

---

Bio 402  
Struktur und Funktion des ZNS und der Sinnesorgane (Teil II)  
**Lernen und Gedächtnis**

---



David Paul Wolfer  
Anatomisches Institut der Universität Zürich  
<http://www.dpwolfer.ch>  
[dpwolfer@anatom.uzh.ch](mailto:dpwolfer@anatom.uzh.ch)

---

Bio 402 Lernen und Gedächtnis, Wolfer, 4.4.2007

---

**Lernen und Gedächtnis: Inhaltsverzeichnis**

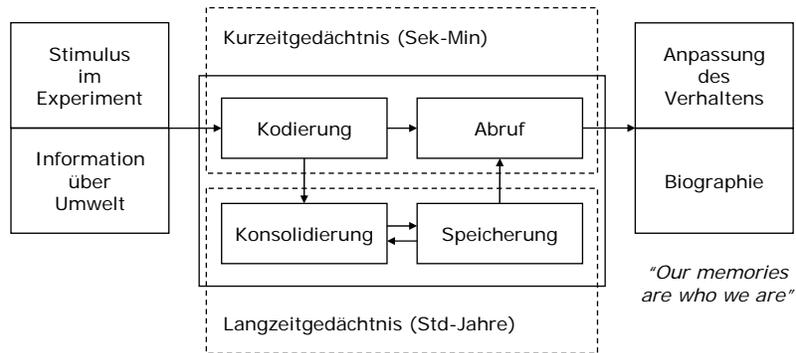
---

- |   |   |
|---|---|
| ① <i>Definition</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- Definition, Teilprozesse</li><li>- Kurz- und Langzeitgedächtnis</li></ul>           | ④ <i>Experimentelle Untersuchung</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- Untersuchungsebenen</li><li>- experimentelle Ansätze</li><li>- Lokalisation von Gedächtnisfunktionen</li></ul> |
| ② <i>Gedächtnisformen</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- deklarative Gedächtnisformen</li><li>- prozedurale Gedächtnisformen</li></ul> | ⑤ <i>Tiermodelle</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- prozedurale Gedächtnisformen</li><li>- deklarative Gedächtnisformen</li></ul>  |
| ③ <i>Amnesie</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- anterograd</li><li>- retrograd</li></ul>   |   |

---

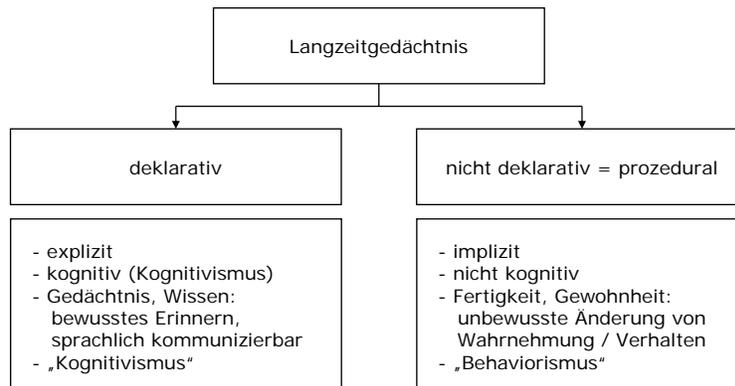
Bio 402 Lernen und Gedächtnis, Wolfer, 4.4.2007

## Definition von Lernen und Gedächtnis



Bio 402 Lernen und Gedächtnis, Wolfer, 4.4.2007

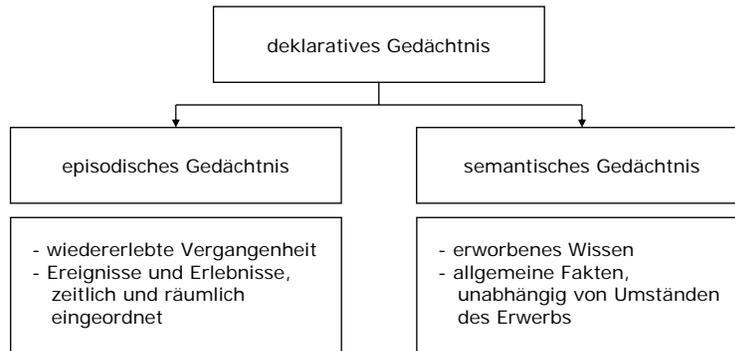
## Deklaratives und prozedurales Gedächtnis



*Oft gleichzeitig aktiviert !*

Bio 402 Lernen und Gedächtnis, Wolfer, 4.4.2007

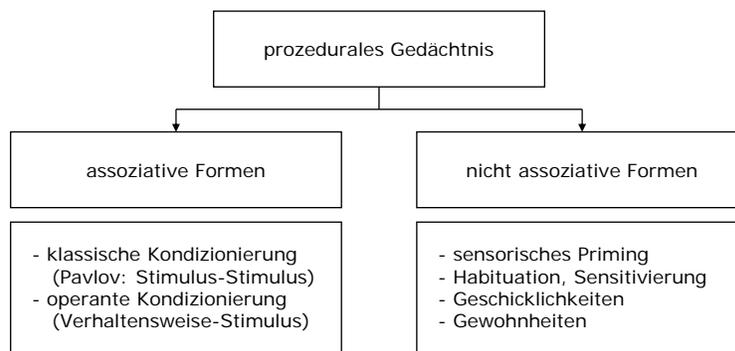
## Deklarative Gedächtnisformen



*Oft gleichzeitig aktiviert !*

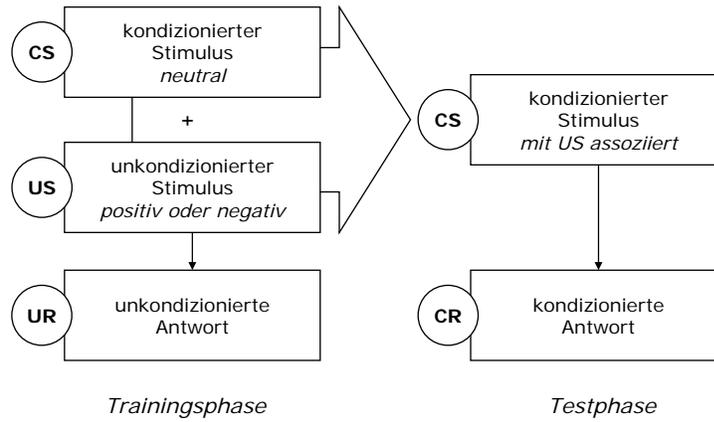
Bio 402 Lernen und Gedächtnis, Wolfer, 4.4.2007

## Prozedurale Gedächtnisformen



Bio 402 Lernen und Gedächtnis, Wolfer, 4.4.2007

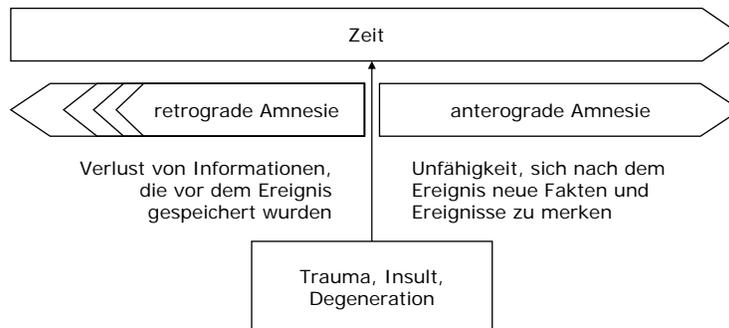
## Klassische Kondizionierung



Bio 402 Lernen und Gedächtnis, Wolfer, 4.4.2007

## Amnesie

= Ausfall des deklarativen Gedächtnisses,  
bei erhaltenem Kurzzeit- und prozeduralem Gedächtnis



Bio 402 Lernen und Gedächtnis, Wolfer, 4.4.2007

## Ebenen der Gedächtnisforschung

---

### *Psychologische Ebene*

- Unterscheidung und Definition verschiedener Gedächtnisformen
- Genaue Beschreibung ihrer Eigenschaften, ev. Formalisierung
- Modelle und Lerntheorien, Individuum als „black box“

### *Systemische Ebene*

- Lokalisation von Gedächtnisprozessen in bestimmten Hirnregionen
- Rolle bestimmter Zellpopulationen, Fasersysteme, Transmitter

### *Zelluläre und molekulare Ebene*

- Rolle von zellulären Prozessen:  
Signalkaskaden, Proteinsynthese, Genexpression, Zellmotilität, Zellteilung
- Rolle bestimmter Gene, Moleküle, und Molekülinteraktionen

### *Simulationsebene*

- mathematische Modelle, Computersimulation
- elektronische Schaltkreise, Roboter

Bio 402 Lernen und Gedächtnis, Wolfer, 4.4.2007

## Lokalisation von Gedächtnisfunktionen

---

Keine vollständige Liste, sondern Beispiele für experimentell gut etablierte Zuordnungen! Vieles noch unbekannt oder umstritten.

### *Deklaratives Gedächtnis*

- medialer Temporallappen: Hippocampus & benachbarter Kortex
- verteilt in anderen Arealen des Neokortex (nach Konsolidierung)

### *Prozedurales Gedächtnis*

- Klassische Konditionierung:  
Amygdala (Angstkonditionierung), Cerebellum (motorische Reflexe)
- Operante Konditionierung:  
Amygdala, Cerebellum, Striatum
- Sensorisches Priming: Neokortex
- Motorische Geschicklichkeit: Cerebellum
- Gewohnheiten: Striatum
- Habituation, Sensitivierung: Reflexbahnen in Hirnstamm und Rückenmark

Bio 402 Lernen und Gedächtnis, Wolfer, 4.4.2007

## Experimentelle Ansätze

Welche Systeme/Prozesse spielen bei Gedächtnisfunktion eine Rolle?

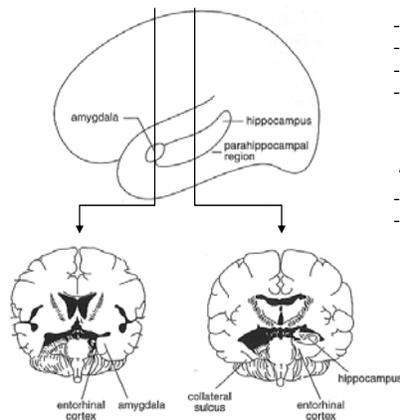
System/Prozess ausschalten  
und resultierende Ausfälle  
(zB. Amnesie) beobachten

Rekrutierung des  
Systems/Prozesses für  
die Funktion nachweisen

- Studien an hirngeschädigten Patienten
- Läsionsstudien am Tiermodell:
  - chirurgisch/stereotaktisch
  - pharmakologisch
  - molekulargenetisch
- *in vivo* Studien:
  - funktionelles Imaging (PET, FMRI)
  - Elektrophysiologie, EEG
- *ex vivo* Studien am Tiermodell:
  - 2-deoxy-Glukose
  - c-Fos Aktivierung

Bio 402 Lernen und Gedächtnis, Wolfer, 4.4.2007

## Patient H.M.



- Geboren 1926
- mit 7 Velounfall, 5 Min bewusstlos
- progrediente therapieresistente Epilepsie
- mit 27 bilaterale Resektion des medialen Temporallappens inklusive Hippocampus

### Resultat:

- Mit Medikamenten anfallsfrei
- Schwere Amnesie:
  - anterograd total
  - retrograd für Zeit vor OP
  - prozedurales Gedächtnis normal
  - Kurzzeitgedächtnis normal
  - IQ und Sprache nicht betroffen
  - emotional „sehr ausgeglichen“

Bio 402 Lernen und Gedächtnis, Wolfer, 4.4.2007

## Tiermodelle für prozedurales Gedächtnis

---

### *Assoziativ*

- Klassische Konditionierung:  
Angstkonditionierung (Ratte, Maus)  
Lidreflexkonditionierung (Kaninchen, Mäuse)
- Operante Konditionierung:  
Skinnerbox (Affe, Taube, Ratte, Maus)

### *Nicht assoziativ*

- Habituation, Sensitivierung:  
startle reflex (Ratte, Maus)
- Motorische Geschicklichkeit:  
Rotarod, beam walking, (Ratte, Maus)

Bio 402 Lernen und Gedächtnis, Wolfer, 4.4.2007

## Tiermodelle für deklaratives Gedächtnis

---

- Speziesunterschiede bereiten hier besondere Probleme: Sprache!
- Assoziativer Kortex kleiner (Maus!) und weniger spezialisiert
- Modelle für deklaratives Gedächtnis durch Abhängigkeit von Hippocampus definiert
- kaum etablierte Modelle für episodisches Gedächtnis

### *Räumliches Gedächtnis*

- Morris water-maze, place navigation (Ratte, Maus)
- 8-arm radial maze (Ratte, Maus)
- T-maze (Ratte, Maus)

### *Modifizierte Konditionierung*

- contextual fear conditioning (Ratte, Maus)
- trace fear conditioning (Ratte, Maus)
- trace eye blink conditioning (Kaninchen, Maus)

### *Andere*

- object recognition, D(N)MS = delayed (non-)matching to sample (Affe, Ratte)
- social recognition (Ratte, Maus)
- social transmission of food preferences (Ratte, Maus)

Bio 402 Lernen und Gedächtnis, Wolfer, 4.4.2007