

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

G. Maier, H. Kerschbaumsteiner: Informationsverarbeitung im menschlichen Gehirn.

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

Nervensystem

- Nervensystem = Geflecht von Nervenzellen

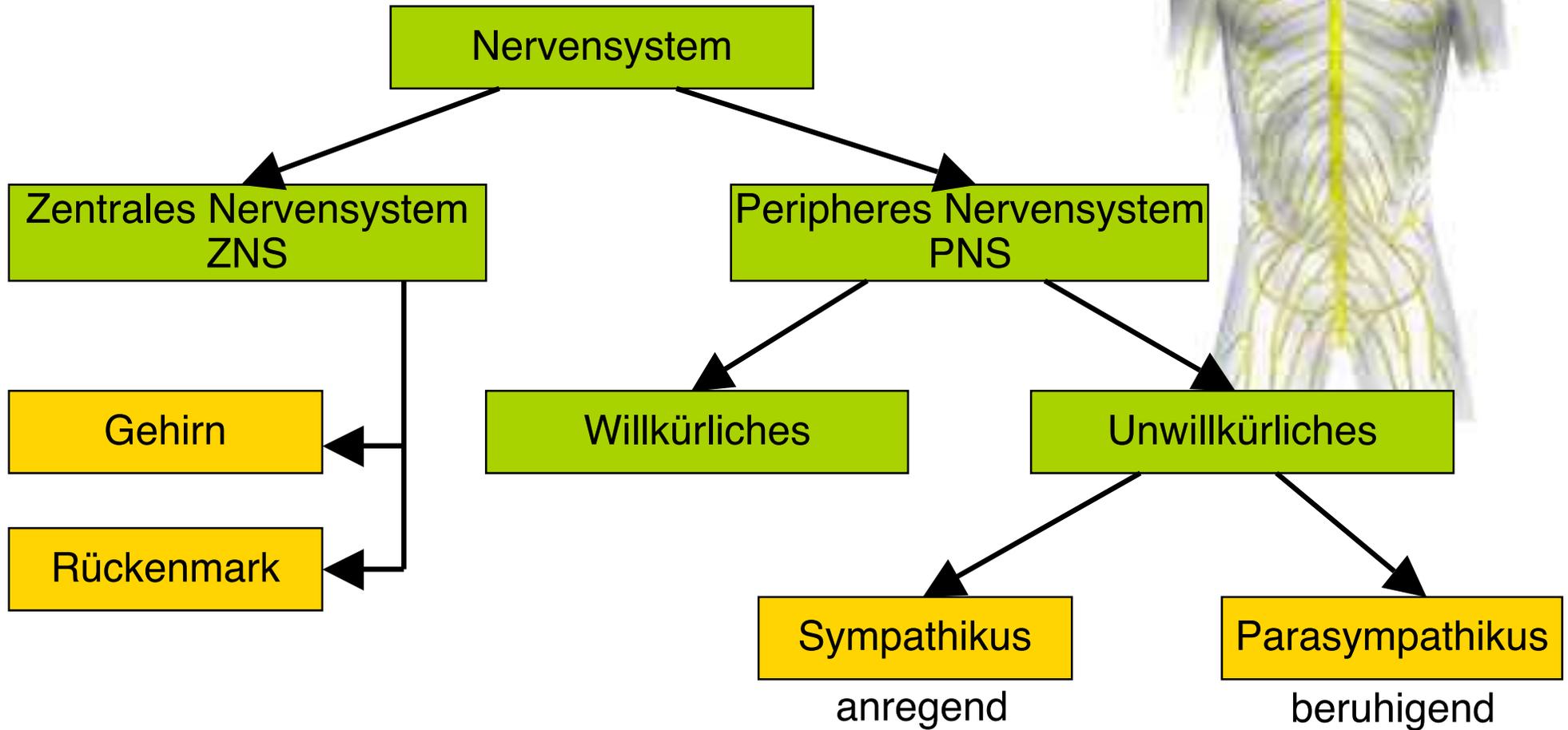
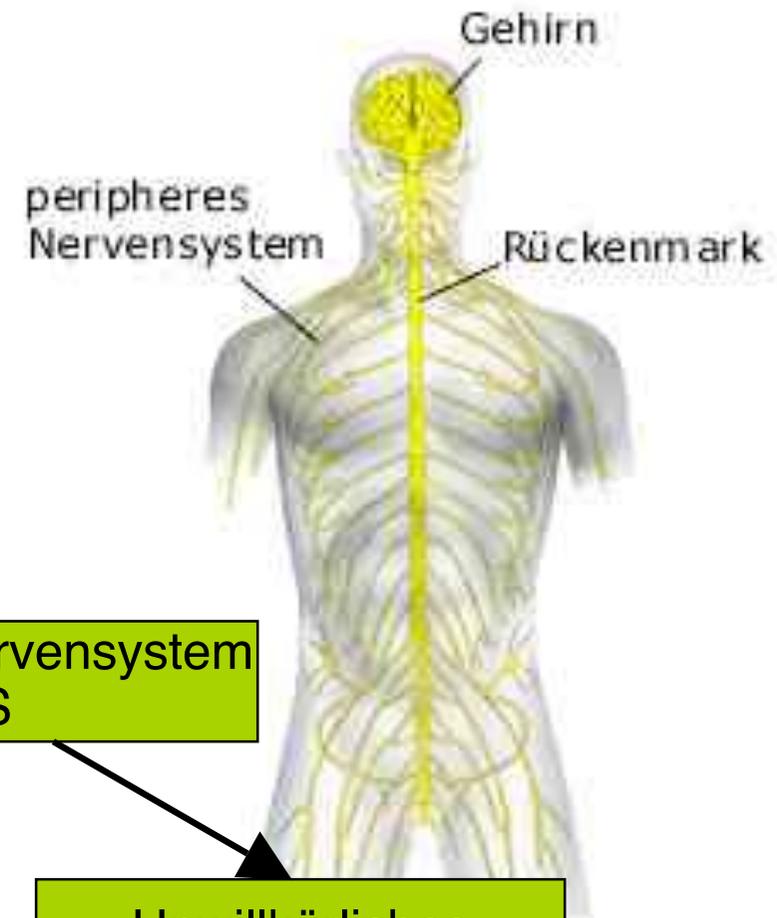
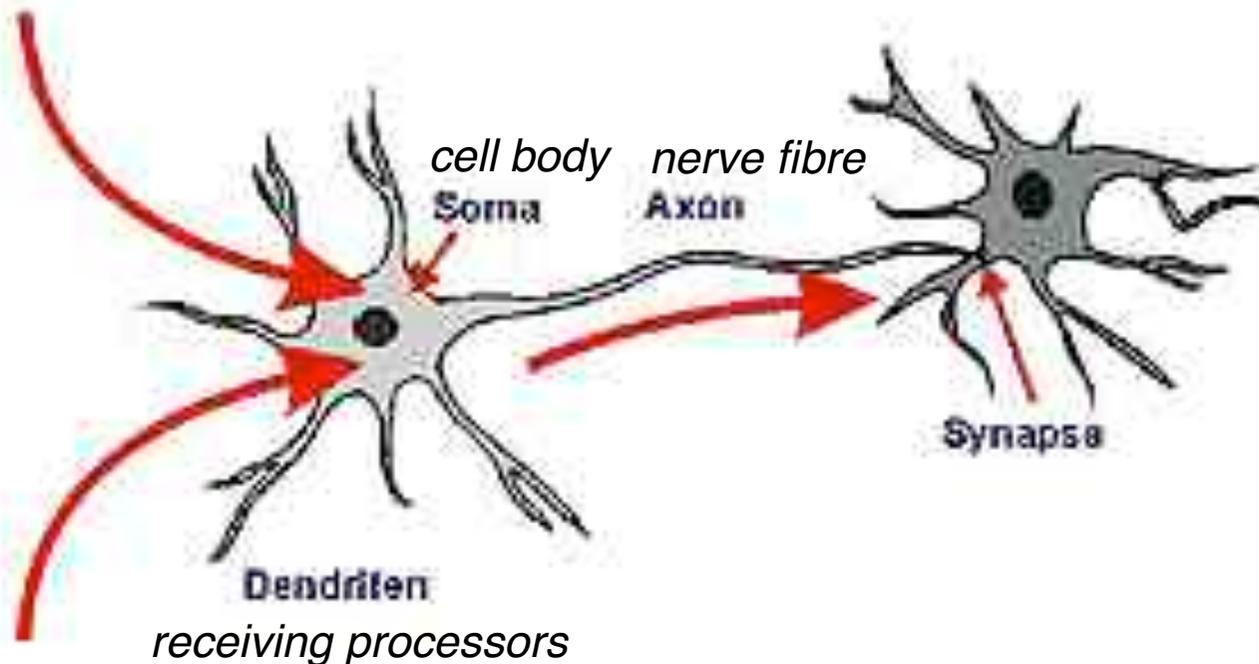
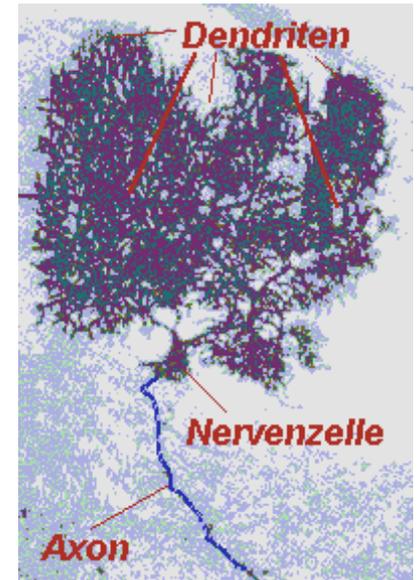


Bild: http://www.g-netz.de/Der_Mensch/nervensystem/index.shtml

Neuron

- Menschliches Gehirn: 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

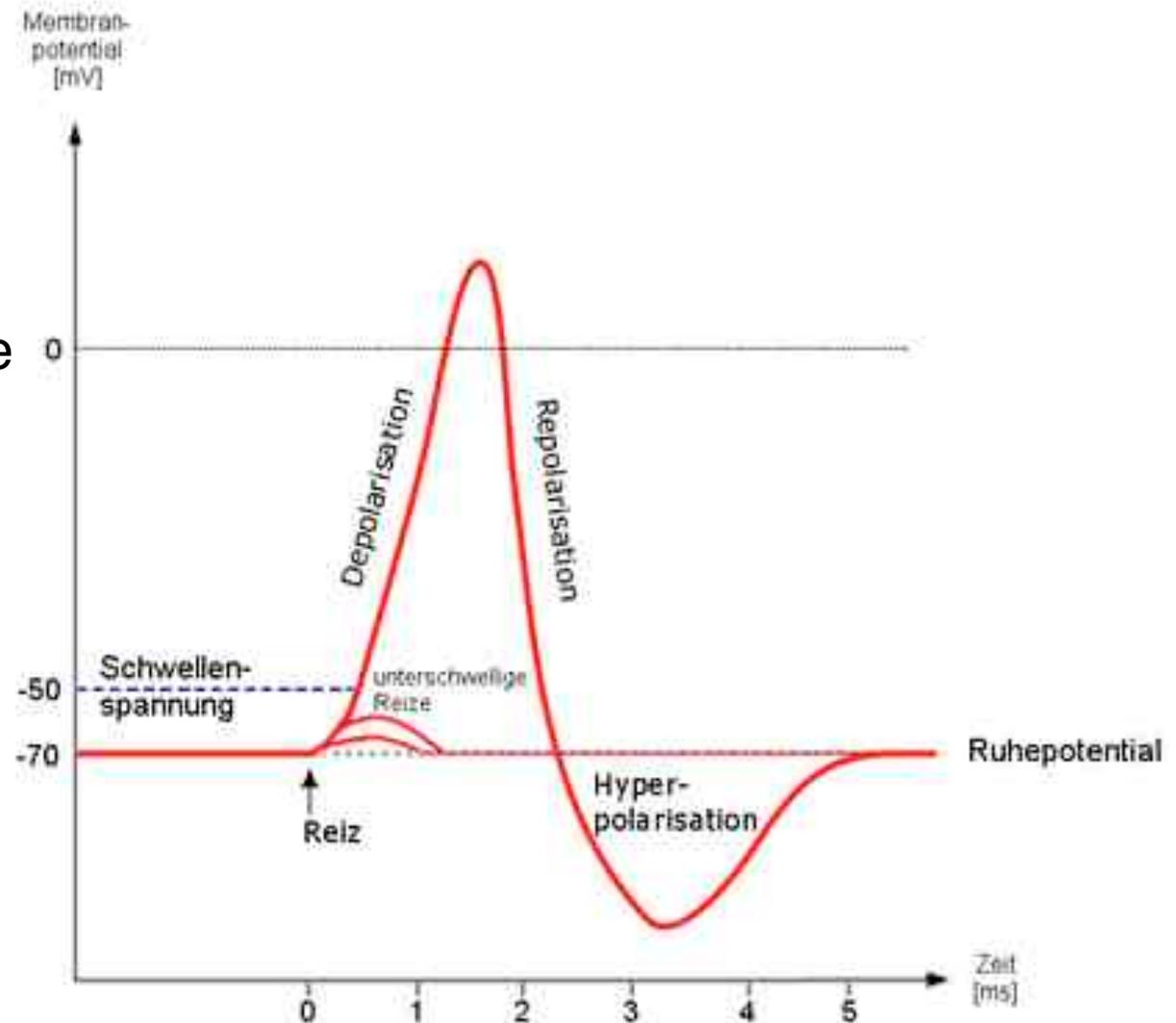


- 10 % der Neuronen für Ein-/Ausgabe
- 90 % stark verknüpft, Neuronennetzwerk

Grösse ca. 0,1 mm

Informationsweiterleitung im Neuronennetzwerk

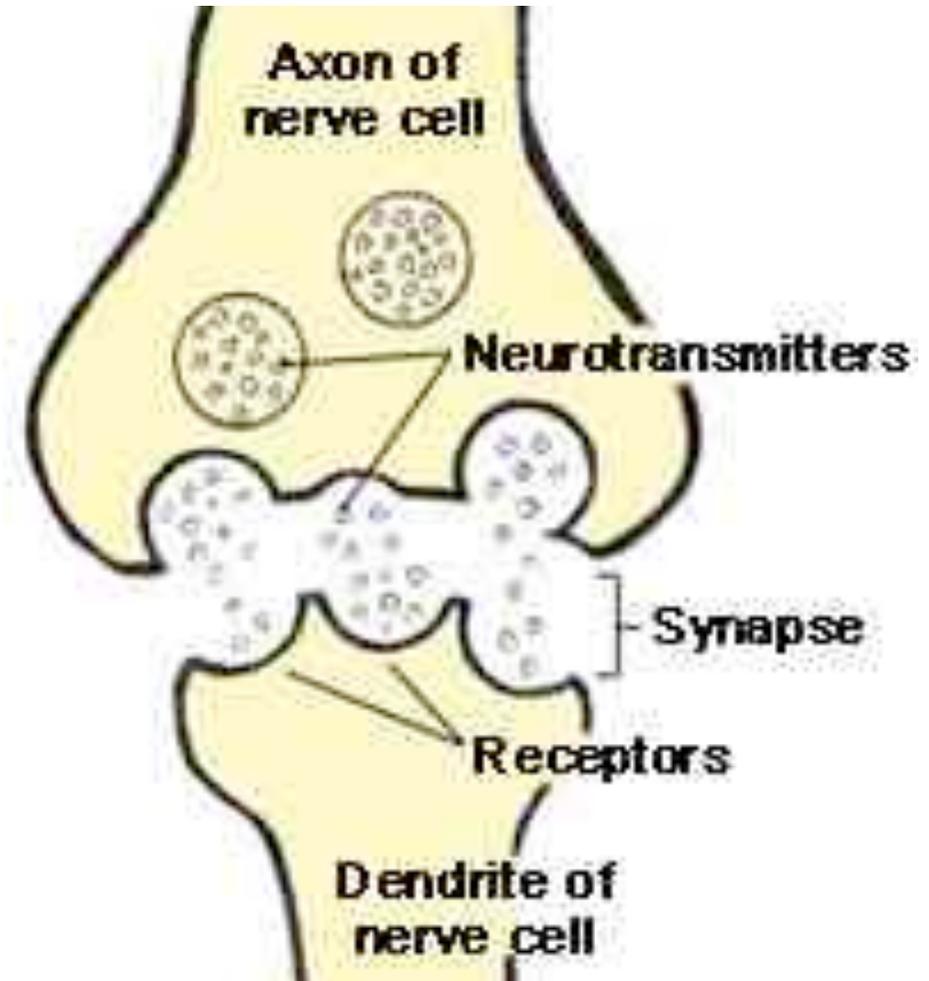
- Elektrisches Potential: unterschiedliche Ionenkonzentrationen innerhalb und außerhalb der Zelle
- Neurotransmitter (chemische Signale) lösen an den Dendriten Änderungen des Potentials aus.
- „Feuern“ einer Zelle bei Erreichen eines Schwellenwerts: starke Spannungsschwankungen (Aktionspotential), die an den Synapsen wieder in chemische Signale umgewandelt werden



[Animation](#)

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!)**



[Animation](#)

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

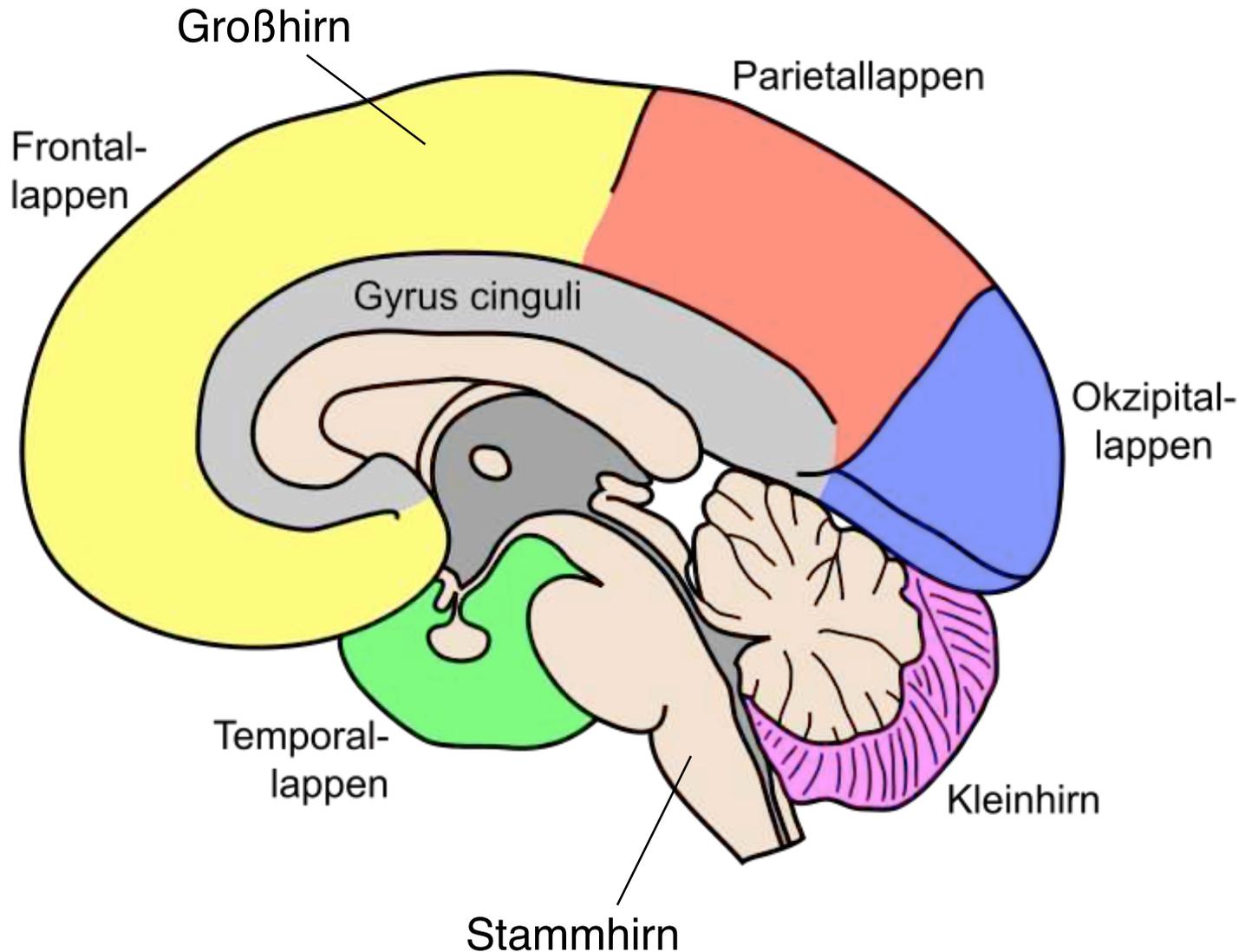
Literatur:

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

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

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

Aufbau des Gehirns (1)

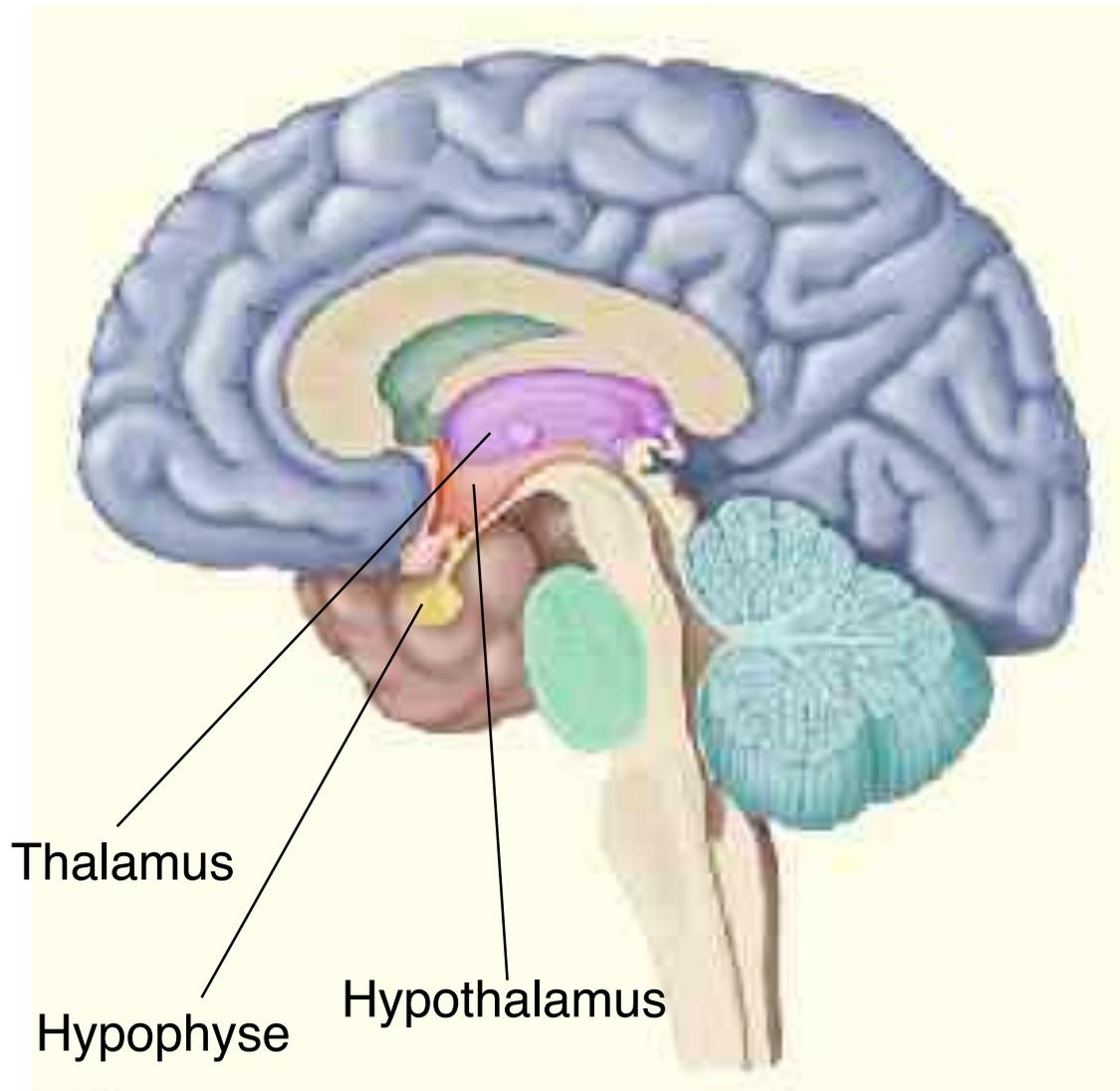


Stammhirn:
(= verlängertes Mark)
„reptilisches Gehirn“,
Grundfunktionen des
Körpers
lernt nur extrem langsam

Kleinhirn:
Bewegungskoordination,
Muskeltonus, Gleich-
gewicht

Großhirn:
Informationsverarbeitung,
Gedächtnis, Bewusstsein,
Intellekt

Aufbau des Gehirns (2)



Zwischenhirn:

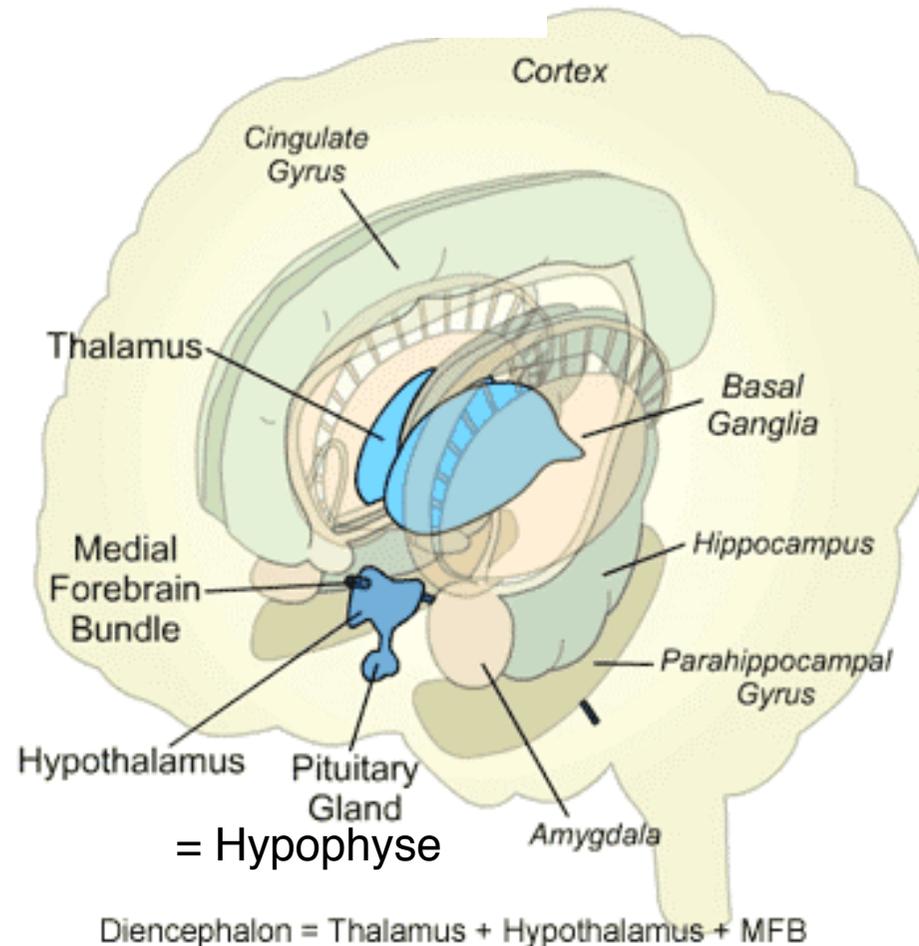
Thalamus = Schaltstelle für sensorische Systeme

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

Hypophyse = Hormonausschüttung, Emotionen

Quelle: www.forum-gehirn.de

Zwischenhirn (Diencephalon)



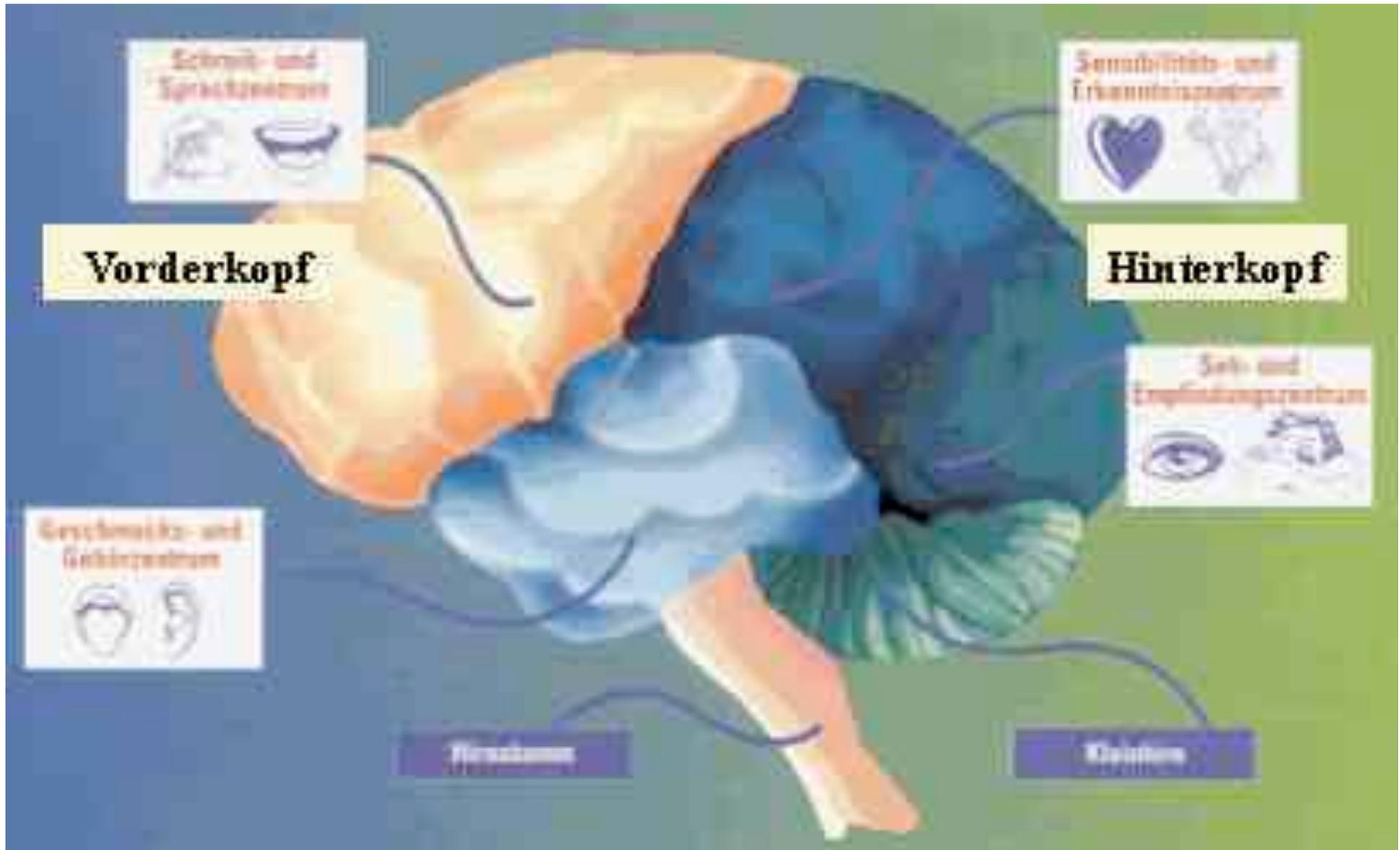
Die Aufnahme von Sinnesreizen wird zuerst emotional gefärbt, bevor eine Verarbeitung im Großhirn erfolgt!

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)
<http://www.stanford.edu/group/hopes/basics/braintut/ab0.html>

Gehirnlandkarten?

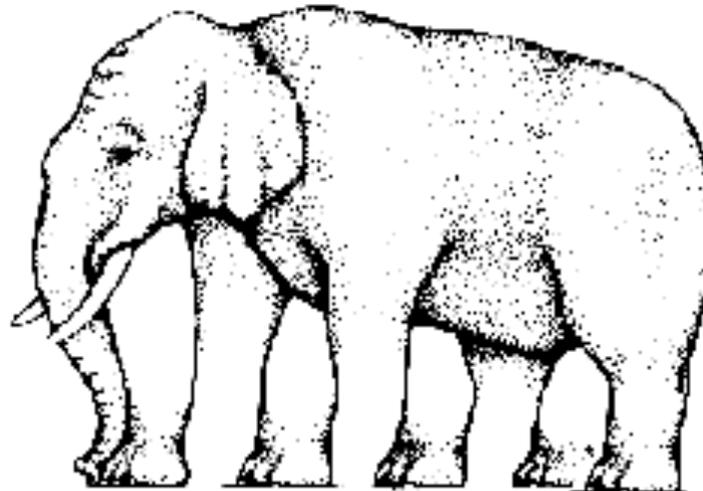
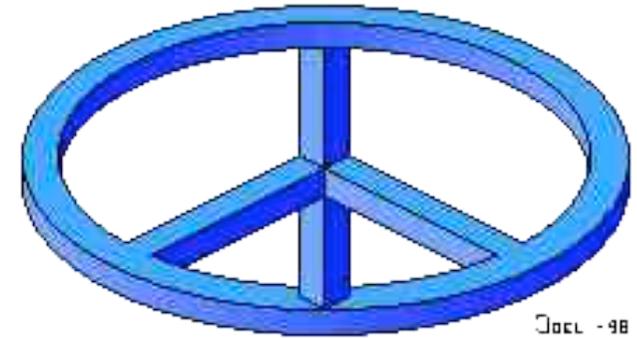


<http://www.paedagogik.net/wochenthemen/gehirn/grosshirnfelder.html>

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

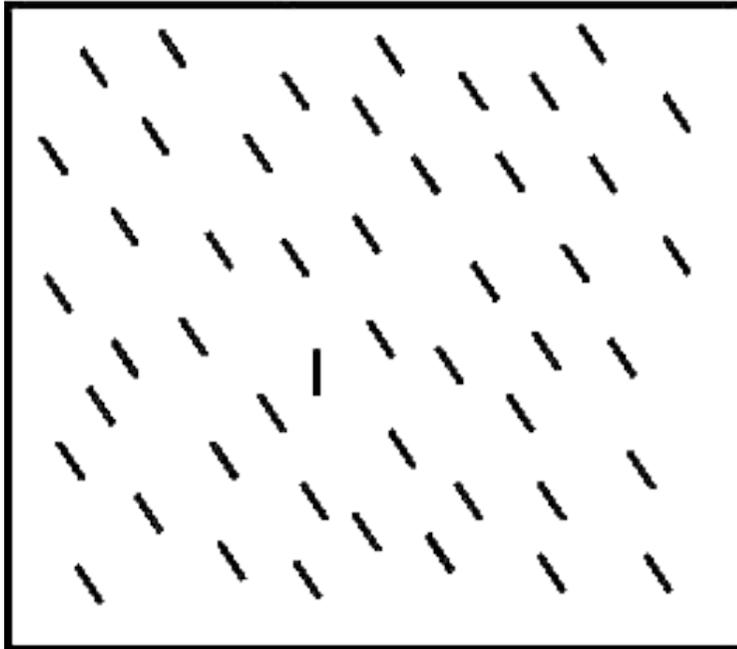
Optische Illusionen



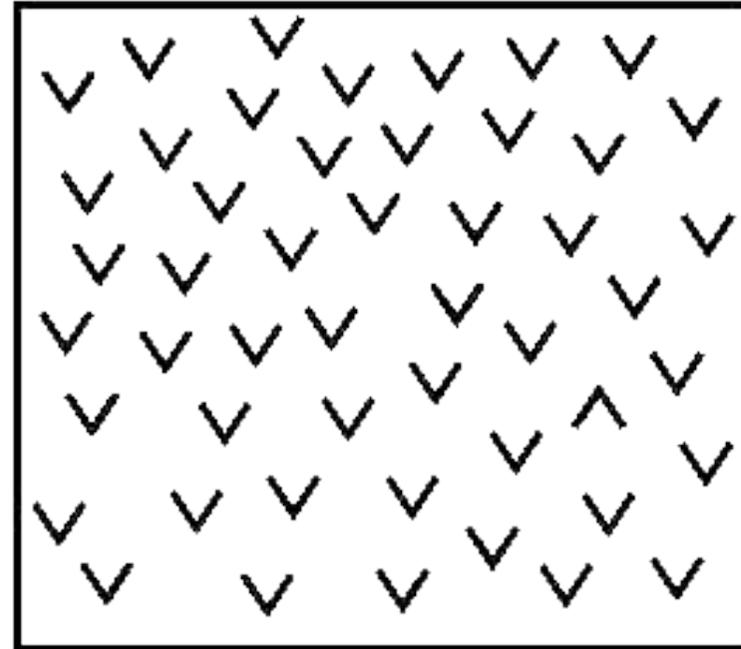
www.eyetricks.com

Wahrnehmungspsychologie: Beispielversuch

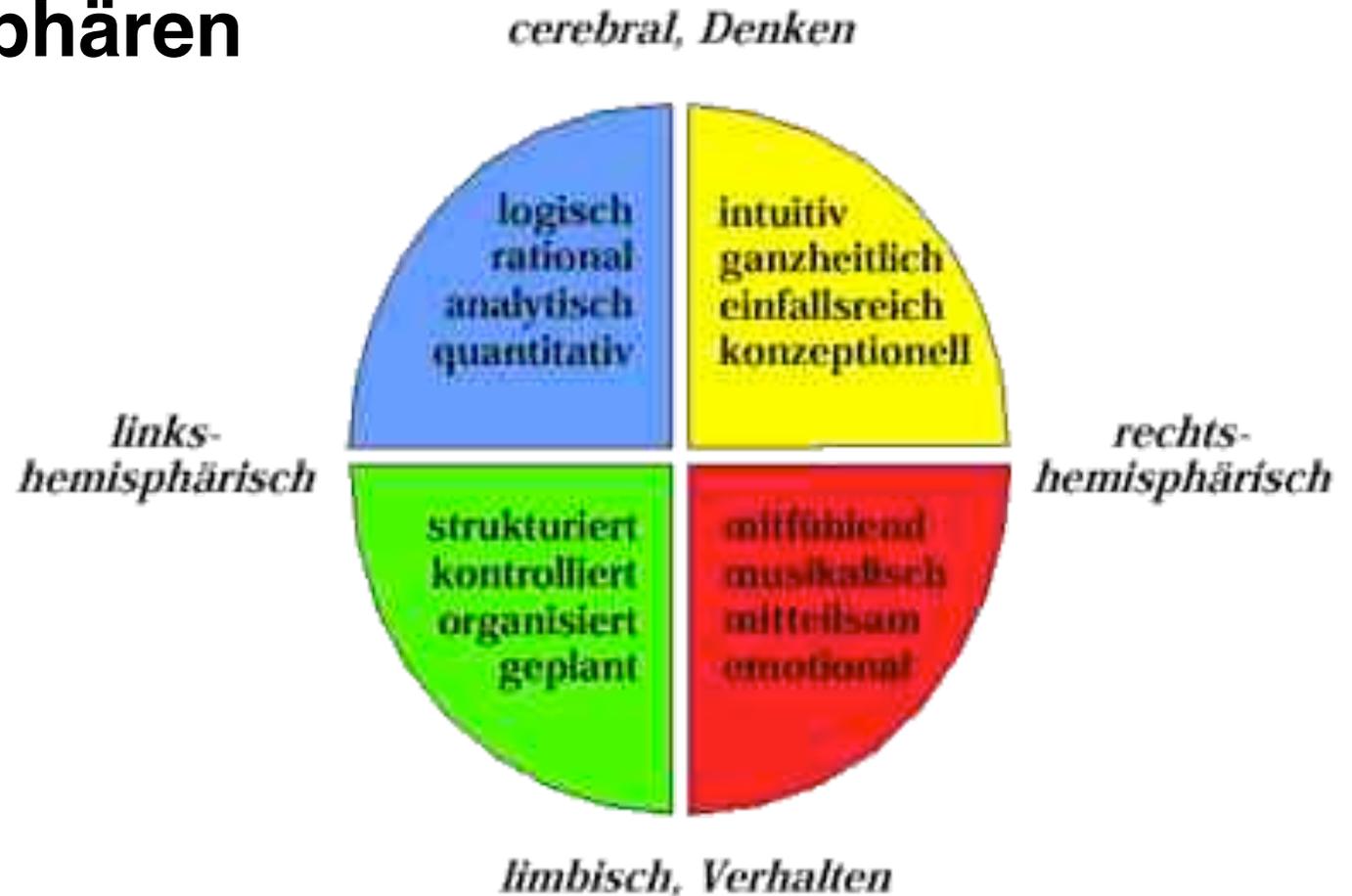
parallel



seriell



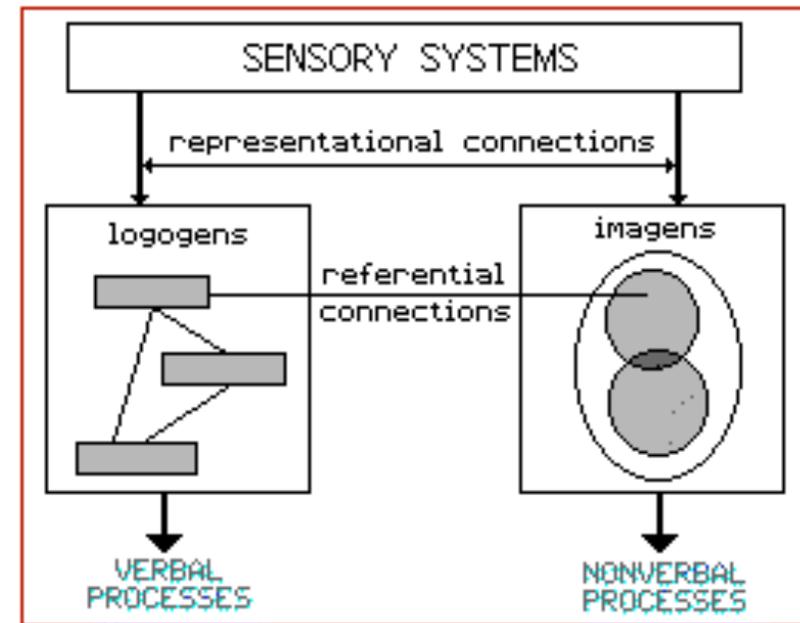
Gehirn-Hemisphären



- 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

- Allan Paivio 1971
- Zwei Systeme zur Informationsverarbeitung
 - Verbales System (linke Hemisphäre)
 - » Lesen, Hören
 - » „Logogene“
 - » Sequentielle Verarbeitung von Reizen
 - Imaginales, visuelles System (rechte Hemisphäre)
 - » Sehen, auch Riechen, Schmecken, Tasten
 - » „Imagene“
 - » Synchrone Verarbeitung von Reizen
- Bildüberlegenheitseffekt:
 - Bilder werden in der Regel besser behalten als verbale Begriffe (Doppelcodierung?)
- Aufeinander abgestimmtes Ansprechen beider Systeme kann positiv wirken



<http://tip.psychology.org>

<http://dsor-fs.upb.de/~blumstengel/Dual-Coding.html>

Lerntypen und Lernstile

- Lerntypen (laut F. Vester)
 - Auditiv, visuell, kommunikativ, motorisch
 - In der Praxis nur Mischformen, Situationsabhängigkeit
 - Vesters Lerntypen werden von der modernen Lernpsychologie abgelehnt!
 - Präferenzen für visuelle/verbale Materialien und Aktivitäten sind abprüfbar
- Lernstile (nach David A. Kolb, 1985)
 - Divergierer (Entscheider)
 - » Konkrete Erfahrung und reflektiertes Beobachten, viele Perspektiven
 - Assimilierer (Denker)
 - » Reflektiertes Beobachten und abstrakte Begriffsbildung, Induktion
 - Konvergierer (Entdecker)
 - » Abstrakte Begriffsbildung und aktives Experimentieren, Deduktion
 - Akkomodierer (Praktiker)
 - » Aktives Experimentieren und konkrete Erfahrung, Aktivitäten

<http://www.usd.edu/~ssanto/kolb.html>

Eine Übervereinfachung

- Zitat F. Vester (1978!)
 - „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, 1978, S. 51)
 - Unbelegt, teilweise sogar widerlegbar! (siehe später)
 - Übervereinfachung (und Ursache der Multimedia-Gläubigkeit?)

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 teilweiseem 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

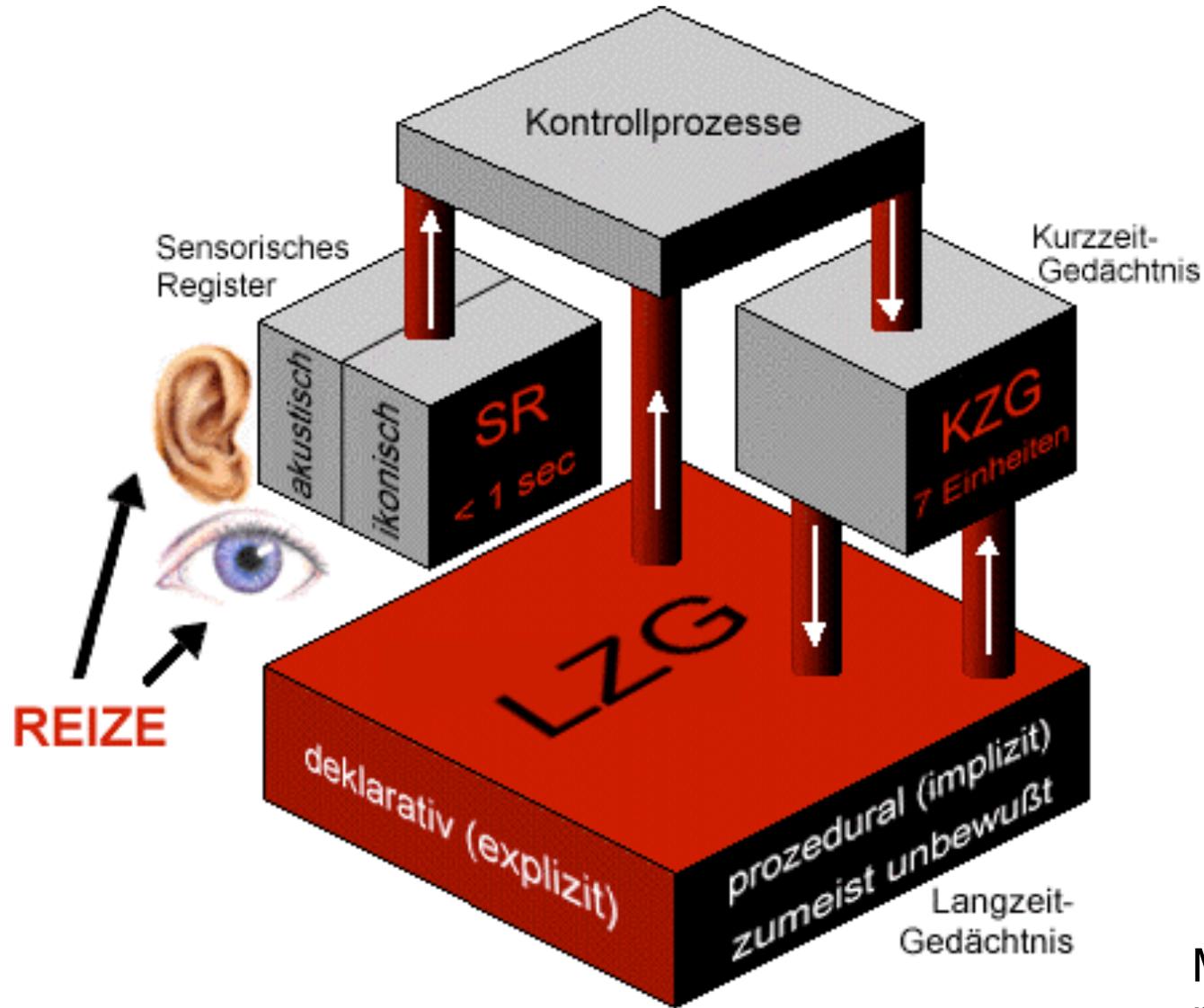
Exkurs: Modelle in der Naturwissenschaft

- 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 dennotwendigen 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
 - 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)



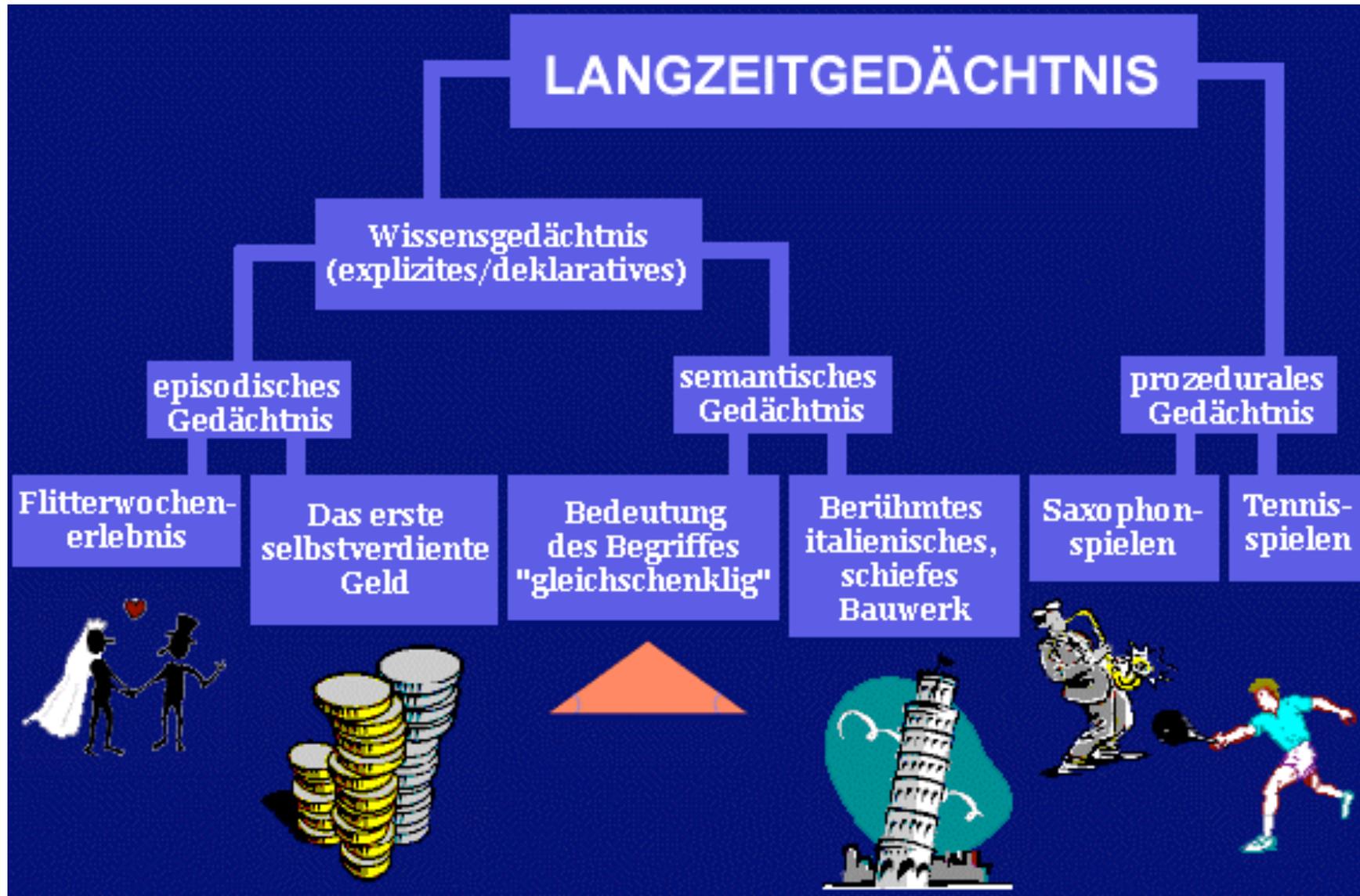
Kurzzeitgedächtnis

- 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

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



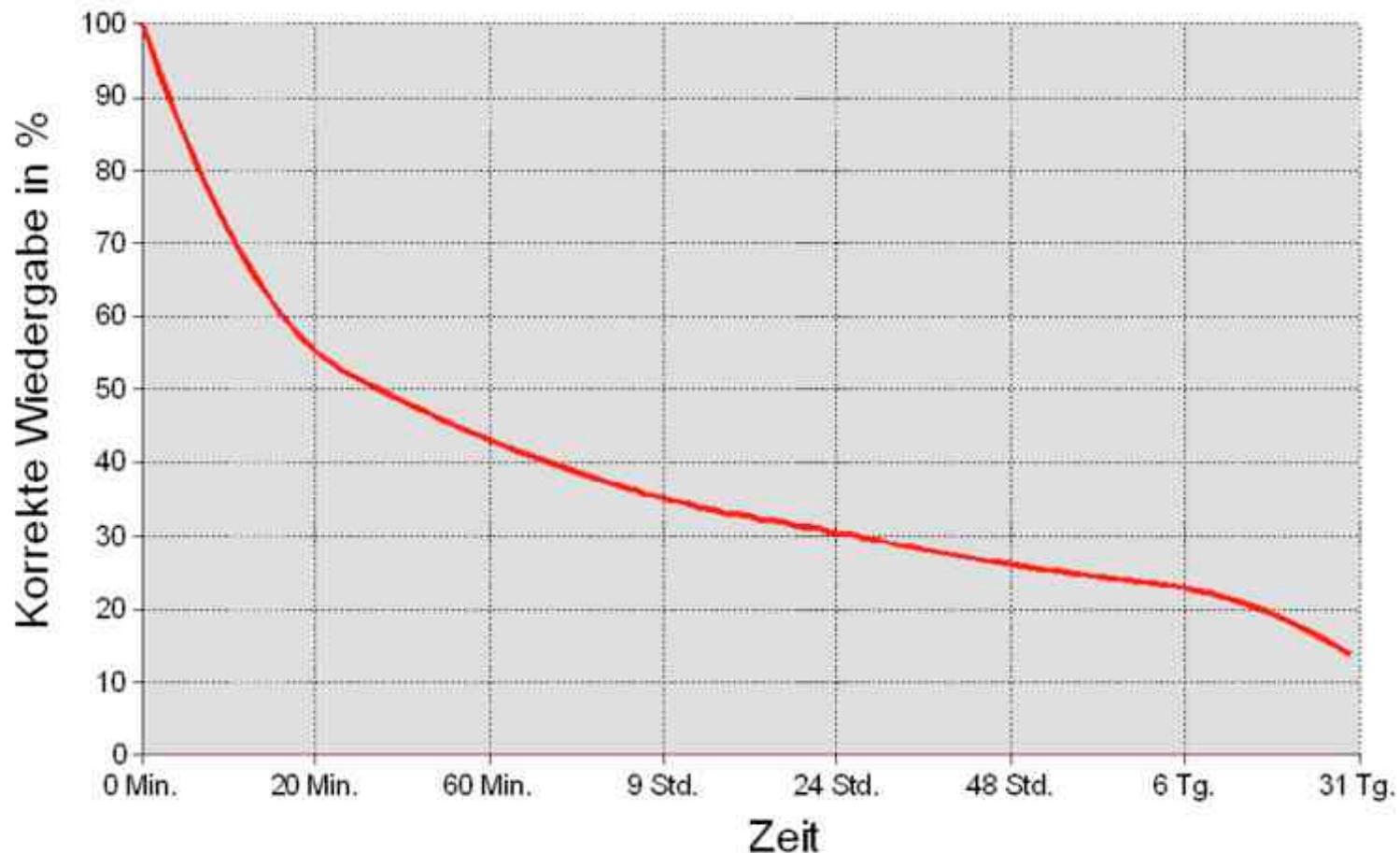
Nach Mietzel

Theorien des Vergessens

- Theorie des Spurenverfalls
 - Verblässen von Information
 - Genauer Vorgang ungeklärt
- Interferenztheorie
 - Überlagerung und Blockade durch neue (ähnliche) Information
 - » Retroaktiv (später Gelerntes stört früher Gelerntes)
 - » Proaktiv (früher Gelerntes stört später zu Lernendes)
 - » Misslingen des Abrufs: Abrufreiz (Kontext) fehlt („auf der Zunge haben“)
 - » Motiviertes Vergessen (Verdrängung aus dem Bewusstsein)
- Spurenverfall empirisch kaum nachzuweisen
 - Mit passenden Abrufreizen kann man sich an extrem viel erinnern

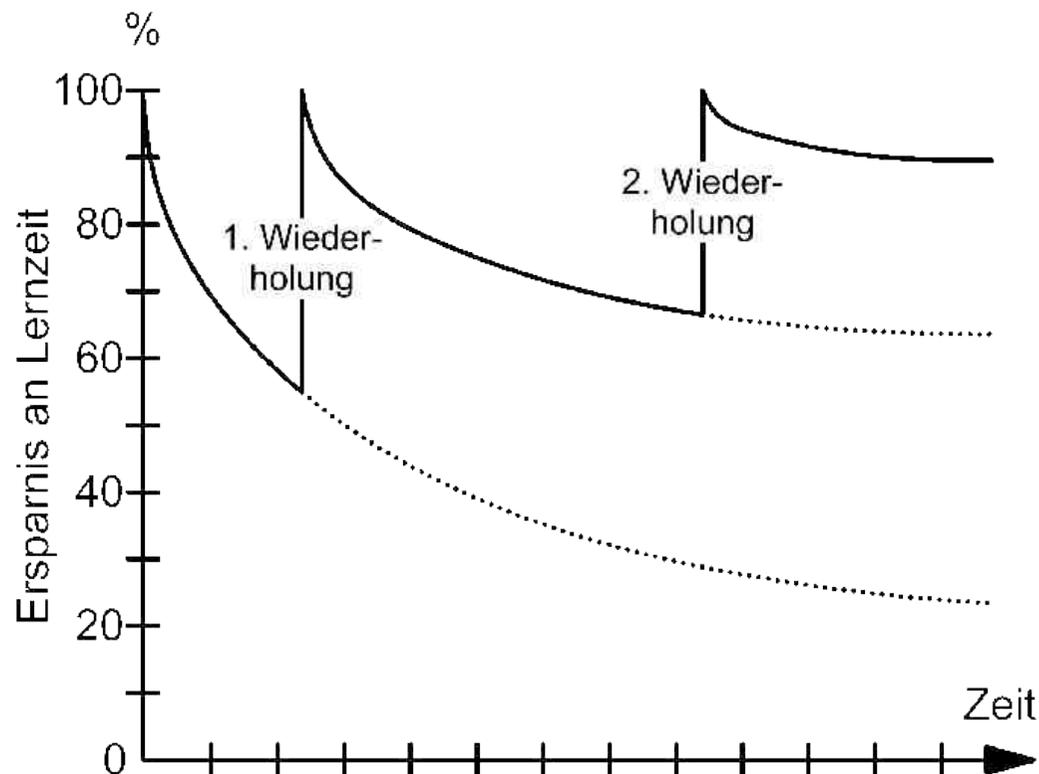
Vergessenskurve nach Ebbinghaus (1885)

- Wie schnell verschwindet gelerntes Wissen, wenn keine Maßnahmen zur Konsolidierung getroffen werden?
- Prüfung nach 30 Minuten: 50% des neuen Wissens verloren!



Strategien gegen das Vergessen

- „Überlernen“: Massive Wiederholungen im Anschluss an Lernphase
 - Wirksam, aber nicht die effizienteste Methode
- Rhythmische Wiederholung:
 - Wechsel zwischen inaktiven Phasen und (kurzer) Wiederholung
 - Wiederholungen nur bis Stoff „gerade wieder 100% beherrscht“
 - Abstand der Wiederholungen schrittweise verlängert



Quelle: Werner Stangl

Motivation für das Folgekapitel „Lerntheorien“: Typen von Lernsoftware

- Präsentations- und Visualisierungssoftware (VIS)
- Drill- and-Practice-Programme (DRI)
- Tutorielle Systeme (Generative Systeme) (TUT)
- Intelligente Tutorielle Systeme (ITS)
- Hypermedia-Programme (HYP)
- Lernspiele (LSP)
- Simulationsprogramme (SIM)
- Mikrowelten und Modellbildung (MIK)

Gottfried/Hager/Scharl: Kriterienkatalog zur qualitativen Beurteilung von Lernsoftware
<http://www.learnline.nrw.de/angebote/neuemedien/medio/didaktik/fubb/kriterienkatalog.pdf>