

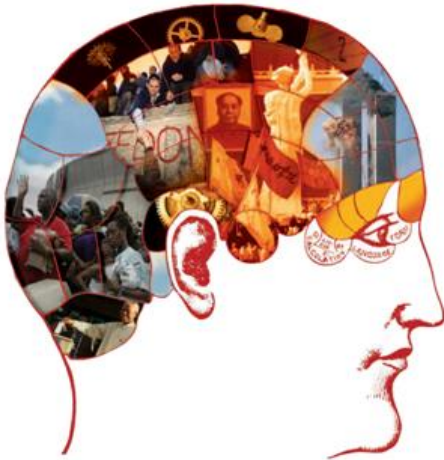


Vorlesung im WS 2013/14

Lernen und Gedächtnis:

# Deklaratives Gedächtnis I: Enkodierprozesse

Prof. Dr. Thomas Goschke

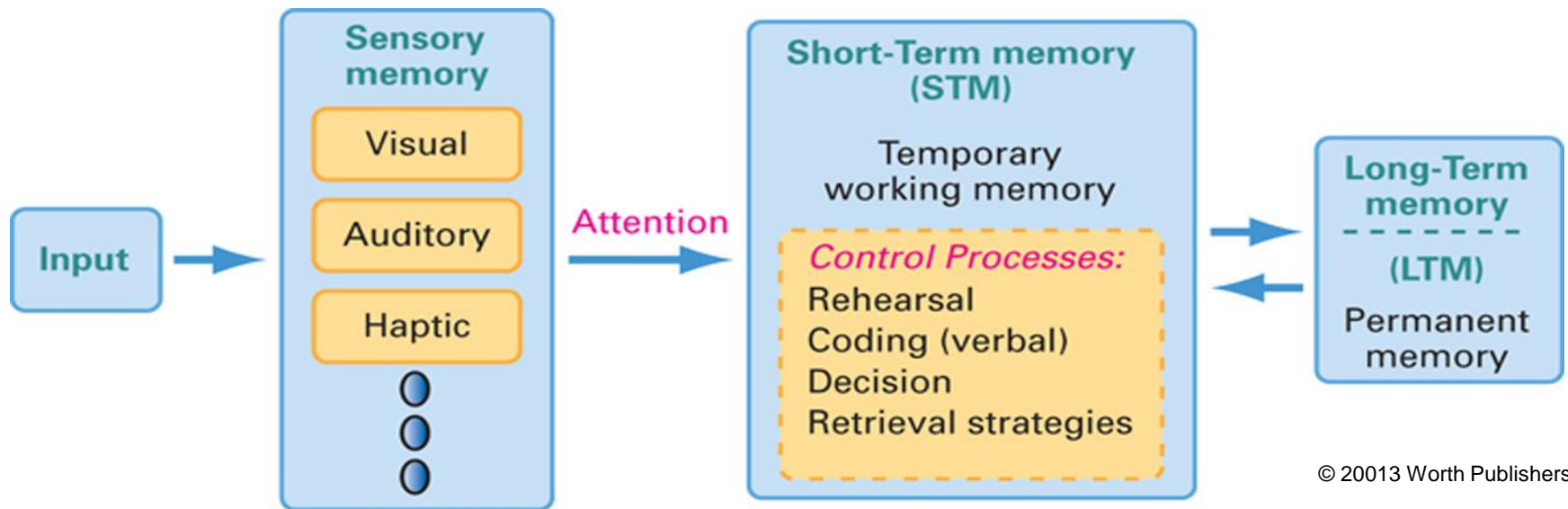


# Überblick

---

- Episodisches vs. semantisches Gedächtnis
- Der Ansatz der Verarbeitungstiefe
- Interaktionen zwischen Enkodieren und Abrufen: Transferadäquate Verarbeitung
- Enkodierprozesse: Elaboration und Organisation
- Funktionelle Bildgebung von Enkodierprozessen

# Rekapitulation: Atkinson und Shiffrins Mehrspeichermodell



© 2013 Worth Publishers

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

# Deklaratives Gedächtnis

(Bewusst; sprachlich ausdrückbar)

## Episodisches Gedächtnis

Gedächtnis für Ereignisse in einem raumzeitlichen, autobiographischen Kontext

### Beispiele

- sich an das gestrige Abendessen erinnern
- sich daran erinnern, wie man vor Jahren eine Nacht am Strand verbracht hat

## Semantisches Gedächtnis

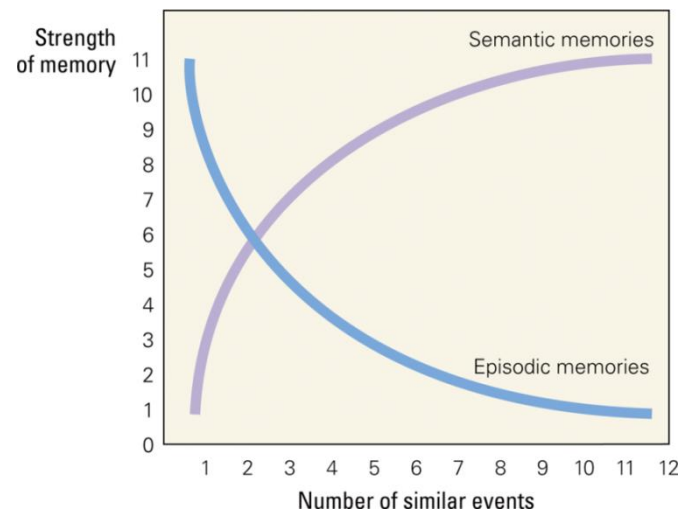
Allgemeines Weltwissen über Wortbedeutungen, Begriffe und Fakten ohne Erinnerung daran, wann und wo das Wissen erworben wurde

### Beispiele

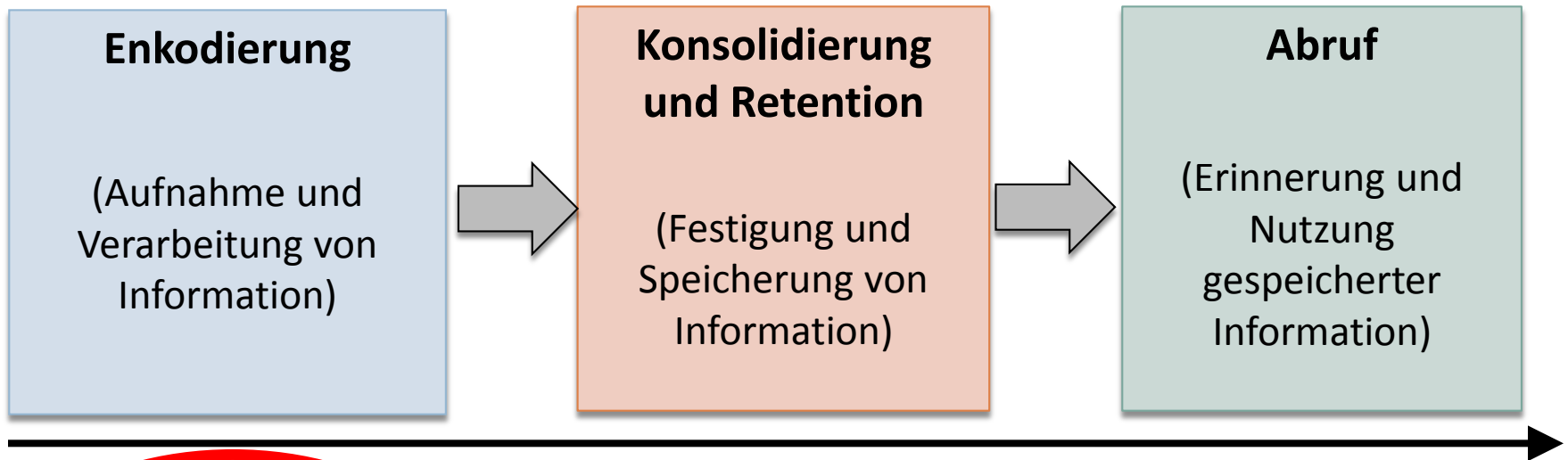
- Wissen, dass Paris die Hauptstadt von Frankreich ist
- Spanischvokabeln abrufen

# Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen episodischem und semantischem Gedächtnis

Episodisches Gedächtnis	Semantisches Gedächtnis
Autobiografisch („Ich erinnere mich“)	Faktisch („Ich weiß“)
Flexibel kommunizierbar (auch in anderem Format)	Flexibel kommunizierbar
Bewusst zugänglich	Bewusst zugänglich
Raum-zeitlicher Bezug	Raum-zeitlicher Bezug nicht notwendig
In einer einzigen Situation gelernt Kann durch Verarbeitung ähnlicher Episoden geschwächt werden	Kann in einer Situation gelernt werden Wird häufig durch Wiederholung verstärkt



# Drei Phasen des Gedächtnisses



- Worauf wird Aufmerksamkeit gerichtet?
- Wie wird verarbeitet?

**Fokus der heutigen Vorlesung**

- Dauer
- Intervenierende Tätigkeiten

- Art des Tests
  - Freie Reproduktion /
  - Rekognition / Cued Recall
  - Indirekte Tests (Priming)
- Abrufhinweise
- Äußerer und innerer Abrufkontext

# Ist Rehearsal **hinreichend**, um Information vom KZG ins LZG zu transferieren?

---

- Nickerson & Adams (1979):
  - amerikanische Versuchspersonen sollten aus dem Gedächtnis beide Seiten eines Pennys zeichnen
  - im Mittel wurden nur 3 von 8 kritischen Merkmalen erinnert, die zudem oft falsch platziert wurden
- Rubin & Kontis (1983):
  - 125 Studenten sollten beide Seiten von vier Münzen (Penny, Nickel, Dime, Quarter) zeichnen

# Ist Rehearsal **hinreichend**, um Information vom KZG ins LZG zu transferieren?

(a) Tatsächliches Aussehen der Münzen

(b) „modale“ Münzen, die nach den Vpn-Angaben rekonstruiert wurden (N=125)

(a)



(b)



(a)



(b)



Actual

Modal



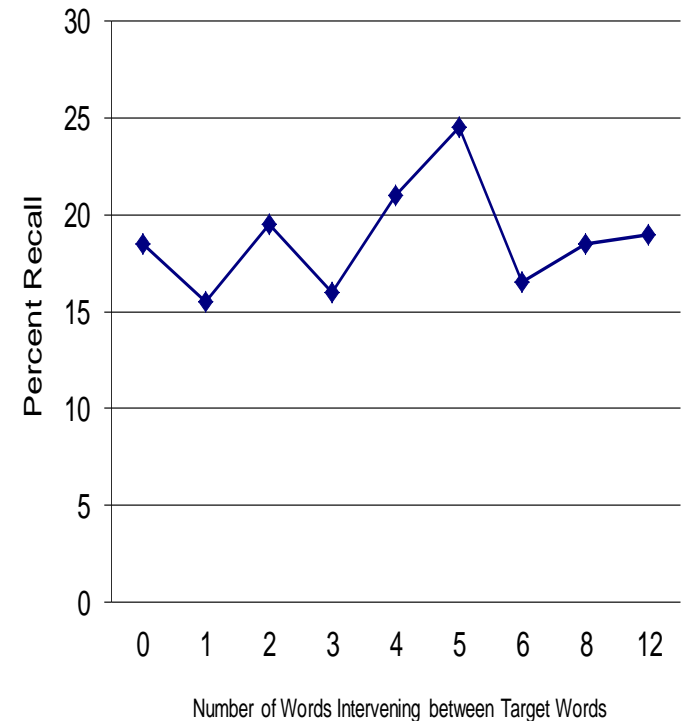
# Ist Rehearsal **hinreichend**, um Information vom KZG ins LZG zu transferieren?

---

- Weitere Untersuchungen haben gezeigt, dass reines Wiederholen oder Aufrechterhalten von Informationen im KZG das langzeitige Behalten weder garantiert noch nicht verbessert
- Reproduktionswahrscheinlichkeit hängt nicht allein von Verweildauer der Information im Kurzzeitspeicher ab

# Ist Rehearsal **notwendig**, um Information vom KZG ins LZG zu transferieren?

- Craik & Watkins (1973)
  - Probanden sollten sich das letzte Wort merken, das mit einem B begann:  
BOOT - AUGEN - ZELT - SKI - KORN - BIER – ROST...
  - Vp weiß nicht, welches der Worte mit B das letzte ist
  - Verschiedene B-Worte werden unterschiedlich lang innerlich wiederholt
  - Danach 1 Min. Rechenaufgaben
  - Am Ende: Unerwarteter freier Reproduktionstest für alle B-Worte
- Ergebnis: Reproduktionsleistung war unabhängig von Rehearsal-Häufigkeit (BOOT = BIER)



# Ist Rehearsal **notwendig**, um Information vom KZG ins LZG zu transferieren?

---

- Rundus (1977); Glenberg, Smith, & Green (1977)
  - 64 Brown-Peterson-Listen
    - Zahl merken: 8329
    - Ablenkungsaufgabe: Wort wiederholen (GLAS-GLAS-GLAS...)
  - Am Ende unerwarteter Reproduktionstest für die “Ablenkungsworte” aus allen 64 Listen
  - Ergebnis: Reproduktionsleistung war unabhängig von Dauer/Anzahl der Wortwiederholungen

## Fazit: Rolle des Rehearsal

---

- Reine Wiederholung scheint weder notwendig noch hinreichend zu sein, um neue Information im LZG zu speichern
- Alternativer theoretischer Ansatz: Ebenen der Verarbeitung (“levels of processing”)
- Annahme: Behaltensleistung hängt davon ab, wie tief bzw. elaboriert Information verarbeitet wird
- Unterscheidung zwischen reinem Wiederholen (maintenance rehearsal) und elaborativem Wiederholen (elaborative rehearsal) geführt

---

## Der Ansatz der Verarbeitungstiefe („Levels of processing“)



Endel Tulving



Fergus Craik

# Enkodierprozesse

---

- *Forschungsfrage*: Wie wirken sich unterschiedliche Verarbeitungsprozesse beim Enkodieren neuer Information auf das langzeitige Behalten und Erinnern aus?
- *Methodischer Ansatz*: Vpn bearbeiten Lernmaterial unter verschiedenen *Orientierungsaufgaben*, durch die unterschiedliche Enkodierprozesse induziert werden sollen

# Enkodierprozesse

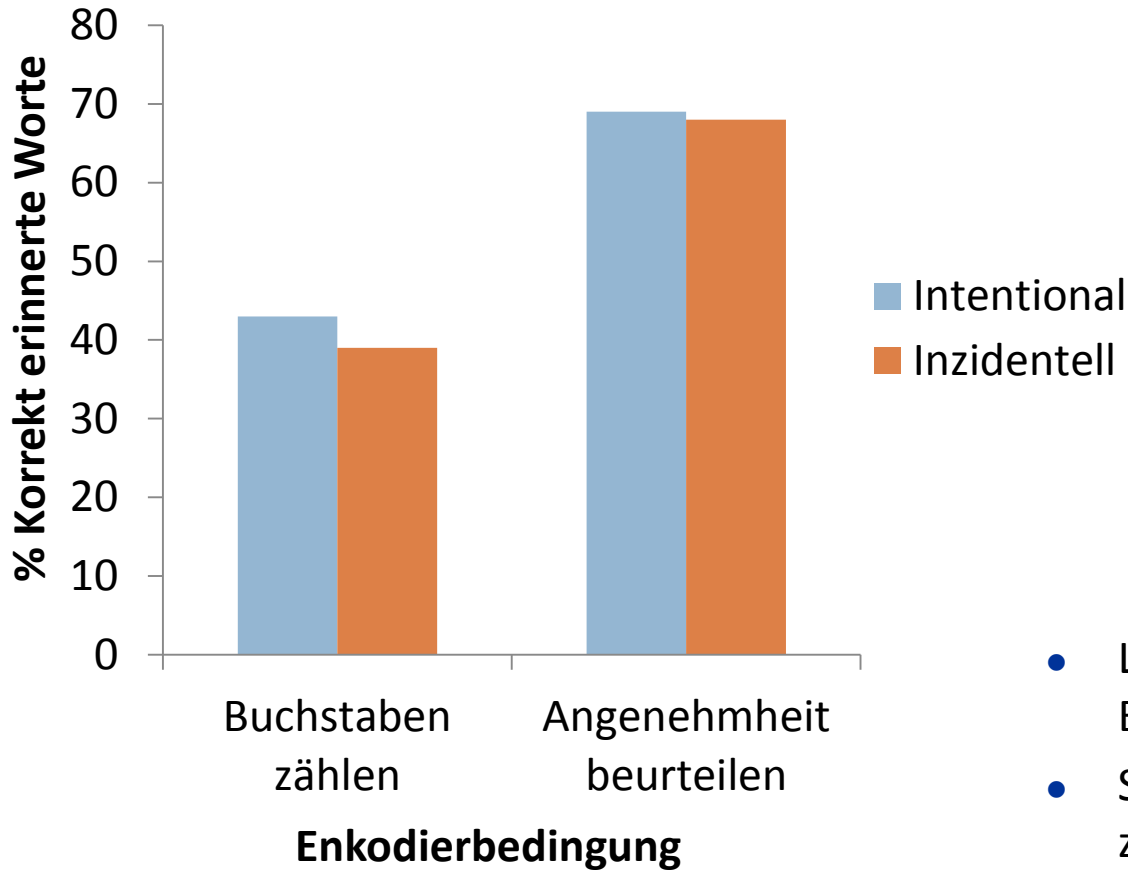
## Hyde & Jenkins (1973)

---

- **Lernmaterial:** Vpn wurde Liste mit Worten dargeboten
- **UV1: Orientierungsaufgabe**
  - (a) *semantische Verarbeitung*: Beurteilen, wie angenehm die Worte sind
  - (b) *graphemische Verarbeitung*: zählen, wie viele „e“ und „g“ in jedem Wort vorkommen
- **UV2: Lernintention**
  - (a) *Intentionales Lernen*: späterer Gedächtnistest wird angekündigt
  - (b) *Inzidentelles Lernen*: Vpn bearbeiten Lernmaterial, ohne dass ein Gedächtnistest angekündigt wird
- **A.V.:** Freie Reproduktion

# Ergebnisse

Hyde & Jenkins (1973)



- Lernintention per se hatte keinen Effekt
- Semantische Verarbeitung führte zu besserem Behalten als graphemische Verarbeitung



# Der Ansatz der Verarbeitungstiefe (Levels of Processing)

Craik & Lockhart (1972)

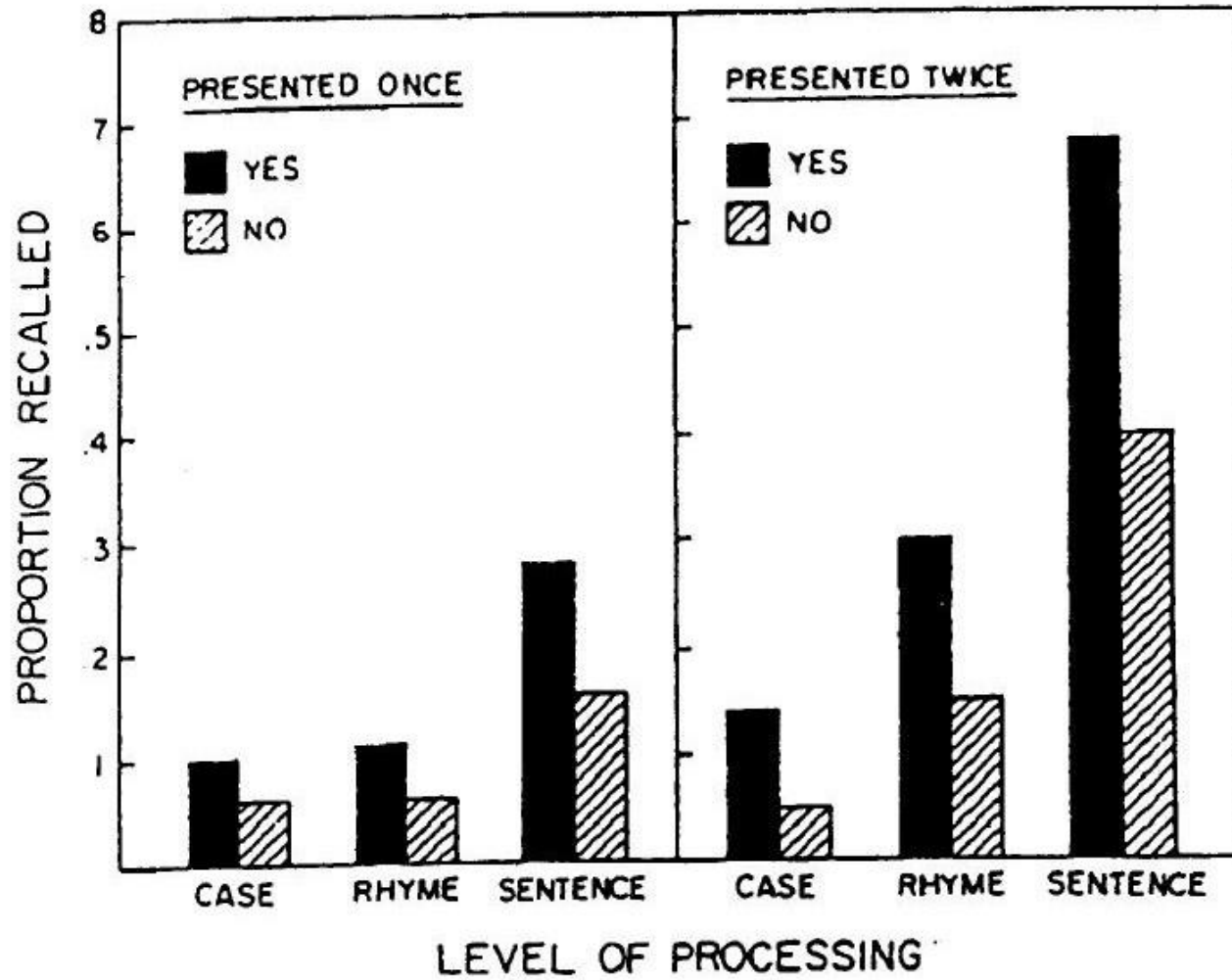
- Annahme: Speicherung neuer Informationen ins Langzeitgedächtnis hängt von den Verarbeitungsprozessen beim Enkodieren ab
  
- „Tiefe“ (= semantische) Verarbeitung produziert dauerhaftere und leichter abrufbare Gedächtnisspuren als „flache“ (= nicht-semantische Verarbeitung)
  - “Trace persistence is a function of depth of analysis, with deeper levels of analysis associated with more elaborate, longer lasting, and stronger traces” (pp. 675)
  
- Zwei Arten von Rehearsal:
  - Maintenance rehearsal: reine Wiederholung des Lernmaterials
  - Elaborative rehearsal: bedeutungshaltige Verarbeitung und Verknüpfung des Materials mit anderen Gedächtnisinhalten

# Experimentelle Überprüfung des Ansatzes der Verarbeitungstiefe ( Craik & Tulving, 1975)

<b>Verarbeitungs- ebene</b>	<b>Aufgabe</b>	<b>Antwort</b>	
		<b>Ja</b>	<b>Nein</b>
<b>Orthografisch</b>	Ist folgendes Wort in Grossbuchstaben geschrieben?	TISCH	tisch
<b>Phonetisch</b>	Reimt sich das Wort auf Klavier?	Bier	Wein
<b>Semantisch</b>	Passt das Wort in den Satz? Er traf eine _____ auf der Strasse	Frau	Wolke

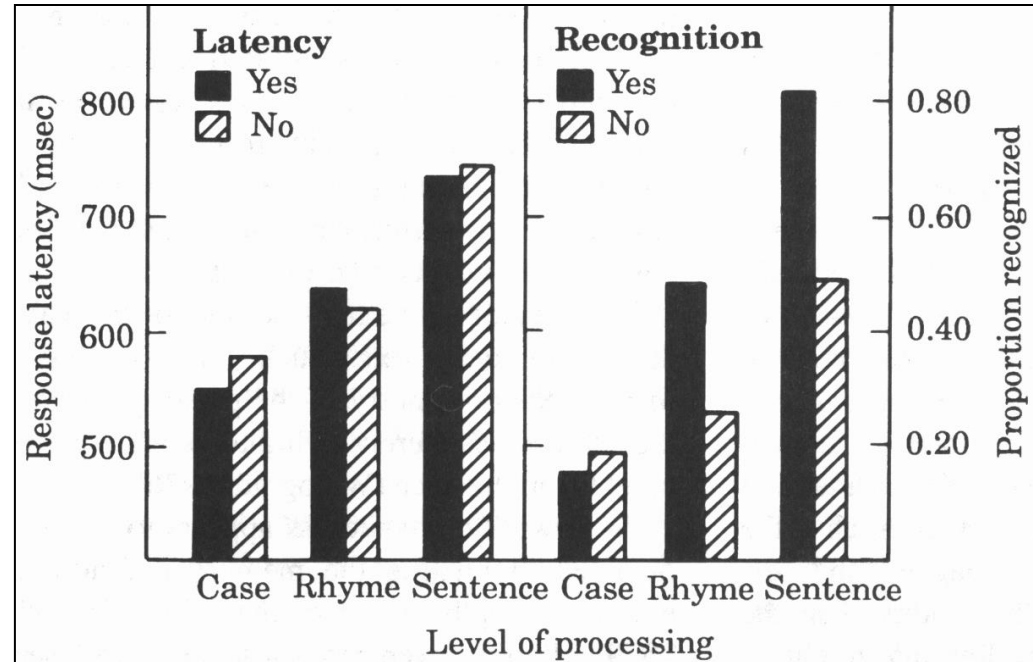
Craik, F.I.M. & Tulving, E. (1975). Depths of processing and the retention of words in episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 268-294.

# Ergebnisse



# Möglicher Einwand

- Semantische Orientierungsaufgaben sind schwieriger
  - Lernmaterial wird länger verarbeitet als bei nicht semantischer Enkodierung
  - Dies könnte bessere Gedächtnisleistung erklären

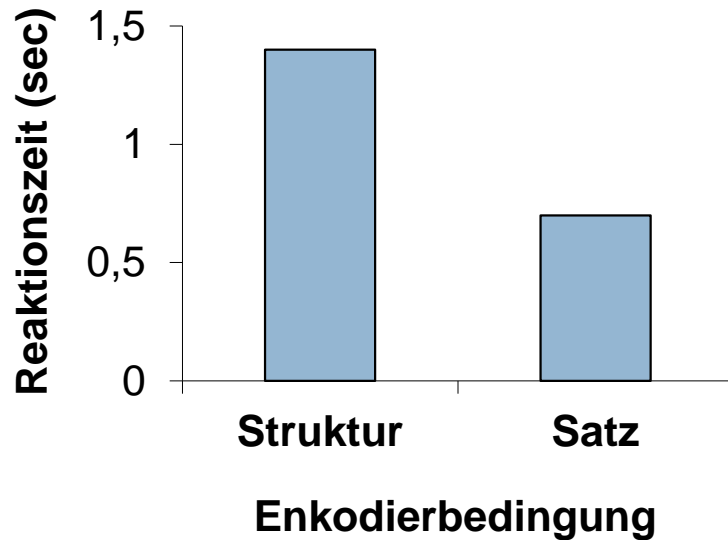


- Um diese Kritik zu entkräften, verwendeten Craik & Tulving eine zeitaufwändigere orthografische Aufgabe:
  - Wörter sollen danach beurteilt werden, ob sie einem bestimmten Konsonant-Vokal-Muster entsprechen (z.B. Vater = KVKVK).

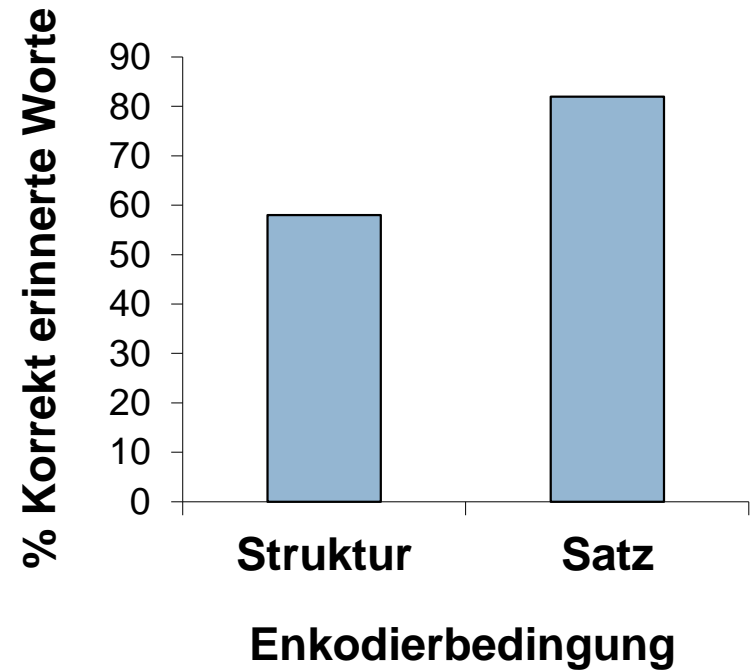
# Ergebnisse

(*Craik & Tulving, 1975, Exp. 5*)

## Reaktionszeit beim Enkodieren



## Rekognition



→ Entscheidend ist nicht Zeitdauer des Enkodierens, sondern die *Art der Verarbeitung* (orthografisch vs. semantisch)

# Probleme des Ansatzes der Verarbeitungstiefe

---

1. Gefahr eines Zirkelschlusses, solange kein von den Ergebnissen unabhängiges Kriterium für „Tiefe“ spezifiziert wird
  - Bessere Gedächtnisleistung als Hinweis auf „tiefe“ Verarbeitung
  - „Tiefe“ Verarbeitung als Erklärung für bessere Gedächtnisleistung
2. Unterbinden „oberflächliche“ Orientierungsaufgaben tatsächlich die semantische Verarbeitung des Lernmaterials?
3. Reines Wiederholen kann mitunter LZG verbessern
4. Gedächtnisleistung hängt nicht allein von Enkodierprozessen ab, sondern von Interaktion zwischen Enkodier- und Abrufprozessen → „transfer-adäquate Verarbeitung“

# Interaktionen zwischen Enkodier- und Abrufbedingungen

(Morris et al., 1977)

## Enkodierungsbedingungen

### ■ **Semantisch:** „Passt Wort in Satz?“

- Yes: The \_\_\_\_\_ had a silver engine.      TRAIN
- No:      EAGLE

### ■ **Phonologisch:** „Reimt sich Wort mit einem anderen Wort?“

- Yes: \_\_\_\_\_ rhymes with legal.      EAGLE
- No:      PEACH

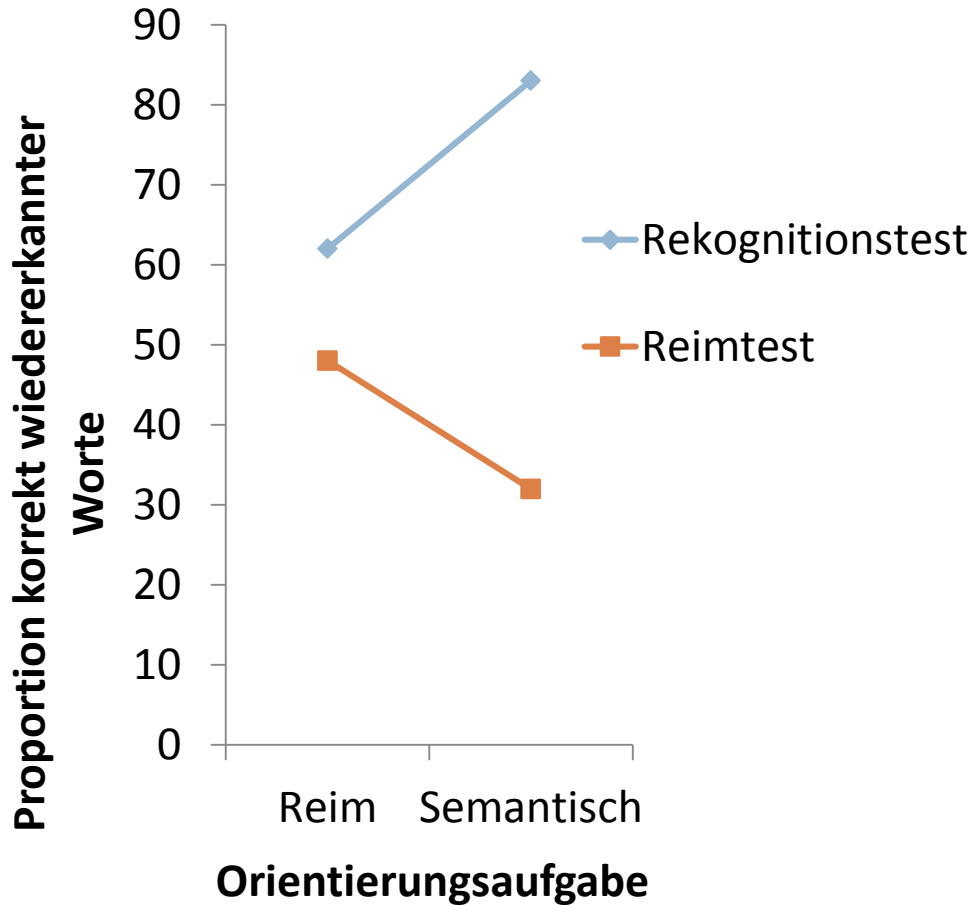
## Gedächtnistests

- **Rekognition:** „War das Wort („TRAIN“) in der Lernliste?“
- **Reim-Test:** „Reimt sich Testwort mit einem Wort der Lernliste?“

## Versuchsdesign

		Enkodieraufgabe	
		Semantisch	Reimen
Test	Rekognition		
	Reim-Test		

# Ergebnisse



## Transfer-adäquate Verarbeitung (transfer-appropriate processing)

- Unterschiedliche Enkodierungsprozesse führen zur Speicherung unterschiedlicher Reizaspekte
- Erinnerungsleistung hängt davon ab, ob gespeicherte Information relevant für den Gedächtnistest ist bzw. Prozesse beim Abruf mit denen beim Lernen überlappen



---

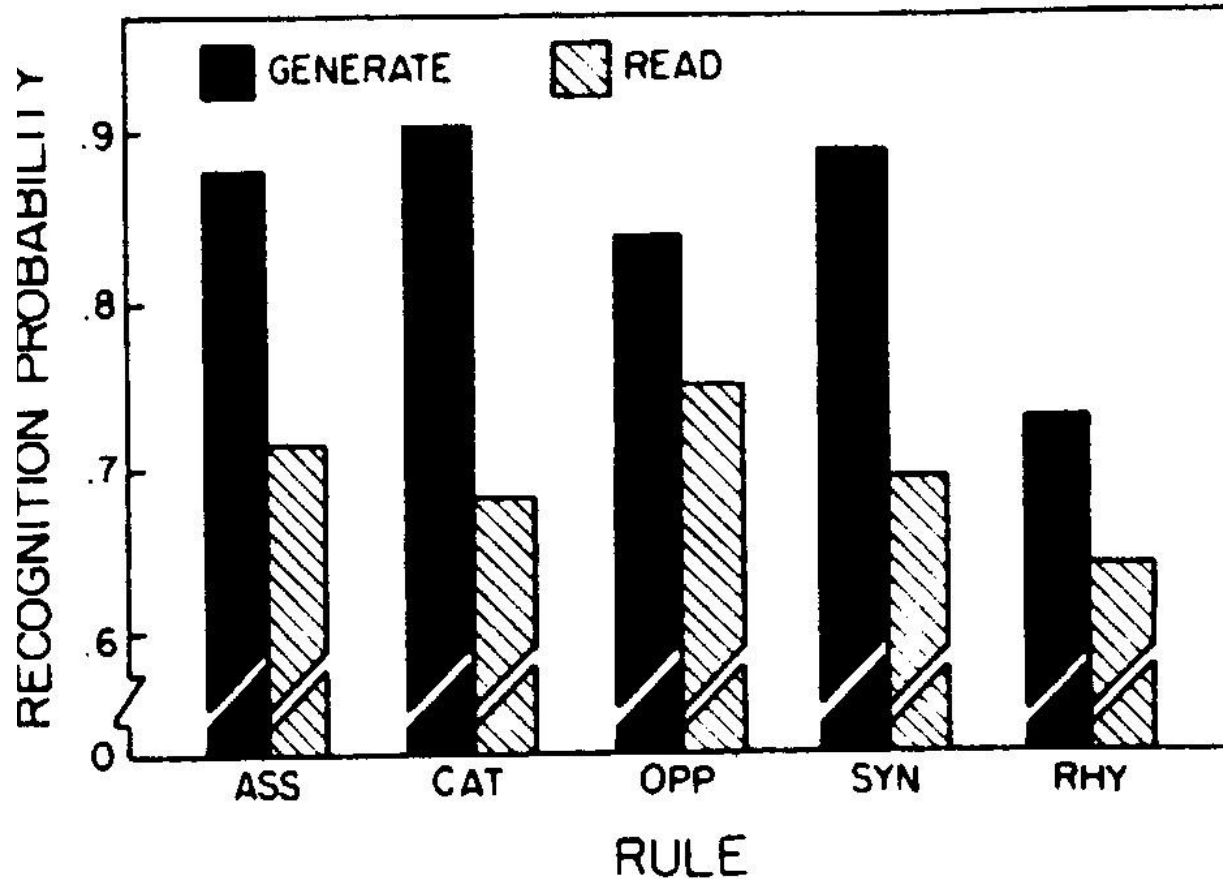
**Weitere Enkodierungsprozesse:  
Generierung, Elaboration, Organisation**

# Der Generierungseffekt

- Versuchspersonen sollten entweder
  - (a) Worte in Reaktion auf vorgegebene Worte nach bestimmten Regeln selbst *generieren*
  - (b) Die Worte nur lesen

<b><i>Bedingung</i></b>	<b><i>Generieren</i></b>	<b><i>Lesen</i></b>
<b><i>Gegenteil</i></b>	kurz - l_____	kurz - lang
<b><i>Synonym</i></b>	Pferd - R_____	Pferd - Ross
<b><i>Assoziation</i></b>	Licht - K_____	Licht – Kerze

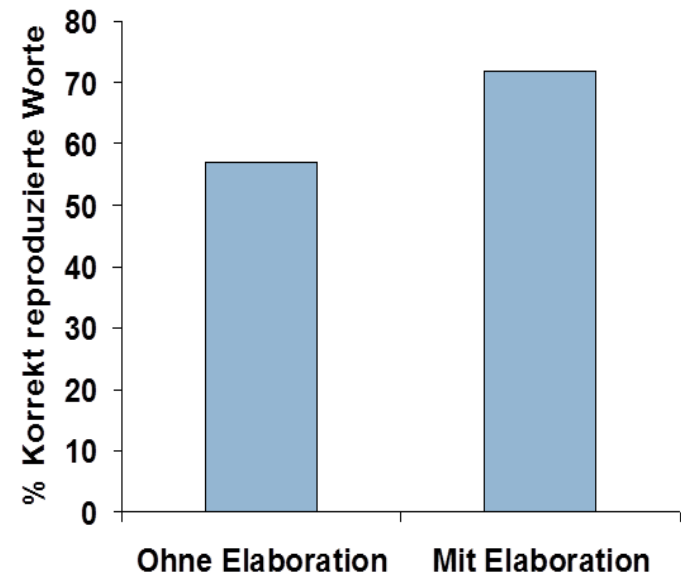
# Ergebnisse



Slamecka, N.J & Graf, P. (1978) The generation effect: Delineation of a phenomenon. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4, 592-604.

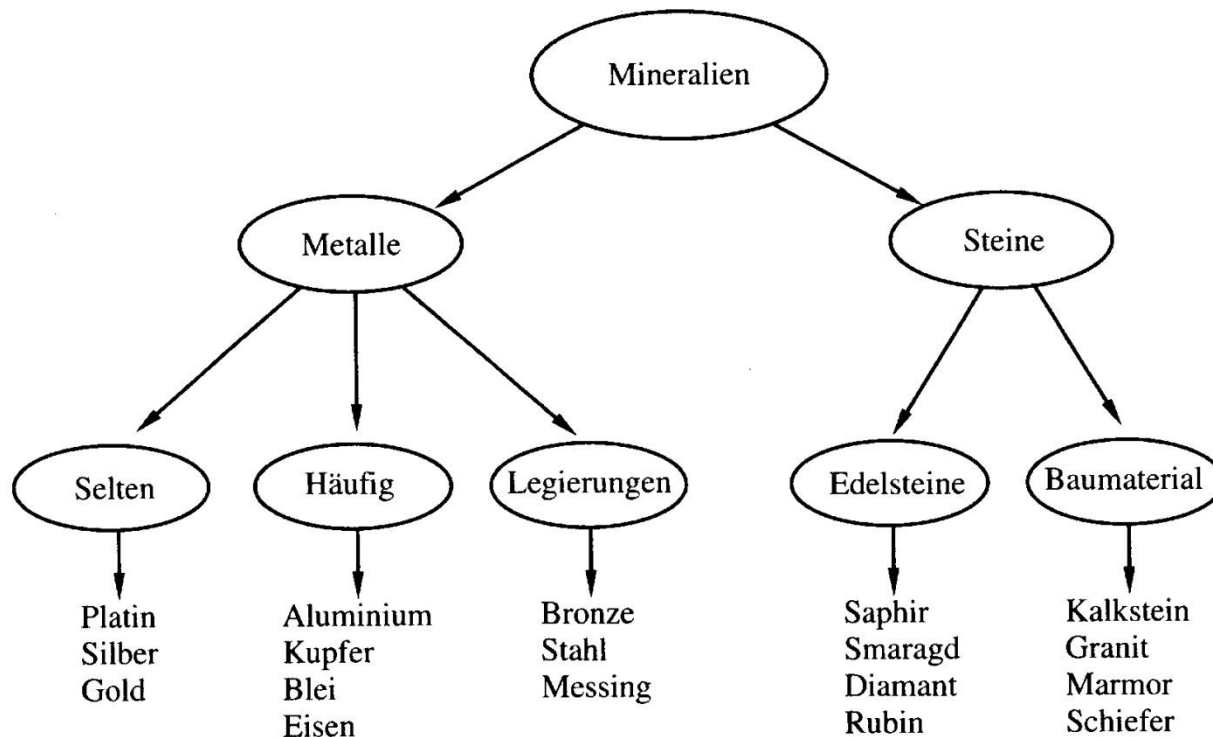
# Elaboration

- Elaboration = Anreichern von Lernmaterial mit zusätzlicher Information
- Experiment von Anderson und Bower (1972):
- Lernphase
  - Vpn lernten Sätze (z.B. „Der Arzt hasste den Rechtsanwalt“)
  - Enkodierbedingung 1: Keine weitere Instruktion
  - Enkodierbedingung 2: Vpn sollten zu jedem Satz zusätzliche Information generieren (z.B. „weil er ihn wegen eines Kunstfehlers anzeigte“)
- Cued-Recall-Test
  - Vpn sahen Satzanfang („Der Arzt hasste...“) und sollten das Objekt ergänzen („Rechtsanwalt“)



# Organisation

- Vpn lasen Wörter aus vier Kategorien (Tiere, Kleidung, Transportmittel, Mineralien)
- Darbietung in Form von Baumdiagrammen unter zwei Bedingungen:
  - (1) Wörter waren nach inhaltlichen Kategorien organisiert (s. Abb. unten)
  - (2) Wörter aus allen Kategorien wurden zufällig gemischt



# Ergebnisse

**Tabelle 7.5:** Durchschnittliche Anzahl reproduzierter Wörter über vier Versuchsdurchgänge hinweg als Funktion der Organisation (nach Bower et al., 1969)

<b>Bedingungen</b>	<b>Durchgang</b>			
	1	2	3	4
organisiert	73,0	106,1	112,0	112,0
Zufall	20,6	38,9	52,8	70,1

Bower et al. (1969). Hierarchical retrieval schemes in recall of categorical word lists. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 323-343.

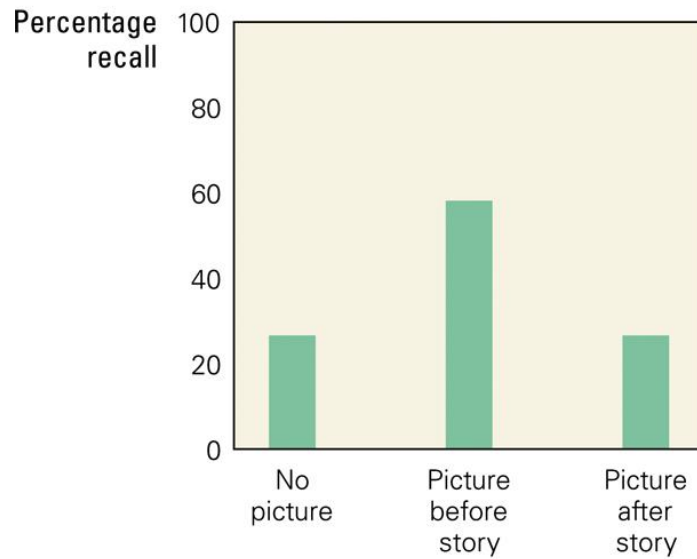
## Text aus der Studie von Bransford und Johnson (1972)

---

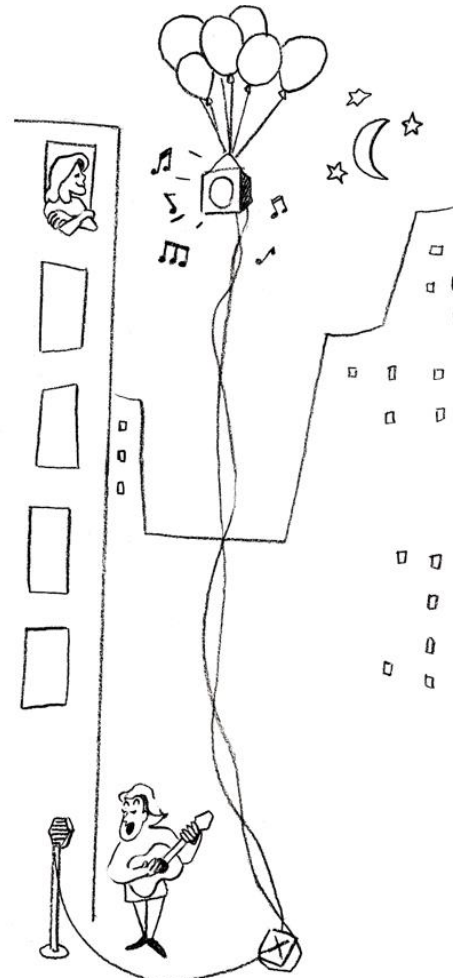
„Wenn die Ballons platzen sollten, würden man die Töne nicht hören, wie die Entfernung vom richtigen Fenster zu groß wäre. Auch ein geschlossenes Fenster würde den Ton abhalten, da Häuser zumeist gut isoliert sind. Da das ganze Unternehmen von einem steten elektrischen Stromfluss abhängt, würde ein Bruch in der Mitte des Drahtes ebenfalls zu Problemen führen. Natürlich könnte der Mann rufen, aber die menschliche Stimme würde nicht weit genug tragen. Ein weiteres Problem besteht darin, dass auf dem Instrument eine Saite reißen könnte. Dann würde die Begleitung zur Botschaft entfallen. Klar ist, dass die ganze Sache bei einem geringeren Abstand leichter wäre. Von Angesicht zu Angesicht wäre die Wahrscheinlichkeit am geringsten, dass etwas schief ginge.“

# Semantische Organisation und Einbettung in Schemata

Bransford & Johnson 1972



(a)



(b)



# Anwendungsaspekte:

## Lernstrategien für komplexes Textmaterial: PQ4R-Methode

---

### 1. Vorprüfung (preview)

- Inhalte überfliegen; Text vorstrukturieren; Abschnitte bestimmen

### 2. Fragen (questions)

- Fragen zu jedem Abschnitt formulieren

### 3. Lesen (read)

- Lesen + Fragen beantworten

### 4. Nachdenken (reflection)

- Beispiele finden; Bezüge zu Vorwissen oder anderen Texten herstellen

### 5. Wiedergeben (recite)

- Erinnern des Inhalts; Fragen beantworten

### 6. Rückblick (review)

- wichtigste Punkte rekapitulieren

---

**Funktionelle Bildgebungsstudien zur  
Enkodierung ins deklarative Langzeitgedächtnis**

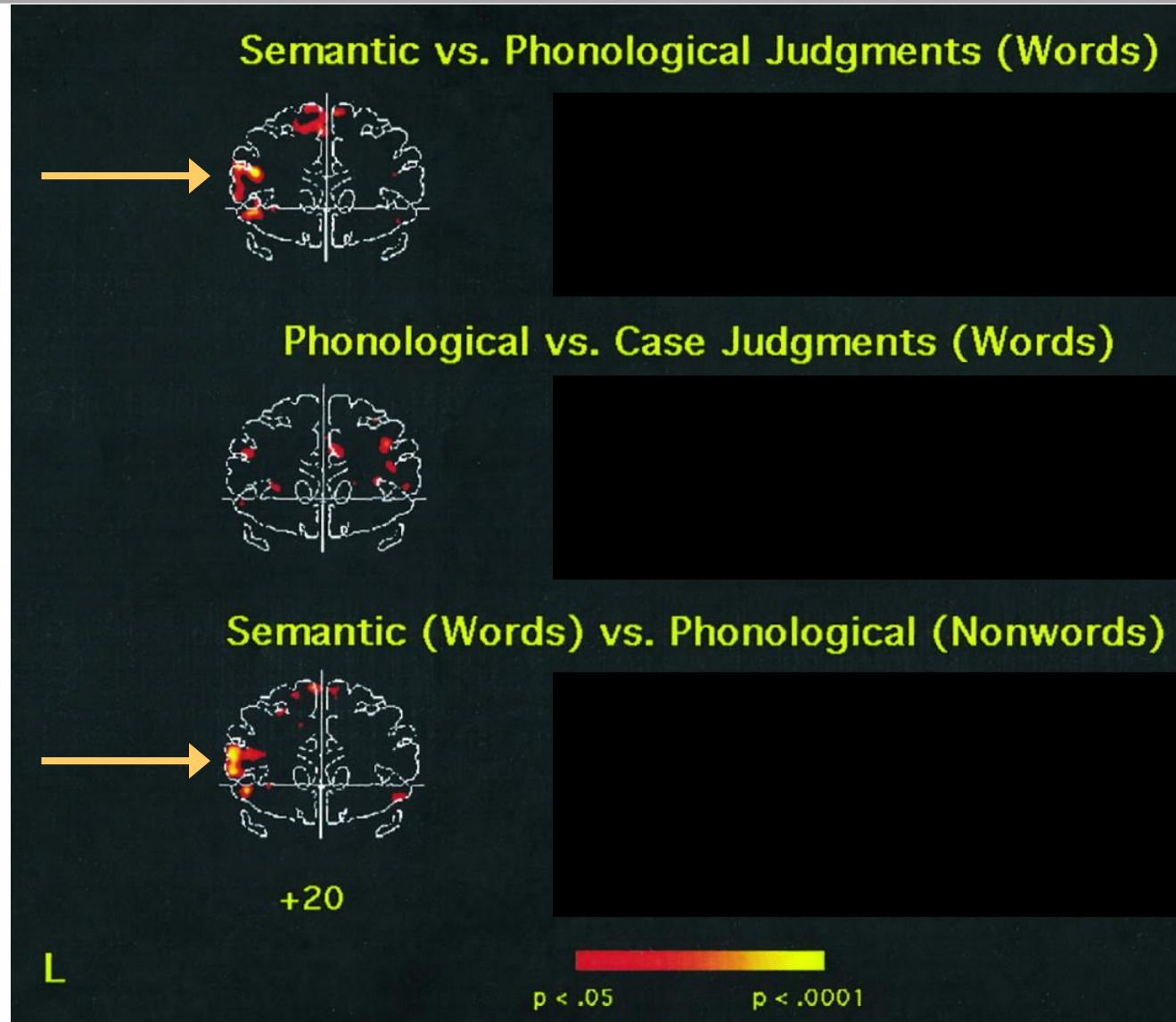
# Verarbeitungstiefe und Gehirnaktivität

---

- Experiment von Gabrieli et al. (1998): Welche Hirnregionen sind an der Enkodierung von neuem Material ins LZG beteiligt?
  
- Drei Enkodierungsbedingungen
  - Semantische Orientierungsaufgabe:
    - Ist Wort abstrakt oder konkret?
  - Perzeptuelle Orientierungsaufgabe:
    - Ist Wort in Groß- oder Kleinbuchstaben geschrieben?
  - Phonologische Orientierungsaufgabe:
    - Hat Wort zwei Silben oder nicht?
  
- Während der Enkodierung wurde die Gehirnaktivität mittels fMRT (funktioneller Magnetresonanztomografie) gemessen

# Verarbeitungstiefe und Gehirnaktivität

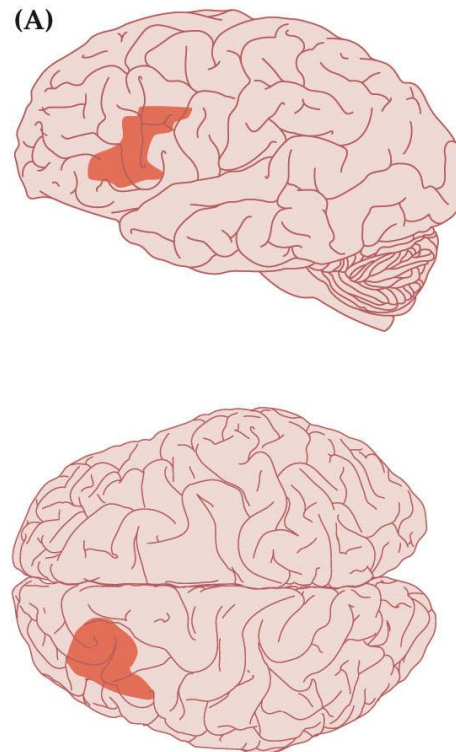
Semantisches  
Enkodieren → erhöhte  
Aktivierung im linken  
inferioren Frontalhirn



# Frontalhirnaktivierung beim Enkodieren von Information ins deklarative Gedächtnis

- **Semantische Enkodierung:** Bezeichnen Wörter belebte oder unbelebte Dinge?
- **Perzeptuelle Enkodierung:** Enthalten Wörter den Buchstaben „A“?

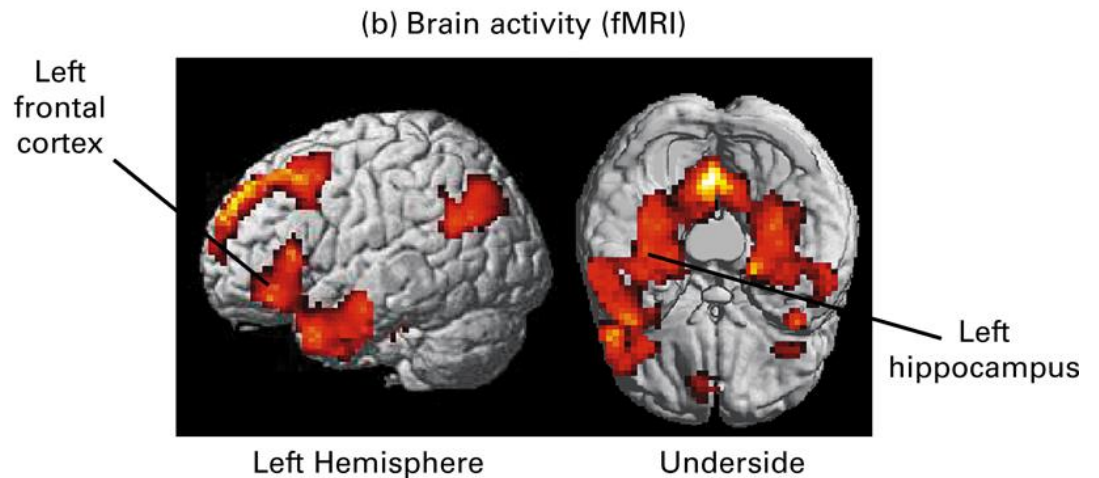
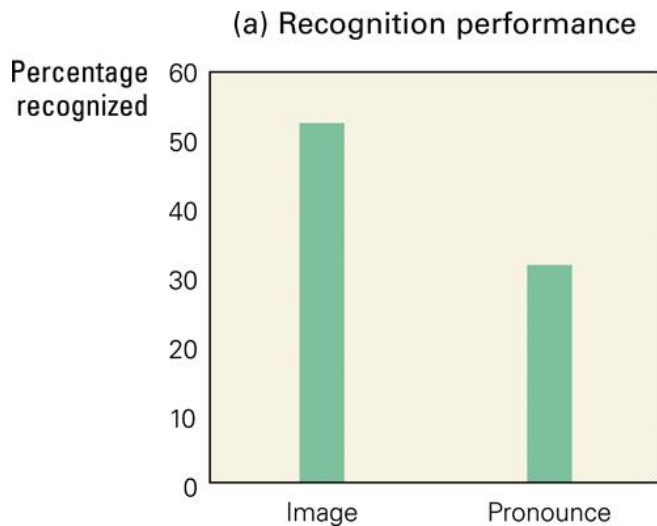
Größere Aktivierung im ventrolateralen PFC bei semantischer relativ zu perzeptueller Enkodierung (Kapur et al., 1994)



# Verarbeitungstiefe und neuronale Aktivierung

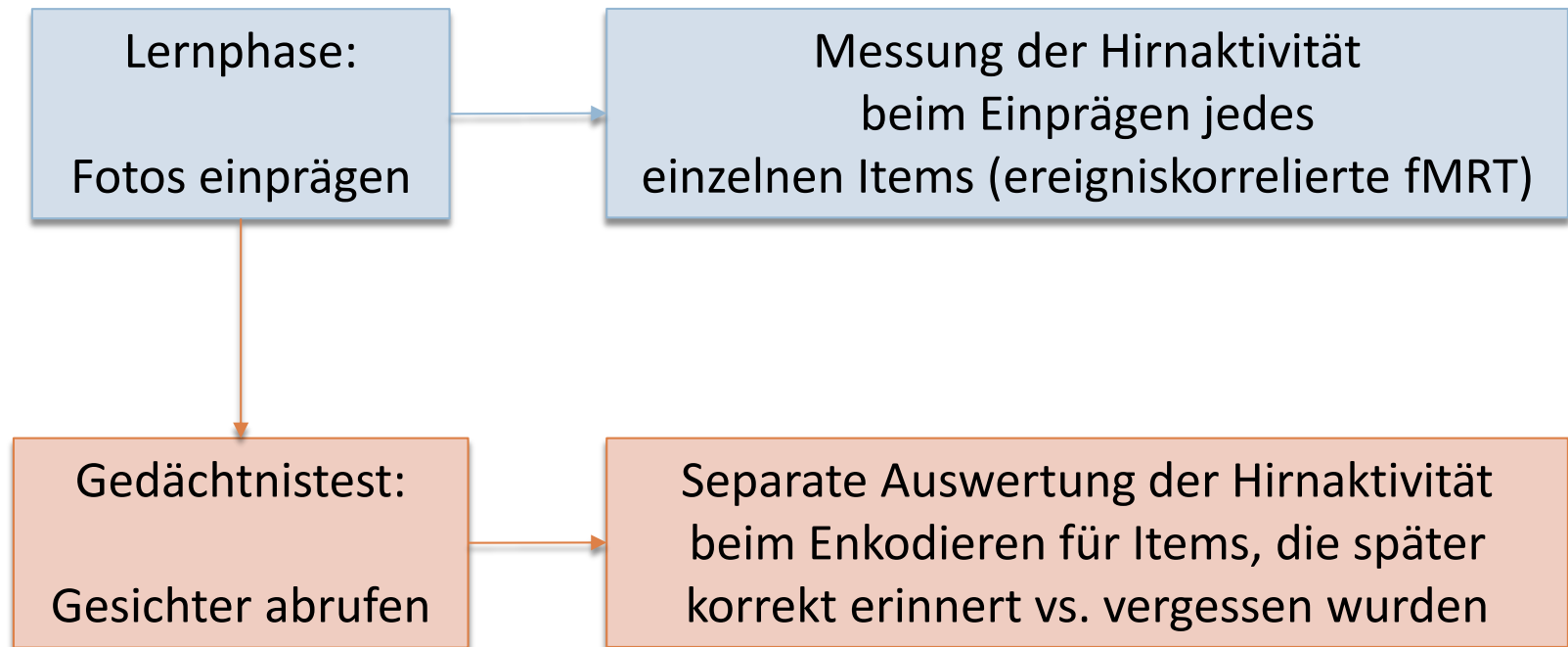
Probanden sollten zu Bildern

- (1) mentale Vorstellung bilden oder
- (2) sich vorstellen, die Worte rückwärts auszusprechen



Davachi et al., 2003, PNAS, 100, 2157-2162

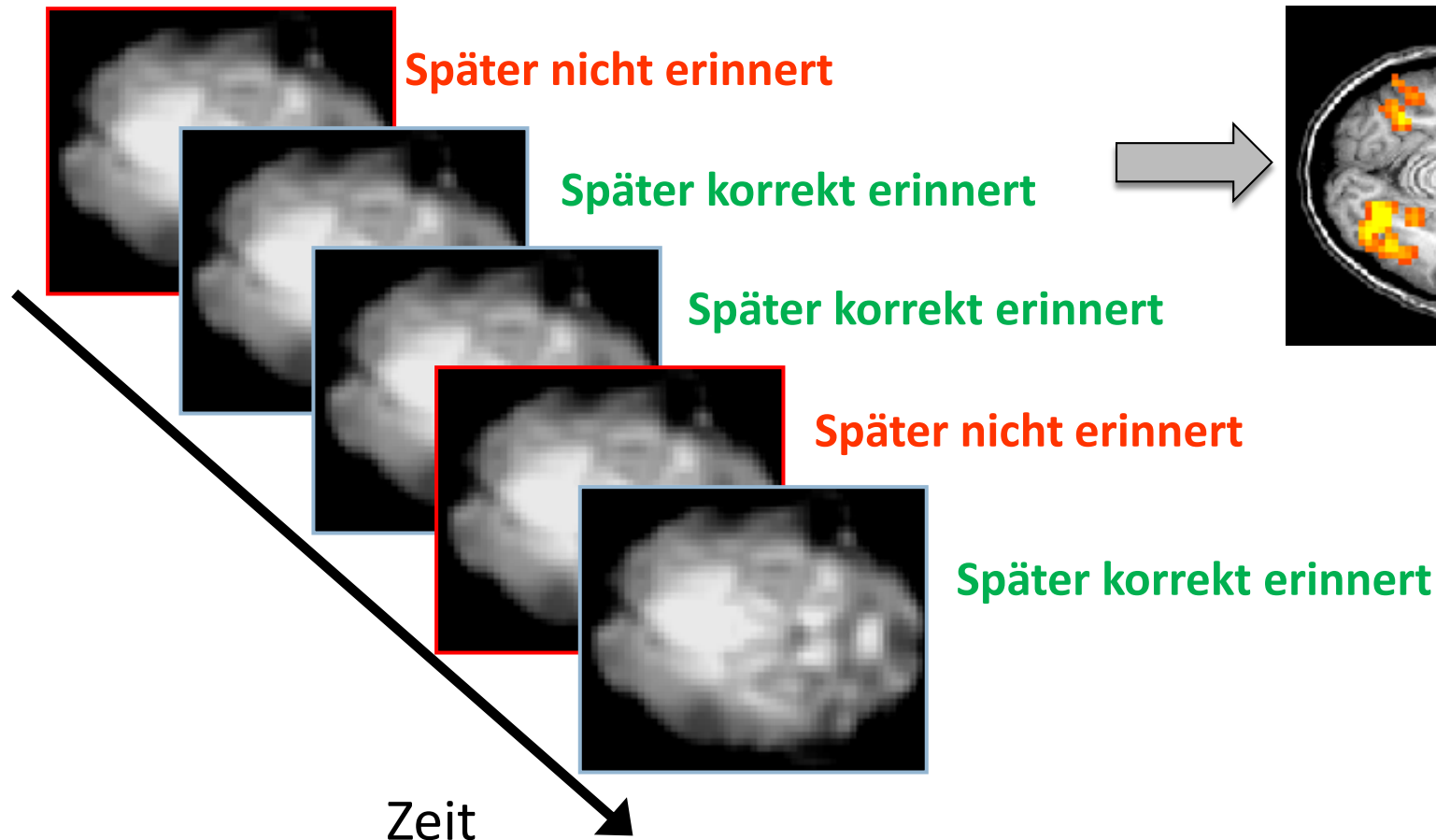
# Sagt die Hirnaktivität beim Enkodieren voraus, an was man sich später erinnern kann?



Brewer, J. B., Zhao, Z., Desmond, J. E., Glover, G. H. & Gabrieli, J. D. E. (1998). Making memories: brain activity that predicts how well visual experience will be remembered. *Science*, 281, 1185–1187.

# Sagt die Hirnaktivität beim Enkodieren voraus, an was man sich später erinnern kann?

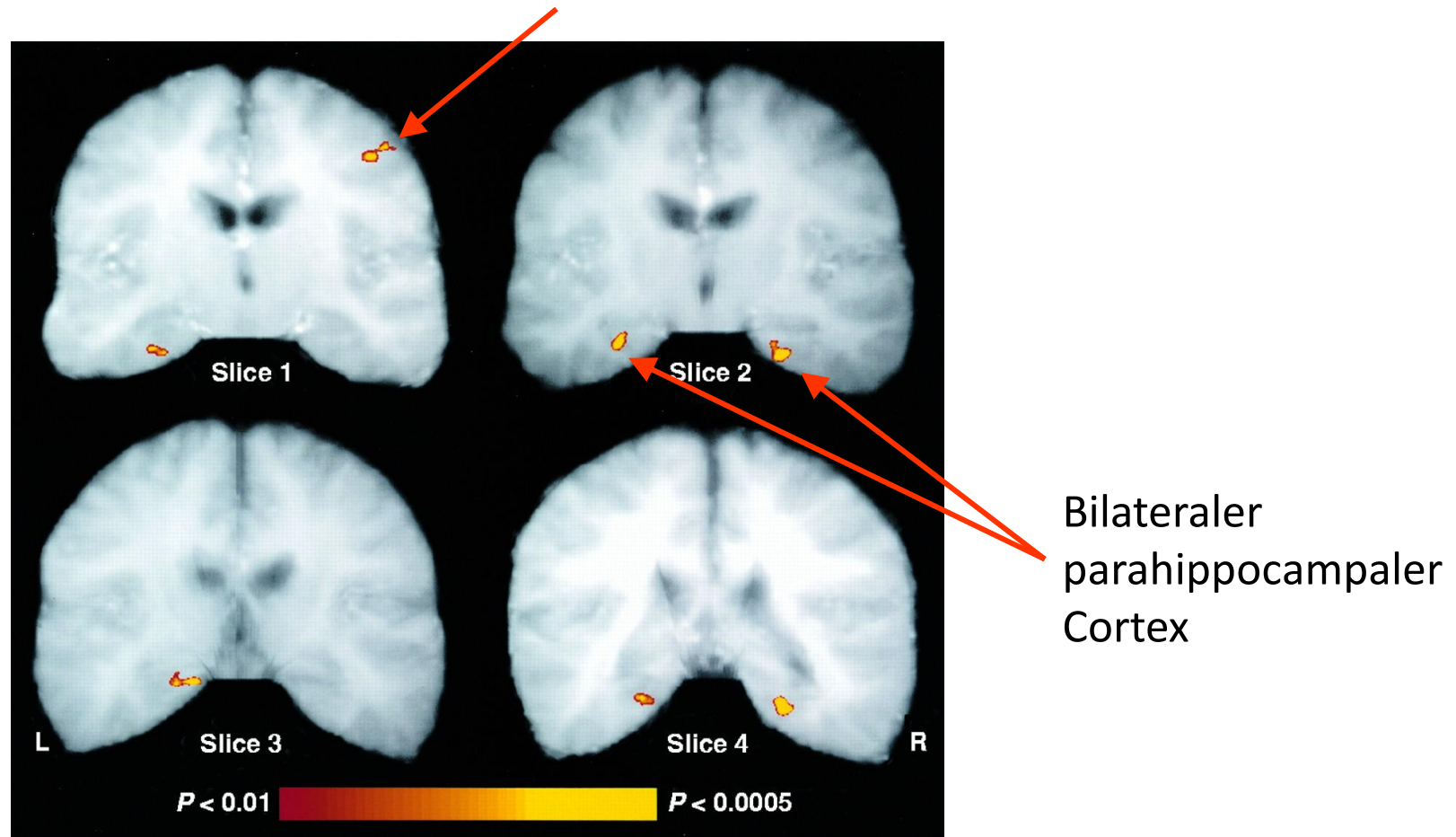
## Gehirnaktivität beim Enkodieren



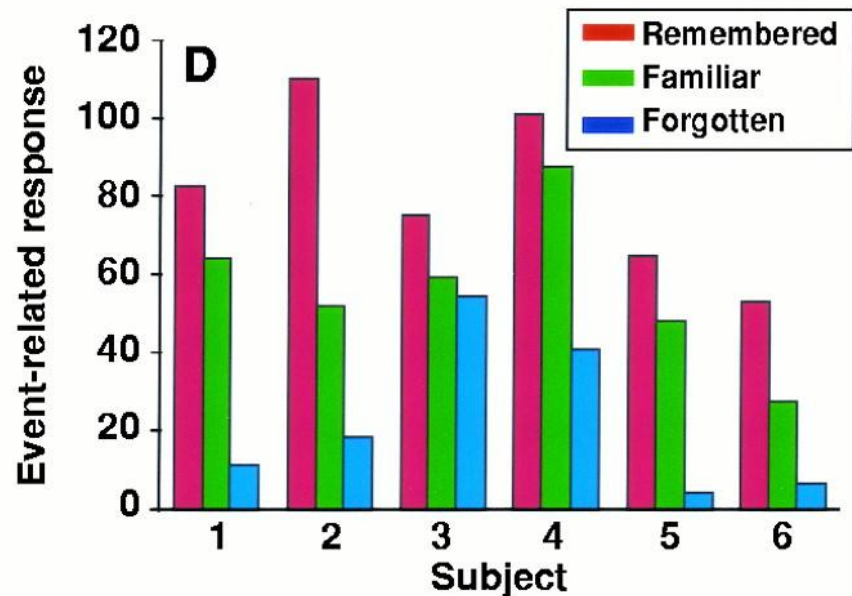
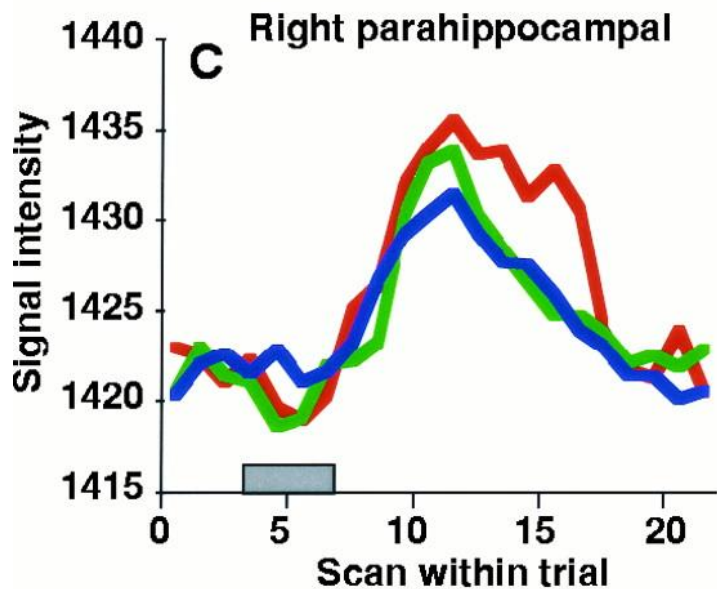
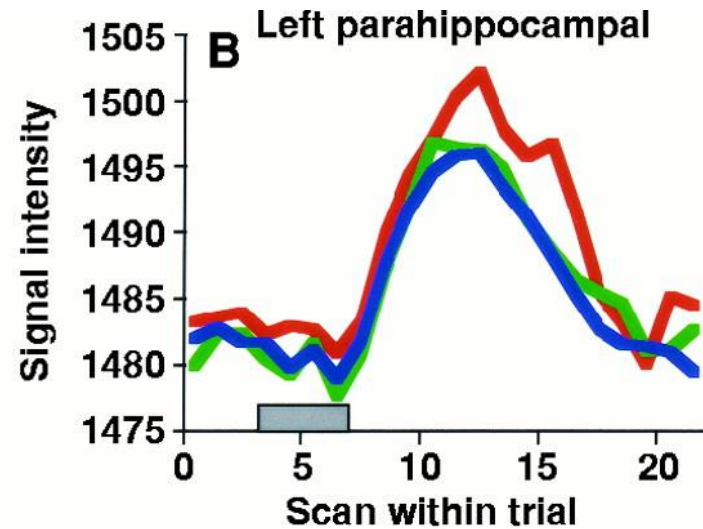
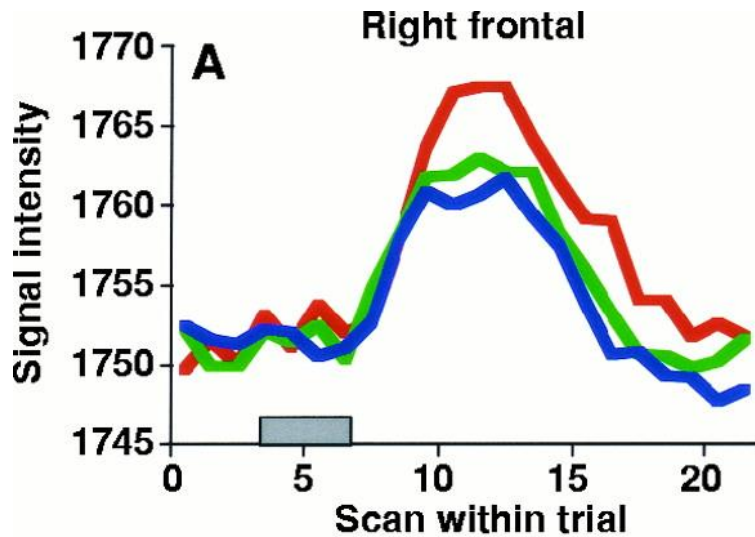


# Sagt die Hirnaktivität beim Enkodieren voraus, an was man sich später erinnern kann?

Rechter dorsolateraler  
Präfrontaler Cortex



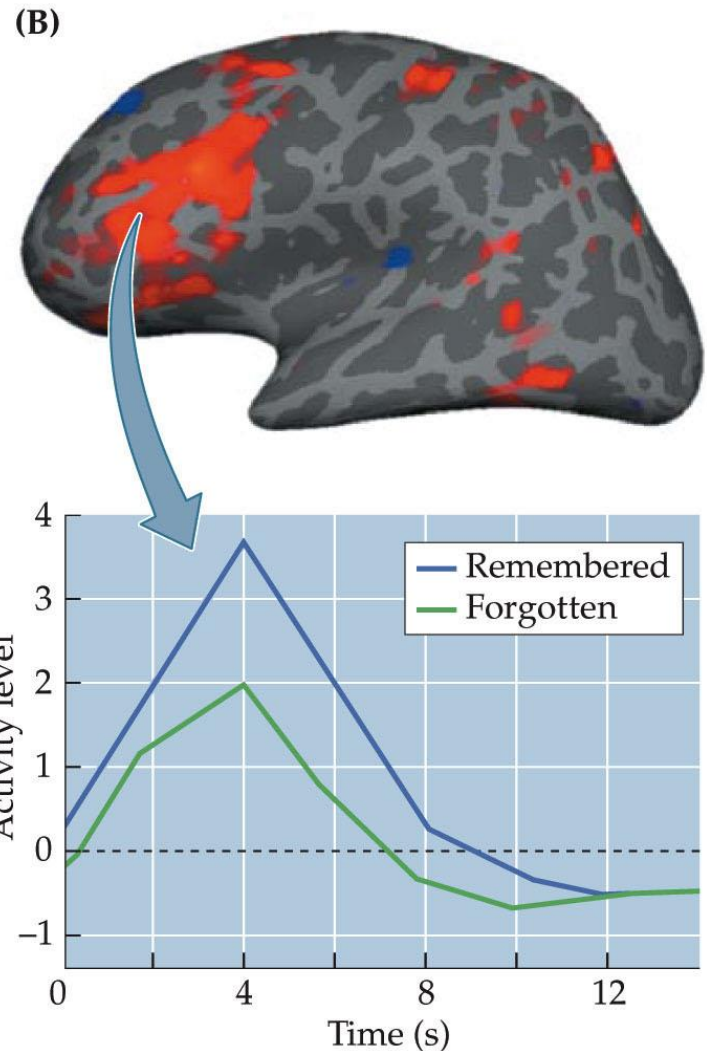
# Sagt die Hirnaktivität beim Enkodieren voraus, an was man sich später erinnern kann?



# Präfrontale Hirnaktivierung beim Enkodieren sagt späteres Erinnern vorher

Größere Aktivierung im  
linken inferioren frontalen  
Gyrus beim Enkodieren von  
Wörtern, die später korrekt  
erinnert wurden relativ zu nicht  
erinnerten Wörtern

(Paller et al., 2002)



# Zusammenfassung

---

- Definition episodisches und semantisches Gedächtnis
- Ansatz der Verarbeitungstiefe + empirische Evidenz
- Transfer-adäquate Verarbeitung & Enkodier-Abruf-Interaktionen
- Weitere Enkodierprozesse: Generierung, Elaboration, Organisation
- Neuronale Korrelate semantischer Enkodierung