

Gedächtnissysteme und Taxonomie von Gedächtnisstörungen

M. Piefke, G. Fink

T. Bartsch, P. Falkai (Hrsg.), *Gedächtnisstörungen*,
DOI 10.1007/978-3-642-36993-3_2, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

2.1 Einleitung

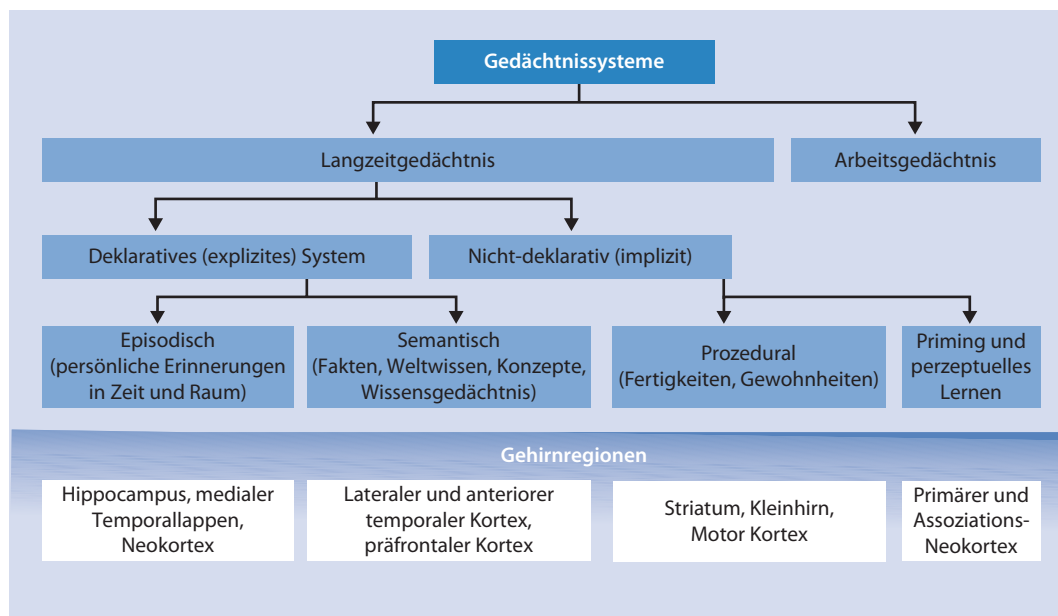
Gedächtnis ist nicht gleich Gedächtnis. Unterschiedliche Formen von Gedächtnisleistungen basieren auf unterschiedlichen kognitiven und emotionalen Prozessen, denen eine differenzielle Anatomie und differenzielle Transmittersysteme zugrunde liegen. Gemein ist den unterschiedlichen Gedächtnisformen, dass sie auf komplexen und dynamischen Prozessen beruhen, die uns das Speichern und den Abruf von Information erlauben, die nicht mehr in der Umwelt präsent ist (Tulving 2000). Basierend auf diesen Gedächtnisinhalten verändert sich unser Verhalten. Hinsichtlich der Dimensionen Zeit und Inhalt können verschiedene Gedächtnissysteme definiert werden (Piefke u. Fink 2012). In Bezug auf die zeitliche Dimension werden das Arbeitsgedächtnis (früher: Kurzzeitgedächtnis) und das Langzeitgedächtnis unterschieden. Innerhalb des Langzeitgedächtnisses werden deklarative (explizite, d. h. dem Bewusstsein zugängliche) und non-deklarative (implizite, d. h. dem bewussten Zugriff nicht zugängliche) Formen des Gedächtnisses voneinander abgegrenzt. Innerhalb des deklarativen und non-deklarativen Gedächtnisses werden weiterhin jeweils spezifische Gedächtnissysteme unterschieden: ■ Abb. 2.1 veranschaulicht die gegenwärtig postulierte Taxonomie (gr. *táxis* = Ordnung, *nomos* = Gesetz) der unterschiedlichen Systeme des menschlichen Gedächtnisses.

In diesem Kapitel werden zunächst die Komponenten des Arbeitsgedächtnisses und die Systeme des Langzeitgedächtnisses sowie deren neurofunktionelle Grundlagen beschrieben. Bei der Darstellung des Langzeitgedächtnisses liegt der Fokus auf dem semantischen und dem episodischen Gedächtnis, da diese beiden Langzeitgedächtnissysteme am häufigsten und stärksten von Hirnfunktionsstörungen betroffen sind. Daran anschließend gibt das Kapitel einen Überblick über die Taxonomie von Gedächtnisstörungen. Typische Amnesieformen werden detailliert anhand von Fallbeispielen behandelt. Abschließend werden die Schlüsselaspekte des Kapitels zusammengefasst, und es werden daran anknüpfend aktuelle Forschungsfragen hinsichtlich des Gedächtnisses skizziert.

2.2 Das Arbeitsgedächtnis

2.2.1 Das Kurzzeitgedächtnis nach Atkinson und Shiffrin

Atkinson und Shiffrin (1968) nehmen in ihrem Mehrspeichermodell eine zeitliche Klassifikation des Gedächtnisses vor und unterscheiden ein sensorisches Register, einen Kurzzeit- und einen Langzeitspeicher. Das sensorische Register hält sensorische Informationen für einige hundert Millisekunden präsent und leistet so die anfängliche Verarbeitung der Informationen, die von den Sinnesorganen aufgenommen werden. Rich-



■ Abb. 2.1 Taxonomie des menschlichen Gedächtnisses

ten Menschen ihre Aufmerksamkeit auf die durch das sensorische Register präsent gehaltenen Informationen, gelangen diese ins Kurzzeitgedächtnis und können dort bewusst verarbeitet werden. Das Kurzzeitgedächtnis speichert zwischen fünf und neun Informationseinheiten für **30 Sekunden oder weniger**. Werden im Kurzzeitgedächtnis Informationen durch Kontrollprozesse in ausreichendem Ausmaß verarbeitet, gelangen sie ins Langzeitgedächtnis, wo sie für mehrere Jahre und sogar Jahrzehnte gespeichert werden können. Im Langzeitgedächtnis gespeicherte Information gelangt beim Abruf wieder ins Kurzzeitgedächtnis und wird dadurch erneut einer bewussten Verarbeitung zugänglich (Atkinson u. Shiffrin 1968; Piefke u. Fink 2012).

Praxistipp

Im Hinblick auf die Differenzialdiagnose von Gedächtnisstörungen ist auf die Interaktion zwischen Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsprozessen zu achten. Aufmerksamkeitsstörungen können Gedächtnisleistungen zum Teil erheblich beeinflussen.

2.2.2 Das Modell des Arbeitsgedächtnisses von Baddeley

➤ **Das Arbeitsgedächtnis leistet ein kurzfristiges und unmittelbares Vorhalten sowie die aktive und verhaltenssteuernde Manipulation von Information, die nicht mehr perzeptuell in der Umwelt verfügbar ist.**

Das Kurzzeitgedächtnis stellt in dem Mehrspeichermodell von Atkinsons und Shiffrin (1968) einen eher statischen und passiven Speicher (Puffer) dar, der zwischen dem sensorischen Register und dem Langzeitgedächtnis vermittelt. Dieses Modell wurde in den 1970er Jahren von Baddeley und Hitch (1974) durch das dynamische Konzept des Arbeitsgedächtnisses modifiziert (Baddeley 2000a, 2000b). Diese Konzeption des Arbeitsgedächtnisses beinhaltet neben dem kurzzeitigen Aufrechterhalten von perzeptuell nicht mehr verfügbarer Information auch deren **aktive Manipulation** zur Steuerung nachfolgenden Verhaltens. Die aktive Manipulation von Information ist als eine wesentliche Bedingung einer Reihe von kognitiven

Gedächtnis und Aufmerksamkeit

Gedächtnisprozesse, insbesondere Arbeitsgedächtnisprozesse, hängen stark von Aufmerksamkeitsfunktionen ab. Störungen der Aufmerksamkeit beeinflussen so auch die Gedächtnisleistung, z. B. beim Enkodieren von Informationen. Dies ist bei einer Reihe von Patienten, die über Gedächtnisstörungen

klagen, klinisch relevant und Gegenstand des ► Kap. 7.

Es lassen sich mindestens fünf für Gedächtnisprozesse relevante Aufmerksamkeitskomponenten definieren:

- Aufmerksamkeitsaktivierung (Alertness)

- Längerfristige Aufmerksamkeitszuwendung (Daueraufmerksamkeit, Vigilanz)
- Räumliche Ausrichtung der Aufmerksamkeit
- Selektive oder fokussierte Aufmerksamkeit
- Geteilte Aufmerksamkeit, Aufmerksamkeitsflexibilität, Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus

Funktionen, insbesondere von Exekutivleistungen zu betrachten (z. B. logisches Denken, Problemlösen). Das Arbeitsgedächtnis ist somit in die meisten kognitiven Funktionen involviert, wie in das Verstehen, Planen und (logische) Denken, aber auch in das Verarbeiten und die Integration multimodaler (z. B. visuell-räumlicher und auditiver) Informationen.

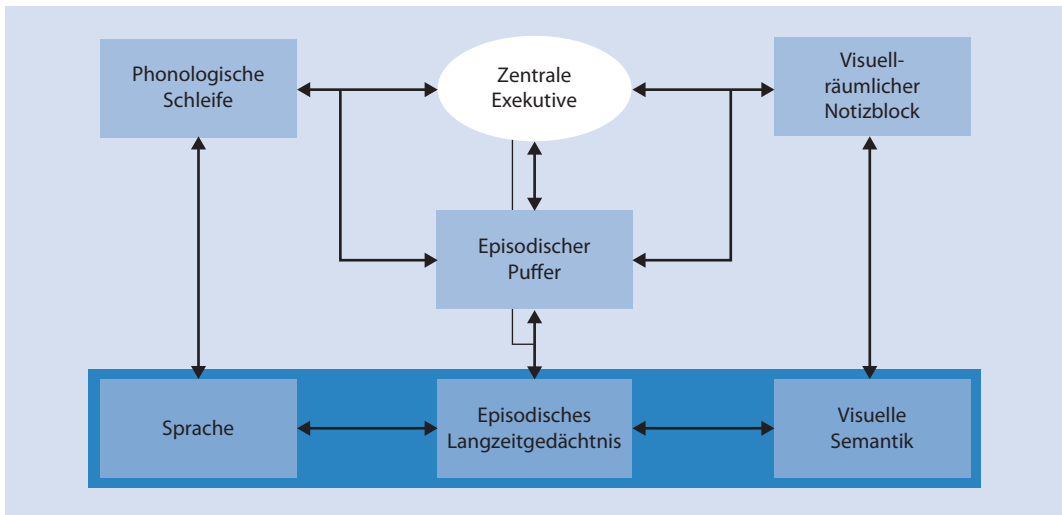
Das Konzept des Arbeitsgedächtnisses von Baddeley und Hitch (1974; Baddeley 2000b) sieht die Prozesse der Aufrechterhaltung und der Manipulation von Information auch auf der neurofunktionellen Ebene als voneinander getrennt an. Diese Annahme wird z. B. belegt durch neuropsychologische Untersuchungen von hirngeschädigten Patienten, die zeigen, dass beide Prozesse unabhängig voneinander gestört sein können. Mit Hilfe funktioneller bildgebender Verfahren kann man die neuronalen Repräsentationen dieser Prozesse auch bei gesunden Menschen unterscheiden. Baddeley und Hitch (1974) nahmen zunächst drei Komponenten des Arbeitsgedächtnisses an, die phonologische Schleife, den visuell-räumlichen Skizzenblock und die zentrale Exekutive. Später ergänzte Baddeley (2000b) das Arbeitsgedächtnismodell um eine vierte Komponente, den episodischen Puffer.

Die **phonologische Schleife** verarbeitet in erster Linie verbale und auditive Information. Sie ist zusammengesetzt aus einem phonologischen Zwischenspeicher, der verbale und auditive Informationen wenige Sekunden präsen halten kann, und einem artikulatorischen Wiederholungsprozess,

der die im phonologischen Zwischenspeicher aufrecht gehaltene Informationen in Echtzeit wiederholen kann. Durch die artikulatorische Wiederholung der Information gelangt diese erneut in den phonologischen Zwischenspeicher und kann dort wieder für einige Sekunden aufrecht gehalten werden.

Der **visuell-räumliche Skizzenblock** verarbeitet visuelle und räumliche Information (Baddeley u. Hitch 1974). Logie (1995) schlägt in Analogie zur Unterteilung der phonologischen Schleife eine Untergliederung des visuell-räumlichen Skizzenblocks in eine visuelle Zwischenspeicherkomponente und einen visuell-räumlichen Wiederholungsprozess vor. Andere Autoren schlagen dagegen vor, den visuell-räumlichen Skizzenblock inhaltlich in zwei Subsysteme zu unterteilen, von denen das eine visuelle und das andere räumliche Information verarbeitet (Baddeley 2003). Darüber hinaus sind inhaltliche Unterteilungen hinsichtlich weiterer Kriterien denkbar, wie zum Beispiel die Unterscheidung zwischen räumlicher und objektbezogener Kodierung (Überblick: Baddeley 2003).

Der **episodische Puffer** wird von Baddeley (2000b) als ein kapazitätsbegrenztes System zur temporären Aufrechterhaltung von Informationen in einem multimodalen Code konzipiert. Er erlaubt die räumliche und zeitliche Integration von Information aus der phonologischen Schleife, dem visuell-räumlichen Skizzenblock und dem Langzeitgedächtnis (Baddeley 2000b). Die Information, die



■ **Abb. 2.2** Die Komponenten des Arbeitsgedächtnisses. (Nach Baddeley 2003)

der episodische Puffer bereitstellt, kann kohärente Ereignisse und Episoden konstituieren, die im gesunden Gehirn bewusst abrufbar sind (Baddeley 2000b).

Die **zentrale Exekutive** ist als eine übergeordnete Aufmerksamkeits- und Monitoring-basierte Kontrolleinheit konzipiert, die die Funktionen der phonologischen Schleife, des visuell-räumlichen Skizzenblocks und des episodischen Puffers sowohl überwacht als auch unterstützt (Baddeley 2000b; Baddeley u. Hitch 1974). Sie ist die Komponente des Arbeitsgedächtnisses, die dem Bereich der Exekutivfunktionen zuzuordnen ist. Eine schematische Darstellung der Komponenten des Arbeitsgedächtnisses gibt ■ Abb. 2.2.

2.2.3 Neurofunktionelle Korrelate des Arbeitsgedächtnisses

In seiner Übersichtsarbeit über funktionelle Bildgebungsstudien zum Arbeitsgedächtnis kommt D'Esposito (2007) zu dem Schluss, dass Arbeitsgedächtnisfunktionen nicht in einer bestimmten Hirnregion lokalisiert sind, sondern vielmehr aus der Interaktion zwischen dem präfrontalen Kortex (PFC) und verschiedenen anderen Strukturen des Gehirns resultieren.

➤ **Das derzeitige Verständnis der Arbeitsgedächtnisfunktion geht von einer funktionellen Interaktion des präfrontalen Kortex mit anderen präfrontalen, prämotorischen und parietalen Hirnregionen aus.**

Smith et al. (1998) waren noch der Auffassung, dass die phonologische Wiederholung durch links-hemisphärische frontale Sprachareale vermittelt wird (vor allem BA44 und BA6), während der phonologische Speicher durch Regionen im linken posterioren Parietallappen repräsentiert ist (BA40). Die derzeit verfügbaren Daten zeigen jedoch keine Evidenz für eine derartige Lokalisation von Komponenten des Arbeitsgedächtnismodells. Aktuelle Annahmen über die neuronalen Korrelate des Arbeitsgedächtnisses gehen eher davon aus, dass die postulierten Teilkomponenten als theoretische Konstrukte aufzufassen sind, die nicht direkt zerebralen Strukturen zugeordnet werden können. Buchsbaum und D'Esposito (2008) argumentieren beispielsweise, dass phonologische Arbeitsgedächtnisleistungen aus der Integration neuronaler Prozesse resultieren, die der Wahrnehmung und Produktion von Sprache zugrunde liegen.

Ein frontoparietales neuronales Netzwerk, das insbesondere den anterioren mittleren frontalen Gyrus sowie inferiore frontale und parietale

Regionen integriert, wird als funktionelle Basis der zentralen Exekutive diskutiert. Mit Hilfe der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) konnten Mohr et al. (2006) zeigen, dass die Modulation neuronaler Aktivität innerhalb dieses Netzwerks eine wichtige Rolle für die Manipulation von Information im Arbeitsgedächtnis spielt.

Auch visuell-räumliche Arbeitsgedächtnisleistungen aktivieren ein weitverzweigtes neuronales Netzwerk präfrontaler, prämotorischer und parietaler Hirnregionen. Silk et al. (2010) demonstrierten, dass diese Regionen mit verstärkter Aktivität auf ansteigende Arbeitsgedächtnisanforderungen antworten. Darüber hinaus berichten die Autoren, dass der rechte supramarginale Gyrus (eine parietale Komponente des beschriebenen Netzwerks) eine Modulatorfunktion sowohl für das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis als auch für die visuell-räumliche Aufmerksamkeit hat.

2.2.4 Arbeitsgedächtnis und biologisches Altern

Das biologische Altern führt zu einer **funktionellen Reorganisation des Gehirns**, die auch die neuronalen Grundlagen des Arbeitsgedächtnisses beeinflusst. Piefke et al. (2012) zeigten in einer fMRT-Studie über den Einfluss des biologischen Alterns auf die Repräsentation von visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisfunktionen, dass es im Verlauf des Alterns zu einer funktionellen zerebralen Reorganisation des Arbeitsgedächtnisses kommt. Diese sind vermutlich unter anderem mit altersabhängigen Veränderungen des präfrontalen Dopaminhaushalts assoziiert (Onur et al. 2011). Sowohl für den PFC als auch parietale Regionen sind die fMRT-Daten von Piefke et al. (2012) gut mit dem so genannten **HAROLD-Modell** (»hemispheric asymmetry reduction in older age«) zu vereinbaren. Dieses Modell galt bislang hauptsächlich für den PFC: Es wurde wiederholt berichtet, dass ältere Probanden präfrontale Regionen zur Bewältigung von Exekutiv- und Arbeitsgedächtnisaufgaben bilateral rekrutieren, während junge Studienteilnehmer PFC Areale unilateral aktivieren (z. B. Cabeza et al. 2002; Dolcos et al. 2002). Piefke et al. (2012) replizierten diese Annahme des HAROLD-Modells.

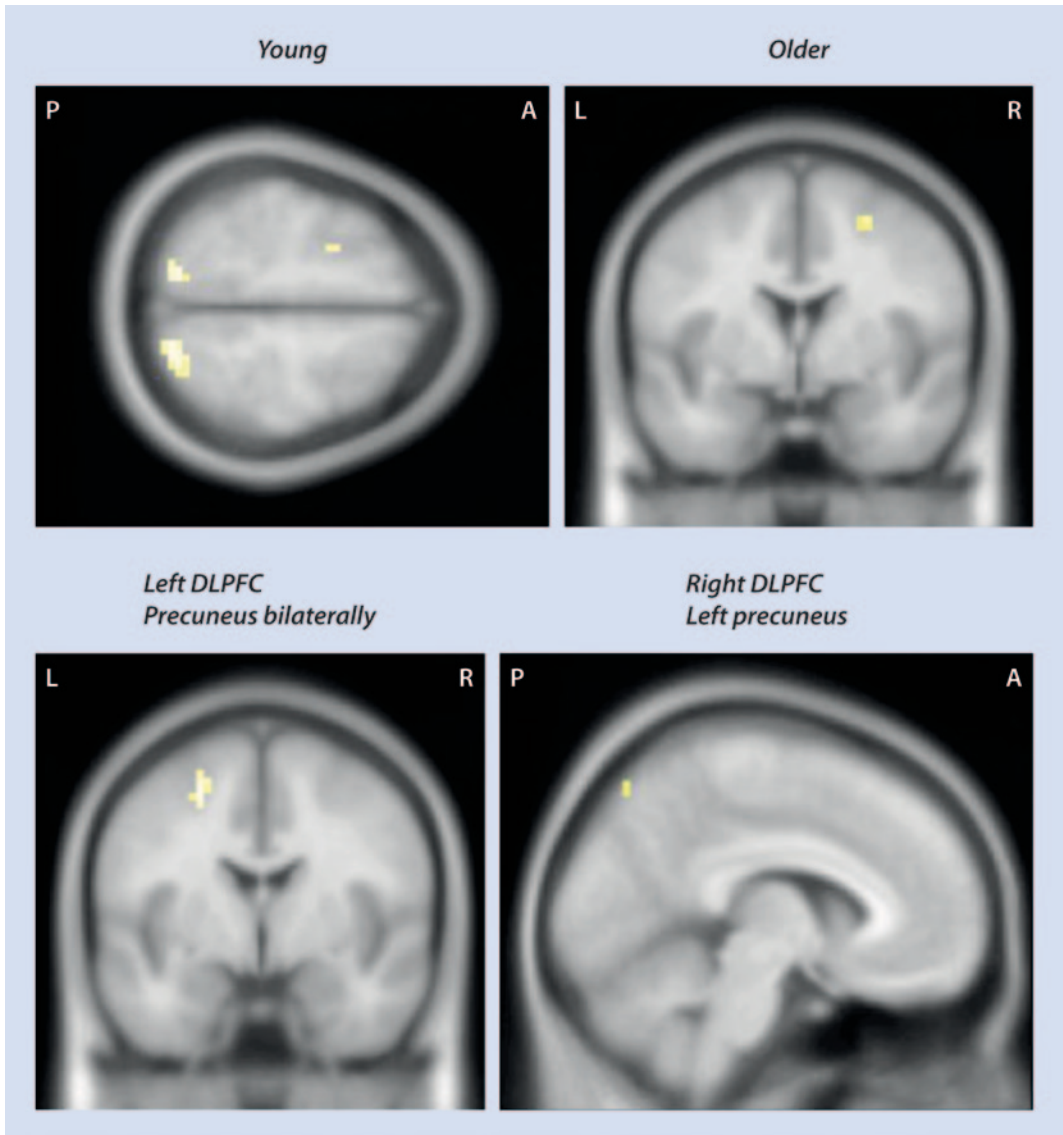
➤ **Im Rahmen von Alterungsvorgängen kommt es zu einer funktionellen Reorganisation der Arbeitsgedächtnisfunktion im Sinne einer bilateralen frontalen Aktivierung. Dies scheint Ausdruck einer neuronalen Plastizität zu sein.**

Jedoch zeigten die Autoren darüber hinaus eine altersbedingte funktionelle Reorganisation in okzipito-parietalen Regionen sowie - bei besonders hohen Anforderungen an das visuell-räumliche Arbeitsgedächtnis – eine umgekehrte Lateralisierung von PFC-Aktivierungen bei älteren (im Vergleich zu jüngeren) Personen (■ Abb. 2.3). Weder die präfrontale noch die okzipito-parietalen funktionelle Reorganisation verhindern jedoch, dass ältere Studienteilnehmer schlechtere Arbeitsgedächtnisleistungen zeigen als junge Studienteilnehmer. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die altersbedingte regionale funktionelle Reorganisation des Gehirns zwar der Kompensation verringerter Hirnleistungen im höheren Alter dienlich sein mag, jedoch die Abschwächung von Arbeitsgedächtnisleistungen auch bei gesunden älteren Menschen nicht verhindern kann.

2.2.5 Störungen des Arbeitsgedächtnisses bei neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen

Das Arbeitsgedächtnis ist ausgesprochen vulnerabel für Veränderungen der Morphologie und der Neurobiologie des Gehirns, die bei neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen auftreten. Es ist insbesondere betroffen, wenn Regionen des PFC geschädigt werden. Die Komponenten des Arbeitsgedächtnisses können selektiv beeinträchtigt sein. Störungen der zentralen Exekutive treten fast immer in Kombination mit Beeinträchtigungen anderer exekutiver Funktionen auf (z. B. Planen, inhibitorische Kontrolle).

Dysfunktionen der phonologischen Schleife und des visuell-räumlichen Skizzenblocks sind selten allein durch präfrontale Schädigungen bedingt. Vielmehr sind an Dysfunktionen der phonologischen Schleife typischerweise zusätzliche Läsionen in Spracharealen beteiligt. An Beeinträchtigungen



■ **Abb. 2.3** Funktionelle Reorganisation von visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisfunktionen im höheren Alter. (Aus Piefke et al. 2012)

des visuell-räumlichen Skizzenblocks sind dagegen vor allem Schädigungen okzipito-parietaler Regionen beteiligt, in denen die sekundäre Verarbeitung visueller und räumlicher Information stattfindet. Eine selektive Dysfunktion des episodischen Puffers ist aufgrund der Überlappung von Arbeits- und Langzeitgedächtnisfunktionen in dieser Komponente des Arbeitsgedächtnisses neuropsychologisch kaum diagnostizierbar. Zudem gestaltet sich

die neuroanatomische Assoziation von Hirnstrukturen mit dieser Komponente des Arbeitsgedächtnisses besonders komplex und schwierig.

➤ **Die Arbeitsgedächtnisfunktion zeigt eine ausgesprochene Vulnerabilität im Rahmen von Alterungsvorgängen und neurologisch-psychiatrischen Erkrankungen.**

2.2.6 Zusammenfassung und Ausblick

Arbeitsgedächtnisfunktionen sind nicht in einer bestimmten Hirnregion lokalisiert, sondern resultieren aus der Interaktion zwischen dem PFC und zahlreichen anderen Hirnstrukturen. Die Teilkomponenten des Arbeitsgedächtnisses (zentrale Exekutive, phonologische Schleife, räumlich-visueller Skizzenblock, episodischer Puffer; ■ Abb. 2.2) sind als theoretische Konstrukte aufzufassen, die nicht direkt zerebralen Strukturen zugeordnet werden können. Das biologische Altern verändert die neuronalen Grundlagen des Arbeitsgedächtnisses. Altersbedingte Veränderungen des Dopaminhaushalts im PFC spielen vermutlich eine entscheidende Rolle für die funktionelle Reorganisation des Arbeitsgedächtnisses im alternden Gehirn.

Das Arbeitsgedächtnis ist unspezifisch bei vielen neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen beeinträchtigt. Diese hohe Vulnerabilität des Arbeitsgedächtnisses für krankheitsbedingte, neurobiologische und neurochemische Veränderungen des Gehirns könnte in den hohen Integrationsanforderungen von Arbeitsgedächtnisleistungen an die neuronale Aktivität in verschiedenen Hirnregionen, sowie in einer generellen Vulnerabilität des Stirnhirns für zerebrale Beeinträchtigungen unterschiedlichster Genese begründet sein. Aktuelle fMRT-Studien belegen, dass die Auslastung des Arbeitsgedächtnisses die Konnektivität zwischen Hirnstrukturen innerhalb eines frontoparietalen Netzwerks moduliert. Ma et al. (2011) zeigten, dass eine hohe Arbeitsgedächtnisauslastung die Konnektivität zwischen dem linken posterioren parietalen Kortex und dem linken inferioren frontalen Kortex verstärkt, während eine niedrige Auslastung des Arbeitsgedächtnisses die Konnektivität zwischen dem posterioren parietalen Kortex und dem anterioren zingulären Kortex verringert. Dieser Befund weist auf eine von der Auslastung des Arbeitsgedächtnisses abhängige Modulation der Konnektivität zwischen Hirnstrukturen in einem frontoparietalen Netzwerk hin. Diese Unterschiede in der frontoparietalen Konnektivität könnten veränderte neuronale Prozesse als Basis veränderter kognitiver Prozesse reflektieren (z. B. Komplexität der Informationsverarbeitung und Monitoring von Fehlern), die mit Veränderungen der Arbeitsgedächtnisauslastung einhergehen.

2.3 Das Langzeitgedächtnis

2.3.1 Systeme des Langzeitgedächtnisses

➤ **Das Langzeitgedächtnis kann allgemein als eine Form langfristig verhaltensmodifizierender Prozesse definiert werden. Eine derart weitgefasste Definition schließt auch viele unbewusste Lernvorgänge wie das klassische Konditionieren, das Priming und das prozedurale Lernen mit ein.**









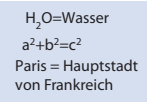

Die Unterteilung des Langzeitgedächtnisses in konzeptuell-inhaltliche Systeme mit den wichtigsten zugehörigen Hirnarealen ist in ■ Abb. 2.4 zusammengefasst. Lernformen wie das klassische Konditionieren werden hier nicht berücksichtigt, da sie für alltagsrelevante Gedächtnisleistungen und deren Störungen so gut wie keine Rolle spielen.

2.3.2 Stufen der Langzeitgedächtnisverarbeitung

Gedächtnisstörungen, die den Alltag der betroffenen Personen beeinträchtigen, manifestieren sich vor allem in den Bereichen des semantischen und des episodischen Gedächtnisses. Die Darstellung in diesem Kapitel fokussiert daher vor allem die neurobiologischen Grundlagen und die möglichen Pathologien dieser beiden Teilkomponenten des Langzeitgedächtnisses. Um die komplexen Wege der Informationsverarbeitung im episodischen und semantischen Gedächtnis zu beschreiben, ist es zunächst erforderlich, eine Unterteilung in **unterschiedliche Stufen der Informationsverarbeitung** vorzunehmen. Mindestens fünf solcher Stufen müssen voneinander getrennt werden:

- Registrierung
- Enkodierung
- Konsolidierung
- Speicherung
- Abruf

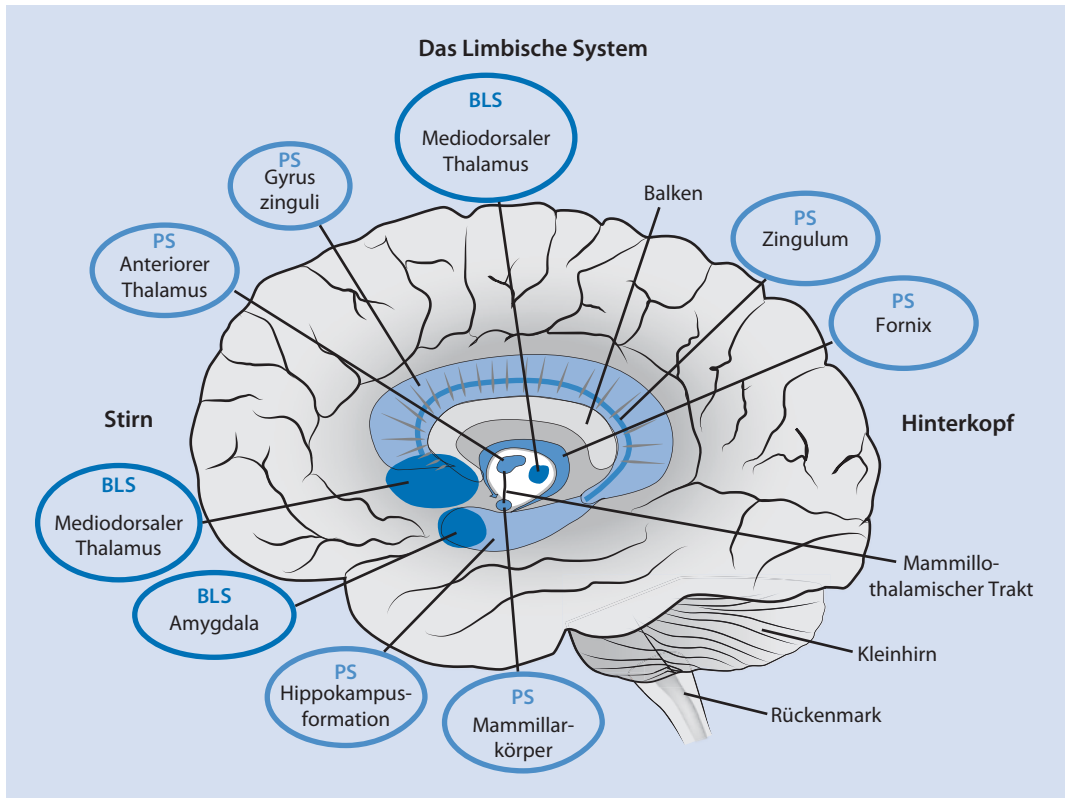
Episodische und semantische Information finden über sensorische Bahnen Eingang in das Gehirn

GEDÄCHTNISYSTEME					
Prozedurales Gedächtnis	Priming (Bahnung)	Perzeptuelles Gedächtnis	Wissens-System	Episodisches Gedächtnis	
					
					
Prozedurales Gedächtnis steht für mechanische auf das motorische System bezogene Fähigkeiten	Priming bedeutet eine höhere Wiedererkennungswahrscheinlichkeit für zuvor in gleicher oder ähnlicher Weise wahrgenommene Reize	Perzeptuelles Gedächtnis bezieht sich auf das Wiedererkennen von Reizen auf Grund von Familiaritäts- oder Bekanntheitsurteilen	Das Wissenssystem ist ein auf die Gegenwart bezogenes System, das sich auf kontextfreie Fakten bezieht $H_2O = \text{Wasser}$ $a^2 + b^2 = c^2$ Paris = Hauptstadt von Frankreich	Das episodische Gedächtnissystem stellt die Schnittmenge von subjektiver Zeit, autonotischem Bewusstsein und dem sich erfahrenden Selbst dar.	
RELEVANTE HIRNSTRUKTUREN					
Einspeicherung	Basalganglien, prämotorische Areale	Primärer Kortex und Assoziationskortex	Posteriorer sensorischer Kortex	Präfrontaler Kortex, limbische Strukturen	Limbisches System, Präfrontaler Kortex
Konsolidierung und Ablagerung	Basalganglien, prämotorische Areale	Primärer Kortex und Assoziationskortex	Posteriorer sensorischer Kortex	Zerebraler Kortex (vorwiegend Assoziationsgebiete)	Zerebraler Kortex (vorwiegend Assoziationsgebiete), limbische Regionen
Abruf	Basalganglien, prämotorische Areale	Primärer Kortex und Assoziationskortex	Posteriorer sensorischer Kortex	Frontotemporaler Kortex (links)	Frontotemporaler Kortex (rechts), limbische Regionen

■ **Abb. 2.4** Die Systeme des menschlichen Langzeitgedächtnisses. (Nach Piefke u. Markowitsch 2007)

(**Registrierung**). Beide Arten von Information werden vermutlich zunächst online (d. h. kurzzeitig vorübergehend) in **kortikalen Assoziationsarealen** gespeichert. Von dort wird die Information übermittelt zum **limbischen System**, einem phylogenetisch älteren System von Gehirnstrukturen und Faserverbindungen, das die **Enkodierung** und **Konsolidierung** kognitiver und emotionaler Information leistet. Innerhalb des limbischen Systems sind einige Gehirnstrukturen insbesondere an der affektiven und emotionalen Informationsverarbeitung beteiligt, im so genannten basolateralen limbischen Schaltkreis. Andere leisten dagegen eher die kognitiven Aspekte der Informationsverarbeitung und können zum Papez'schen- bzw. medialen Schaltkreis zusammengefasst werden (■ Abb. 2.5).

Eine Gedächtnisspur besitzt nach der Enkodierung und Übertragung der Information in neokortikale Langzeitspeicherorte noch keine Stabilität. Vielmehr müssen weitere Konsolidierungsprozesse stattfinden, die kürzlich erworbene Information muss mit schon länger vorhandener abgeglichen werden. Ausgedehnte neokortikale Netzwerke fungieren als Orte der **Speicherung** von Information im Langzeitgedächtnis (z. B. Assoziationskortex). Jedoch erfordert die Speicherung von episodischer und semantischer Information zusätzlich den Rückgriff auf allokontikale (z. B. Hippokampus) und subkortikale Gehirnstrukturen. Präfrontale Areale stellen vermutlich Trigger-Signale für den **Abruf** von Information bereit, die in den posterioren Assoziationskorti-



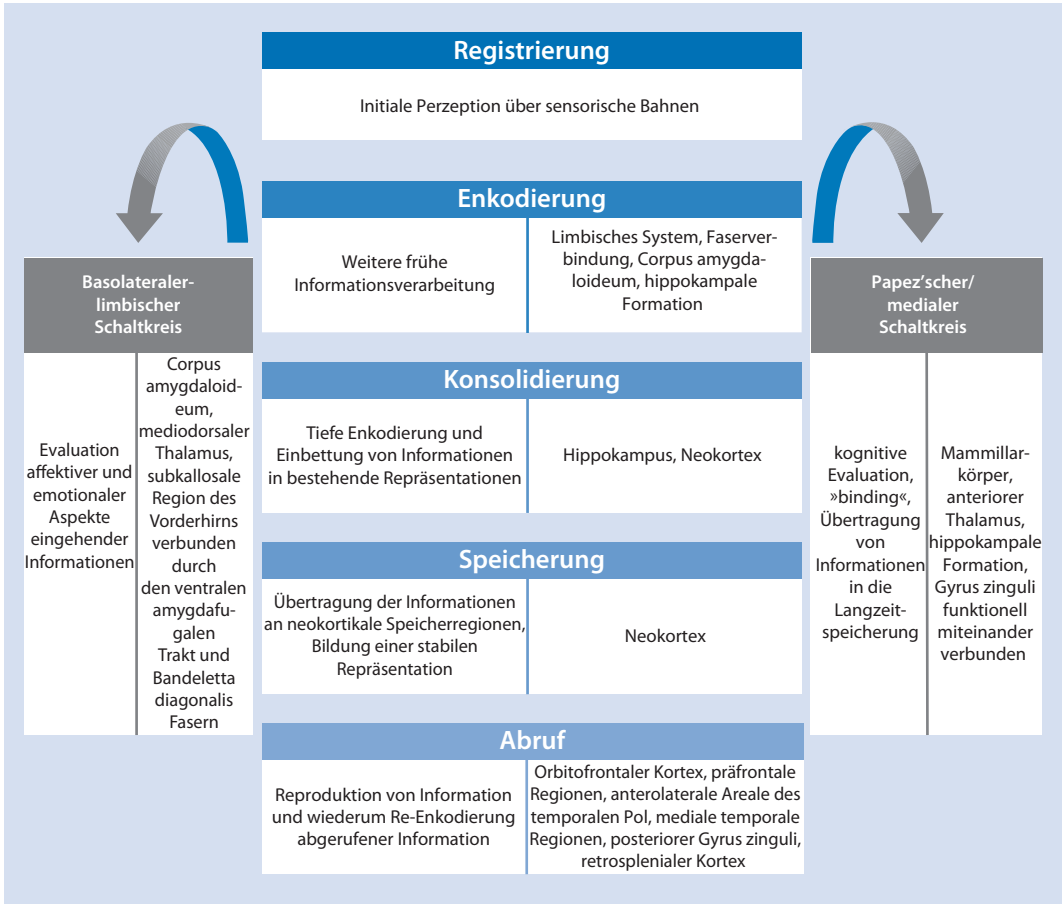
■ Abb. 2.5 Der Papez'sche (PS) und der basolaterale Schaltkreis (BLS) des limbischen Systems

zes gespeichert sind. Jeder Abruf von Information ist von Re-Enkodierungsprozessen begleitet. Umgekehrt beinhaltet aber auch jede Enkodierung neuer Information Abrufprozesse (Piefke u. Fink 2012). Eine zusammenfassende Darstellung der Stufen der Langzeitgedächtnisverarbeitung findet sich in ■ Abb. 2.6.

2.3.3 Langzeitgedächtnisfunktionen des Hippokampus

Dem Hippokampus kommt eine Schlüsselfunktion im Bereich des anterograden Gedächtnisses zu (Neugeächtnis; ► Abschn. 2.4.1) und er ist darüber hinaus in das retrograde Gedächtnis (Altgedächtnis; ► Abschn. 2.4.1) für eine begrenzte Zeitspanne involviert. Das »klassische« Modell der Gedächtniskonsolidierung schreibt dem Hippokampus eine zeitbegrenzte Funktion innerhalb der Lang-

zeitgedächtnisverarbeitung zu (Squire 1992). Nach diesem Modell ist der Hippokampus nur so lange in den Abruf deklarativer (d. h. episodischer und semantischer) Information involviert, bis die Prozesse der Gedächtniskonsolidierung abgeschlossen und die Informationen in die neokortikalen Speicherorte transferiert worden sind. Nach der Ablagerung im Neokortex ist die Information dann ohne Beteiligung des Hippokampus direkt aus den dortigen Speicherorten abrufbar. Die »multiple trace theory« (Nadel u. Moscovitch 1997) postuliert dagegen, dass der Hippokampus lebenslang in den Abruf zumindest episodischer Erinnerungen involviert ist. Ältere Erinnerungen sind nach diesem Ansatz, durch ihre über Jahre und Jahrzehnte fortschreitend zwischen dem medialen Temporalappen und dem Neokortex vernetzte zerebrale Repräsentation, weniger betroffen von Schädigungen des Hippokampus als jüngere Erinnerungen. Die Annahmen des klassischen Modells der Gedächtnis-



■ **Abb. 2.6** Die Stufen der Langzeitgedächtnisverarbeitung im semantischen und episodischen Gedächtnis und die jeweils involvierten Hirnregionen

niskonsolidierung und der »multiple trace theory« sind in ■ Abb. 2.7 einander gegenübergestellt.

2.3.4 Zeitabhängige Aktivierung beim Abruf autobiographischer Erinnerungen

In Übereinstimmung mit dem klassischen Modell der Gedächtniskonsolidierung zeigten Piefke et al. (2003) in einer fMRT-Studie, dass die funktionelle Neuroanatomie des autobiographischen Gedächtnisses vom Alter einer Erinnerung abhängig ist. Im Vergleich zu Kindheitserinnerungen (die bei allen Studienteilnehmern vor mehr als 15 Jahren en-

kodiert wurden) führten Erinnerungen an die rezente Vergangenheit zu bilateralen Aktivierungen des Hippokampus (■ Abb. 2.8), während der umgekehrte Kontrast (Kindheitserinnerungen versus rezente Erinnerungen) zu keinerlei signifikanten Aktivierungen führte. Dieser fMRT-Befund von Piefke et al. (2003) kann als Beleg für die Gültigkeit des klassischen Modells der zeitabhängigen Funktion des Hippokampus beim Gedächtnisabruf angesehen werden. FMRT-Befunde anderer Forschergruppen zur Frage einer zeitlich begrenzten Funktion des Hippokampus beim Abruf episodischer und semantischer Information unterstützen teilweise aber auch das Modell der »multiple trace theory« (z. B. Winocur et al. 2010).

Gedächtnisstörungen

Diagnostik und Rehabilitation

Bartsch, T.; Falkai, P. (Hrsg.)

2013, XXI, 381 S. 108 Abb., 59 Abb. in Farbe.,

Hardcover

ISBN: 978-3-642-36992-6