

Vorlesung Lernen und Gedächtnis
Modul A2 – WS 2020/21

Kognitive Neurowissenschaft des Gedächtnisses: Amnesien und das medial-temporale Gedächtnissystem

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 + 9).

Übersicht

Das Problem der Lokalisation des Gedächtnisses

Amnesien und das medial-temporal Gedächtnissystem

Funktionelle Bildgebungsstudien zur Rolle des Hippokampus beim episodischen Gedächtnis

Dissoziationen zwischen episodischem Erinnern und Vertrautheit

Konsolidierung und Interaktionen zwischen Hippokampus und Neokortex

Rekonsolidierung

Fragen zur Neuropsychologie des Gedächtnisses

Welche Hirnstrukturen sind an Gedächtnisleistungen beteiligt?

Werden Gedächtnisinhalte an bestimmten Orten im Gehirn gespeichert?

Gibt es unterschiedliche Gedächtnissysteme (und wenn ja: welche und wie viele)?

Was sind die Funktionsprinzipien unterschiedlicher Gedächtnissysteme?

Karl Lashley (1950): „In search of the engram“



Lashley trainierte Ratten, Futter in einem Labyrinth finden

Nach dem Lernen zerstörte er unterschiedliche Teile der Hirnrinde
Gedächtnisfehler hingen von *Menge* zerstörten kortikalen Gewebes ab; *Ort* der Läsion spielte geringere Rolle

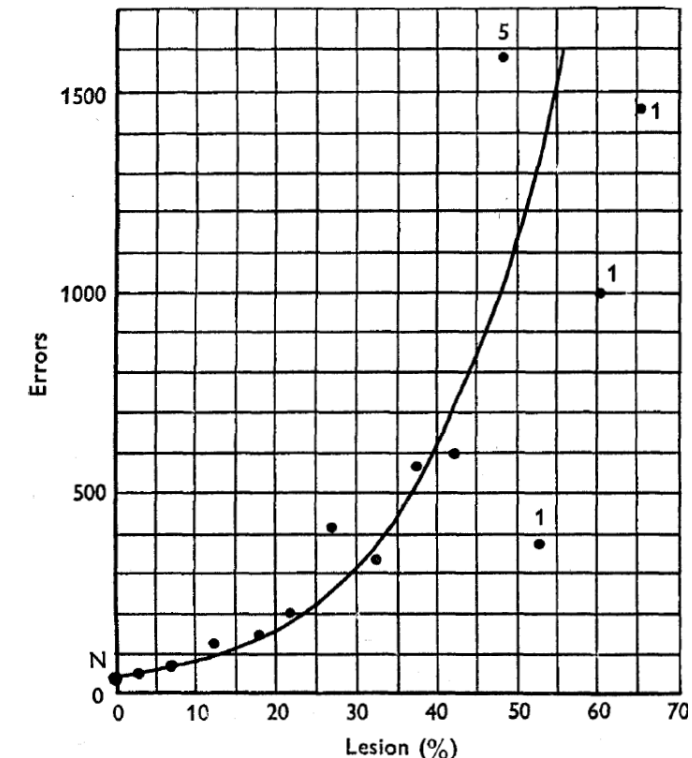
Lashley schloss daraus:

- Verschiedene kortikale Areale sind gleichermaßen für das Lernen geeignet (Äquipotentialitätsthese)
- Gedächtnisspuren sind nicht an einem Ort lokalisiert, sondern über den Kortex verteilt

Kritik:

- Die Ratten nutzten u.U. Informationen aus unterschiedlichen Sinnesmodalitäten
- Keine Untersuchung subkortikaler Strukturen

Fehler beim Labyrinth-Lernen als Funktion des Ausmaßes kortikaler Läsionen bei Ratten



Übersicht

Das Problem der Lokalisation des Gedächtnisses

Amnesien und das medial-temporal Gedächtnissystem

Funktionelle Bildgebungsstudien zur Rolle des Hippokampus beim episodischen Gedächtnis

Dissoziationen zwischen episodischem Erinnern und Vertrautheit

Konsolidierung und Interaktionen zwischen Hippokampus und Neokortex

Rekonsolidierung

Der Fall H.M.

(Henry Gustav Molaison, 1926-2008)

Patient mit schwerer Epilepsie seit 10. Lebensjahr

1953 im Alter von 27 Jahren operative bilaterale Entfernung großer Teile des medialen Temporallappens (inkl. des anterioren Hippocampus) als ultima ratio zur Eindämmung der Epilepsie

Nach der OP:

- Normale Intelligenz, Intakte Wahrnehmung, Sprache
- Intaktes Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis (normale Gedächtnisspanne)

Massive anterograde Amnesie

- Verlust der Fähigkeit, neue Ereignisse oder Fakten zu behalten
- Erinnert sich nach wenigen Minuten der Ablenkung nicht mehr an ein Gespräch

Retrograde Amnesie

- Beeinträchtigte Erinnerung an Ereignisse, die vor der Operation stattfanden
- Aber: Erinnerung an weit zurückliegende Ereignisse (> 11 Jahre vor der Operation) ist erhalten



"Henry Molaison, aged 60, at MIT in 1986. Photograph by Jenni Ogden, first published in her book "Trouble in Mind: Stories from a Neuropsychologist's Casebook."

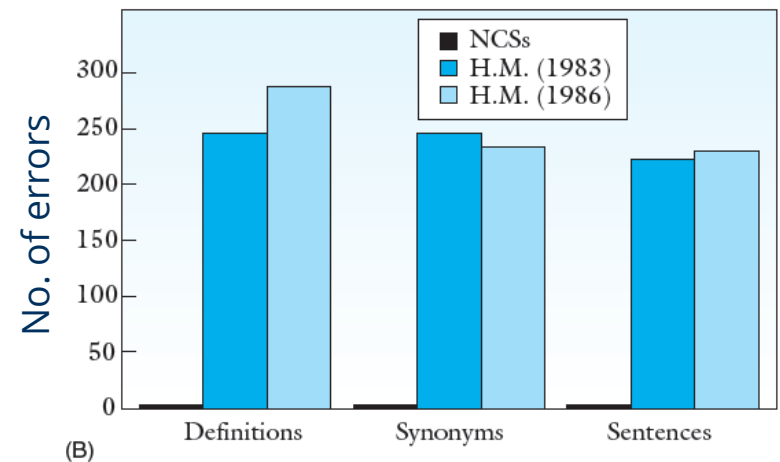
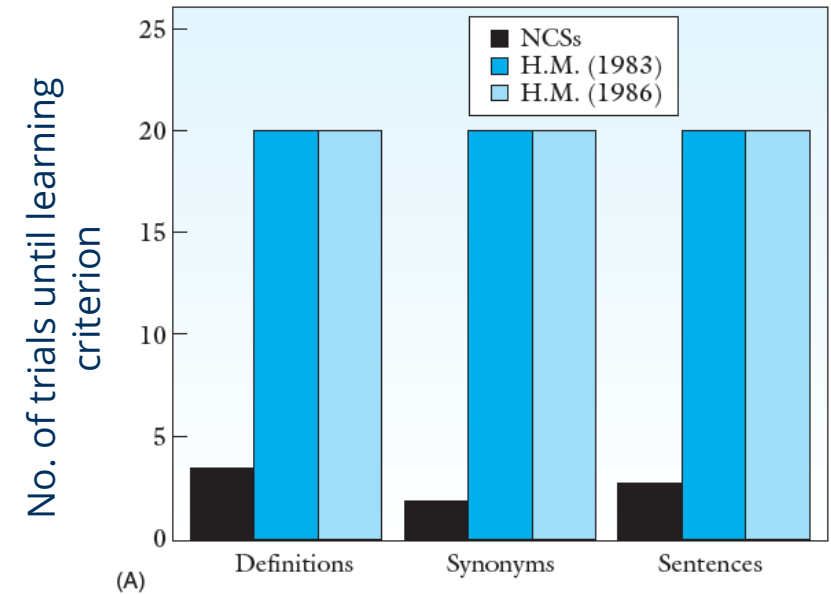
Copyright © 2020 by Macmillan Learning.

H.M.

“Every day is alone in itself, whatever enjoyment I’ve had, and whatever sorrow I’ve had.... Right now I’m wondering, have I done or said something amiss? You see, at this moment everything looks unclear to me, but what happened just before? That’s what worries me. It’s like waking from a dream; I just don’t remember.”

H.M.: Beeinträchtigung beim Lernen und Abrufen neuer Fakten

- H.M. und neurologisch gesunde Kontrollprobanden sollten Definitionen von Worten lernen, die sie vorher nicht kannten
- Auswahl der korrekten Definition, eines Synonyms oder passenden Satzrahmens

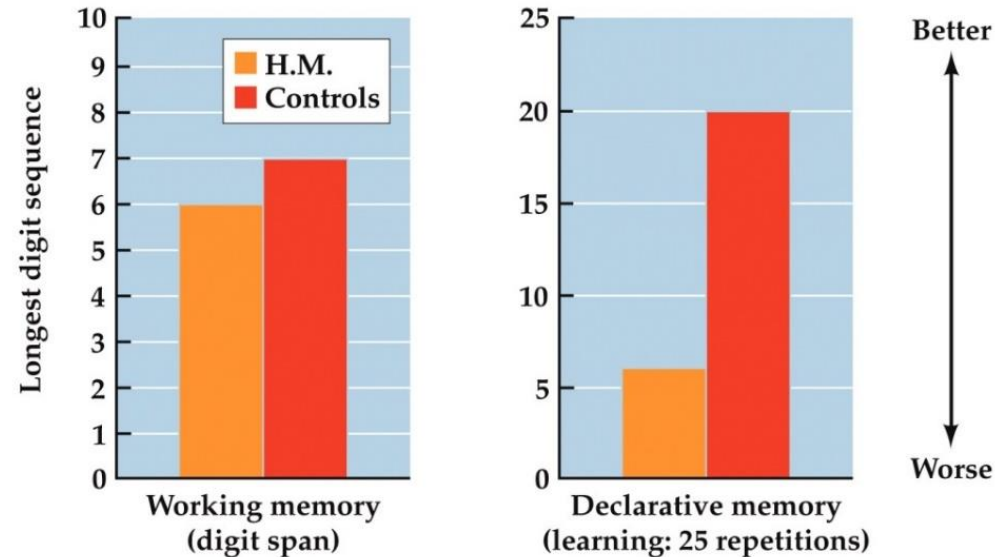


© 2011 Cengage Learning

Dissoziation von Arbeitsgedächtnis und deklarativem Gedächtnis

Patient H.M.: Läsion im bilateralen anterioren medialen Temporallappen

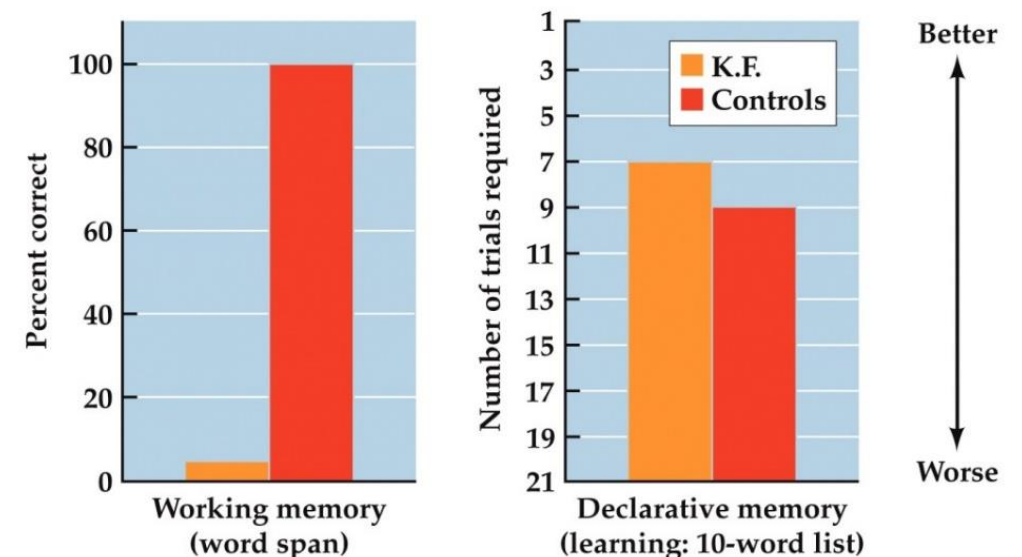
(B) Patient H.M. (amnesic): Preserved working memory versus impaired declarative memory



PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 8.2 (Part 2)
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

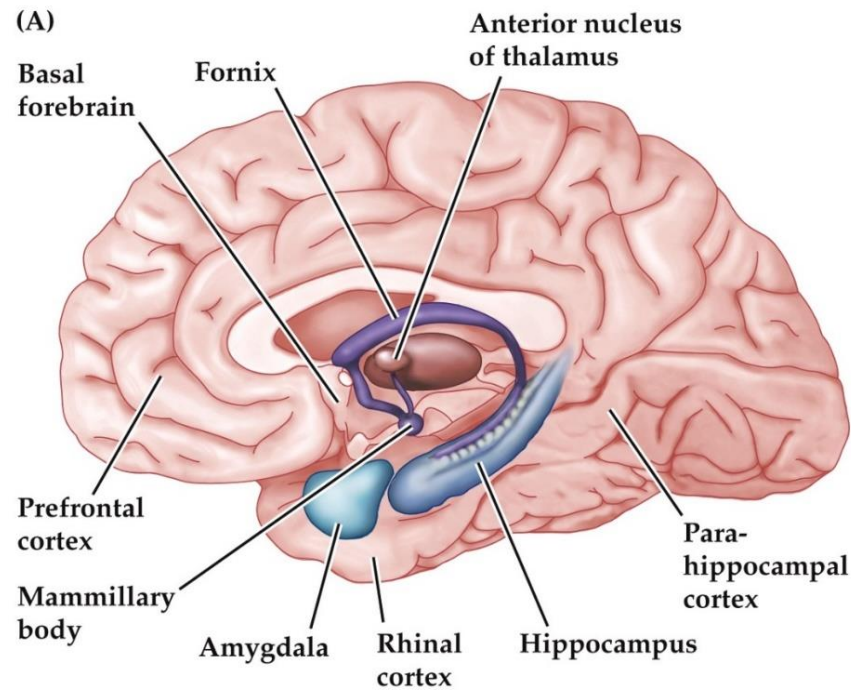
Patient K.F.: Läsion im linken temporoparietalen Kortex

(A) Patient K.F.: Impaired working memory versus preserved declarative memory



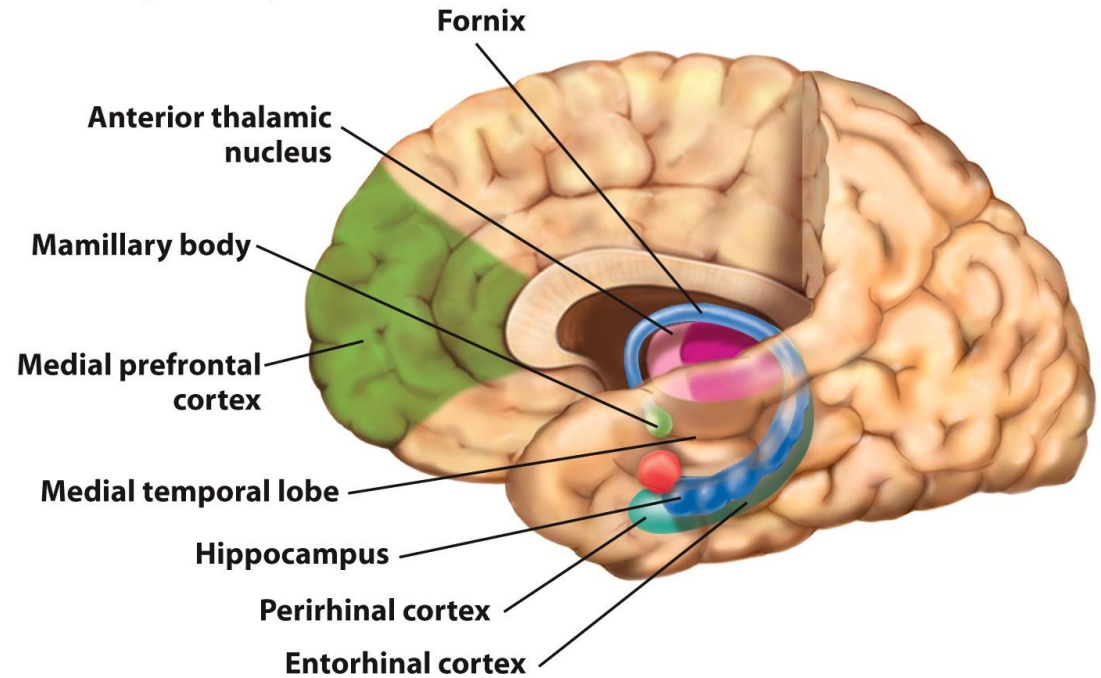
PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 8.2 (Part 1)
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

Medial-temporales Gedächtnissystem



PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Box 9A (Part 1)
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

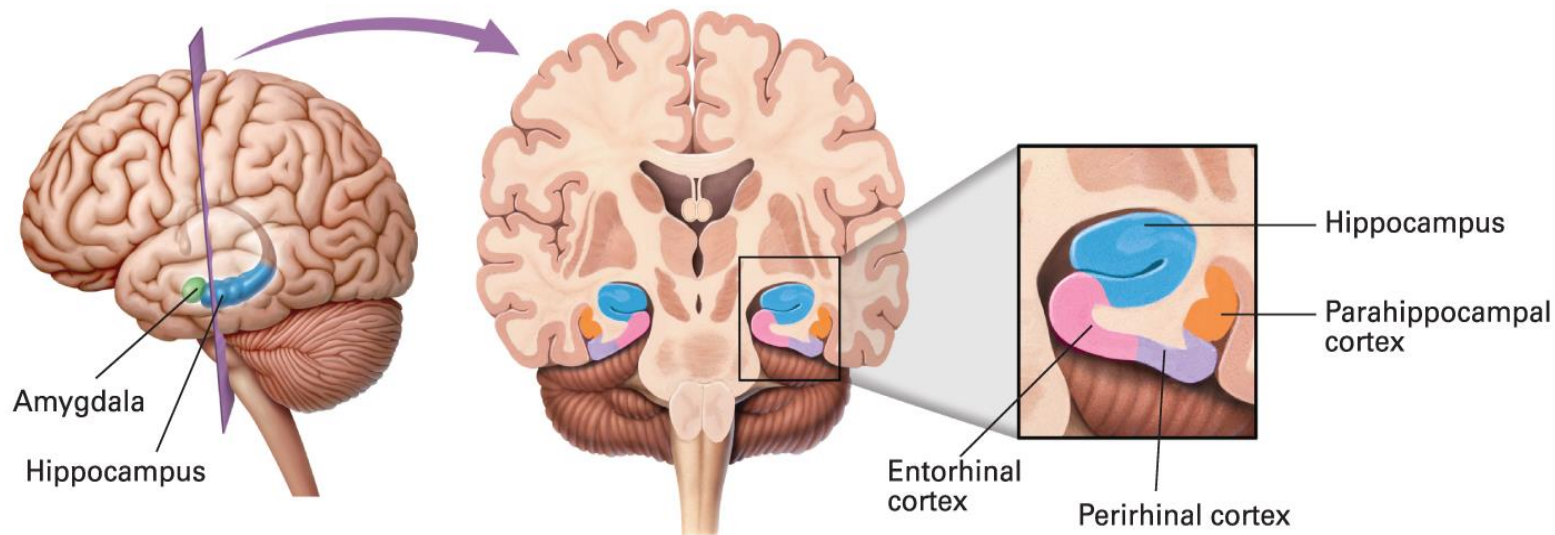
The anatomy of memory



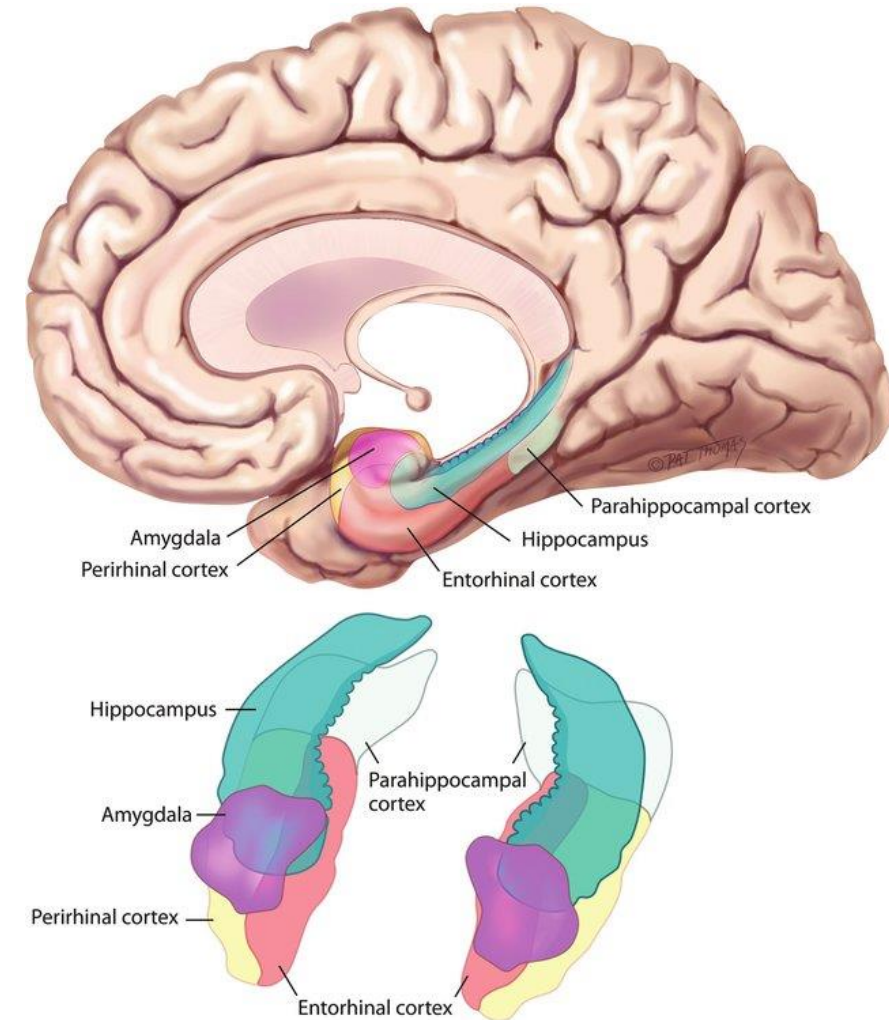
Gazzaniga et al. *Cognitive Neuroscience* (4th ed.). © 2014 W.W.Norton

Medial-temporales Gedächtnissystem

Der mediale Temporallappen umfasst den Hippocampus, die Amygdala und nahegelegene kortikale Bereiche, einschließlich des entorhinalen Kortex, des perirhinalen Kortex und des parahippocampalen Kortex

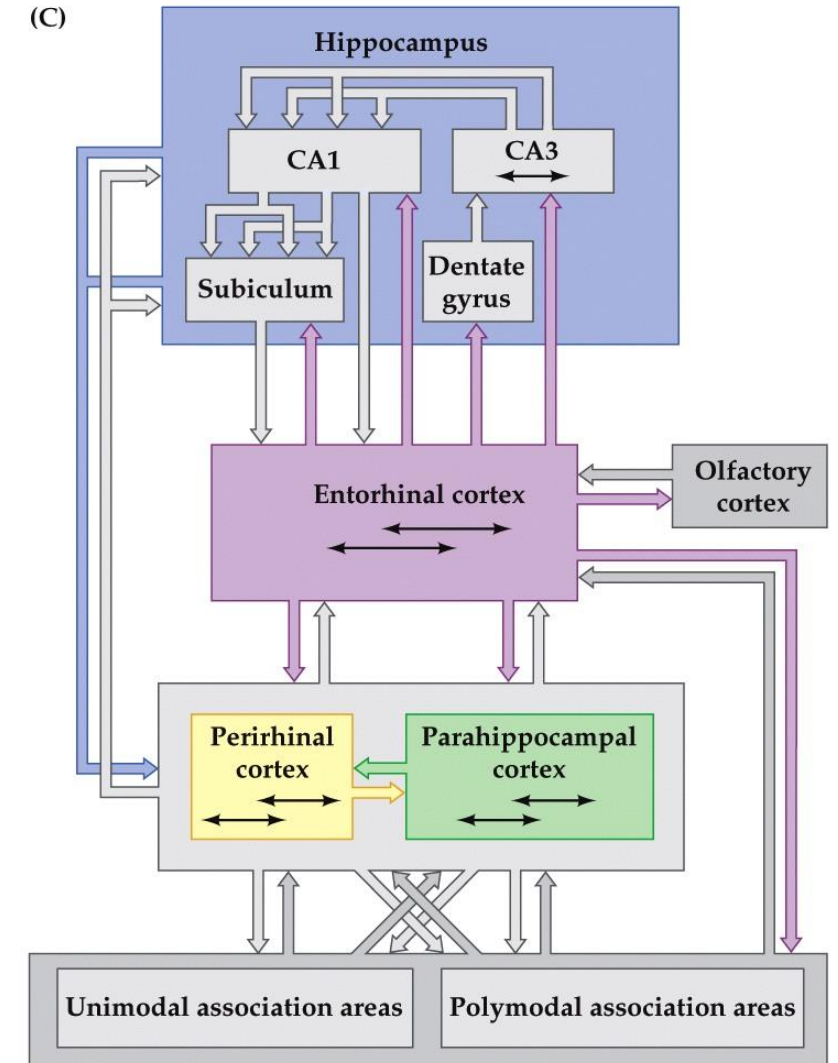
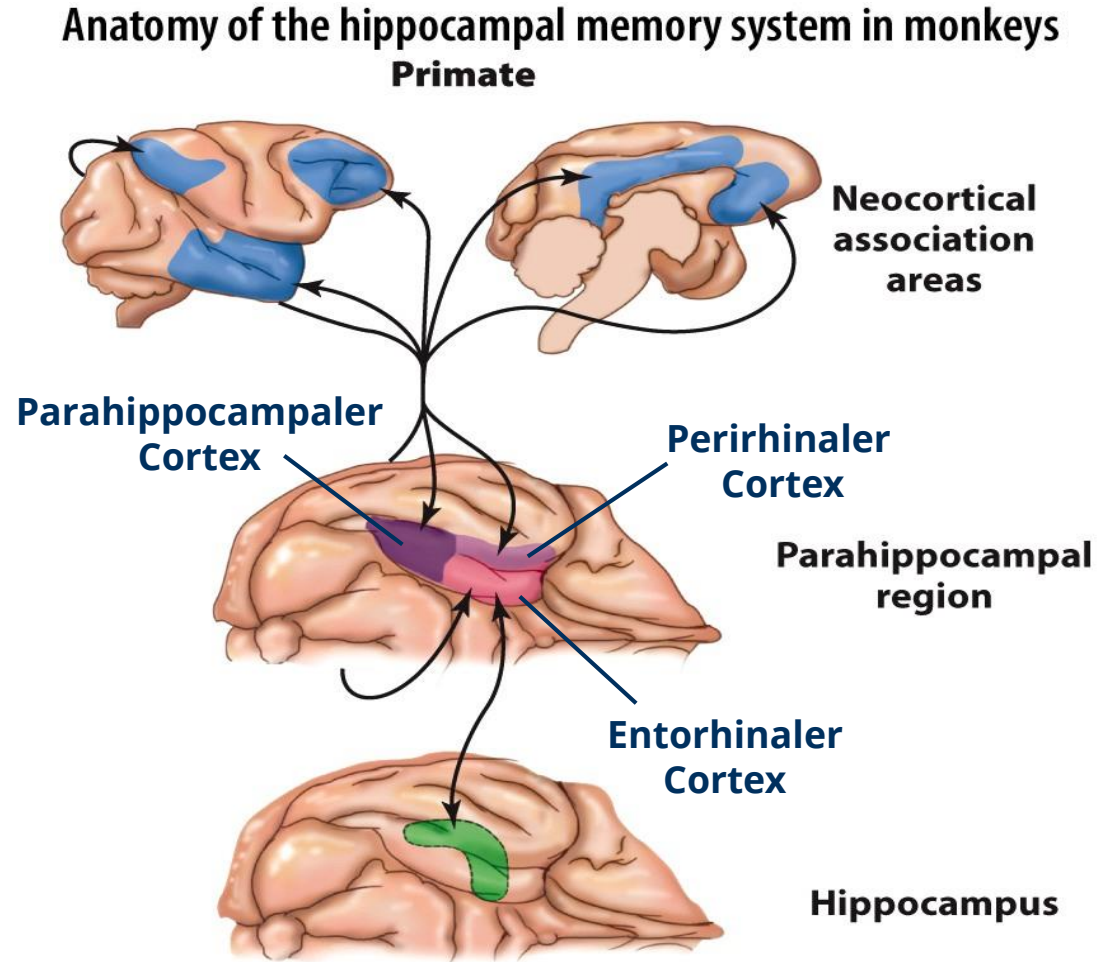


Gluck et al., *Learning and Memory*, 4e, © 2020 Worth Publishers



© Purves et al. Sinauer Associates; 2008.

Medial-temporales Gedächtnissystem



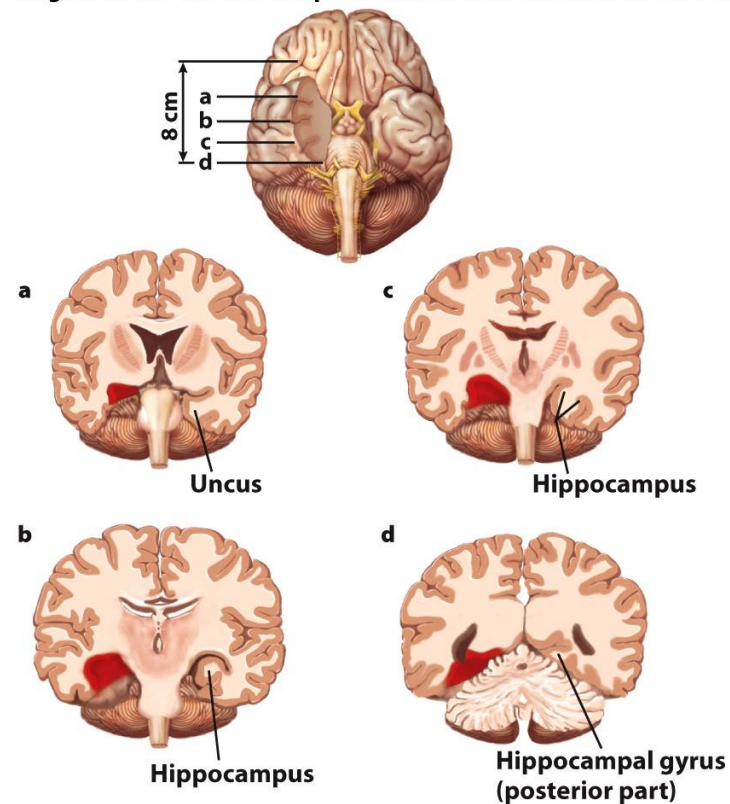
PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Box 9A (Part 3)

© 2013 Sinauer Associates, Inc.

H.M.'s Läsion

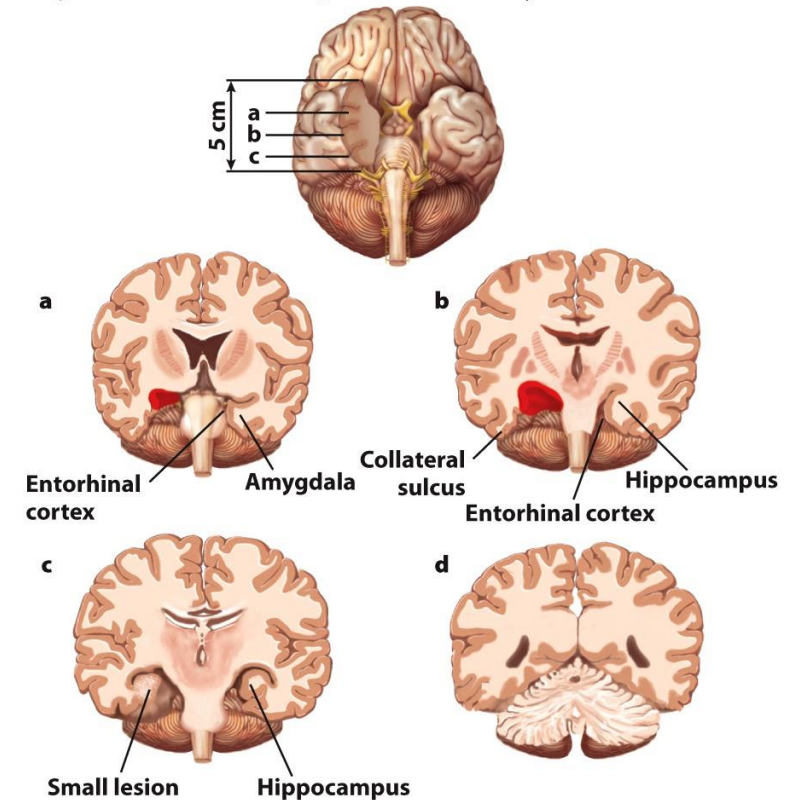
Strukturen im medialen Temporallappen, von denen man aufgrund des Berichts des Chirurgen annahm, dass sie bei H.M. entfernt worden waren

Region of the medial temporal lobe believed to have been removed from H.M.



Späterer MRT Scan zeigte, dass Teile von H.M.'s posteriorem Hippocampus nicht entfernt worden waren. Allerdings zeigte Gewebe Anzeichen von Atrophie.

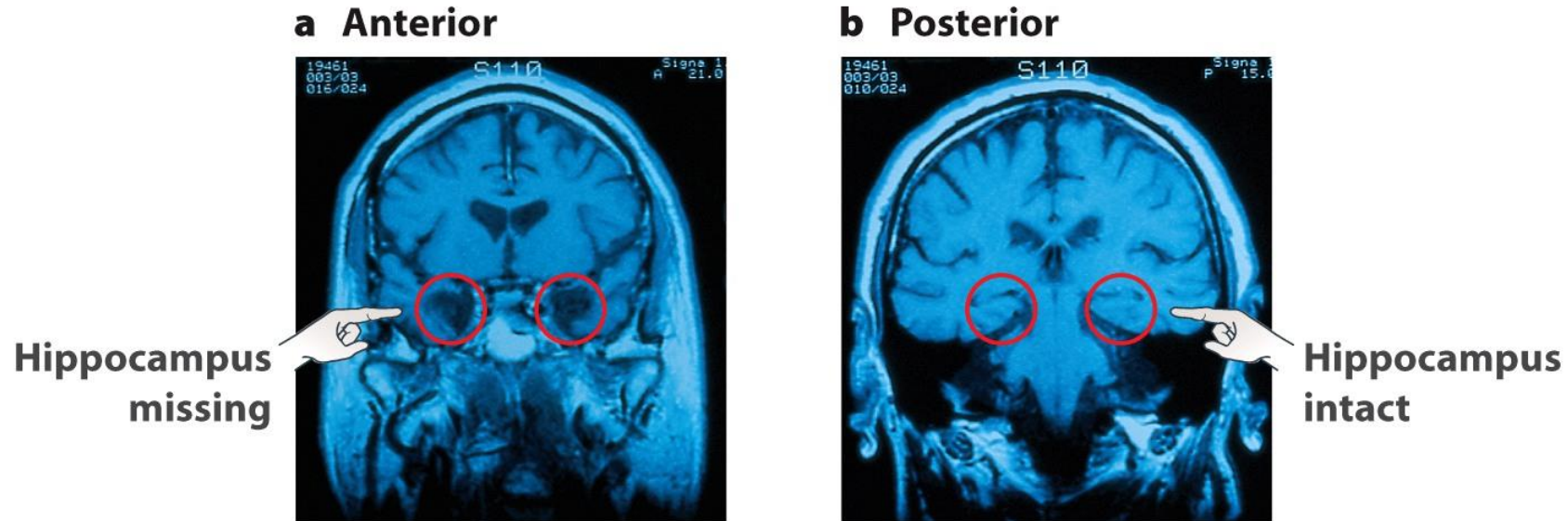
Region of the medial temporal lobe actually removed from H.M.



Gazzaniga et al. *Cognitive Neuroscience* (4th ed.). © 2014 W.W.Norton

MRT-Scans von H.M.'s Gehirnläsion

Coronal MRI scans of H.M.'s brain



Corkin et al. (1997). H.M.'s medial temporal lobe lesion: Findings from magnetic resonance imaging. *The Journal of Neuroscience* 17: 3964–3979, © 1997 Society of Neuroscience.

Anteriorer Hippocampus
wurde vollständig entfernt

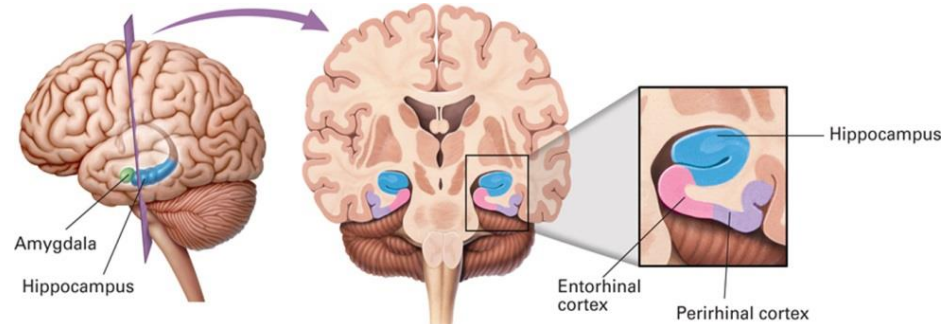
Posteriorer Hippocampus ist in beiden
Hemisphären noch vorhanden

Widerlegte die 40 Jahre lang vorherrschende
Meinung, dass H.M. keinen Hippocampus mehr hat!

Amnesien

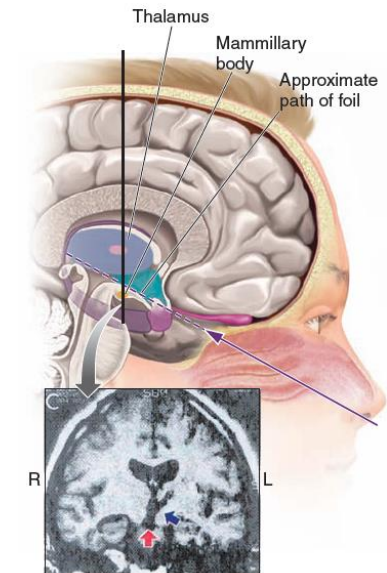
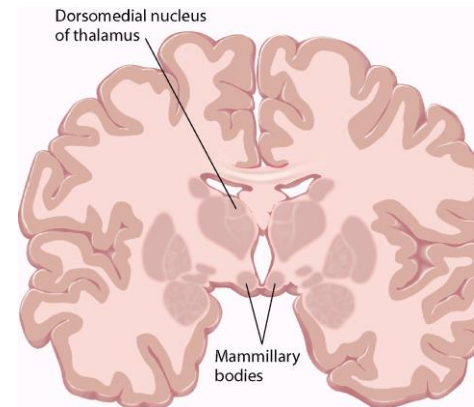
Hirnorganisch bedingte Gedächtnisstörungen als Folge von chirurgischen Eingriffen, Schädel-Hirn-Traumata, Schlaganfällen, Infektionen (Enzephalitis) oder neurodegenerativen Erkrankungen (Alzheimer- u. Korsakoff-Krankheit)

- medialer Temporallappen (Hippokampus u. angrenzende Gebiete)
- Operation (Pat. H.M.)
- Sauerstoffmangel (Pat. R.B.)



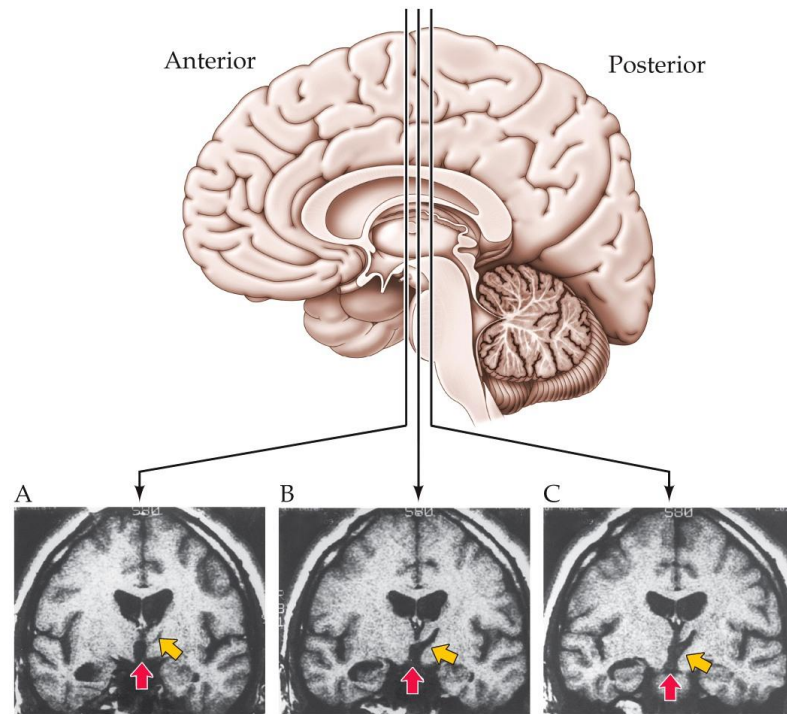
© 2013 by Worth Publishers

- Diencephalon (dorsomedialer Kern des Thalamus; Mammillarkörper)
- Pat. N.A. (Fechtverletzung)
- Korsakoffkrankheit (Vitamin-B1-Mangel als Folge von Unterernährung bei Alkoholsucht)

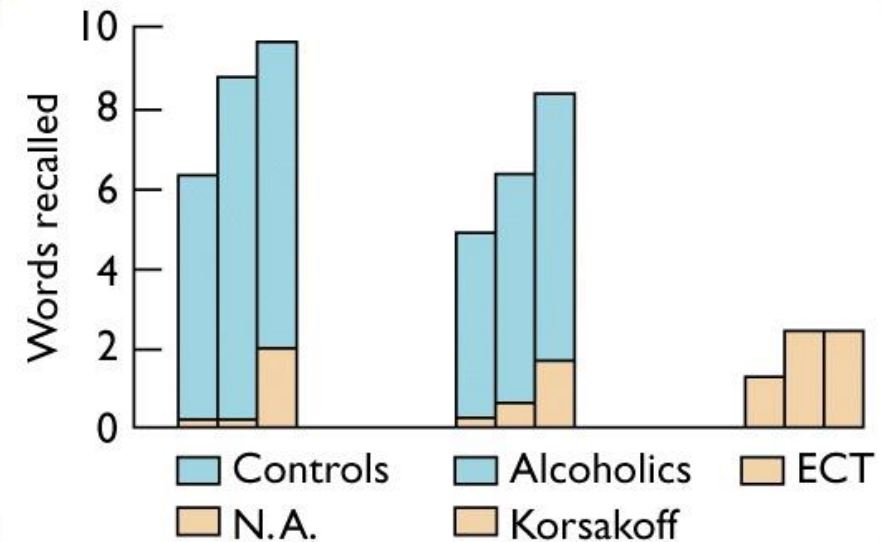


Beeinträchtigte freie Reproduktion bei Patient N.A. und bei Korsakoffpatienten

Pat. N.A.: Amnesie als Folge einer Verletzung des linken dorsalen Thalamus, der bilateralen Mammillarkörper (Strukturen im Hypothalamus), und vermutlich der Faserverbindungen zwischen beiden Strukturen



BIOLOGICAL PSYCHOLOGY 7e, Figure 17.4
© 2013 Sinauer Associates, Inc.



Funktionen des Hippokampus: Räumliches Gedächtnis bei Ratten

Ratten werden in ein Becken mit opakem (milchigem) Wasser gesetzt

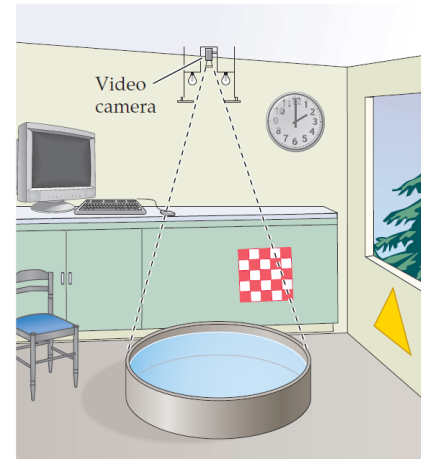
Die Umgebung enthält visuelle Hinweise (z.B. Fenster, Tür, Uhr, etc.)

Unter der Wasseroberfläche befindet sich eine Plattform

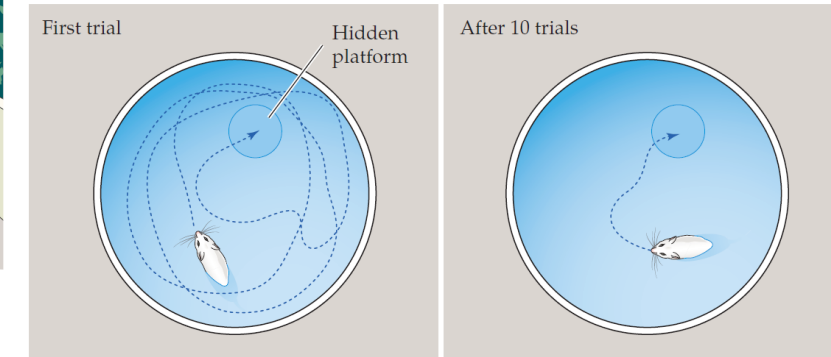
Während die Ratten die Plattform suchen, werden ihr Schwimmbewegungen aufgezeichnet

Über mehrere Lerndurchgänge hinweg brauchen die Ratten zunehmend weniger Zeit, um die Plattform zu finden

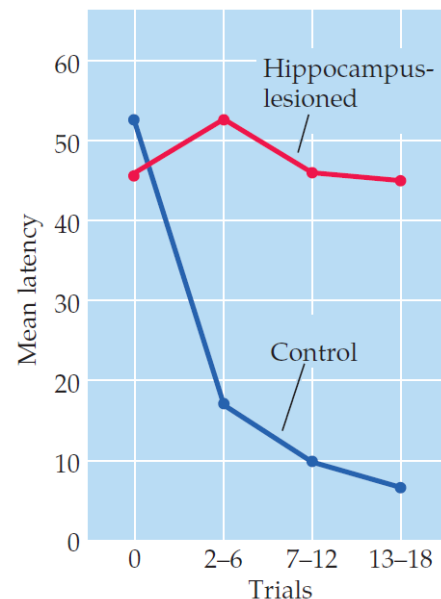
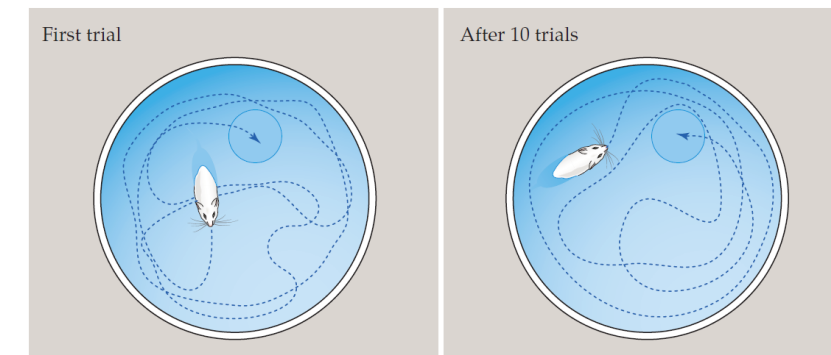
Bei Ratten mit einer Hippokampusläsion ist dies nicht der Fall → Beeinträchtigung des räumlichen Gedächtnisses



(C) Control rat



(D) Rat with hippocampus lesioned



Übersicht

Das Problem der Lokalisation des Gedächtnisses

Amnesien und das medial-temporal Gedächtnissystem

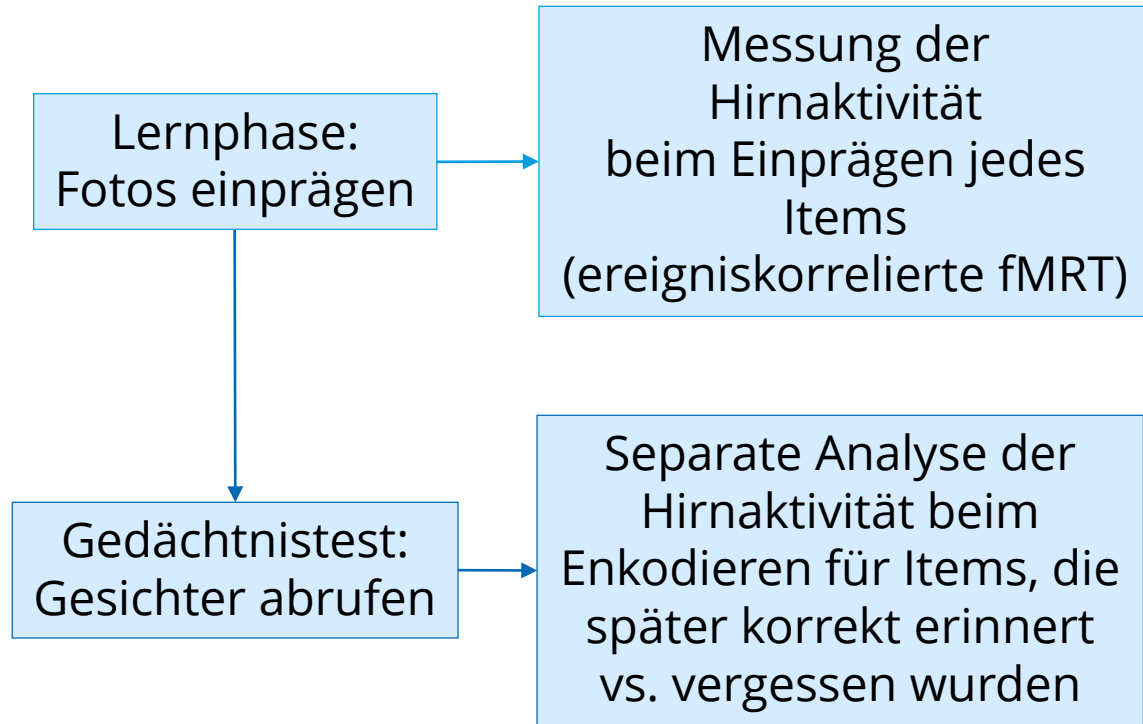
Funktionelle Bildgebungsstudien zur Rolle des Hippokampus beim episodischen Gedächtnis

Dissoziationen zwischen episodischem Erinnern und Vertrautheit

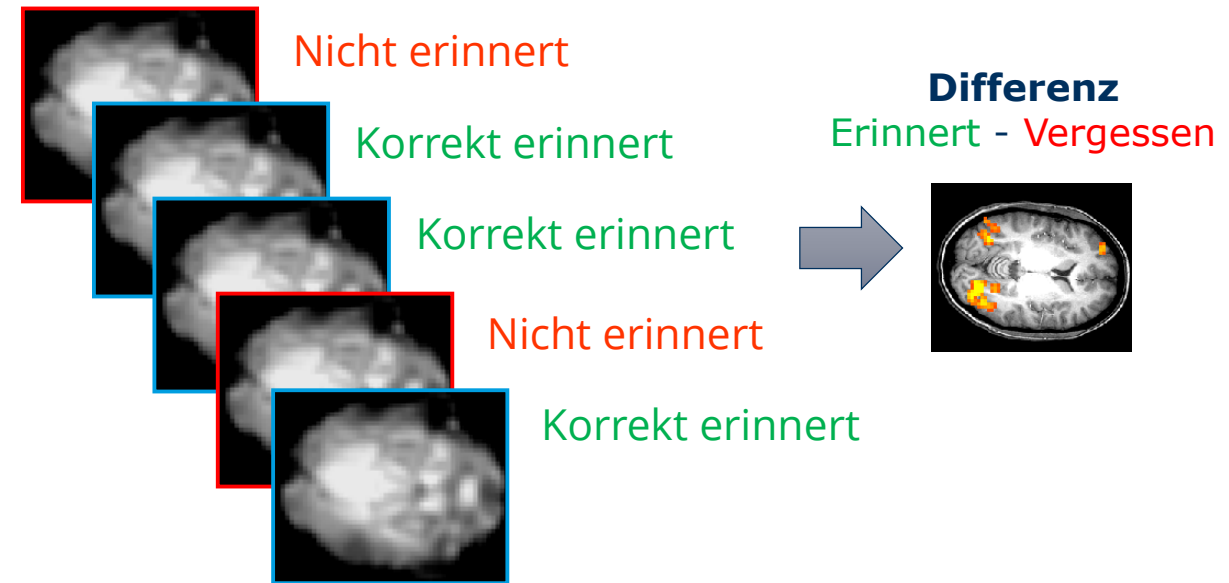
Konsolidierung und Interaktionen zwischen Hippokampus und Neokortex

Rekonsolidierung

Subsequent memory paradigm: Kann aufgrund der Hirnaktivität beim Enkodieren vorhergesagt werden, an was man sich später erinnert?

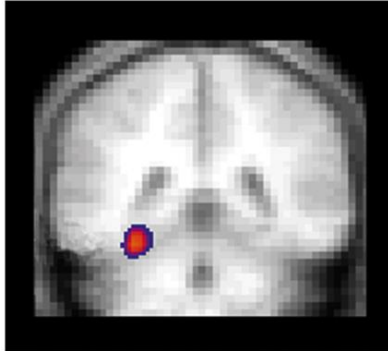


Gehirnaktivität beim Enkodieren

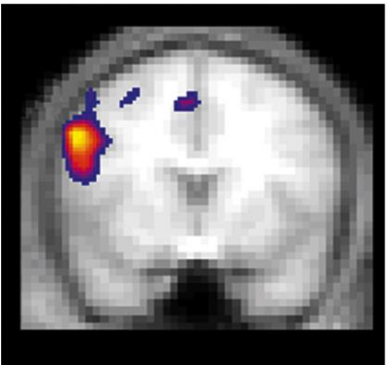


Aktivierung im medialen Temporalkortex beim Enkodieren sagt spätere Erinnerungsleistung vorher

(a) Medial temporal lobe



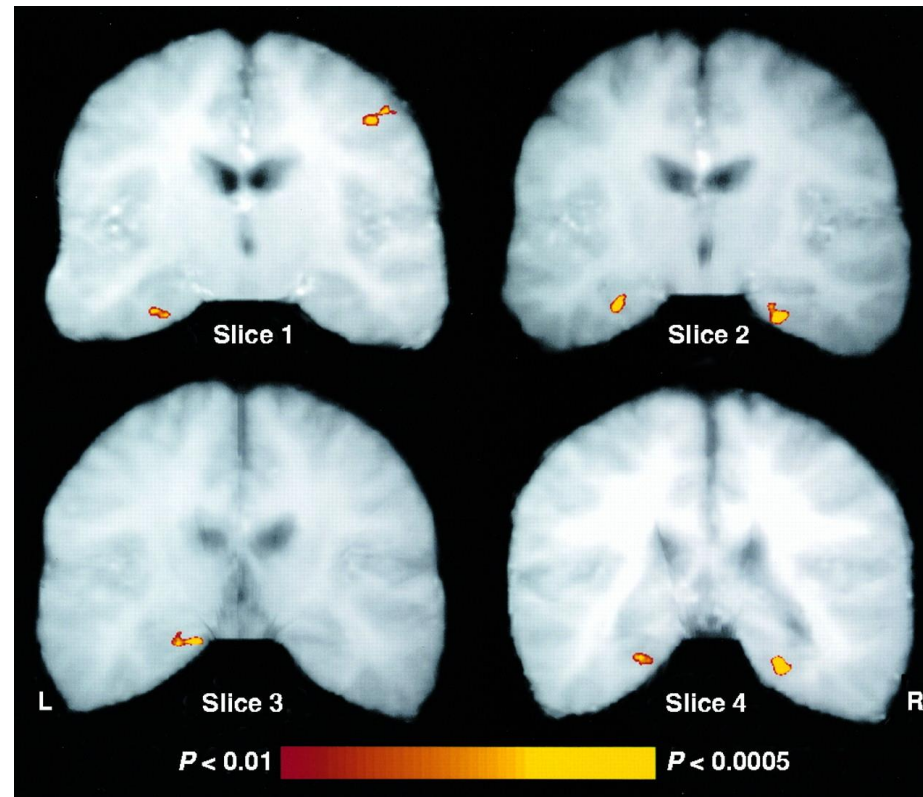
(b) Frontal lobe



Wagner et al., 1998, Science, 281, 1188.

Rechter dorsolateraler
Präfrontaler Cortex

Parahippocampaler Cortex



Brewer et al. (1998). Science, 281, 1185-1187.

Enkodierung mentaler Repräsentationen in neuronalen Aktivierungsmustern

Representational similarity analysis (RSA): Bestimmung der Ähnlichkeit von neuronalen Aktivierungsmustern, die mittels hochauflösender fMRT-Messungen ermittelt werden

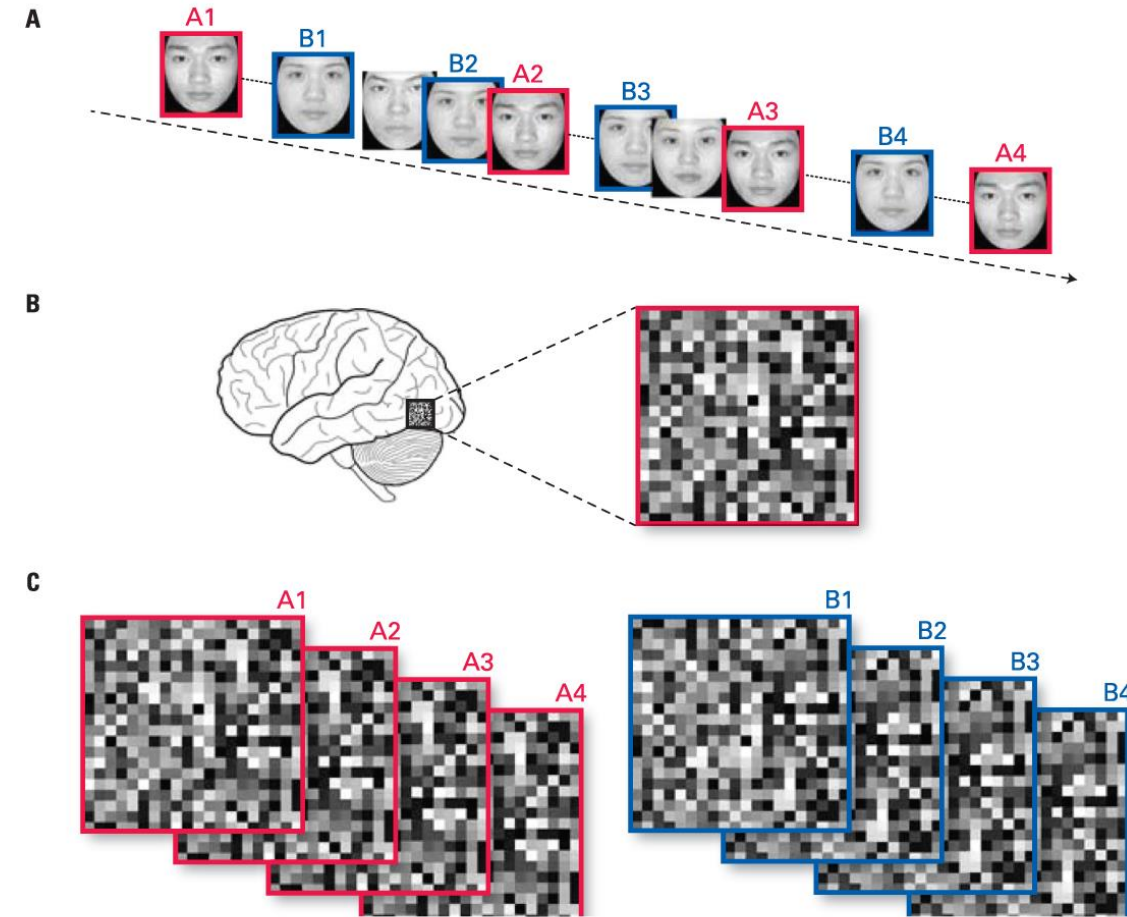
Während Versuchsteilnehmer:innen wiederholt eine Reihe von Bildern (z.B. von Gesichtern) betrachteten, wurden hochauflösende fMRT-Messungen durchgeführt

Aus den fMRT-Messungen wurden *Aktivierungsmuster* in ausgewählten Hirnregionen ermittelt (z.B. Regionen, die an der Verarbeitung von Gesichtern beteiligt sind wie der Gyrus fusiformis)

Die Aktivitätsmuster beim wiederholten Anschauen eines bestimmten Gesichts (A) waren hoch miteinander korreliert, aber viel weniger mit den Mustern bei der Betrachtung eines anderen Gesichts (B)

Je höher die mit der wiederholten Betrachtung des gleichen Stimulus assoziierten Muster korreliert waren, desto besser war die Erinnerung an diesen Stimulus

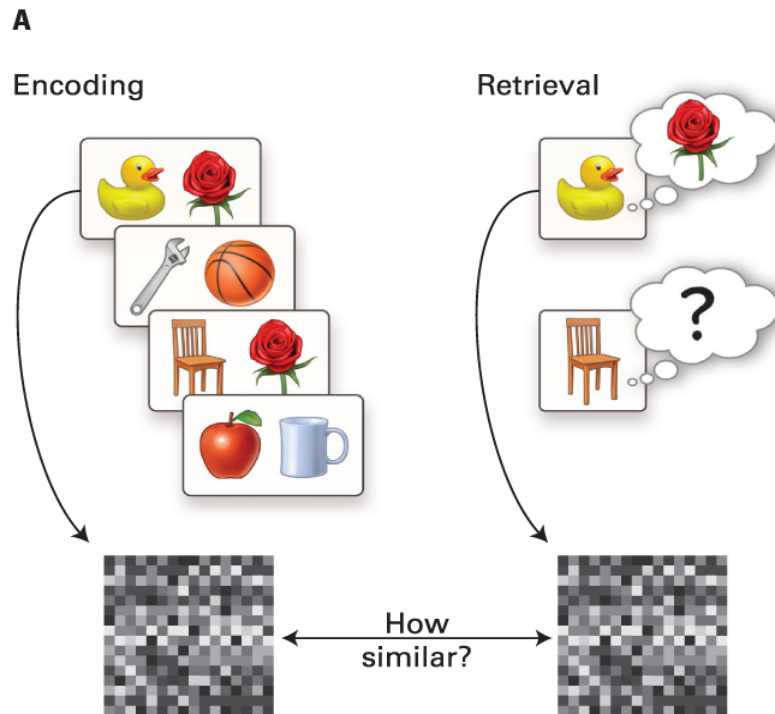
Komplexere Gedächtnisspuren werden nicht in einer lokalisierten Region repräsentiert, sondern beruhen auf der „Bindung“ von Einzelmerkmalen eines Objekts oder Ereignisses (Farbe, Form, Ort, Bewegung etc.), die in verteilten kortikalen Regionen repräsentiert werden (→ Vorlesung zu Konsolidierung und Interaktion von Hippokampus und Neokortex)



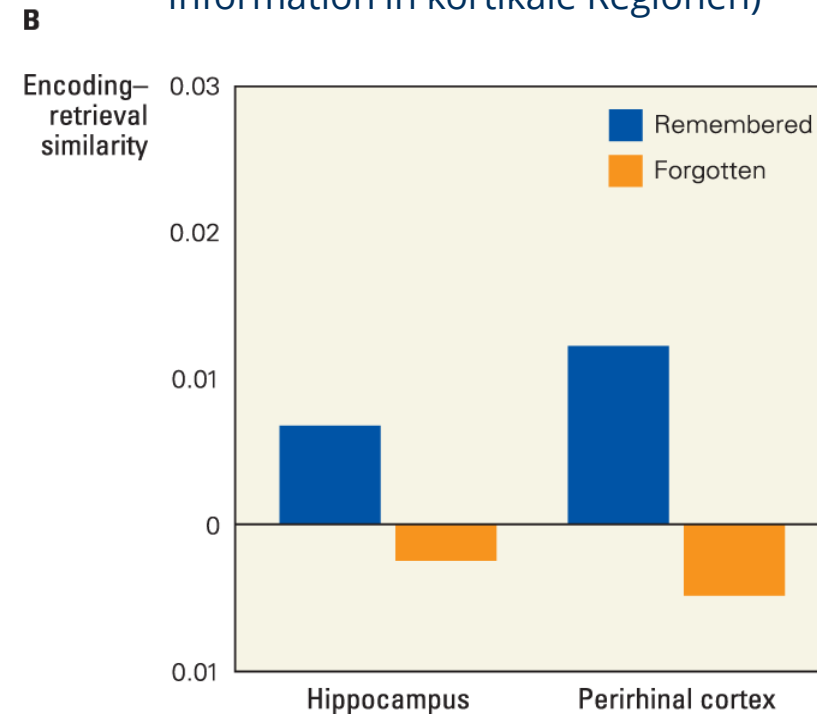
Republished with permission of American Association for the Advancement of Science from Xue, Gui et al. "Greater neural pattern similarity across repetitions is associated with better memory" *Science* (New York, N.Y.) vol. 330,6000 (2010): 97–101; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.

Reaktivierung neuronaler Aktivierungsmuster im Hippokampus beim Abruf neu enkodierter Information

- Beim Enkodieren betrachteten Versuchsteilnehmer Objekt-Paare; für jedes Paar wurden Aktivierungsmuster im Hippocampus mittels hochauflösender fMRT ermittelt
- Beim Abrufen sahen die Teilnehmer ein Objekt aus jedem Paar und sollten das zugehörige Objekt abrufen; auch dabei wurden neuronale Aktivierungsmuster ermittelt
- Für korrekt erinnerte Paare waren Aktivierungsmuster im Hippocampus und perirhinalen Kortex beim Enkodieren und Abrufen ähnlicher als für vergessene Paare
- Dies spricht für eine Rolle des hippocampalen Systems bei der schnellen Enkodierung und Reaktivierung neuer Informationen (und möglicherweise der Einspeicherung neuer Information in kortikale Regionen)



Gluck et al., *Learning and Memory*, 4e, © 2020 Worth Publishers



Vertrautheit vs. episodisches Erinnern („know“ vs. „remember“)

Erinnern:

- Abruf einer integrierten Episode, in der Objekte oder Ereignisse in einem raumzeitlichen Kontext repräsentiert werden

Vertrautheit:

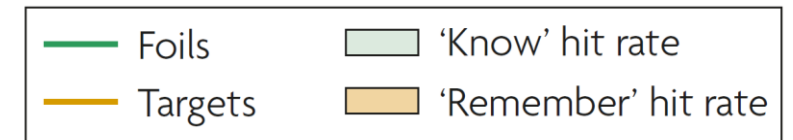
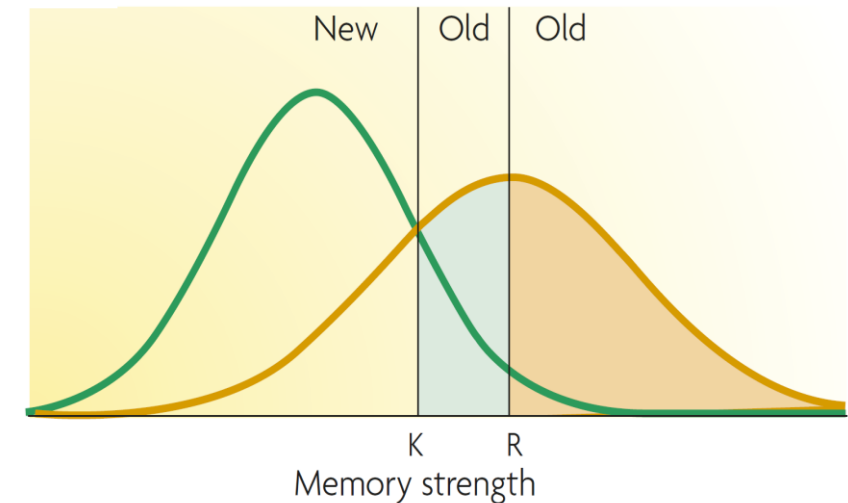
- Subjektives Gefühl, das mit unterschiedlicher Konfidenz assoziiert ist, aber keinen Abruf einer episodischen Erinnerung beinhaltet

Signalentdeckungstheoretische Analyse

- Items werden *erinnert*, wenn ihre Stärke über einem Entscheidungskriterium (R) liegt
- Erinnerungs-Trefferrate = Alt-Verteilung rechts vom R-Kriterium
- Items erscheinen *vertraut*, wenn ihre Stärke unter R, aber über einem (niedrigeren) Kriterium K liegt
- Vertrautheits-Trefferrate = Alt-Verteilung zwischen K und R
- Items, deren Stärke $< K$ ist, werden als neu beurteilt

TABLE 9.1 Four Recognition Memory Outcomes		
ITEM CLASSIFICATION	RESPONSE	
	“OLD”	“NEW”
Old	Hit	Miss
New	False alarm	Correct rejection

PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Table 9.1
© 2013 Sinauer Associates, Inc.



Ereigniskorrelierte Aktivierung im Hippocampus während des Abrufs von Informationen aus dem episodischen Gedächtnis

Ist der Hippocampus sowohl an episodischen Erinnerungen (“remember”) und Vertraurtheitsurteilen (“know”) beteiligt?

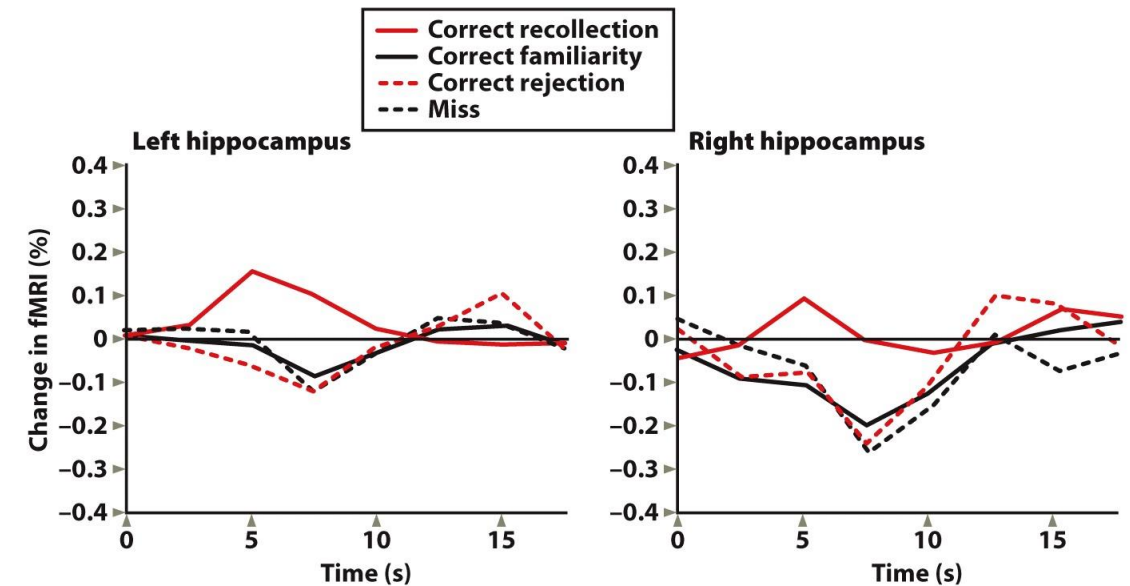
- Versuchsteilnehmer:innen prägten sich eine Wortliste ein
- In einem Rekognitionstest 20 Min. wurden alte und neue Worte dargeboten
- Die Teilnehmer:innen sollten entscheiden, ob sie die Worte zuvor gesehen hatten
- Ferner sollten sie angeben, ob sie Worte erinnerten (episodische Erinnerungen an die Worte hatten) oder ob ihnen die Worte lediglich vertraut erschienen

Retrieval in the hippocampus
Region of interest



Eldridge et al. (2000). Remembering episode: a selective role for the hippocampus during retrieval. *Nature Neuroscience*, 3 (11):1149–52
© 2000, Rights Managed by Nature Publishing Group.

Gazzaniga et al. *Cognitive Neuroscience* (4th ed.). © 2014 W.W. Norton



Eldridge et al. (2000). Remembering episode: a selective role for the hippocampus during retrieval. *Nature Neuroscience*, 3 (11):1149–52
© 2000, Rights Managed by Nature Publishing Group.

- Erhöhte Aktivierung im Hippocampus bei korrekt erinnerten Worten (“correct recollection”)
- Keine Hippocampus-Aktivierung bei
 - alten Worten, die vertraut erschienen, aber nicht erinnert wurden (correct familiarity”)
 - neuen Worten, die korrekt als neu identifiziert wurden (“correct rejection”)
 - alten Worten, die nicht erinnert wurden (“miss”)

Übersicht

Das Problem der Lokalisation des Gedächtnisses

Amnesien und das medial-temporal Gedächtnissystem

Funktionelle Bildgebungsstudien zur Rolle des Hippokampus beim episodischen Gedächtnis

Dissoziationen zwischen episodischem Erinnern und Vertrautheit

Konsolidierung und Interaktionen zwischen Hippokampus und Neokortex

Rekonsolidierung

Welche Hirnregionen sind an der Enkodierung von Informationen beteiligt, die später erinnert wird vs. nur vertraut erscheint?

Enkodierung im MRT-Scanner

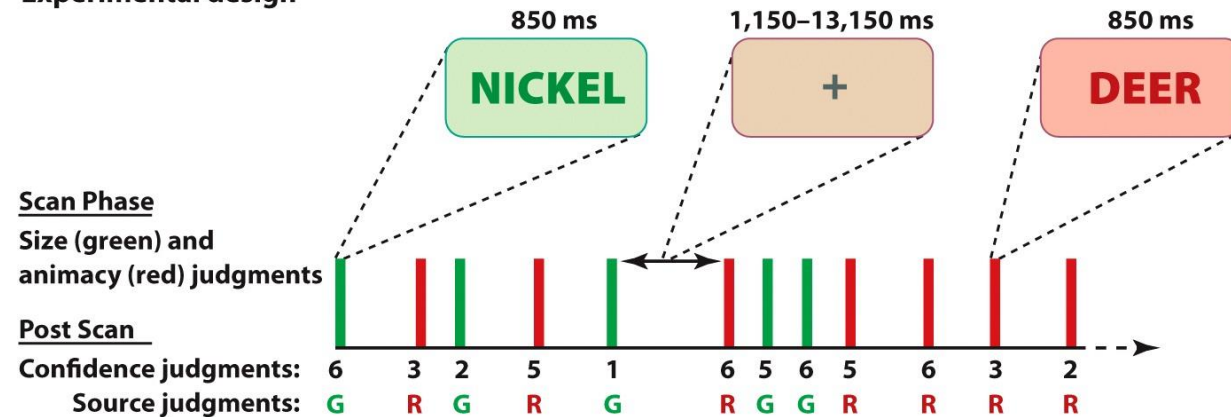
- Versuchsteilnehmer:innen kategorisierten 360 Worte als belebt/unbelebt oder als groß/klein
- Die Farbe der Worte signalisierte die jeweils relevante Kategorisierungsaufgabe

Zwei Tests nach der MRT-Session

- Rekognitionstest und Vertrautheit
 - Versuchsteilnehmer sollten angeben, ob sie Worte wiedererkannten und wie sicher sich dabei waren (Konfidenzratings von 1 = sicher neu bis 6 = sicher alt)
- Quellengedächtnistest
 - Versuchsteilnehmer sollten angeben, ob Worte beim Enkodieren in rot oder grün dargeboten worden waren (= episodische Erinnerung)

Testing for involvement of the hippocampus in information encoding

Experimental design



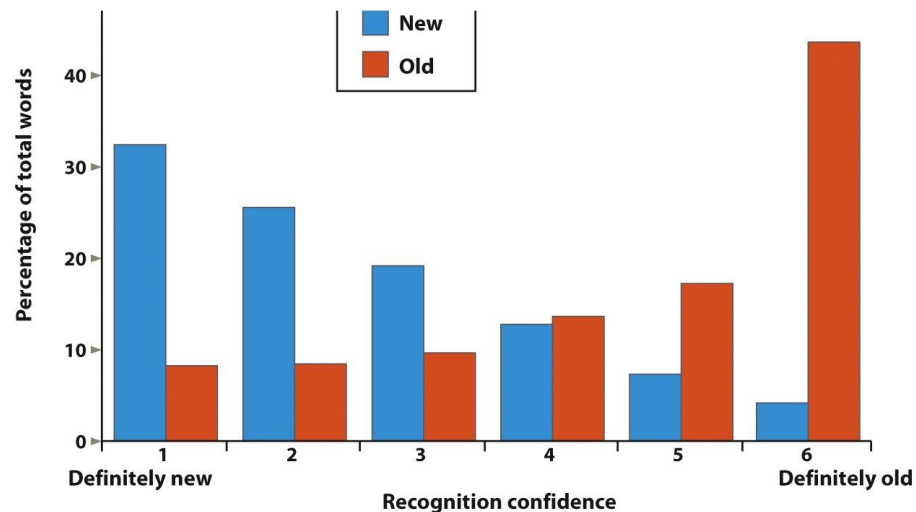
Ranganath, et al., Figure from "Dissociable correlates of recollection and familiarity within the medial temporal lobes," *Neuropsychologia*, 42:1. Copyright © 2003 by Elsevier Science & Technology Journals. Reproduced with permission of Elsevier Science & Technology Journals in the format Textbook via Copyright Clearance Center.

Gazzaniga et al. *Cognitive Neuroscience* (4th ed.). © 2014 W.W.Norton

Evidenz für die Rolle des Hippokampus bei der Enkodierung neuer Information ins deklarative Gedächtnis: Subsequent-memory effect

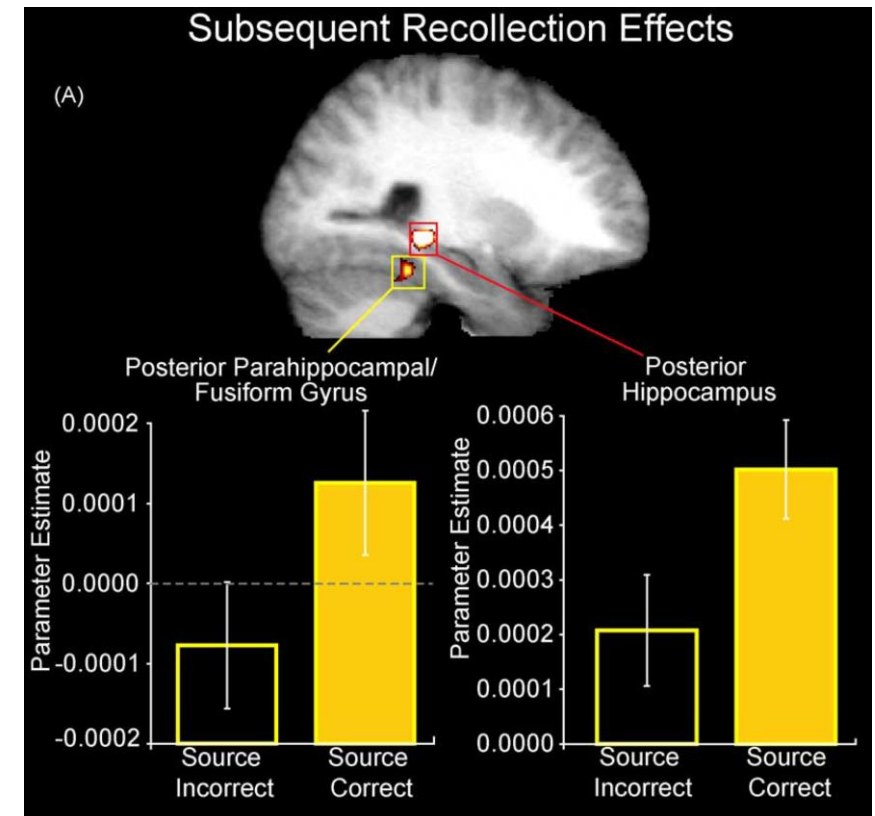
Worte, die im Quellengedächtnistest korrekt wiedererkannt wurden, waren während der Enkodierung mit Aktivierung im posterioren Hippocampus und posterioren parahippocampalen Cortex assoziiert

Prozentsatz von Worten, die mit unterschiedlicher Konfidenz wiedererkannt wurden



Ranganath, et al., Figure from "Dissociable correlates of recollection and familiarity within the medial temporal lobes," *Neuropsychologia*, 42:1. Copyright © 2003 by Elsevier Science & Technology Journals. Reproduced with permission of Elsevier Science & Technology Journals in the format Textbook via Copyright Clearance Center.

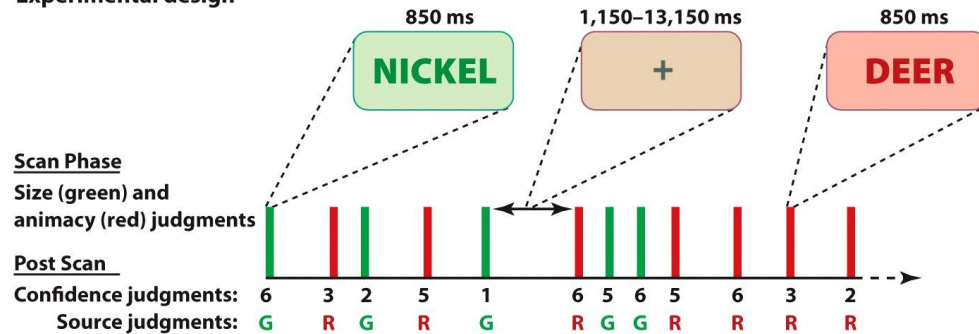
Gazzaniga et al. *Cognitive Neuroscience* (4th ed.). © 2014 W.W.Norton



Aktivierung im perirhinalen Cortex beim Enkodieren korrelierte mit späteren Vertrautheitsurteilen

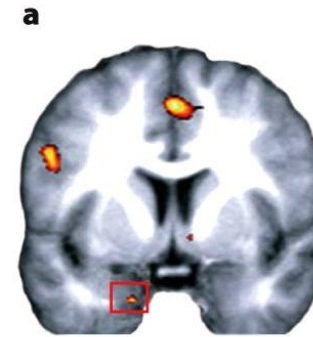
Testing for involvement of the hippocampus in information encoding

Experimental design

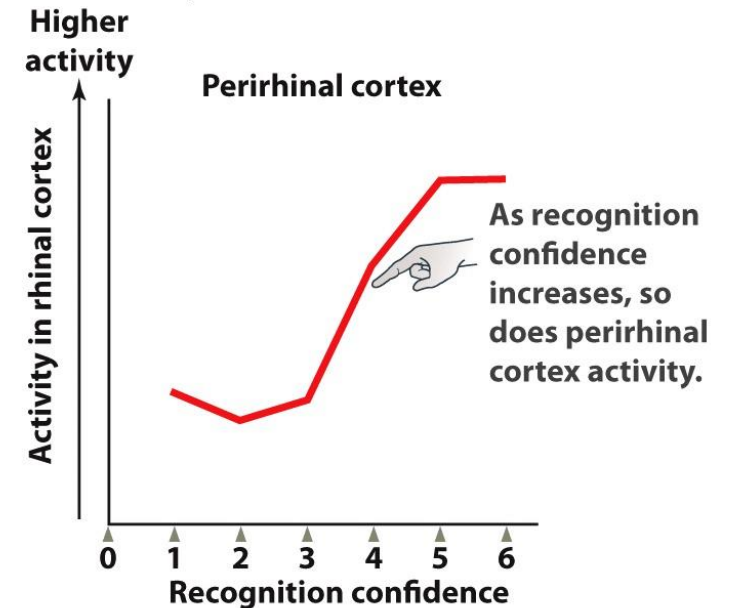


Ranganath, et al., Figure from "Dissociable correlates of recollection and familiarity within the medial temporal lobes," *Neuropsychologia*, 42:1. Copyright © 2003 by Elsevier Science & Technology Journals. Reproduced with permission of Elsevier Science & Technology Journals in the format Textbook via Copyright Clearance Center.

Familiarity-based recognition memory



Coronarschnitt auf der Ebene des anterioren medialen Temporallappens



Gazzaniga et al. *Cognitive Neuroscience* (4th ed.). © 2014 W.W.Norton

- Probanden sollten einschätzen, wie sicher sie sich waren, ein Item zuvor gesehen zu haben = Maß für Vertrautheit
- Aktivierung im perirhinalen Cortex während der Enkodierung korrelierte mit den späteren Konfidenzratings für Vertrautheitsurteile
- Aktivierung im Hippokampus war nicht mit den Konfidenzratings korreliert

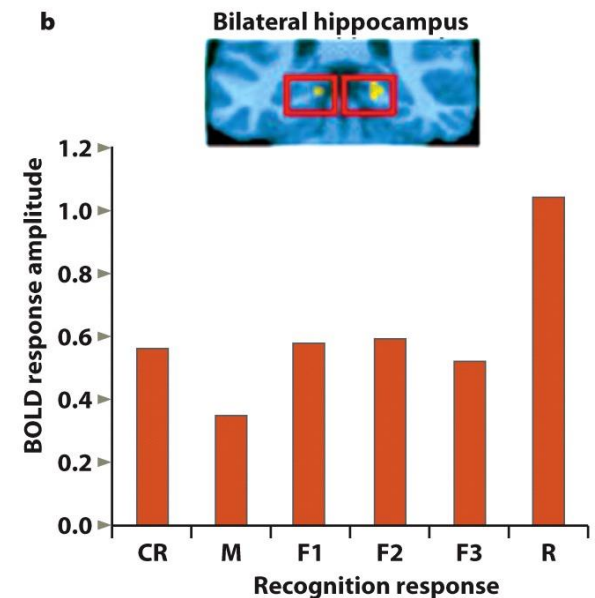
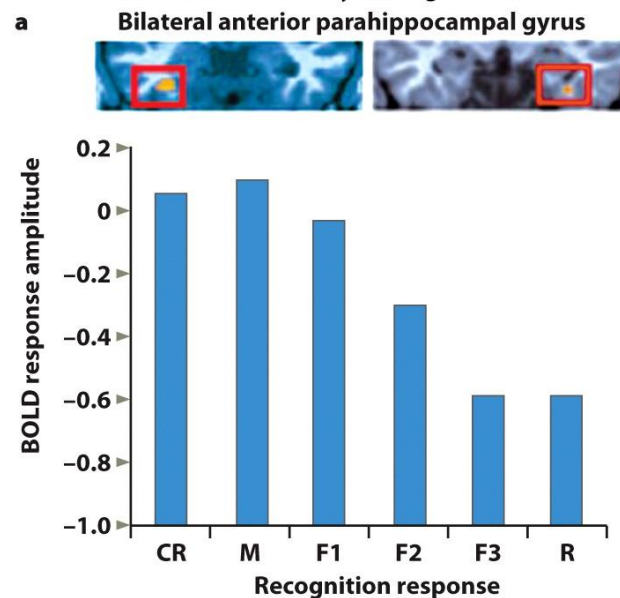
Dissoziation zwischen Hippocampus und parahippocampalem Cortex während des Abrufs: Erinnern vs. Vertrautheit

- Versuchsteilnehmer:innen sahen Bilder von Szenen
- 2 Tage später Rekognitionstest im MRT
- Versuchsteilnehmer:innen sollten die Items als neu, wenig vertraut, mäßig vertraut, sehr vertraut oder wiedererkannt einschätzen

Aktivierung im bilateralen anterioren parahippocampalen und perirhinalen Kortex nahm mit steigender Vertrautheit ab

Der Hippocampus wurde selektiv durch korrekt erinnerte Items aktiviert und war insensitive für Variationen der Vertrautheit

Recollection and familiarity during retrieval



Eichenbaum et al. (2007). The Medial Temporal Lobe and Recognition Memory, *Annual Review of Neuroscience*, 30 © 2007 by Annual Reviews.

CR = correct rejection

M = miss

F1 – F3 = weak / moderate / strong familiarity

R = recollected

Schlussfolgerungen und mögliche Interpretation

Doppelte Dissoziation von Aktivierungen im medialen Temporallappen

- spricht dafür, dass episodische Erinnerungen („recollection“) und Vertrautheit („familiarity“) durch unterschiedliche Regionen im medialen Temporallappen vermittelt werden

Hippokampus

- Aktivierung beim Enkodieren korreliert mit späterem episodischem Wiedererkennen
- Beim Abruf wird Hippokampus selektiv durch korrekt wiedererkannte Items aktiviert
- Spricht für spezifische Funktion beim Enkodieren und Abrufen episodischer Erinnerungen
- Relationale Enkodierung: Bindung von Einzelaspekten zu einer integrierten Episode (Objekte, Ort, Zeit, Kontext)

Perirhinaler Kortex / anteriorer parahippokampaler Kortex

- Aktivierung im perirhinalen Kortex beim Enkodieren korreliert *positiv* mit späteren Vertrautheitsurteilen
- Aktivierung beim Abruf im perirhinalen Kortex korreliert *negativ* mit Vertrautheitsurteilen
- Spricht für Funktion beim Enkodieren von isolierten Reizen/Objekten unabhängig vom Kontext und dem Gefühl der Vertrautheit
 - Positive Korrelation zwischen Vertrautheit und Aktivierung beim Enkodieren könnte Bildung stärkerer Objektrepräsentation spiegeln
 - Negative Korrelation zwischen Vertrautheit und Aktivierung beim Abrufen könnte geringeren Verarbeitungsaufwand für hoch vertraute Item spiegeln

Binding of items and context model

Information über Objekteigenschaften

- Sensorische Kortexregionen (ventraler Pfad) → perirhinaler Kortex (PRC)
- Vertrautheit

Räumlicher Kontext

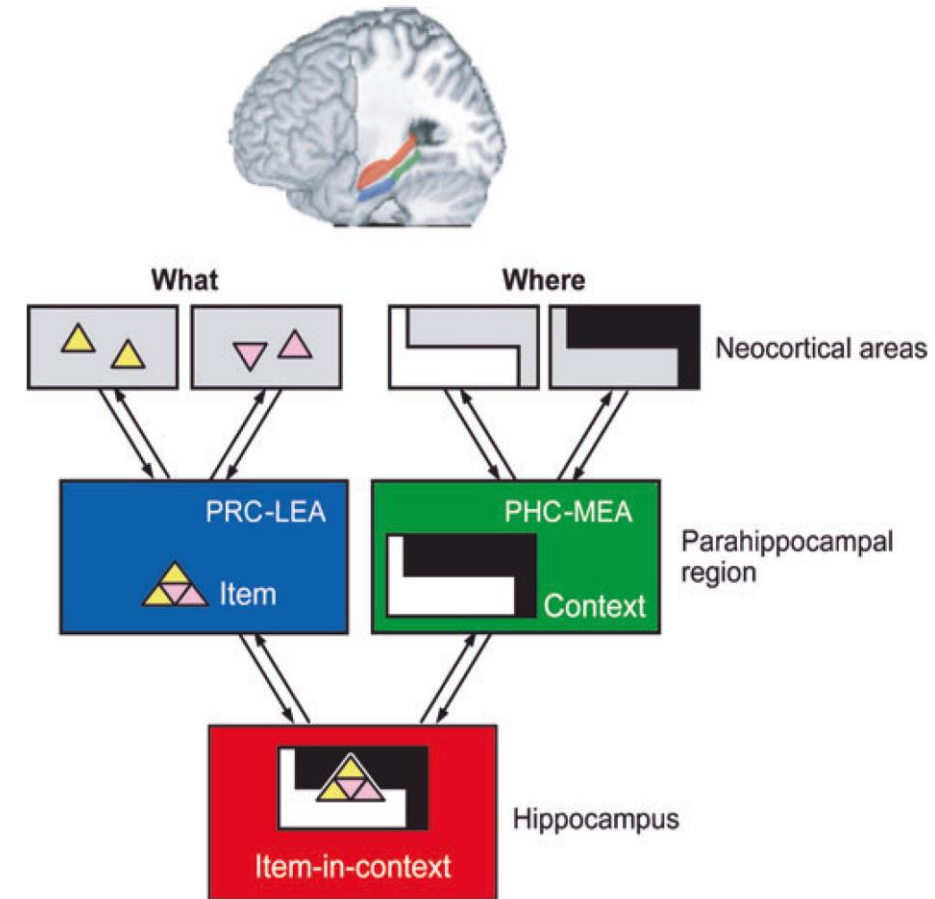
- Assoziationskortex (dorsaler Pfad) → parahippokampaler Kortex (PHC)

Bindung von Kontext und Objekt (relationale Information)

- Hippokampus
- Episodisches Erinnern

Weitere Evidenz

- PRC-Läsionen: stärkere Beeinträchtigung von Objektgedächtnis
- PHC-Läsionen: stärkere Beeinträchtigung von räumlichem Gedächtnis
- PHC beim Menschen: Relevant für relationale Enkodierung



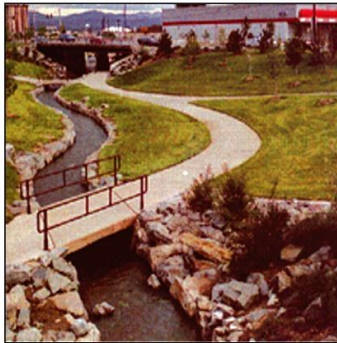
PRC: perirhinal cortex
LEA: lateral entorhinal area
PHC: parahippocampal cortex
MEA: medial entorhinal area

Evidenz für die Rolle des Hippocampus bei der relationalen Enkodierung

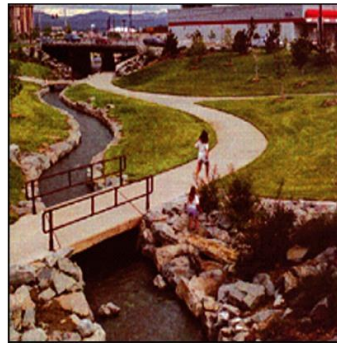
1. Darbietung

Scenes with changing relational information used to test for relational memory

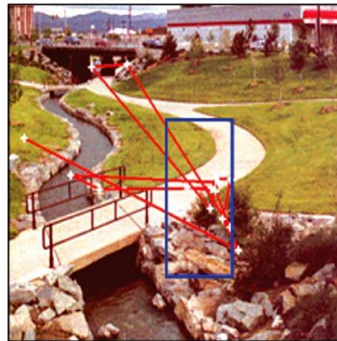
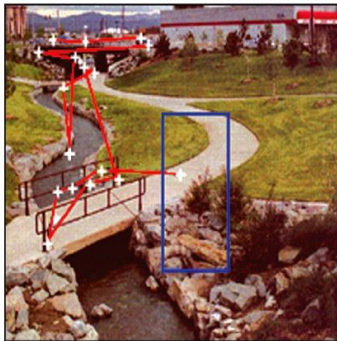
Repeated



Manipulated

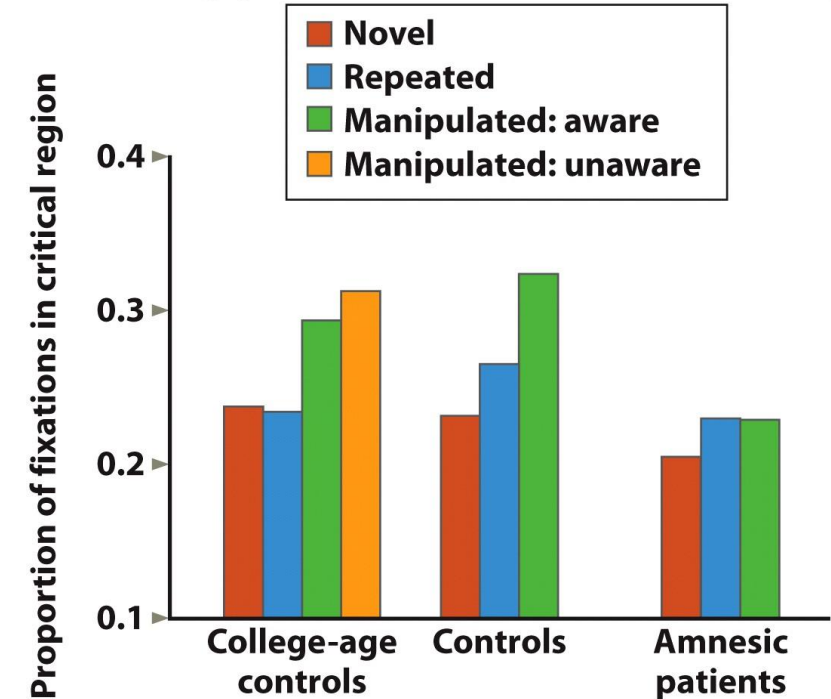


2. Darbietung



Hannula et al. (2010). Worth a glance: using eye movements to investigate the cognitive neuroscience of memory. *Frontiers in Human Neuroscience*. 4: 1–16. © 2010 Hannula, Althoff, Warren, Riggs, Cohen and Ryan.

Scenes with changing relational information used to test for relational memory



- Kontrollprobanden machen viele Fixationen in die veränderte Bildregion
- Amnestische Patienten mit Hippocampusläsionen zeigen diesen Effekt nicht
- Hippocampusläsionen beeinträchtigten Enkodierung relationaler Information (Orts-Personen-Assoziation)

Übersicht

Das Problem der Lokalisation des Gedächtnisses

Amnesien und das medial-temporal Gedächtnissystem

Funktionelle Bildgebungsstudien zur Rolle des Hippokampus beim episodischen Gedächtnis

Dissoziationen zwischen episodischem Erinnern und Vertrautheit

Konsolidierung und Interaktionen zwischen Hippokampus und Neokortex

Rekonsolidierung