



Vorlesung im WS 2013/14

Lernen und Gedächtnis

Kognitive Gedächtnispsychologie:  
**Das Mehrspeichermodell**

Prof. Dr. Thomas Goschke

# Übersicht

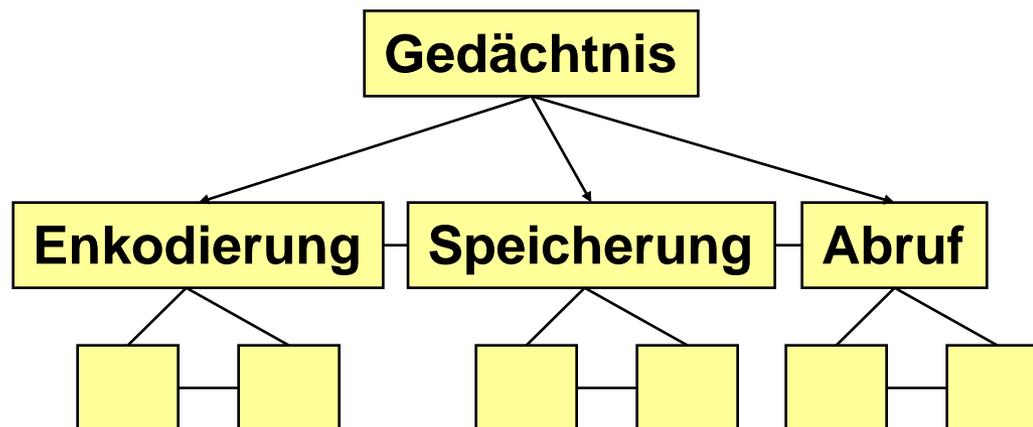
---

- Informationsverarbeitungsansatz und Speichermetapher
- Das Mehrspeichermodell von Atkinson & Shiffrin
- Sensorische Speicher
- Kurzzeitgedächtnis
- Probleme des Mehrspeichermodells

# Kognitive Wende und Informationsverarbeitungsparadigma

---

- Kognition = Informationsverarbeitung (Enkodierung, Speicherung, Transformation, Abruf von Information)
- Menschen reagieren nicht direkt auf Reize, sondern Reize werden mental repräsentiert und im Lichte von Vorwissen interpretiert
- Funktionale Dekomposition: Zerlegung kognitiver Leistungen in Verarbeitungsstufen und Subsysteme



# Informationsverarbeitungsansatz: Teilprozesse des Gedächtnisses

---

- „Computermetapher“
  - Kognition = Software („Programme“ und „Algorithmen“)
  - Gehirn = Hardware (Physikalische „Implementierung“)
- Zentrale Begriffe
  - Lernen = *Enkodierung* von Information
  - Gedächtnis = *Speicherung* von Information
  - Wissen = *Repräsentation* von Information
  - Erinnern = *Abruf* gespeicherter Information
- Methode
  - Experimentelle Analyse von Gedächtnisleistungen unter kontrollierten Bedingungen
  - Rückschluss von Verhaltensdaten (z.B. Reaktionszeiten, Fehler) auf nicht direkt beobachtbare Speicher- und Abrufprozesse

# Metaphern des Gedächtnisses

---

- Wachstafel (Platon; Aristoteles)
- Vogelhaus (Platon)
- Haus (James, 1890)
- Grammophon (Pear, 1922)
- Wörterbuch (Loftus, 1977)
- Bibliothek (Broadbent, 1971)
- Zimmer in einem Haus (Freud, 1924)
- Tonband
- Datenbank
- Computerspeicher

# Aspekte der Speichermetapher

---

- Gedächtnisinhalte werden an bestimmten Orten im Gehirn gespeichert. 
- Gespeicherte Gedächtnisinhalte „lagern“ passiv im Speicher, bis sie wieder abgerufen werden 
- Erinnern besteht im Transfer gespeicherter Inhalte von einem Speicher (Langzeitgedächtnis) in einen anderen Speicher (Kurzzeit- oder Arbeitsgedächtnis)



Alle drei Annahmen sind problematisch und zu revidieren

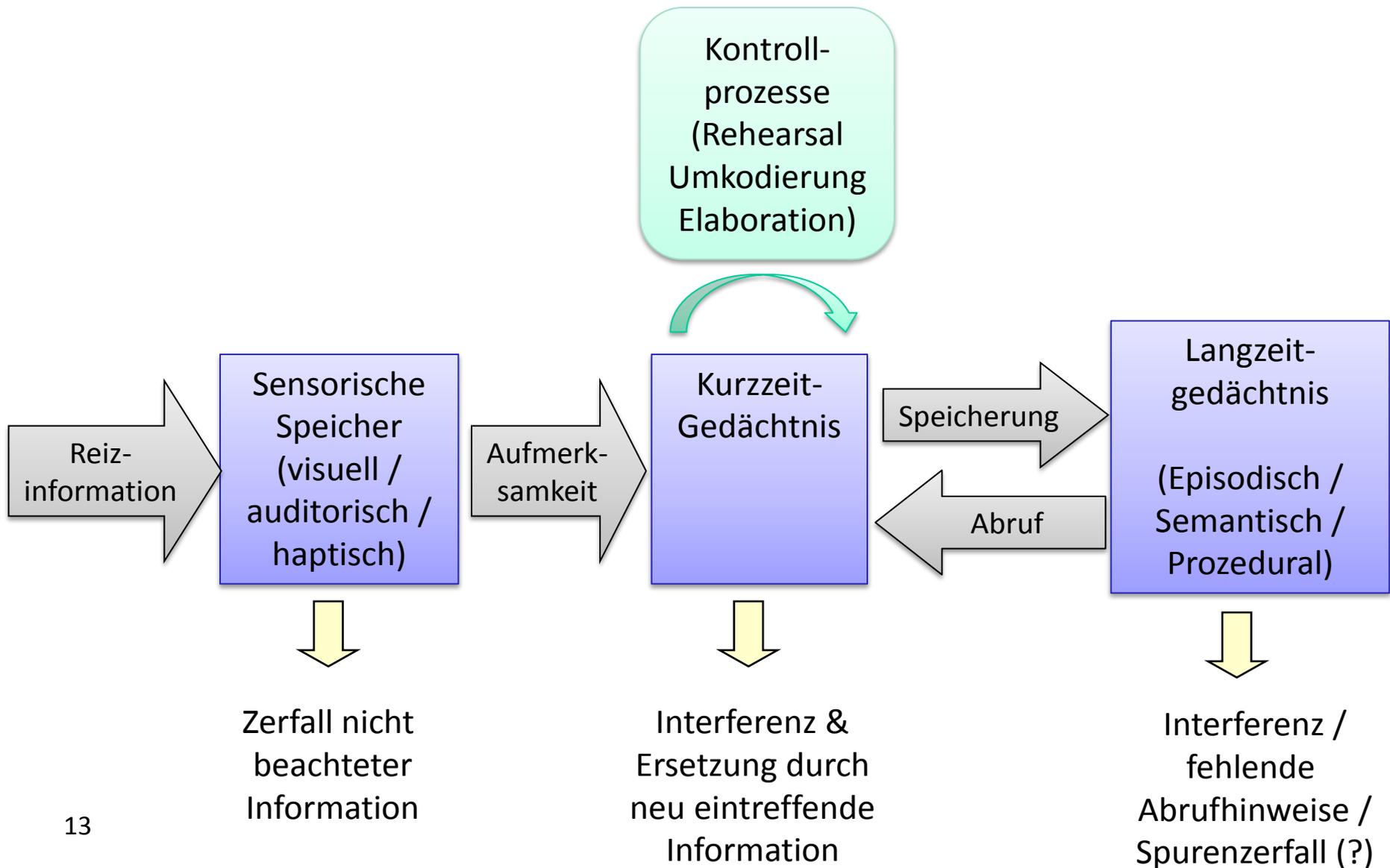
Das Gedächtnis ist kein passiver Speicher, sondern ein dynamischer Prozess

# Einteilung von Gedächtnisformen anhand der Dauer

---

- **William James (1890):**
  - *Primäres Gedächtnis*: aktueller Bewusstseinsinhalt
  - *Sekundäres Gedächtnis*: langfristige Speicherung von Informationen, die unbewusst bleiben, bis sie abgerufen werden
- **Müller & Pilzecker (1900)**
  - Reizwahrnehmung löst neuronales Erregungsmuster aus
  - Langzeitige Speicherung beruht auf strukturellen Veränderungen im Gehirn, die als Folge der neuronalen Erregung stattfinden (*Konsolidierung*)
- **Donald O. Hebb (1949)**
  - *Kurzzeitige Aufrechterhaltung* von Information in Form „kreisender“ neuronaler Aktivität
  - *Langzeitige Speicherung* = Bildung neuer / Stärkung bestehender neuronaler Verbindungen

# Das Mehrspeichermodell von Atkinson & Shiffrin (1968)



# Mehrspeichermodell: Grundlegende Annahmen

---

- Speicher mit unterschiedlicher Haltedauer
  - Ultrakurzzeitgedächtnis (sensorische Speicher)
    - Bruchteile einer Sekunde (visuelle Reize) bis etwas mehr als eine Sekunde (akustische Reize)
  - Kurzzeitgedächtnis (KZG)
    - Aufrechterhaltung einer begrenzten Informationsmenge durch aktive Wiederholung (inneres Sprechen; visuelle Vorstellungen)
  - Langzeitgedächtnis (LZG)
    - Dauerhafte Speicherung einer großen Menge von Informationen, die unbewusst bleibt, bis sie wieder abgerufen wird
- Kontrollprozesse
  - Operationen mit KZG-Inhalten (z.B. aktives Wiederholen)
  - Je häufiger Information im KZG wiederholt wird („Rehearsal“), umso höher ist Wahrscheinlichkeit, dass sie im LZG gespeichert wird

---

## **Sensorische Speicher (Ultrakurzzeitgedächtnis)**

# Das Mehrspeichermodell: Sensorische Speicher

---



Wieviel Information kann in einem Moment erfasst werden?

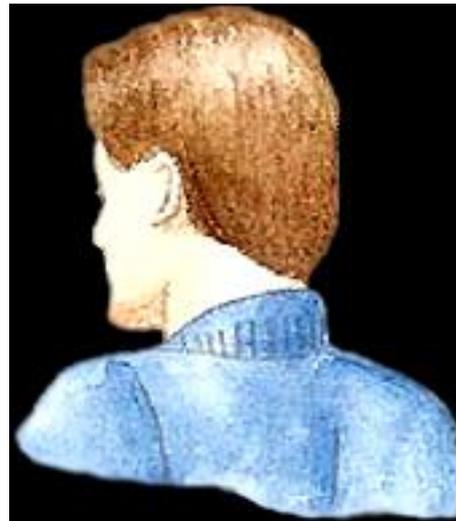
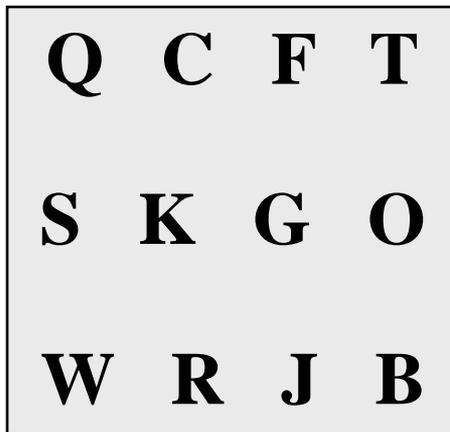
Wie lange wird die Information erinnert, wenn der Reizinput sofort danach ausgelöscht wird?

Segner (1740): untersuchte visuelles Nachbild -> ca.100 ms

# Sensorische Speicher: Das Experiment von Sperling (1960)

---

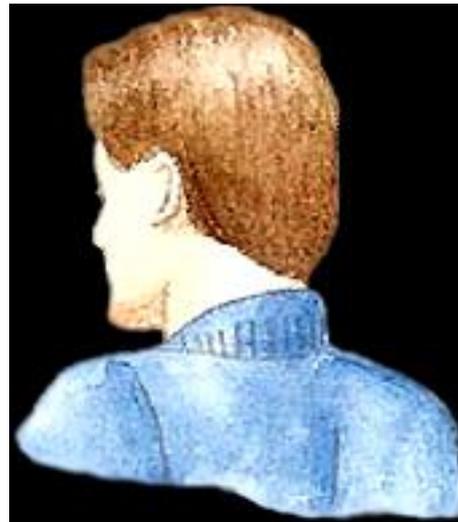
1. Buchstaben werden sehr kurzzeitig dargeboten



# Sensorische Speicher: Das Experiment von Sperling (1960)

---

## 2. Leerer Bildschirm

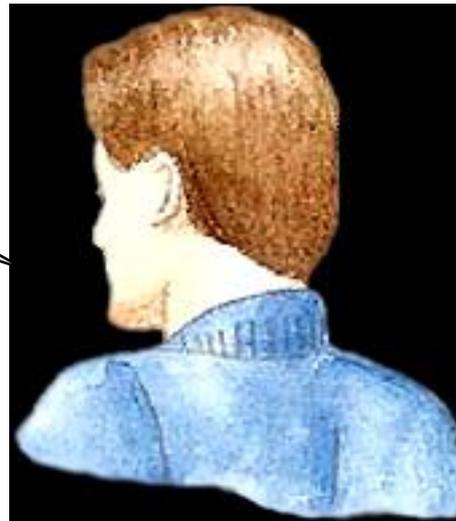


# Sensorische Speicher: Das Experiment von Sperling (1960)

---

3. Vp können nur etwa 4-5 Buchstaben berichten

C, R, G, ...



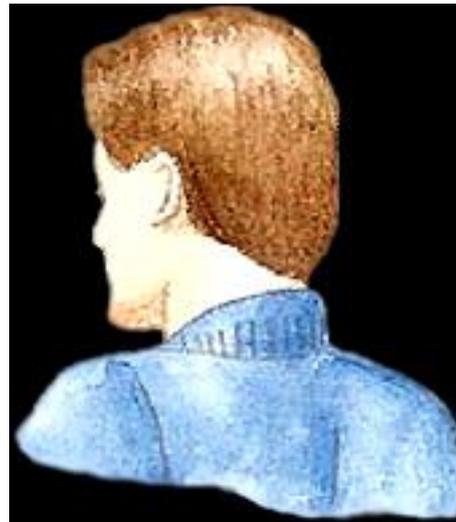
War die Zeit zu kurz,  
um alle Buchstaben  
wahrzunehmen?

# Sensorische Speicher: Das Experiment von Sperling (1960)

---

Q	C	F	T
S	K	G	O
W	R	J	B

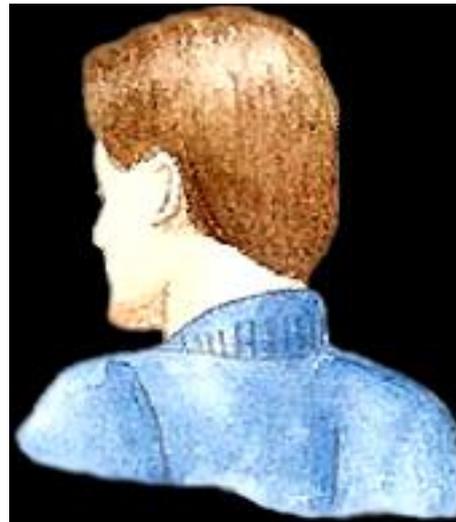
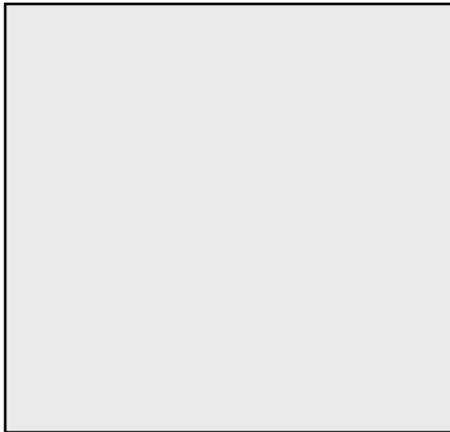
1. Buchstaben werden für 1/20 Sekunde dargeboten



# Sensorische Speicher: Das Experiment von Sperling (1960)

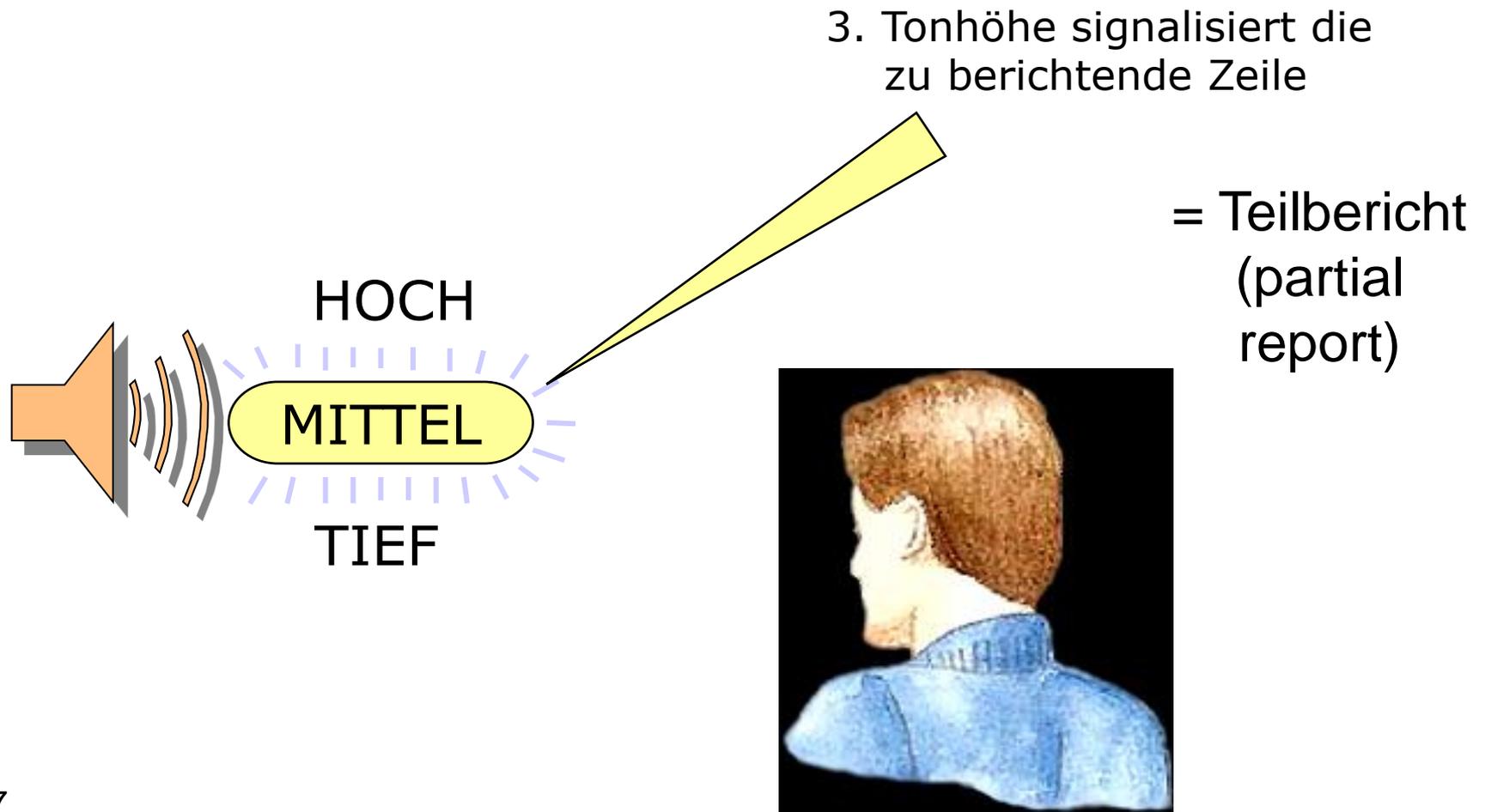
---

2. Leerer Bildschirm für unterschiedlich lange Zeit (bis 1 Sek.)



# Sensorische Speicher: Das Experiment von Sperling (1960)

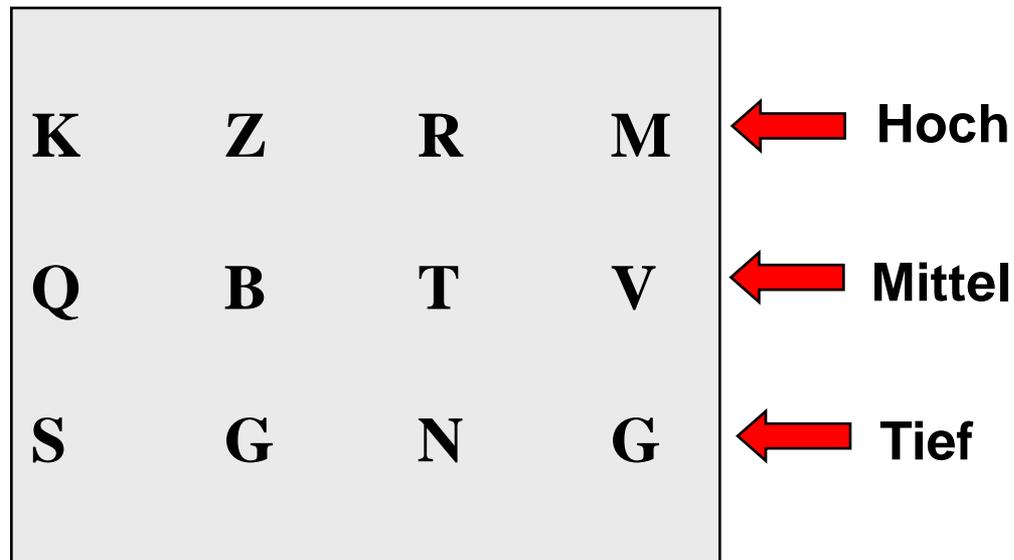
---



# Sensorische Speicher: Das Experiment von Sperling (1960)

---

Teilbericht (partial report)

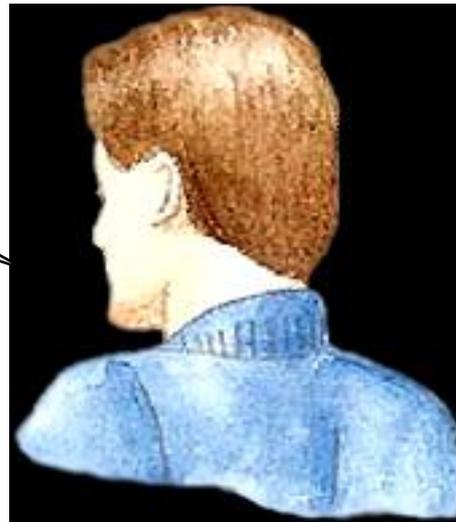


# Sensorische Speicher: Das Experiment von Sperling (1960)

---

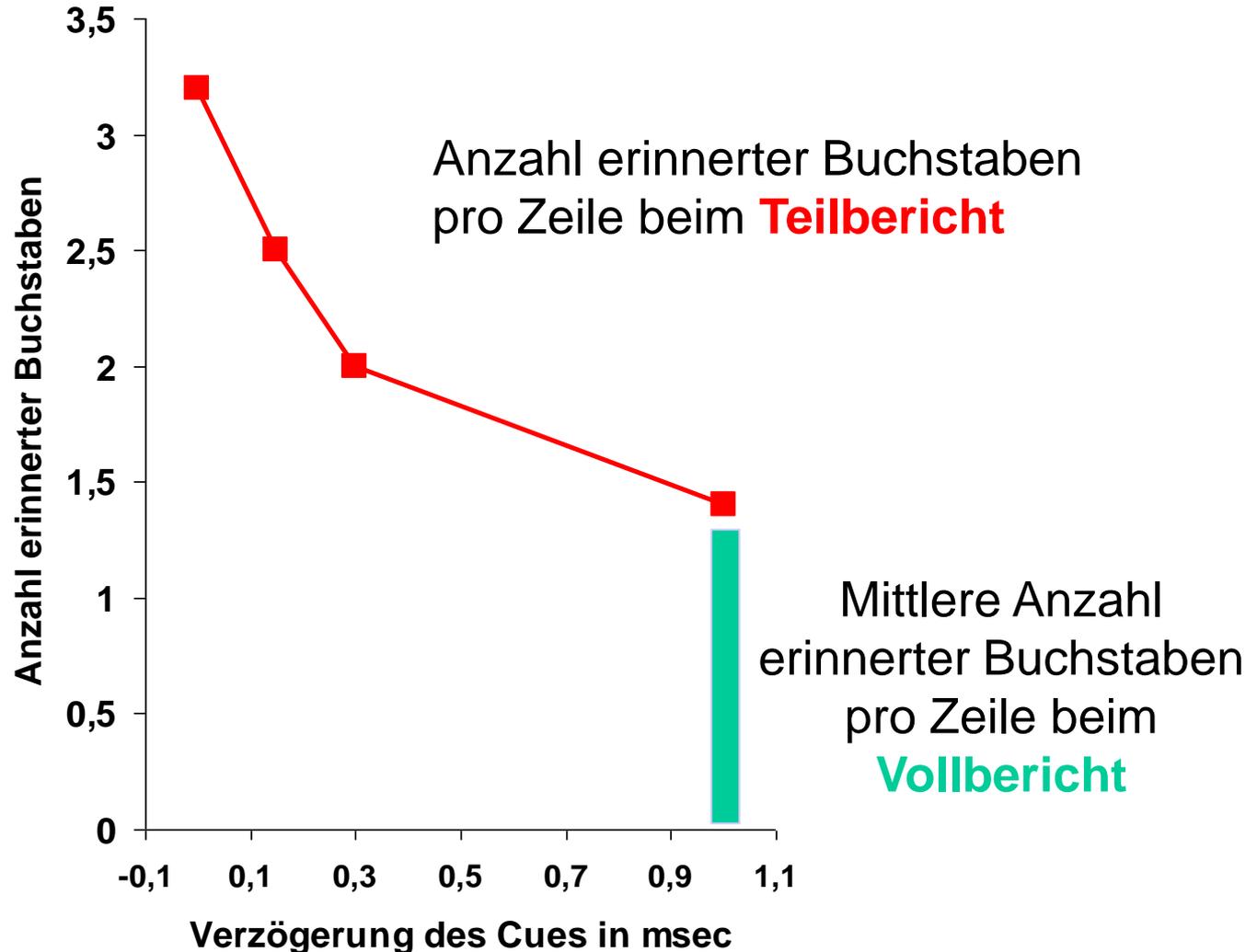
Vp können etwas mehr als  
3 Buchstaben *pro Zeile* berichten

**S, K, G, ...**



Da die Vp vor der Reizdarbietung nicht wusste, welche Reihe sie berichten sollte, müssen fast alle Buchstaben für kurze Zeit repräsentiert gewesen sein

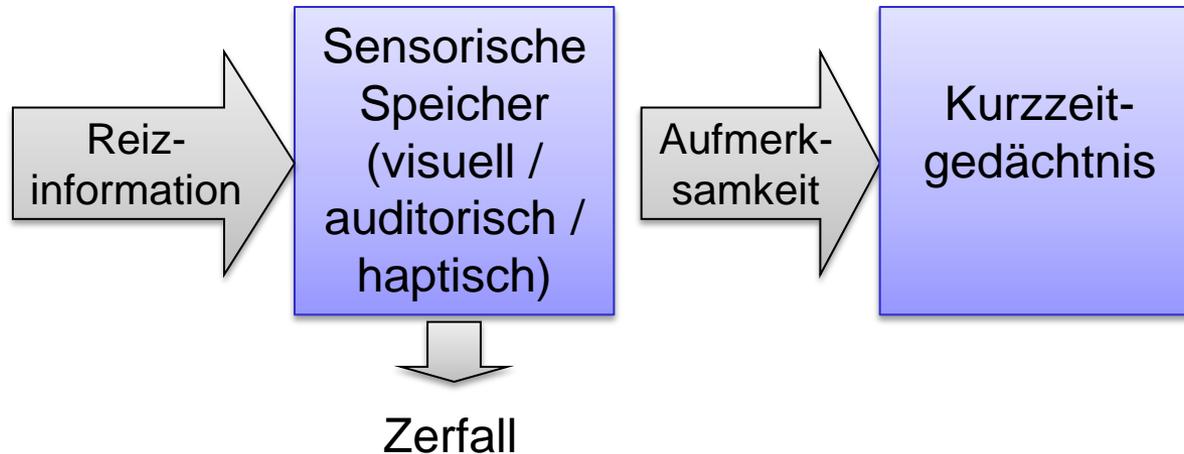
# Sensorische Speicher: Das Experiment von Sperling (1960)



# Das Mehrspeichermodell:

## Sensorische Speicher: Zusammenfassung

---



- Kurzzeitige Aufrechterhaltung sensorischer Information in modalitätsspezifischem Code
  - *Visuell: Ikonisches Gedächtnis*
  - *Akustisch: Echo-Gedächtnis*
- Große Kapazität
- Geringe Haltedauer: schneller Zerfall nicht beachteter Information
- Transfer sensorischer Information ins Kurzzeitgedächtnis benötigt Aufmerksamkeit

---

# Das Mehrspeichermodell **Kurzzeitgedächtnis**

# Kurzzeitgedächtnis

## Beispiele

---

- Telefonnummer „im Kopf“ behalten
- Kopfrechnen
- Einen sehr langen komplizierten Satz verstehen

# Kurzzeitgedächtnis

## Kapazität: Messung der Gedächtnisspanne

---

- Liste von zufälligen Zahlen
- Sofortige Reproduktion in richtiger Reihenfolge
- Bestimmung der maximalen Anzahl von Items, die korrekt erinnert werden können
- George Miller (1956): "magische Zahl 7, plus oder minus 2"

7 6 5 4

9 3 8 4 3

9 2 1 2 1 2

2 9 2 8 1 8 9

8 4 6 3 1 6 9 7

3 5 4 7 6 1 9 2 3

1 3 2 5 4 8 1 2 9 8

2 1 4 5 4 7 6 9 1 5 4

3 5 4 1 2 7 4 5 9 7 8 5

# Kurzzeitgedächtnis: Chunking

---

**SA TRT LA RDZ DF**

- Chunking = Gruppierung von Elementen zu vertrauten, bereits gespeicherten Einheiten
- Wie viel Information aufrecht erhalten werden kann, hängt vom im LZG gespeichertem Wissen ab
- Kurzzeitgedächtnis ist nicht unabhängig vom LZG!

# Kurzzeitgedächtnis: Dauer

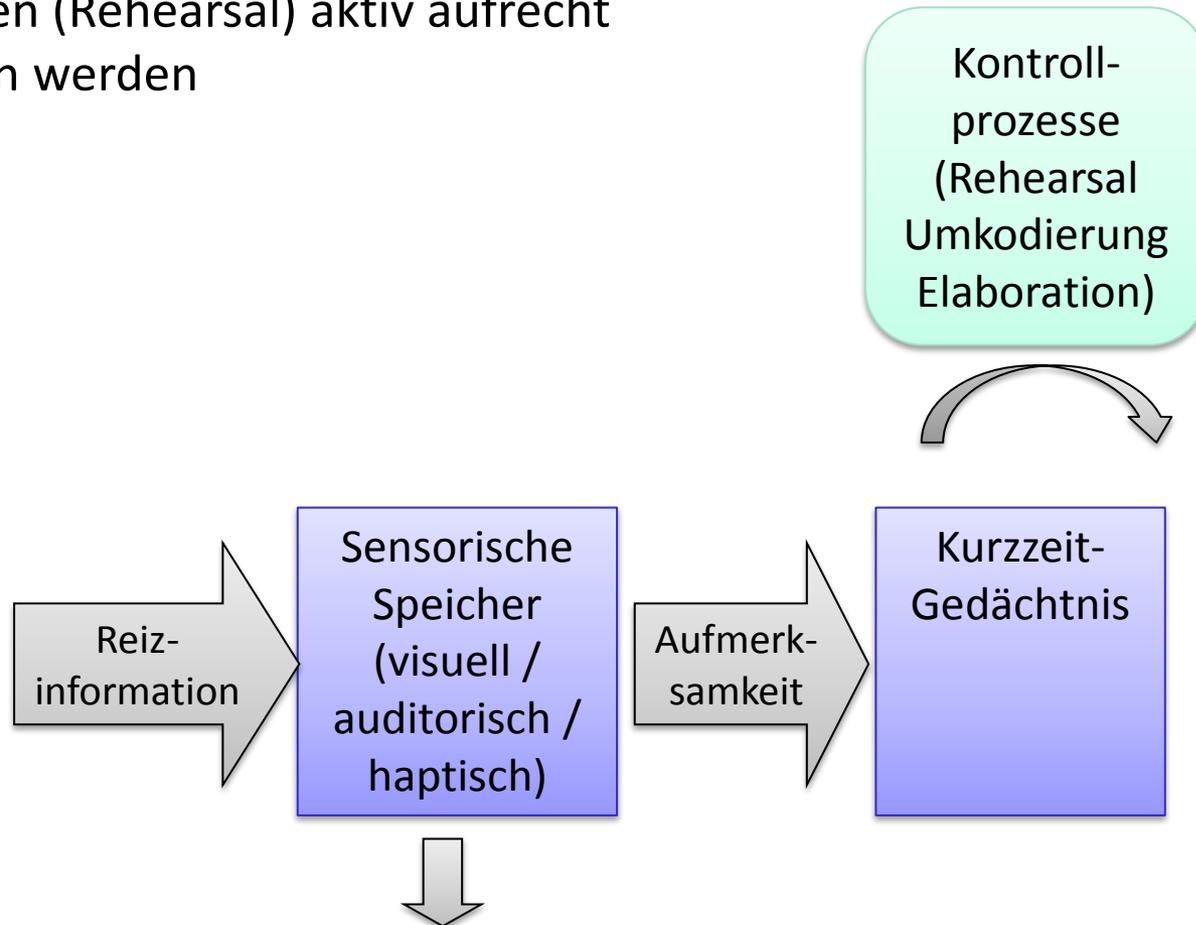
---

- Wie lange wird Information im KZG aufrecht erhalten?
- Merken Sie sich folgende Telefonnummer:

Wie lautete die Nummer?

# Kurzzeitgedächtnis: Rehearsal

Inhalte im KZG können durch inneres Sprechen (Rehearsal) aktiv aufrecht erhalten werden



## Kurzzeitgedächtnis: Unterbindung des Rehearsals

---

Merken Sie sich folgende Telefonnummer

6 2 8 5 0 9 4

Zählen Sie in 3er-Schritten rückwärts von

1324

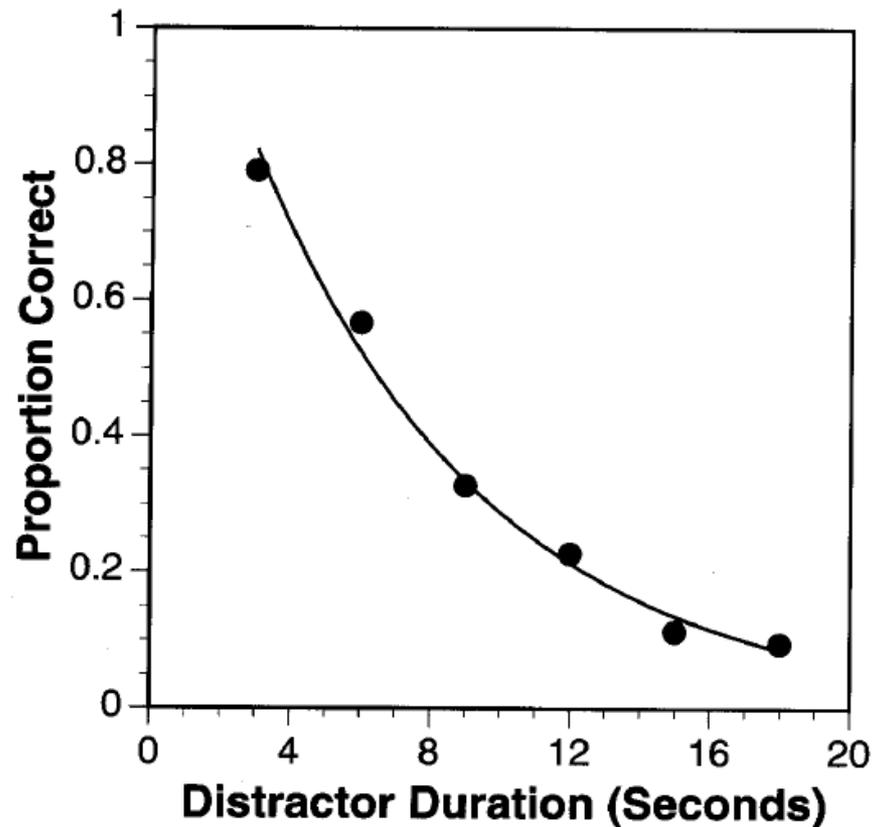
Wie lautete die Nummer?

→ Ohne Rehearsal "zerfällt" der Inhalt des Kurzzeitgedächtnisses sehr schnell

# Kurzzeitgedächtnis: Vergessenskurve in der Brown-Peterson-Aufgabe

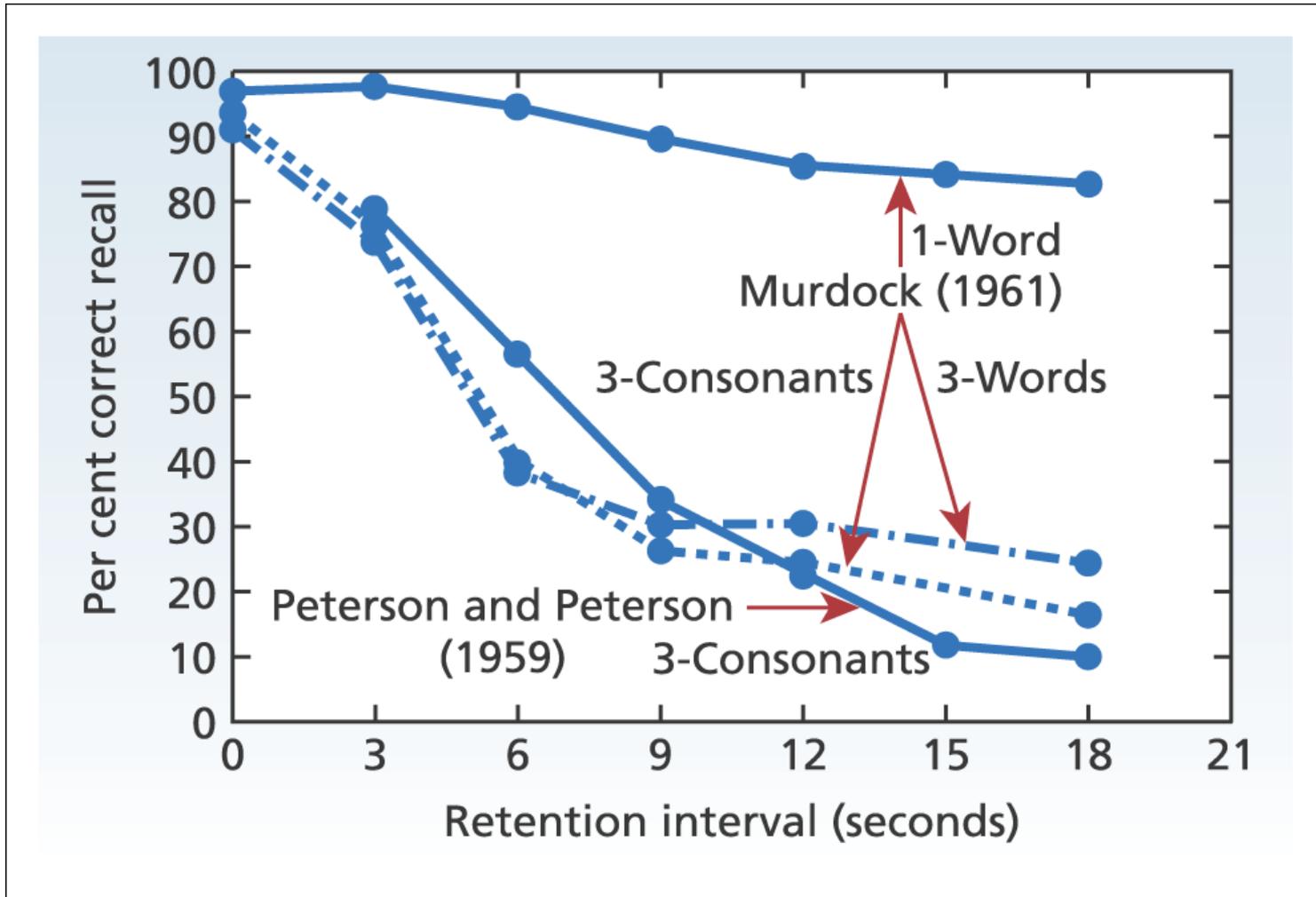
Brown (1958); Peterson & Peterson (1959)

1. Präsentation von drei Konsonanten (z.B. CFK) und einer Zahl (z.B. 231)
2. Vpn zählen für unterschiedliche Zeit in Dreierschritten laut rückwärts → Unterbindung des Rehearsal
3. Reproduktion des Trigramms



- Ohne Rehearsal wird Trigramm bereits nach wenigen Sek. nicht mehr erinnert
- Wurde zunächst als Beleg für passiven Zerfall betrachtet

# Kurzzeitgedächtnis: Vergessenskurven in der Brown-Peterson-Aufgabe



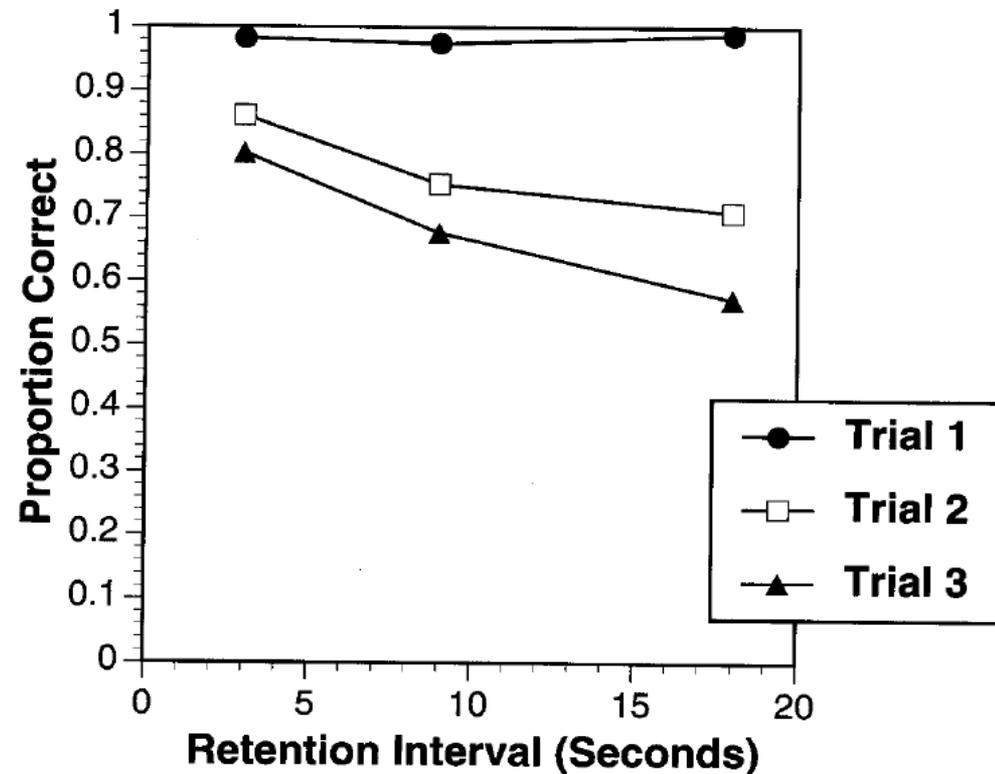
## Kurzzeitgedächtnis: **Zerfall oder Interferenz?**

---

- Spiegelt Vergessen tatsächlich passiven Zerfall aus dem KZG, oder liegt die Ursache in Interferenz mit neuer Information?

# Kurzzeitgedächtnis: Evidenz für Interferenz

- Kein Vergessen im ersten Versuchsdurchgang
  - Vergessen nimmt über die Versuchsdurchgänge hinweg zu
  - Ergebnis: Zuvor gelernte Information stört Behalten neuer Information (**proaktive Interferenz**)
- ➔ Vergessen im Brown-Peterson-Paradigma spiegelt nicht passiven Zerfall, sondern Interferenz durch bereits im LZG gespeicherte Informationen



## Kurzzeitgedächtnis: **Proaktive Interferenz**

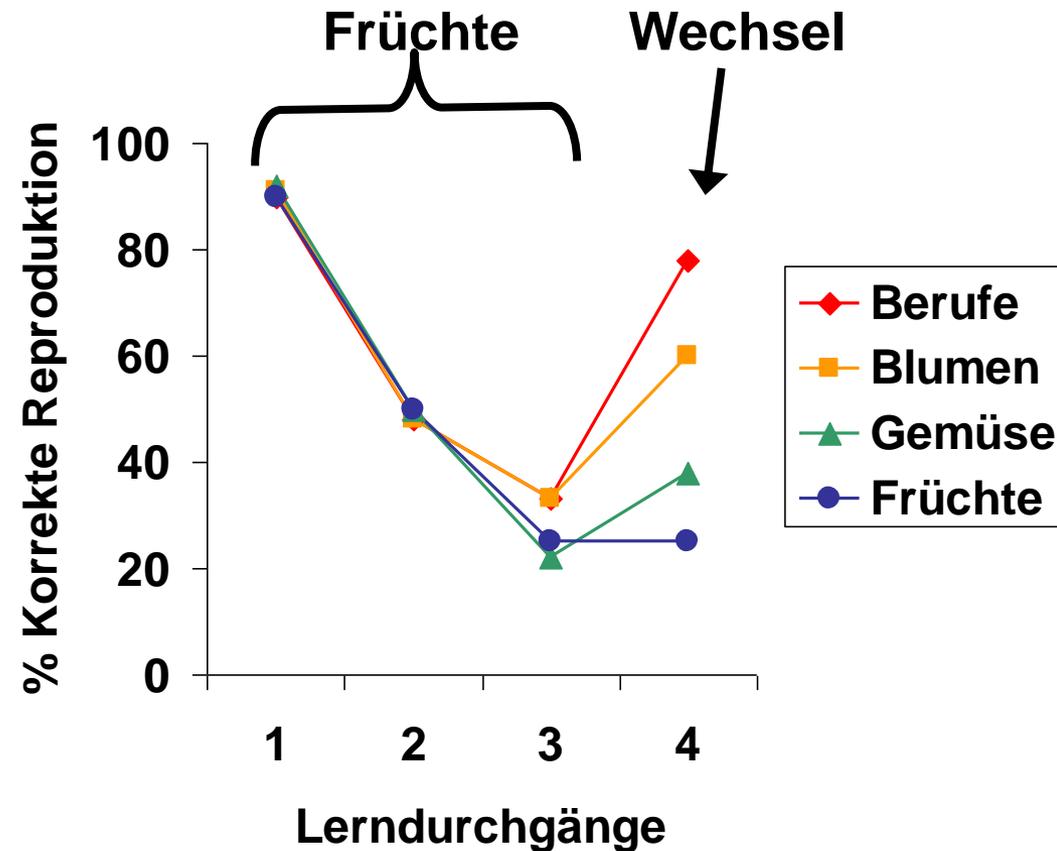
---

- Reproduktion beruht auf einer Suche durch das Gedächtnis
- Aktuell zu behaltende Items werden mit früher gelernten Items verwechselt (Interferenz)
- Vorhersage: Interferenz sollte abnehmen, wenn alte und neue Items leicht zu unterscheiden sind

## Kurzzeitgedächtnis:

# Aufhebung der proaktiven Interferenz (Wickens, 1972)

- In ersten 3 Lerndurchgängen mussten sich Vpn **Früchte** merken
- Im 4. Durchgang entweder gleiche oder andere Kategorie



→ Je unähnlicher die neue Kategorie, umso größere Verbesserung der Gedächtnisleistung

# Proaktive vs. retroaktive Interferenz

---

- **Proaktive Interferenz**

- Lernen neuer Items wird durch zuvor gelerntes Material beeinträchtigt

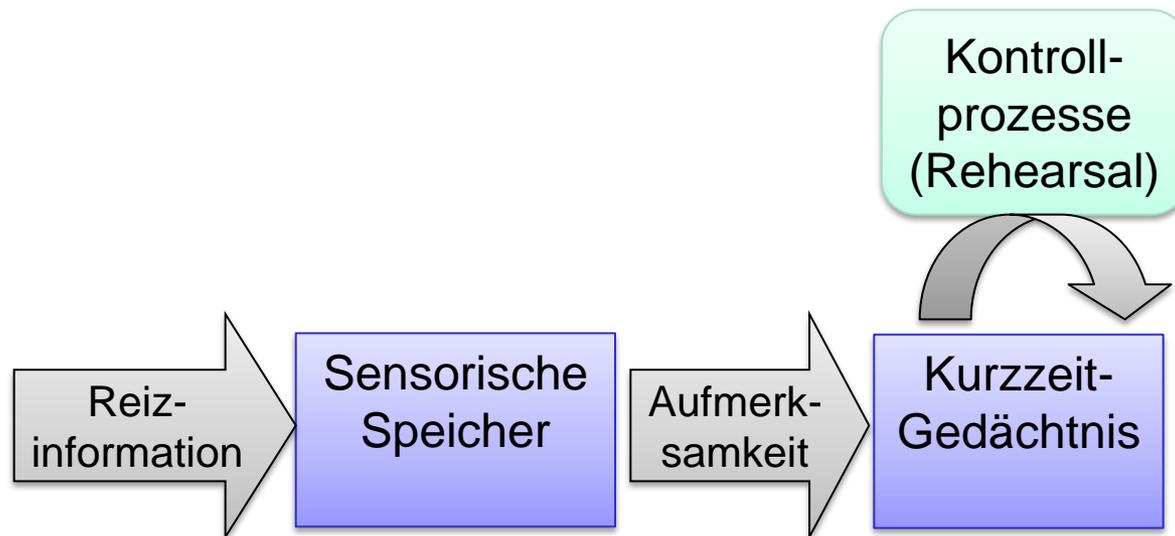
- **Retroaktive Interferenz**

- Lernen neuer Items beeinträchtigt den Abruf von zuvor gelerntem Material

# Kurzzeitgedächtnis: Zusammenfassung

---

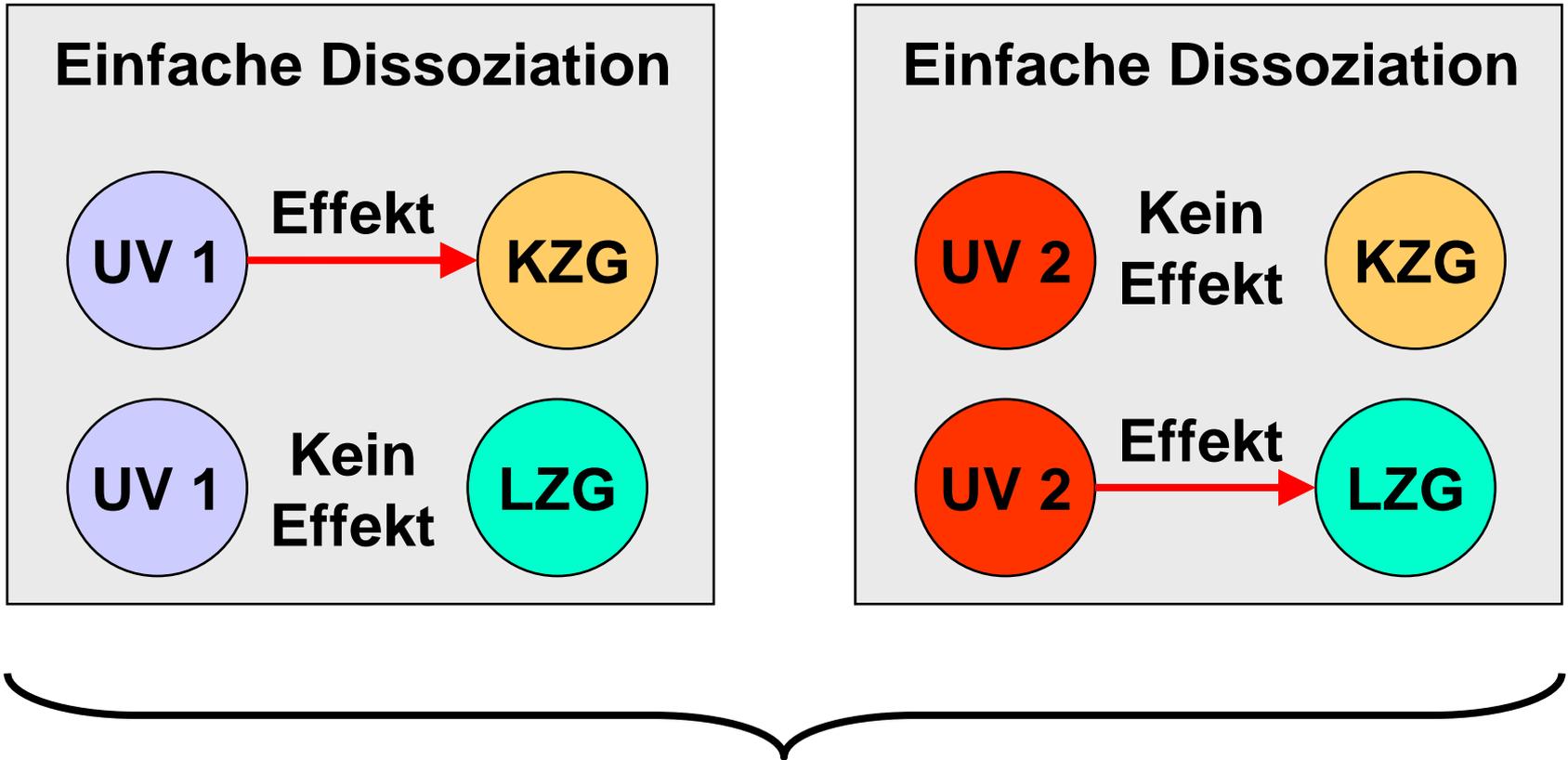
- **Funktion:** aktive Aufrechterhaltung von Information
- **Kapazität:** beschränkt (7 +/- 2 Chunks; nach neueren Theorien evtl. noch geringer)
- **Dauer:** kurz (Sekunden), wenn kein Rehearsal möglich
- **Vergessen:** aufgrund von Interferenz mit gespeicherter oder neuer Information (evtl. auch Spurenerfall)



---

# **Sind Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis separate Systeme? Funktionale Dissoziationen**

# Funktionale Dissoziationen



**Doppeldissoziation**

# Dissoziationen zwischen KZG und LZG

## Freie Reproduktion und serielle Positionskurve

---

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

### Lernen

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

### Reproduktion

- % korrekt
- usw.

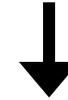
# Seriale Positionskurve

Rehearsalhäufigkeit (LZG)

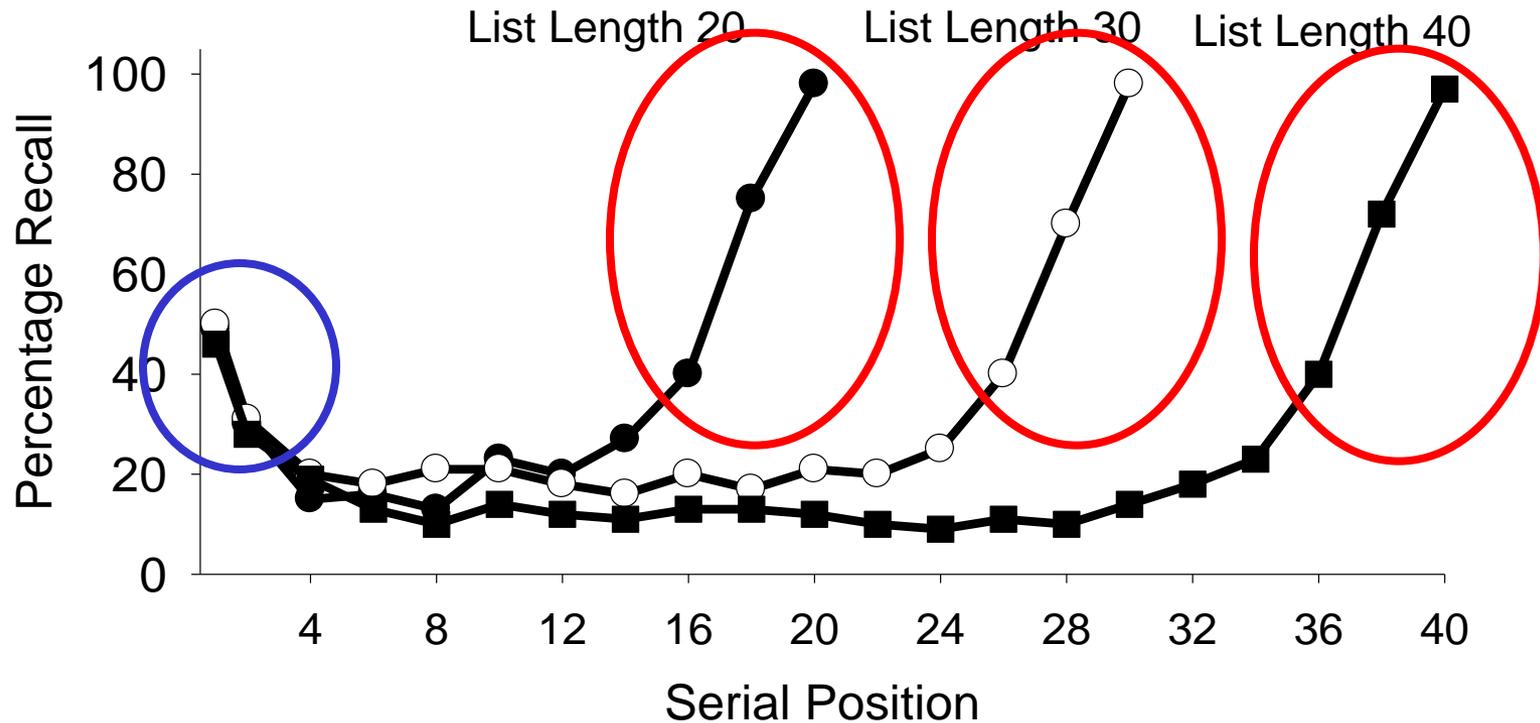


Primacy Effect

Items noch im KZG



Recency effect



## Seriale Positionskurve: Primacy-Effekt und Rehearsal

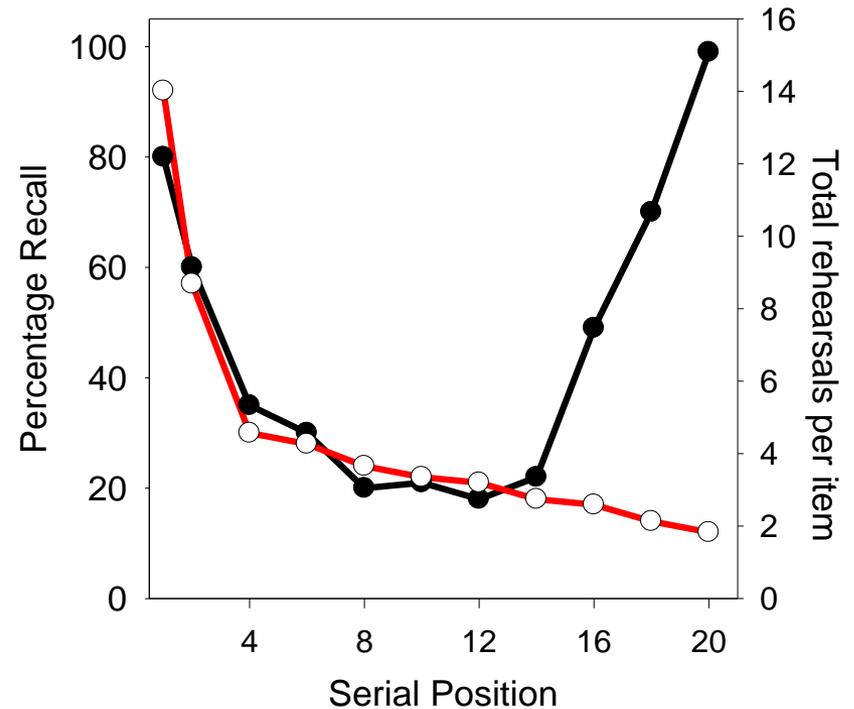
---

Probanden sollten Items laut wiederholen („overt 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. Fernweh	Fernweh-Baum-Fernweh-Kind
7. Buch	Buch-Kind-Fernweh-Baum
...	
20. Telefon	Telefon-ALkohol

# Seriale Positionskurve: Primacy-Effekt und Rehearsal

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



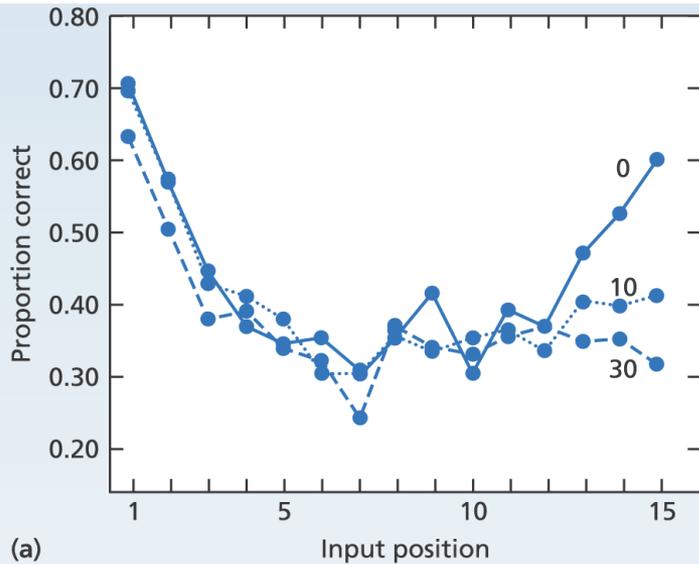
## Dissoziationen zwischen KZG und LZG

---

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

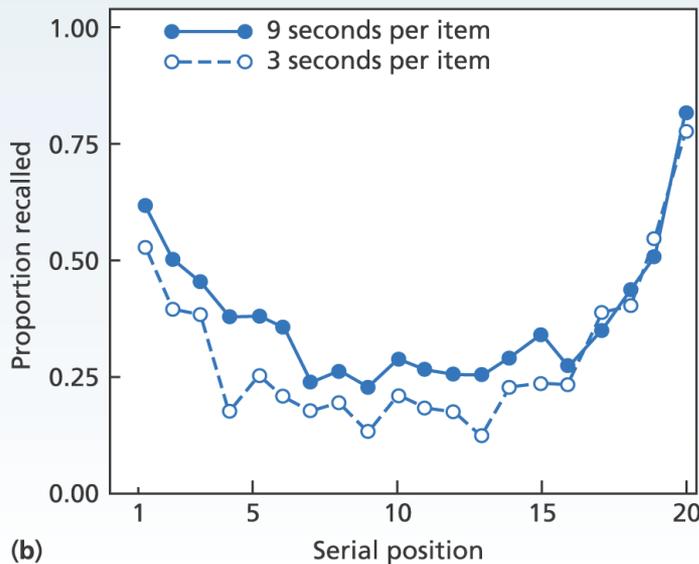
... und umgekehrt?

# Dissoziation von KZG und LZG: Effekte von Ablenkung und Präsentationsrate



(a)

Input position



(b)

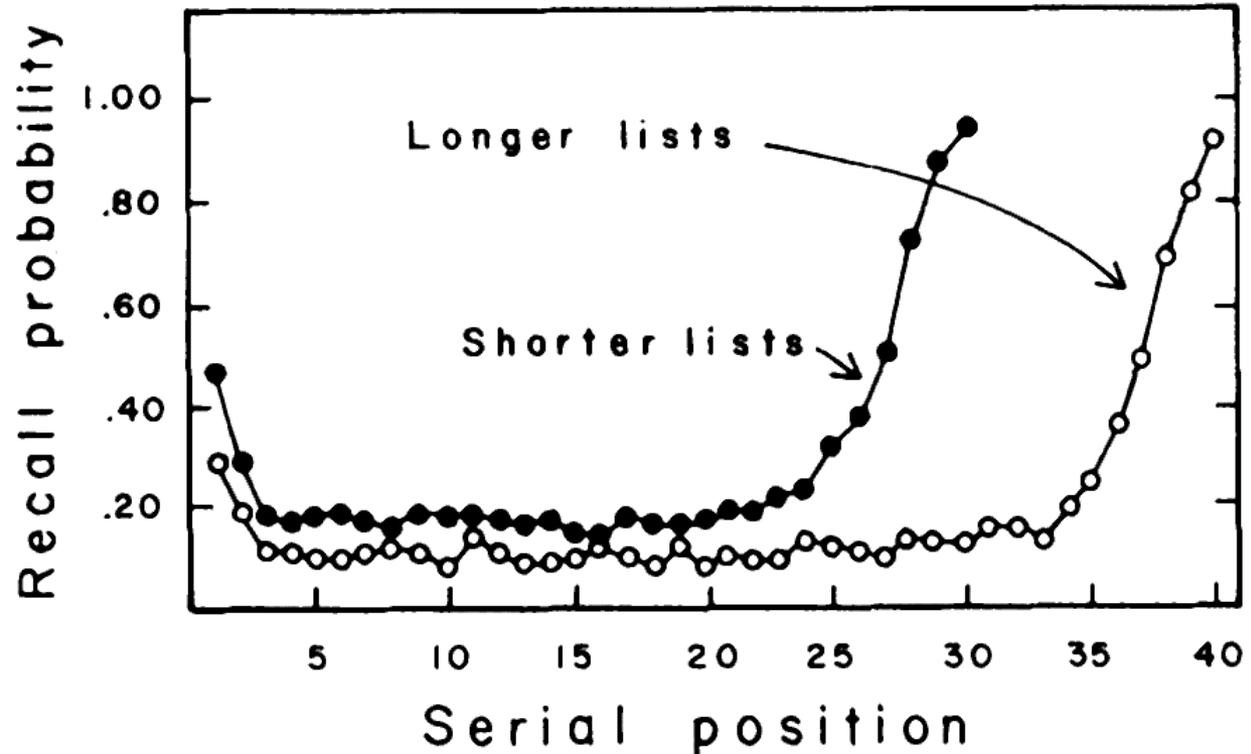
Serial position

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

# Dissoziation von KZG und LZG: Länge der Lernliste

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



# Dissoziation von KZG und LZG: Zusammenfassung

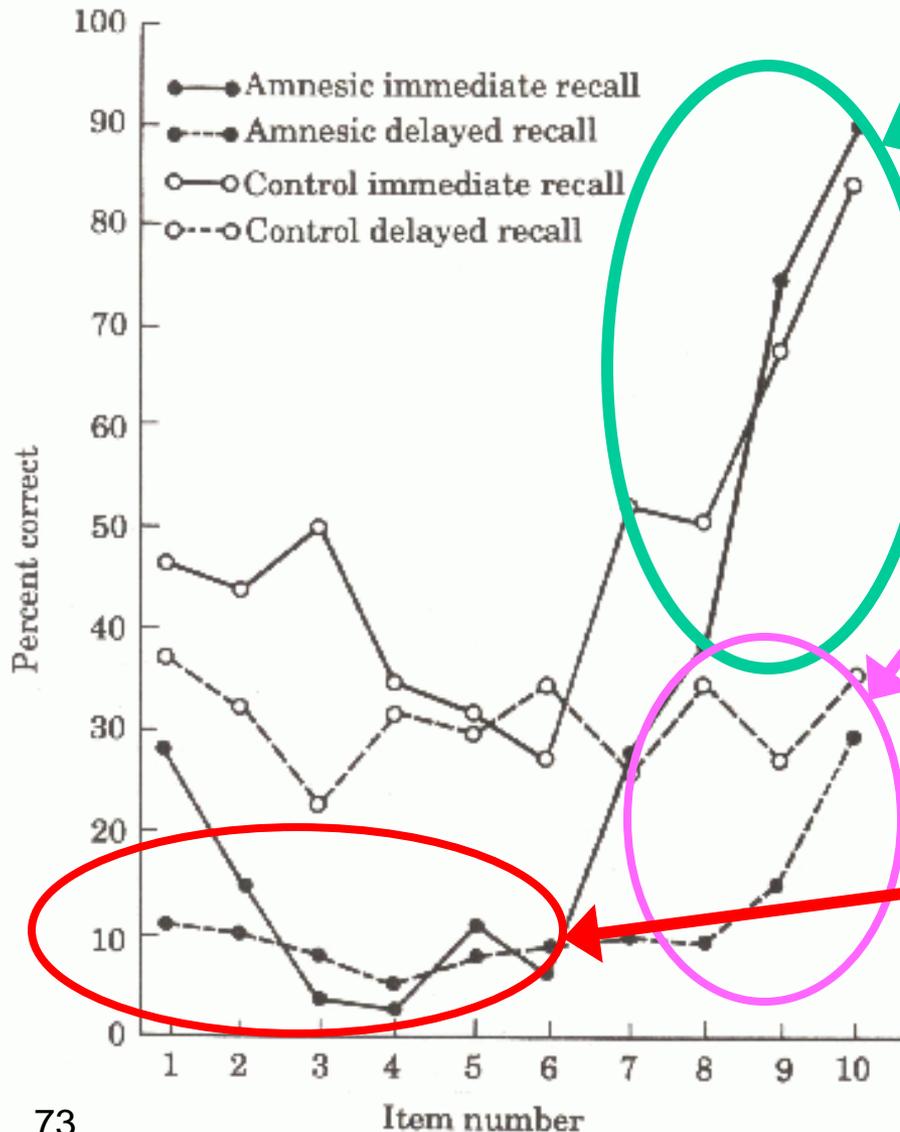
---

- 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

### **Korsakoffsche Krankheit**

- Folge von Vitamin-B-Mangel durch chronischen Alkoholmissbrauch (Zerstörungen im medialen Thalamus und den Mammilarkörpern des Hypothalamus)
- Beeinträchtigung der Fähigkeit, sich neue Dinge zu merken (anterograde Amnesie)
- Schlechte Erinnerung an Ereignisse aus der Vergangenheit (retrograde Amnesie)
- Aber: normale Gedächtnisspanne!

# Dissoziation zwischen KZG und LZG: Hirnschädigungen



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

Amnestiker & Kontrollvvn:  
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)**
  - Relativ intaktes Langzeitgedächtnis
  - Aber: Gedächtnisspanne von nur 1 oder 2 Items!
  - Kein Rezenzeffekt!

# Schlussfolgerung und offene Fragen

- Funktionale Dissoziationen wurden als Beleg für ein separates Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis interpretiert
- Aber: zunehmend wurden auch Probleme des Mehr-Speicher-Modells deutlich... → nächste Vorlesung

