

Vorlesung Lernen und Gedächtnis
Modul A2

Vom Kurzzeit- zum Arbeitsgedächtnis

Prof. Dr. Thomas Goschke

Übersicht

Kognition als Informationsverarbeitung

Speichermetaphern des Gedächtnisses

Das Mehrspeichermodell von Atkinson & Shiffrin

Sensorische Speicher

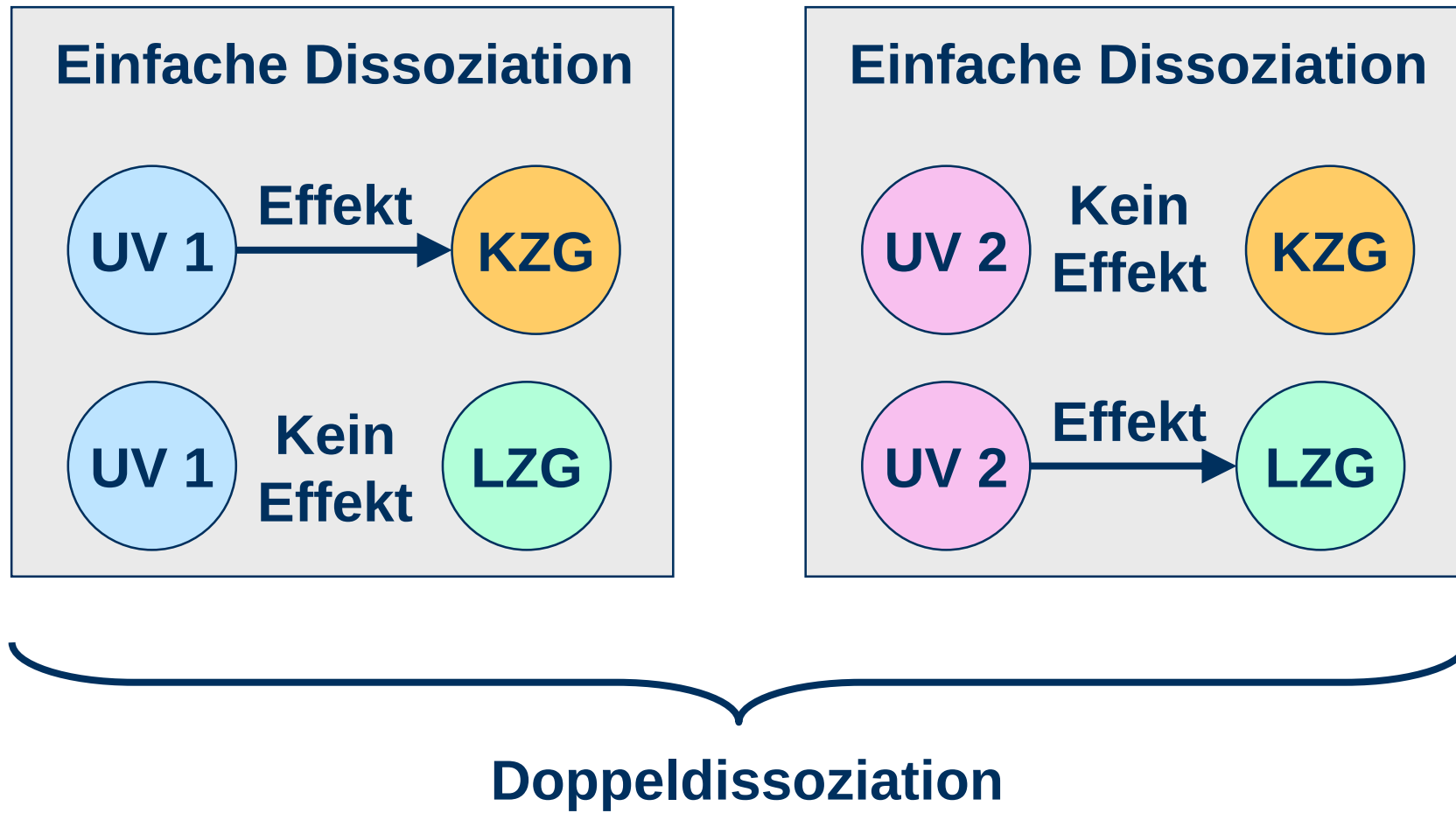
Kurzzeitgedächtnis

Dissoziationen zwischen Kurz- und Langzeitgedächtnis

Probleme des Mehrspeichermodells

Sind Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis separate Systeme?

Funktionale Dissoziationen



Dissoziationen zwischen KZG und LZG

Freie Reproduktion und seriale Positionskurve

1. Liste von n Worten oder Zahlen einprägen ($n > \text{Gedächtnisspanne}$)
2. Freie Reproduktion
3. Darstellung der Reproduktionswahrscheinlichkeit als Funktion der Position in der Lernliste

Lernen	Reproduktion
1. Apfel	% korrekt
2. Tisch	% korrekt
3. Zebra	% korrekt
4. Kanne	% korrekt
5. Blume	% korrekt
6. Fenster	% korrekt
7. Apparat	% korrekt
8. Buch	% korrekt
9. Urlaub	% korrekt
usw.	usw.

Seriale Positionskurven

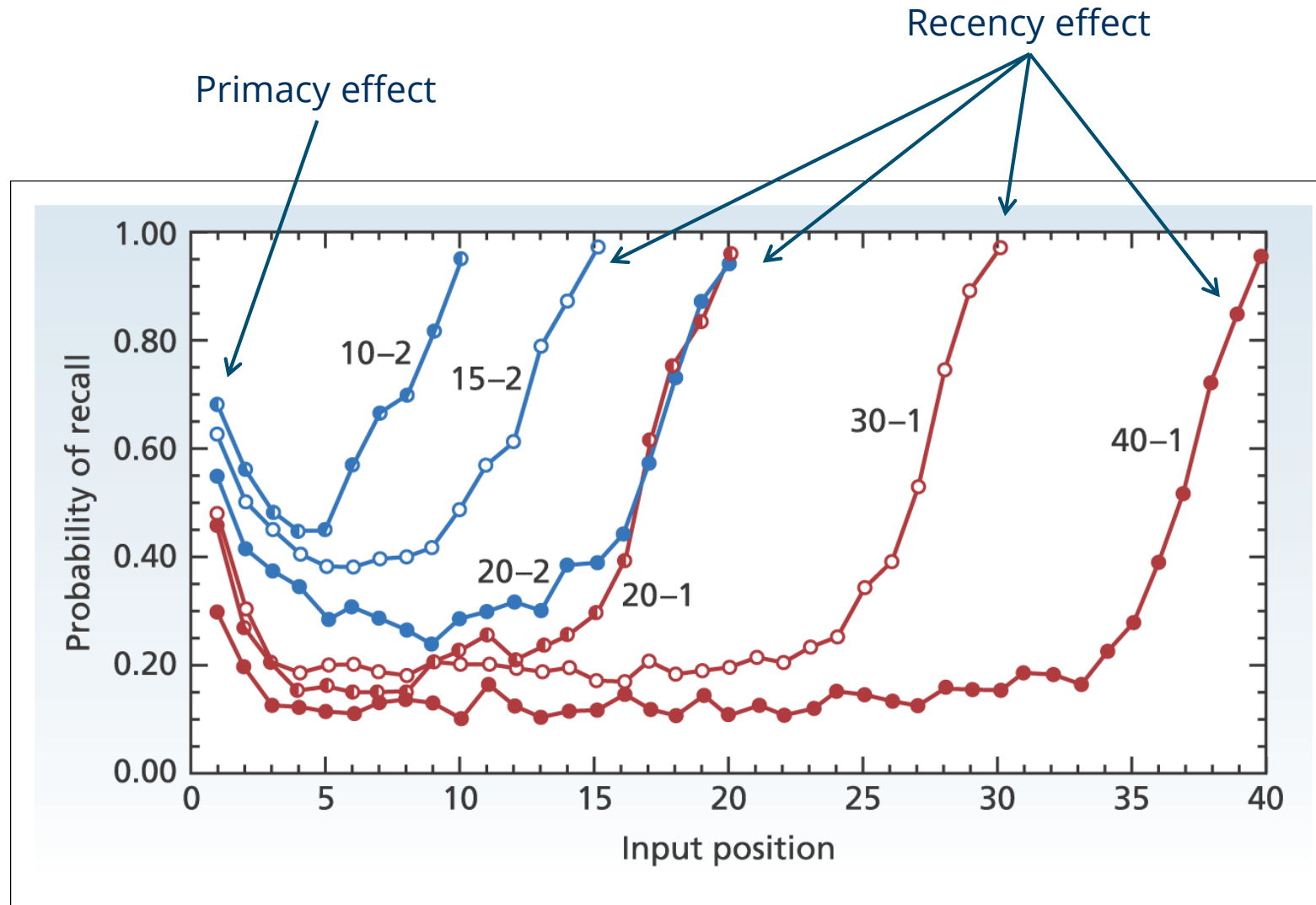


Abb. aus Quinlan & Dyson (2009). Cognitive Psychology. Pearson Education.

Erklärung

Primacy effect: Die zuerst enkodierten Items werden häufiger wiederholt (Rehearsal) und daher mit höherer Wahrscheinlichkeit ins LZG transferiert

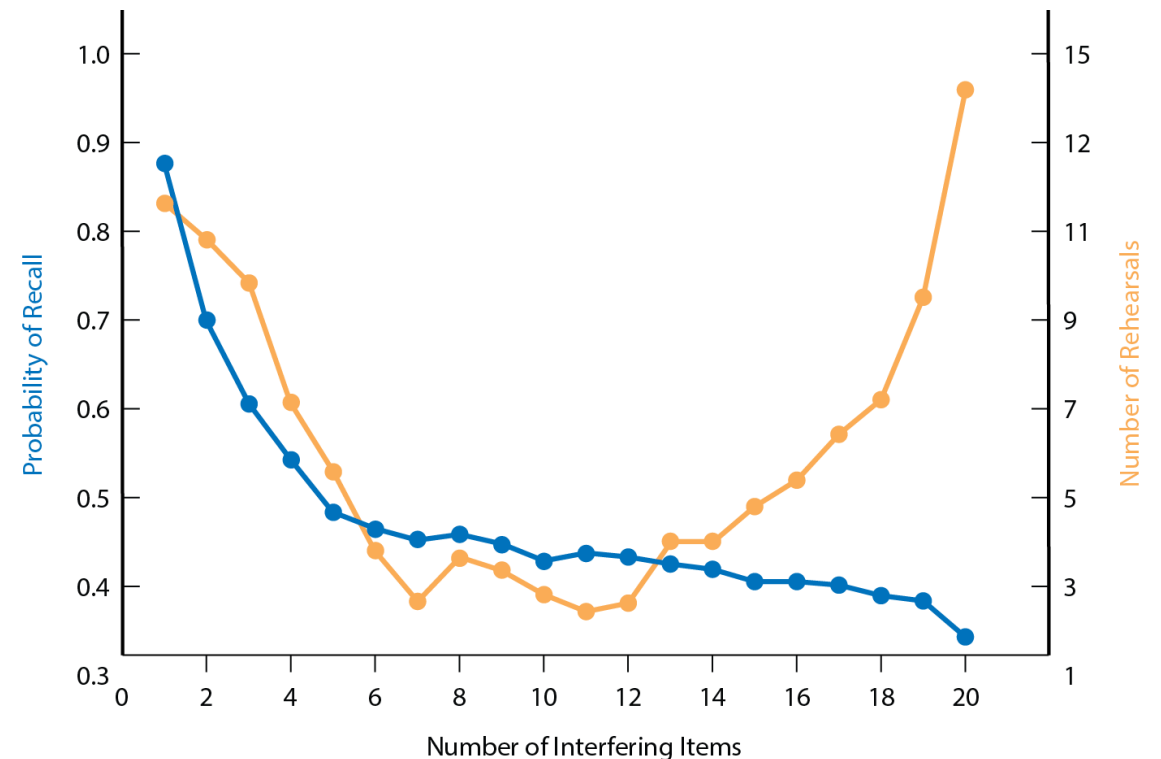
Recency effect: Die zuletzt enkodierten Items befinden sich noch im KZG

Seriale Positionskurve: Primacy-Effekt und Rehearsal

- Probanden sollten Items laut wiederholen (offenes Rehearsal)
- Items am Anfang der Liste wurden häufiger wiederholt

Lernliste	Rehearsal
1. Apfel	Apfel-Apfel-Apfel-Apfel
2. Baum	Baum-Apfel-Baum-Apfel
3. Tasche	Tasche-Baum-Apfel
4. Durst	Durst-Apfel-Baum-Durst
5. Kind	Kind-Baum-Durst-Apfel
6. Tisch	Tisch-Baum-Fernweh-Kind
7. Buch	Buch-Kind-Tisch-Baum

Korrelation zwischen Reproduktions-wahrscheinlichkeit und Anzahl von Wiederholungen ist auf Anfang und Mittelteil der Positionskurve beschränkt

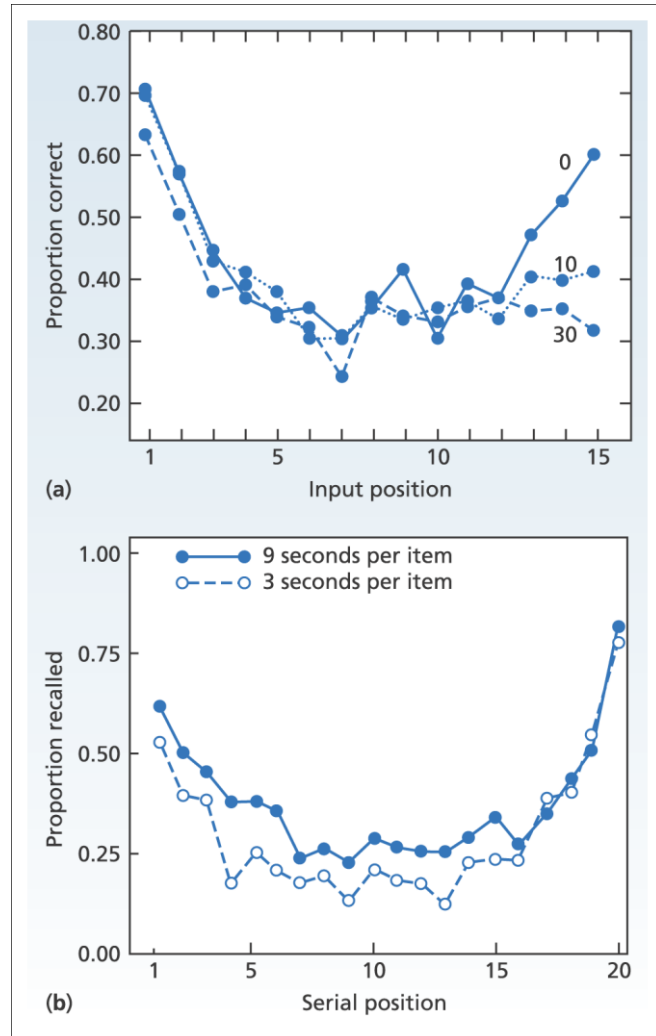


Dissoziationen zwischen KZG und LZG

Gibt es Faktoren, die den Rezenzeffekt (= KZG) beeinflussen, nicht aber die übrige Positionskurve (= LZG)?

... und umgekehrt?

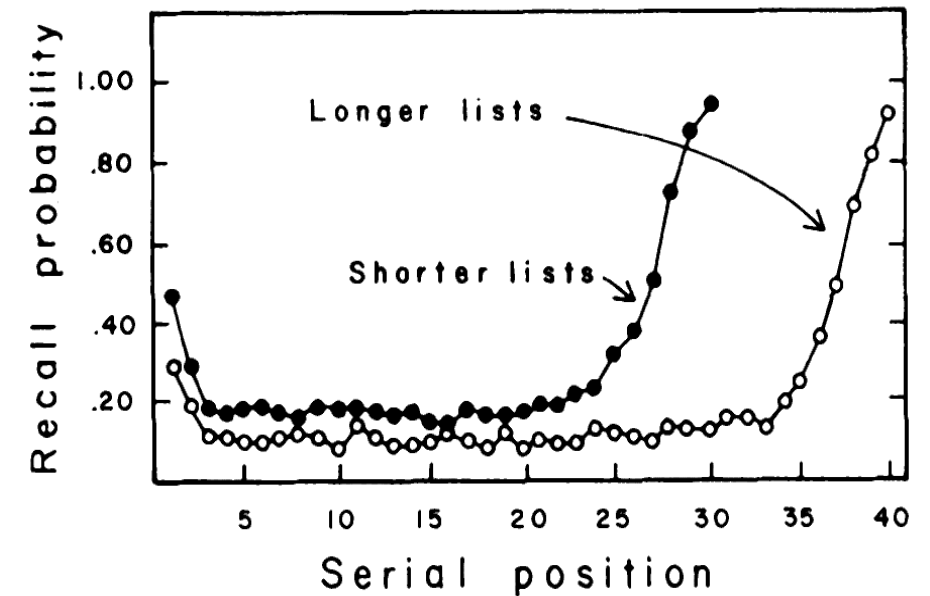
Dissoziation von KZG und LZG: Effekte von Ablenkung, Präsentationsrate und Länge der Lernliste



30-sekündige Ablenkung eliminiert den Rezenzeffekt, aber hat keinen Effekt auf andere Teile der Liste

Präsentationsrate beeinflusst frühen und mittleren Teil der Positionskurve, nicht aber den Rezenzeffekt

Länge der Lernliste beeinflusst frühen und mittleren Teil der Positionskurve, nicht aber den Rezenzeffekt



Dissoziation von KZG und LZG:

Zusammenfassung

Der Rezenzeffekt und der Anfang/mittlere Abschnitt der Positionskurve werden selektiv durch verschiedene Variablen beeinflusst

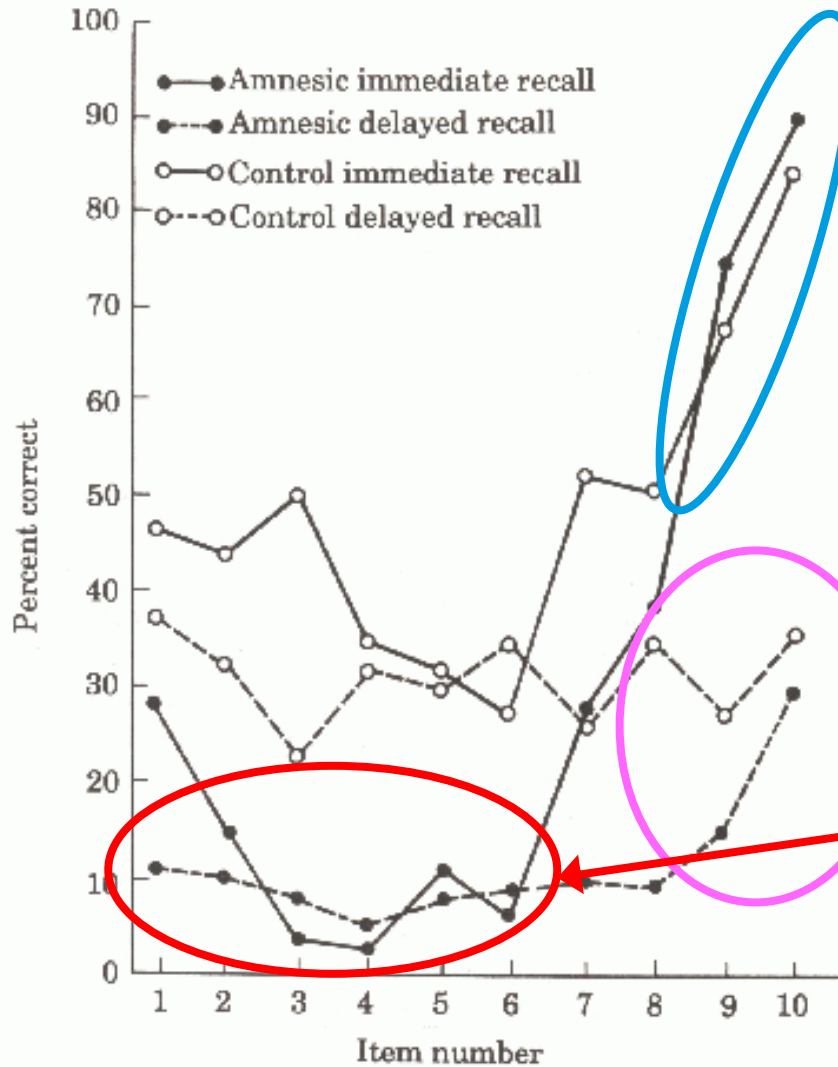
Variablen, die Anfang und Mitte der Positionskurve beeinflussen

- Präsentationsrate, Listenlänge, Bedeutungshaltigkeit des Materials, Alter, Intelligenz

Variablen, die Rezenzeffekt beeinflussen

- Ablenkungsaufgabe zwischen Lernen und Test

Neuropsychologische Dissoziation zwischen KZG und LZG:



Amnestiker & Kontroll-Vpn:
normaler Rezenzeffekt bei
sofortiger Reproduktion
= intaktes KZG)

Amnestiker & Kontrollvnp:
Reduzierter Rezenzeffekt
bei verzögerter Reproduktion

Amnestiker:
Schlechte Reproduktion
früher und mittlerer Items
(= beeinträchtigt LZG)

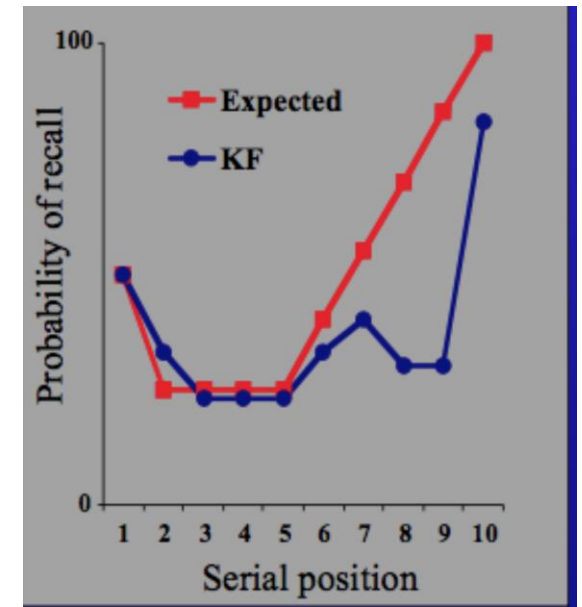
Dissoziation zwischen KZG und LZG: Hirnschädigungen

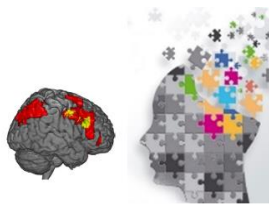
Patient K.F. (Shallice und Warrington, 1970)

- Motorradunfall führte zu Schädigung im Parietal-/Okzipitalkortex
- Relativ intaktes Langzeitgedächtnis
- Aber: Gedächtnisspanne von nur 1 oder 2 Items!
- Kein Rezenzeffekt!

Funktionale Dissoziationen sprechen für separate Kurzzeit- und Langzeitgedächtnissysteme

Aber: zunehmend wurden auch Probleme des Mehr-Speicher-Modells deutlich... → nächste Vorlesung





Vorlesung Lernen und Gedächtnis
Modul A2

Arbeitsgedächtnis

Prof. Dr. Thomas Goschke

Literaturhinweise

Lehrbuchkapitel

- Gluck, M.A., Mercado, E. & Myers, C.E. (2020). *Learning and memory. From brain to behavior (4th ed.)*. New York: Worth Publ. (Chapter 9)
- Gluck, M.A., Mercado, E. & Myers, C.E. (2010). *Lernen und Gedächtnis. Vom Gehirn zum Verhalten*. Heidelberg: Spektrum Verlag. (Kapitel 5)
- Gazzaniga, M., Ivry, R. & Mangun, R. (2018). *Cognitive neuroscience. The biology of the mind (5th ed.)*. W. W. Norton. (Chapter 9: Memory).
- Eysenck, M.W. & Keane, M. (2020). *Cognitive psychology: A student's handbook (8th Ed.)*. New York: Routledge. (Chapter 6).

Übersichtsartikel und Bücher zur Vertiefung

- Baddeley, A.D. (2003). *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 829-839.
- Baddeley, A.D. (2007). *Working memory, thought and action*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1-29.
- D'Esposito, M., & Postle, B. R. (2015). The cognitive neuroscience of working memory. *Annual Review of Psychology*, 66, 115-142.

Überblick

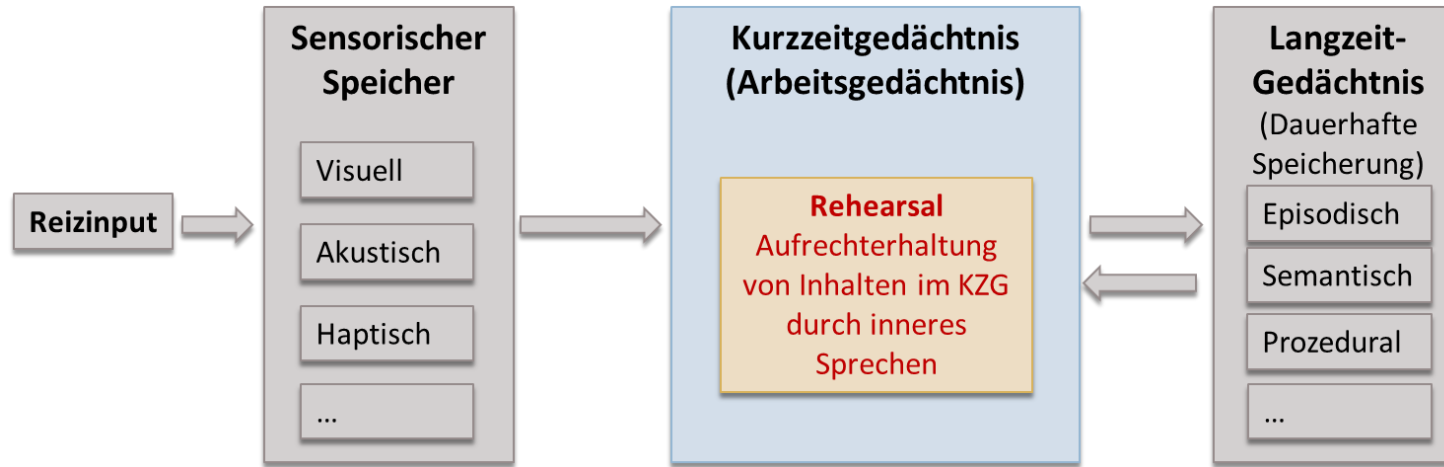
Baddeleys Modell des Arbeitsgedächtnisses

Empirische Evidenz für die „phonologische Schleife“

Empirische Evidenz für den „visuell-räumlichen Notizblock“

Kognitive Neurowissenschaft des Arbeitsgedächtnisses

Rekapitulation: Atkinson und Shiffrins Mehrspeichermodell



	KZG	LZG
Speicherung	Aufrechterhaltung durch Rehearsal (bewusst)	Permanente Speicherung (unbewusst)
Format	Modalitätsspezifisch	Multimodal (insb. semantisch)
Kapazität	ca. 4-7 Chunks	Keine bekannte Grenze
Vergessen	Interferenz; Zerfall (?)	Interferenz; ineffiziente Abrufhinweise; Zerfall (?)
Dauer	Ohne Rehearsal sehr kurz (<1 Min.)	Bis zu Jahren
Abruf	Information ist bereits bewusst	Suchprozesse; Abrufhinweise

Vom Kurzzeit- zum Arbeitsgedächtnis

Funktionale Dissoziationen stützen die Annahme separierbarer Kurzzeit- und Langzeitgedächtnissysteme

Aber: zunehmend wurden auch Probleme des Mehr-Speicher-Modells deutlich:

- Annahme, dass die Enkodierung ins LZG primär eine Funktion der Verweildauer von Informationen im KZG bzw. der Rehearsalhäufigkeit ist, erwies sich als zu einfach
→ **Ansatz der Verarbeitungstiefe** von Craik & Tulving (→ spätere Vorlesung)
- KZG ist kein einheitliches System, sondern umfasst modalitätsspezifische Teilsysteme
→ **Arbeitsgedächtnismodell** von Baddeley & Hitch

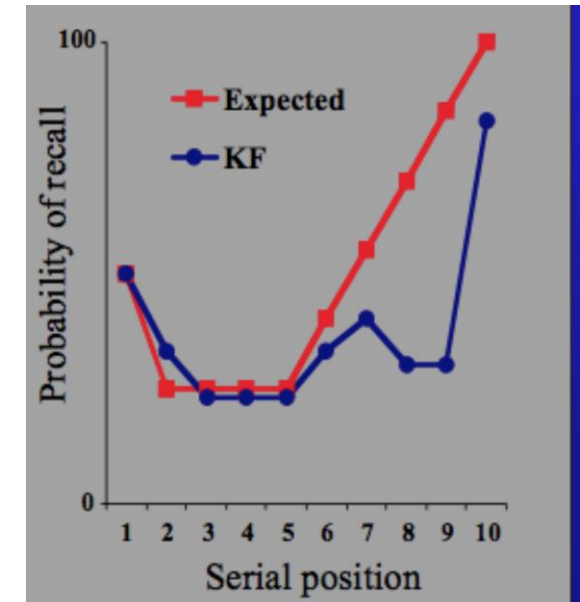
Neuropsychologische Dissoziation zwischen KZG und LZG

Patient K.F. (Shallice und Warrington, 1970)

- Schädigung im Parietal-/Okzipitalkortex nach Motorradunfall
- Relativ intaktes Langzeitgedächtnis
- Aber: Gedächtnisspanne von nur 1 oder 2 Items und kein normaler Rezenzeffekt



Funktionale Dissoziationen sprechen für separate Kurzzeit- und Langzeitgedächtnissysteme



Neuropsychologische Evidenz für modalitätsspezifische Kurzzeitspeicher

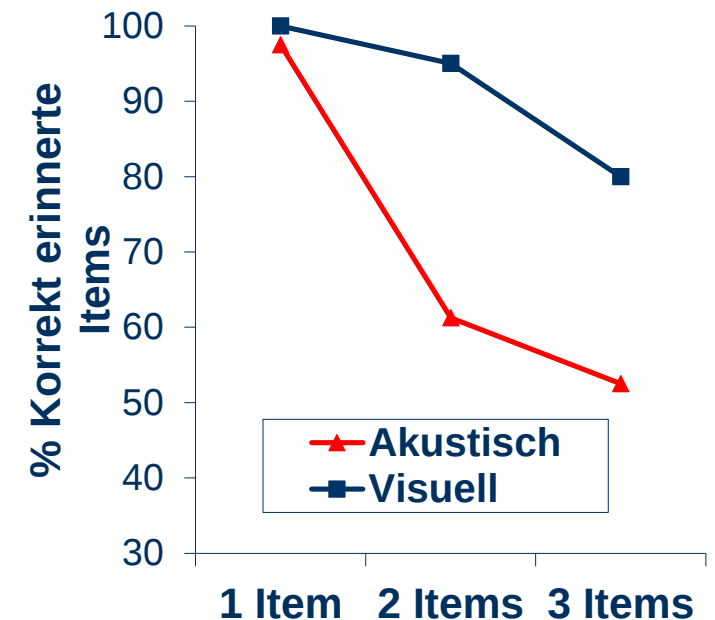
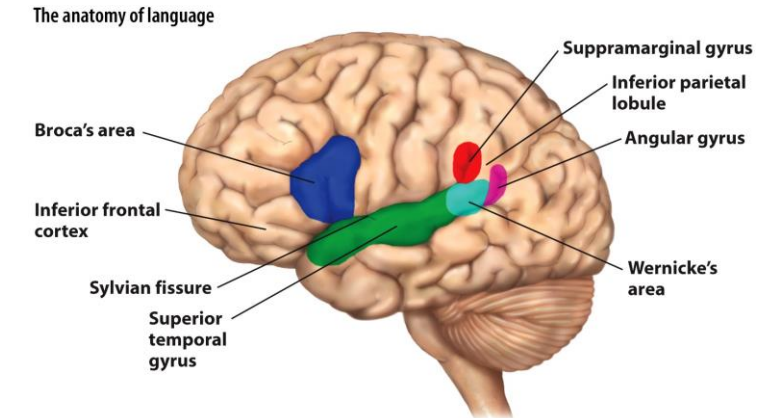
Patient K.F. (Shallice & Warrington, 1970)

Läsion des linken perisylvischen Kortex

extrem schlechtes Kurzzeitgedächtnis für akustisch dargebotene Buchstaben / Zahlen

Aber: intaktes Kurzzeitgedächtnis für visuelle Reize

- Kurzzeitgedächtnis ist kein einheitliches System
- Modalitätsspezifische Speicher



Das Arbeitsgedächtnismodell

Definition “Working memory”:

- “A system for temporarily holding and manipulating information as part of a wide range of essential cognitive tasks such as learning, reasoning, and comprehending” (Baddeley, 1990)

Zentrale Annahme:

- modalitätsspezifische Teilsysteme zur aktiven Aufrechterhaltung räumlich-visueller und phonologischer Informationen

Betonung der *Funktionen* des KZG für kognitive Leistungen:

- Z.B. Lernen, Problemlösen, Kopfrechnen, Sprachverstehen

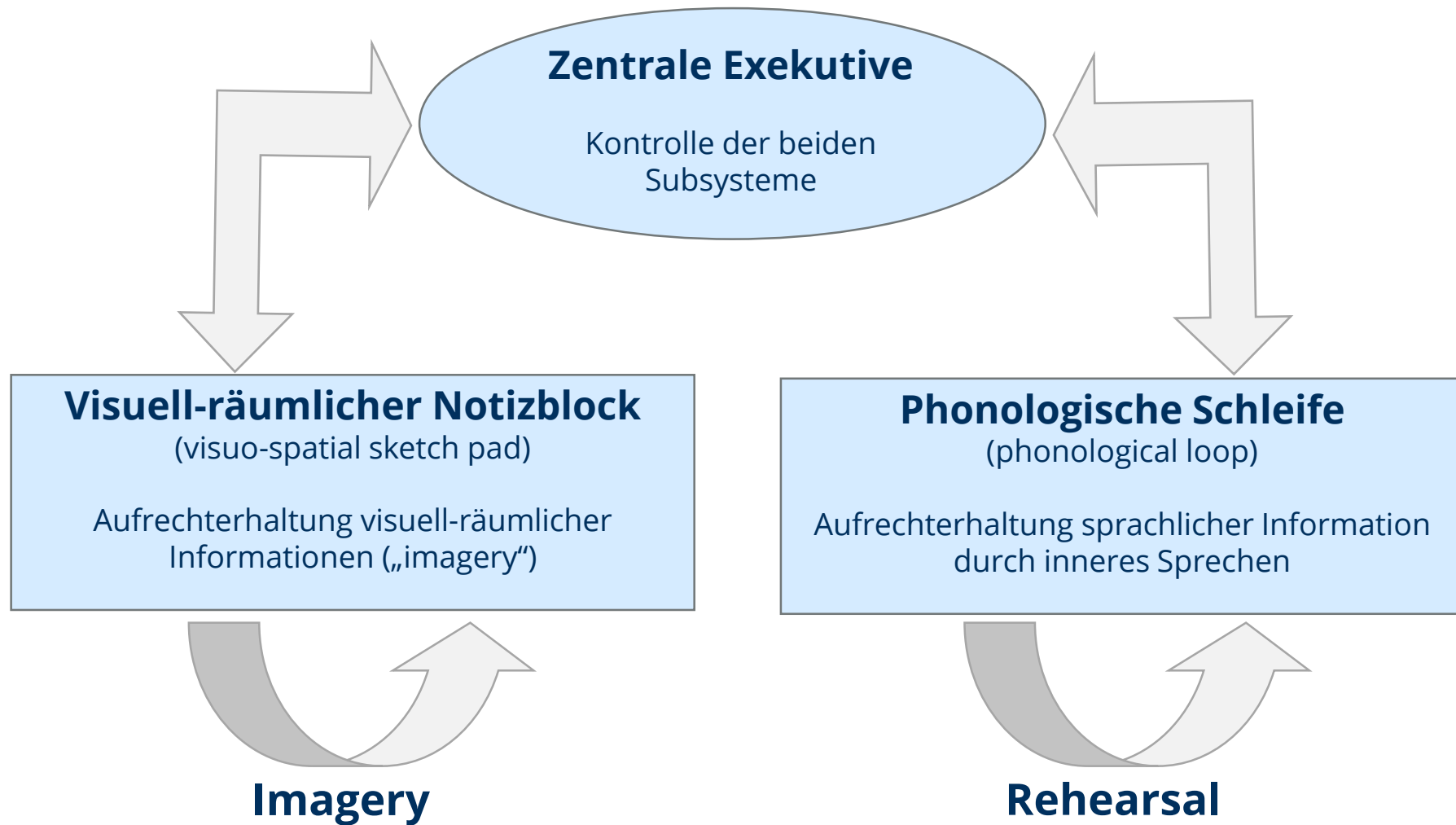


Alan Baddeley



Graham Hitch

Arbeitsgedächtnismodell



Überblick

Baddeleys Modell des Arbeitsgedächtnisses

Empirische Evidenz für die „phonologische Schleife“

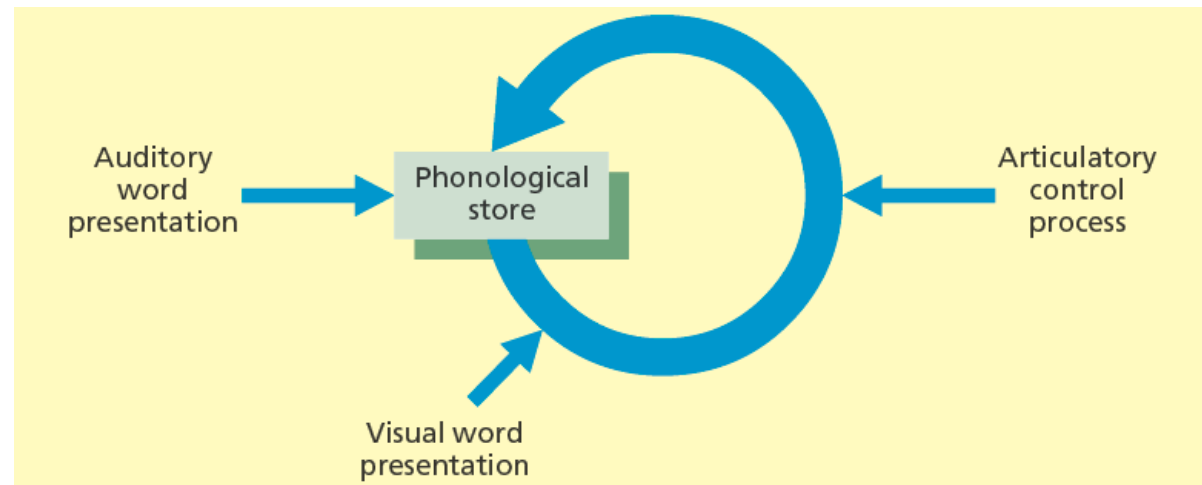
Empirische Evidenz für den „visuell-räumlichen Notizblock“

Kognitive Neurowissenschaft des Arbeitsgedächtnisses

Die phonologische Schleife

Zwei Komponenten:

- **Phonologischer Speicher**
 - Passive Speicherung von auditorischem Sprachinput
- **Artikulatorischer Kontrollprozess**
 - Aktive Aufrechterhaltung sprachlicher Information durch Rehearsal (auch bei visuellem Sprachinput)



Phonologische Schleife

Phonologischer Speicher

- Akustische Sprachinformation hat direkten Zugang zum phonologischen Speicher
- Ohne Rehearsal zerfällt Information innerhalb von 1,5 – 2 Sekunden
- “Inner ear” that hears the inner voice and stores the information in phonological form

Artikulatorischer Kontrollprozess: Rehearsal

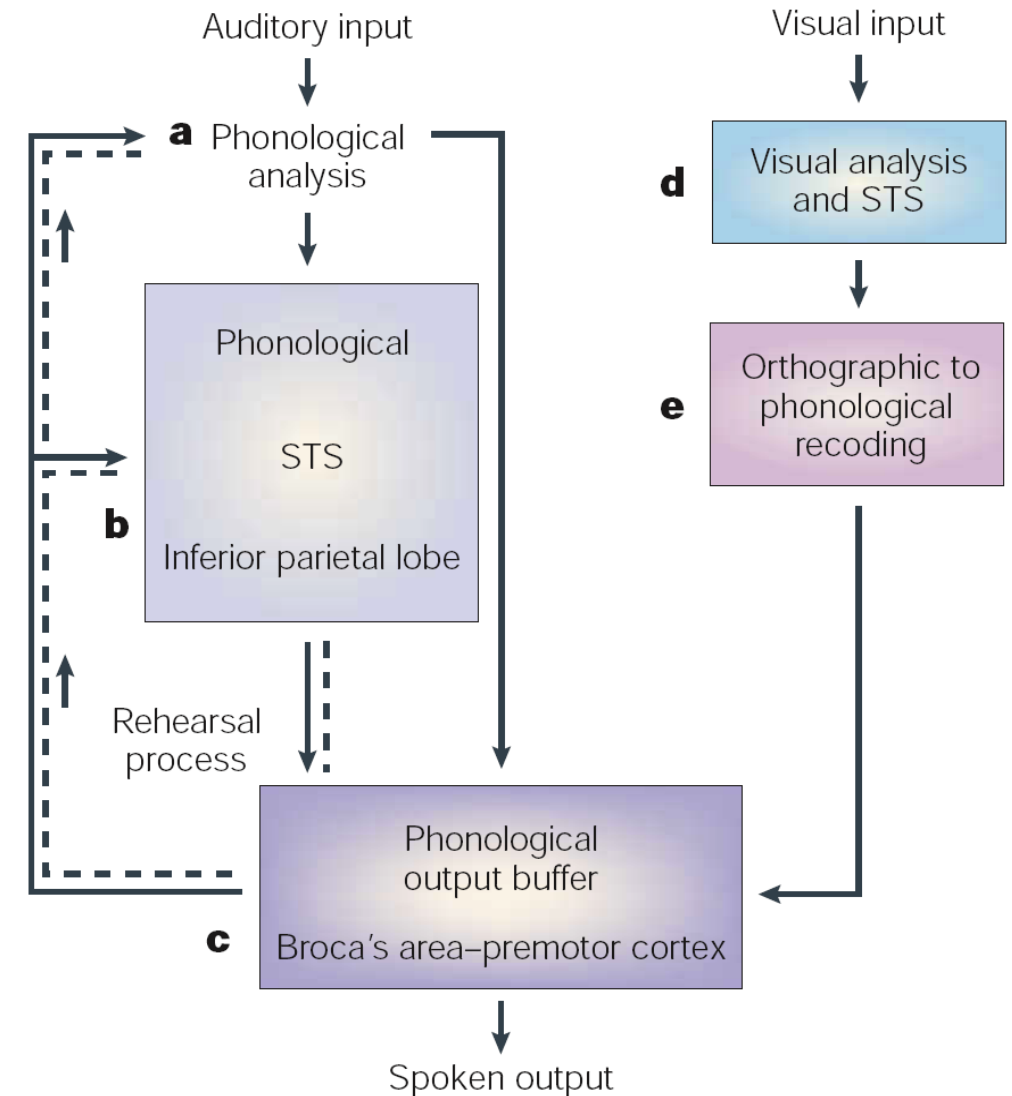
- Inhalt des phonologischen Speichers kann durch inneres Sprechen aufrecht erhalten werden
- “Inner voice” used during rehearsal of verbal information

Phonologischer Output-Buffer

- Information gelangt vom phonologischen Speicher in den Output-Buffer → Sprachproduktion

Phonologische Rekodierung

- Visueller Sprachinput kann in phonologischen Kode transformiert werden → Zugang zum phonologischen Speicher



Empirische Evidenz für die phonologische Schleife

1. Phonemischer Ähnlichkeitseffekt
2. Wortlängeneffekt
3. Lesegeschwindigkeit
4. Irrelevanter Spracheffekt
5. Artikulatorische Suppression

Evidenz für die phonologische Schleife

I. Phonemischer Ähnlichkeitseffekt

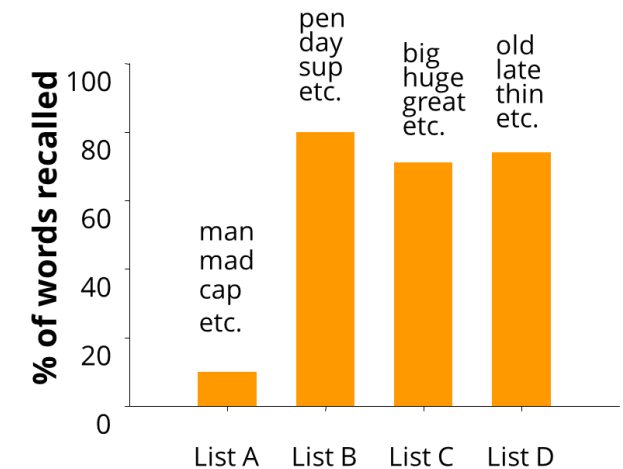
Gedächtnistest sofort nach dem Lernen (Kurzzeitgedächtnis)

- ähnlich klingende Worte werden schlechter erinnert als unähnliche Wort
- Fehler, die Probanden machen, sind häufig ähnlich klingende Worte
- semantische Verwandtschaft hat keinen Effekt
- spricht dafür, dass Information im KZG in einem phonologischen Kode aufrecht erhalten wird
- Wörter, die ähnliche phonologische Repräsentation haben, sind beim Reproduzieren schlechter als alt vs. neu zu diskriminieren

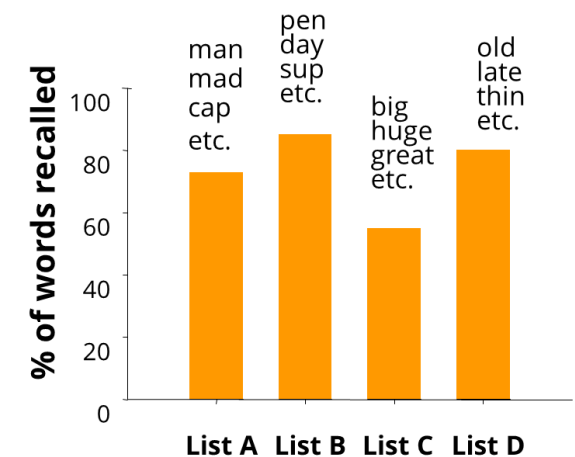
Gedächtnistest 20 Minuten nach dem Lernen

- Langzeitgedächtnis wird durch semantische Ähnlichkeit beeinträchtigt
- Fehler sind oft bedeutungsähnliche Worte

Kurzzeitgedächtnis



Langzeitgedächtnis



Evidenz für die phonologische Schleife

II. Wortlängeneffekt

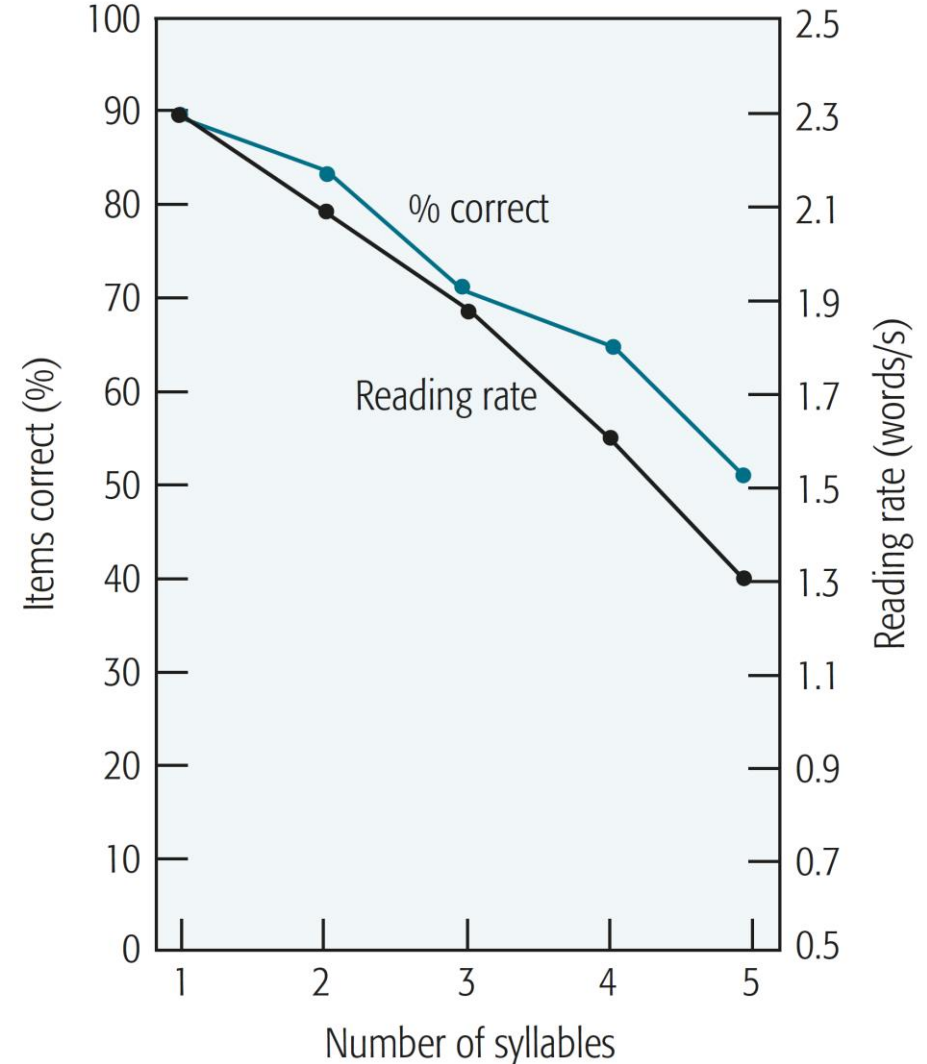
Table 5.2 Examples of the stimuli used in Experiment 6. Note that the word *aluminium* is spelled and pronounced differently in Britain and the United States.

One Syllable	Two Syllables	Three Syllables	Four Syllables	Five Syllables
Stoat	Puma	Gorilla	Rhinoceros	Hippopotamus
Mumps	Measles	Leprosy	Diphtheria	Tuberculosis
Greece	Peru	Mexico	Australia	Yugoslavia
Maine	Utah	Wyoming	Alabama	Louisiana
Zinc	Carbon	Calcium	Uranium	Aluminium

Source: Baddeley, Thomson, & Buchanan (1975).

Je länger Worte sind...

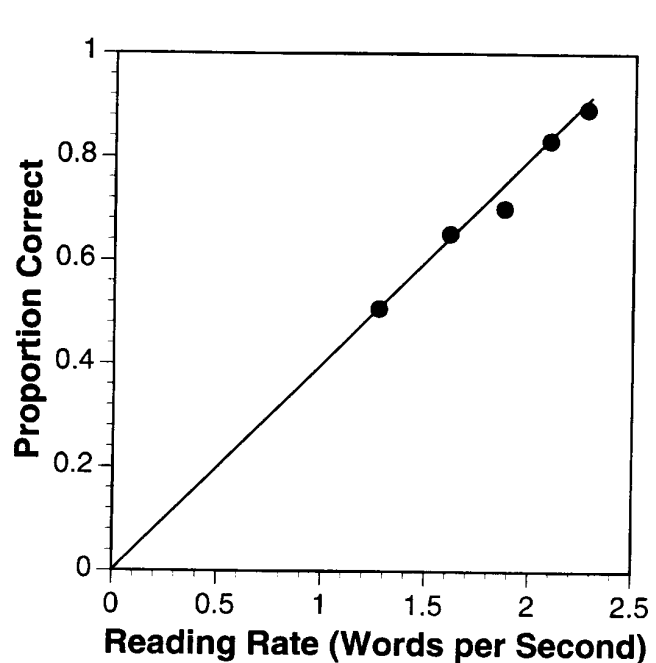
- umso länger die Lesezeit
- umso kleiner die Gedächtnisspanne



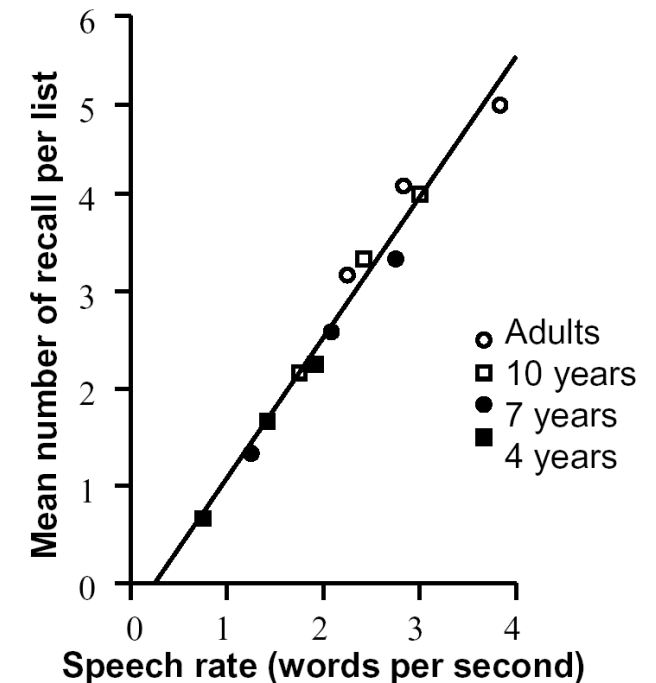
Evidenz für die phonologische Schleife

III. Leserate und Sprechgeschwindigkeit

- Reproduktionsleistung steigt mit der Lesegeschwindigkeit
 - Längere Wörter benötigen mehr Zeit, um innerlich wiederholt zu werden → weniger Wörter können im KZG aufrecht erhalten werden
 - Entscheidend ist Aussprechdauer, nicht Silbenzahl (z.B. bishop vs. harpoon)



- Im Lauf der Ontogenese steigt die Lese- und Sprechgeschwindigkeit und die Gedächtnisspanne
- Beide Effekte sind hoch korreliert



Evidenz für die phonologische Schleife

IV. Irrelevanter Spracheffekt

Colle & Welsh (1976):

- Probanden wurde visuell eine Liste von Konsonanten dargeboten, während
- Ihnen gleichzeitig ein irrelevanter Text in einer fremden Sprache (Deutsch) vorgelesen wurde
- Stille herrschte
- Reproduktionsleistung war schlechter, wenn der irrelevante Text vorgelesen wurde

Erklärung: Irrelevante Sprache hat direkten Zugang zum phonologischen Speicher und stört Aufrechterhaltung anderer sprachlicher Information

Salame & Baddeley (1987):

- Nicht-sprachlicher Lärm stört Reproduktion nicht
- Spricht dafür, dass Inhalte im phonologischen Speicher in einem phonologischen Kode aufrechterhalten werden

Empirische Evidenz für die phonologische Schleife

V. Artikulatorische Suppression

Methode

- Probanden sollen kontinuierlich ein Wort laut aussprechen → unterbindet inneres Sprechen
- Artikulatorische Suppression belastet den artikulatorischen Kontrollprozess, nicht aber den phonologischen Speicher

Vorhersage

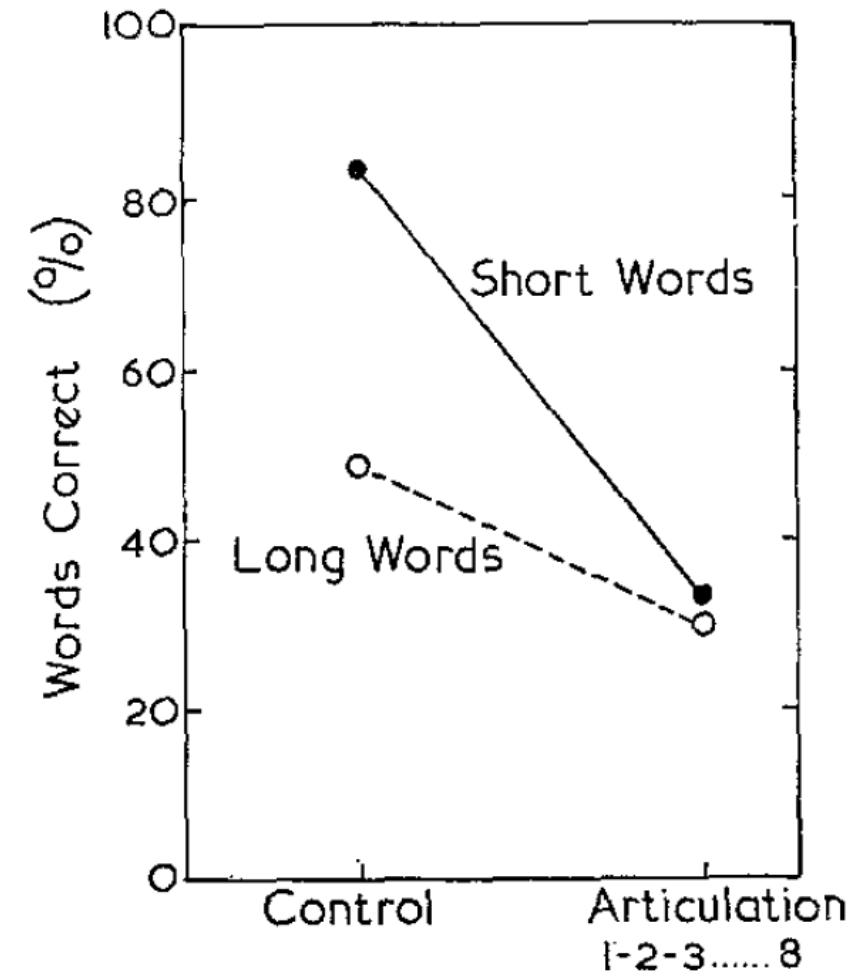
- Artikulatorische Suppression sollte interferieren mit:
 - Aufrechterhaltung von verbalem Material
 - Transformation von visueller Information in phonologischen Kode

Befund

- Artikulatorische Suppression eliminiert Wortlängeneffekt bei visuell dargebotenen Worten

Erklärung

- Suppression unterbindet Rehearsal → Items werden in nicht-phonologischem (z.B. visuellem) Kode aufrecht erhalten → Aussprechdauer spielt keine Rolle mehr



Empirische Evidenz für die phonologische Schleife

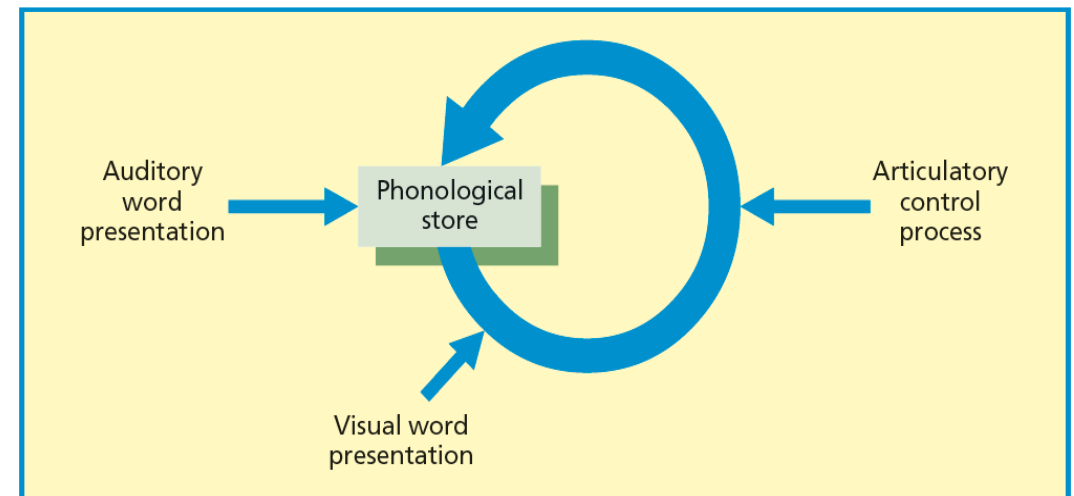
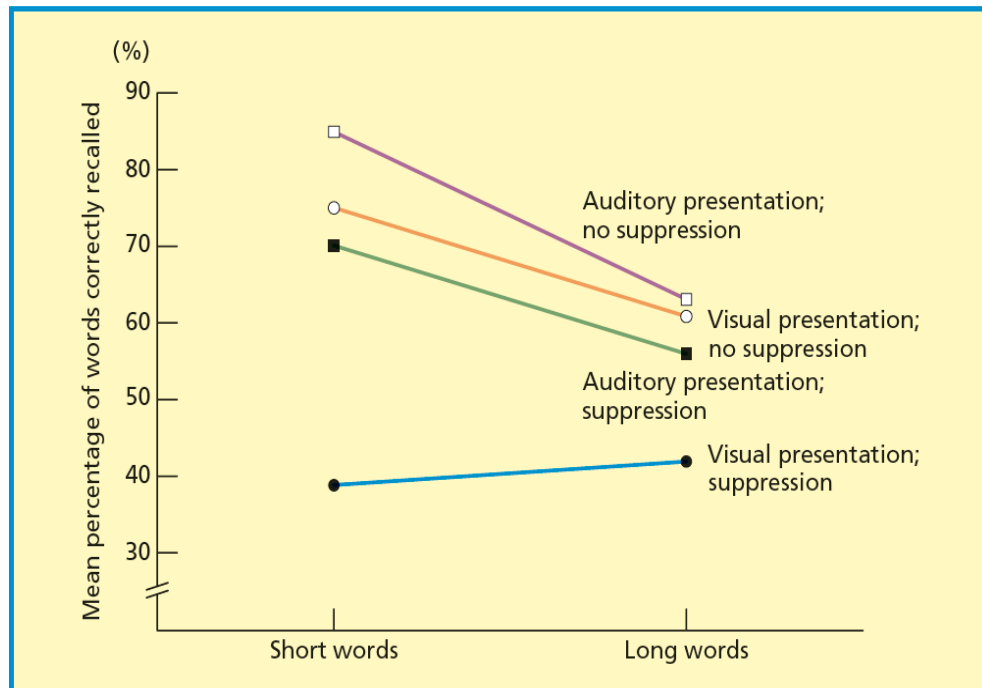
V. Artikulatorische Suppression

Befund

- Artikulatorische Suppression eliminiert den Wortlängeneffekt bei visueller Darbietung
- Bei auditorischer Darbietung bleibt Wortlängeneffekt auch unter Suppression erhalten

Erklärung

- Auditorisch präsentierte Worte haben direkten Zugang zum phonologischen Speicher
- Visuelle Wörter haben nur indirekt (über subvokale Artikulation) Zugang zum phonologischen Speicher
- Artikulatorische Suppression eliminiert Wortlängeneffekt bei visueller Präsentation, da phonologische Rekodierung und damit Zugang zum phonologischen Speicher unterbunden wird



Empirische Evidenz für die phonologische Schleife

Zusammenfassung

Phonemischer Ähnlichkeitseffekt

- Ähnlich klingende Worte werden kurzzeitig schlechter behaltet

Wortlängeneffekt

- Längere Worte werden schlechter kurzzeitig erinnert als kurze Worte

Lesegeschwindigkeit

- Korreliert positiv mit Kurzzeitgedächtnisspanne

Irrelevanter Spracheffekt

- Irrelevante Sprachlaute stören serielle Reproduktion von Wortlisten

Artikulatorische Suppression

- Unterdrückung des inneren Sprechens

Funktionen der phonologischen Schleife

Lesen lernen

- Kinder mit normaler Intelligenz und Problemen beim Lesenlernen zeigen geringere Gedächtnisspanne und schlechtere Leistung in phonologischen Aufgaben (z.B. Reim-Urteile)

Sprachverstehen und Denken

- Verstehen komplexerer Zusammenhänge
- Logisches Schlussfolgern

Flexible Verhaltenssteuerung

- Aktive Aufrechterhaltung ziel- und aufgabenrelevanter Information (Hinweisreize, Aufgabenregeln, Instruktionen)
- Ermöglicht es, auf gleiche Reizsituation unterschiedlich zu reagieren
(→ vgl. spätere Vorlesung zu exekutiven Funktionen und kognitiver Kontrolle)

Überblick

Baddeleys Modell des Arbeitsgedächtnisses

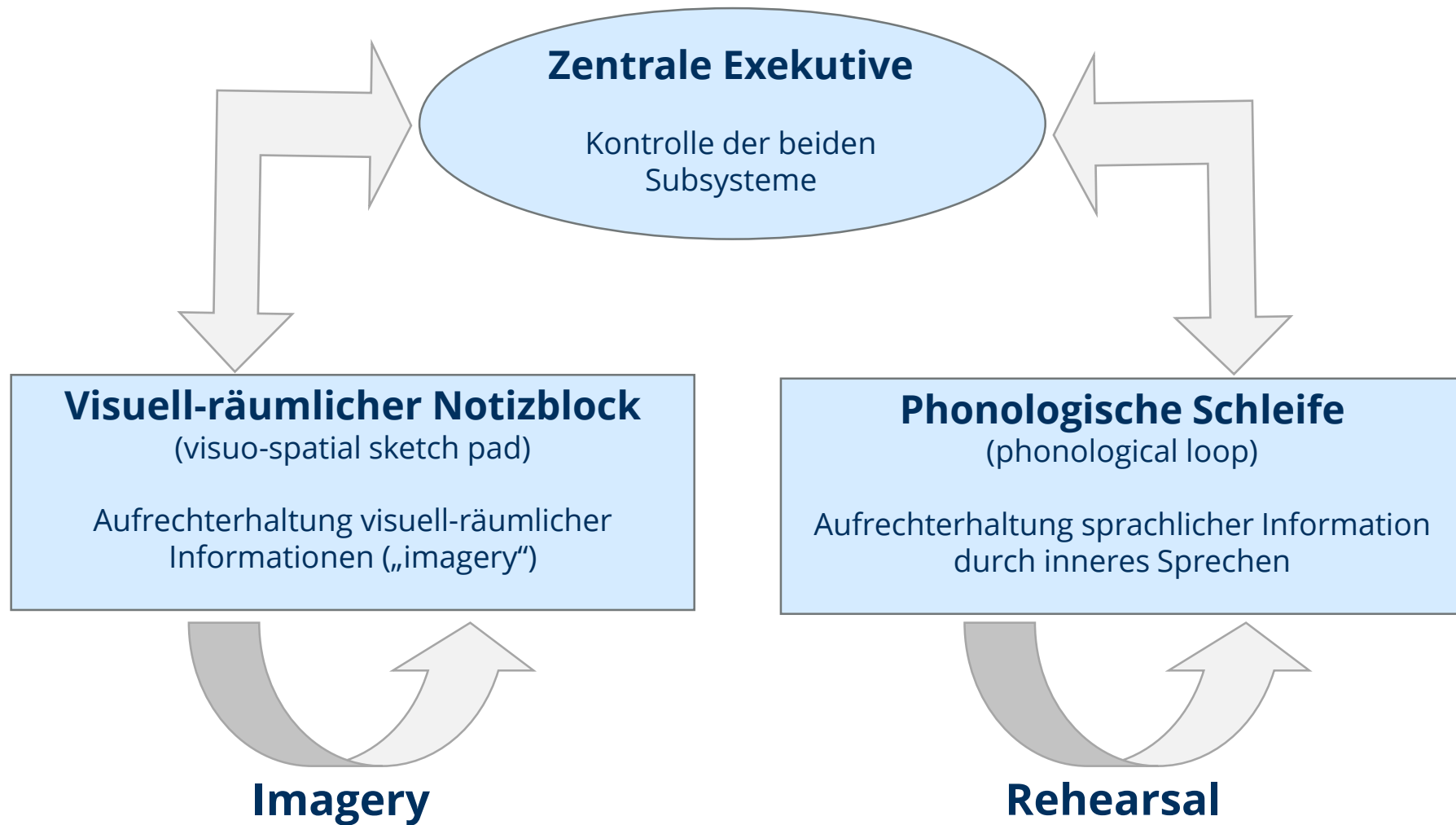
Empirische Evidenz für die „phonologische Schleife“

Empirische Evidenz für den „visuell-räumlichen Notizblock“

- Mentale Rotation
- Image scanning
- Selektive Interferenz

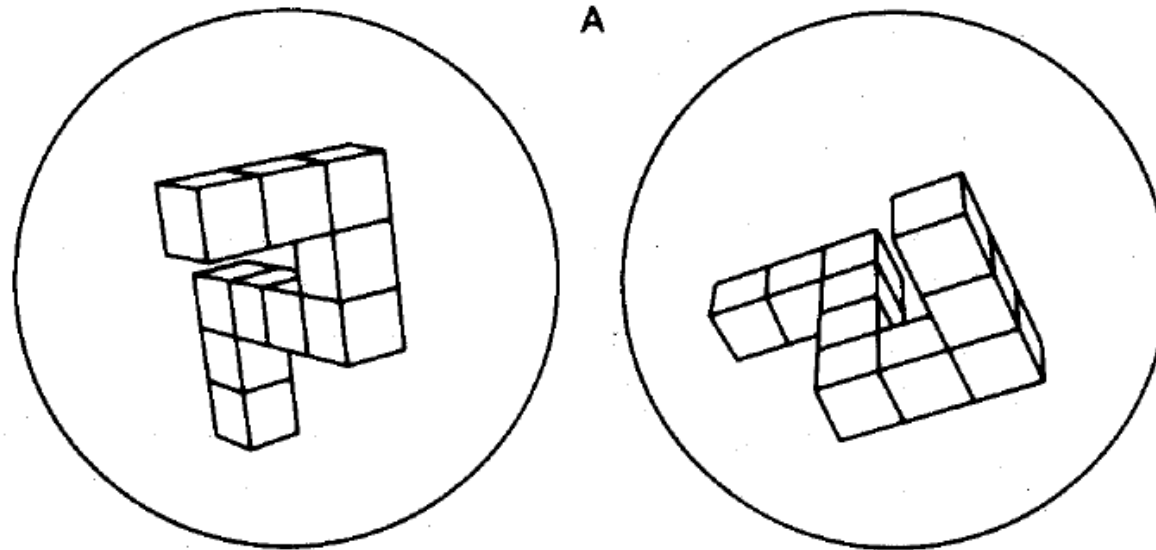
Kognitive Neurowissenschaft des Arbeitsgedächtnisses

Arbeitsgedächtnismodell



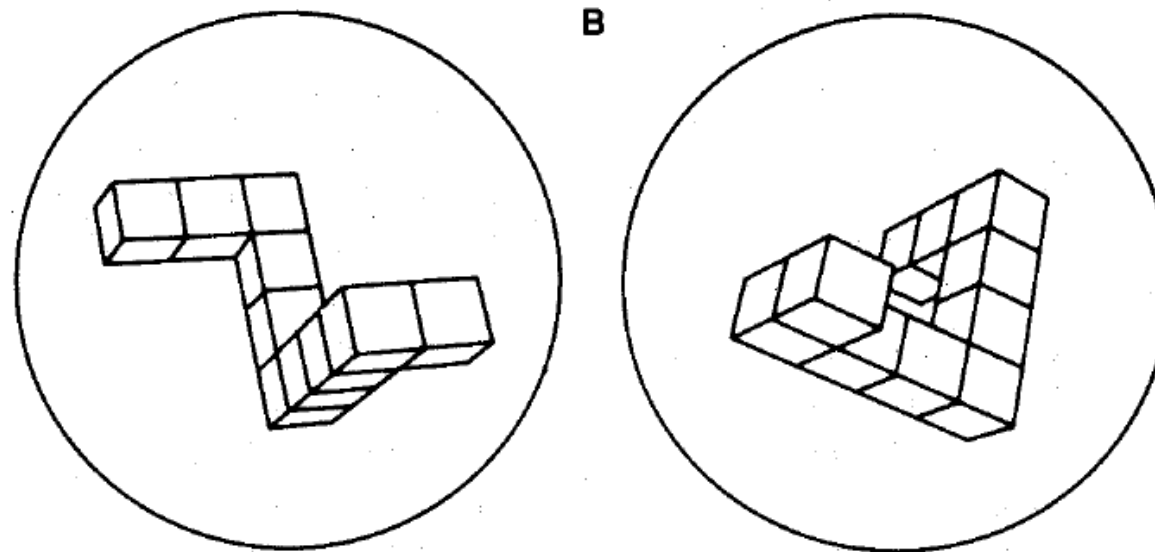
Mentale Rotation

Sind die beiden Reize gleich oder verschieden?



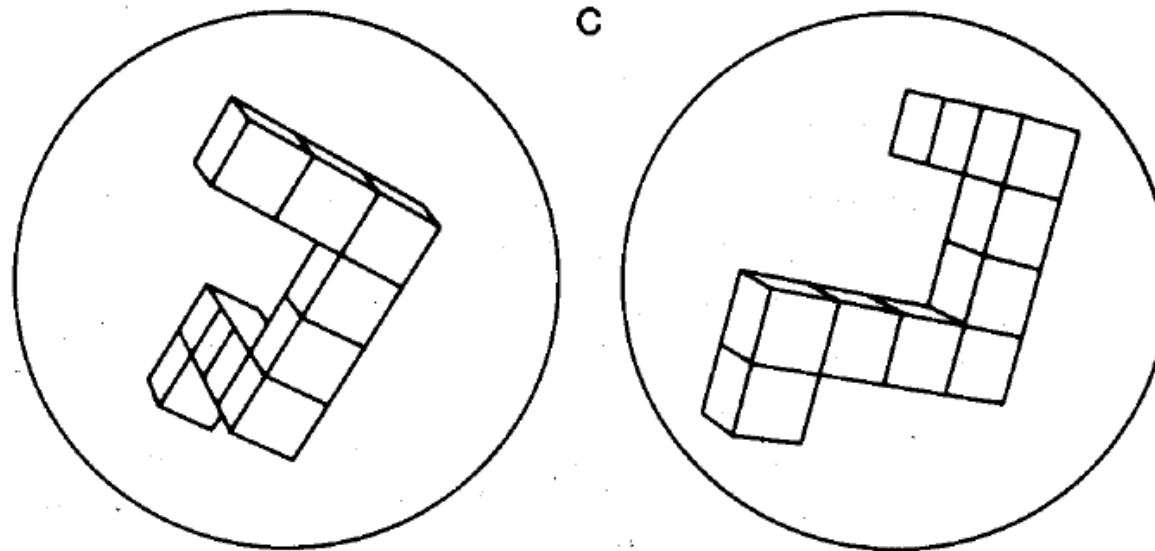
Mentale Rotation

Sind die beiden Reize gleich oder verschieden?



Mentale Rotation

Sind die beiden Reize gleich oder verschieden?



Mentale Rotation: Ergebnisse von Shepard & Metzler (1971)

- Probanden scheinen die Figuren in der Vorstellung zu rotieren, bis sie gleiche Orientierung haben
- Annahme einer *analogen* (im Unterschied zu einer *propositionalen*) Repräsentation

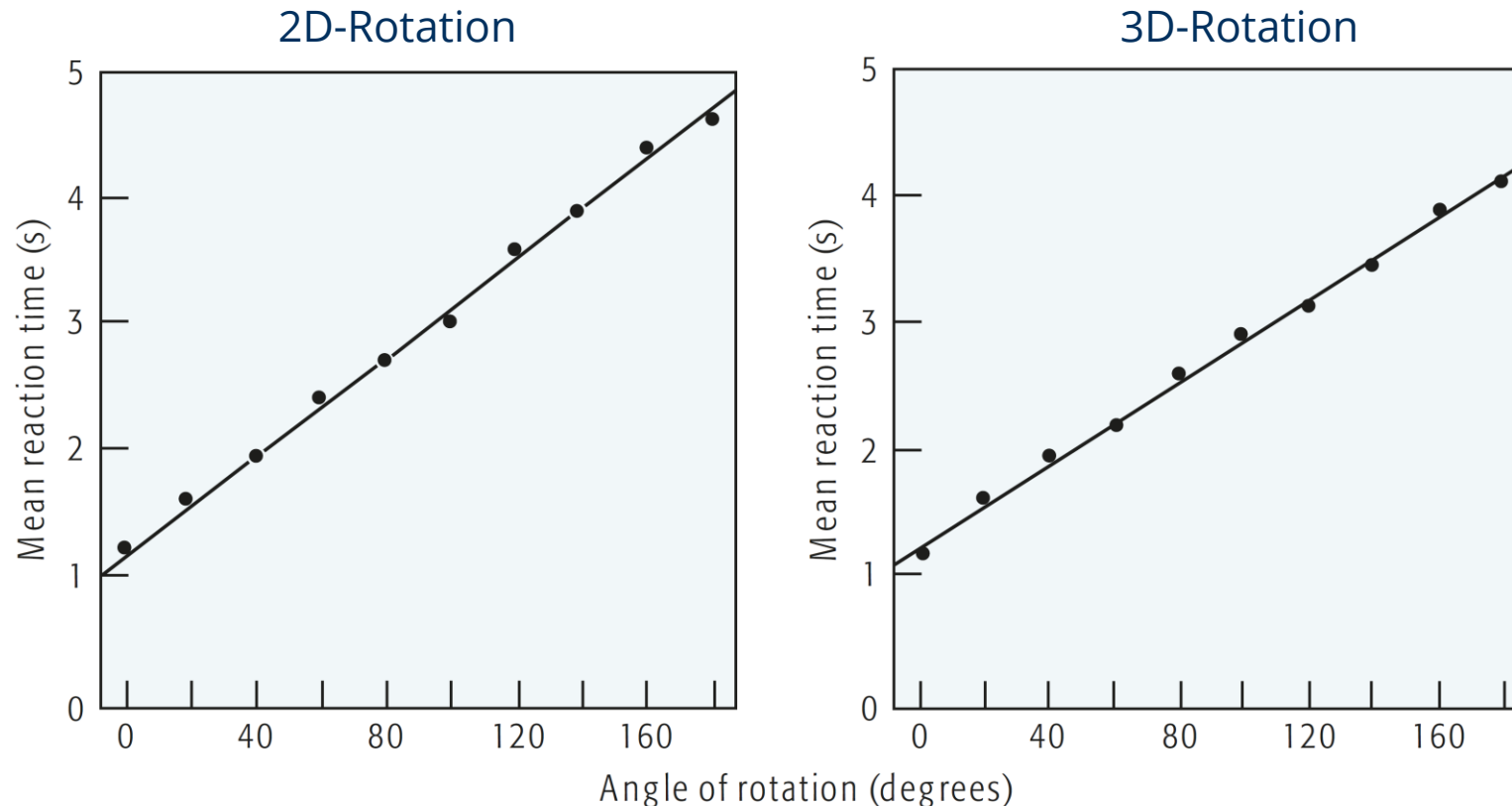
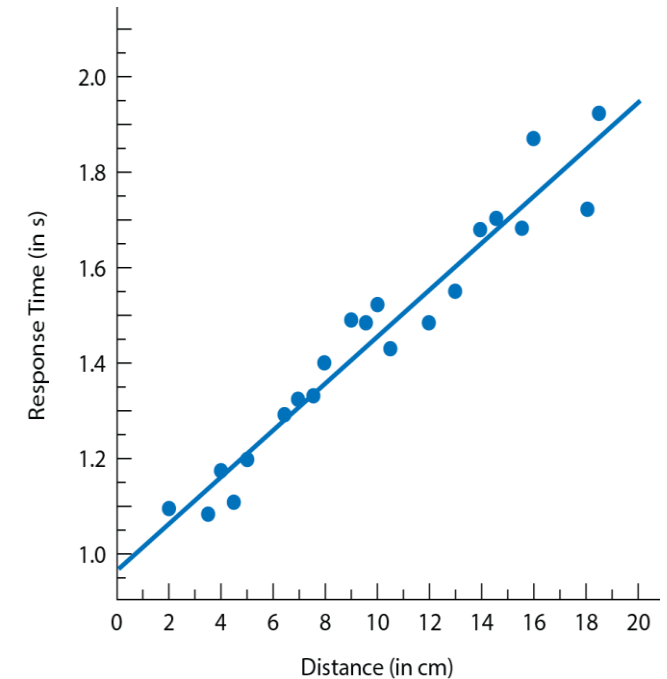


Image scanning (Kosslyn 1983)

Interpretation: Eigenschaften visueller Vorstellungen sind analog zu denen von Repräsentationen wahrgenommener Objekte in der Welt

Aber: Kontroverse, ob die Ergebnisse Funktionsmerkmale eines analogen Repräsentationsmedium spiegeln, oder auf Strategien der Probanden zurückzuführen sind



Doppelaufgaben und modalitätsspezifische Interferenz

Gleichzeitige Ausführung von zwei Aufgaben führt zu **Interferenz** = schlechtere Leistung als wenn jede Aufgabe einzeln ausgeführt wird

Beispiel: Autofahren + Radioübertragung eines Fußballspiels anhören oder Telefonieren

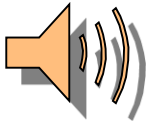
Interpretation: die Aufgaben beanspruchen (teilweise) die gleichen Verarbeitungssysteme

Modalitätsspezifische Interferenz: Ausmaß der Interferenz hängt von der Ähnlichkeit der zu verarbeitenden Information ab:

- simultane Ausführung von zwei sprachlichen oder zwei räumlich-visuellen Aufgaben → große Interferenz
- simultane Ausführung einer sprachlichen und einer räumlich-visuellen Aufgabe → geringere Interferenz

Selektive Interferenz: Matrixaufgabe von Brooks (1967)

Akustische dargebotene Information:



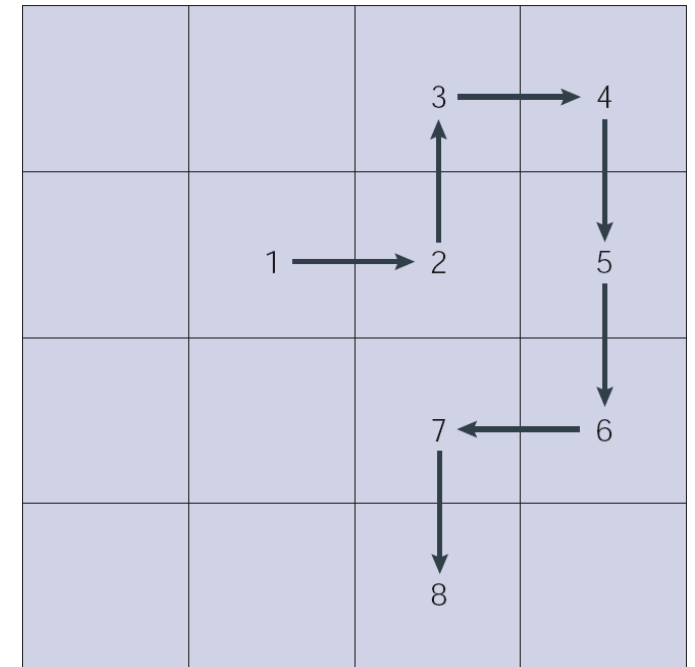
Spatial material

In the starting square put a 1.
In the next square to the right put a 2.
In the next square up put a 3.
In the next square to the right put a 4.
In the next square down put a 5.
In the next square down put a 6.
In the next square to the left put a 7.
In the next square down put a 8.

Nonsense material

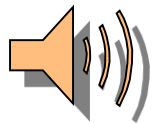
In the starting square put a 1.
In the next square to the quick put a 2.
In the next square to the good put a 3.
In the next square to the quick put a 4.
In the next square to the bad put a 5.
In the next square to the bad put a 6.
In the next square to the slow put a 7.
In the next square to the bad put a 8.

Beim räumlichen Material können Probanden eine innere Vorstellung der beschriebenen räumlichen Relationen generieren

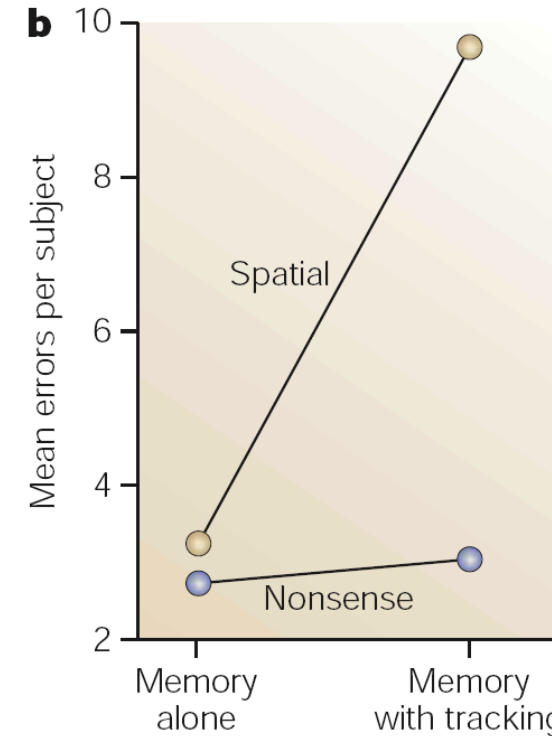
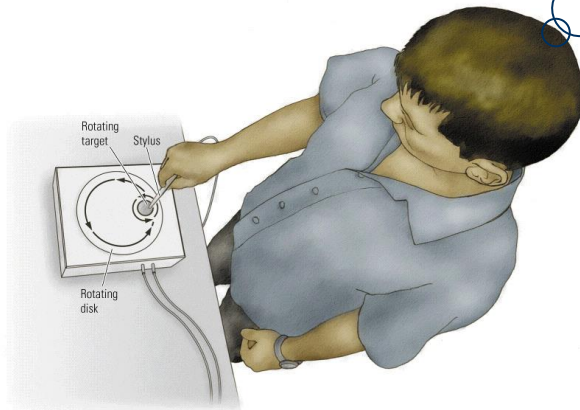
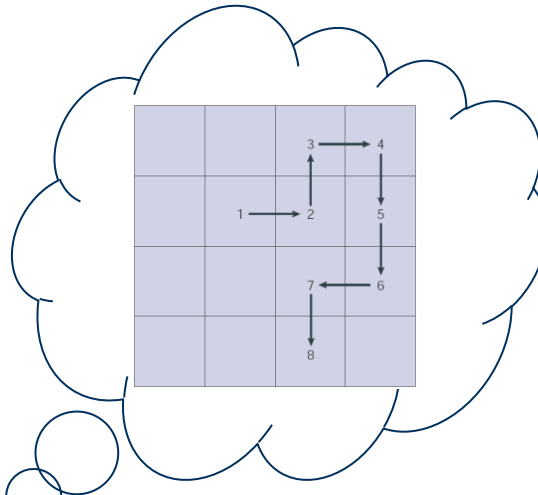


Selektive Interferenz: Ergebnisse

Probanden führten gleichzeitig mit der Matrix-Aufgabe eine visuo-motorische Tracking-Aufgabe („pursuit rotor“) aus



In the next square to the right put a 2
....



- Räumliche Trackingaufgabe störte Verarbeitung des räumlichen Materials mehr als die des Nonsens-Materials
- Gleichzeitige Ausführung einer verbalen Aufgabe → umgekehrtes Befundmuster

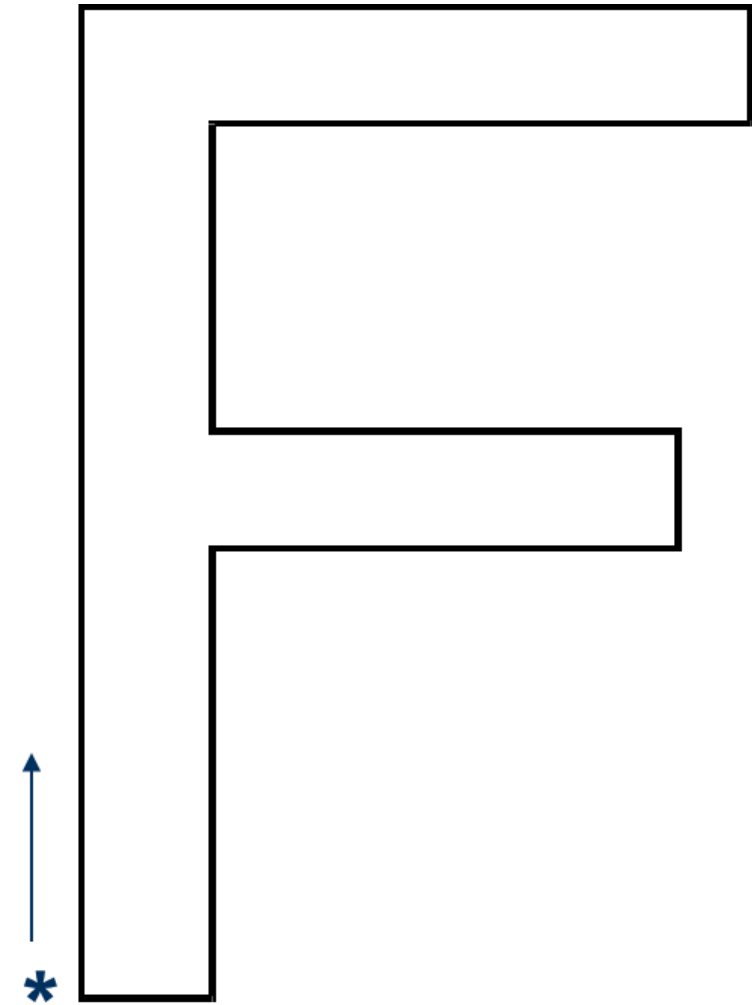
Selektive Interferenz: Brooks (1967)

Stellen Sie sich den Buchstaben innerlich vor

Beginnen Sie an der Ecke links unten und umrunden Sie in der Vorstellung den Buchstaben

Sagen sie "Ja", wenn eine Ecke ganz oben oder ganz unten liegt, ansonsten sagen Sie "nein"

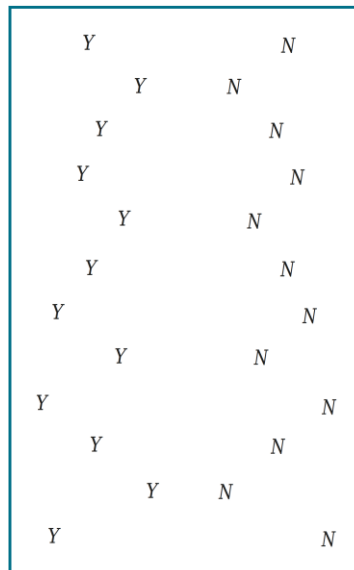
Ja-ja-ja-nein-nein-nein-nein-nein-nein-ja



Selektive Interferenz

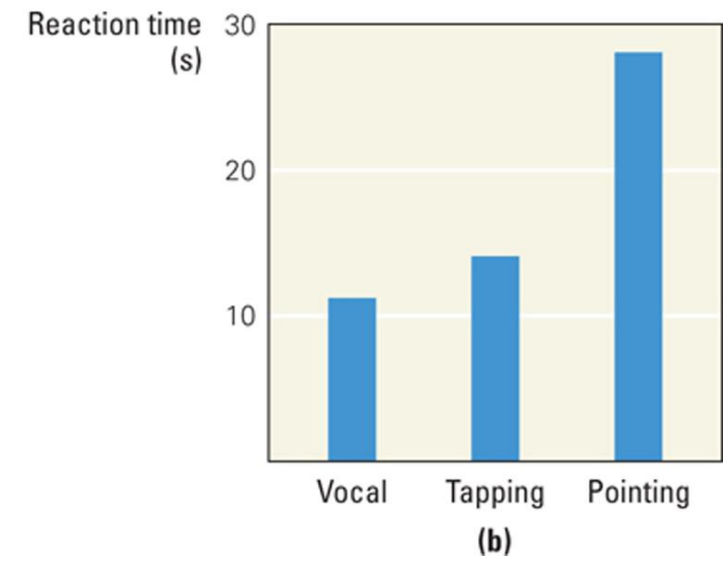
3 Reaktionsmodalitäten

- **Sprechen:** “ja” oder “nein” sagen
- **Tappen:** linker Finger für “ja” und rechter Finger für “nein”
- **Zeigen:** auf J’s und N’s auf Blatt Papier zeigen



– Interpretation:

- Zeigen erfordert visuell-räumliche Verarbeitung → interferiert mit visuell-räumlichem Arbeitsgedächtnis
- Verbale oder motorische Reaktion stört visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis nicht
- Spricht für separate Systeme zur Aufrechterhaltung verbaler u. visuell-räumlicher Information



Dissoziation zwischen visuellem und räumlichem Arbeitsgedächtnis

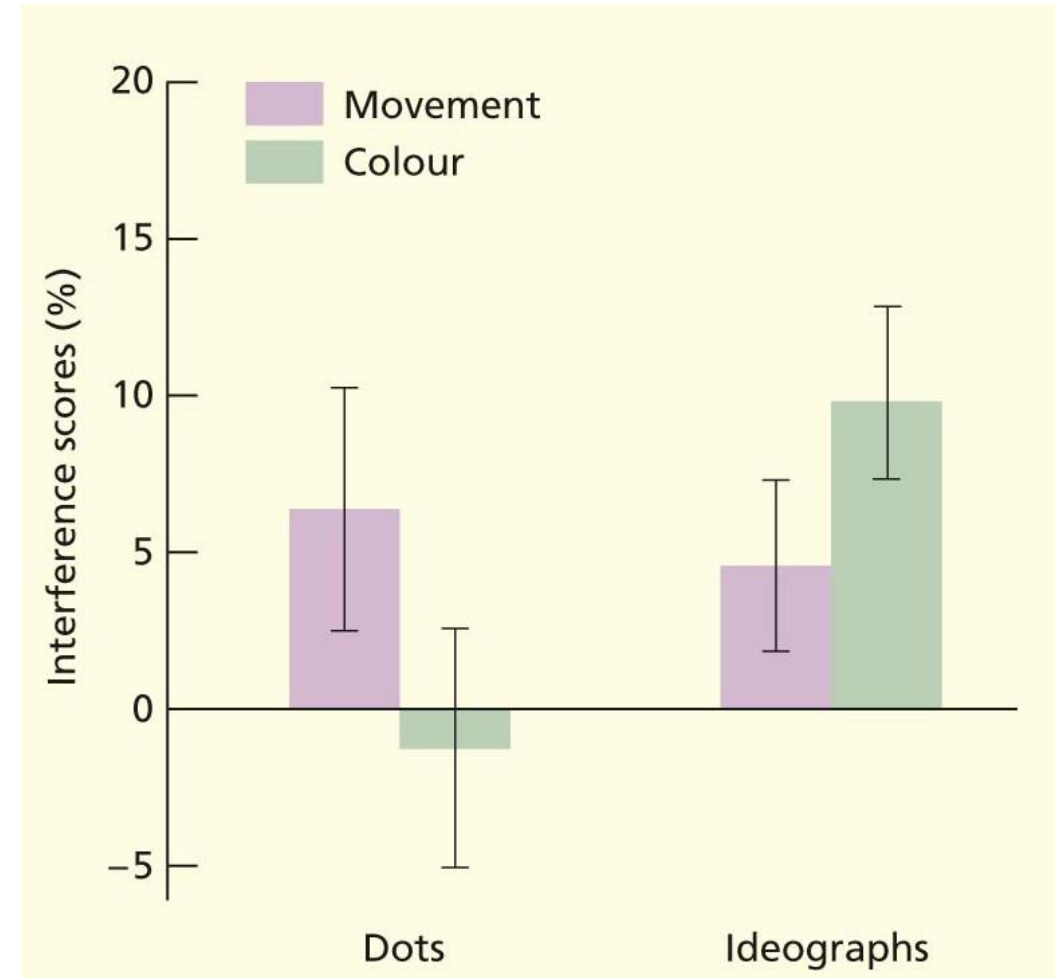
Primäraufgabe:

- Räumlich: Lokation eines Punkts merken
- Visuell: Chinesisches Schriftzeichen merken

Zusatzaufgabe:

- Bewegungsdiskrimination
- Farbdiskrimination
- Keine Aufgabe

Interferenz war maximal, wenn beide Aufgaben entweder visuell oder räumlich waren



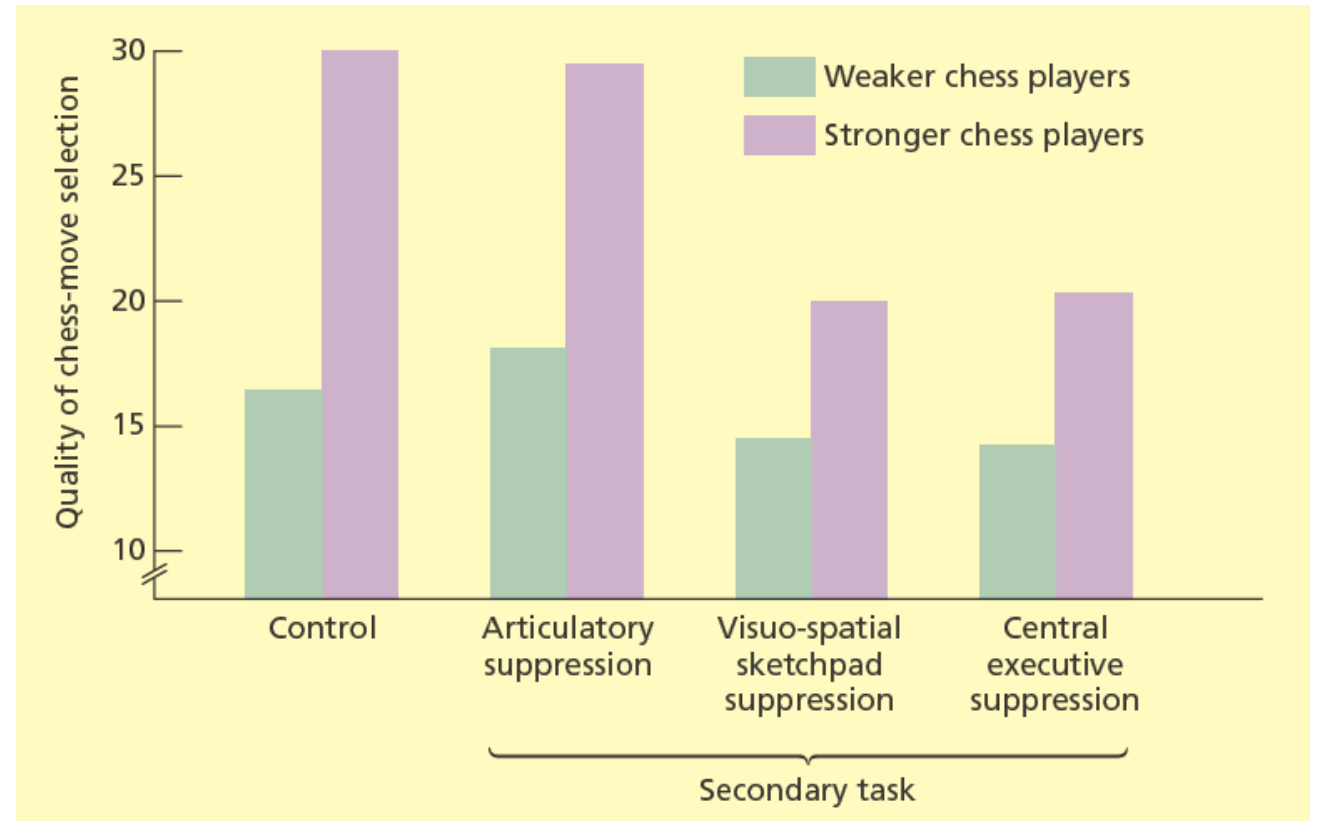
© Eysenck & Keane (2020).

Bedeutung des visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses für das problemlösende Denken

Robbins et al. (1996):

Effekte von Zusatzaufgaben auf die Qualität von Schachzügen

Auswahl von Schachzügen beansprucht zentrale Exekutive und visuell-räumlichen Notizblock, aber nicht die phonologische Schleife



Episodic buffer

Erweiterung des Arbeitsgedächtnismodells um einen „episodic buffer“

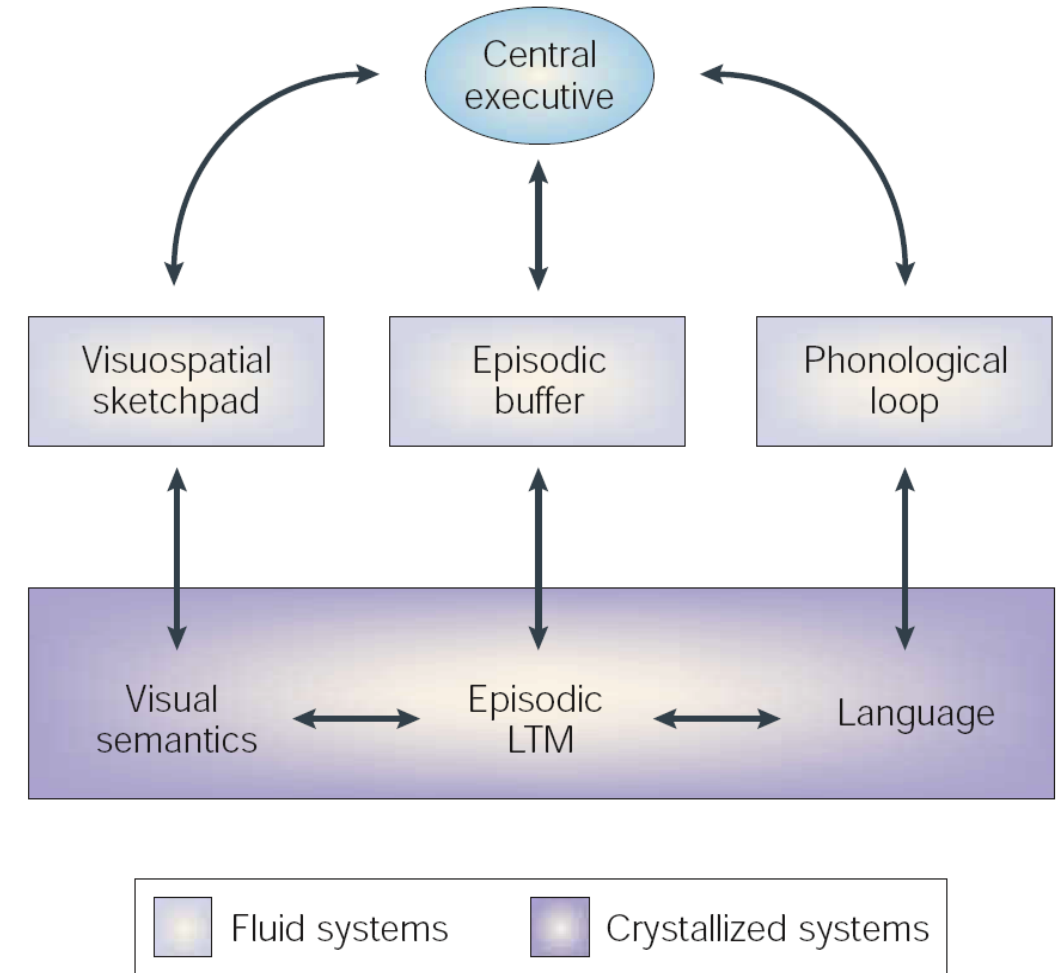
Funktion:

- Temporäre Integration (“binding”) und Aufrechterhaltung von Informationen aus Teilsystemen des Arbeitsgedächtnisses (visuell, auditorisch, haptisch etc.) und Inhalten des Langzeitgedächtnis zu einer Episode

Erklärt u.a. Chunking

Neuronale Systeme:

- ursprüngliche Vermutung: Hippokampus (schnelle Bindungen von Informationen aus verschiedenen Modalitäten)
- Aber: Evidenz für intakten episodic buffer bei Hippokampuspatienten
- Alternative Annahme: kein einzelnes anatomisches System, sondern verteiltes Netzwerk



Nelson Cowans alternatives Modell: Arbeitsgedächtnis als aktivierter Teil des Langzeitgedächtnisses

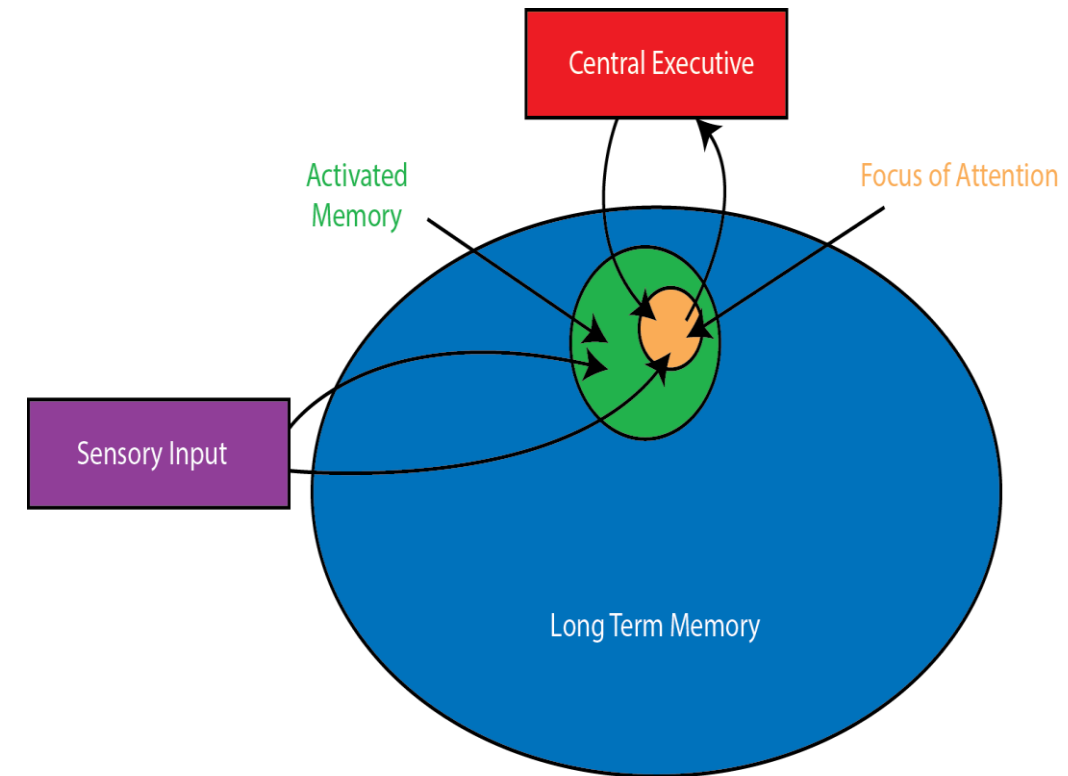
Nelson Cowan (1998):

- Inhalte im Langzeitgedächtnis können mehr oder weniger stark aktiviert sein
- Arbeitsgedächtnis = aktivierter Teil des LZG
- Teilmenge (max. 4) der aktivierten LZG-Inhalte fallen in Fokus der Aufmerksamkeit und werden bewusst
- Ohne Rehearsal zerfällt Aktivierung sehr schnell
- In Fokus kommen Reize, die sich unerwartet verändern oder auf die wir intentional unsere Aufmerksamkeit richten

Vorhersagen

- Hirnregionen, die Langzeitgedächtnisinhalte speichern, sollten auch die aktive Aufrechterhaltung von Inhalten im Arbeitsgedächtnis vermitteln
- Die Aufrechterhaltung von Informationen im Arbeitsgedächtnis sollte je nach Inhalt (visuell, sprachlich, räumlich, semantisch) mit der Reaktivierung von Repräsentationen in den kortikalen Assoziationsregionen einhergehen, in denen die Information auch langfristig gespeichert werden

Embedded-processes model of working memory.



© 2017 Taylor & Francis

Tests zur Messung der Arbeitsgedächtnisspanne

Reading span (Daneman & Carpenter)

- Probanden lesen Liste von Sätzen und sollen sich das letzte Wort jedes Satzes merken
- Aufsteigende Listenlänge
- Test: Wiedergabe der Wörter in der richtigen Reihenfolge
- AV = maximale Zahl von Sätzen, bei denen Probanden mehr als 50% der Worte wiedergeben können oder längste fehlerfreie Satzfolge

Comprehension span

- Probanden sollen für Liste von Sätzen einschätzen, ob die Sätze sinnvoll sind und sich das letzte Wort jedes Satzes merken

Spatial span

- Probanden sehen Menge weißer Quadrate, die in einer bestimmten Reihenfolge kurz ihre Farbe wechseln
- Probanden sollen die Stimuli, die die Farbe gewechselt haben, in der gleichen (oder in umgekehrter) Reihenfolge antippen
- Ansteigende Länge der Sequenz (2-9)
- AV: Längste richtig reproduzierte Sequenz, Fehler, Latenz

Operation span (Turner & Engle)

- Den Probanden werden arithmetische Gleichungen jeweils zusammen mit einem Wort dargeboten :
 - $(7 * 2) - 3 = 12$ FLUSS
 - $(4 \times 2) - 3 = 5$ TISCH
- Probanden sollen angeben, ob die vorgegebene Lösung korrekt ist und sich die Worte merken
- Test: Wiedergabe der Worte

N-back Aufgabe

- Probanden wir Serie von Items (z.B. Buchstaben, Zahlen) dargeboten
- Sie sollen entscheiden, ob das aktuelle Item identisch mit dem ist, das N (z.B. 2 oder 3) Durchgänge zuvor dargeboten wurde
- Aufgabe erfordert Aufrechterhaltung von Information und kontinuierliche Aktualisierung des Inhalts des Arbeitsgedächtnisses