

Vorlesung Lernen und Gedächtnis  
Modul A2

# Nicht-deklaratives Gedächtnis: Fertigkeiten, implizites Lernen und Priming

Prof. Dr. Thomas Goschke

# Literaturempfehlungen

Gluck, M.A., Mercado, E. & Myers, C.E. (2020). *Learning and memory. From brain to behavior (4th ed.)*. New York: Worth Publ. (Chapter 7)

- Deutschsprachige (ältere!) Ausgabe: Gluck, M.A., Mercado, E. & Myers, C.E. (2010). *Lernen und Gedächtnis. Vom Gehirn zum Verhalten*. Heidelberg: Spektrum Verlag. (Kapitel 3)

Gazzaniga, M., Ivry, R. & Mangun, R. (2018). *Cognitive neuroscience. The biology of the mind (5th ed.)*. W. W. Norton. (Chapter 9: Memory).

Purves et al. (2013). *Principles of cognitive neuroscience. (2nd ed.)*. Sinauer. (Chapter 8).

Squire, L. R., & Wixted, J. T. (2011). The Cognitive Neuroscience of Human Memory Since HM. *Annual Review of Neuroscience*, 34, 259-288.

Henke, K. (2010). A model for memory systems based on processing modes rather than consciousness. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(7), 523-532.

# Eine frühe Beschreibung unbewußter Gedächtnisformen



Gottfried Wilhelm Leibniz  
(1646 – 1716)

"Wir begreifen oft manche Dinge ungewöhnlich leicht, weil wir sie früher, ohne daß wir uns dessen erinnern, bereits begriffen haben...die Wirkungen alter Eindrücke können haften bleiben, ohne daß man sich ihrer erinnert... Von einer Vorstellung können Spuren zurückbleiben..., wenngleich diese nicht stark genug zu sein brauchen, um sich zu erinnern, daß man sie schon gehabt hat"

Leibniz (1704). Neue Abhandlungen über den menschlichen Verstand.

# Ebbinghaus (1885): Über das Gedächtnis

„... die entschwundenen Zustände (geben) auch dann noch zweifellose Beweise ihrer dauernden Nachwirkung, wenn sie selber gar nicht ins Bewusstsein zurückkehren. Die Beschäftigung mit einem gewissen Gedankenkreise erleichtert unter Umständen die spätere Beschäftigung mit einem ähnlichen Gedankenkreise, auch wenn jene erste weder in ihrer Methode noch in ihren Resultaten direkt vor die Seele tritt.“



# Ältere anekdotische Fallberichte

Dunn (1845): Amnestikerin lernte neue Fertigkeit, obwohl "she had no recollection from day to day what she had done"

Korsakoff (1889); Claparède (1911): Amnestische Patienten zeigten emotionale Reaktionen auf Reize, ohne sich bewusst an das emotionsauslösende Ereignis zu erinnern

**Nicht-deklaratives Gedächtnis I:**

**Prozedurales Lernen von perzeptueller und  
motorischer Fertigkeiten**

# Prozedurales Lernen und Fertigkeitserwerb

Bergson (1896):

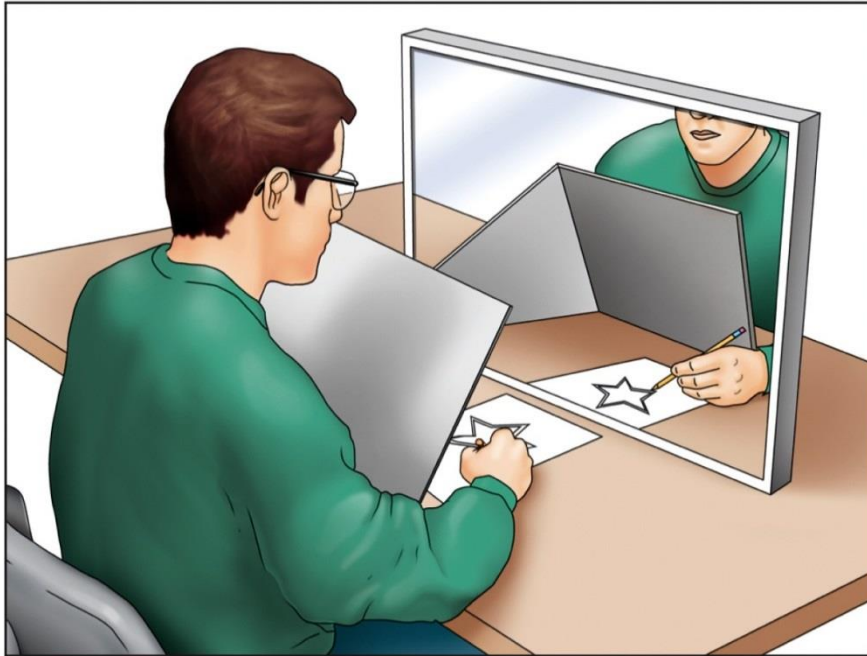
- "Man kann sich zwei unabhängige Gedächtnisse vorstellen. Das erste behielte jede Tatsache mit Ort und Datum... und würde die Wiedererkennung einer früher erlebten Wahrnehmung möglich machen... (das zweite) bewahrt von der Vergangenheit nur die Bewegungen... die im Organismus Veränderungen hinterlassen und so neue Dispositionen des Handelns schaffen.

## Prozedurales Gedächtnis

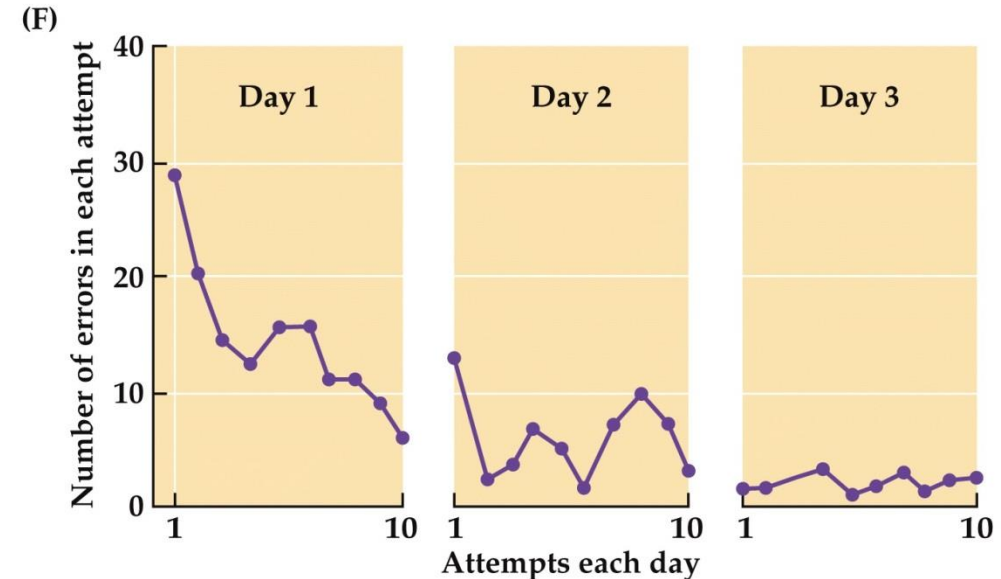
- Wissen, das sich im Verhalten manifestiert, ohne notwendig mit bewussten Erinnerungen verbunden zu sein (Wissen, *wie* man etwas macht)
- Ergebnis eines inkrementellen Lernprozesses mit vielen Wiederholungen / Übungsdurchgängen
  - Z.B. Tennis, Klavierspielen, Fahrradfahren

# Intakter Fertigkeitserwerb: H.M.'s Lernkurve in der Spiegel-Zeichnen-Aufgabe

(A) The mirror-tracing task



*BIOLOGICAL PSYCHOLOGY* 7e, Figure 17.2 (Part 1)  
© 2013 Sinauer Associates, Inc.



*PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE* 2e, Ch 8, Introductory Box (Part 3)  
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

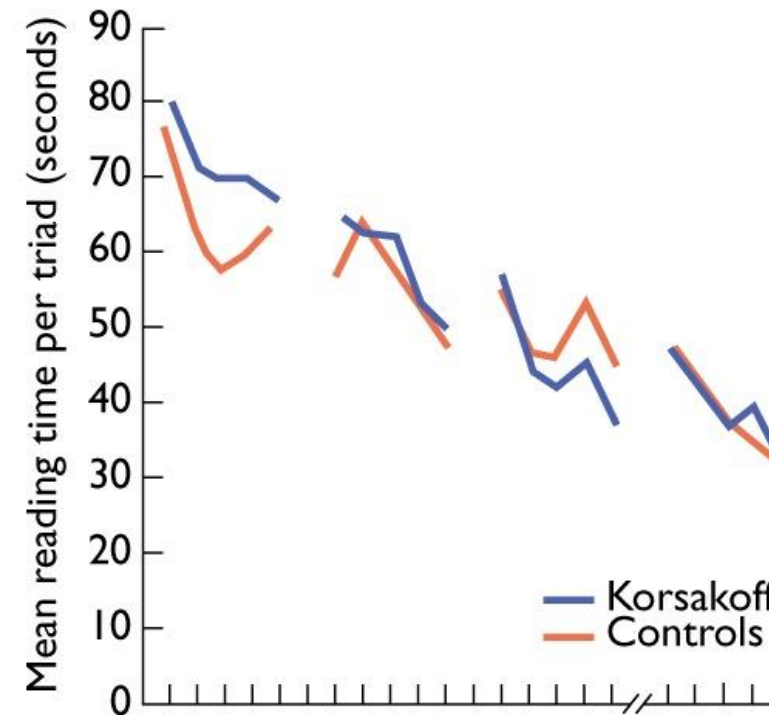
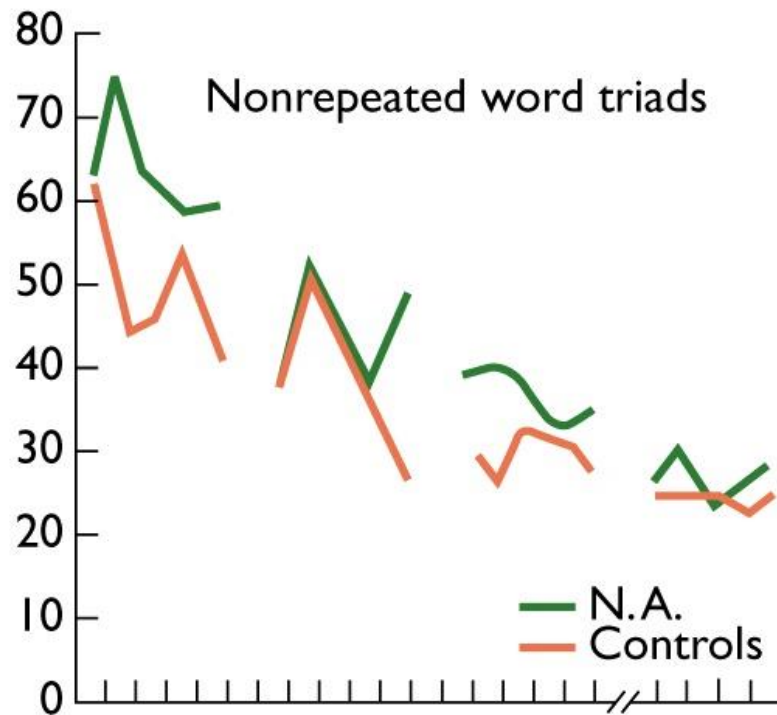
H.M. zeigt normales Lernen als Folge  
wiederholten Übens, obwohl er sich nicht  
bewusst an die Aufgabe erinnerte

(zum Patienten H.M. s. frühere Vorlesung zu Amnesien)

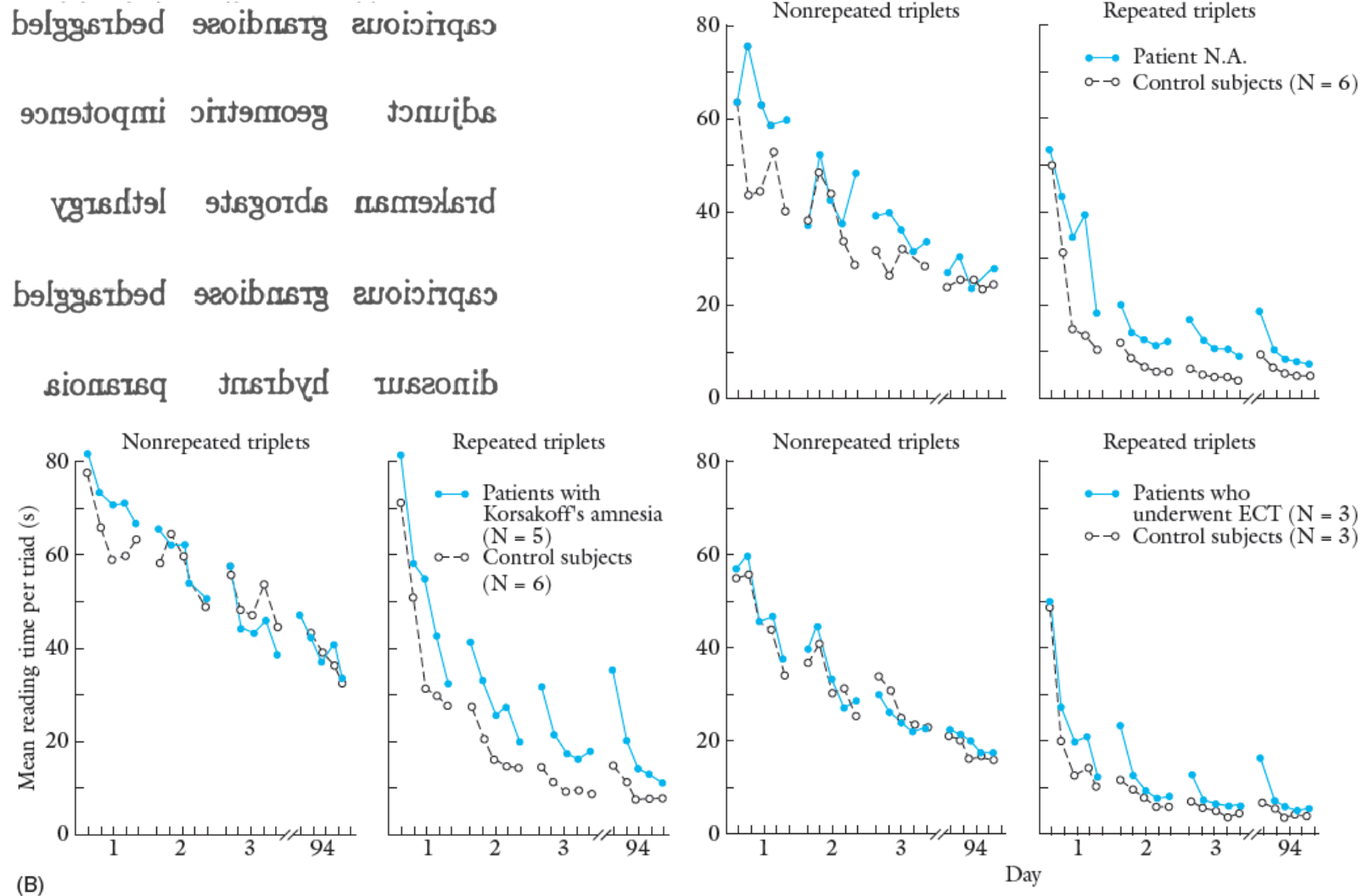


# Intakter Fertigkeitserwerb bei amnestischen Patienten: Lesen spiegelverkehrter Schrift

Postoperative Selbstkonstruktion



# Intakter perzeptueller Fertigkeitserwerb bei amnestischen Patienten: Lesen spiegelverkehrter Schrift



© 2011 Cengage Learning

# Intakter Fertigkeitserwerb bei amnestischen Patienten

Spiegelzeichnen (Milner, 1962)

Spiegelverkehrte Schrift lesen (Cohen & Squire, 1980)

Labyrinthlernen (Corkin, 1965)

Rotary pursuit (Corkin, 1968)

Puzzles (Brooks & Baddeley, 1976)

Turm von Hanoi (Squire et al., 1984)

Erlernen eines einfachen Textverarbeitungsprogramms (Glisky et al., 1989)

**Nicht-deklaratives Gedächtnis II:**

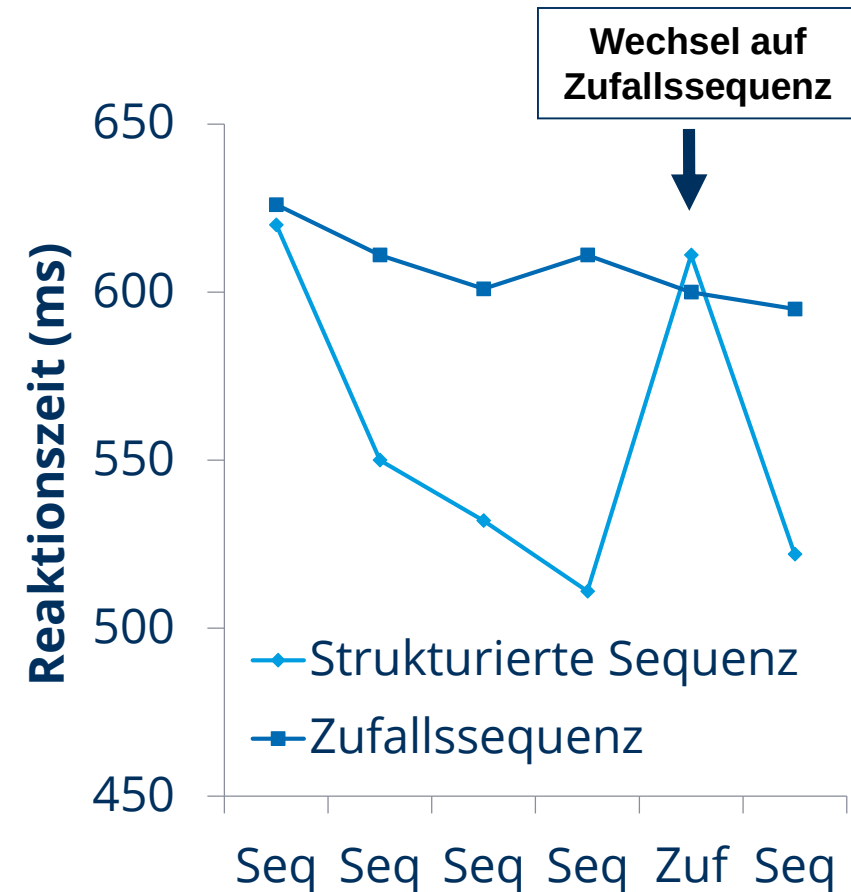
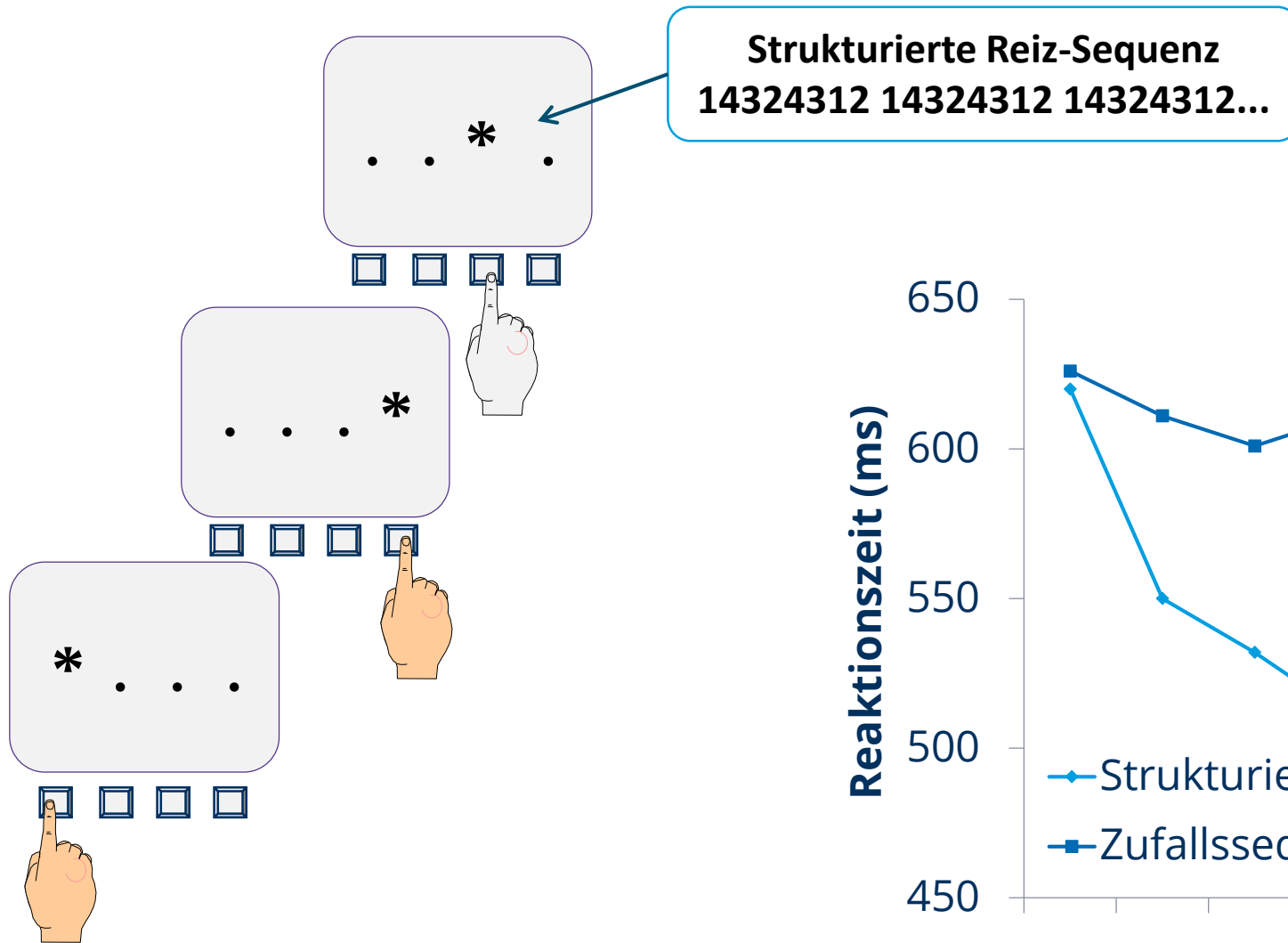
**Implizites Lernen regelhafter Sequenzen und  
Strukturen**

# Implizites Lernen

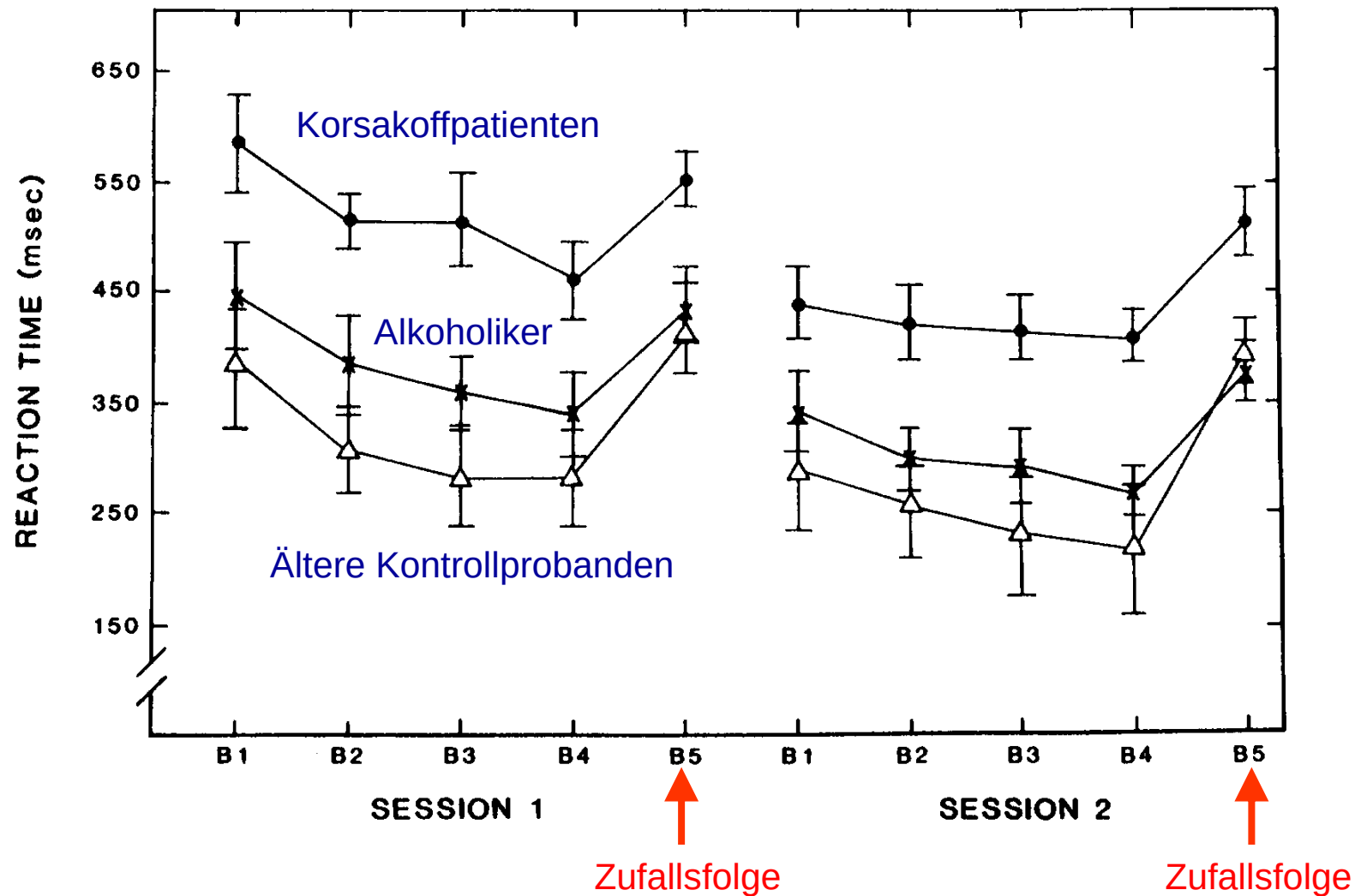
Erwerb von Wissen über regelhafte Strukturen oder Sequenzen, das sich im Verhalten ausdrückt

- ohne dass die Person nach Regeln sucht oder ihr solche vermittelt werden (inzidenteller Erwerb)
- ohne dass die Person sich des Gelernten bewusst wird oder es verbal beschreiben kann (unbewusstes Wissen)
- ohne dass die Person instruiert wird, das erworbene Wissen gezielt abzurufen (nicht-intentionale Anwendung)

# Implizites Sequenzlernen



# Intaktes Sequenzlernen bei amnestischen Patienten



# Implizites Lernen in der seriellen Reaktionsaufgabe

Signifikante Performanzeffekte, auch wenn Probanden kein explizites Wissen in direkten Tests (Rekognition, Reproduktion) zeigen

- Z.B. Cohen et al., 1990; Curran & Keele, 1993; Destrebecqz & Cleeremans, 2001; Eimer, Goschke, Schlaghecken, & Sturmer, 1996; Frensch et al., 1994; Goschke et al., 2001; Goschke & Bolte, 2007, 2012; Jimenez et al., 1996, 2006; Mayr, 1996; Reed & Johnson, 1994; Willingham et al., 1989, 2002)

Kontroverse Fragen

- Unterschiedliche Sensitivität indirekter und direkter Tests?
- Mangelnde Reliabilität indirekter Tests?



# Implizites Lernen in domänenspezifischen Repräsentationssystemen

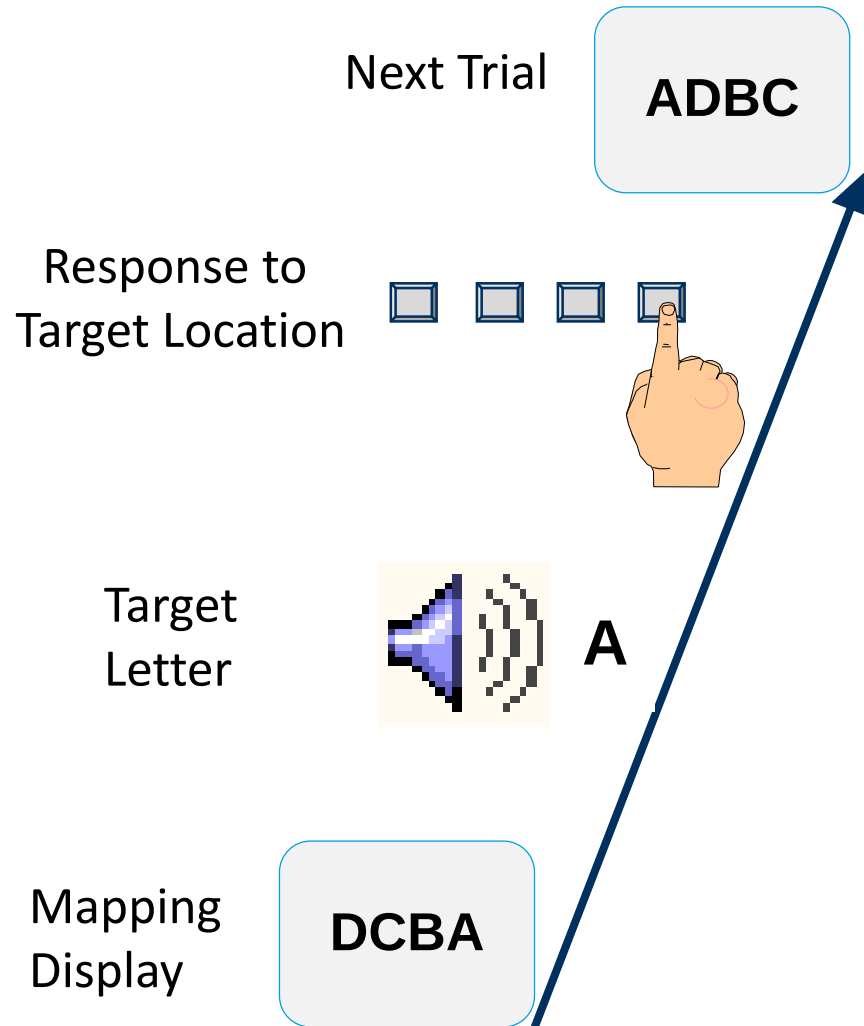
These: Implizites Sequenzlernen ist Ausdruck erfahrungsabhängiger Plastizität in domänenspezifischen Repräsentationssystemen

Leistungsverbesserungen in seriellen Reaktionsaufgaben beruhen auf inkrementellen Veränderungen in den Systemen, die auch an der Verarbeitung der jeweiligen Information (z.B. Objekte, Orte) beteiligt sind

Der Erwerb sequentiellen Wissens beruht auf der kontinuierlichen Modifikation von Antizipationen, die in separaten Systemen generiert werden

- WO? (Räumliche Aufmerksamkeit)
- WAS? (Objektbasierte Aufmerksamkeit)
- WIE? (Reaktionsselektion)

# Paralleles Lernen phonologischer und räumlich-motorischer Sequenzen



Two repeating sequences

- Target letters
- Target locations = response location

The sequences differ in their length by one element

- 8 vs. 9 elements

|                  |           |           |             |
|------------------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Letters</b>   | DBACABDC  | DBACABDC  | DBACABDC... |
| <b>Locations</b> | 134241232 | 134241232 | 134241...   |

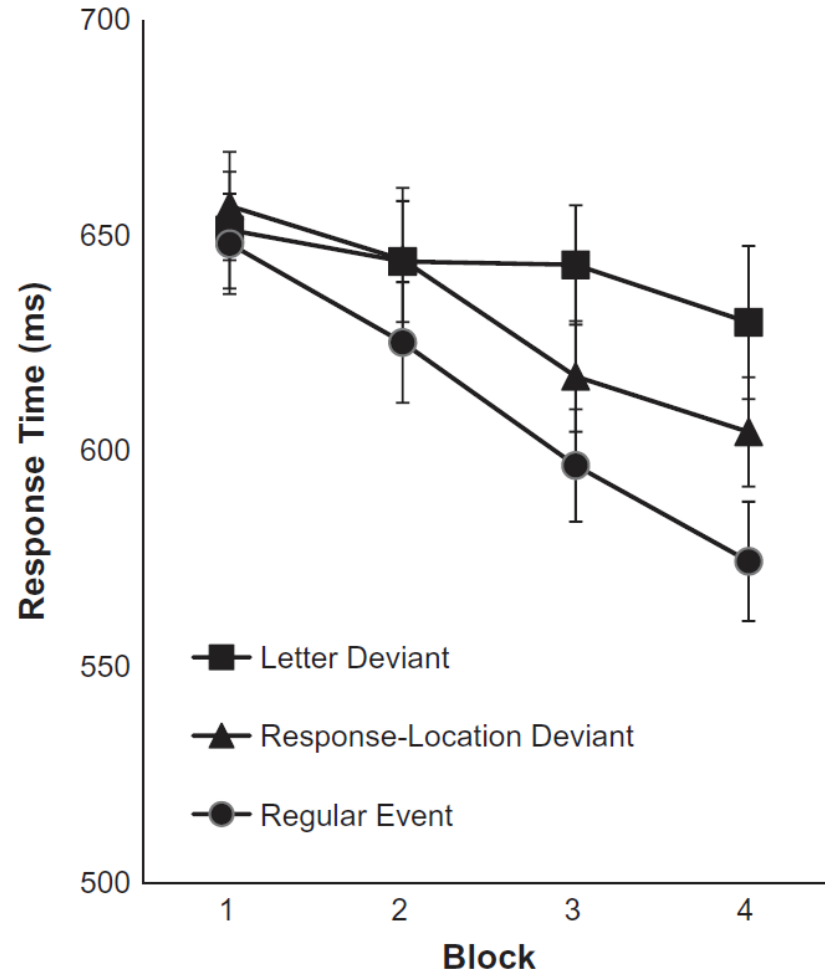
10% of trials were replaced by deviants

**Letter deviant**  
(Unexpected letter at expected location)

|                  |           |         |     |             |
|------------------|-----------|---------|-----|-------------|
| <b>Letters</b>   | DBACABDC  | DBAC    | DDC | DBACABDC... |
| <b>Locations</b> | 134241232 | 1342412 | 12  | 134241...   |

**Location deviant**  
(Expected letter at unexpected location)

# Paralleles Lernen räumlicher und motorischer Sequenzen



Abweichler die eine der beiden Sequenzen verletzten, führten zu signifikanten Reaktionszeitkosten

Probanden lernten gleichzeitig zwei unkorrelierte Sequenzen von auditorischen Buchstaben und räumlich-motorischen Reaktionen

Lerneffekte waren auch für solche Probanden signifikant, die keinerlei explizites Wissen in einem Reproduktionstest zeigten

# Implizites Lernen abstrakter semantischer Sequenzen

Können auch abstrakte Sequenzen semantischer Kategorien implizit gelernt werden, selbst wenn die Abfolge der konkreten Reize zufällig ist?

## Serielle Benennungsaufgabe:

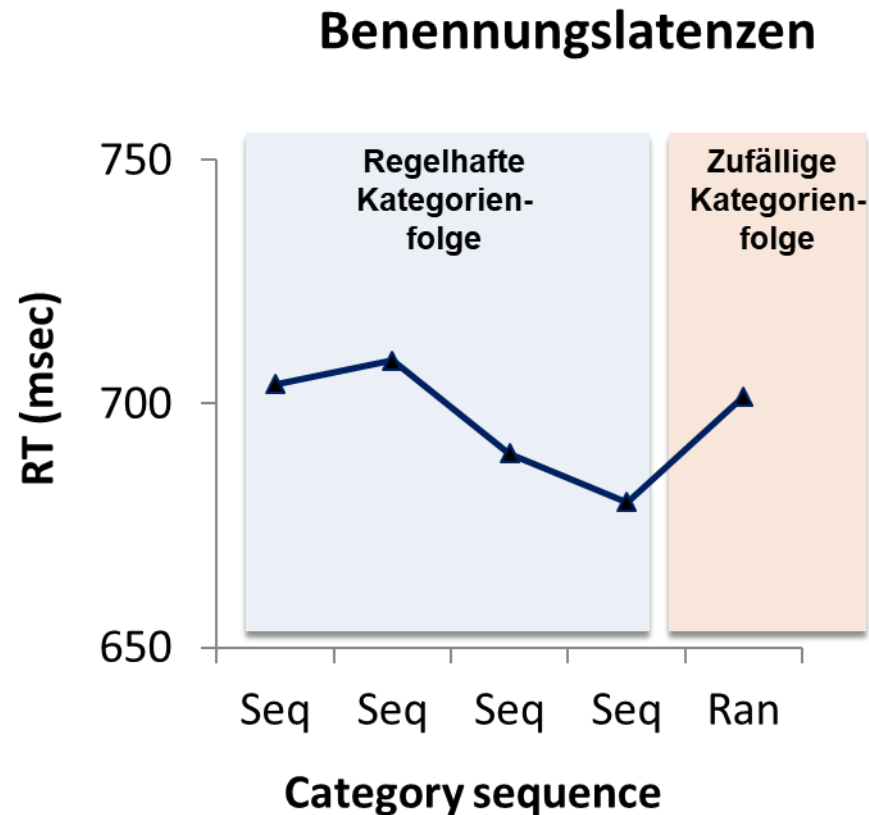
Probanden sollten Objekte so schnell wie möglich benennen

Die Objekte wurden zufällig ausgewählt

Die Abfolge der Kategorien der Objekte folgte einer fixen Sequenz

|                                                                                       |           | Zufällige<br>Objektfolge | Systematische<br>Kategorienfolge |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------|----------------------------------|
|    | Body part | Löwe                     | TIER                             |
|    | Animal    | Hemd                     | KLEIDUNG                         |
|    | Clothing  | Tisch                    | MÖBEL                            |
|    | Animal    | Arm                      | KÖRPERTEIL                       |
|    | Furniture | Löwe                     | TIER                             |
|    | Clothing  | Stuhl                    | MÖBEL                            |
|    | Body part | Fisch                    | TIER                             |
|    | Animal    | Jacke                    | KLEIDUNG                         |
|    | Clothing  | Regal                    | MÖBEL                            |
|    | Animal    | Fuß                      | KÖRPERTEIL                       |
|    | Furniture | Pferd                    | TIER                             |
|    | Clothing  | Lampe                    | MÖBEL                            |
|    | Body part | Zebra                    | TIER                             |
|    | Animal    | Schal                    | KLEIDUNG                         |
|   | Clothing  | Sessel                   | MÖBEL                            |
|  | Furniture | Auge                     | KÖRPERTEIL                       |
|  | Clothing  | Katze                    | TIER                             |
|  | Animal    | Bett                     | MÖBEL                            |

# Implizites Lernen einer Abfolge semantischer Kategorien



Wechsel auf eine zufällige Kategoriensequenz produzierte signifikante Reaktionszeitkosten

Invariante Abfolge der abstrakten semantischen Kategorien wurde gelernt

Leistung in direkten Reproduktions- und Rekognitionstests lag auf dem Zufallsniveau

# Implizites Lernen: Künstliche Grammatiken

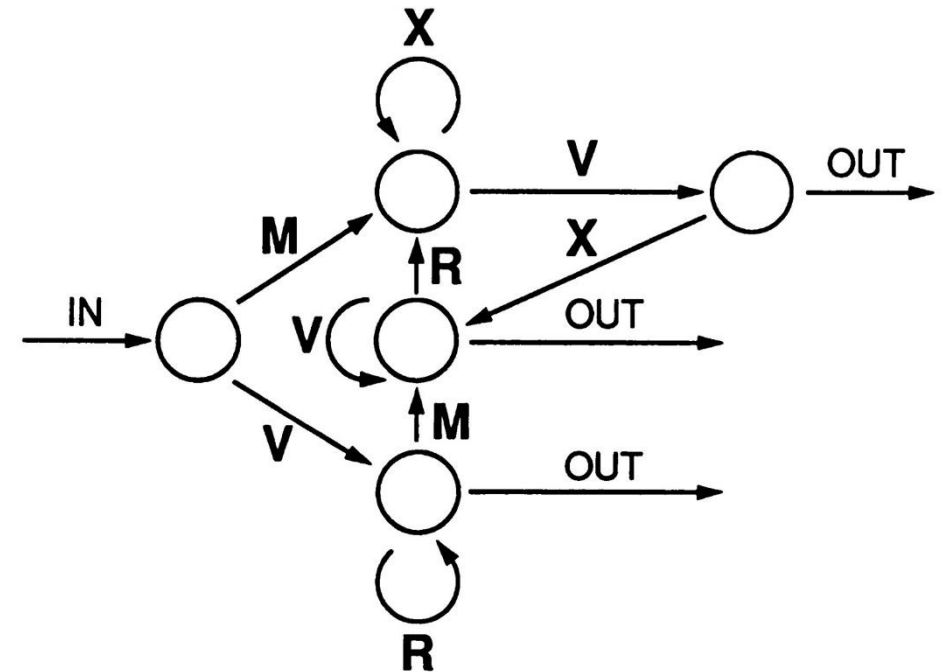
Vpn sollen sich Buchstabensequenzen einprägen

Ohne dass sie dies wissen, sind die Sequenzen durch ein komplexes Regelsystem generiert worden

Im Anschluss sollen Vpn beurteilen, ob *neue* Testsequenzen grammatikalisch sind oder nicht

Die Vpn können dies überzufällig gut

Amnestiker können dies ebenso gut wie Kontrollpersonen



## Grammatical

MXV  
VMRV  
MVXVV  
VRRRM

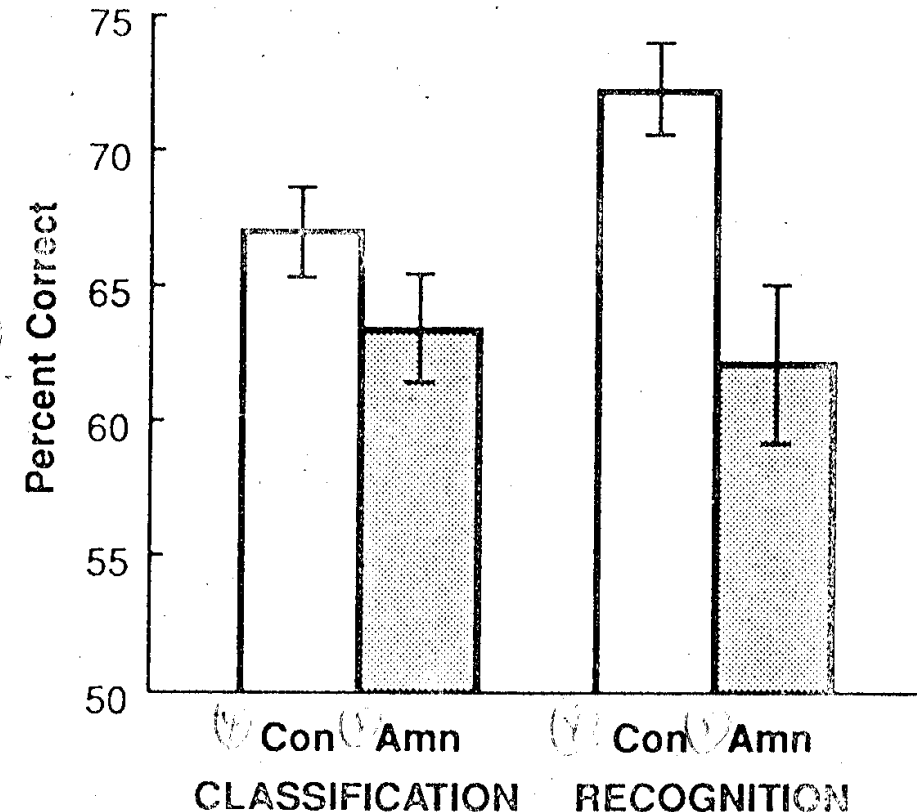
## Nongrammatical

VV  
MMX  
MXR  
XXXV

# Intaktes Lernen von künstlichen Grammatiken bei amnestischen Patienten

Amnestische Patienten und Kontroll-Vpn unterscheiden sich nicht signifikant bei der Beurteilung der Grammatikalität

Amnestische Patienten zeigen signifikant schlechtere Leistungen beim Wiedererkennen

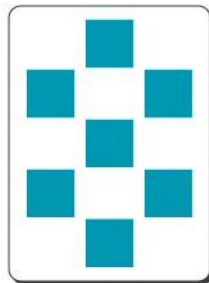


# Probabilistisches Klassifikationslernen in amnestischen Patienten und Parkinsonpatienten

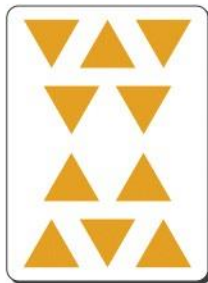
(A)



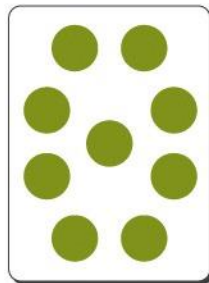
In this learning game, you are the weather forecaster. You will learn how to predict rain or shine using a deck of four cards:



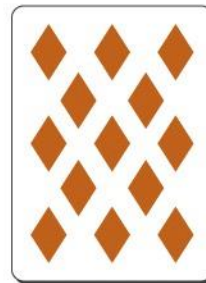
75%



57%



43%



25%

Predicting Sun

Examples of probabilistic relations:



Predicts rain 80% of the time



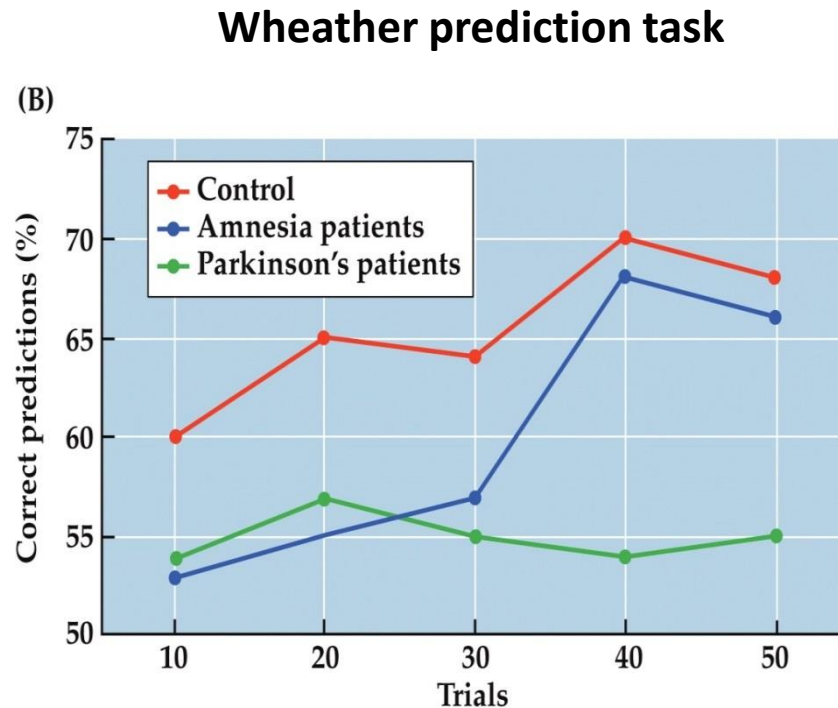
Predicts rain 40% of the time

*(Probabilities are unknown to subjects!)*

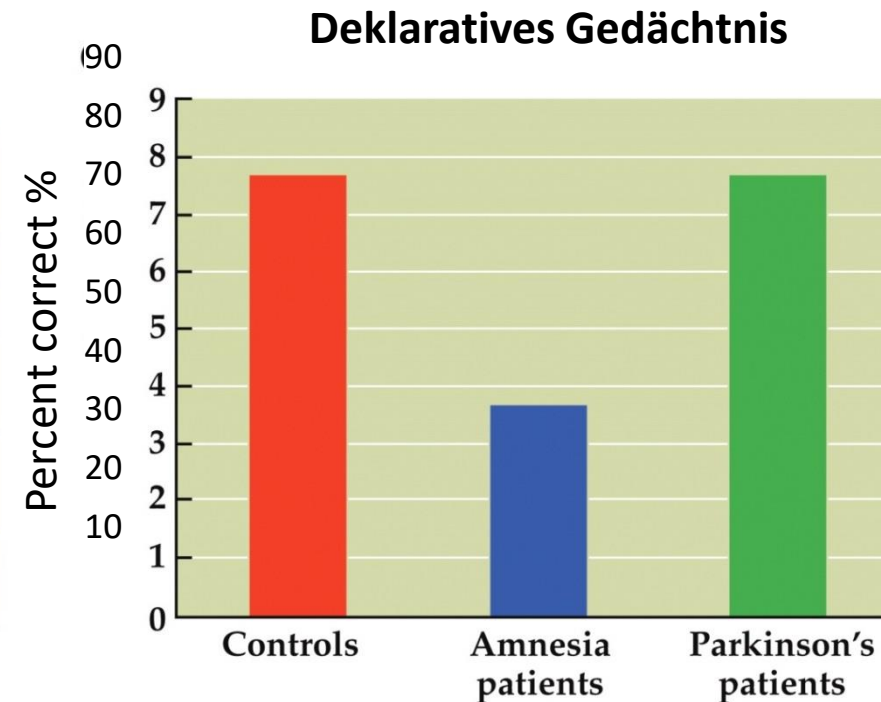


# Probabilistisches Klassifikationslernen in amnestischen Patienten und Parkinsonpatienten

- Amnestische Patienten mit medial-temporalen Läsionen
- Parkinsonpatienten mit Läsionen in der Substantia Nigra / Basalganglien
- Kontrollprobanden

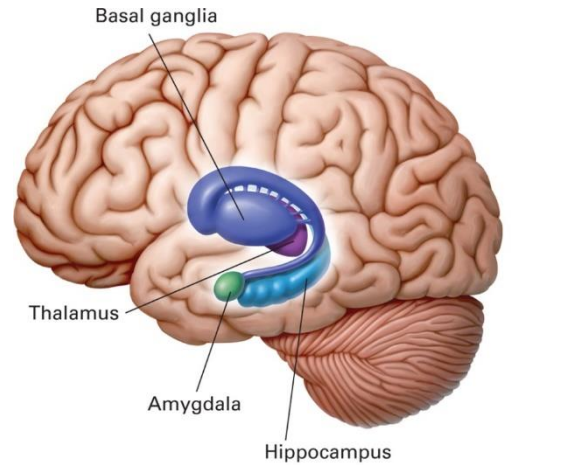


PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 8.17 (Part 2)  
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

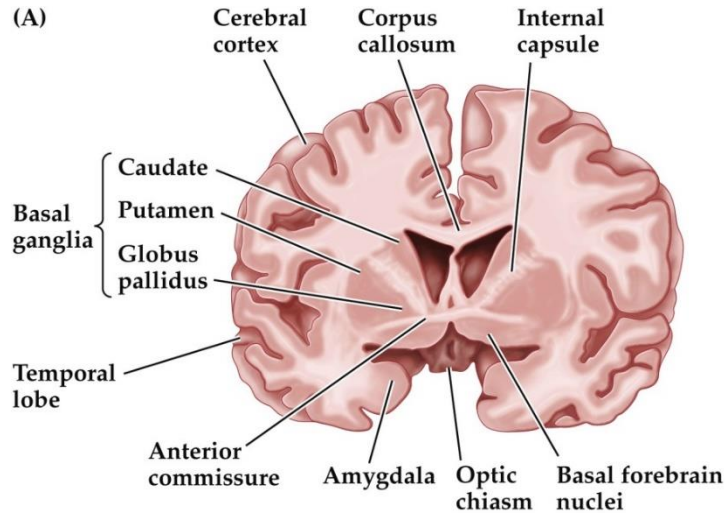


PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 8.17 (Part 3)  
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

# fMRI Studie: Prozedurales Lernen vs. episodisches Gedächtnis



Author: Gluck  
Learning and Memory 2e  
Figure 2.3  
Artist: Buck



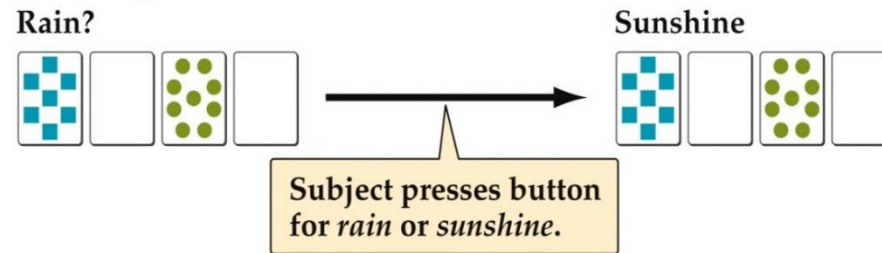
PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure A.14 (Part 1)  
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

A) Prozedurale Version der Wetter-Vorhersage-Aufgabe („WP“)

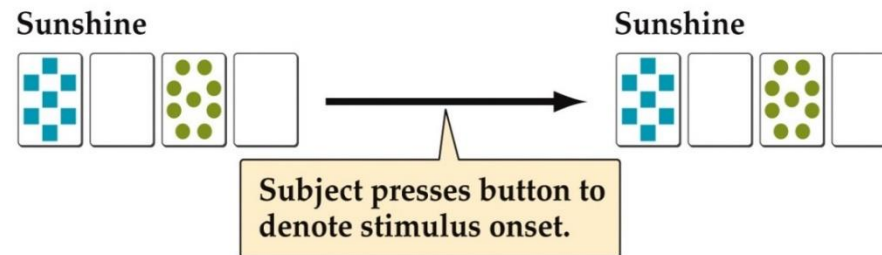
B) Deklarative Version: Intentionales Lernen von Assoziationen zwischen Kartenpaaren und den Worten „Sonnenschein“ oder „Regen“ („PA“)

(A)

Weather prediction (WP) task

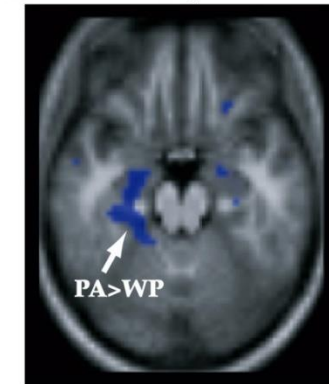


Paired-associate (PA) task



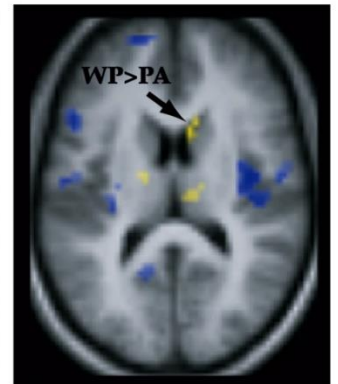
PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 8.18 (Part 1)  
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

Medialer  
Temporallappen  
(PA>WP)

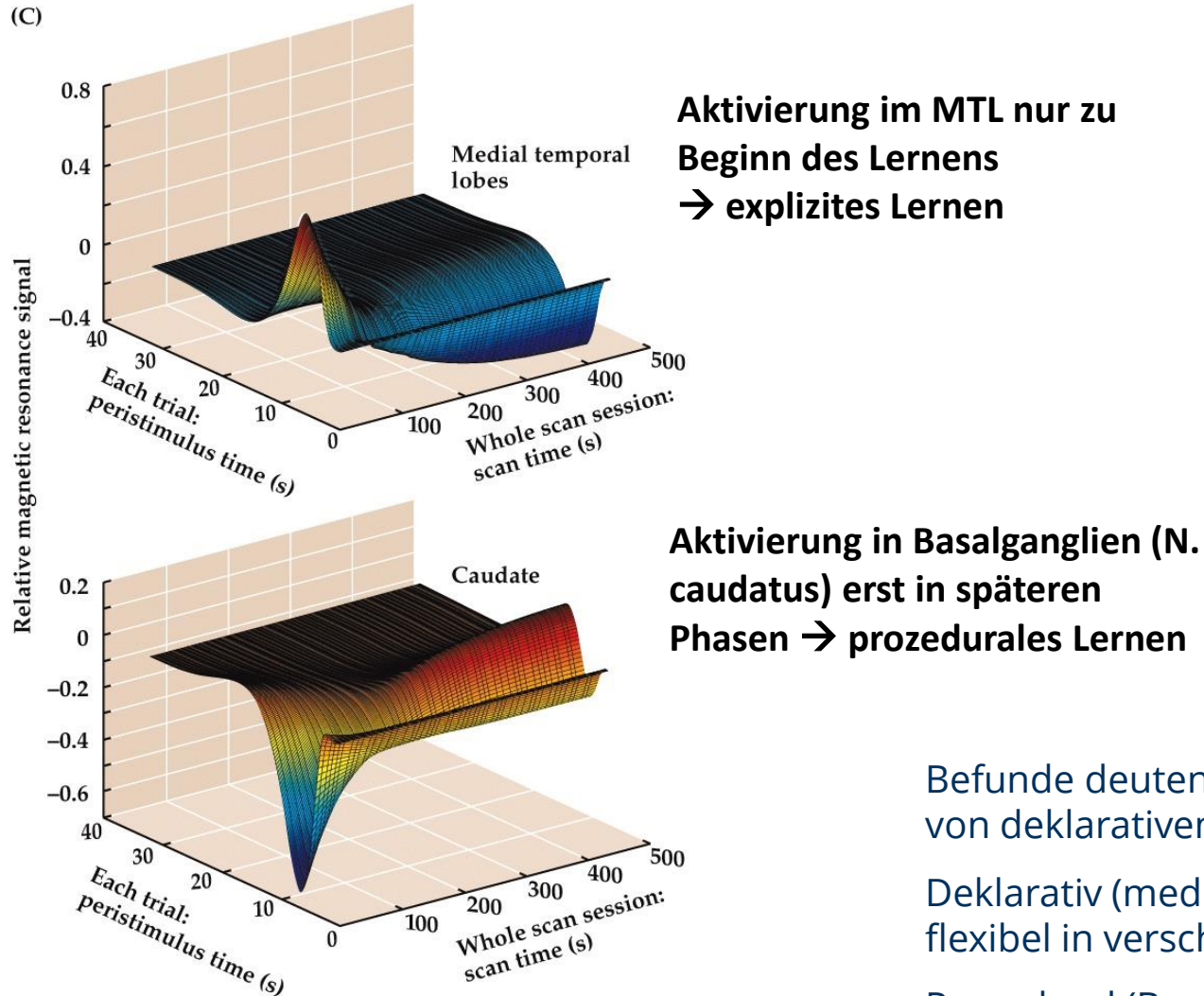


PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 8.18 (Part 2)  
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

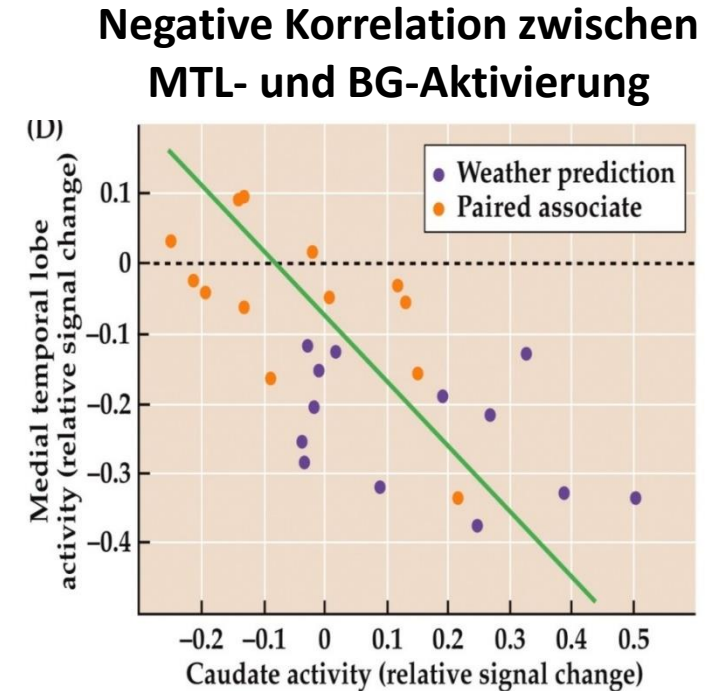
Basalganglien  
(Striatum)  
(WP>PA)



# fMRI Studie: Prozedurales Lernen vs. episodisches Gedächtnis



PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 8.18 (Part 3)  
© 2013 Sinauer Associates, Inc.



PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 8.18 (Part 4)  
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

Befunde deuten auf komplementäre Funktionen (oder sogar Konkurrenz) von deklarativen und prozeduralen Gedächtnissystemen hin

Deklarativ (medial-temporal): schneller Erwerb von explizitem Wissen, das flexibel in verschiedenen Situationen nutzbar ist

Prozedural (Basalganglien): langsamer Erwerb von Regularitäten und habituellen (unflexiblen) Reaktionen auf spezifische Reize

# Fazit

## Läsionen des Hippokampus und angrenzender Regionen im medialen Temporallappen

- führen zu massiven Beeinträchtigungen des bewussten Erinnerungsvermögens (anterograde Amnesie)
- lassen prozedurales Lernen von Fertigkeiten, Sequenzen und Regularitäten weitgehend intakt

## Kontroverse Fragen

- Wie unbewusst ist „implizites Wissen“?
- Was wird gelernt? (abstrakte Regeln, spezifische Exemplare, invariante Strukturen?)
- Was sind die Funktionsprinzipien deklarativer (hippokampus-abhängiger) und prozeduraler (hippokampus-unabhängiger) Gedächtnissysteme?
  - Bewusst vs. unbewusst?
  - Schnelles vs. langsames Lernen?
  - Relationen/episodische Bindungen/Kontexte/Konfigurationen vs. Einzelitems/invariante Muster/„Habits“?

# **Nicht-deklaratives Gedächtnis III:**

## **Priming und implizites Gedächtnis**

# Demonstrationsexperiment: Lernliste

**Praline**  
**sauer**  
**Zucker**  
**bitter**  
**gut**  
**Geschmack**  
**Zähne**  
**schön**  
**Honig**  
**Limonade**  
**Schokolade**  
**Herz**  
**Kuchen**  
**essen**  
**Pastete**

# Priming und implizites Gedächtnis

## Priming (= Bahnung, Erleichterung)

- förderliche Nachwirkung der Verarbeitung von Reizen auf die spätere Verarbeitung der gleichen oder ähnlicher Reize
- Primingeffekte zeigen sich im Verhalten, selbst wenn die Person nicht instruiert wird, sich bewusst an die Reize zu erinnern („indirekter Gedächtnistest“)

## Indirekte Gedächtnistests

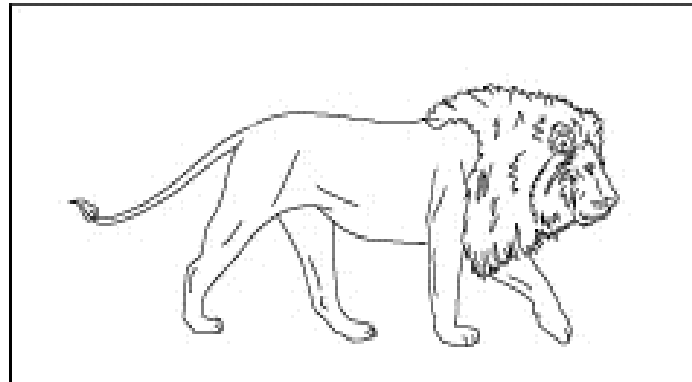
- Im Gegensatz zu expliziten Tests (Reproduktion, Rekognition) enthält die Instruktion keinen Verweis auf eine frühere Erfahrungsepisode, sondern Nachwirkungen früherer Erfahrungen werden indirekt aus dem Verhalten erschlossen
  - Fragment-Ergänzen
  - Wortstamm-Ergänzen
  - Erkennen fragmentierter Bilder
  - Identifikation tachistoskopisch dargebotener Worte



# Beispiele für indirekte Gedächtnistests

| Lernphase                                                                          | Testphase (alte vs. neue Items)                                                                                           |                                                                                       |                                                                                   |                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| FROSCH<br>TISCH<br>ELEFANT<br>COMPUTER<br>...                                      | <b>Wortfragment-<br/>ergänzen</b><br>F_O_C_<br>TI_C_<br>_AM_E<br>_L__A_T<br>Z_TT__                                        | <b>Wortstamm-<br/>ergänzen</b><br>FRO____<br>TIS____<br>LAM____<br>ELE____<br>ZET____ | <b>Kategorien-<br/>Exemplar-<br/>Generierung</b><br><br>TIER - ??<br>FRÜCHTE - ?? | <b>Tachistoskopische<br/>Identifikation</b><br><br>FROSCH<br>%#\$\$#\$ |
|  | <b>Bildfragment-<br/>ergänzen</b><br> |                                                                                       |                                                                                   |                                                                        |





# Demoexperiment: Wortfragment-Ergänzen

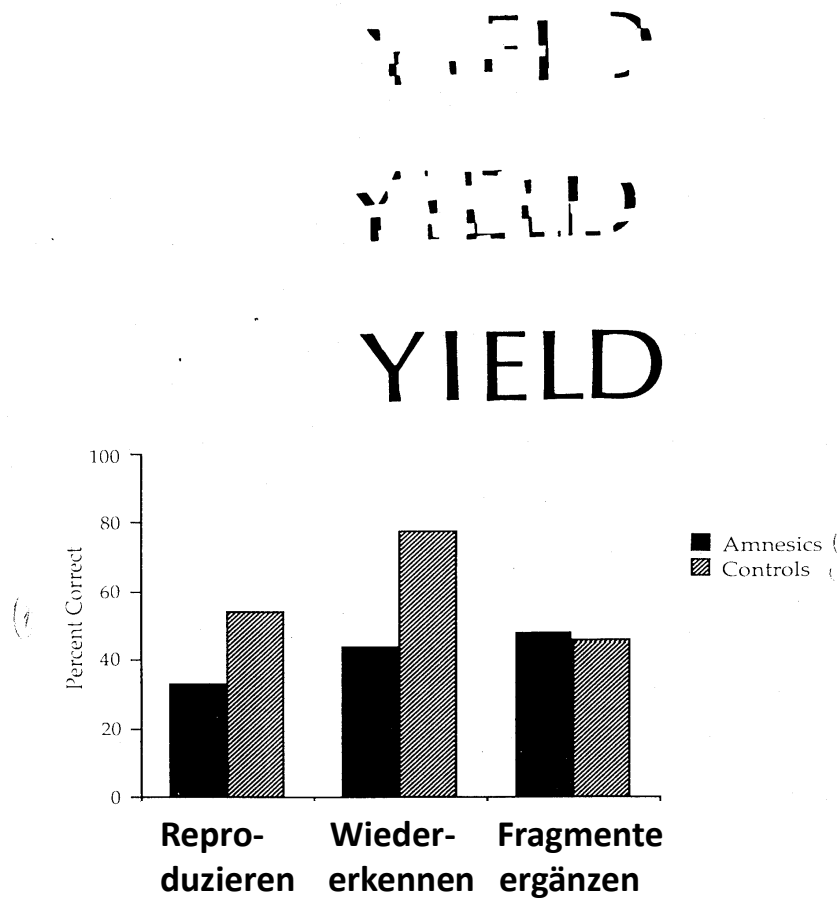
-i-c-  
Pr--in-  
-au-r  
Zu--e-  
-esc--a-k  
Ko-m-t-k  
-el-f-n  
F--r-ar-e

# Demoexperiment

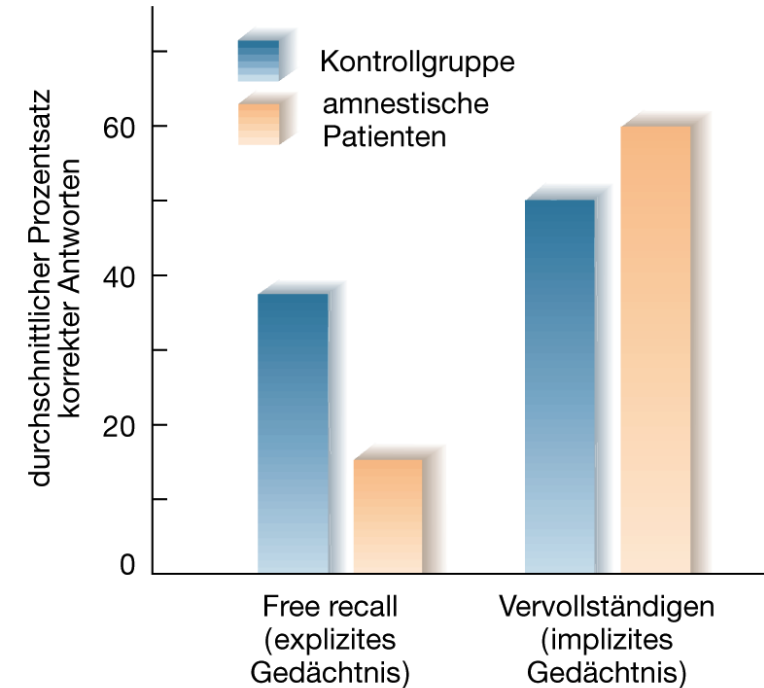
**Tisch**  
**Praline**  
**Geschmack**  
**Kosmetik**  
**sauer**  
**Telefon**  
**Zucker**  
**Fahrkarte**

**Zuvor gelesene Worte werden häufiger ergänzt als neue Worte =  
Priming**

# Dissoziation von explizitem Gedächtnis und Priming bei amnestischen Patienten



Amnestische Patienten zeigen beeinträchtigte Reproduktions- und Rekognitionsleistung, aber intaktes Priming beim Wortfragmentergänzen



**Abbildung 14.6:** Explizites und implizites Gedächtnis amnestischer Patienten und Kontrollpersonen. Die Leistung der amnestischen Patienten verschlechterte sich, wenn sie sich der zuvor gezeigten Wörter erinnern sollten, nicht aber, wenn sie gebeten wurden, das erste Wort, das ihnen einfiel, anzugeben. (Basiert auf Daten von Graf, Squire und Mandler, 1984.)

# Intaktes Priming bei einem amnestischen Patienten mit bilateraler Läsion des medialen Temporallappens

Lernphase: 24 Wörter einprägen

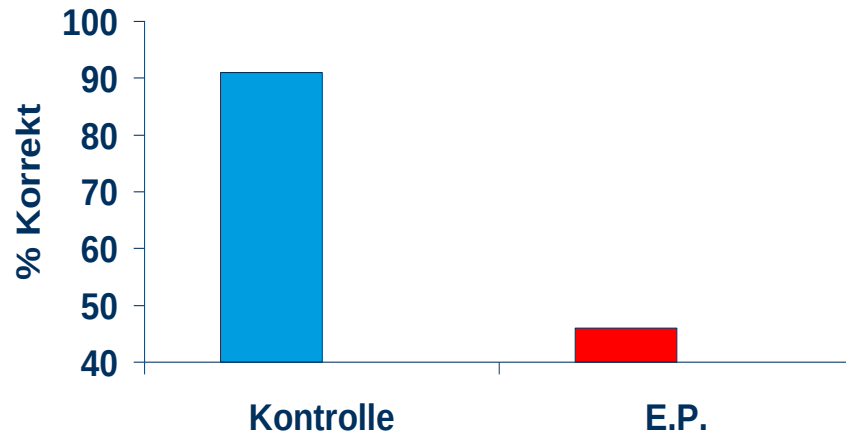
Rekognition

(„War das Wort in der Lernliste oder nicht?“)

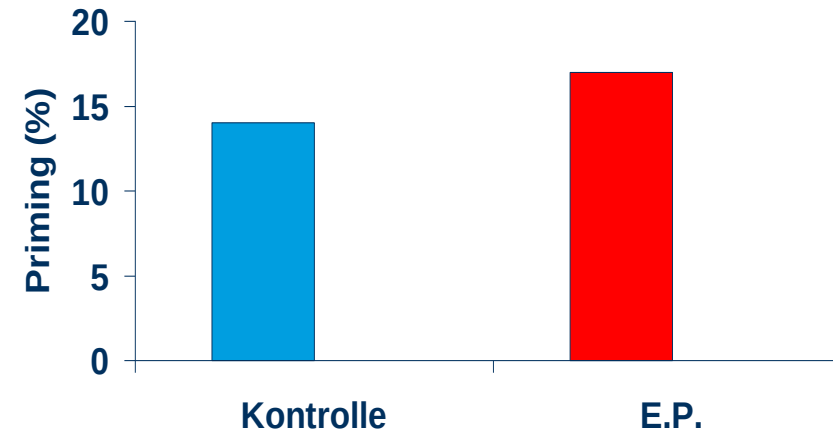
Priming

Tachistoskopische (25 ms) Wortidentifikation

Prozentsatz korrekt  
wieder erkannter Wörter

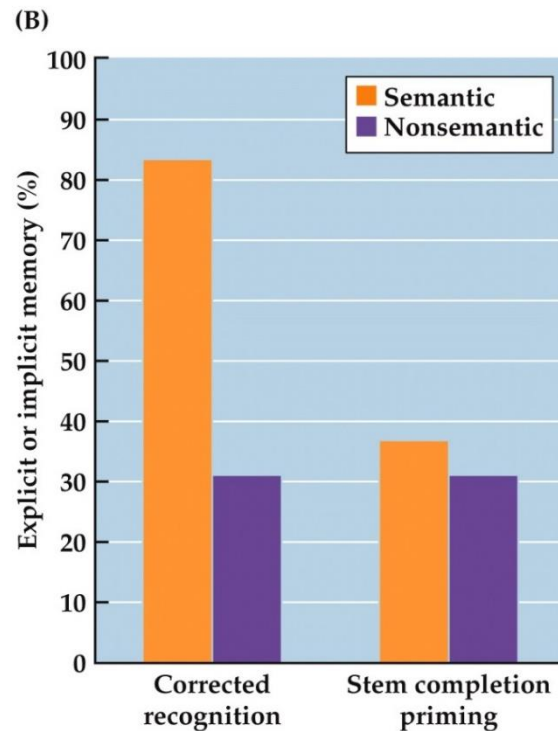


Differenz der Identifikationsrate  
(Alte minus neue Wörter)



# Dissoziation von deklarativem Gedächtnis und Priming: Effekte von semantischer Enkodierung und Modalitätswechsel zwischen Enkodieren und Test

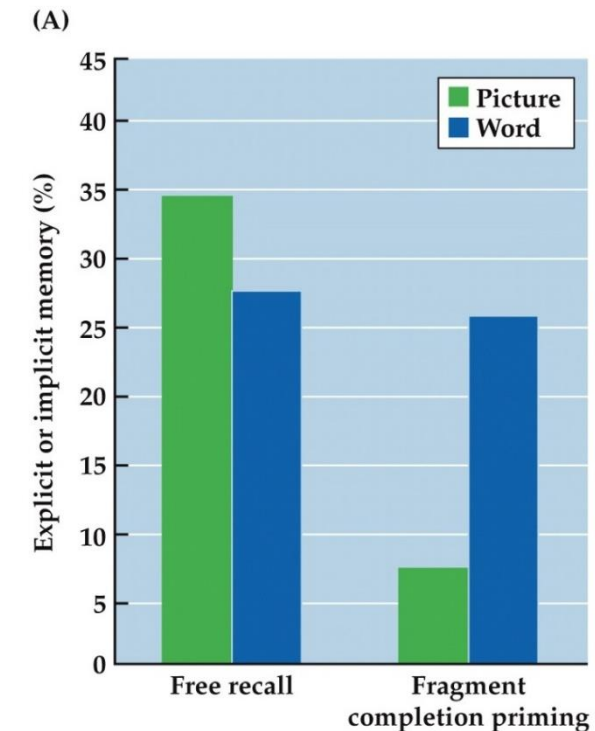
- **Lernen:** semantische oder nicht-semantische Verarbeitung
- **Test:** Rekognition oder Wortstammergänzen



PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 8.5 (Part 2)  
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

Graf & Mandler, 1984

- **Lernen:** Worte oder Bilder
- **Test:** Freie Reproduktion oder Wortfragment-Ergänzen



PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 8.5 (Part 1)  
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

Weldon & Roediger, 1987

Graf, P., & Mandler, G. (1984). Activation makes words more accessible, but not necessarily more retrievable. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23(5), 553-568.

Weldon, M. S., & Roediger, H. L. (1987). Altering retrieval demands reverses the picture superiority effect. *Memory & Cognition*, 15(4), 269-280.

# Effekte eines Modalitätswechsels zwischen Enkodieren und Test

## Lernphase:

- Probanden schätzten Attraktivität von Stimuli ein
  - visuelle Wörter
  - akustische Wörter
  - Bilder

## Vier indirekt Tests:

- Wortfragment Ergänzung
- Wortstamm-Ergänzung
- Anagramme lösen
- Wortidentifikation

## Primingeffekte (relativ zu den Basisraten in den vier Tests)

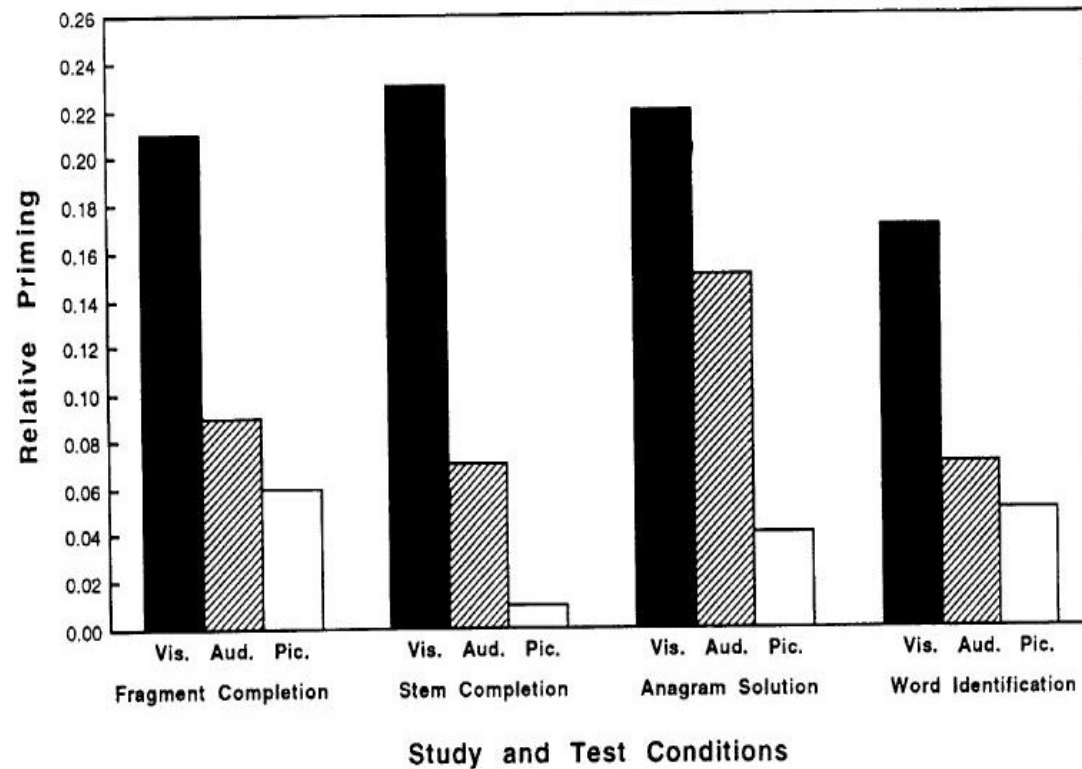


Figure 1. Relative priming for the four implicit memory tasks. (Priming for the visual condition is combined across same and different typefaces. Vis. = visual. Aud. = auditory. Pic. = pictorial.)

# Hypothese der „perzeptuellen Repräsentationssysteme“

Annahme: Implizite Primingeffekte spiegeln Prozesse in „präsemantischen perzeptuellen Repräsentationssystemen“ (PRS)

- z.B. System für die Verarbeitung von visuellen Wortformen
- z.B. System für die Verarbeitung dreidimensionaler Objekte

Reize, die bereits dargeboten und verarbeitet wurden, erfordern bei erneuter Darbietung weniger Verarbeitungsaufwand (= Priming) innerhalb des beteiligten PRS

Unterschied zu deklarativem / episodischen Gedächtnis: Die Veränderungen finden direkt in neokortikalen Systemen statt (keine Beteiligung des Hippokampus)

Wie kann man das überprüfen?



# Hypothese der „perzeptuellen Repräsentationssysteme“

(Schacter et al., 1991, 1998)

## Annahme:

- perzeptuelles Repräsentationssystem für 3-D-Objekte kann nur kohärente Repräsentationen von Objekten erzeugen, die in der 3-D-Welt möglich sind

## Vorhersage:

- Primingeffekte sollten sich nur für mögliche, nicht aber für „unmögliche“ Objekte zeigen, die es in der 3-D-Welt nicht geben kann

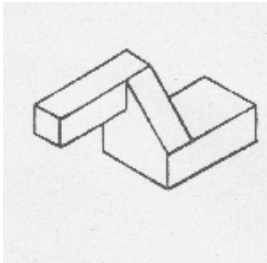
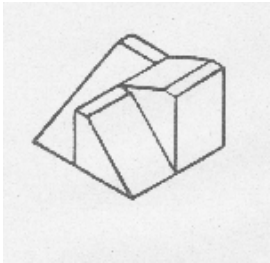
# Priming und „perzeptuelle Repräsentationssysteme“

## Methode

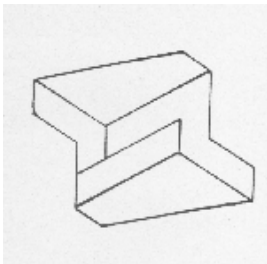
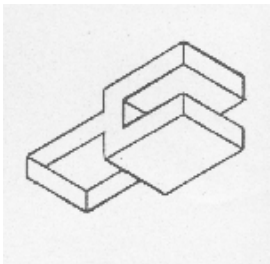
Lernphase: Darbietung möglicher u. unmöglicher Objekte

Testphase: Darbietung alter u. neuer Objekte (100 ms)

Probanden sollten so schnell wie möglich entscheiden, ob Objekte 3-dimensional möglich sind oder nicht

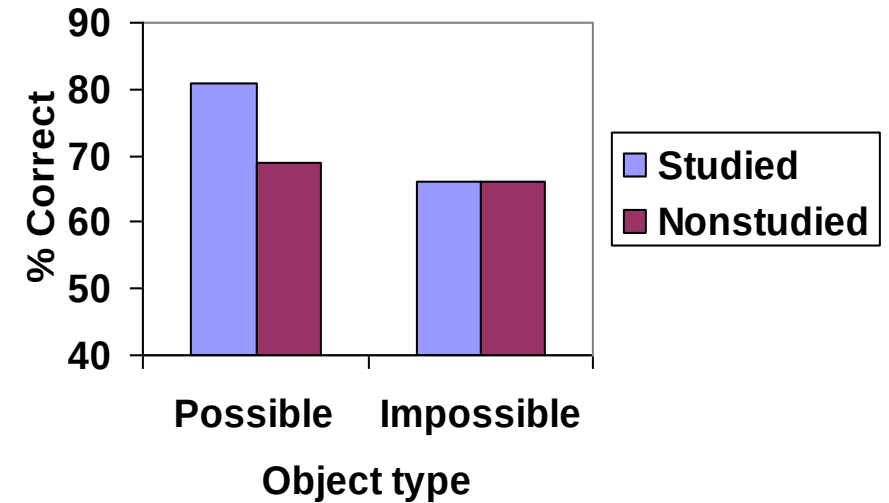


**Möglich**



**Unmöglich**

Object decision performance



## Schlussfolgerung

- Objekt-Priming beruht auf perzeptuellem Repräsentationssystem, das 3-D-Objekte repräsentiert
- Diese System kann keine Repräsentationen unmöglicher Objekte generieren → daher kein Priming für unmögliche Objekte

# Untersuchung zum impliziten Priming mit bildgebenden Verfahren

**Lernphase:** Vpn lasen Liste von Wörtern

PFERD, TASCHE, TISCH usw.

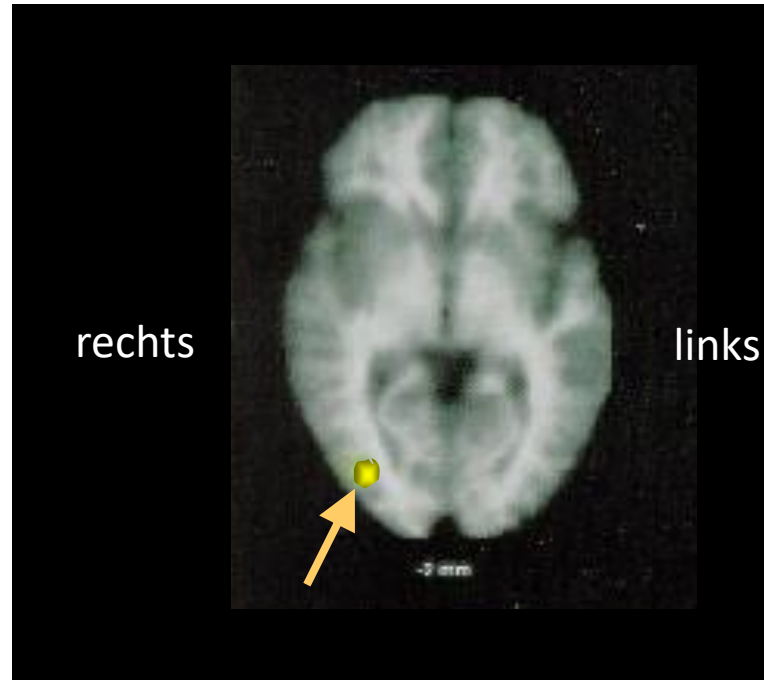
**Expliziter Test:** Vpn sollen Wortstämme mit Worten aus der Lernliste ergänzen

TAS\_\_

**Impliziter Test:** Vpn sollen Wortstämme mit dem ersten Wort ergänzen, das ihnen in den Sinn kommt

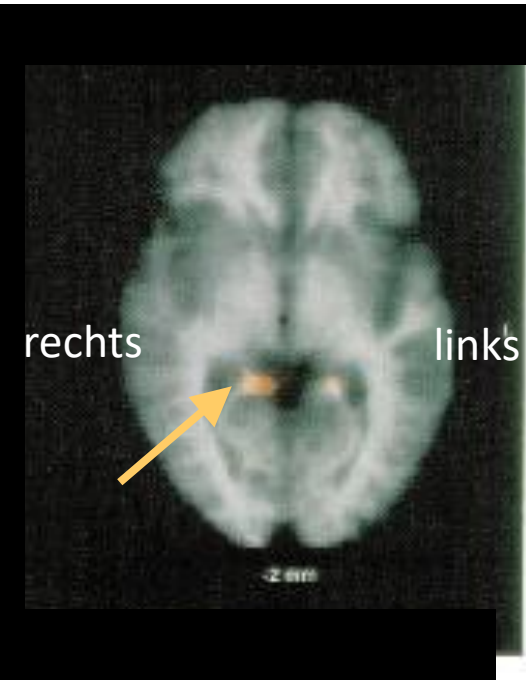
TAS\_\_

Priming  
(neue – alte Wörter)



*Reduzierte* Aktivierung in Region des rechten Okzipitalkortex, die an der Verarbeitung visueller Wortformen beteiligt ist

Episodisches Gedächtnis  
(Reproduktion – Kontrollbedingung)



*Erhöhte* Aktivierung im medialen Temporallappen

# Objekt-Priming in einer ereigniskorrelierten fMRT Studie

- Aufgabe: Bewegt sich ein Objekt (Fahrrad) oder nicht (Baum)?
- Darbietung neuer Objekte und zuvor bereits gezeigter Objekte

**Wiederholte Objekte lösen geringere Aktivität in Regionen des rechten visuellen Kortex als neue Objekte (= neuronales Korrelat von Priming)**

Region



Time-course For Selectively Averaged Event Types



# Priming und implizites Gedächtnis: Schlussfolgerungen

Erfahrungen können die spätere Verarbeitung von Reizen beeinflussen, auch wenn sich Personen nicht bewusst an die Reize erinnern

Perzeptuelle Primingeffekte werden durch Änderungen der Oberflächenmerkmale der Reize reduziert

Unbewusste Nachwirkungen von Erfahrungen („Priming“) sind unabhängig von den medial-temporalen Gehirnstrukturen, die notwendig für das episodische Gedächtnis sind

Wiederholte Darbietung der gleichen Reize reduziert neuronale Aktivität in Regionen des visuellen Kortex

Perzeptuelles Priming spiegelt vermutlich residuale Aktivierung (und/oder strukturelle Veränderungen) in domänenspezifischen perzeptuellen Repräsentationssystemen in sensorischen Kortexregionen

---

Gibt es auch Evidenz für die umgekehrte  
Dissoziation (beeinträchtigtes implizites Priming  
bei intaktem deklarativen Gedächtnis)?

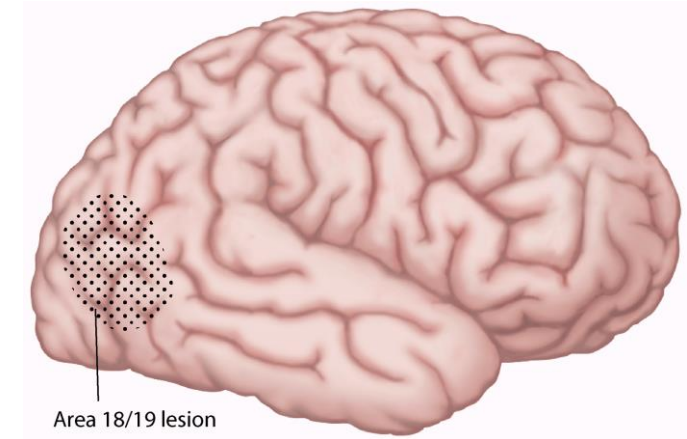
# Doppelte Dissoziation zwischen deklarativem Gedächtnis und perzeptuellem Priming bei Patient M.S.

## Patient M.S.

- 29-jähriger Mann, bei dem im Alter von 14 J. große Teile des rechten Okzipitallappens (primärer und große Teile des sekundären visuellen Kortex; BA17, BA18, z.T. BA19) entfernt wurden, um eine nicht behandelbare Epilepsie einzudämmen
- Blindheit im linken visuellen Feld
- Neuropsychologisch intakte Leistungen, normale bis überdurchschnittliche Intelligenz

Kontrollgruppe 1: Amnestische Patienten  
(Korsakoffkrankheit; Epilepsie)

Kontrollgruppe 2: Fünf gesunde Kontrollprobanden



(A)



PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 8.3 (Part 1)  
© 2013 Sinauer Associates, Inc.



# Doppelte Dissoziation zwischen deklarativem Gedächtnis und perzeptuellem Priming bei Patient M.S.

## Lernphase:

- 24 Worte für je 2 Sek. lesen

## Testsphase

### (1) Perzeptuelle Identifikation

- Worte wurden für 16 ms dargeboten und dann maskiert
- Darbietungszeit wurde schrittweise erhöht, bis die Versuchsteilnehmer/innen das Wort lesen konnten
- A.V.: minimale Darbietungszeit, bei Wort gelesen werden konnte

### (2) Rekognitionstest

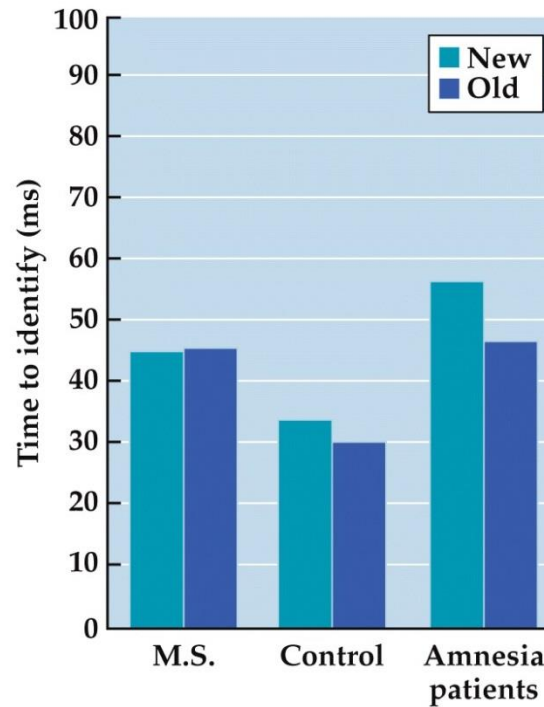
M.S.: kein Priming

Amn.: intaktes Priming

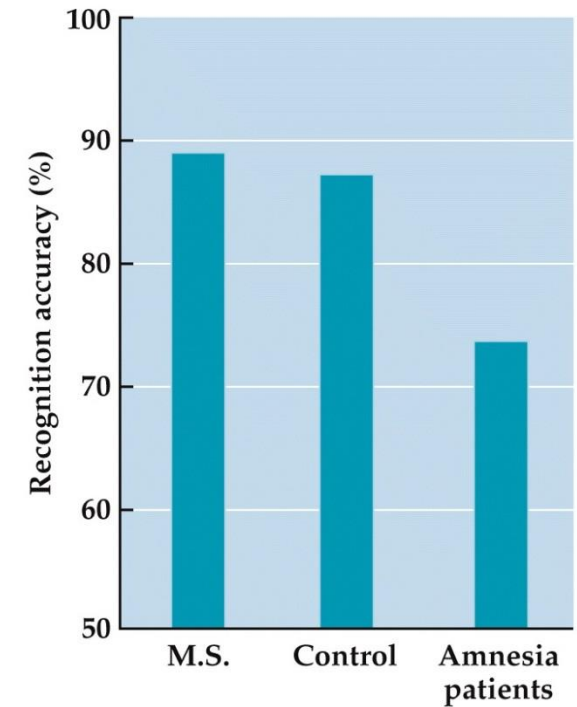
M.S.: intakte Rekognition

Amn.: Beeinträchtigte Rek.

(B) Implicit test



(C) Explicit test



PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 8.3 (Part 2)  
© 2013 Sinauer Associates, Inc.



# **Implizite Primingeffekte bei hirngesunden Probanden**

# Implizites Gedächtnis bei hirngesunden Probanden und das Kontaminationsproblem

Wie kann man ausschließen, dass die Leistung in einem „indirekten“ Test auf explizitem Gedächtnisabruf beruht?

Z.B. Wortfragment-Ergänzen: Vp könnte Wortfragmente als Hinweise nutzen, um sich bewusst an Worte aus der Lernphase zu erinnern (*cued recall*)

Lösungsansätze:

- funktionale Dissoziationen
- stochastische Unabhängigkeit
- Prozessdissoziation

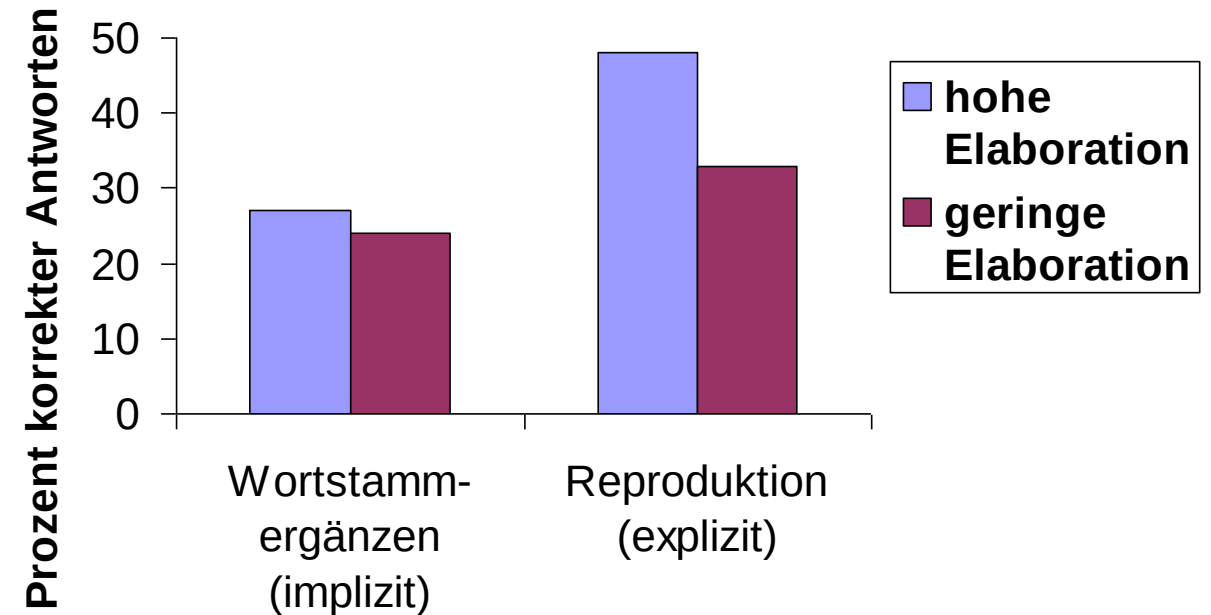
# Beispiel einer funktionalen Dissoziation zwischen explizitem und implizitem Gedächtnis

## Lernphase

- Niedrige Elaboration: Liste mit Worten lesen
- Hohe Elaboration: Sinnvollen Satz zu jedem Wort generieren

## Test

- Indirekter Test: Wortfragmente mit erstem Wort ergänzen, dass in den Sinn kommt
- Direkter Test: Die zuvor dargebotenen Worte reproduzieren



# Effekte unterschiedlicher Enkodierprozesse auf direkte und indirekte Gedächtnistests

## Lernphase

- *Semantische Verarbeitung*: Worte bzgl. ihrer Angenehmheit einschätzen ()
- *Graphemische Verarbeitung*: Zählen, wie viele Buchstaben mit Kurven („c“, „g“) in den Worten vorkommen

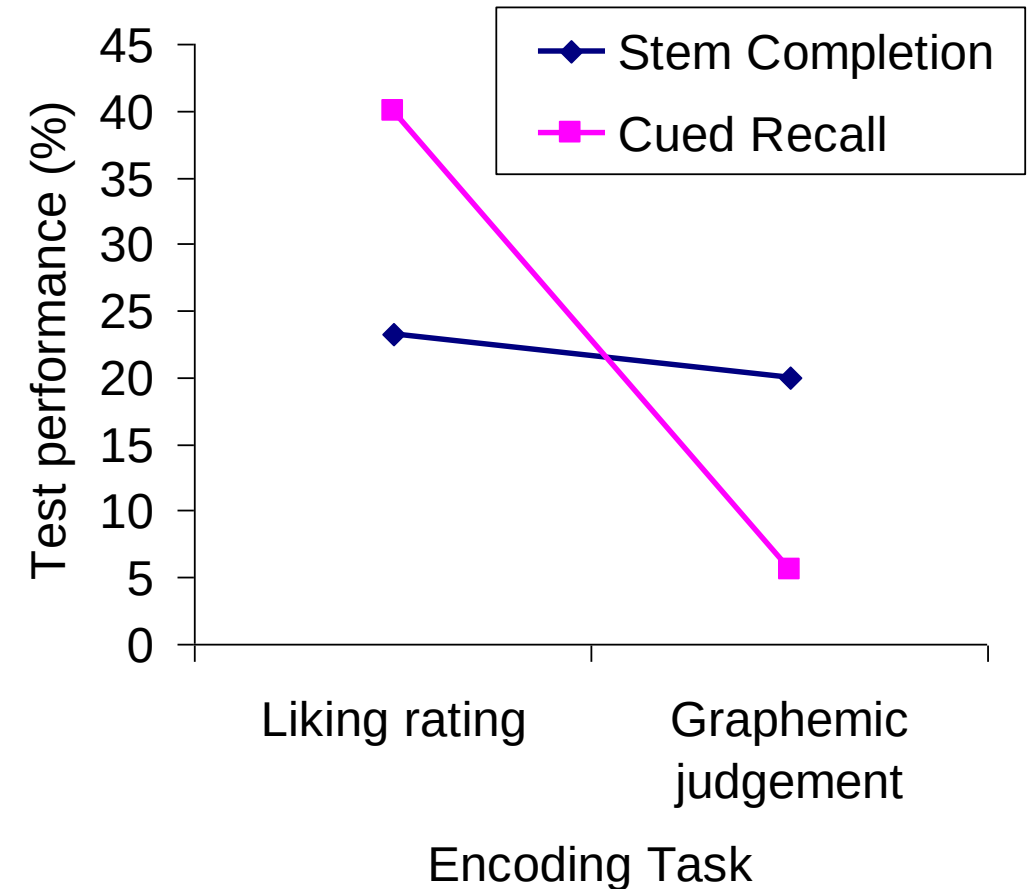
## Gedächtnistest

- *Direkt (cued recall)*: Wortstämme mit zuvor gelesenen Worten ergänzen
- *Indirekt*: Wortstämme mit dem ersten Wort ergänzen, das in den Sinn kommt (z.B. ELE\_\_\_\_\_)

## Ergebnisse

- Semantische Enkodierung verbessert explizites Gedächtnis
- Art der Enkodierung hat keinen signifikanten Effekt auf Leistung im indirekten Test

Dissoziation von implizitem und explizitem Gedächtnis



# Zusammenfassung: Dissoziationen zwischen direkten und indirekten Gedächtnistests

## Semantische Enkodierung / Elaboration

- verbessert Leistung in direkten Tests (Reproduktion, Rekognition)
- hat oft keine (oder sehr kleine) Effekte auf Primingeffekte in indirekten Tests

## Wechsel der Darbietungsmodalität

- Reduziert Primingeffekte in indirekten Tests
- Hat meist keine Effekte auf direkte Tests

# Theoretische Erklärungen für Dissoziationen zwischen direkten und indirekten Gedächtnistests

## Hypothese der multiplen Gedächtnissysteme

- Leistungen in direkten und indirekten Tests liegen unterschiedliche Gedächtnissysteme zugrunde (deklarativ vs. prozedural; implizit vs. explizit)
  - Dissoziationen zwischen Gedächtnistests
  - Intakte prozedurale/implizite Gedächtnisleistungen bei amnestischen Patienten
  - Neuroimaging-Studien

## Hypothese der unterschiedlichen Prozesse

- Dissoziationen zwischen direkten und indirekten Tests werden durch unterschiedliche Prozesse verursacht
- Prinzip der transfer-angemessenen Verarbeitung
- Z.T. Dissoziationen zwischen verschiedenen impliziten Tests!

## Mögliche Integration beider Perspektiven

- Systeme sind nicht durch den Bewusstseinsstatus der Information, sondern durch ihre Funktionsprinzipien und Prozesscharakteristiken definiert
  - Deklaratives Gedächtnis: relationale Enkodierung und schnelle Merkmalsbindung
  - Nicht-deklaratives Gedächtnis: Speicherung isolierter Reize und inkrementelles Lernen von Fertigkeiten und Regularitäten

Gedächtnisformen  
Aufgaben  
Hirnregionen

