

ALAN BADDELEY, MICHAEL W. EYSENCK,  
AND MICHAEL C. ANDERSON

# MEMORY

Third Edition



A Psychology Press Book

ROUTLEDGE

# Arbeitsgedächtnis

- Ein System für die (temporäre) Speicherung und **Manipulation** einer begrenzten Zahl von Informationen.
- Nützlich z.B. für das Verständnis komplexer gesprochener Sätze

# Eine einfache Aufgabe schlussfolgernden Denkens (nach Baddeley & Hitch, 1974)

- |     |                           |            |
|-----|---------------------------|------------|
| 1.  | B is followed by A—BA     | True/False |
| 2.  | A does not follow B—BA    | True/False |
| 3.  | A is not followed by B—BA | True/False |
| 4.  | A is not preceded by B—BA | True/False |
| 5.  | B follows A—AB            | True/False |
| 6.  | B is not preceded by A—BA | True/False |
| 7.  | B does not follow A—AB    | True/False |
| 8.  | A follows B—BA            | True/False |
| 9.  | B is preceded by A—BA     | True/False |
| 10. | A does not precede B—BA   | True/False |
| 11. | B is not followed by A—AB | True/False |
| 12. | A is followed by B—BA     | True/False |
| 13. | A is not followed by B—AB | True/False |

# Eine einfache Aufgabe schlussfolgernden Denkens (nach Baddeley & Hitch, 1974)

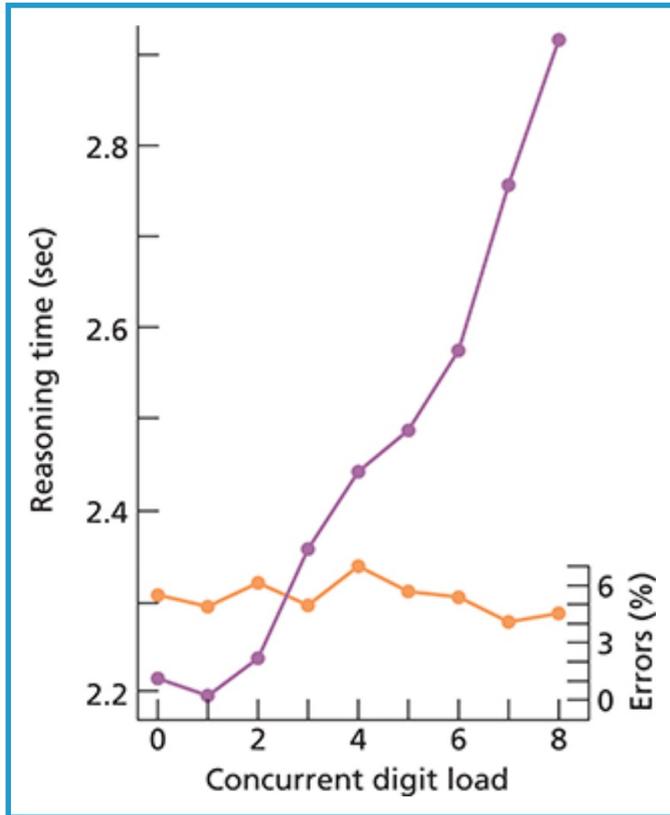
**Box 3.1** Examples from the grammatical reasoning test used by Baddeley and Hitch (1974).

		True	False
A follows B	$B \rightarrow A$		
B precedes A	$A \rightarrow B$		
B is followed by A	$B \rightarrow A$		
A is preceded by B	$B \rightarrow A$		
A is not preceded by B	$A \rightarrow B$		
B does not follow A	$A \rightarrow B$		

Answers: T, F, T, T, T, F.

- |                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 14. B precedes A—AB           | True/False |
| 15. B is not preceded by A—AB | True/False |
| 16. B is preceded by A—AB     | True/False |
| 17. A is not preceded by B—BA | True/False |
| 18. A does not precede B—AB   | True/False |
| 19. A follows B—BA            | True/False |
| 20. A is not followed by B—BA | True/False |
| 21. B precedes A—BA           | True/False |
| 22. A does not precede B—BA   | True/False |
| 23. B is followed by A—AB     | True/False |
| 24. A does not precede B—BA   | True/False |
| 25. A is followed by B—AB     | True/False |
| 26. A is not preceded by B—BA | True/False |

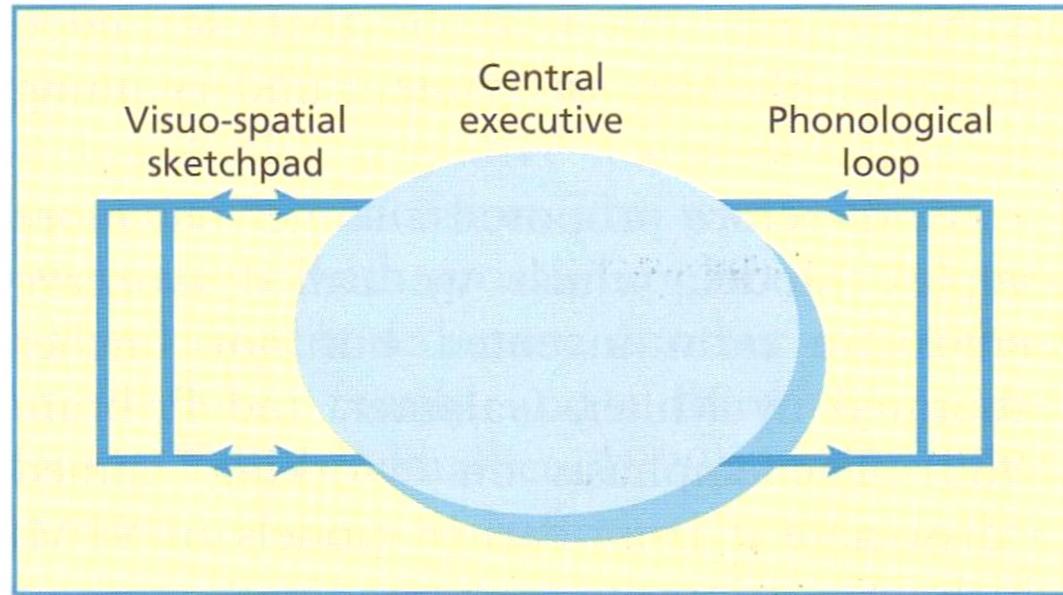
# Das Arbeitsgedächtnis



**Figure 3.2** Speed and accuracy of grammatical reasoning as a function of concurrent digit load. From Baddeley (1986). Copyright © Oxford University Press. Reproduced with permission.

- Mit zunehmender Anzahl der Ziffern stieg die Bearbeitungszeit, aber die Fehlerrate blieb konstant.
- Das Arbeitsgedächtnis wird durch die Zahlenspannenaufgabe nicht vollständig blockiert, ist aber auch nicht völlig unabhängig von dieser.
- Dieser und weitere Befunde führten zur Entwicklung des **Multikomponentenmodells**.

# Arbeitsgedächtnis-Modell von Baddeley



**Figure 3.3** The initial Baddeley and Hitch working memory model. The double arrows are intended to represent parallel transfer of information to and from the sketchpad, and the single arrows the serial rehearsal process within the phonological loop. Based on Baddeley and Hitch (1974).

# Evidenz für die phonologische Schleife (phonological loop)

1. **Phonologischer Ähnlichkeitseffekt:** Die Tendenz, dass Fehler der Probanden phonologisch ähnlich zum korrekten Item sind ( $F \rightarrow S$ ,  $B \rightarrow G$  etc), und die Tatsache, dass phonologisch ähnliche Items schwieriger zu erinnern sind als phonologisch unterschiedliche Items (Baddeley, 1966).
2. **Irrelevanter Spracheffekt:** Präsentation von irrelevanter, zu ignorierender gesprochener Sprache beeinträchtigt das KZG für visuell präsentierte Ziffern. Der Effekt ist unabhängig davon ob die irrelevante Sprache englisch, deutsch oder arabisch ist; irrelevante nichtsprachliche Stimuli erzeugen ihn aber nicht (Salamé & Baddeley, 1982, 1989; vgl. allerdings die Arbeiten von Jones, 1994, 1995). Annahme daher: nur sprachliches Material kann in den phonologischen Speicher gelangen.

# Weitere Evidenz für die phonologische Schleife

3. **Der Effekt der Wortlänge auf die Gedächtnisspanne:**  
Lange Worte → kürzere Gedächtnisspanne; kurze Worte → längere Gedächtnisspanne (Baddeley et al., 1975). Dieser Effekt liegt vermutlich am rehearsal (innerer Wiederholung), das für längere Worte länger dauert, so dass die Gedächtnisspur vorher präsentierter Wörter leichter zerfällt. Tatsächlich verschwindet der Wortlängeneffekt, wenn rehearsal durch sog. **artikulatorische Suppression** mittels repetitiver lauter Sprache („das, das, das...“) verhindert wird.

# Beispiele für Wortlängeneffekte (zum Selbstversuch)

TABLE 3.1

some	twice	yield	bond	hate
harm	harm	worst	harm	bond
bond	worst	harm	worst	some
yield	wit	twice	yield	twice
hate	some	hate	twice	yield
<i>Recall</i>	<i>Recall</i>	<i>Recall</i>	<i>Recall</i>	<i>Recall</i>
association	considerable	university	considerable	immediately
considerable	representative	representative	opportunity	considerable
representative	individual	association	organisation	individual
individual	association	individual	university	association
immediately	opportunity	immediately	representative	opportunity
<i>Recall</i>	<i>Recall</i>	<i>Recall</i>	<i>Recall</i>	<i>Recall</i>

# Weitere Evidenz für die phonologische Schleife

- 4. Artikulatorische Suppression** eliminiert den phonologischen Ähnlichkeitseffekt bei visueller Präsentation (Interpretation: visuelles Material kann nicht in den phonologischen Speicher transferiert werden), und es eliminiert auch den irrelevanten Spracheffekt (Interpretation: wenn Material nicht in den phonologischen Speicher gelangt, wird es auch nicht von irrelevantem Sprachmaterial gestört). (Kritik jedoch: Phonologischer Ähnlichkeitseffekt und irrelevanter Spracheffekt scheinen auf unterschiedlichen Mechanismen zu beruhen; Martin-Loeches, Schweinberger & Sommer, 1997)

# Beziehung Wortlänge/korrekte Reproduktion sowie Wortlänge/Leseengeschwindigkeit

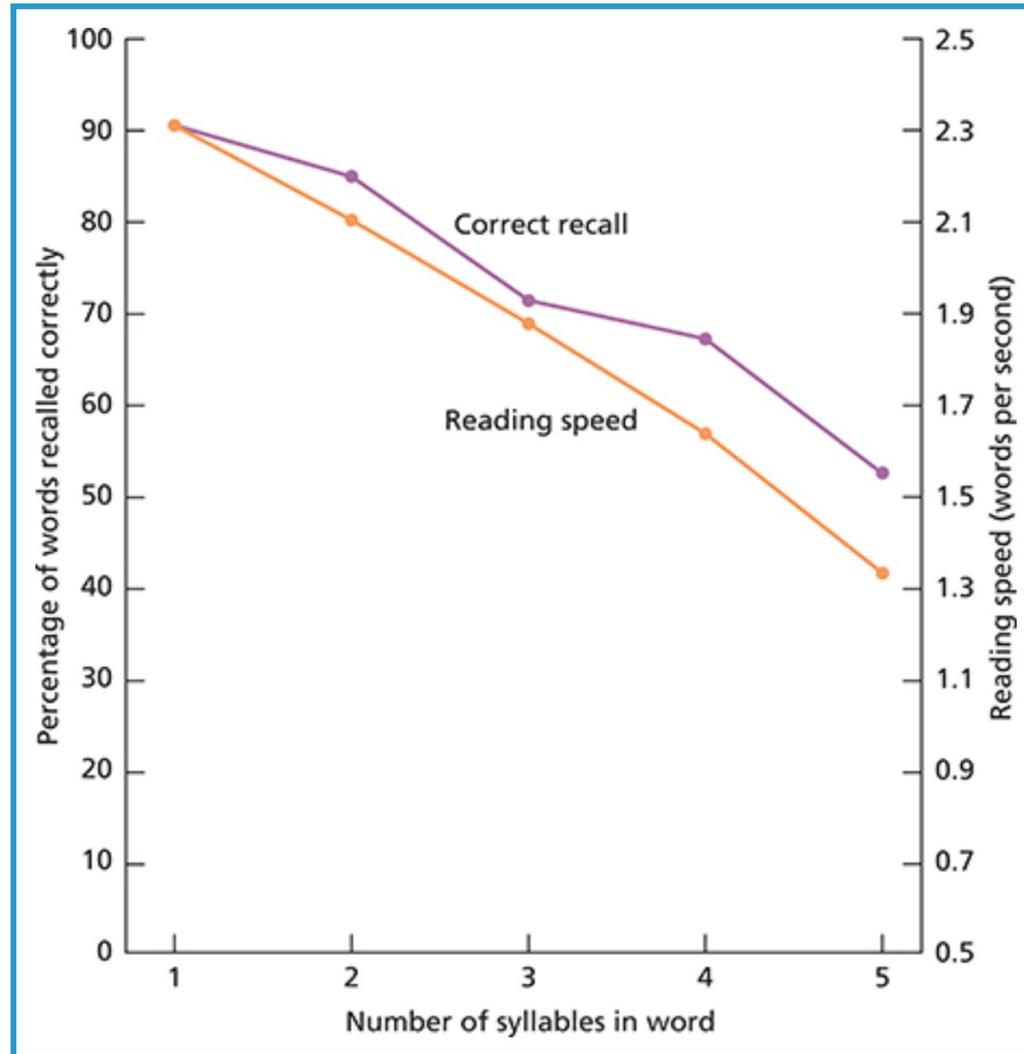


Figure 3.2 The relationship between word length, reading rate, and recall. Long words take longer to rehearse and also produce lower memory spans. From Baddeley, Thomson, and Buchanan (1975). Copyright © Psychology Press.

ALAN BADDELEY, MICHAEL W. EYSENCK,  
AND MICHAEL C. ANDERSON

# MEMORY

Third Edition



A Psychology Press Book

ROUTLEDGE

# Versuchen Sie, diese „englischen(?)“ Sätze zu lesen

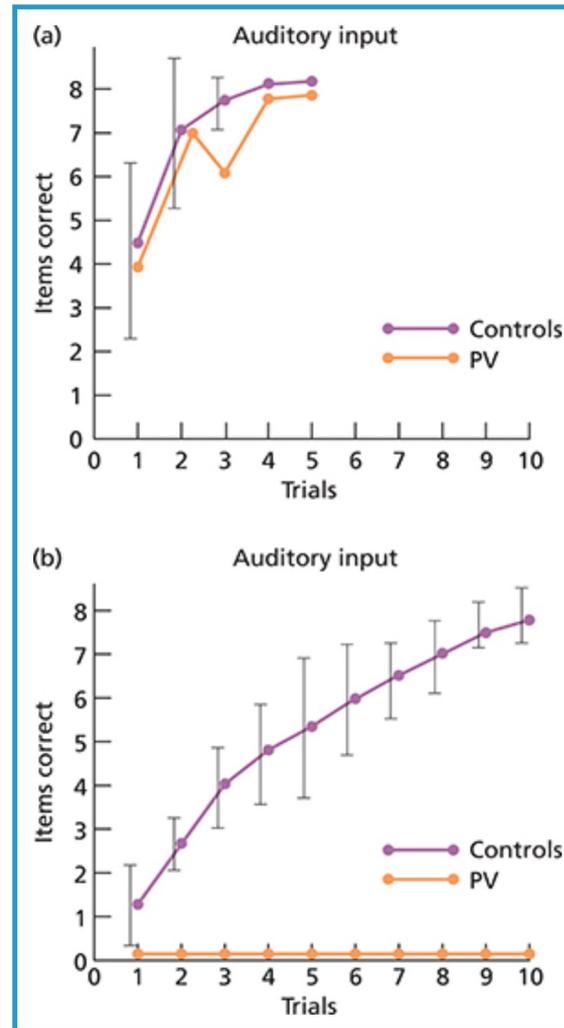
- Iff yue sowned owt thiss sentans tew yoreselph, yoo will komprehenned it.
- Moast peepul seem tue bee aybul tue heer thuh wirts eevan wen thay arr surprasing artikulashun.

# Exkurs: Tiefendyslexie (deep dyslexia; Coltheart et al., 1980)

- Aussprechbare Pseudowörter („flart“ „speep“) können nicht mehr gelesen werden.
- Grosse Probleme beim Lesen abstrakter Wörter („Hoffnung“ „Recht“) , aber geringere Probleme bei konkreten, vorstellbaren Wörtern („Haus“ „Geige“).
- Häufig werden „*semantische Fehler*“ gemacht (Währung → Geld, Fluss → See), was impliziert, das es möglich ist ein Wort ungefähr zu verstehen, ohne Zugriff auf dessen Phonologie zu haben

# Die Bedeutung der phonologischen Schleife für das Erlernen neuer Sprachitems: der Fall von P.V. (Baddeley, Papagno & Vallar, 1988)

Figure 4.4 Rate of learning pairs of items by patient PV and controls. Her capacity to learn pairs of meaningful words was unimpaired (a), but she was not able to learn foreign language vocabulary (b). From Baddeley, Papagno, and Vallar (1988). Copyright © Elsevier.



Paarassoziationslernen  
„cavallo-libro“

Lernen neuer Vokabeln  
(Pseudoworte, basierend auf  
russischen Worten)  
„rosa-svieti“

# Rolle der phonologischen Schleife beim Spracherwerb

- Kapazität der phonologischen Schleife kann die Effizienz des Fremdsprachenerwerbs vorhersagen
- Kinder mit verzögertem Spracherwerb haben oft eine stark reduzierte verbale Gedächtnisspanne und sind besonders beeinträchtigt bei der Wiederholung von Pseudowörtern („nonword repetition deficit“)
- Baddeley hält die phonologische Schleife für eine entscheidende Komponente beim Neuspracherwerb

# Der visuell-räumliche Notizblock: Shephard & Feng (1972)

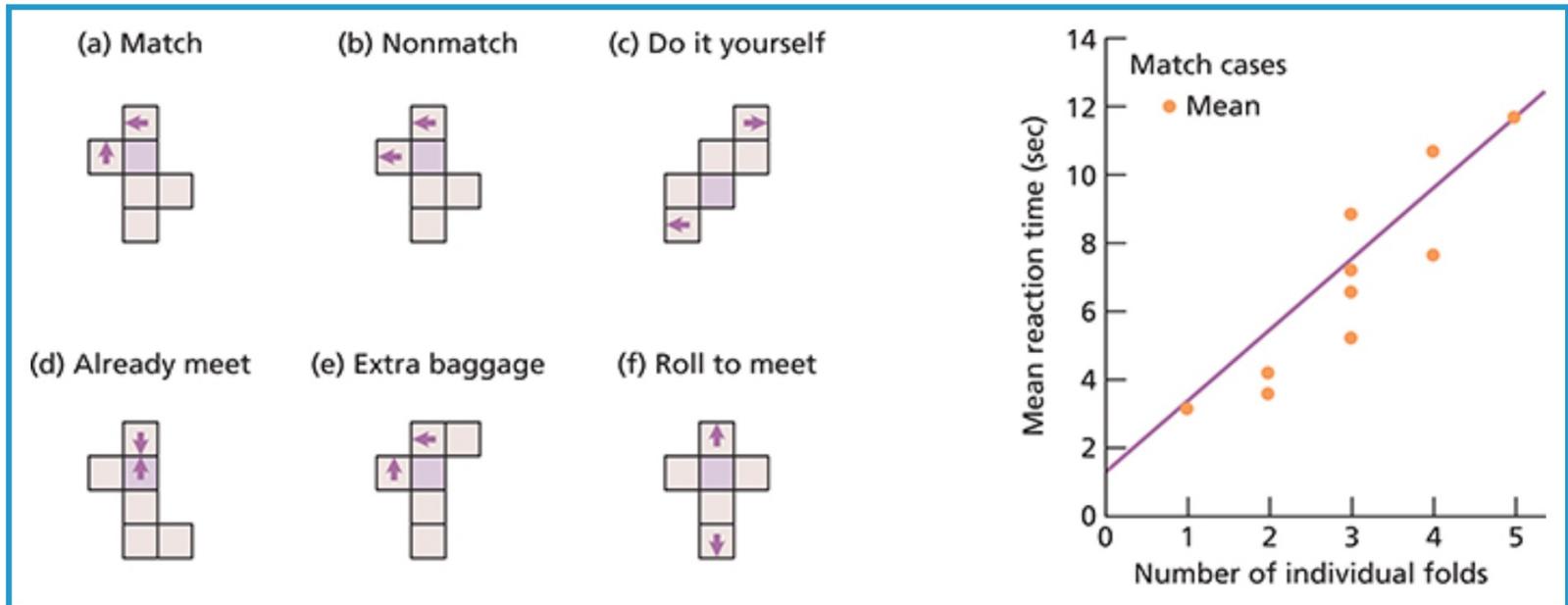


Figure 4.6 Left: Examples of six types of paper-folding problems used by Shepard and Feng (1972). Your task is to decide what would happen if the shapes were folded and made into a cube. Would the arrows meet? Right: Average time to decide whether the arrows on the cubes would match as a function of number of imaginary folds necessary to reach that decision. The circles represent each of 10 different types of problem. Data from Shepard and Feng (1972).

# Mentale Rotation

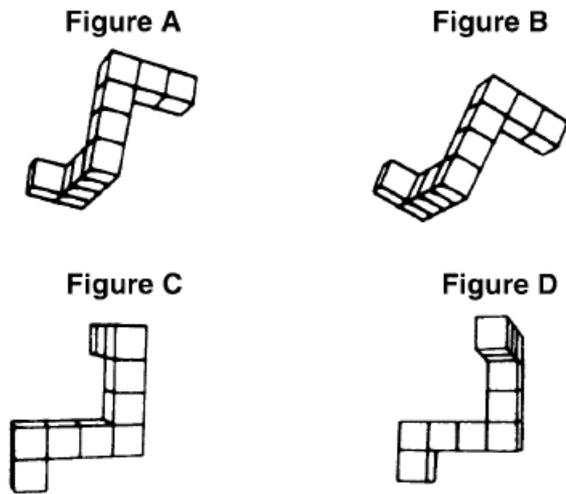


FIG. 3.5.  
Mental rotation  
exercise. Are Figures  
B, C & D the same as  
Figure A, seen from  
different angles?

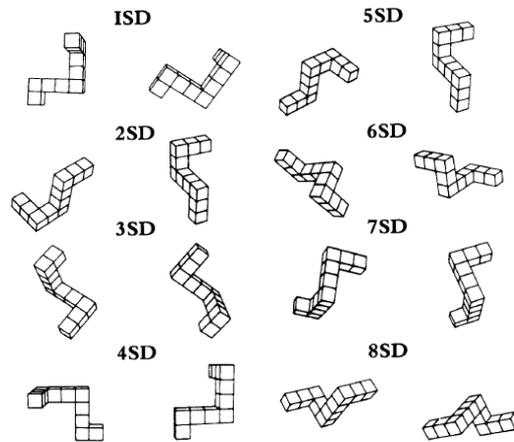
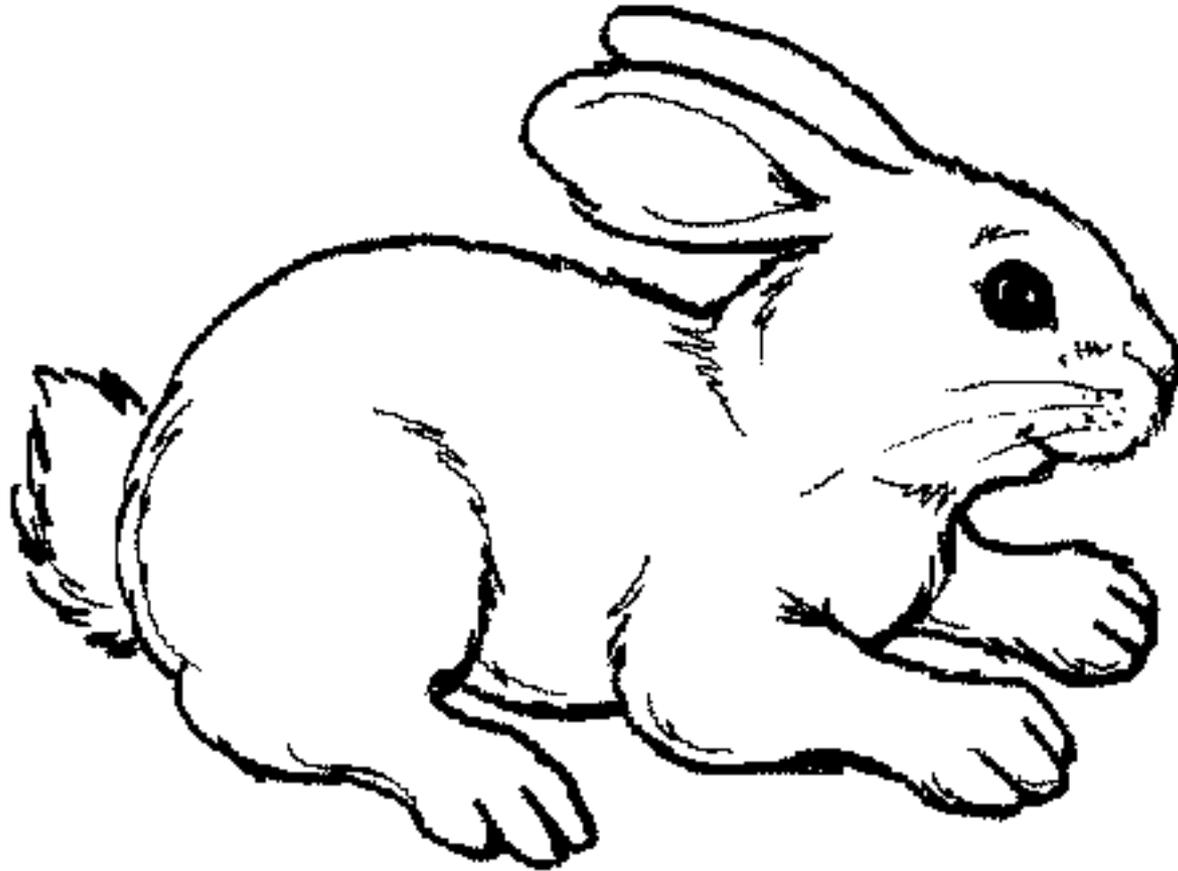


FIG. 3.6.  
Mentally rotate these  
pairs of cube clusters,  
circling S if you decide  
they are the same and  
D if you decide they  
are different. The  
correct answers are **S**  
for 2, 3, 6, 7 and 8,  
and **D** for 1, 4, and 5.

# Visuelle Vorstellungen: Kosslyn & Schwartz (1981)



# Brooks (1968)

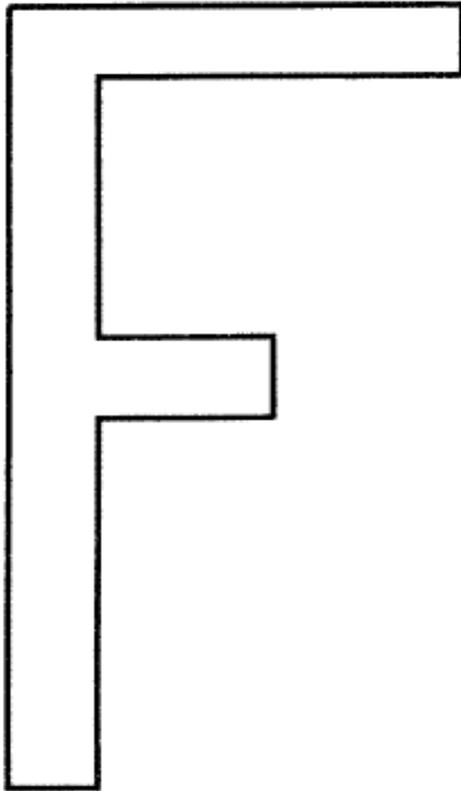


FIG. 3.7.  
Stimulus letter, as  
used in the study of  
visual imagery by  
Brooks (1968).

„Ein Spatz in der Hand ist besser  
als die Taube auf dem Dach“

Antwort durch Zeigen interferiert mit visuell-  
räumlicher Vorstellung, aber nicht mit sprachlicher  
Verarbeitung

Sprachliche Antwort interferiert mit sprachlichen  
Aufgaben, aber nicht mit visuell-räumlicher  
Vorstellung

ALAN BADDELEY, MICHAEL W. EYSENCK,  
AND MICHAEL C. ANDERSON

# MEMORY

Third Edition



A Psychology Press Book

ROUTLEDGE

# Zentrale Exekutive (central executive)

- Aufmerksamkeitssystem mit begrenzter Kapazität
- U.U. identisch zu dem, was andere Wissenschaftler als *supervisory attentional system (SAS)* bezeichneten
- Kontrolliert die phonologische Schleife und den visuell-räumlichen Notizblock
- Steht in Verbindung zum Langzeitgedächtnis
- Ist die bisher am wenigsten gut verstandene Komponente des Arbeitsgedächtnisses

# Arbeitsgedächtnisspanne (working memory span; Daneman & Carpenter, 1980)

- Aufgabe: Lesen einer bestimmten Anzahl einfacher Sätze; Nach dem letzten Satz soll das letzte Wort jedes Satzes reproduziert werden
- Leistung korreliert mit Leseverständnis (Oakhill et al., 1988)
- Arbeitsgedächtnisspanne korreliert hoch mit schlussfolgerndem Denken (Kyllonen & Christal, 1990), evtl. Intelligenz

# Der episodische Puffer

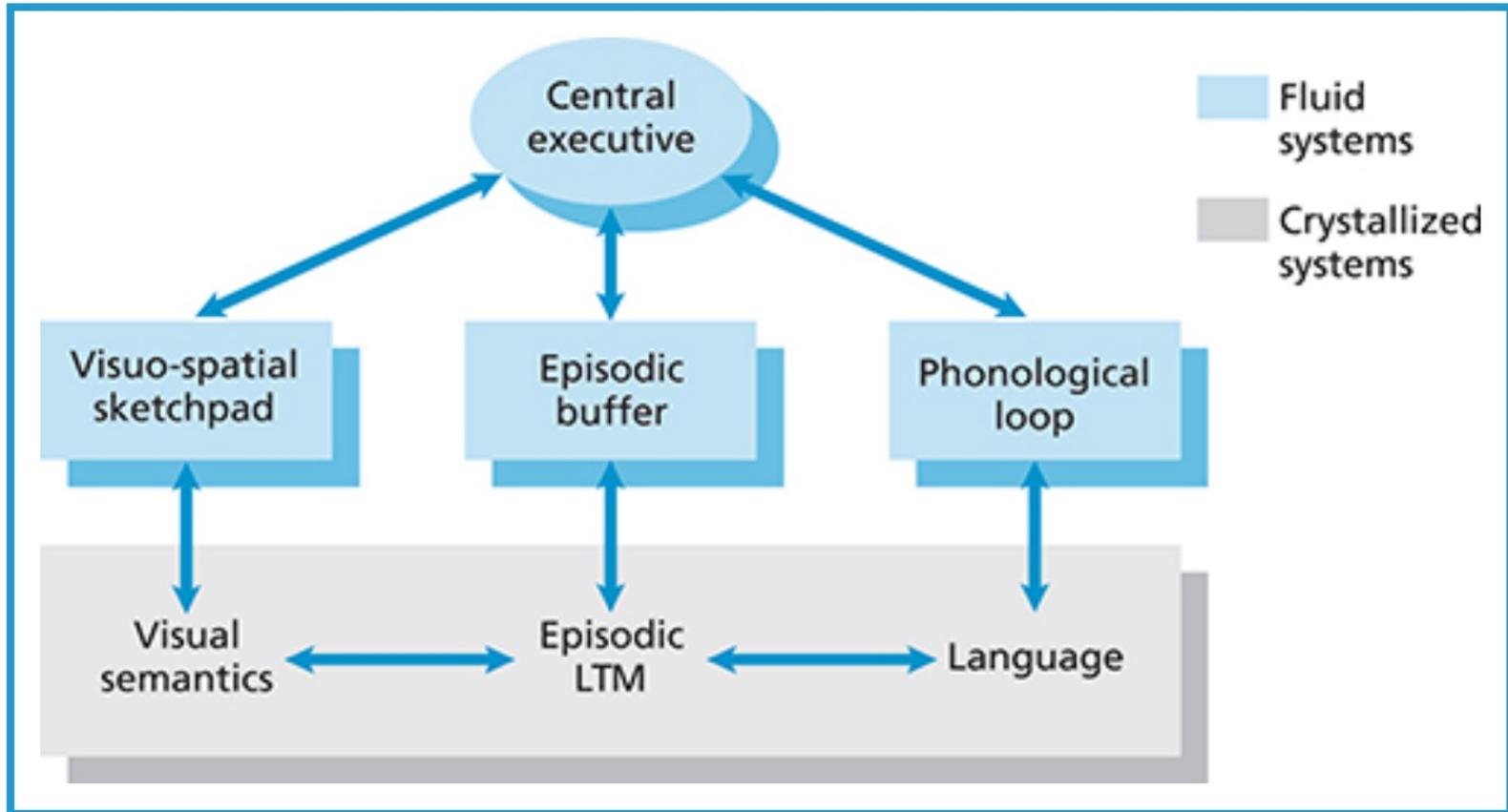


Figure 4.7 The Baddeley (2000) version of the multicomponent working memory. Links to long-term memory have been specified and a new component, the episodic buffer, added.

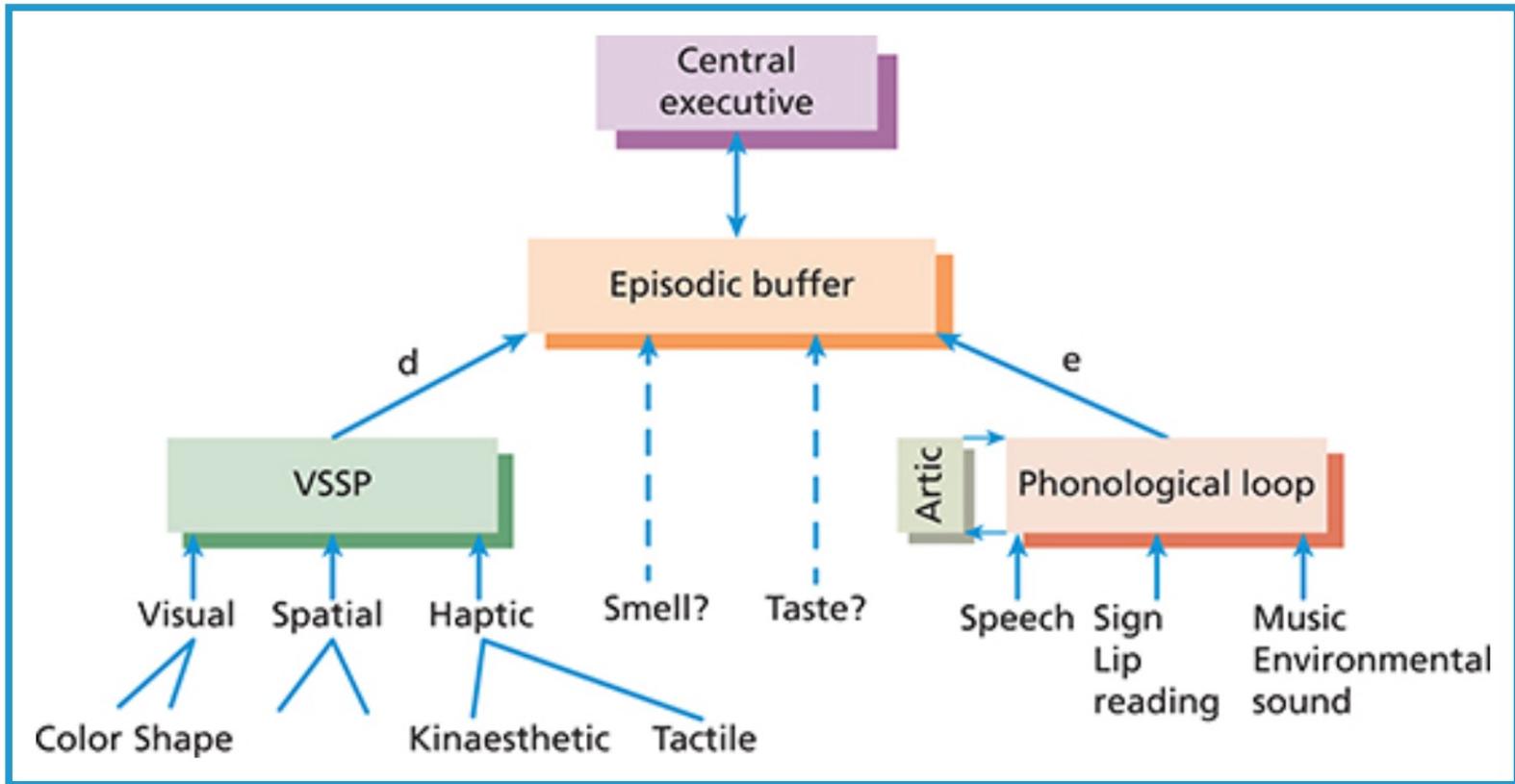
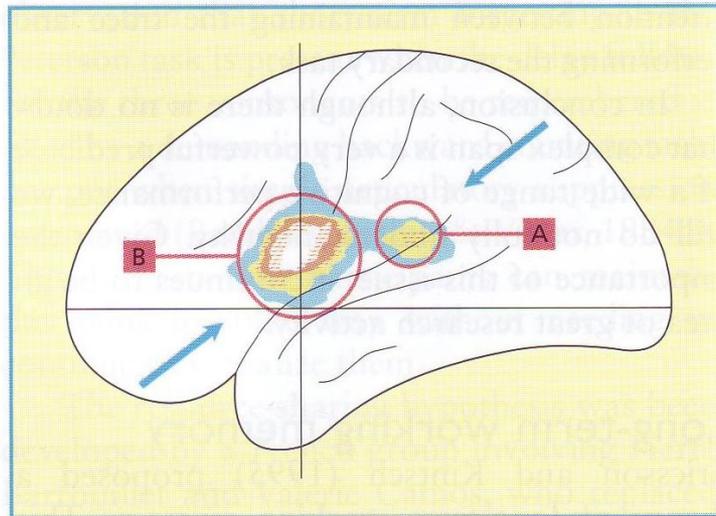


Figure 4.8 A speculative view of the flow of information from perception to working memory. VSSP, visuo-spatial sketchpad. From the Annual Review of Psychology, Volume 63 © 2012 Annual Reviews, <http://www.annualreviews.org>.

# Neurowissenschaftliche Ansätze

- Paulesu, Frith & Frackowiak (1993), Positronen-Emissions-Tomographie (PET):
  - Phonologische Speicherung wird von einem links temporo-parietalen Areal geleistet.
  - Rehearsal findet in einem links-frontalen Areal (Broca-Areal) statt.



Note. Fig. 4.12 in the 3rd Edition (2020)

**Figure 3.11** Neuroimaging the phonological loop. A study using positron emission tomography identified area A with phonological storage and area B with the articulatory rehearsal process. Redrawn from Paulesu et al. (1993).

# Neurowissenschaftliche Ansätze

- Während verbale Aufgaben die linke Hemisphäre aktivieren, werden nach visuell-räumlichen Aufgaben rechtshemisphärische Aktivierungen beobachtet (Smith, Jonides, & Koeppe, 1996).

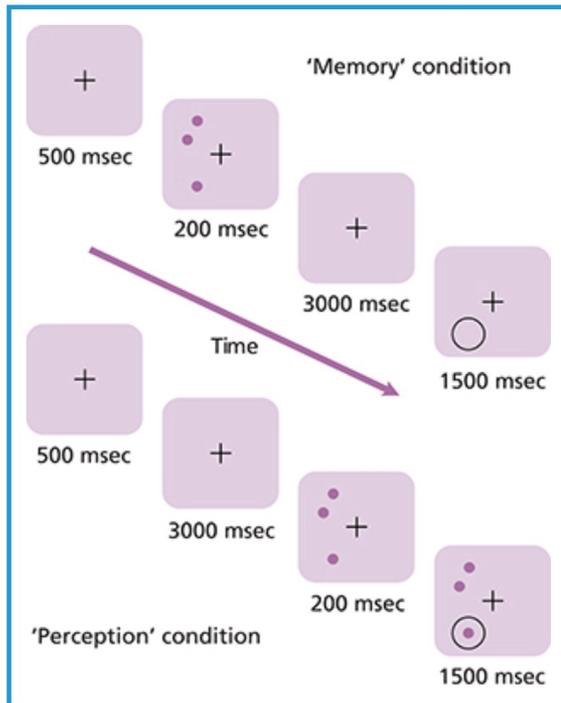


Figure 4.13 Schematic drawing of the events on each trial of the spatial memory and spatial perception tasks used by Smith et al. (1996). Copyright © Oxford University Press.

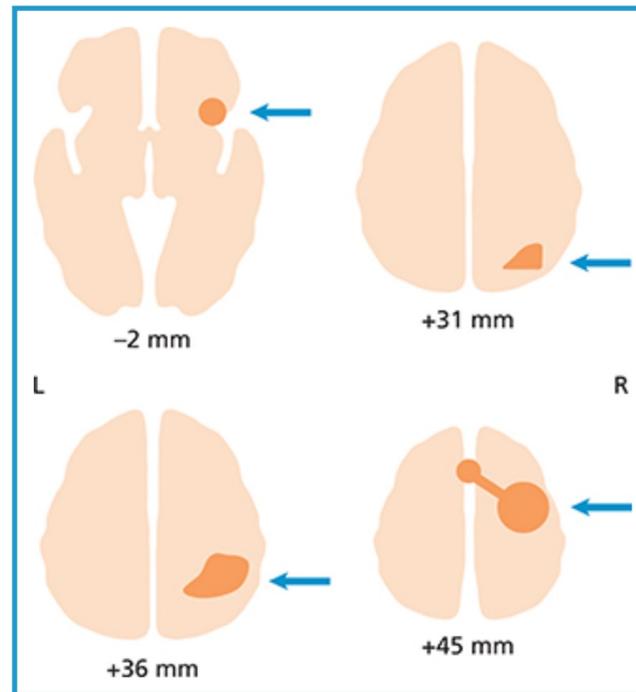


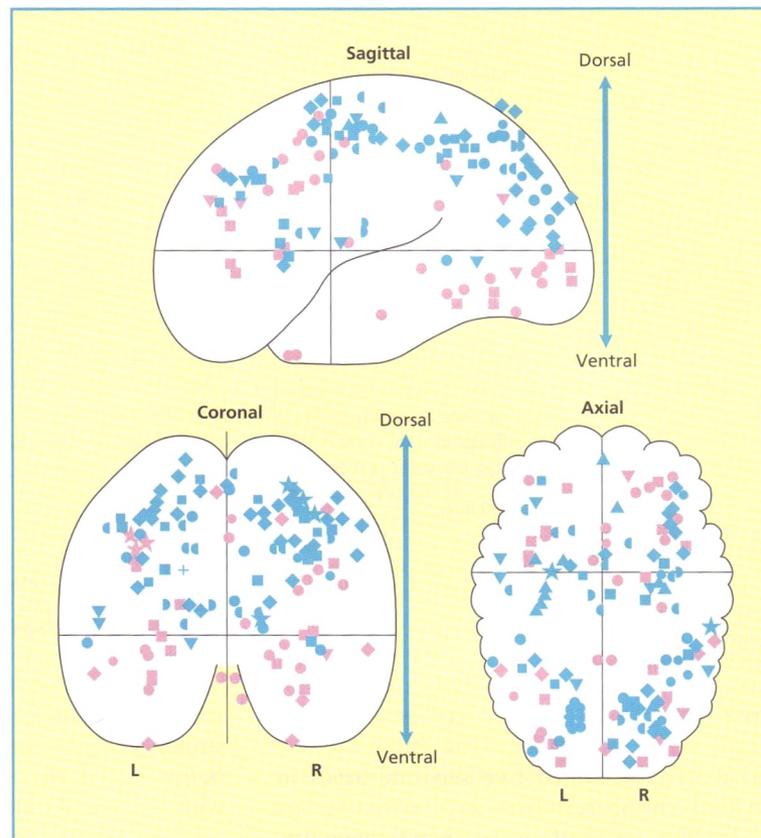
Figure 4.14 Illustration depicting PET images of the four areas activated in the visuo-spatial working memory study. Based on Smith et al. (1996).

# Neurowissenschaftliche Ansätze

- Schließlich führen räumliche Aufgaben eher zu *dorsalen* Aktivierungen, während das Gedächtnis für Objekte eher *ventrale* Aktivierungen auslöst (Smith & Jonides, 1997).

**Figure 3.14** Combined data from studies involving short-term memory from visual objects (pink) or spatial location (blue). The distinction is mainly between the ventral locations for object memory, and dorsal for locations. Based on Smith and Jonides (1999).

Note. Fig. 4.15 in the 3rd Edition (2020)



# Neurowissenschaftliche Ansätze

---

- Exekutive Prozesse führen zu Aktivierungen im Frontalkortex.
- In *N-back-Aufgaben* sollen Probanden bei kontinuierlicher Präsentation auf Wiederholungen von Items reagieren.
- Dabei kann die Anzahl der zwischen den kritischen Items liegenden Reize variieren (z.B. 1-back: 1 5 3 **3** 8 ...; 2-back: 7 2 9 **2** 1 ...; 3-back: 7 1 2 9 **1** 3 ... etc.).
- Es muss also sowohl Information gehalten als auch verarbeitet werden.
- Frontale Aktivierungen steigen systematisch mit der Belastung der zentralen Exekutive an (Braver et al., 1997; Owen et al., 2005).

# Kontrollfragen

1. Beschreiben Sie Funktion und Zusammenwirken der drei Komponenten des Arbeitsgedächtnismodells von Baddeley und Hitch (1974). Warum und in welcher Form ist dieses „klassische“ Modell von Baddeley später erweitert worden?
2. Welche Evidenz gibt es für die Existenz einer phonologischen Schleife im Arbeitsgedächtnis? Beschreiben Sie die Rolle dieser phonologischen Schleife im Zusammenspiel mit den anderen Komponenten des Arbeitsgedächtnismodells von Alan Baddeley.
3. Was versteht man unter dem phonologischen Ähnlichkeitseffekt (phonological similarity effect), was unter dem irrelevanten Spracheffekt (irrelevant speech effect)?
4. Baddeley (1986; Baddeley & Hitch, 1974) beobachtete in einer Doppelaufgabe, dass die Fehlerrate in einer Aufgabe zum schlußfolgernden sprachlichen Denken weitgehend unabhängig von der Zahl der gleichzeitig im KZG gehaltenen Ziffern war. Diskutieren Sie kritisch, inwieweit diese Befunde zur Entwicklung des Multikomponentenmodells des Arbeitsgedächtnisses führten.
5. Welche Auswirkung hat die Wortlänge auf die Kurzzeitgedächtniskapazität für Wörter? Gibt es eine Beziehung zwischen der normalen Lesegeschwindigkeit und der KZG-Kapazität? Wenn ja, welche?
6. Diskutieren Sie die Rolle der phonologischen Schleife für das Lernen sprachlicher Information am Beispiel der Patientin P.V. (Baddeley, Papagno & Vallar, 1988) oder einem anderen Beispiel Ihrer Wahl.
7. Diskutieren Sie kritisch die Rolle der phonologischen Schleife (a) beim Paarassoziationslernen bekannter Wörter und (b) beim Lernen neuer unbekannter Vokabeln.
8. Diskutieren Sie (anhand der Studien von Shepard & Feng, 1972; Kosslyn & Schwartz, 1981, oder anderen Studien Ihrer Wahl), inwieweit visuelle Vorstellungen ähnliche Prozesse involvieren könnten wie visuelle Wahrnehmungen.

# Kontrollfragen (Fortsetzung)

9. Was versteht man in Baddeley's Arbeitsgedächtnismodell unter der „zentralen Exekutive“?
10. Was ist der „Episodische Puffer“?
11. Diskutieren Sie die Gründe, die dazu führten, dass Baddeley (2000) den episodischen Puffer als zusätzliche Komponente des Arbeitsgedächtnisses vorschlug.
12. Erläutern Sie kurz, welche Gehirnregionen vermutlich für die verschiedenen Komponenten des Arbeitsgedächtnisses (insbesondere zentrale Exekutive, phonologische Schleife, visuell-räumlicher Notizblock) besonders wichtig sind.