zu erarbeiten, wenn sie hingegen aufeinander bezogen sind, dann ist wiederholtes Lesen des Gesamtwerks zu bevorzugen. Die eingangs gestellten Fragen können nun vielleicht beantworten werden, oder sie sind zu präzisieren bzw. müssen durch neue Fragen ersetzt werden. Ist es notwendig, Inhalte vollständig zu beherrschen, um alles Weitere zu verstehen (z.B. mathematische oder physikalische Formeln), dann müssen Wiederholungen in kurzen Abständen erfolgen.

Merksatz

Bei der Erarbeitung und Einprägung von schriftlichen Materialien sind nach der PQ4R-Methode folgende Schritte zu beachten: Überblick, Fragen über den zu erwartenden Inhalt, Lesen bzw. Lernen, Reflexion der Inhalte, Formulierung in eigenen Worten, Rückblick.

Reflect: Inhalte reflektieren, das bedeutet, sowohl über deren innere semantische Struktur nachzudenken und die Worte und Sätze richtig zu interpretieren als auch ihre Beziehung zu anderen Wissensinhalten zu überprüfen, indem im vorhandenen Wissen nach inhaltlichen Parallelen, kausalen Begründungen und Anwendungsbereichen des Lernstoffes gesucht wird.

Recite: Auch wenn subjektiv der Eindruck vorhanden ist, dass das Lernmaterial beherrscht wird und einem beim

Durchblättern der schriftlichen Unterlagen alles bekannt vorkommt, kann es passieren, dass bei einer mündlichen Prüfung oder einer Präsentation der Inhalte „die Worte fehlen“. Die Umsetzung in das eigene Sprachsystem gelingt am besten, wenn man alle wichtigen Inhalte mit eigenen Worten formuliert, verbale Zusammenfassungen erstellt und schließlich den Stoff in Probeträgen (in der gewünschten Länge) wiedergibt.

Review: Der Rückblick soll gewissermaßen den Kreis schließen und das erlernte Wissen seinem Umfang nach und in seiner subjektiven Bedeutung erkennen lassen. Am besten geschieht dies durch Bezug auf die eingangs gestellten Fragen, die nun mit dem erworbenen Wissen beantwortet werden.

Die PQ4R-Methode ist ein Ansatz für selbstreguliertes Lernen (Bjork et al., 2013), welches in seiner universellen Wirksamkeit zu meist unterschätzt wird, aber Wissen über optimale Bedingungen und Konsequenzen des Lernens voraussetzt.

Zusammenfassung

Das Gedächtnis als die mentale Fähigkeit, Informationen aufzunehmen, zu speichern und wiederzugeben, kann in seinen Funktionen mittels künstlicher neuronaler Netzwerke erforscht und simuliert werden. Sowohl die Lern- als auch die Vergessensgeschwindigkeit ist durch eine (positive bzw. negative) Potenzfunktion beschreibbar. Die Lernkurve für Wiederholungen von Lernmaterial zeigt, dass am Anfang des Lernprozesses schneller gelernt wird als gegen Ende, und die Vergessenskurve bei wiederholter Wissensprüfung lässt erkennen, dass auch nach einem erfolgreichen Einprägungsprozess anfänglich schneller vergessen wird als später. Als Erklärungen für das Vergessen, dem die wichtige Funktion einer Speicherbereinigung von irrelevanten Inhalten zugeschrieben wird, werden in der Gedächtnisforschung der Zerfall von Engrammen (Gedächtnisspuren), die gegenseitige Störung von Speicherprozessen und Schwierigkeiten beim Abruf der Gedächtnisinhalte angeführt.

Entsprechend der Speicherdauer unterscheidet man das Ultrakurzzeitgedächtnis, das Kurzzeitgedächtnis oder Arbeitsgedächtnis und das Langzeitgedächtnis, wobei Letzteres im Wesentlichen nach seinen Inhalten differenziert wird (z.B. perzeptive, deklarative und prozedurale Inhalte). Die Gedächtnisbildung wird in verschiedene Stadien gegliedert: Aufnahme, Festigung und Abruf von Wissen. Die experimentelle Psychologie konnte zahlreiche Einflussfaktoren nachweisen, die sich letztlich auch in Form praktischer Lern- und Gedächtnisregeln niederschlagen.

Fragen

1. Wie kann Gedächtnis definiert werden?
2. Wie kann die die Lern- und Vergessensgeschwindigkeit charakterisiert werden?
3. Was versteht man unter Amnesie?
4. Welche Ursachen werden für das Vergessen von Gedächtnisinhalten verantwortlich gemacht?
5. Was versteht man unter dem Kontexteffekt?

Fragen

6. Wie groß ist die Speicherdauer bzw. der Speicherumfang des Kurzzeitgedächtnis?
7. Wie unterscheidet sich das Arbeitgedächtnis vom Kurzzeitgedächtnis?
8. Zählen Sie einige Konzepte des Langzeitgedächtnisses auf, die eine Unterscheidung zwischen Gedächtnisinhalten treffen?
9. Wie könnte eine Integration verschiedener Konzepte zum Langzeitgedächtnis aussehen?
10. Von welchen drei Stadien der Gedächtnisbildung wird in der psychologischen Forschung ausgegangen?
11. Effekte, welche die Wissensaufnahme beeinflussen?
12. Was versteht man unter Mnemotechnik?
13. Welche Effekte tragen zur Festigung des Wissens bei?
14. Auf welche Einflüsse ist beim Abruf des Wissens zu achten?
15. Welche Gedächtnisregeln lassen sich aus der Gedächtnisforschung ableiten?
16. Die Phasen der PQ4R-Methode ?
17. Welche vierstellige Zahl wollten Sie sich anhand der Hakenworte merken, wenn sie wissen, dass die erste Ziffer eine 5 (= Hand) war. Zur Rückübersetzung der eingepprägten Vorstellungsinhalte: Ei = 0, Kerze = 1, Schwan = 2, Dreizack = 3, Kleeblatt = 4, Hand = 5)

Literatur

- Anderson, J. R. (2000). Learning and memory. An integrated approach. New York
- Jäncke, L. (2013). Lehrbuch Kognitive Neurowissenschaften. Bern
- Mandl, H. & Friedrich, H. F. (Ed.). (2006). Lernbuch Lernstrategien. Göttingen
- Metzig, W. & Schuster, M. (2006). Lernen zu lernen - Lernstrategien wirkungsvoll einsetzen. Berlin
- Müsseler, J. & Prinz, W. (Ed.). (2002). Allgemeine Psychologie. Heidelberg
- Pritzel, M., Brand, M. & Markowitsch, H. J. (2003). Gehirn und Verhalten. Ein Grundkurs der physiologischen Psychologie. Heidelberg
- Spitzer, M. (2002). Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens. Heidelberg
- Stanek, W. & Zehetmaier, H. (2005). Gedächtnistraining. Das Erfolgsprogramm für Neues Lernen und gegen mentales Rosten. München
- Winkel, S., Petermann, F. & Petermann, U. (2006). Lernpsychologie. Paderborn

Problemlösen – Denken – Intelligenz | 8

Inhalt

- 8.1 Definition von Problemen**

- 8.2 Problemkategorisierung und Problemräume**

- 8.3 Förderliche und hinderliche Einflüsse auf das Problemlösen**
 - Güte der mentalen Repräsentation von Problemen
 - Analogietendenz (Fixierung, funktionale Gebundenheit)
 - Einsicht und Expertise
 - Reduktives Denken
 - Fehleinschätzungen des Zeitverhaltens

- 8.4 Denken und Schlussfolgern**
 - Induktives Denken
 - Deduktives Denken

- 8.5 Entscheidungsfindung und Urteilsbildung**
 - Ähnlichkeitsurteile
 - Urteilsheuristiken und Urteilsrahmung
 - Wahrscheinlichkeitsurteile
 - Risikowahrnehmung

- 8.6 Intelligenz – Geistige Leistungsfähigkeit**
 - Intelligenzdiagnostik
 - Formen der Intelligenz
 - Genetische Veranlagung und Umweltfaktoren der Intelligenz