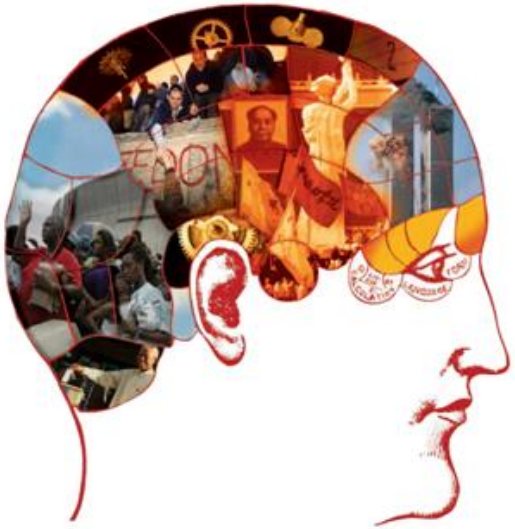
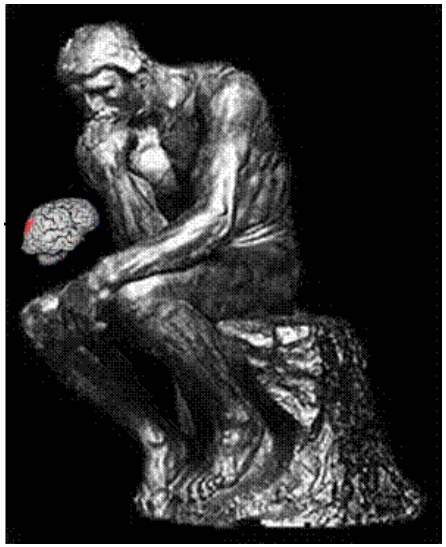
Vorlesung im WS 2014/15

# Lernen und Gedächtnis

Prof. Dr. Thomas Goschke



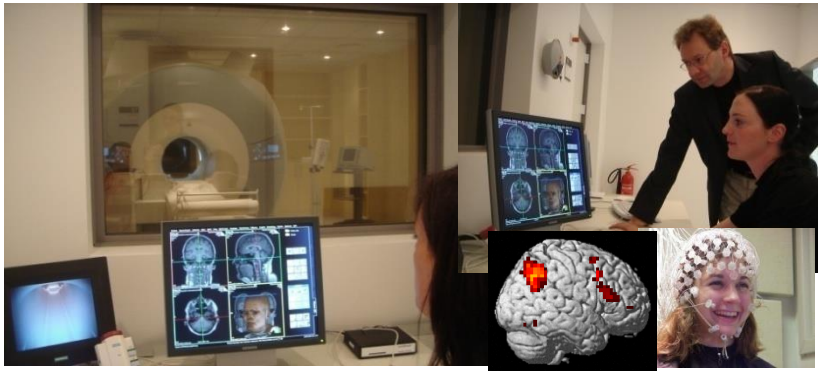


# Professur Allgemeine Psychologie

Prof. Dr. Thomas Goschke

Zellescher Weg 17 (BZW, 3. Etage)
Sekretariat: Frau Wobst
Tel. 0351-463-34695
E-Mail: wobst@psy1.psych.tu-dresden.de

http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_mathematik_und_naturwissenschaften/fachrichtung_psychologie/i1/allgpsy



# Allgemeine Psychologie im Bachelor-Studium

- Modul Allgemeine Psychologie I (1. + 2. Semester)

- **Modul Allgemeine Psychologie II (3. + 4 Semester)**
  - Lernen und Gedächtnis
  - Motivation, Emotion, Handeln

- Modul Kognitive Neurowissenschaften (5. + 6. Sem.)

  (zusammen mit den Professuren Biopsych., Persönlichkeitspsych., Entwicklungspsych. und Neuroimaging)

# Prüfungsrelevanz

- Informationen zur Modulprüfung und zur Prüfungsliteratur → Webseiten der Professur für Allgemeine Psychologie

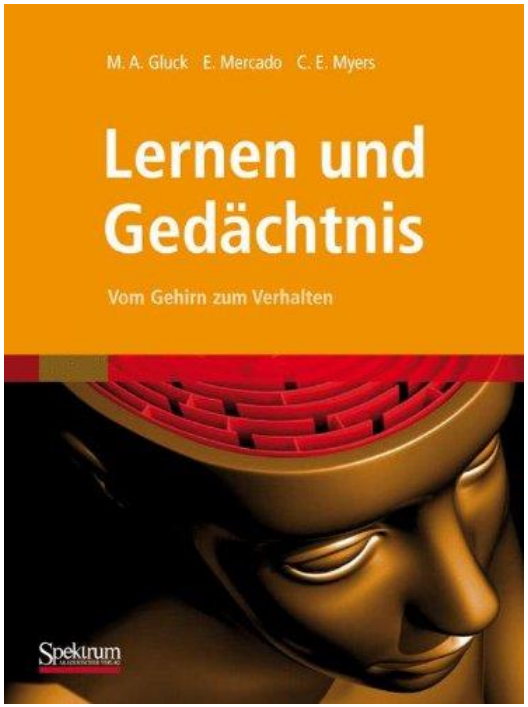
- Literaturangaben auf den Folien zu einzelnen Experimenten diene als Quellenangaben; Sie müssen diese Texte NICHT alle lesen!

- **Powerpointpräsentationen der Vorlesung zum Download:**

  Website der Professur für Allgemeine Psychologie → Link „Lehre“

  Passwort: yromem

# Lehrbuchempfehlungen




**Gluck, M.A., Mercado, E. & Myers, C.E. (2010). *Lernen und Gedächtnis. Vom Gehirn zum Verhalten*. Heidelberg: Spektrum Verlag.**

Mazur, J.E. (2006). Lernen und Verhalten (6. Auflage). München: Pearson Studium. Kapitel 1-2, 3 (ohne 3.6.3), 4-10, 12, 14-15.

Eysenck, M.W. & Keane, M. (2010). Cognitive psychology: A student‘s handbook (6th Ed.). Hove: Psychology Press. (Kap. 6 – 8).

Gazzaniga, M., Ivry, R. & Mangun, R. (2013). Cognitive neuroscience. The biology of the mind (4th ed.). Norton. Kapitel 8: Learning and memory.

- Die Vorlesung ersetzt nicht das Studium der Prüfungsliteratur!
- Die Vorlesung geht an einigen Stellen über die Prüfungsliteratur hinaus!
- Es ist davon abzuraten, lediglich die Folien zu studieren, ohne die Vorlesung zu besuchen!

# Gliederung der heutigen Vorlesung

- Bedeutung von Lernen und Gedächtnis
- Definition von Lernen und Gedächtnis
- Eine kurze Geschichte der Gedächtnisforschung: Forschungsansätze und Paradigmen
- Forschungsfragen der Gedächtnispsychologie

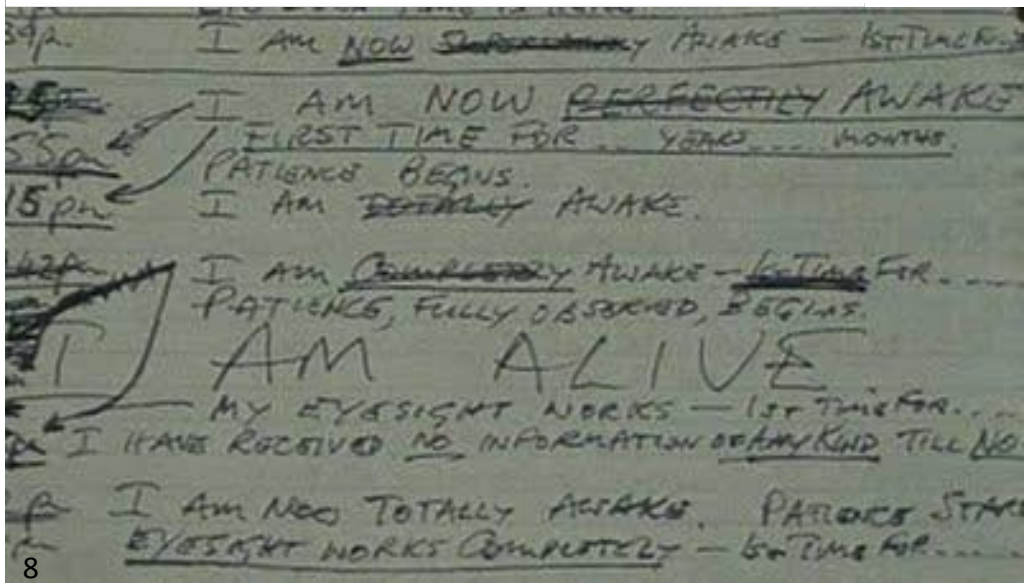
# Bedeutung von Lernen und Gedächtnis

*"Das Gedächtnis verbindet die zahllosen Einzelphänomene zu einem Ganzen. Und wie unser Leib in unzählige Atome zerstieben müsste, wenn nicht die Attraktion der Materie ihn zusammenhielte, so zerfiele ohne die bindende Macht des Gedächtnisses unser Bewusstsein in so viele Splitter, als es Augenblicke zählt“*

Ewald Hering (1870)

# Ein Leben ohne Gedächtnis

Clive Wearing with his wife, Deborah




- Clive Wearing (Musiker und Experte für alte Musik in Cambridge)
- Aufgrund Hirnschädigung fast vollständiger Gedächtnisverlust (Amnesie)
- Keine Erinnerung an Ereignisse, die länger als einige Minuten zurückliegen; kann große Teile seiner Autobiografie nicht mehr erinnern
- Lebt in permanenter Gegenwart („Ich bin gerade eben aus einer völligen Bewusstlosigkeit erwacht“)

# Bedeutung von Lernen und Gedächtnis
# Angeborenes vs. erlerntes Verhalten

- Angeborene Reflexe und Instinkte
  - Evolutionär entstandene Verhaltensprogramme, die durch spezifische Reizbedingungen ausgelöst werden (z.B. Saugreflex, Lidschlagreflex)
  - Vorteil: Adaptation an stabile Umweltbedingungen
  - Nachteil: Keine Anpassung an neue oder veränderliche Umweltbedingungen

- Lernen und Gedächtnis
  - Erfahrungsabhängige Veränderung von Reaktionsdispositionen
  - Erwerb von inneren Repräsentationen der Umwelt und der Effekte des eigenen Verhaltens
  - Anpassung an veränderliche Bedingungen und Antizipation zukünftiger Ereignisse

# Bedeutung von Lernen und Gedächtnis
# Das Gedächtnis ist von essentieller Bedeutung für menschliches Verhalten und Erleben

- Bedeutung für adaptives Verhalten
  - Erwerb von Wissen und Fertigkeiten
  - flexible Anpassung an neue Umweltbedingungen
  - Interpretation von Objekten und Ereignissen im Lichte früherer Erfahrungen
  - Antizipation von zukünftigen Ereignisse und Folgen des eigenen Handelns
  - Persönliche Identität und kohärentes Selbst
  - Kulturelle und technologische Entwicklung

- Bedeutung für das Verständnis von dysfunktionalem Verhalten und psychischen Störungen
  - Erlernte inadäquate oder unerwünschte Gewohnheiten
  - Konditionierte phobische Reaktionen
  - Intrusive Erinnerungen bei posttraumatischer Belastungsstörung
  - Lernabhängige Veränderungen des Belohnungssystem bei Drogensucht

# Die Vielfalt des Gedächtnisses…

- sich an das Gesicht eines Freundes erinnern
- eine vor Jahren gehörte Melodie erinnern
- sich an das gestrige Abendessen erinnern
- Spanisch lernen
- Wissen, dass Paris die Hauptstadt von Frankreich ist
- die mathematischen Grundlagen der Quantenphysik kennen
- Klavier oder Tennis spielen
- Fahrradfahren
- Automatisch vor einer roten Ampel bremsen
- Die Katze, die beim Geräusch des Dosenöffners angerannt kommt
- Der am Tisch bettelnde Hund
- sich noch Jahre nach einem Unfall beim Klang einer Polizeisirene erschrecken
- Beim Klang eines Zahnarztbohrers zusammenzucken
- Eine Telefonnummer im Kopf behalten
- Im Kopf 49 x 23 rechnen

# Die Vielfalt des Gedächtnisses…

- sich an das Gesicht eines Freundes erinnern
- eine vor Jahren gehörte Melodie erinnern
- sich an das gestrige Abendessen erinnern

} **Episodisches G.**

- Spanisch lernen
- Wissen, dass Paris die Hauptstadt von Frankreich ist
- die mathematischen Grundlagen der Quantenphysik kennen

} **Semantisches G.**

- Klavier oder Tennis spielen
- Fahrradfahren
- Automatisch vor einer roten Ampel bremsen

} **Prozedurales G.**

- Die Katze, die beim Geräusch des Dosenöffners angerannt kommt
- Der am Tisch bettelnde Hund

} **Klassisches u. operantes Konditionieren**

- sich Jahre nach einem Unfall beim Klang einer Polizeisirene erschrecken
- Beim Klang eines Zahnarztbohrers zusammenzucken

} **Emotionales G.**

- Eine Telefonnummer im Kopf behalten
- Im Kopf 49 x 23 rechnen

} **Kurzzeit- oder Arbeitsged.**

# Eine Arbeitsdefinition

Von Gedächtnis kann gesprochen werden, wenn Erfahrungen, die ein Lebewesen macht, zu relativ dauerhaften Veränderungen in seinem Nervensystem führen, die sich in Veränderungen von Dispositionen des Verhaltens, der Wahrnehmung oder des Erlebens äußern und die im weitesten Sinn als Erwerb oder Modifikation von Information oder Wissen betrachtet werden können.

(Goschke, 1996, S. 359)

# Eine Arbeitsdefinition

Von Gedächtnis kann gesprochen werden, wenn **Erfahrungen**, die ein Lebewesen macht, zu relativ **dauerhaften Veränderungen** in seinem Nervensystem führen, die sich in **Veränderungen von Dispositionen** des Verhaltens, der Wahrnehmung oder des Erlebens äußern und die im weitesten Sinn als Erwerb oder Modifikation von Information oder Wissen betrachtet werden können.

(Goschke, 1996, S. 359)

# Lernen vs. Gedächtnis

- **Lernen**
  - Prozesse, die dem erfahrungsabhängigen Erwerb von Wissen oder Fertigkeiten sowie der Veränderung von Verhaltensdispositionen zugrunde liegen

- **Gedächtnis**
  - Ergebnisse des Lernens (Erinnerungen, Wissen, Fertigkeiten)

# Abgrenzung von anderen Phänomenen

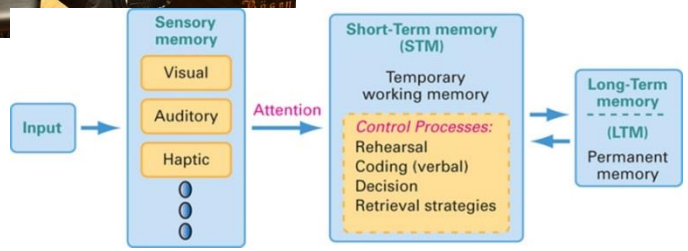
- **Verhaltensänderungen**, die nicht auf Lernen zurückgehen (z.B. Ermüdung, akute Drogenwirkung, Hirnverletzungen)

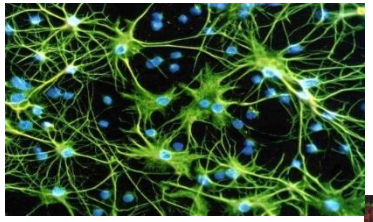
- **Reifung:** genetisch angelegte Veränderungen des Nervensystems (Bsp.: Myelinisierung von Nervenbahnen)

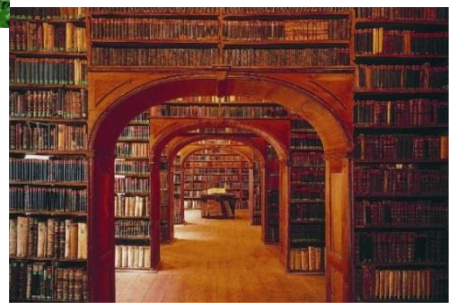
- **Prägung**: Etablierung von instinktivem Verhalten in kritischen Entwicklungsphasen (Bsp.: Konrad Lorenz‘ Graugänse)

# Forschungsansätze und Paradigmen
# Beschreibungsebenen

- Subjektives Erleben
  - Bewusste Erinnerungen
- Verhalten
  - Fertigkeiten
  - Leistungen in Gedächtnistests
- Informationsverarbeitung
  - Enkodierung, Speicherung, Repräsentation und Abruf von Information
- Neuronale Mechanismen
  - Neurobiologische Mechanismen des Lernen und Erinnerns
- Kulturelles Gedächtnis
  - Überindividueller Wissenstransfer (Schule, Studium, Ausbildung) / Bücher, Datenbanken, Internet

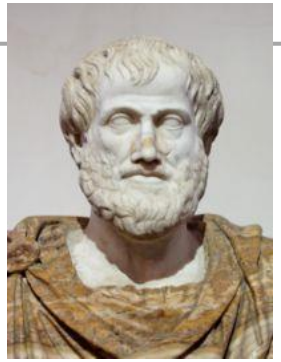




# Eine kurze Geschichte der Gedächtnisforschung: Forschungsansätze und Paradigmen

# Philosophische Vorläufer:
# Assoziationismus



- Aristoteles (384-322 v. Chr.)
  - Gedächtnis beruht auf der Verknüpfung von Vorstellungen, Ideen und Wahrnehmungsinhalten
  - Gesetze der Assoziationsbildung
    - Ähnlichkeit
    - Gegensatz
    - räumliche oder zeitliche Nähe (Kontiguität)

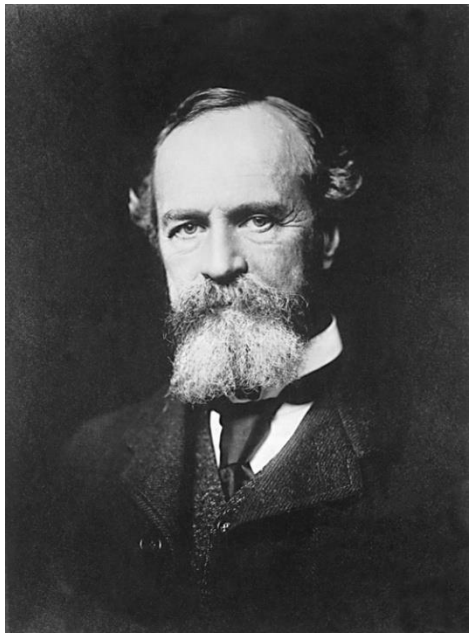
John Locke (1632-1704)

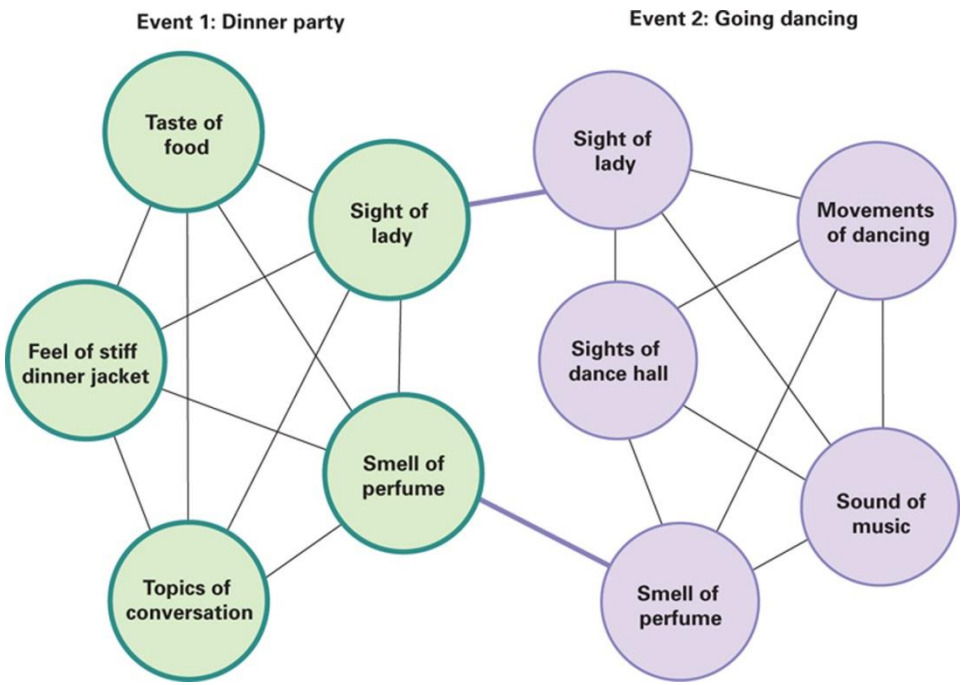
- Britischer Empirismus (Locke; Hume)
  - Alles Wissen stammt aus der Erfahrung (Empirie)
  - Geist als „tabula rasa“:
  - Komplexe Ideen werden durch Assoziationen aus elementaren Ideen aufgebaut

David Hume (1711-1767)

# Assoziationismus in der Psychologie des 19. Jh.

- William James (1842-1910)
  - „Principles of Psychology“ (1890)
  - Unterscheidung zwischen erlernten Gewohnheiten (*habits*) und bewussten Erinnerungen an Ereignisse
  - Gedächtnis als Netzwerk von Assoziationen








Copyright © 2013 by Worth Publishers

# Assoziationismus in der Psychologie

- **Assoziationspsychologie des 19. Jh.**
  - Herbarth; Ebbinghaus; G.E. Müller; Ziehen
  - Denken als Abfolge von untereinander assoziativ verknüpften Vorstellungen

- **Behaviorismus** (Watson, Skinner):
  - Griff Assoziationismus auf, aber leugnete die Bedeutung innerer (nicht direkt beobachtbarer) geistiger Vorgänge

- **Neo-Assoziationismus** in der Kognitionspsychologie
  - Andersons (1983, 1993) ACT-Theorie
  - Konnektionismus und künstliche neuronale Netze (Rumelhart & McClelland, 1986; O'Reilly & Munakata, 2000)

# Forschungsansätze und Paradigmen

- Beginn der experimentellen Gedächtnisforschung: Ebbinghaus (1885)
- Behaviorismus und verhaltensorientierte Lerntheorien (ca. 1910-1960) [*Kognitionspsychologisch orientierte Weiterentwicklungen der Lernforschung bis heute!*]
- Kognitionspsychologie und Informationsverarbeitung (1950-heute)
- Kognitive Neurowissenschaft (1990-heute)

# Die Anfänge der experimentellen Gedächtnisforschung: Hermann Ebbinghaus (1885)

„Psychische Zustände jeder Art, Empfindungen, Gefühle, Vorstellungen, die irgendwann einmal vorhanden waren und dann dem Bewusstsein entschwanden, haben damit nicht absolut aufgehört zu existieren. Obschon der nach innen gewandte Blick sie auf keine Weise mehr finden mag, sind sie doch nicht schlechterdings vernichtet oder annulliert worden, sondern leben in gewisser Weise weiter, aufbewahrt, wie man sagt, im Gedächtnis. Freilich können wir dieses ihr gegenwärtiges Dasein nicht direkt beobachten, aber mit derselben Sicherheit wie die Fortexistenz der Gestirne unter dem Horizont lässt sich auch die ihre erschließen aus den Wirkungen, die davon zu unserer Kenntnis kommen. Diese sind von verschiedener Art.“

Ebbinghaus (1885, S.1): „Über das Gedächtnis“

*Ebbinghaus (1850-1909)*

# Ebbinghaus (1885): Unterscheidung verschiedener Gedächtnisformen

- „Erstens können wir ... die anscheinend verlorenen Zustände ... durch eine darauf gerichtete Anstrengung des Willens ins Bewusstsein zurückrufen, wir können sie willkürlich Reproduzieren.“

- „Zweitens kommt es auch vor, dass ... einmal bewusst gewesene Zustände ... oft, und oft noch nach Jahren, ohne jedes Zuthun des Willens scheinbar von selbst ins Bewusstsein zurück [kehren], sie werden unwillkürlich reproduciert.“

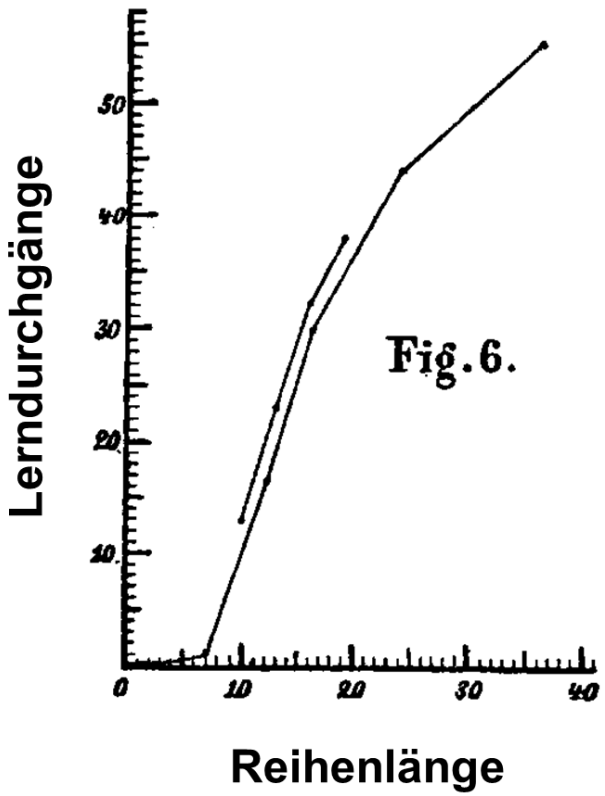
- Drittens „geben die entschwundenen Zustände... auch dann noch zweifellose Beweise ihrer dauernden Nachwirkung, wenn sie selber gar nicht, oder wenigstens gerade jetzt nicht, ins Bewusstsein zurückkehren. Die Beschäftigung mit einem gewissen Gedankenkreise erleichtert unter Umständen die spätere Beschäftigung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

# Die Experimente von Ebbinghaus (1885)

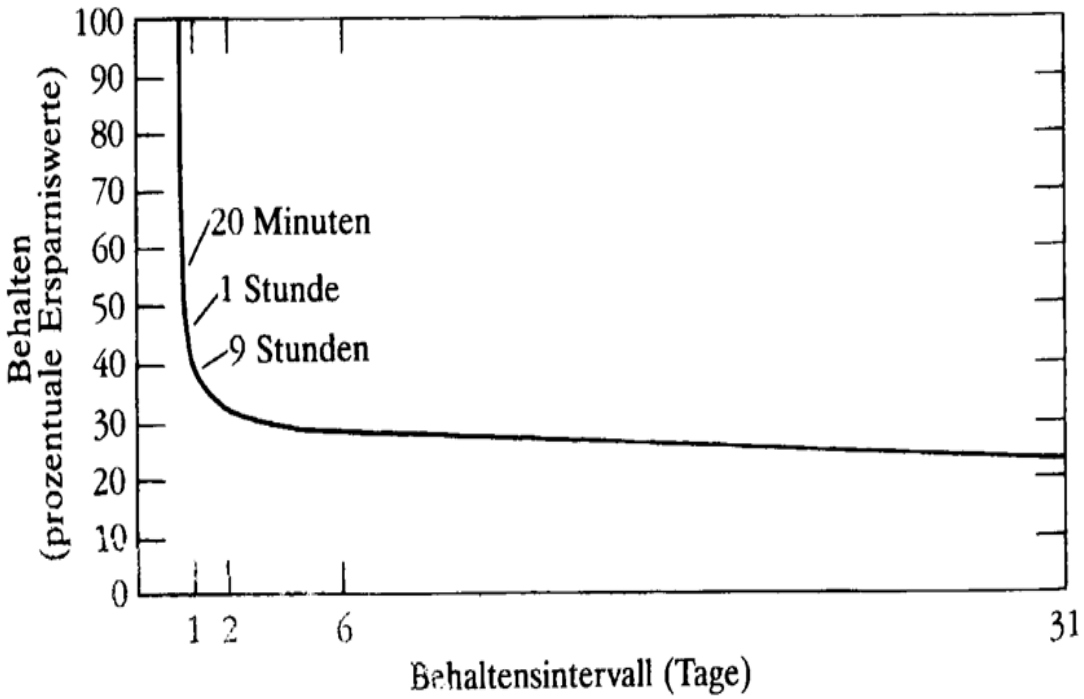
- Erster Versuch der experimentellen Erforschung des Gedächtnisses
- N = 1 (Ebbinghaus selbst)
- Lernmaterial: sinnlose Silben (ZES  POF  GEW  BIK  KAN …)
  - Ausschaltung des Einflusses von Bedeutungen u. Vorwissen
- Manipulation unabhängiger Variablen (z.B. Menge des Lernmaterials; Zeit zwischen Lernen und Abruf)
- Messung der Effekte unabhängiger Variablen auf quantitative Indikatoren der Gedächtnisleistung
  - Erlernungsmethode: Anzahl von Lerndurchgängen bis zur Erreichung eines Lernkriteriums
  - Ersparnismethode: Reduktion der Zahl notwendiger Lerndurchgänge beim wiederholten Lernen
    - Ersparnis = Anzahl Lerndurchgänge 1. Lernen / Anzahl Lerndurchgänge 2. Lernen

# Die Experimente von Ebbinghaus (1885)

**Lerndurchgänge bis zum Erreichen eines Lernkriteriums als Funktion der Reihenlänge**




**Exponentielle Vergessenskurve**
(AV = Zeitersparnis beim erneuten Lernen)



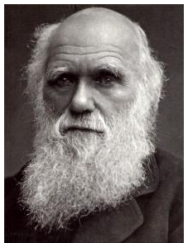
# Der Beitrag von Ebbinghaus

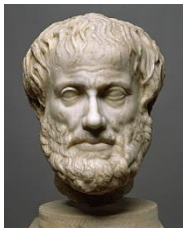
- Nachweis, dass auch „höhere“ geistige Funktionen wie das Gedächtnis experimentell untersucht werden können
- Neue Methoden (Reproduktion, Ersparnis)
- Entdeckung grundlegender Prinzipien (Vergessensfunktion, Übungseffekte)
- Unterscheidung zwischen kurzzeitigem und langzeitigem Behalten

# Verhaltensorientierte Lernpsychologie

# Verhaltensorientierte Lernpsychologie

- Dominierte in der ersten Hälfte des 20. Jh.
- Historische Einflüsse
  - Darwins Evolutionstheorie
    - Gehirn als Produkt der Evolution; Graduelle Unterschiede zwischen Tier u. Mensch (Homologien zwischen verwandten Arten)
  - Aristoteles: Prinzipien d. Assoziation
    - Kontiguität, Ähnlichkeit, Kontrast
  - Empirismus (John Locke; David Hume)
    - Alles Verhalten ist gelernt; alles Wissen stammt aus Erfahrung (Menschlicher Geist als „tabula rasa“)
  - Entdeckung des klassischen und instrumentellen Konditionierens
    - Pawlow, Thorndike



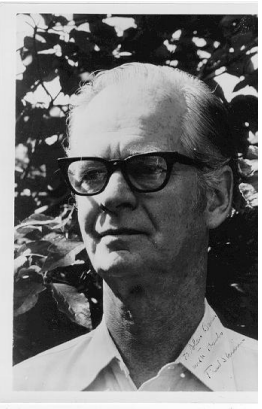


- Ziele und Methoden
  - Suche nach universellen (artübergreifenden) Lerngesetzen
  - Tierexperimente (Tauben, Ratten)
  - Möglichst quantitative Theorien

# Verhaltensorientierte Lernpsychologie

- **Pawlow (1849-1936)**
  - Entdecker des bedingten Reflexes und der Klassischen Konditionierung

- **Thorndike (1874-1949)**
  - Begründer der Forschung zum instrumentellen Konditionieren („Gesetz des Effekts“)



- **Skinner (1904-1990)**
  - Systematische Erforschung des operanten Konditionierens (Lernen durch Belohnung und Bestrafung)

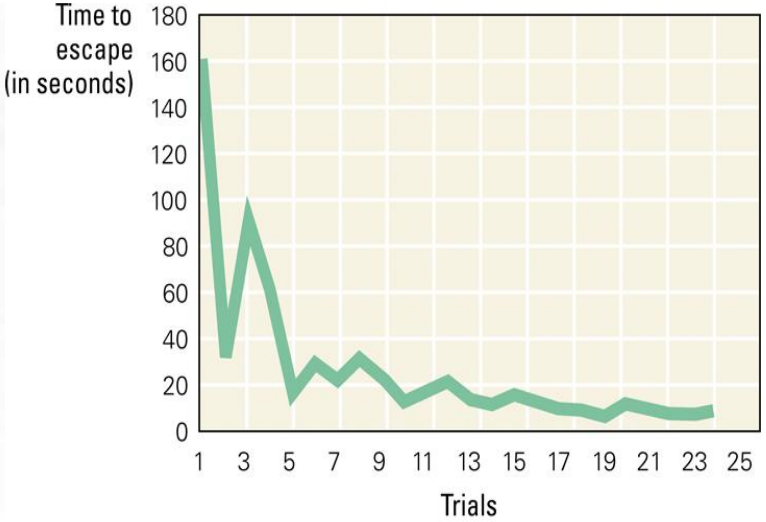
# Iwan Pawlow: Entdeckung des klassischen Konditionierens

- **Frequency:** repeated pairings increase the strength of association, with a characteristic **learning curve.**
- **Contiguity:** the association between bell and food is **extinguished** when the bell is presented alone, ending contiguity.
- **Similarity:** salivation responses will **generalize** to stimuli similar to the doorbell, though the less similar, the less effective.

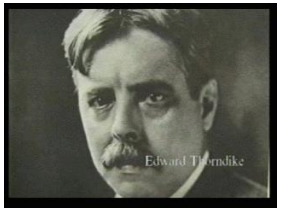
# Edward Lee Thorndike: Gesetz des Effekts

## „Puzzlebox“

(a)




(b)



Thorndikes Doktorarbeit
*“Animal intelligence: an experimental study of the associative processes in animals”*

- Katzen lernten durch Versuch und Irrtum, welches Verhalten die Käfigtür öffnet
- Wurde Katze wiederholt in Käfig gesetzt, führte sie das korrekte Verhalten zunehmend schneller aus
- Gesetz des Effekts:
  - Verhalten, das zu positiven Konsequenzen führt, wird verstärkt
  - Verhalten, das bestraft wird, wird abgeschwächt

© 2008 by Worth Publishers

# Burrhus Frederic Skinner: Operantes (instrumentelles) Konditionieren

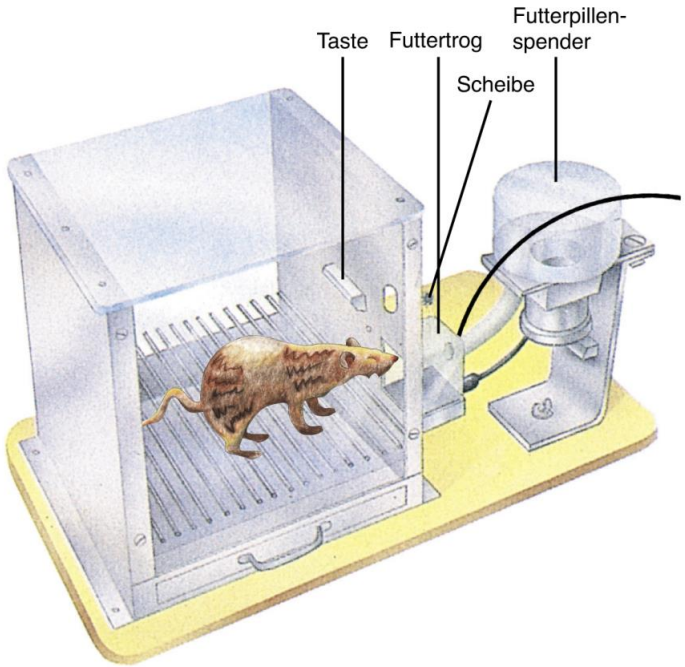
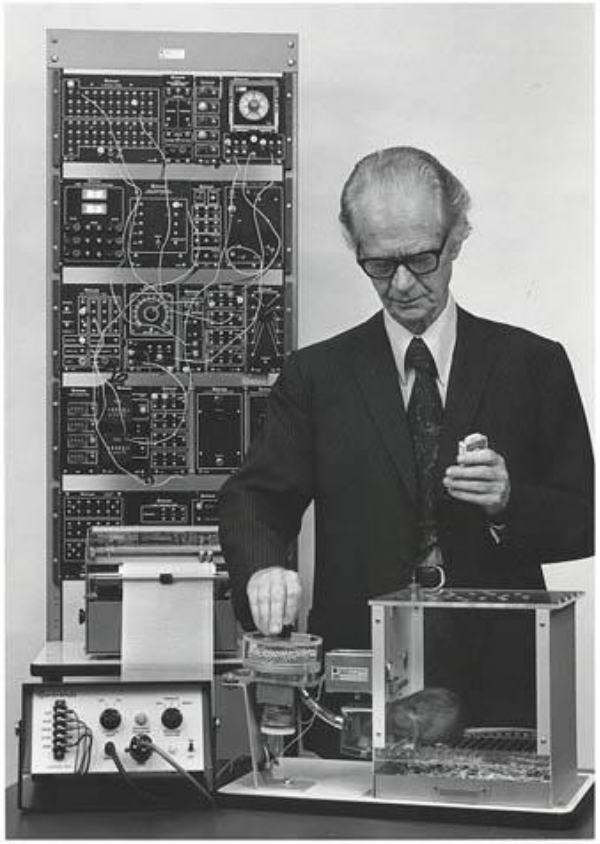


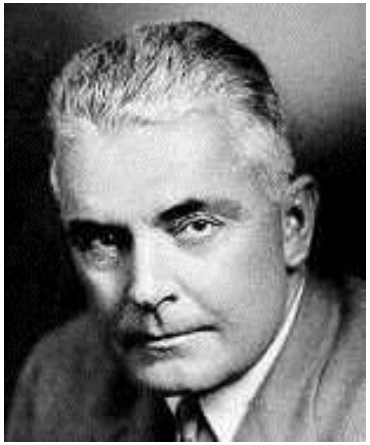

**Abbildung 7.11: Skinnerbox.**
In dieser typischerweise für Ratten speziell hergestellten Vorrichtung kann auf einen Hebeldruck die Freigabe einer Futterpille folgen.



- Ratte kann Hebel drücken (R)
- Hinweisreize (Licht, Ton) (S)
- Lernen wird experimentell untersucht, indem die Ratte gezielt für bestimmte Handlungen belohnt oder bestraft wird (Futter vs. E-Schock) (C+ vs. C-)

# Radikaler Behaviorismus

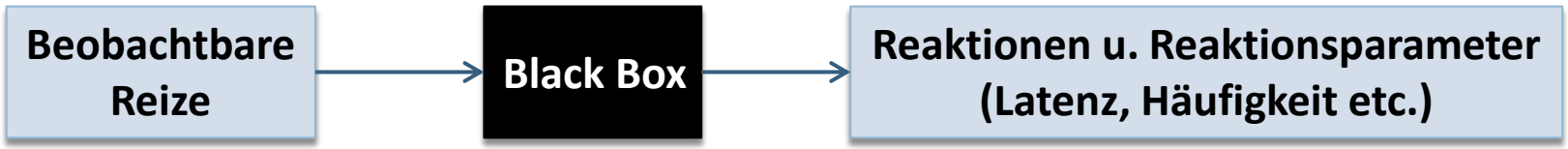
„Psychologie, wie sie der Behaviorist sieht, ist ein vollkommen objektiver, experimenteller Zweig der Naturwissenschaft. Ihr Ziel ist die Vorhersage und Kontrolle von Verhalten. Introspektion spielt keine wesentliche Rolle in ihren Methoden, und auch der wissenschaftliche Wert ihrer Daten hängt nicht davon ab, inwieweit sie sich zu einer Interpretation in Bewußtseinsbegriffen eignen. Bei dem Bemühen, ein einheitliches Schema der Reaktionen von Lebewesen zu gewinnen, erkennt der Behaviorist keine Trennungslinie zwischen Tier und Mensch an. Das Verhalten des Menschen in all seiner Feinheit und Komplexität macht nur einen Teil der behavioristischen Forschungen aus.“



John Watson, 1913

# Behaviorismus: Grundlegende Thesen

- Nur beobachtbare Entitäten sind wissenschaftlich zulässig
- Psychologie soll sich auf Analyse von Beziehungen zwischen *beobachtbaren* Reizen und Reaktionen beschränken
- Alles Verhalten beruht auf erlernten Assoziationen zwischen Reizen und Reaktion
- Nicht beobachtbare geistige Vorgänge (Gedanken, Vorstellungen, Absichten) sind überflüssig für die Erklärung des Verhaltens



# Bedeutung der verhaltensorientierten Lernforschung

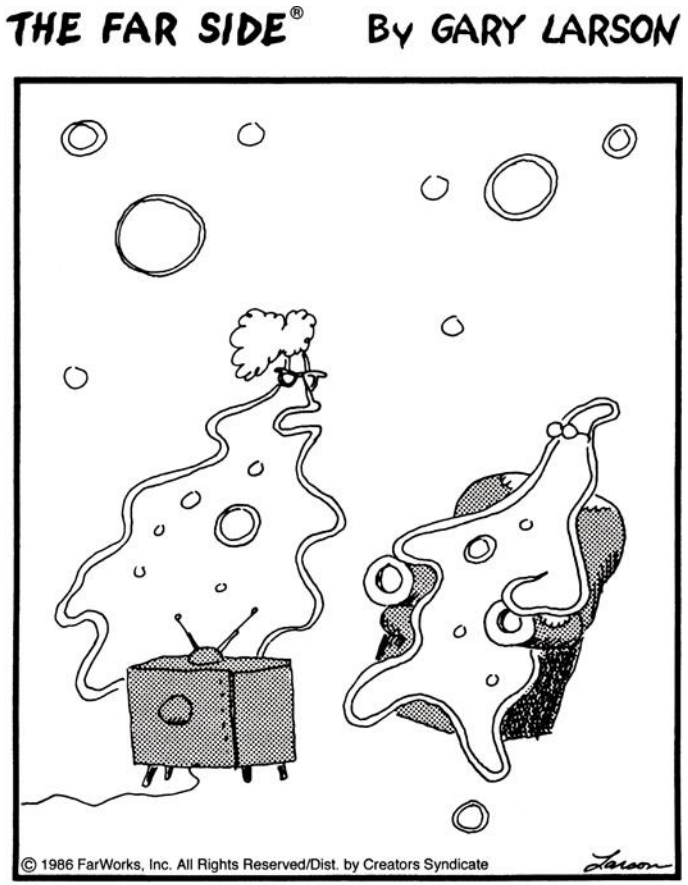
- Wichtige Fortschritte
  - Experimenteller Ansatz: Manipulation unabhängiger Variablen und Beobachtung der Effekte auf abhängige Variablen
  - Quantitativer Ansatz: Messung quantitativer Verhaltensparameter
  - Evolutionstheoretischer Ansatz: Annahme von Homologie zwischen Arten; Übertragung von tierexperimentellen Befunden auf Menschen; Analogie zwischen instrumentellem Lernen und natürlicher Selektion

- Wichtige Ergebnisse
  - Entdeckung grundlegender Gesetzmäßigkeiten des assoziativen Lernens
  - Erklärungen alltäglicher und klinischer Phänomene (Gewohnheitsbildung, Phobien, Wirkung von Belohnung vs. Bestrafung u.a.)

- Praktische Anwendungen
  - Z.B. Grundlage verhaltenstherapeutischer Interventionen (Reizkonfrontation, Gegenkonditionierung, systematische Desensibilisierung)

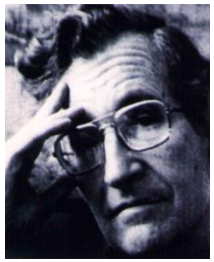
# Probleme des radikalen Behaviorismus

- Beschränkung auf Reize und Reaktionen → wird vielen Gedächtnisleistungen nicht gerecht
- Ablehnung theoretischer Begriffe für nicht beobachtbare Entitäten → wissenschaftlich unfruchtbar (vgl. „Gen“; „Superstring“)
- Stattdessen: Annahme kognitiver Prozesse (Speicherung, Verarbeitung, Abruf von Information) → bessere Erklärungen von Gedächtnisleistungen




**“Stimulus, response! Stimulus, response! Don’t you ever *think?*”**

# Die „kognitive Revolution“



Noam Chomsky

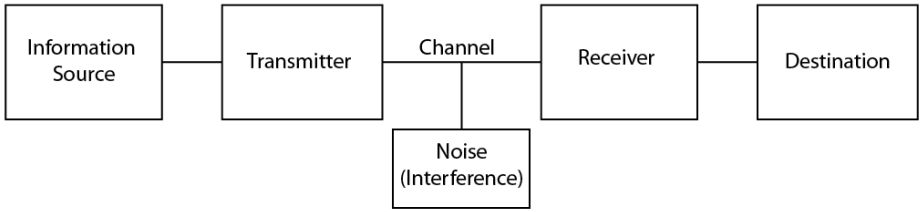
Kognitive LinguistiK
- Kritik an Skinner
- Mentale Repräsentationen und Regelsysteme

Informationstheorie, Computerwissenschaft u. KI
- Newell & Simon: General problem solver

G. Miller

Ulric Neisser

D. Broadbent



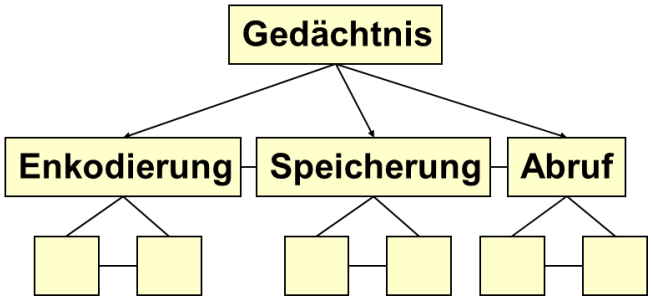
W.K. Estes (1919-2011)

Gordon Bower (1932-)

Informationsverarbeitungsansatz und kognitive Psychologie
- George Miller (1957): Kurzzeitgedächtniskapazität
- Neisser (1967): Erste Monographie “Cognitive Psychology“
- Broadbent (1958): Filtertheorie der Aufmerksamkeit
- Estes, Bower u.a.: Mathematische Psychologie und kognitive Gedächtnisforschung

# Informationsverarbeitungsparadigma

- Kognition als Informationsverarbeitung
  - Annahme mentaler Repräsentationen und Wissensstrukturen
  - Computermetapher
    - Kognition = Software (Mentale Algorithmen)
    - Gehirn = Hardware (Neuronale Implementierung)
- Methode
  - Experimentelle Untersuchung von Gedächtnisleistungen unter kontrollierten Bedingungen; Rückschluss von Verhaltensparametern (Reaktionszeiten, Fehler) auf nicht direkt beobachtbare mentale Prozesse (Enkodieren, Transformieren, Speichern und Abrufen von Information)
- Funktionale Dekomposition
  - Zerlegung kognitiver Leistungen in Verarbeitungsstufen und Subsysteme



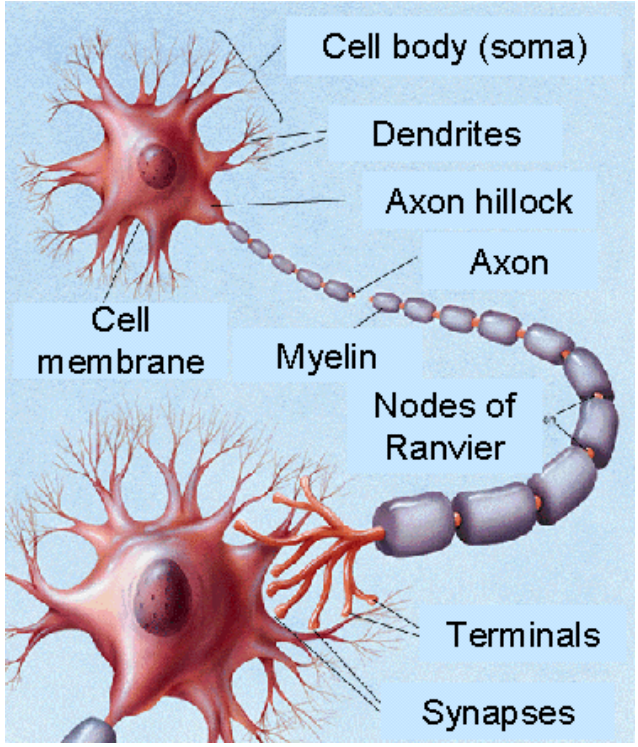
# Kognitive Neurowissenschaft des Gedächtnisses

# Neurowissenschaftliche Perspektive

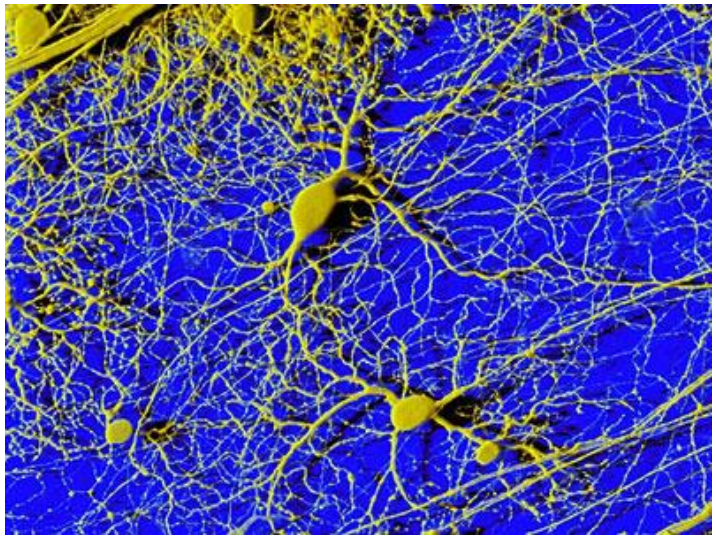
"any activity-dependent process that modifies, in a sufficiently stable and long-lasting way, the excitatory or inhibitory interactions between pairs of neurons could serve as a mechanism of learning, and any long-lasting alteration of inter-cellular communication can be considered an engram."

(Singer, 1990, S.211)

# Neurowissenschaftliche Perspektive

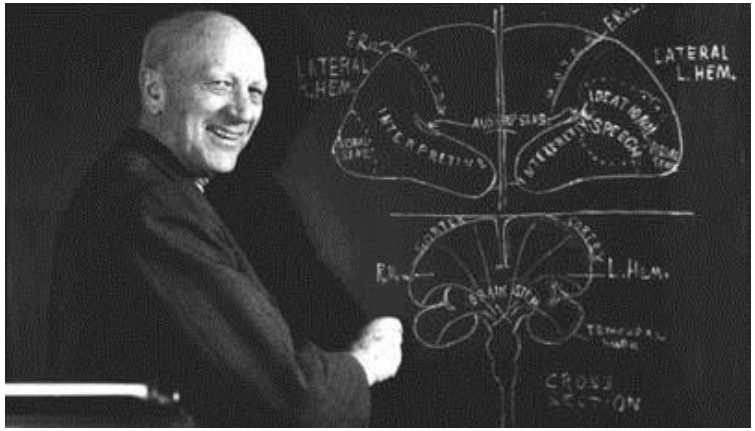


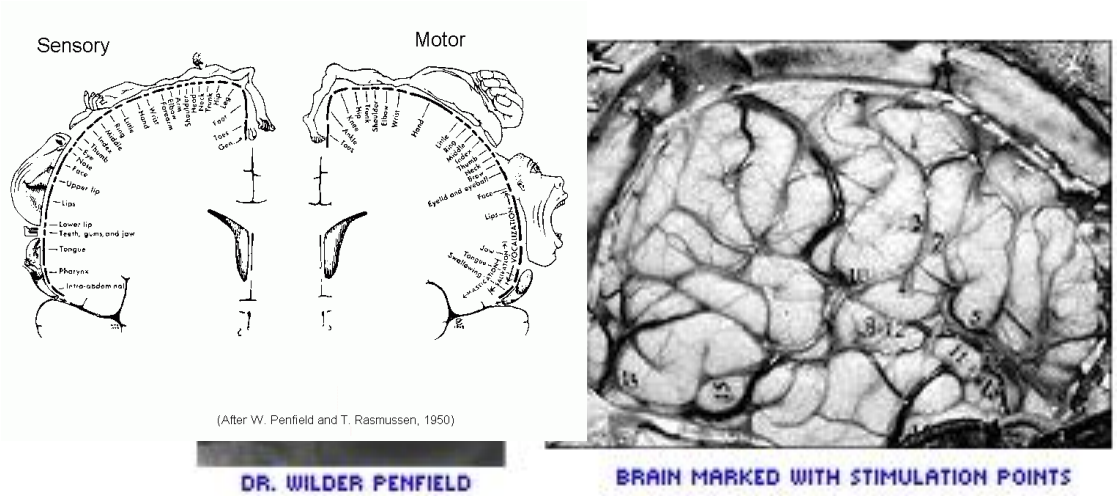

- Grundlage aller psychischen Prozesse ist die Signalübertragung zwischen Nervenzellen
- Gedächtnisleistungen beruhen auf erfahrungsabhängigen Veränderungen der neuronalen Signalübertragung



# Geist und Gehirn – ein empirisches Beispiel

- Elektrische Direktreizung des Kortex in epileptischen Patienten erzeugte bewusste Empfindungen
  - "a star came down and towards my nose“
  - "those fingers and my thumb gave a jump“
  - "I heard the music again; it is like the radio”

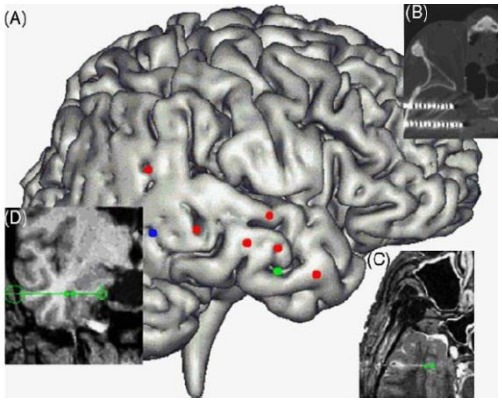



Penfield, W., & Jasper, H. (1954). *Epilepsy and the functional anatomy of the human brain*. Boston: Little Brown.
Penfield, W., & Perrot, P. (1963). The brain’s record of auditory and visual experience. *Brain*, *86*, 595–696.

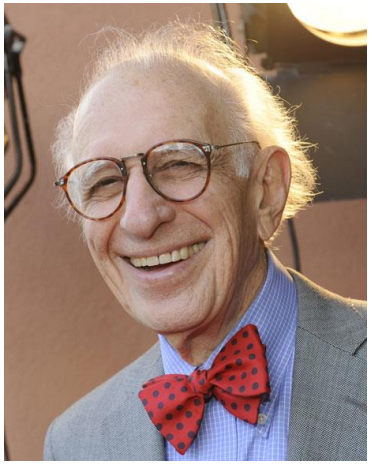
# Recollection of vivid memories after perirhinal region stimulations

- Elektrische Direktreizung im rechten Temporalkortex in einem epilepetischen Patienten lösten visuelle Eindrücke aus, die mit Gedächtnisinhalten assoziiert waren
  - “Immediately on stimulation, the patient said an image was coming but that it was hard to see, as it was too faint. He then said he had seen a lake, which was behind his house. He added: “I go there very often.”
  - “The patient immediately said that something had materialized and that it was a neighbor going by in the street on a motorbike. He added: “I see him very often” and said that it was his brother’s friend.

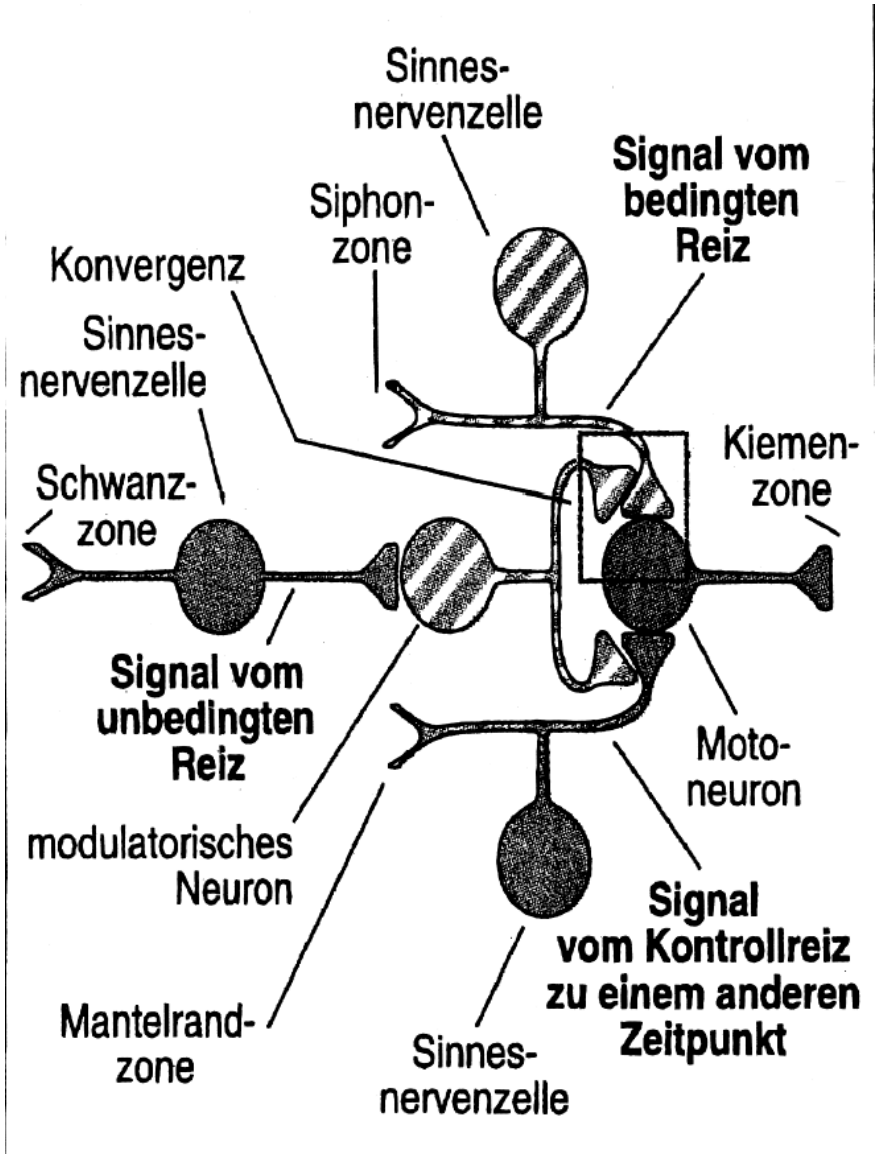



Barbeau et al. (2005). *Neuropsychologia, 43,* 1329–1337

# Ansätze der neurowissenschaftlichen Gedächtnisforschung
# I. Untersuchungen auf zellulärer Ebene

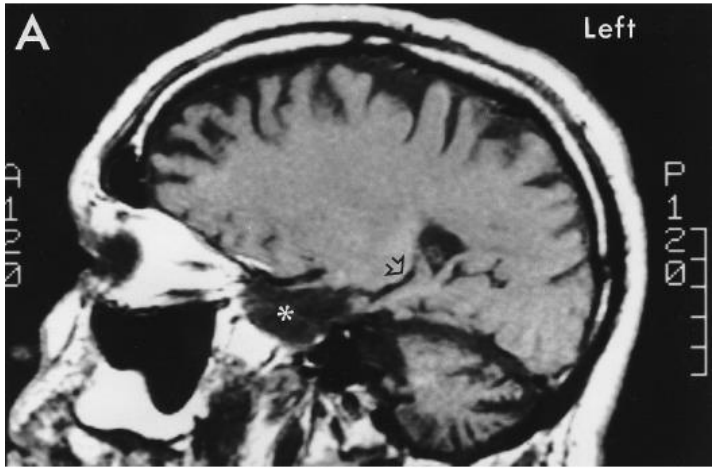


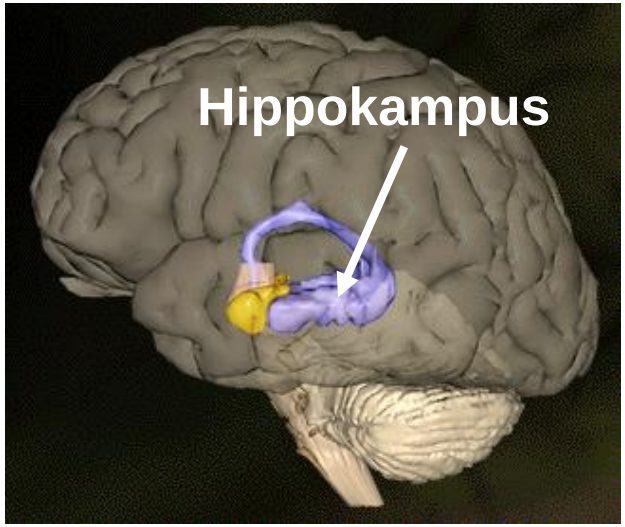
Eric Kandel



# Ansätze der neurowissenschaftlichen Gedächtnisforschung
# II. Klinische und Kognitive Neuropsychologie

- Untersuchung hirngeschädigter Patienten (Unfallopfer, Tumor, hirnchirugische Eingriffe, Enzephalitis)
- Patient H.M.: wegen schwerer Epilepsie 1953 operative Entfernung von Teilen des medialen Temporallappens (inkl. anteriorer Hippokampus)
- Fast vollständiger Verlust der Fähigkeit, neue Ereignisse zu behalten ("Jeder Tag steht für sich selbst, egal welche Freude ich hatte oder welche Sorgen ich verspürte… es ist wie immer wieder aufs Neue aus einem Traum zu erwachen”)

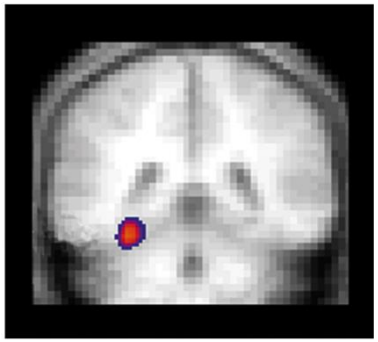


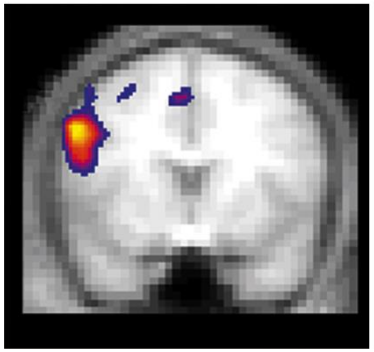
# Ansätze der neurowissenschaftlichen Gedächtnisforschung
# III. Funktionelle bildgebende Verfahren

- Messung metabolischer Korrelate neuronaler Prozesse
  - PET: regionale Hirndurchblutung
  - fMRT: Anteil von oxygeniertem und desoxygeniertem Hämoglobin in bestimmten Hirnregionen (Signal)

(a) Medial temporal lobe



(b) Frontal lobe

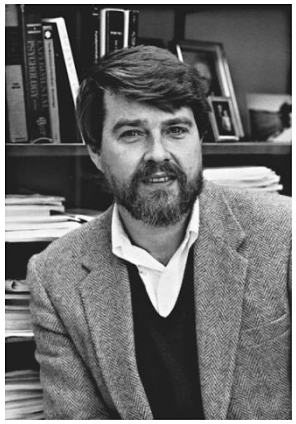


Wagner et al., 1998, Science, 281, 1188.

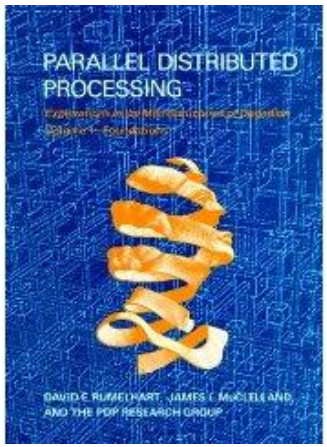
Aktivierung im medialen Temporallappen beim Enkodieren sagt die spätere Erinnerungsleitung vorher

# Ansätze der neurowissenschaftlichen Gedächtnisforschung
# IV. Komputationale Modellierung mit künstlichen neuronalen Netzen

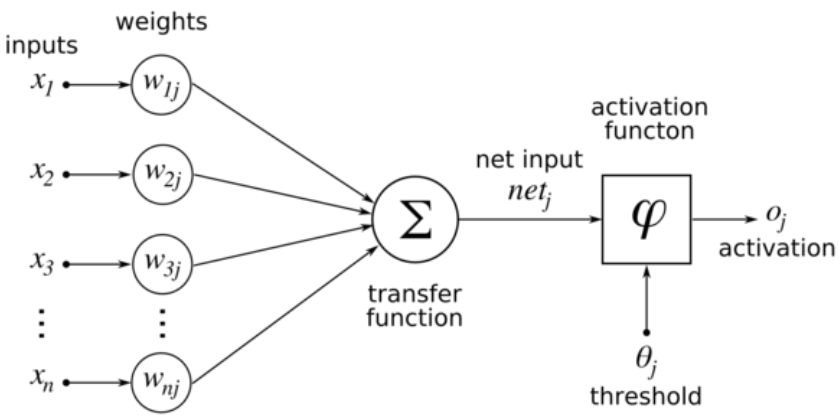
Jay McClelland

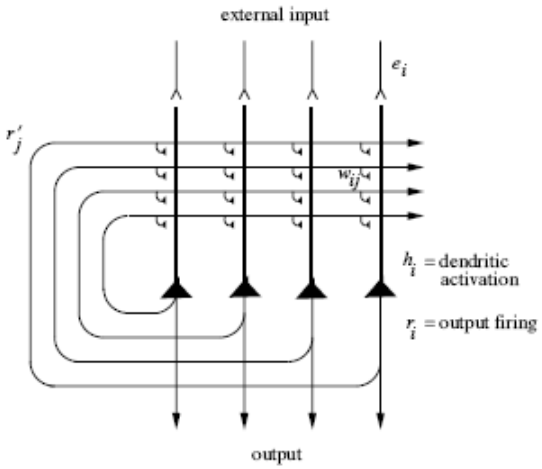


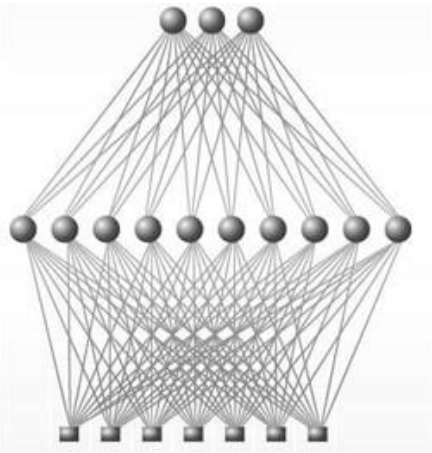
David Rumelhart




„Landmark publication“ in 1986



# Rekapitulation:
# Wichtige Ansätze der Gedächtnisforschung

- Behaviorismus und verhaltensorientierte Lernpsychologie
- Informationsverarbeitungsansatz und kognitive Gedächtnispsychologie
- Kognitive Neurowissenschaft des Gedächtnisses
- Komputationale Modellierung

# Zentrale Fragen der Gedächtnisforschung

- **Systeme**
  - Gibt es ein einheitliches Gedächtnissystem oder gibt es multiple Gedächtnissysteme mit unterschiedlichen Funktionsprinzipien?

- **Repräsentationen**
  - Wie werden Gedächtnisinhalte enkodiert und repräsentiert?
  - Werden alle Erinnerungen in einem einheitlichen Kode repräsentiert, oder gibt es multiple Arten von Gedächtnisrepräsentationen (symbolisch, bildhaft, motorisch etc.)?

- **Prozesse**
  - Welche kognitiven Prozesse und Mechanismen liegen dem Einprägen, Erinnern und Vergessen zugrunde?
  - Welche Faktoren bestimmen, ob, wann und was wir behalten, erinnern und vergessen?
  - Warum und wann kommt es zu falschen Erinnerungen und Gedächtnistäuschungen?

- **Neurobiologisches Substrat**
  - Sind Gedächtnisinhalte an einem bestimmten Ort im Gehirn lokalisiert oder werden sie über viele Hirnregionen verteilt repräsentiert?
  - Welche neuronalen Mechanismen liegen der Gedächtnisspeicherung zugrunde?

# Gliederung der Vorlesung

## Verhaltensorientierte Lernpsychologie

- Klassisches Konditionieren
- Instrumentelles Konditionieren

## Kognitive Gedächtnisforschung

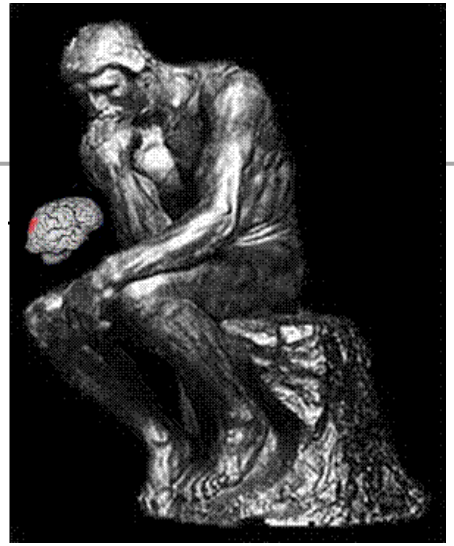
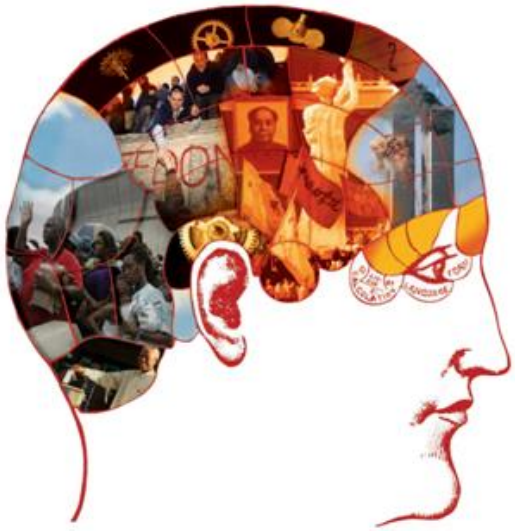
- Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis
- Deklaratives Langzeitgedächtnis: I. Enkodierprozesse
- Deklaratives Langzeitgedächtnis: II. Abrufen und Vergessen
- Das konstruktive Gedächtnis: Gedächtnisverzerrungen und falsche Erinnerungen
- Emotionen, Stress und Gedächtnis

## Kognitive Neurowissenschaft des Gedächtnisses

- Amnesien und das medial-temporale Gedächtnissystem
- Konsolidierung und die Interaktion von Hippokampus und Neokortex
- Funktionelle Bildgebung von Gedächtnisfunktionen
- Neuronale Netzwerkmodelle des Gedächtnisses

## Nicht-deklaratives Gedächtnis

- Fertigkeiten, Priming und implizites Lernen
- Priming und implizites Gedächtnis



## Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!