

# Vorlesung Kognition 1: 12. Arbeitsgedächtnis II

Klaus Oberauer

# Lernziele heute

- Mechanismen des Erinnerns und Vergessens im Arbeitsgedächtnis kennenlernen
- Verstehen, wie die Reihenfolge von Elementen einer Liste repräsentiert werden kann
- Verstehen, wie Interferenz im AG entsteht
- Konkurrierende Hypothesen über die Kapazität des AG bewerten können
- Wissen, was ein Training des AG bewirkt

# Die Phonologische Schleife (Baddeley)

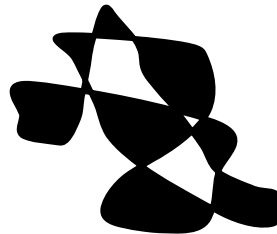
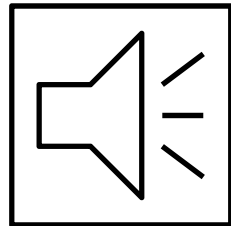
- Erklärt Wiedergabe von Listen sprachlicher Elemente
- Erklärt 4 wichtige Phänomene:
- Neuere Daten zeigen Schwierigkeiten auf
- Alternative Theorien?

# Alternative zur phonologischen Schleife

z.B. Lewandowsky & Farrell, 2008; Oberauer et al., 2012

- Allgemeiner Mechanismus für Reihenfolge-Gedächtnis
- Repräsentiert Reihenfolge beliebiger Ereignisse

Pflaume



# Mechanismen für Reihenfolge-Gedächtnis

- Assoziation zwischen aufeinanderfolgenden Elementen („Chaining“)
- Primacy-Gradient
- Assoziation zwischen Elementen und ihrer Position in der Reihe

# „Chaining“

- „A, B, C, D“

Start---- A ---- B ---- C ---- D

# Probleme der „Chaining“-Idee, 1

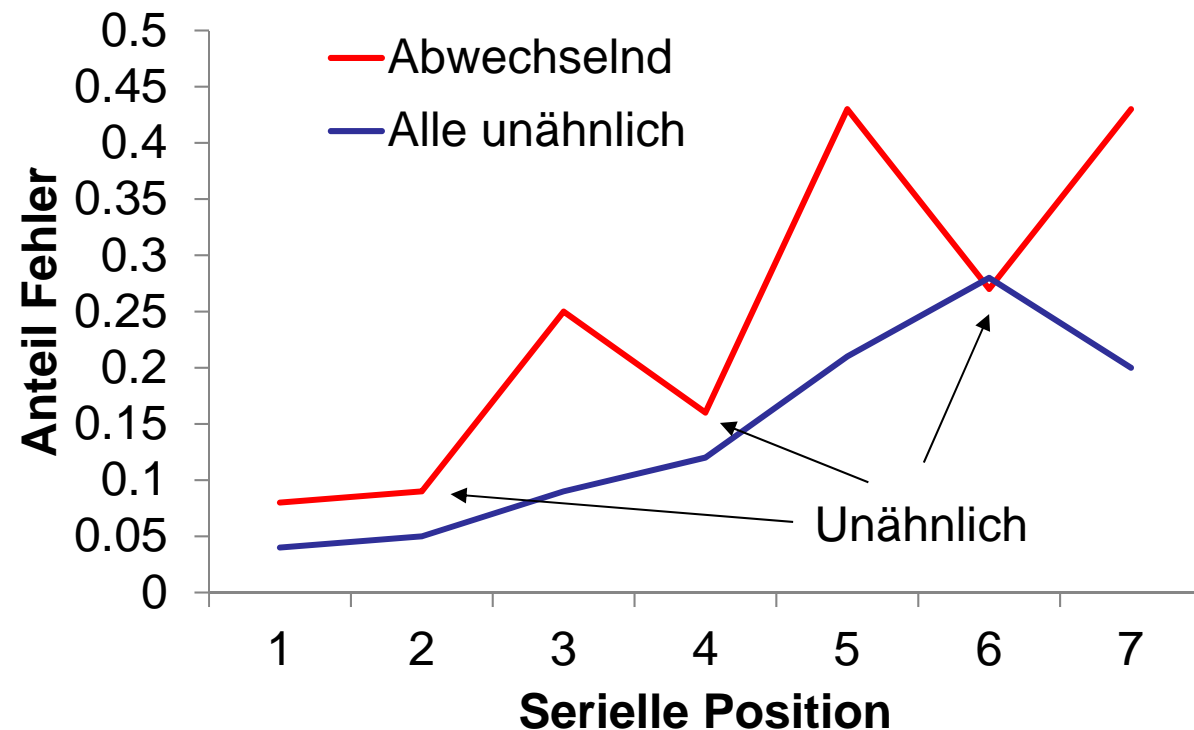
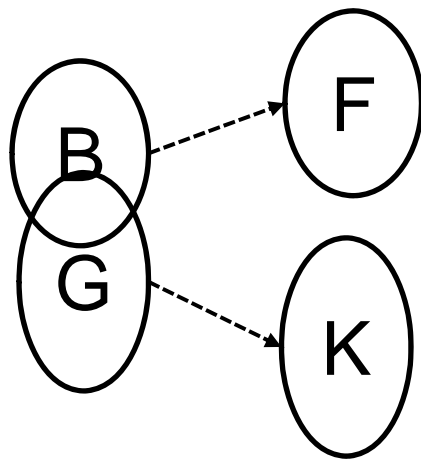
- Art der Fehler:
  - Liste: ABCDEF
  - Wiedergabe: ABD – was folgt: C oder E?

"C" 2x so häufig wie "E"!

# Probleme der „Chaining“-Idee, 2

(Henson, Norris, Page, & Baddeley, 1996)

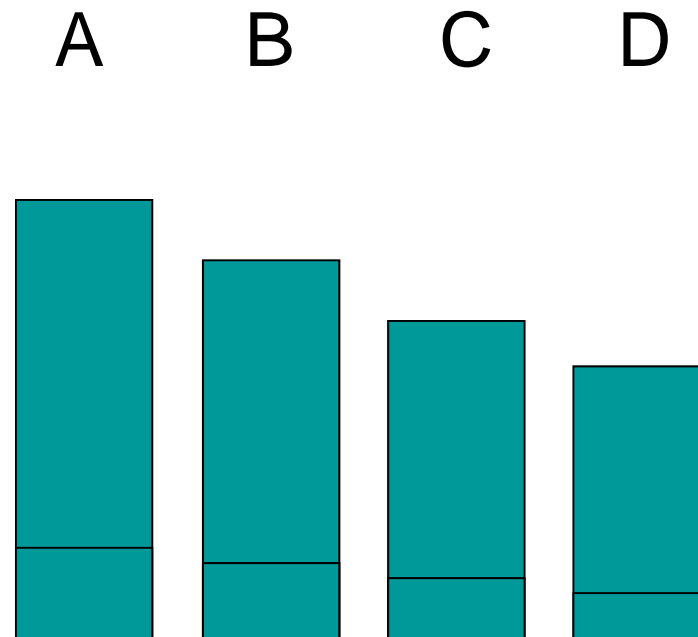
- Abwechselnd ähnliche und unähnliche Buchstaben
  - Liste: BFGKCLT
  - Ähnliche Buchstaben sind Hinweisreize für unähnliche





# Primacy Gradient

- "A, B, C, D"

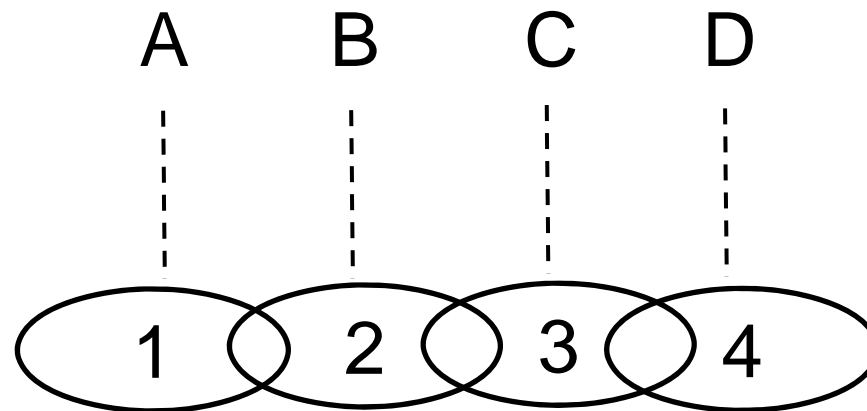


# Ein Problem für den Primacy-Gradienten

- "A, B, C, A, D"

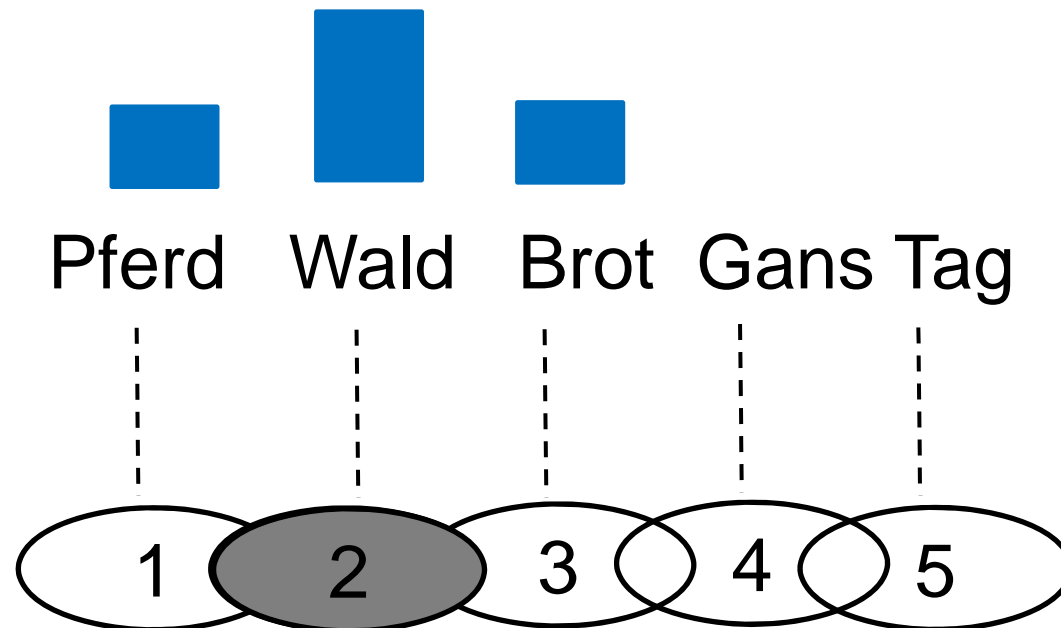
# Element-Positions-Assoziation

- "A, B, C, D"



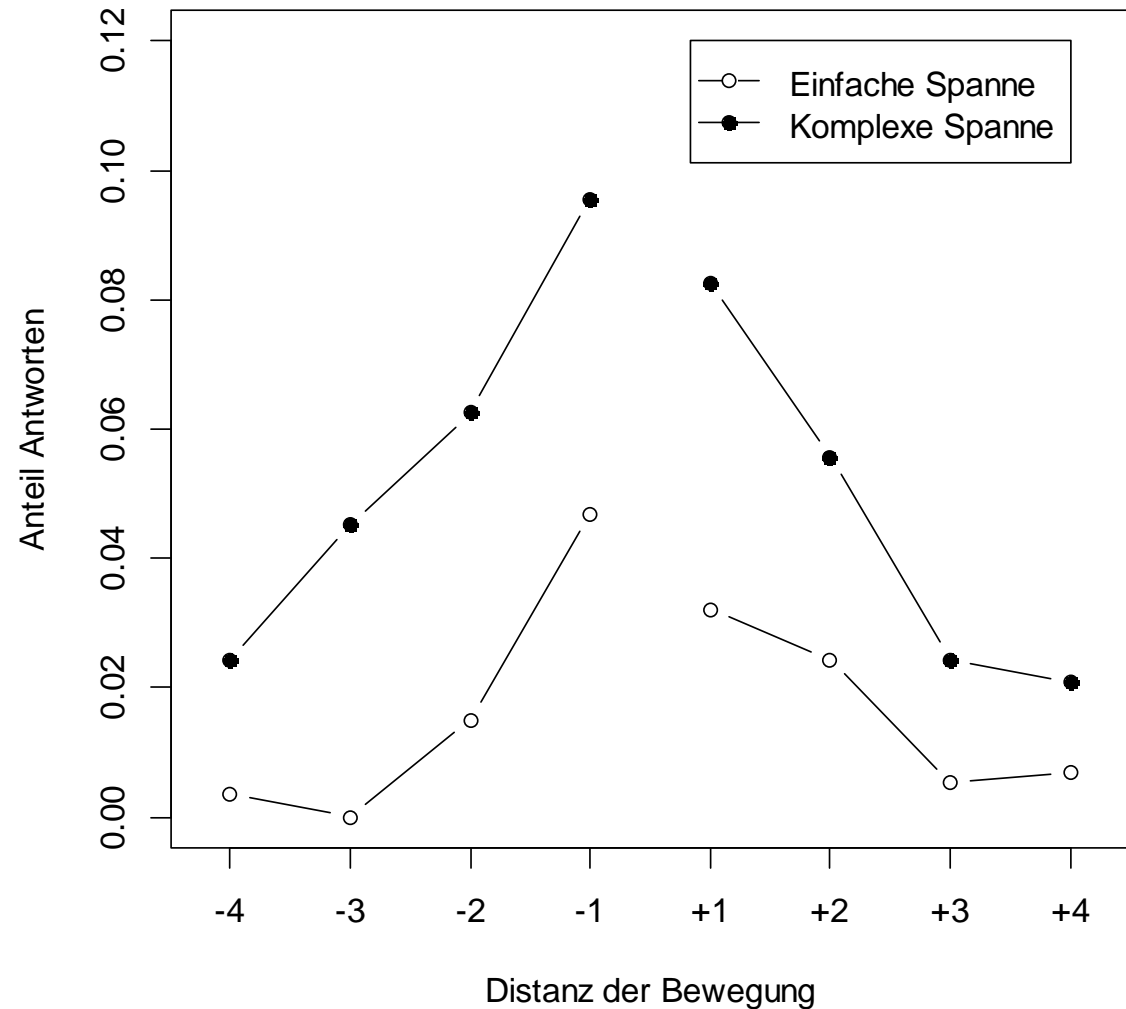
# Interferenz zwischen Elementen einer Liste

- Verwechslung von Nachbarn  
ABCDE → ABDCE



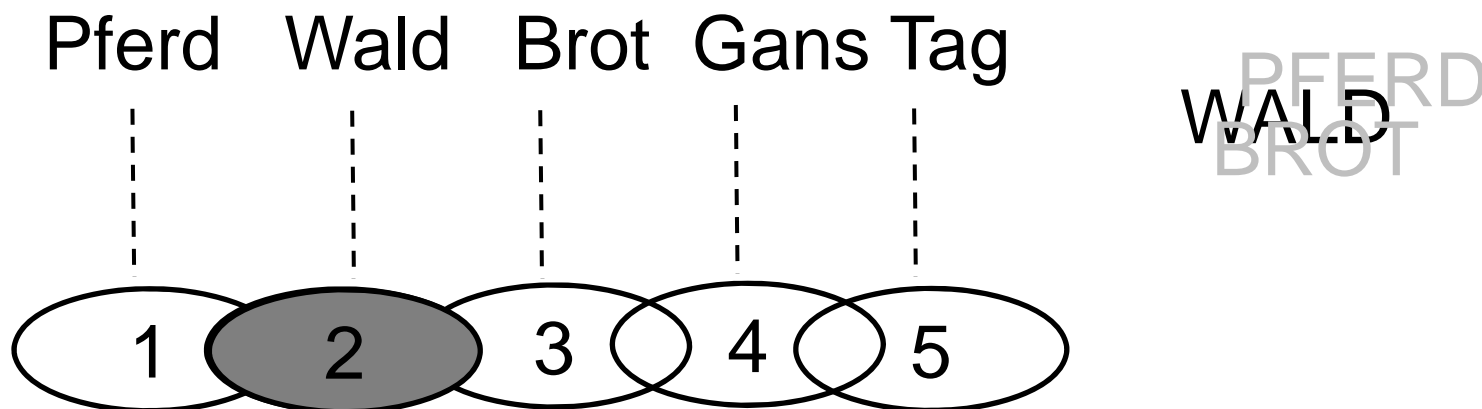
# "Locality Constraint"

- Listenelemente bewegen sich nicht weit von ihrer ursprünglichen Position weg
- z.B. Wiedergabe von "A, B, C, D, E" als "A, B, D, C, E"  
0 0 -1 +1 0



# Interferenz zwischen Elementen einer Liste

- Verwechslung von Nachbarn  
ABCDE → ABDCE
- Verzerrung der Repräsentation
  - Vermischung von Elementen



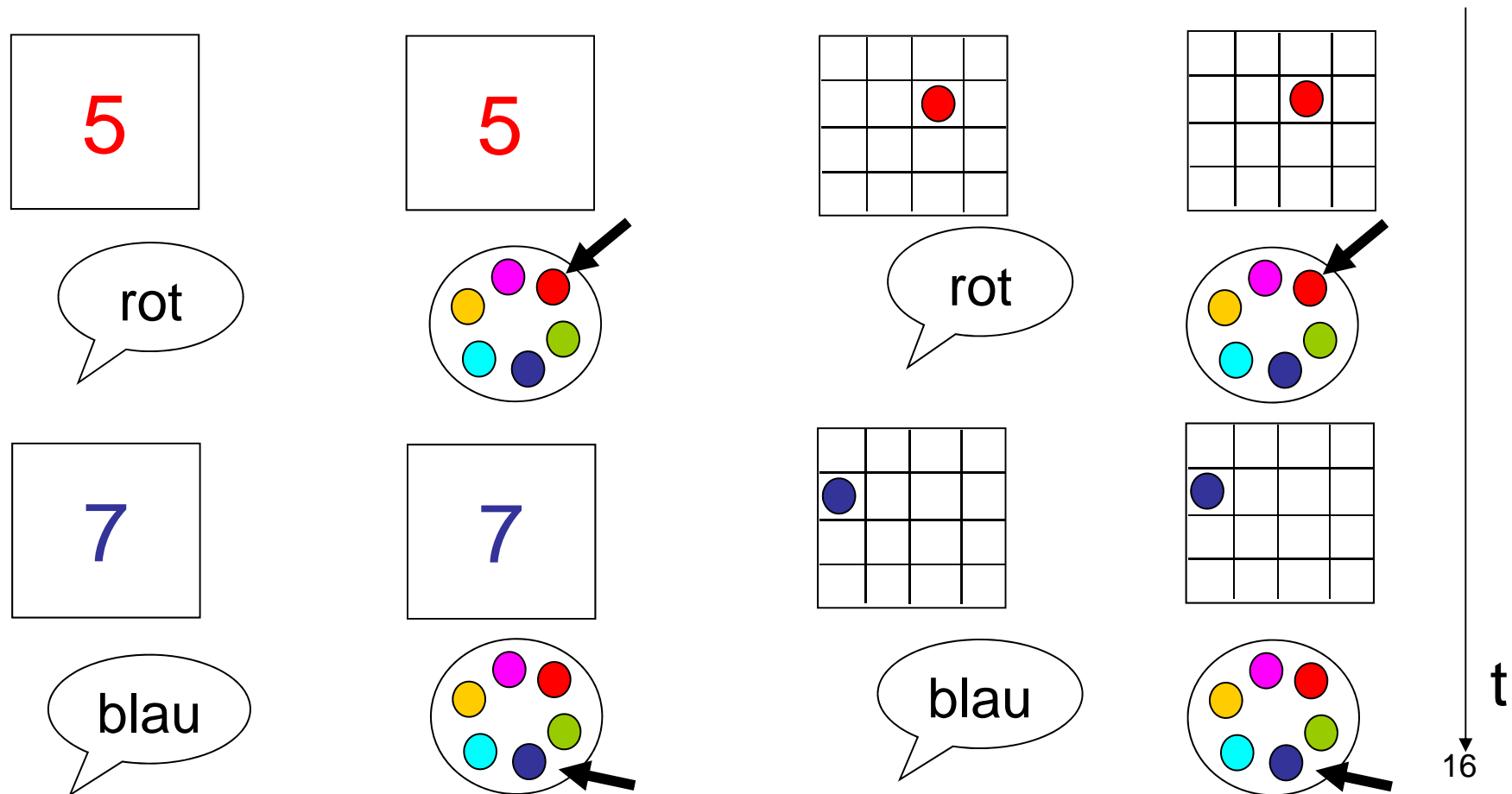
# Entzerrung („Redintegration“)

- Was tun mit einer verzerrten Repräsentation?
  - „Pfwrold“ antworten?
- Vergleichen mit möglichen Antworten
  - z.B. Wörter im semantischen Gedächtnis
    - Verwechslung mit ähnlichen Wörtern ("BALD")
- Einfluss von LZG
  - Lexikalität, Häufigkeit, Konkretheit, orthographische Nachbarschaft, ...

PFERD  
WALD  
BROT

# Doppelte Dissoziation von sprachlichem und räumlichem AG

(Myerson et al., 1999)





# Neue Erklärung für die Doppelte Dissoziation

- Verarbeitungs-Inhalte werden automatisch gespeichert
- Geringe Interferenz zwischen unähnlichen Inhalten
  - Ziffern – Orte der gezeigten Farben
  - Punktpositionen – gesprochene Farben

# Erklärung für 4 wichtige Phänomene

- (1) **Effekt der phonologischen Ähnlichkeit**  
Interferenz ähnlicher Repräsentationen
- (2) **Effekt der Wortlänge**  
= Effekt der Nachbarschaft im mentalen Lexikon
- (3) **Irrelevante Sprache**  
Automatische Speicherung, Interferenz ~  
Ähnlichkeit (?)
- (4) **Artikulatorische Suppression** ("the, the") eliminiert  
(1) und (2) bei visueller Präsentation  
Keine phonologische Repräs. wird erzeugt

# Zwischenfazit: Modell des Reihenfolgegedächtnisses

- Erklärt, wie Listen erinnert werden
  - Assoziation von Elementen an Positionen
- Erklärt Fehler
  - Verwechslung von Nachbarn
  - Verzerrung von Repräsentationen durch Vermischung
    - Verwechslung mit ähnlichen Elementen
- Erklärt doppelte Dissoziation
  - Wenig Interferenz zwischen unähnlichen Inhalten

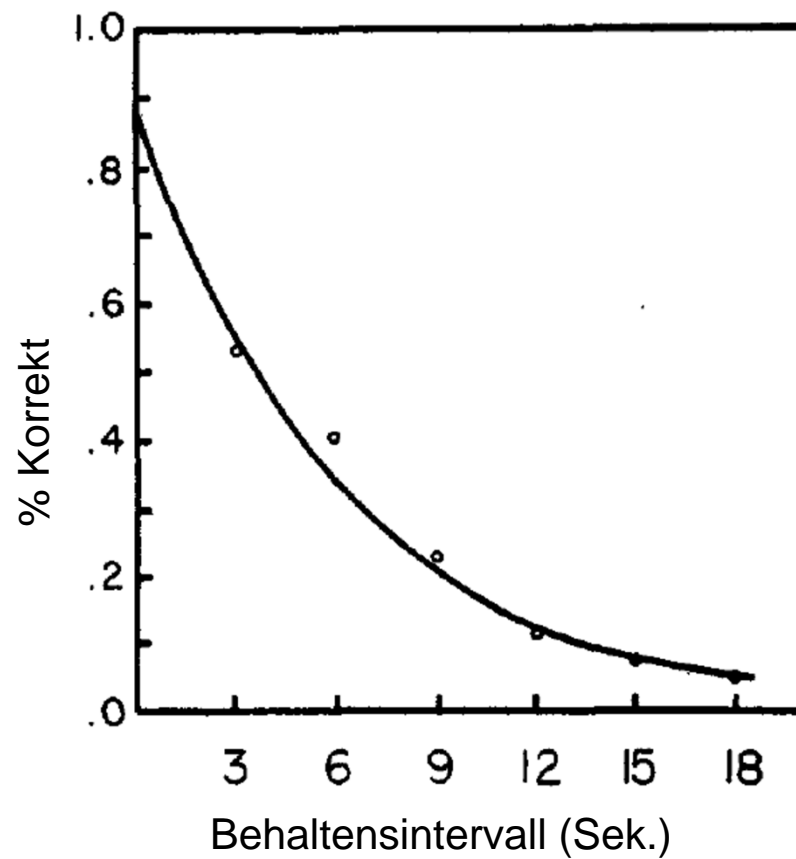
# Was begrenzt die Kapazität?

- Spurenerfall über die Zeit
- Begrenzte Ressource
- Interferenz
  - durch Verwechslung
  - durch Verzerrung mentaler Repräsentationen

# Spurenerfall?

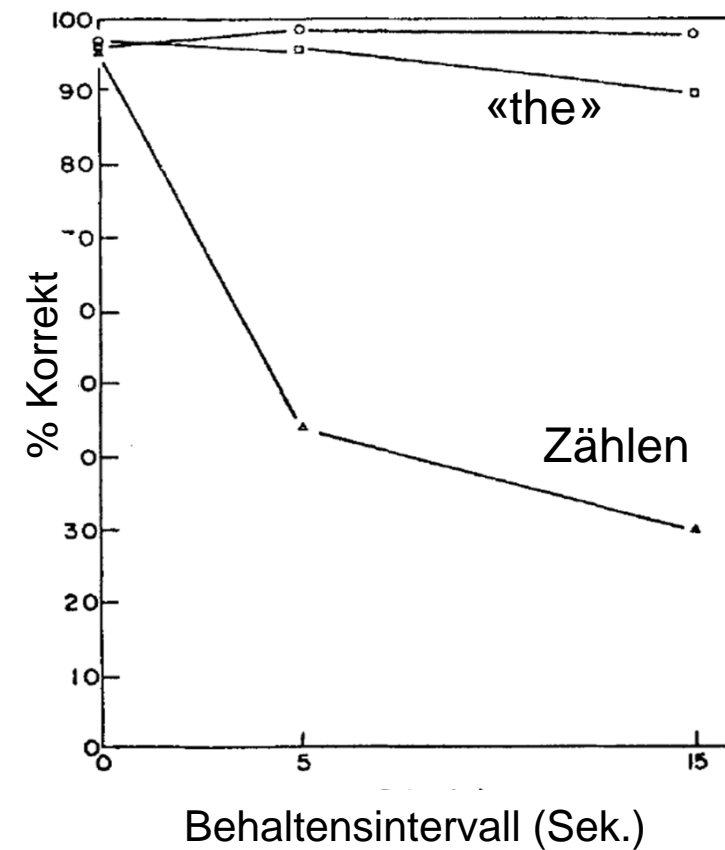


Rückwärts zählen in 3-er Schritten



Peterson & Peterson (1959)

Rückwärts zählen oder «the, the, the»



Vallar & Baddeley (1982)

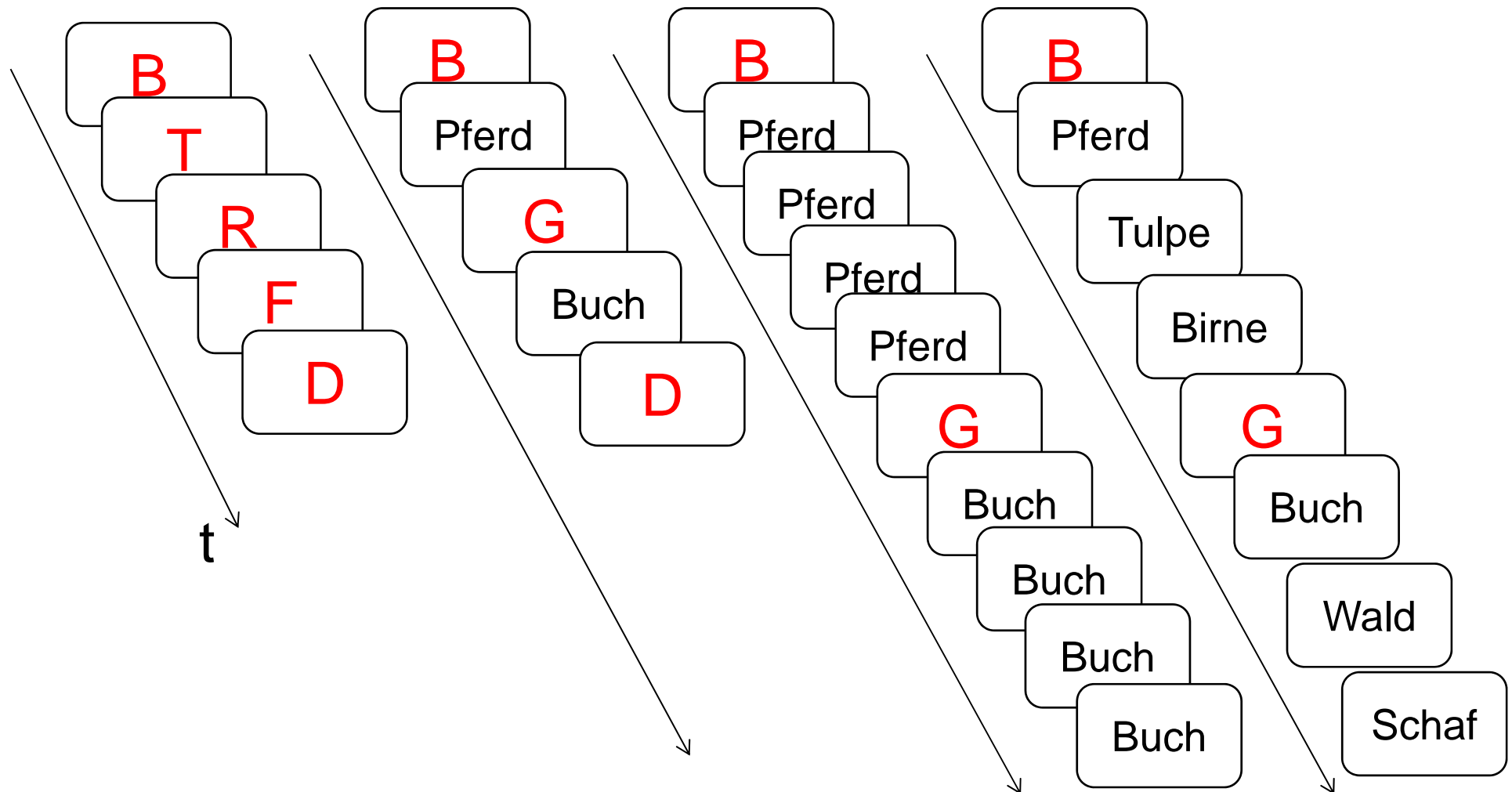
# Experimenteller Test

(Lewandowsky, Geiger, Morell, & Oberauer, 2010)

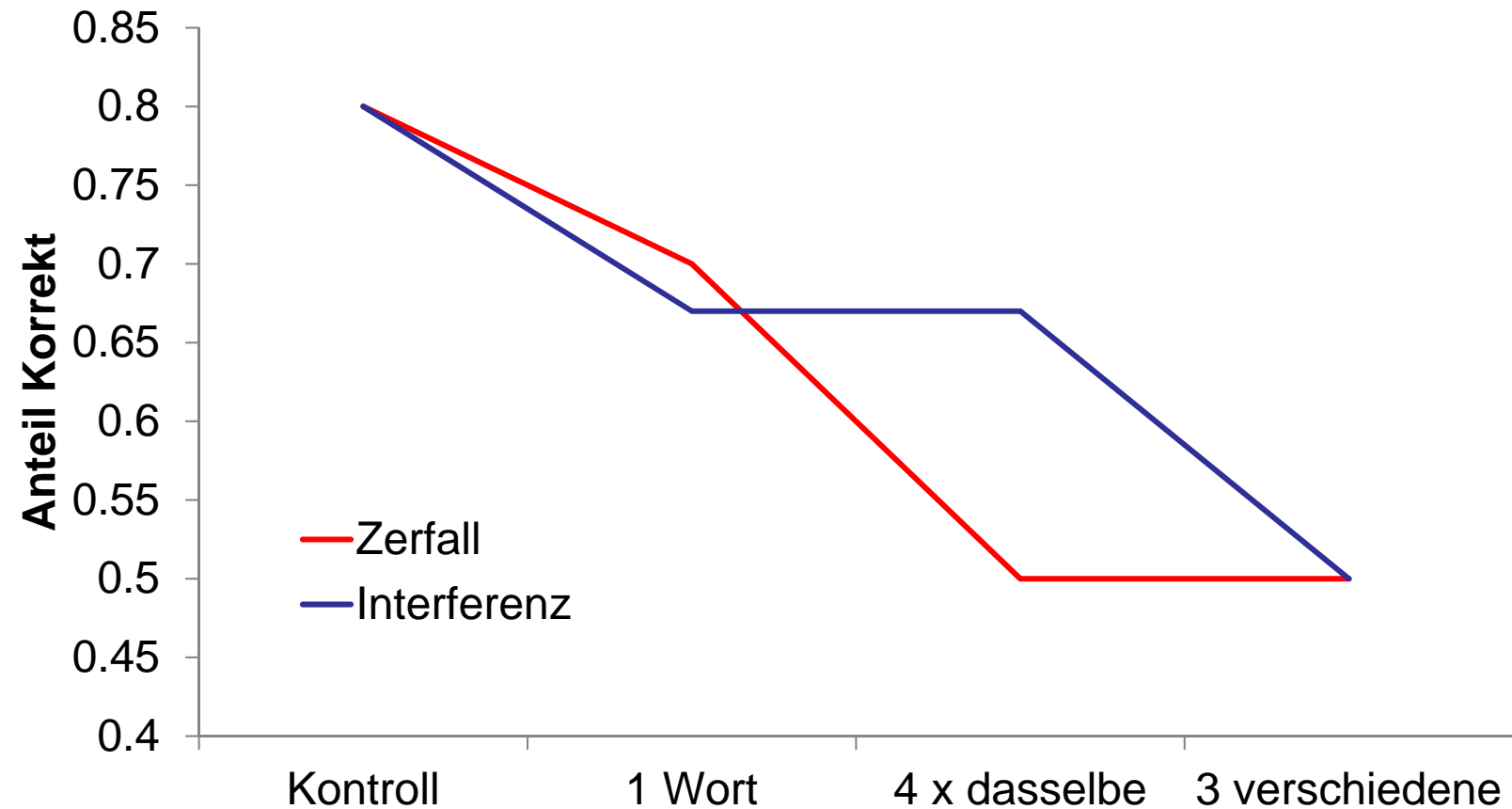
- Spurenerfall:
  - Rehearsal unterbinden (Artikulatorische Suppression) →
  - *Längere Behaltensdauer* führt zu schlechterem Gedächtnis
- Interferenz
  - Verarbeiten irrelevanter Inhalte erzeugt Interferenz →
  - Mehr *verschiedene irrelevante Inhalte* führt zu mehr Interferenz

# Experimenteller Test

(Lewandowsky, Geiger, Morell, & Oberauer, 2010)

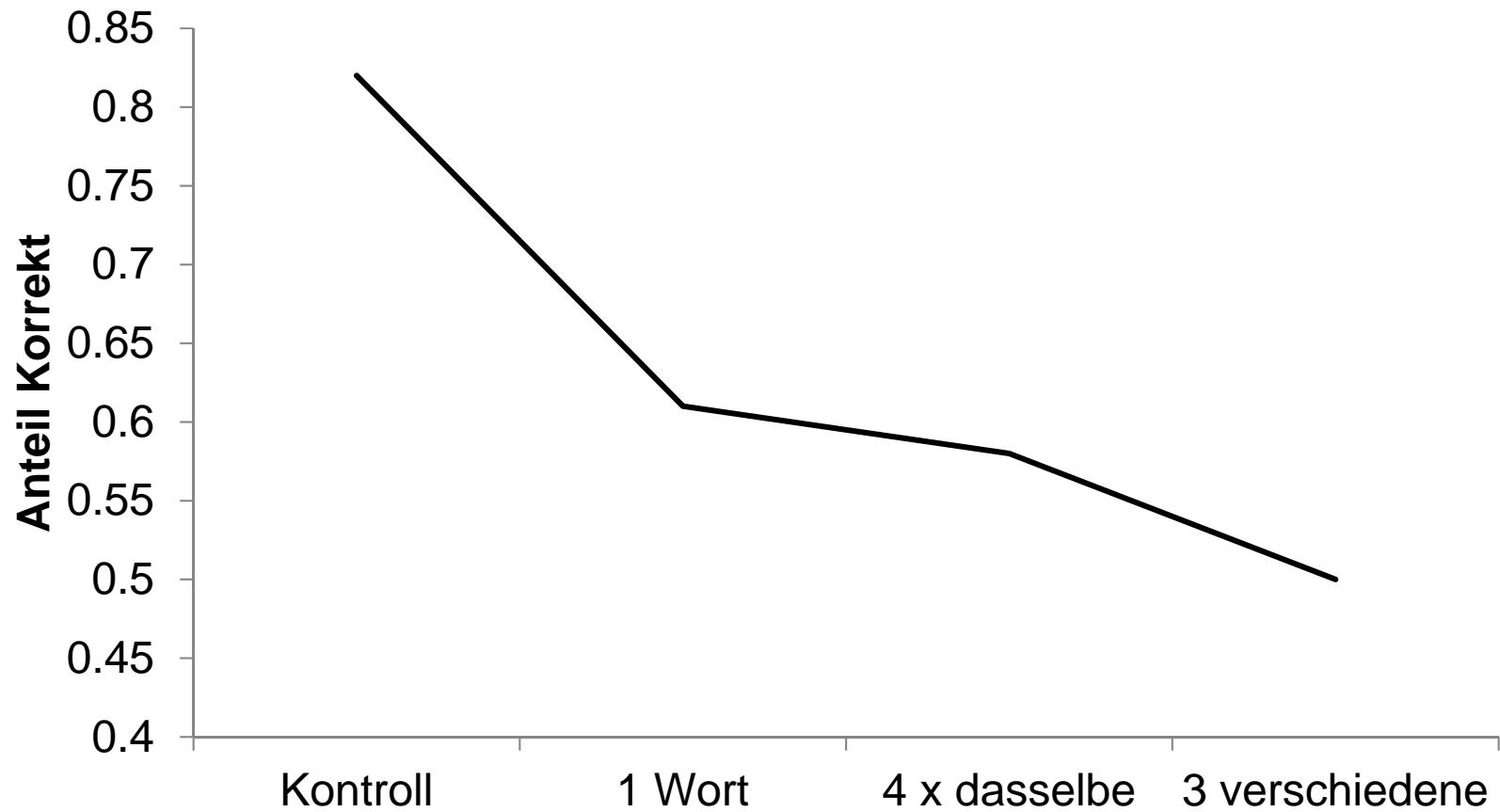


# Vorhersagen



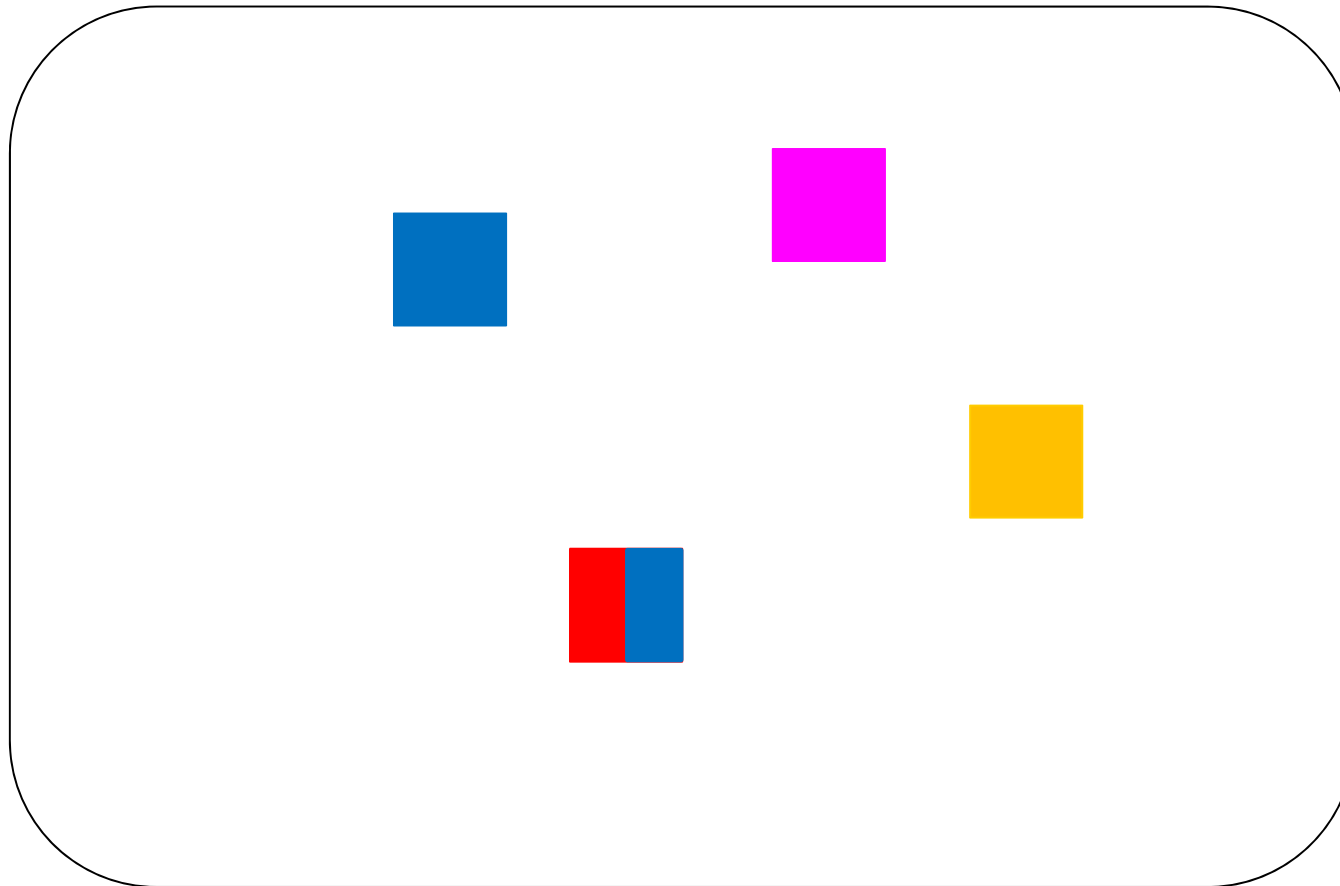


# Ergebnisse



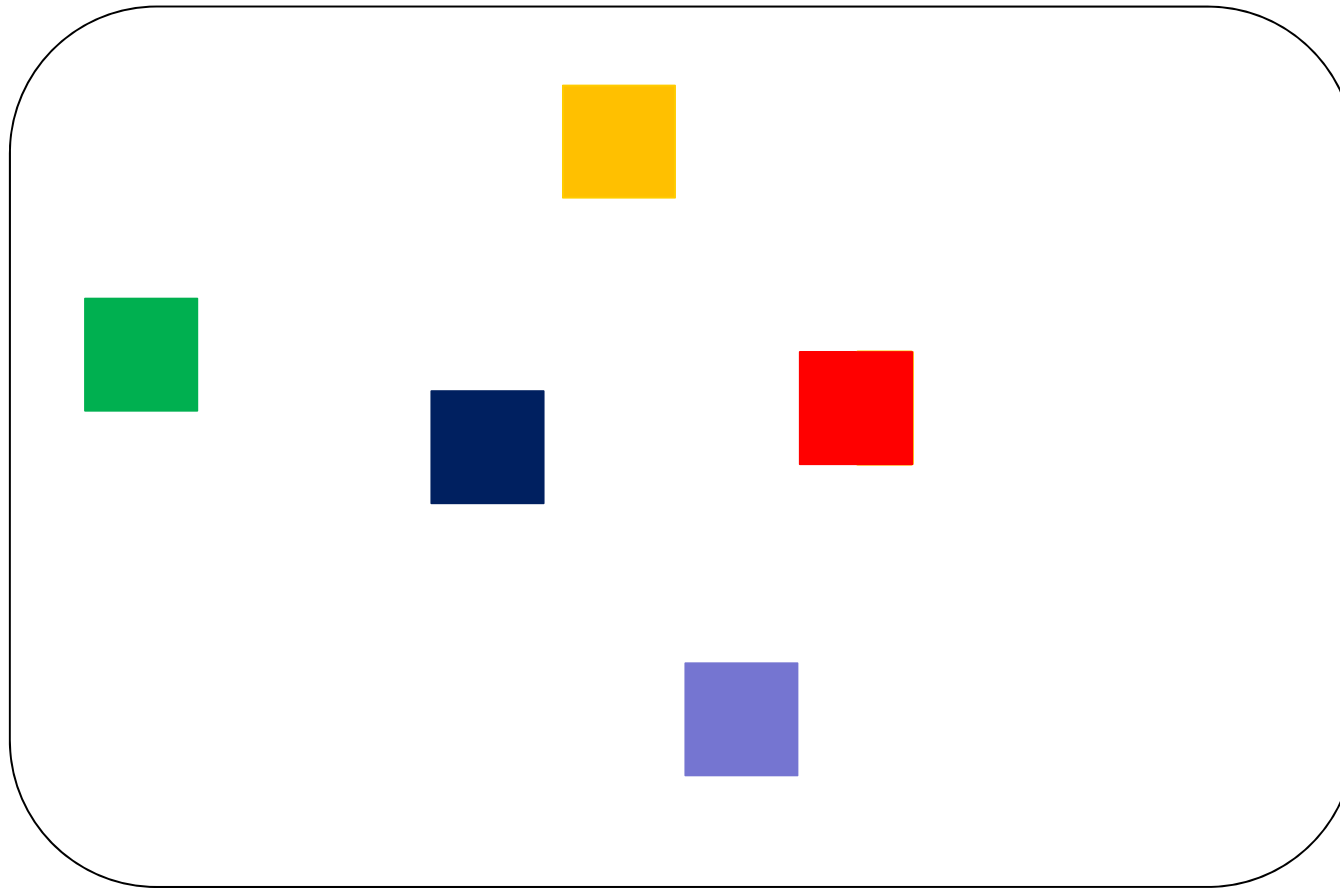
# Begrenzte Kapazität ohne Behaltensintervall

(Tsubomi, Fukuda, Watanabe & Vogel, 2013)



# Begrenzte Kapazität ohne Behaltensintervall

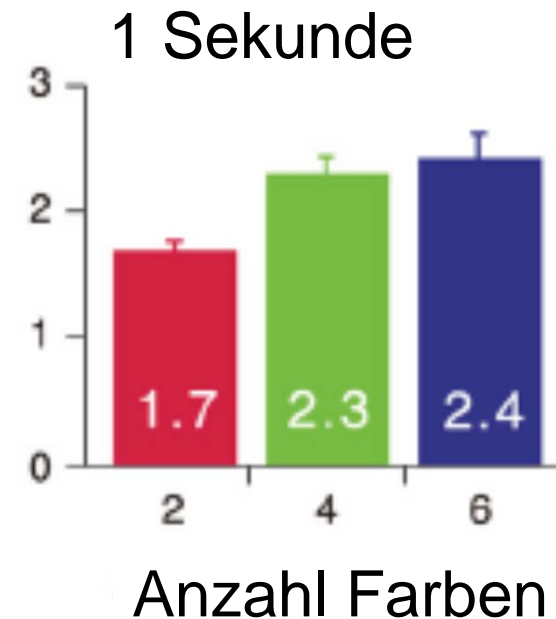
(Tsubomi, Fukuda, Watanabe & Vogel, 2013)



# Begrenzte Kapazität ohne Behaltensintervall

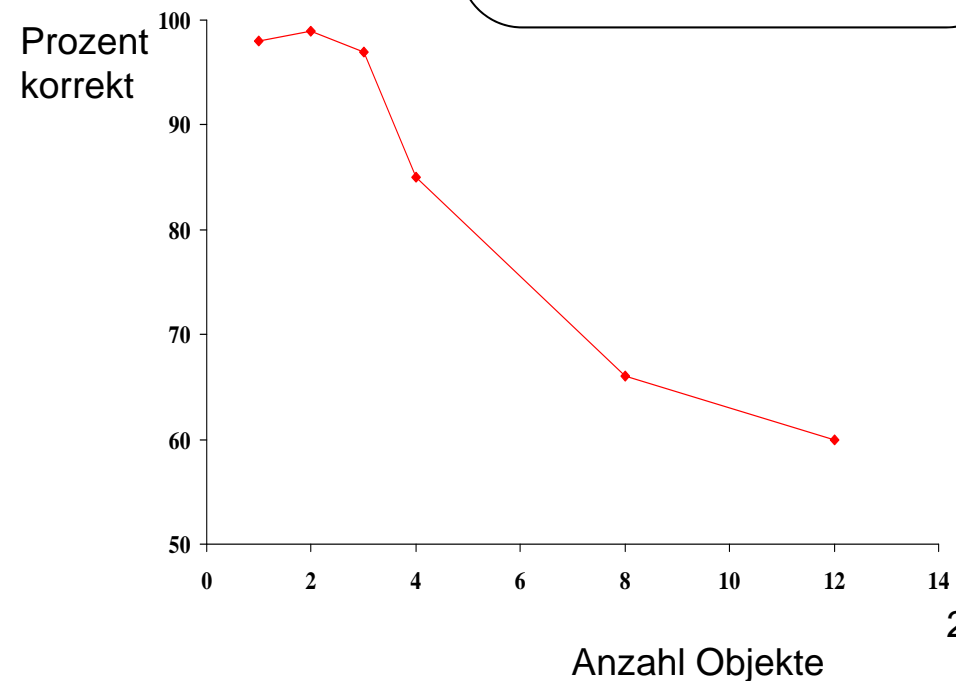
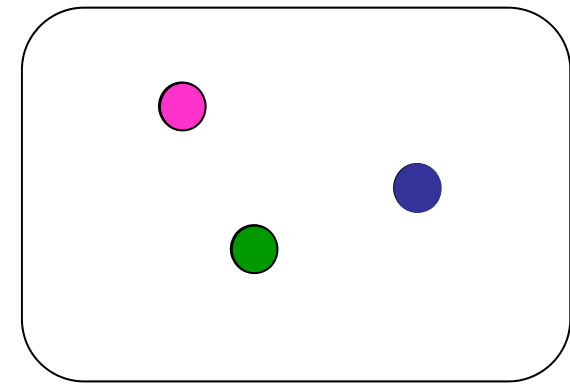
(Tsubomi, Fukuda, Watanabe & Vogel, 2013)

Behaltensintervall:

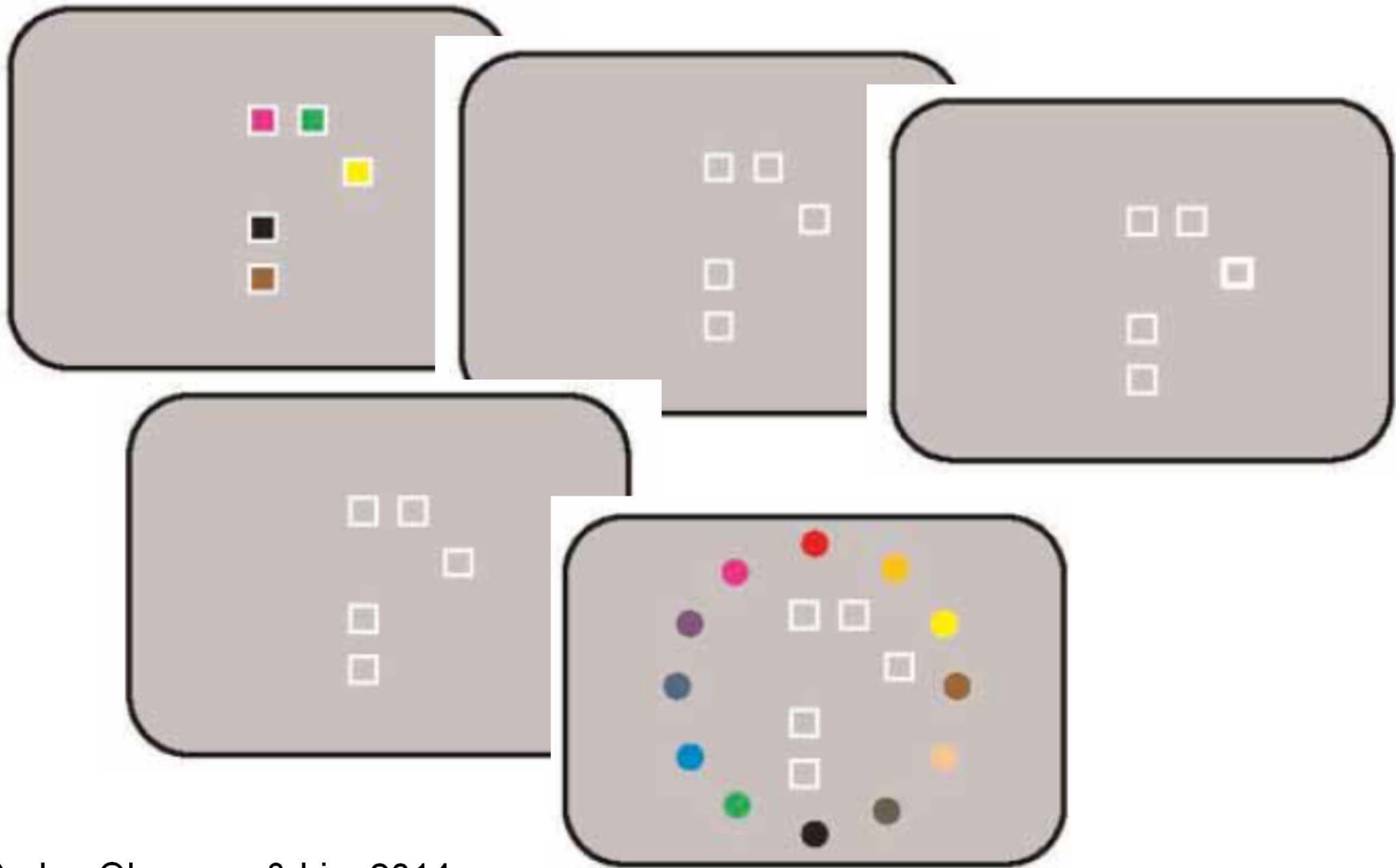


# Begrenzte Ressource?

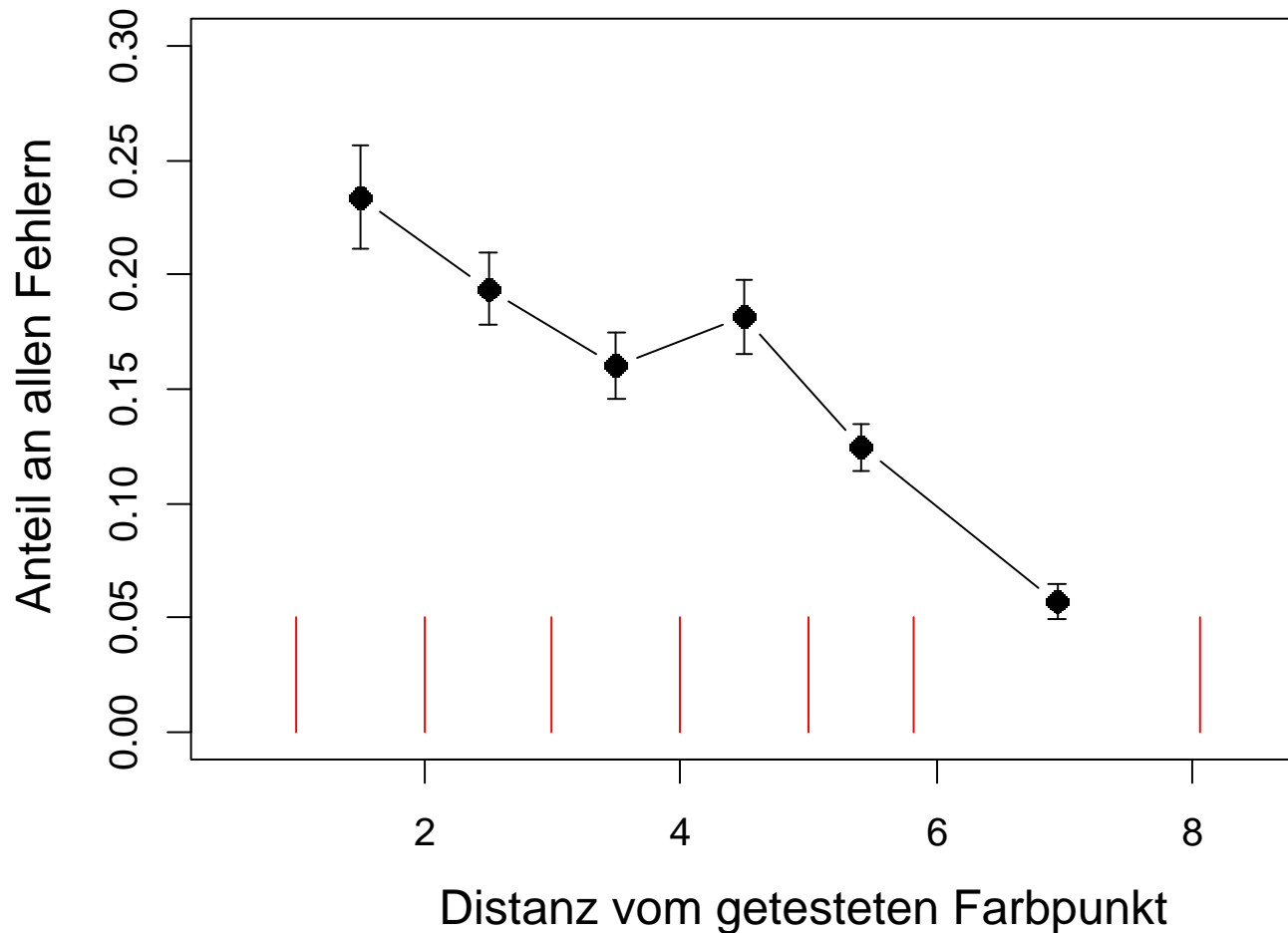
- Aufteilung von  $R$  auf  $N$  Elemente
- Jedes Element bekommt  $R/N$
- Oder:  $K$  Plätze  $\rightarrow$   $K$  Elemente bekommen einen Platz



# ... oder doch Interferenz?



# Verwechslung von Farbpunkten: "Locality Constraint"



# Ressourcen oder Interferenz: Ein Test

(Delvenne & Bruyer, 2007)

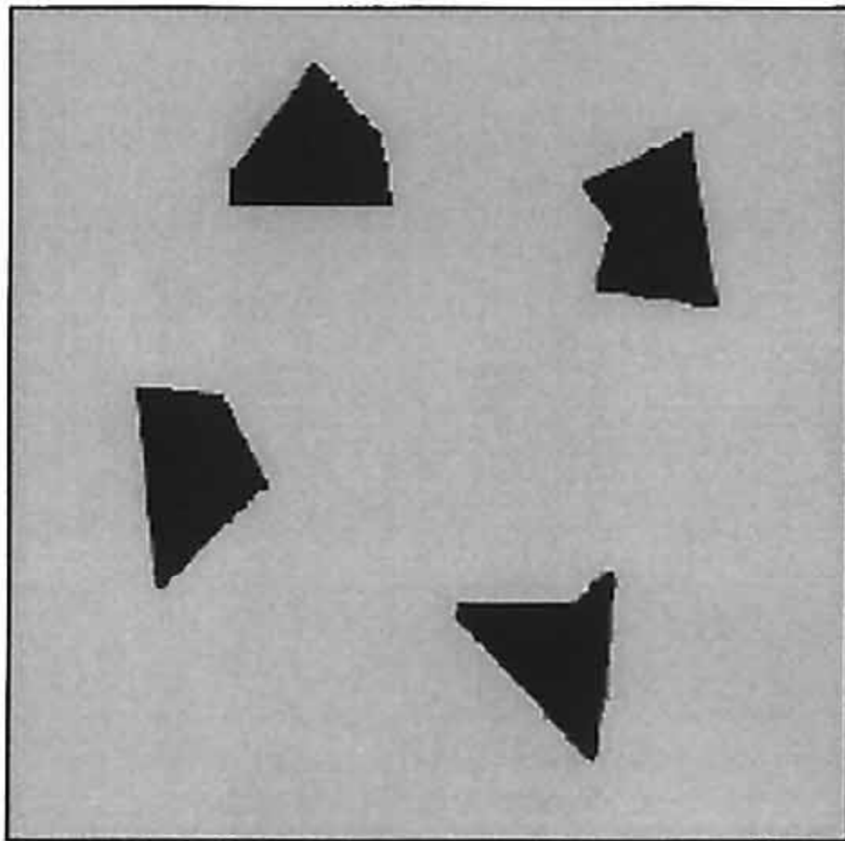
- Erinnern von visuellen Stimuli
- Homogene Anordnungen:
  - 2 oder 4 Formen
  - 2 oder 4 Muster
- Heterogene Anordnungen:
  - 2 Formen + 2 Muster



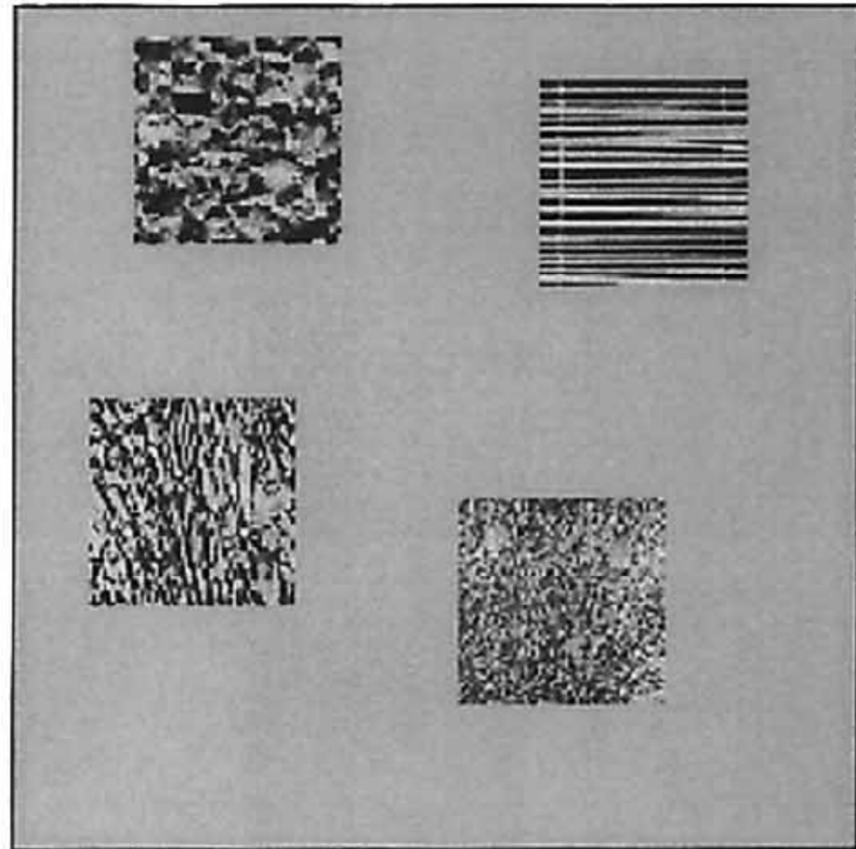
# Ressourcen oder Interferenz: Ein Test

(Delvenne & Bruyer, 2007)

**4 Formen**



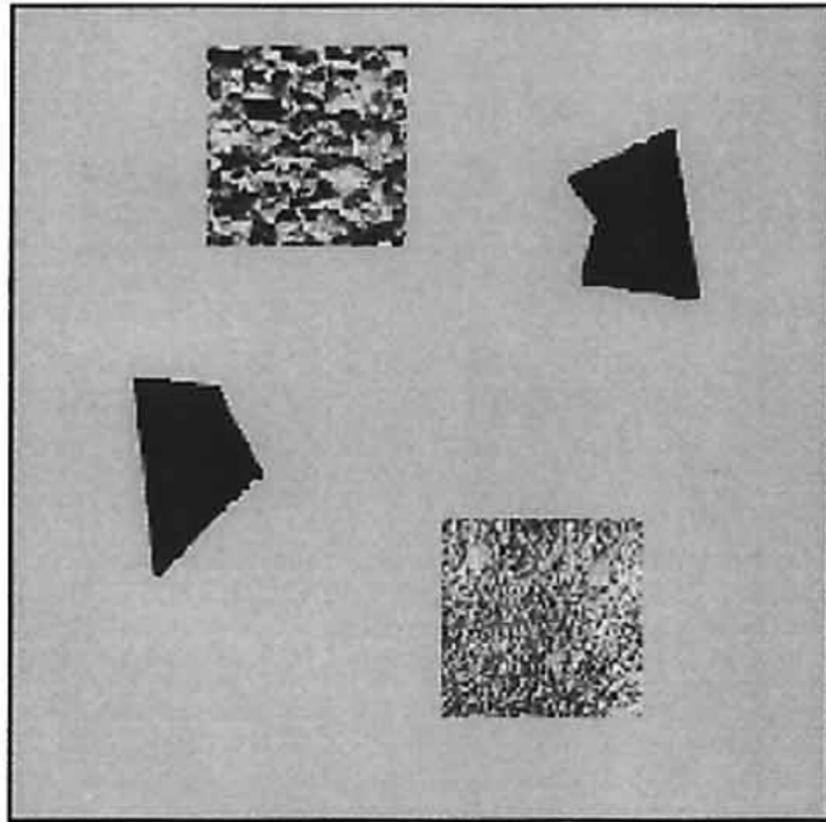
**4 Muster**



# Ressourcen oder Interferenz: Ein Test

(Delvenne & Bruyer, 2007)

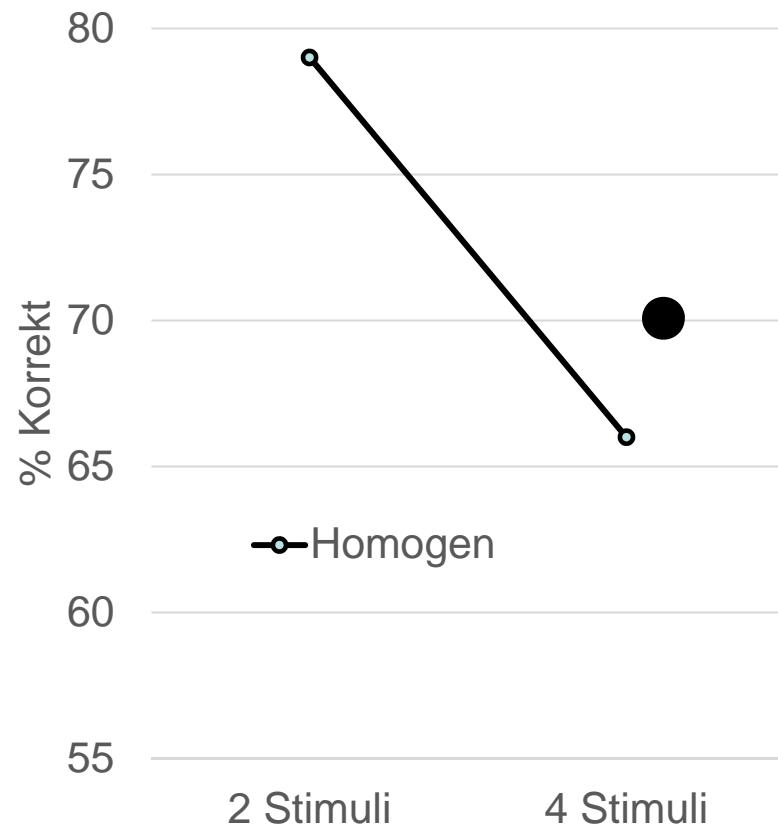
## 2 Formen + 2 Muster



# Ressourcen oder Interferenz: Ein Test

(Delvenne & Bruyer, 2007)

- Gedächtnisleistung



Vorhersage für  
Heterogen (2 + 2):

Ressourcen?

Interferenz?

Beobachtet:

# Fazit: AG-Kapazität

- Begrenzt auf 2 bis 7 Einheiten ("chunks")
- Wodurch begrenzt?
  - Spurenerfall? **Nein**
  - Begrenzte Ressource? **Vermutlich**
  - Interferenz? **Ja**

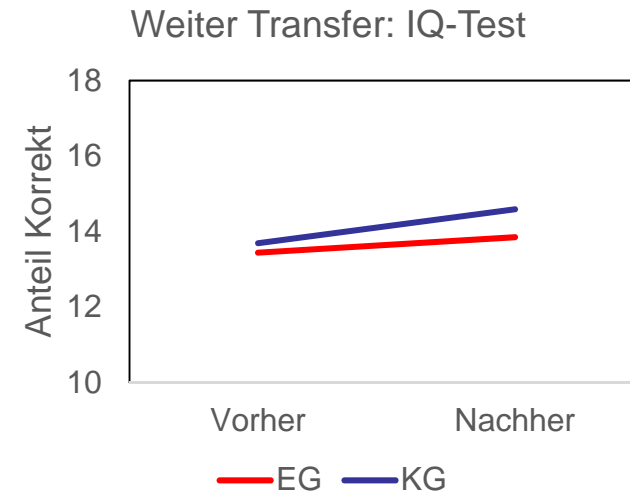
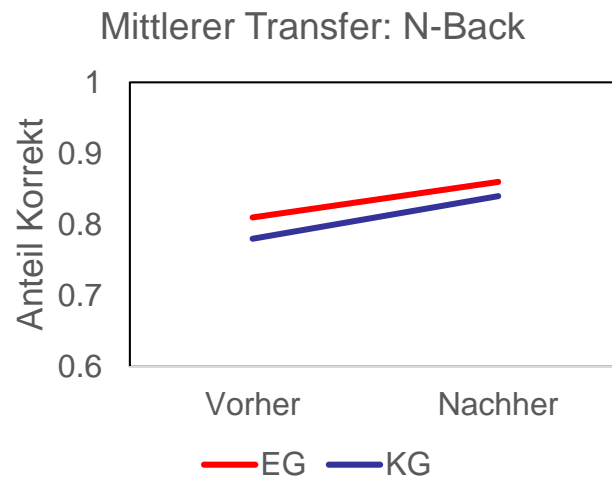
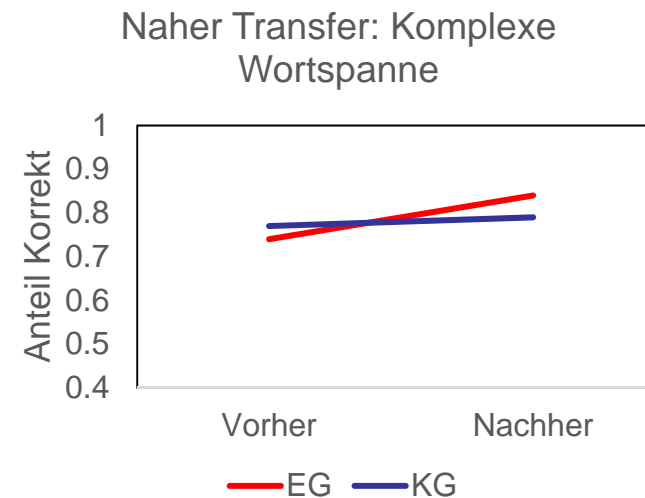
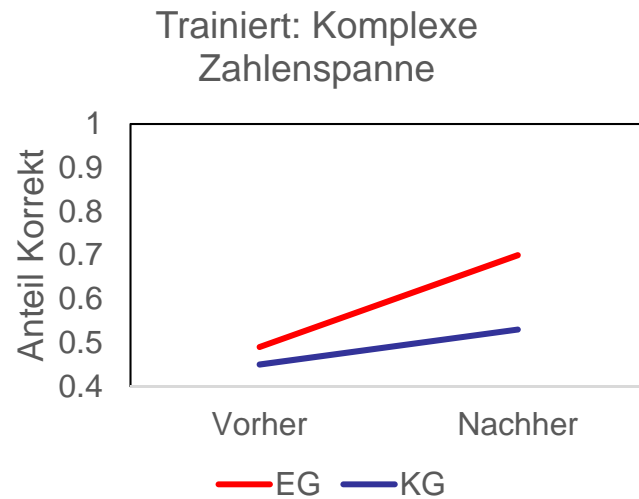
# Kann man das Arbeitsgedächtnis trainieren?

(von Bastian, Langer, Jäncke & Oberauer, 2013)

- Experimentalgruppe
  - Training mit 3 AG-Aufgaben
  - An 20 Tagen je 30-60 Min.
- "Aktive" Kontrollgruppe
  - Training mit Wissens-Quiz
- Tests für AG, IQ vorher / nachher

# Kann man das Arbeitsgedächtnis trainieren?

(von Bastian, Langer, Jäncke & Oberauer, 2013)



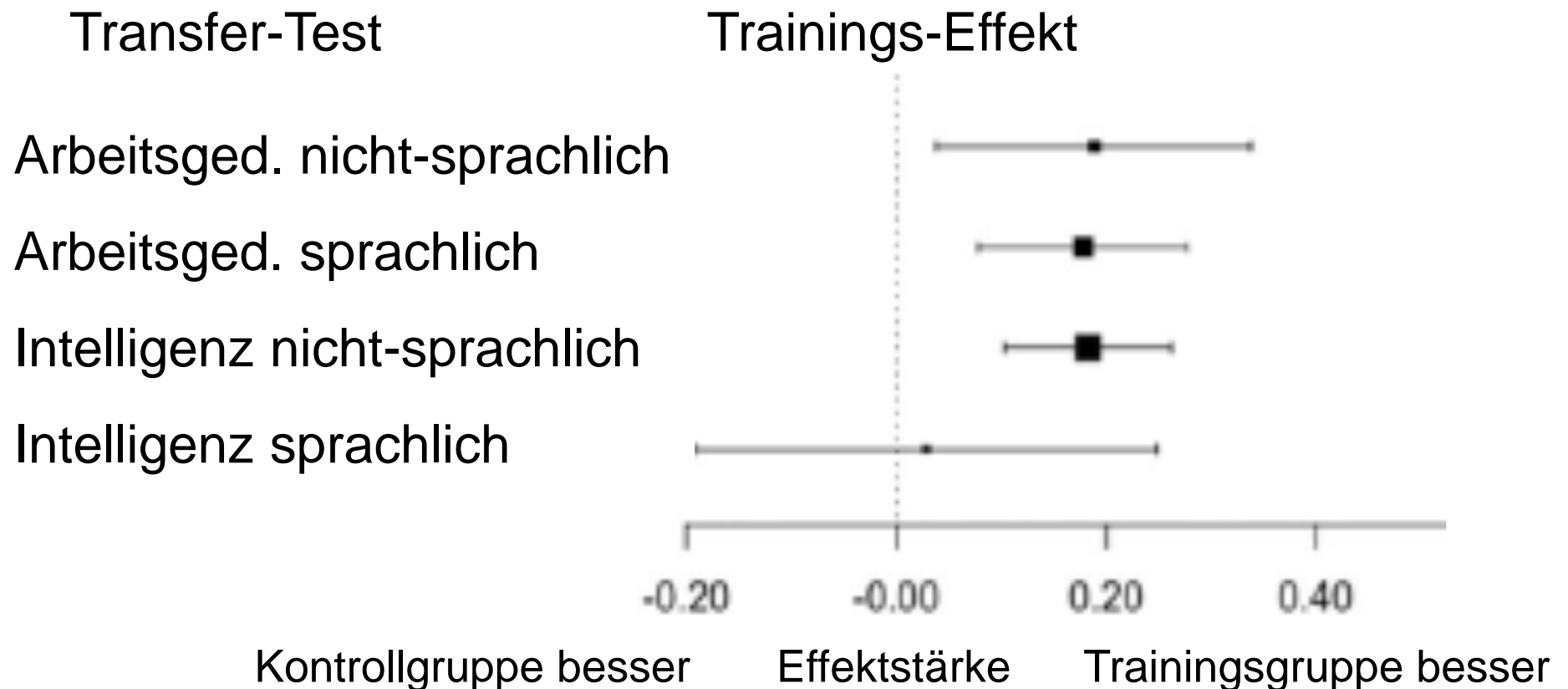
# Kann man das Arbeitsgedächtnis trainieren?

(Soveri et al., 2017)

- Meta-Analyse von ca. 30 Studien:
- Transfer: Wenn überhaupt, dann kleiner Effekt

# Meta-Analyse

(Soveri et al., 2017)

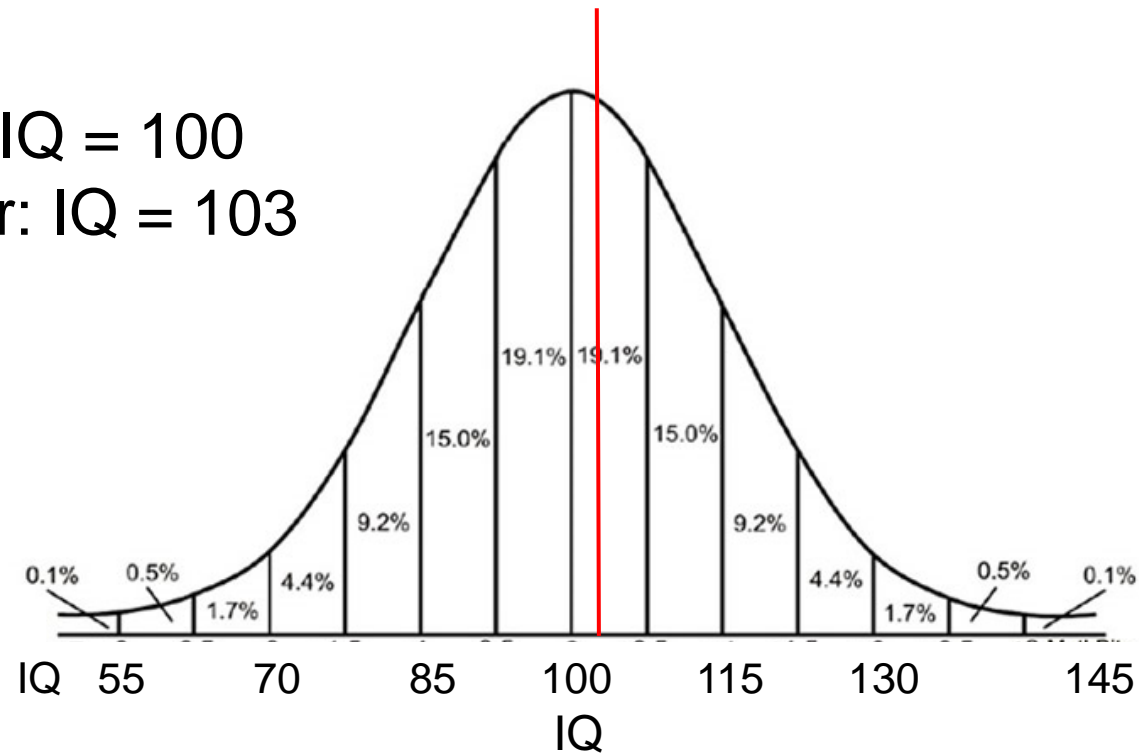




# Effektstärke = 0.18

Vorher: IQ = 100

Nachher: IQ = 103



# Zusammenfassung:

## Mechanismen des Arbeitsgedächtnisses

- Gedächtnis für Reihenfolgen (Listen)
  - Assoziation von Listenelementen an Positionen
  - Rekonstruktion verzerrter Gedächtnisspuren
- Begrenzte AG-Kapazität
  - Interferenz, vermutlich auch begrenzte Ressource
  - Spurenerfall spielt keine Rolle
  - Kapazität lässt sich durch Training kaum erweitern

# Literatur

- Pflichtlektüre:
- Zhang, W., & Luck, S. J. (2008). Discrete fixed-resolution representations in visual working memory. *Nature*, 453, 233-236.
- Empfohlen zur Vertiefung:
- Lewandowsky, S., Oberauer, K., & Brown, G. D. A. (2009). No temporal decay in verbal short-term memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(3), 120-126.
- Barrouillet, P., & Camos, V. (2009). Interference: unique source of forgetting in working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 145-146.
- von Bastian, C. C., & Oberauer, K. (2014). Effects and mechanisms of working memory training: a review. *Psychological Research*, 78, 803-820.

# Zitierte Literatur

- Au, J., Sheehan, E., Tsai, N., Duncan, G. J., Buschkuhl, M., & Jaeggi, S. M. (2015). Improving fluid intelligence with training on working memory: a meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22, 366-377.
- Delvenne, J.-B., & Bruyer, R. (2004). Does visual short-term memory store bound features? *Visual Cognition*, 11, 1-27.
- Henson, R. N. A., Norris, D. G., Page, M. P. A., & Baddeley, A. D. (1996). Unchained memory: Error patterns rule out chaining models of immediate serial recall. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 80-105.
- Lewandowsky, S. & Farrell, S. (2008). Short-term memory: New data and a model. *The Psychology of Learning and Motivation*, 49.
- Lewandowsky, S., Geiger, S. M., Morrell, D., & Oberauer, K. (2010). Turning simple span into complex span: Time for decay or interference from distractors? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 36, 958-978.
- Melby-Lervåg, M., Redick, T. S., & Hulme, C. (2016). Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of "far transfer": evidence from a meta-analytic review. *Perspectives on Psychological Science*, 11, 512-534.
- Peterson, L. R., & Peterson, M. J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 193-198.
- Rerko, L., Oberauer, K., & Lin, H.-Y. (2014). Spatially imprecise representations in working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 67, 3-15.
- Tsubomi, H., Fukuda, K., Watanabe, K., & Vogel, E. K. (2013). Neural limits to representing objects still within view. *Journal of Neuroscience*, 33, 8257-8263.
- Vallar, G., & Baddeley, A. D. (1982). Short-term forgetting and the articulatory loop. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34A, 53-60.
- von Bastian, C. C., Langer, N., Jäncke, L., & Oberauer, K. (2013). Effects of working memory training in young and old adults. *Memory & Cognition*, 41, 611-624.

