

## 2 Physiologische und psychologische Grundlagen

### 2.1 Nervensystem



### 2.2 Gehirn

### 2.3 Gedächtnis: Wissen, Lernen, Vergessen

Literatur:

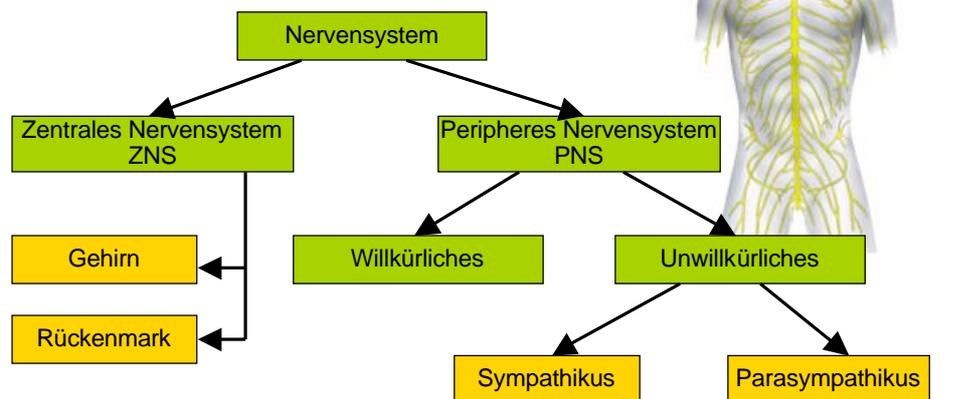
Holzinger, Basiswissen Multimedia Band 2, S. 26 – 95

Frederic Vester: Denken, Lernen, Vergessen, dtv 1978, 30. Auflage 2004

<http://www.pae.asn-graz.ac.at/linux2/tutor-bu/hege.htm>

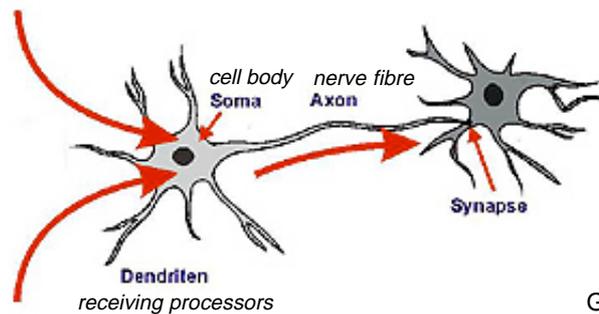
## Nervensystem

- Nervensystem = Geflecht von Nervenzellen



## Neuron

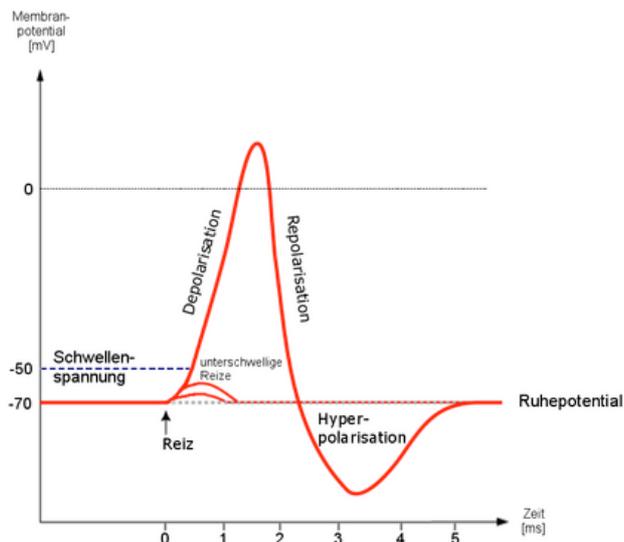
- Das menschliche Gehirn besteht aus bis zu 100 Milliarden Nervenzellen (Neuronen)
  - Vergleich: Wurm besitzt 300 Neuronen insgesamt
- Jedes Neuron besitzt ca. 10 000 Verbindungen zu Nachbarneuronen
  - Bis zu  $10^{15}$  Neuronen-Verbindungen
- Funktionen: Aufnahme von Sinnesreizen, Steuerung von Muskelzellen, Weiterleitung von Informationen



Grösse ca. 0,1 mm

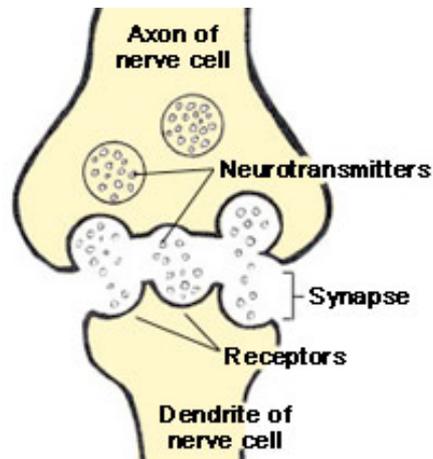
## Informationsweiterleitung im Neuronennetzwerk

- 10 % der Neuronen für Ein-/Ausgabe
- 90 % stark verknüpft, Neuronennetzwerk
- Elektrisches Potential: unterschiedliche Ionenkonzentrationen zwischen Innenseite und Außenseite der Zellmembran
- Aktionspotentiale sind starke Spannungsschankung die an den Synapsen chemische Signale umgewandelt werden



## Synapsen: Chemische Schalter

- Das Ruhepotential an der Zellmembran entsteht durch die Diffusion verschiedener Ionen durch die Membran (Ionenkanäle)
- Ein über das Axon ankommendes (elektrisches) Aktionspotential führt zur Freisetzung von Transmittersubstanzen
- Die Transmittersubstanzen lösen chemische Reaktionen in der Nachbarzelle aus (Ionenfluss), die wieder einen elektrischen Reiz darstellen.
- **Schaltvorgänge hängen also von komplexen chemischen Voraussetzungen ab (Nervengifte!)**



## Extrem verteilte Informationsverarbeitung

- Entstehung des informationsverarbeitenden Systems im Gehirn:
  - Die meisten Neuronen (ca. 50%) bereits bei Geburt vorhanden
  - Dichte der Verschaltung bildet sich in den ersten drei Lebensmonaten des Menschen
  - Training auf die Umgebung
- Jede Synapse „entscheidet“, welche Kombination von ankommenden Reizen zu welcher Reizweiterleitung führt
  - Synapsenverhalten verändert sich mit der Zeit
  - Theorie (Donald Hebb):
    - » Training stärkt die Reizweiterleitung entlang einer bestimmten Verbindung
    - » Nichtgebrauch reduziert die Reizweiterleitung (Vergessen)
- Technische Simulation: „Neuronale Netze“, Training eines Netzes einfacher Schaltelemente mit gewichteter Transferfunktion

## 2 Physiologische und psychologische Grundlagen

2.1 Nervensystem

2.2 Gehirn ←

2.3 Gedächtnis: Wissen, Lernen, Vergessen

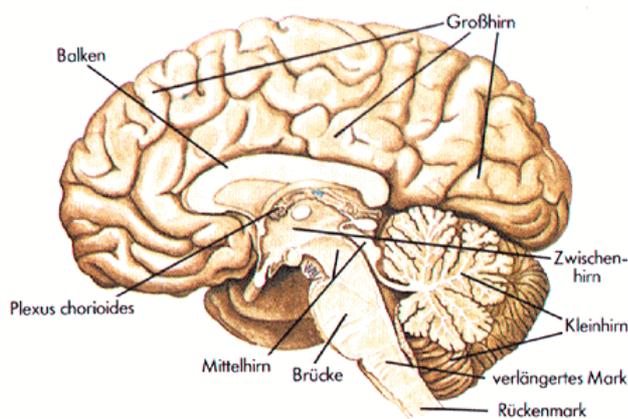
Literatur:

Holzinger, Basiswissen Multimedia Band 2, S. 26 – 95

Frederic Vester: Denken, Lernen, Vergessen, dtv 1978, 30. Auflage 2004

<http://www.stangl-taller.at/ARBEITSBLAETTER/>

### Aufbau des Gehirns (1)



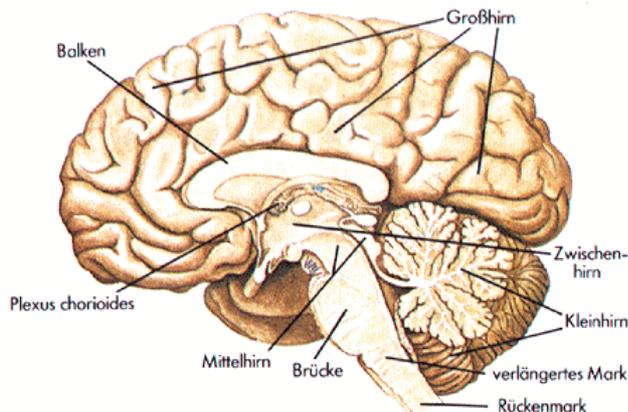
**Stammhirn:**  
(= verlängertes Mark)  
„reptilisches Gehirn“,  
Grundfunktionen des  
Körpers  
lernt nur extrem langsam

**Kleinhirn:**  
Bewegungskoordination,  
Muskeltonus, Gleich-  
gewicht

**Großhirn:**  
Informationsverarbeitung,  
Gedächtnis, Bewusstsein,  
Intellekt

Quelle: [www.drogistenverband.at](http://www.drogistenverband.at)

## Aufbau des Gehirns (2)



### Zwischenhirn:

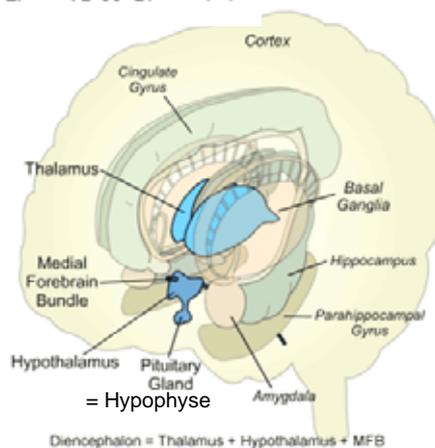
Thalamus = Schaltstelle für sensorische Systeme

Hypothalamus = Steuerung des vegetativen Systems, Stoffwechsel, Hormone, Sexualfunktionen

Hypophyse = Hormonausschüttung, Emotionen

Quelle: [www.drogistenverband.at](http://www.drogistenverband.at)

## Zwischenhirn (Diencephalon)



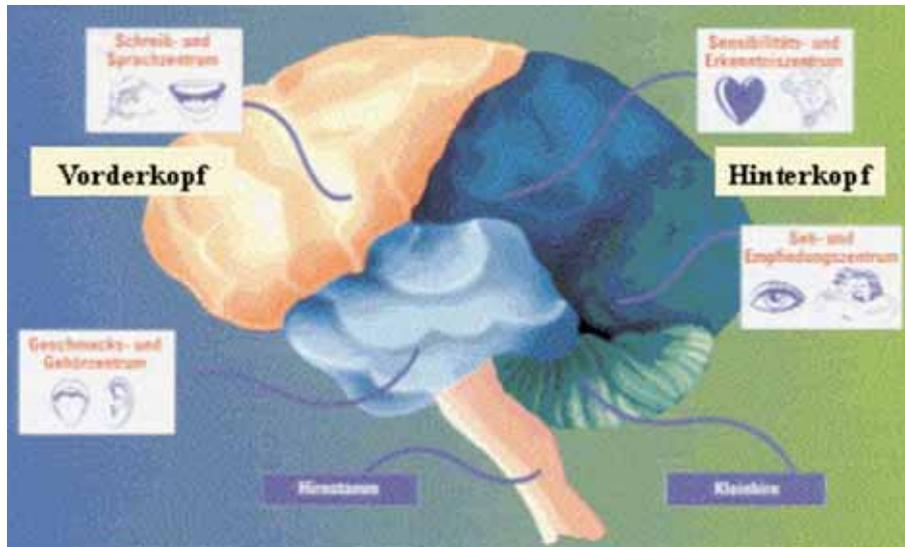
Die Aufnahme von Sinnesreizen wird zuerst emotional gefärbt, bevor eine Verarbeitung im Großhirn erfolgt!

Aufmerksamkeit und Wachheit des Großhirns werden vom Thalamus gesteuert.

Riechbahn endet ebenfalls im Thalamus.

- Quelle (& Demo): The HOPES Brain Tutorial <http://www.stanford.edu/group/hopes/basics/braintut/ab0.html>

## Gehirnlandkarten?

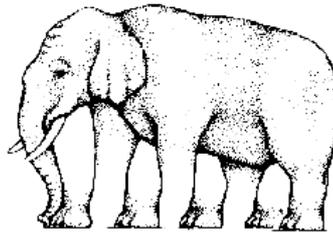


<http://www.paedagogik.net/wochenthemen/gehirn/grosshirnfelder.html>

## Vernetzte Wahrnehmungsleistung

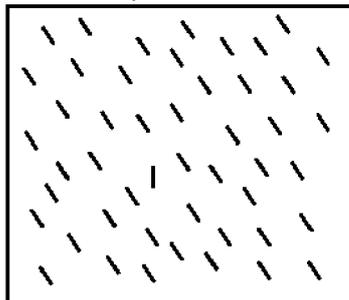
- Bei der Sinneswahrnehmung arbeiten viele Zentren zusammen.
- Gehirnzentren:
  - unzählige Sprachzentren
  - Ca. fünfzig visuelle Zentren
    - » Farbe, Bewegung, Kontrast, Form, ....
- Erst nachdem sich verschiedene Regionen "kurzgeschlossen" haben, kommt das zustande, was man als Wahrnehmung von Realität bezeichnen kann.
- Beispiel visuelle Wahrnehmung:
  - Gehirn ist in der Lage, teilweise Netzhautblindheit auszugleichen
  - Sehapparat sieht nur Bewegungen, deshalb dauernde winzige Zitterbewegungen - ausgeblendet
  - Blutgefäßschatten werden vom Gehirn ausgeblendet

## Optische Illusionen

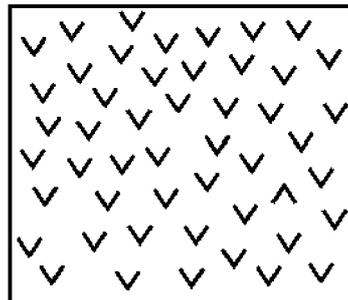


## Wahrnehmungspsychologie: Beispielversuch

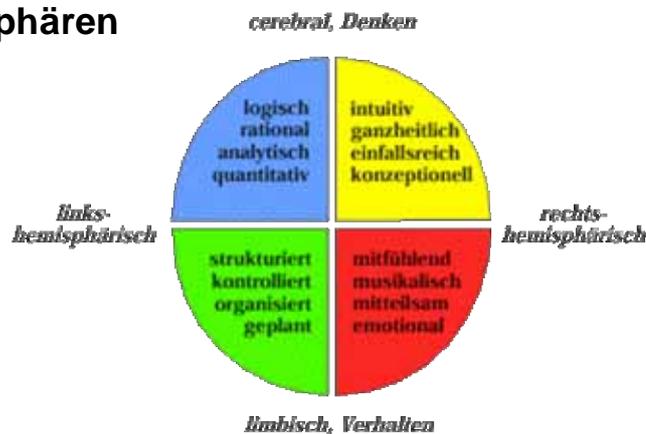
parallel



seriell



## Gehirn-Hemisphären



- Beide Hirnhälften erfüllen ähnliche Funktionen, allerdings seitenvertauscht: linke Hirnhälfte steuert rechte Körperhälfte
- R. Sperry: Split-Brain-Patienten (Balken durchtrennt)
- Holzinger: „Alle Lernmethoden müssen so strukturiert sein, dass diese die Beteiligung beider Gehirnhälften zulassen.“ – Teilweise naive Vereinfachung?

## Theorie der dualen Codierung

- Paivio 1971
- Zwei Systeme zur Informationsverarbeitung beim Menschen
  - Verbales System (linke Hemisphäre)
  - Imaginales, visuelles System (rechte Hemisphäre)
- Lerntypen? (z.B. laut F. Vester)
  - In der Praxis nur Mischformen
  - Situationsabhängigkeit
- Übervereinfachung (und Ursache der Multimedia-Gläubigkeit?)
  - „Je mehr Arten der Erklärung angeboten werden, je mehr Kanäle der Wahrnehmung benutzt werden (wie es bei einem multimedialen Unterricht der Fall wäre), desto fester wird das Wissen verankert, desto vielfältiger wird es verankert und auch verstanden, desto mehr Schüler werden den Wissensstoff begreifen und ihn später auch wieder erinnern.“ (F. Vester, S. 51)
  - Unbelegt, teilweise sogar widerlegbar! (siehe später)

## 2 Physiologische und psychologische Grundlagen

2.1 Nervensystem

2.2 Gehirn

2.3 Gedächtnis: Wissen, Lernen, Vergessen 

Literatur:

Holzinger, Basiswissen Multimedia Band 2, S. 26 – 95

Frederic Vester: Denken, Lernen, Vergessen, dtv 1978, 30. Auflage 2004

<http://www.stangl-taller.at/ARBEITSBLAETTER/>

<http://art2.ph-freiburg.de/incops> (Interaktives System!)

## Geschichte der Erklärung des Gedächtnisses

- Paul Broca (1824-1880): Aphasie (Sprechstörung bei teilweisem Sprachverständnis) auf physische Beschädigung von Gehirnbereichen zurückgeführt
- 50er und 60er Jahre: „Gedächtnismoleküle“
  - J. McConnell: Übertragung gelernten Verhaltens bei Plattwürmern über Verfüttern
  - „Eat your professor“ (New York Times)
- Hermann Ebbinghaus (1850-1909)
  - Empirische Gedächtnisforschung im Selbstversuch
    - » Sinnlose Silben (Logatome)
- Mehrspeichermodelle:
  - Waugh/Norman 1965 (2 Stufen)
  - Atkinson/Shiffrin 1968 (3 Stufen)
- Inhaltsbezogene Gedächtnismodelle:
  - Tulvin/Markowitsch 1998

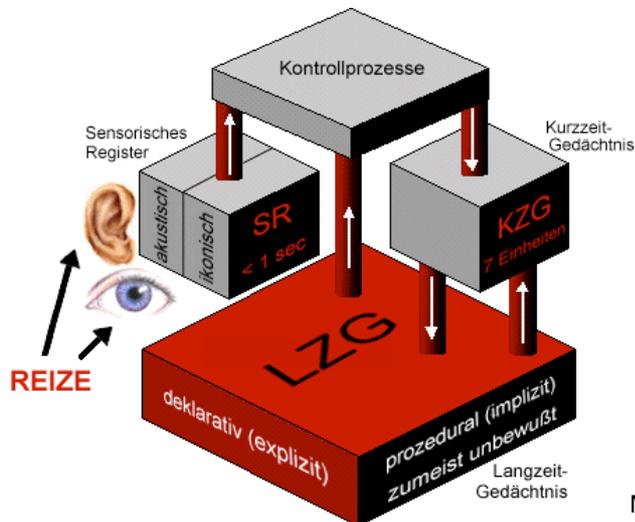
## Exkurs: Modelle in der Naturwissenschaft

- Heinrich Hertz (1857-1894) :  
„Wir machen uns innere Scheinbilder (=Modelle) oder Symbole der äußeren Gegenstände und zwar machen wir sie von solcher Art, dass die denotwendigen Folgen der Bilder stets wieder Bilder seien von den naturnotwendigen Folgen der abgebildeten Gegenstände.“
- Es gibt viele mögliche (richtige) Modelle für ein Phänomen.
- Die Wahl des Modells hängt von der Detaillierung der Experimente ab, deren Ergebnisse prognostiziert werden sollen.
  - Beispiel: Newtonsche Physik, Relativitätstheorie

## Ursprung der Lernerfahrung: Sinneswahrnehmung

- Eine Information in Form eines sinnlich wahrnehmbaren *Reizes* erreicht uns.
- Der Reiz kann sein:
  - visuell (sichtbar)
  - auditiv (hörbar)
  - haptisch (den Tastsinn ansprechend)
  - olfaktorisch (geruchlich)
  - gustatorisch (geschmacklich)
- Die eintreffende Informationsmenge ist von der Art des Reizes abhängig:
  - Olfaktorische Reize ca. 20 Bit pro Sekunde enthalten,
  - Visuelle Reize ca. 10 Millionen Bit pro Sekunde
- Der wahrnehmbare Reiz trifft auf eine Sinneszelle, die ihn in Form eines elektrischen Erregungsimpulses ("Spike") an eine Nervenzelle und ihre Nervenfaserverbindung, die Synapse, weitergibt
- Gedächtnis: Strukturveränderungen auf synaptischer Ebene

## Gedächtnismodell



Modell von Atkinson/Shiffrin  
nach Mietzel

## Ultrakurzzeitgedächtnis (UKZ)

- Oft auch „Sensorisches Register“ (SR) genannt
- Filterfunktion:
  - Nur ausgewählte Informationen gelangen in die nächste Stufe (KZG)
- Filterkriterien: Weitergeleitet wird, wenn...
  - Explizite Aufmerksamkeit auf bestimmte Reize
  - Bedeutungszuschreibung (Resonanz)
- Kontinuitätsgefühl, aber schneller Zerfall
  - Nutzung z.B. für Bewegungsillusion in Film, TV
- Kapazität (Sperling):
  - Ca. 9 Wörter, 0,5 s visuell, mehrere Sekunden auditiv

## Beispiel zum Ultrakurzzeitgedächtnis

- Rugbyspieler, gefoult
  - Aussage *unmittelbar nach dem Foul* (< 20 Sekunden)
  - Aussage *nach mehreren Minuten*
  - Spätere Aussage unmöglich
- Wenn innerhalb 20 Sekunden befragt:
  - Auch spätere Wiedergabe kein Problem!
- (nach Vester S. 61)



## Kurzzeitgedächtnis

- Auch „Arbeitsgedächtnis“ genannt (Baddeley)
  - Visuell-räumlich: Temporärer „Skizzenblock“
  - Akustisch: „Wiederholungsschleife“
- Speicherzeit ca. 20 bis 60 Sekunden
  - Verfällt, wenn dann nicht in Langzeitgedächtnis übernommen
- Kapazität: Ca. 7 „Chunks“
  - Miller (1956): „The magical number seven - plus or minus two“
- Chunks:
  - Verschieden je nach Erfahrungshintergrund
  - Beispiele:
    - » Wort in bekannter oder unbekannter Sprache
    - » 149162536496481
    - » 19501955196019651970
- Übernahme in Langzeitgedächtnis verbessert durch Wiederholen
- Übernahme blockiert durch Schock

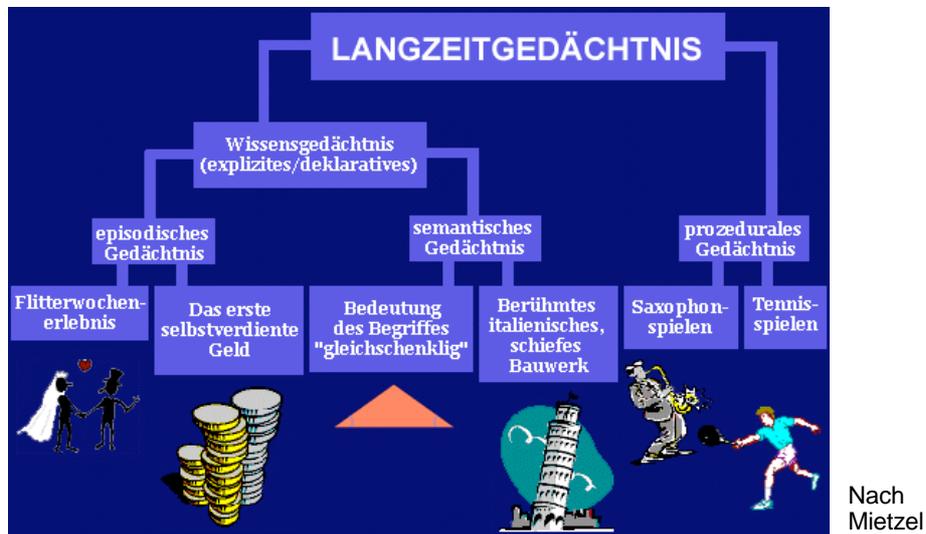
## Beispiel Kurzzeitgedächtnis

- Autofahrt
  - Kontinuierliche Übernahme Kurzzeit - Langzeitgedächtnis
- Ortseinfahrt:
  - Fußgänger läuft ins Fahrzeug
  - Schleudern, Schock.
- Was bleibt im Gedächtnis abrufbar?

## Langzeitgedächtnis

- In Form verbaler Kodierung aufgebauter Speicher
  - Erfahrungen, Informationen, Emotionen, Fertigkeiten, Wörter, Kategorien, Regeln, Urteile usw.
  - Wissen eines jeden Menschen über sich selbst und die Welt
- Kapazität praktisch unbegrenzt
- Dauerhafte Speicherung, nur spätere *Abrufprobleme*
  - *Explizit (deklarativ)*: Bewusstes Erinnern
  - *Implizit*: Unbewusste Verhaltensänderung
- Speicherung stark inhaltlich orientiert, assoziativ
- Erinnern ist immer *Rekonstruktion* (oft verfälscht)

## Arten des Langzeitgedächtnisses



Nach Mietzel

## Weitere Unterscheidung

- Neueste Arbeiten unterscheiden verschiedene Formen des impliziten (nicht-deklarativen) Gedächtnisses:
  - Prozedural (siehe oben)
  - *Priming*
- Priming ist das „Bahnen“ von Wahrnehmungspfaden durch frühere Wahrnehmungen
  - Unbewusster Prozess!
- Empirische Basis:
  - Neuroanatomische Versuche
    - » Gehirnschäden
    - » bildgebende Verfahren
  - Verschiedene Hirnregionen beim Gedächtnisvorgang beteiligt (Großhirn, Kleinhirn, Limbisches System)

## Theorien des Vergessens

- Spurenverfall
  - Verblässen von Information
  - Genauer Vorgang ungeklärt
- Interferenz
  - Blockade durch neue Information
    - » Proaktiv (früher Gelerntes stört)
    - » Retroaktiv (nachträglich Gelerntes stört)
- Misslingen des Abrufs
  - „Etwas auf der Zunge haben“
- Motiviertes Vergessen
  - Verdrängung