



Wie lernen Erwachsene?

Neurowissenschaften, Tatsachen und Mythen

Dr. Alexander Klier

Vortrag am 17.11.2012 im Rahmen der gemeinsamen
Referenten /-innen Tagung

Zur Einführung

- ▶ "KEINE der genannten Grundannahmen [über die Rahmenbedingungen guten Unterrichts, A.K.] wurde aus Ergebnissen der Hirnforschung abgeleitet und es gibt gegenwärtig kein Ergebnis aus der Hirnforschung, das eine Revision einer der Aussagen erfordern würde oder aber zu deren Präzisierung beitragen könnte"
- ▶ (BMBF 2007, Lehr-Lern-Forschung und Neurowissenschaften – Erwartungen, Befunde, Forschungsperspektiven, S. 116).

Was im Vortrag drankommt:

- ▶ **Erkenntnisse der Neurowissenschaften**
 - ▶ Was ist eigentlich Neurowissenschaft?
 - ▶ Das Verhältnis zur Pädagogik
- ▶ **Die enorme Plastizität des menschlichen Gehirns**
 - ▶ Lernen bis ins hohe Alter
 - ▶ Das Gedächtnissystem und seine Prozesse
 - ▶ Vergessen und Verlernen
- ▶ **Die Rolle von Emotionen beim Lernen**
- ▶ **Aufklärung pädagogischer Mythen**
 - ▶ Die zwei Gehirnhälften
 - ▶ Unentdeckte Ressourcen?
- ▶ **Mythenbildung der Neurowissenschaften**

Zentrale Dogmen der Neurowissenschaften

▶ Neurowissenschaften als dogmatische Wissenschaften

1. Neuronenlehre - Annahme, dass alle Vorgänge des Denkens und Lernens auf "letzten" Einheiten beruhen
2. Lokalisationstheorie als Auffassung verschiedener spezialisierter funktioneller Einheiten im Gehirn

▶ Zwei Grundsätze der Neuronenlehre

- ▶ Hebbsche Lernregel („what fires together, wires together“)
- ▶ „Use it or loose it“ (Vergessen bzw. Verlernen als zentrale, aber oft vergessene Lernkategorie)

Zur Empirie der Neurowissenschaften

- ▶ **Läsionsstudien und Krankheiten**
 - ▶ Die Fälle anterograder Amnesie bei Schädigung des Hippocampus
 - ▶ Alzheimer: Absterben von Neuronen und Fehlen des Botenstoffs Acetylcholin
- ▶ **Bildgebende Verfahren (ggf. in Koppelung mit EEG etc.)**
 - ▶ Problem: Subtraktionsverfahren und ganz allgemein computergenerierte Ergebnisse

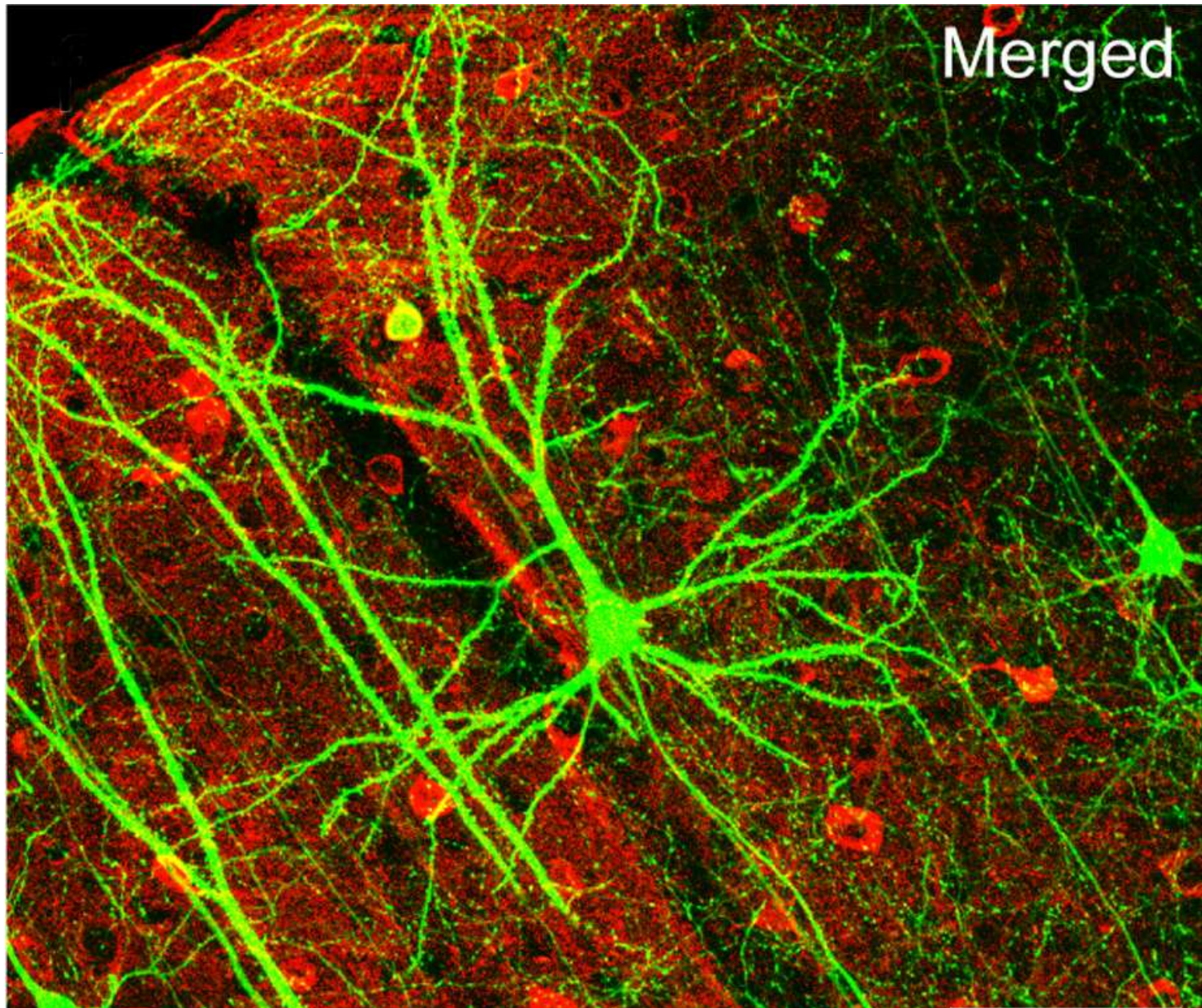
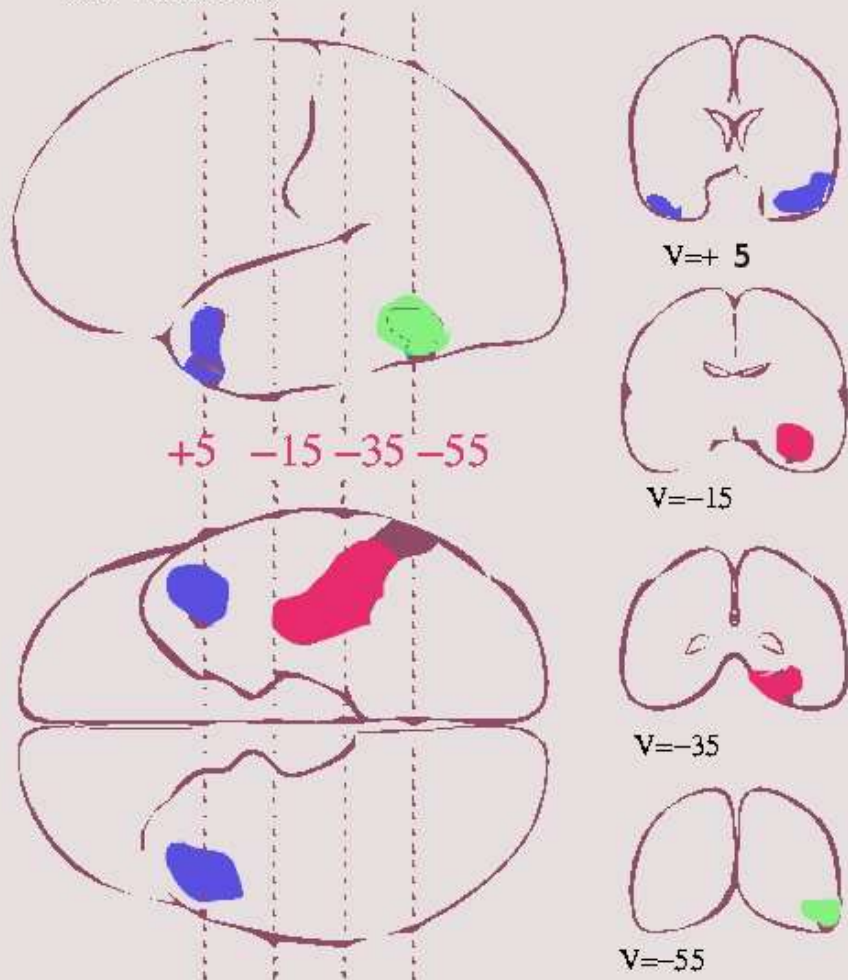


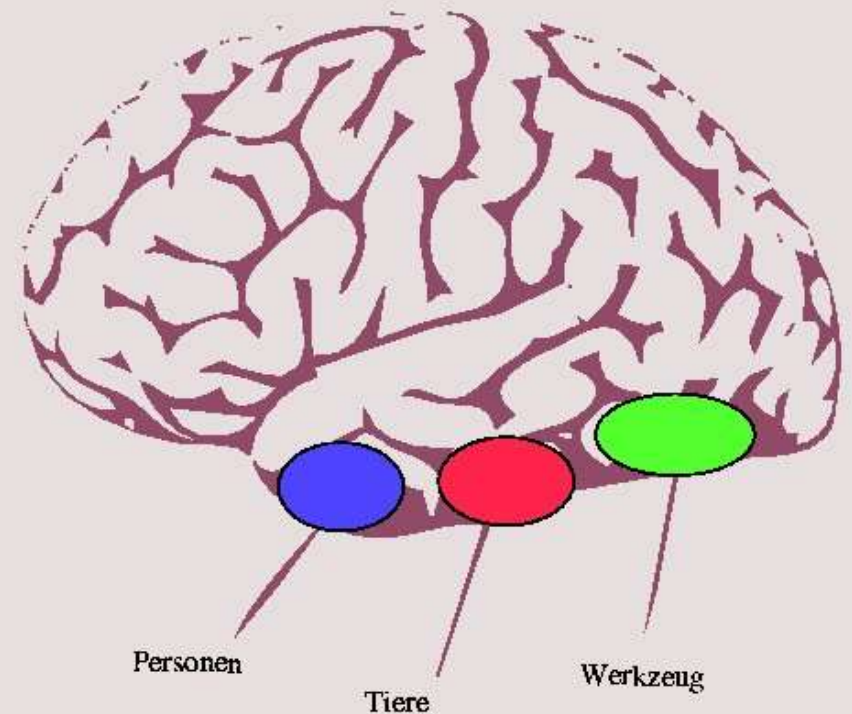
Bild: Mikroskopische Aufnahme der Großhirnrinde einer Maus mit einem Pyramidenneuron (grün). Urheber: Wei-Chung Allen Lee, Hayden Huang, Guoping Feng, Joshua R. Sanes, Emery N. Brown. Verwendet unter der GNU Lizenz für frei Dokumentation. Verfügbar unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:PLoSBIol4.e126.Fig6fNeuron.jpg>

Das Gehirn bei der Arbeit?

PET-Datenbasis



PET ausgewertet :



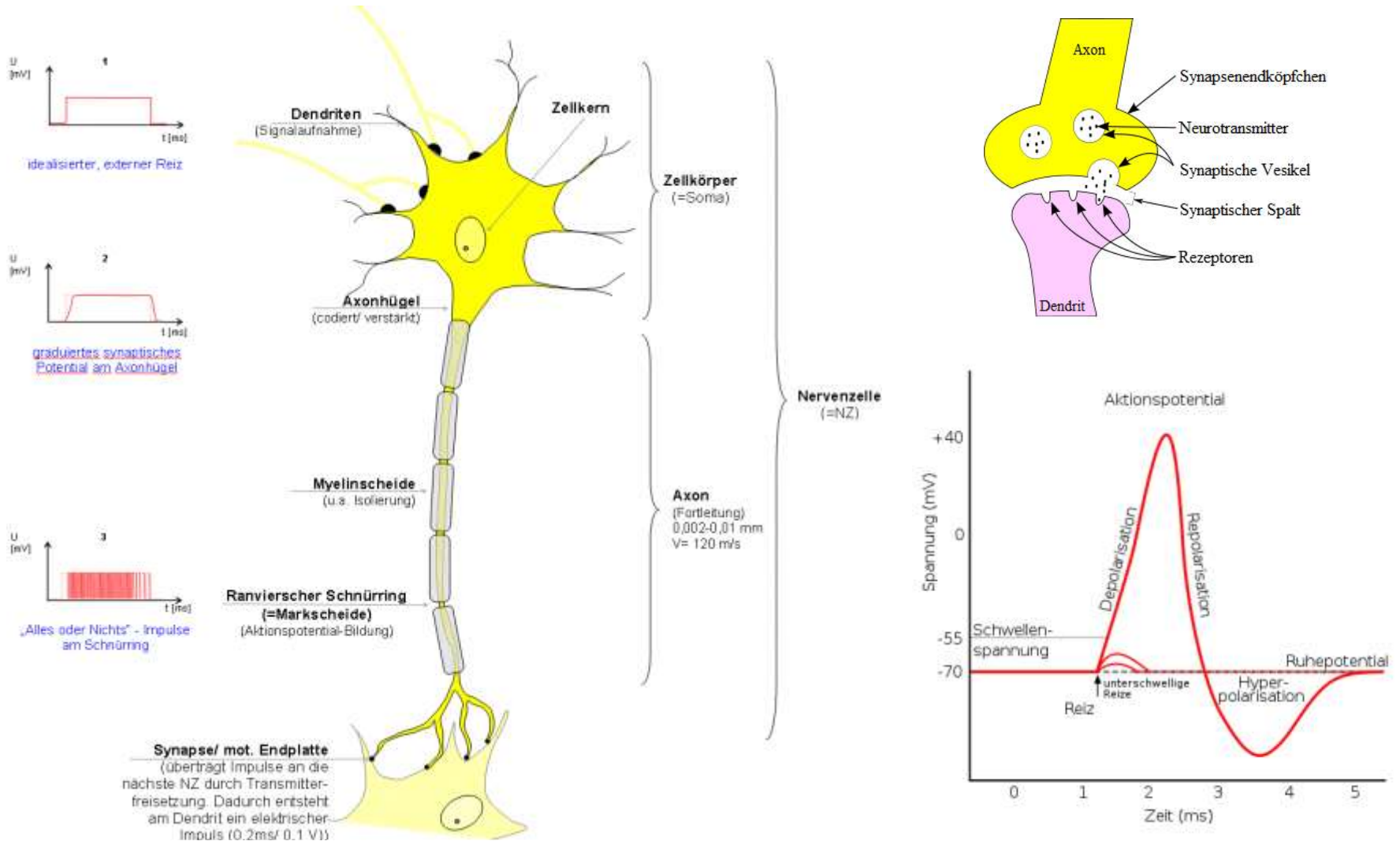
Das Verhältnis zur Pädagogik

- ▶ Laborexperimente mit Mäusen oder Ratten
 - ▶ Welche Art von Lernen liegt hier vor?
 - ▶ Kann man die Ergebnisse wirklich auf Menschen übertragen?
 - ▶ Wie zählt man eigentlich Synapsen?
- ▶ Aussagen unter Bezug auf die Neurowissenschaften
 - *Jegliches Lernen ist Veränderung von Synapsenstärken*
 - *Ab 3 bzw. 20 Lebensjahren ist es aus mit dem Lernen von gänzlich Neuem*

Neurowissenschaften und Pädagogik

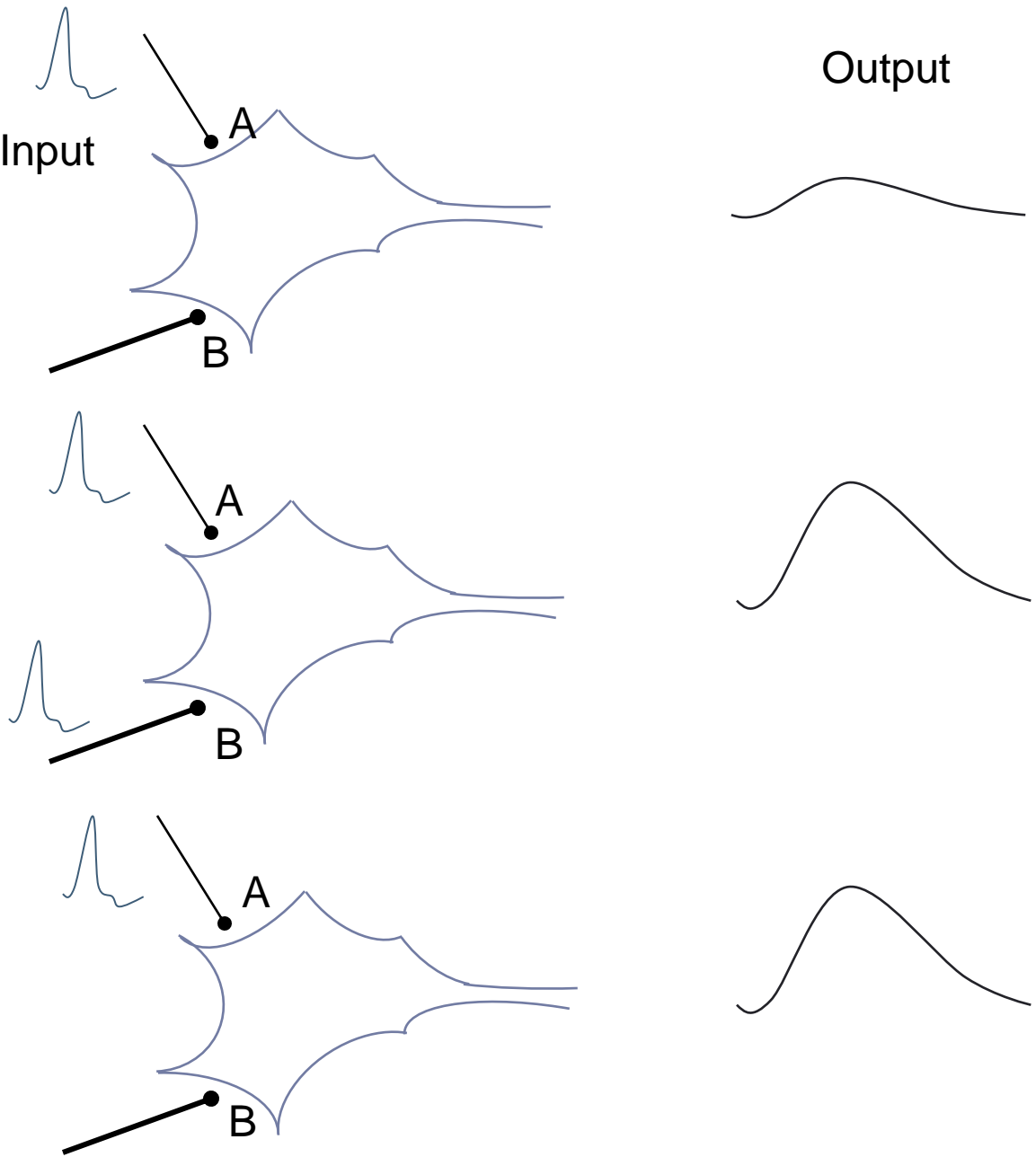
- ▶ Vermeidungslernen bei Mäusen als konditioniertes Verhalten. Übertragung durch Scheich (2003) auf pädagogische Konzepte. Behauptung: "Kinder [müssen] individuell zu Erfolgserlebnissen gebracht werden" (S. 2).
- ▶ "Er schließt aus Versuchen zum Erlernen von *Vermeidungsstrategien bei Mäusen* auf die *Bedeutung von Lernerfolgen bei Schülern* und ‚vergleicht‘ damit zwei völlig unterschiedliche Phänomene" (Becker 2006, S. 95f).

Die enorme Plastizität des Gehirns

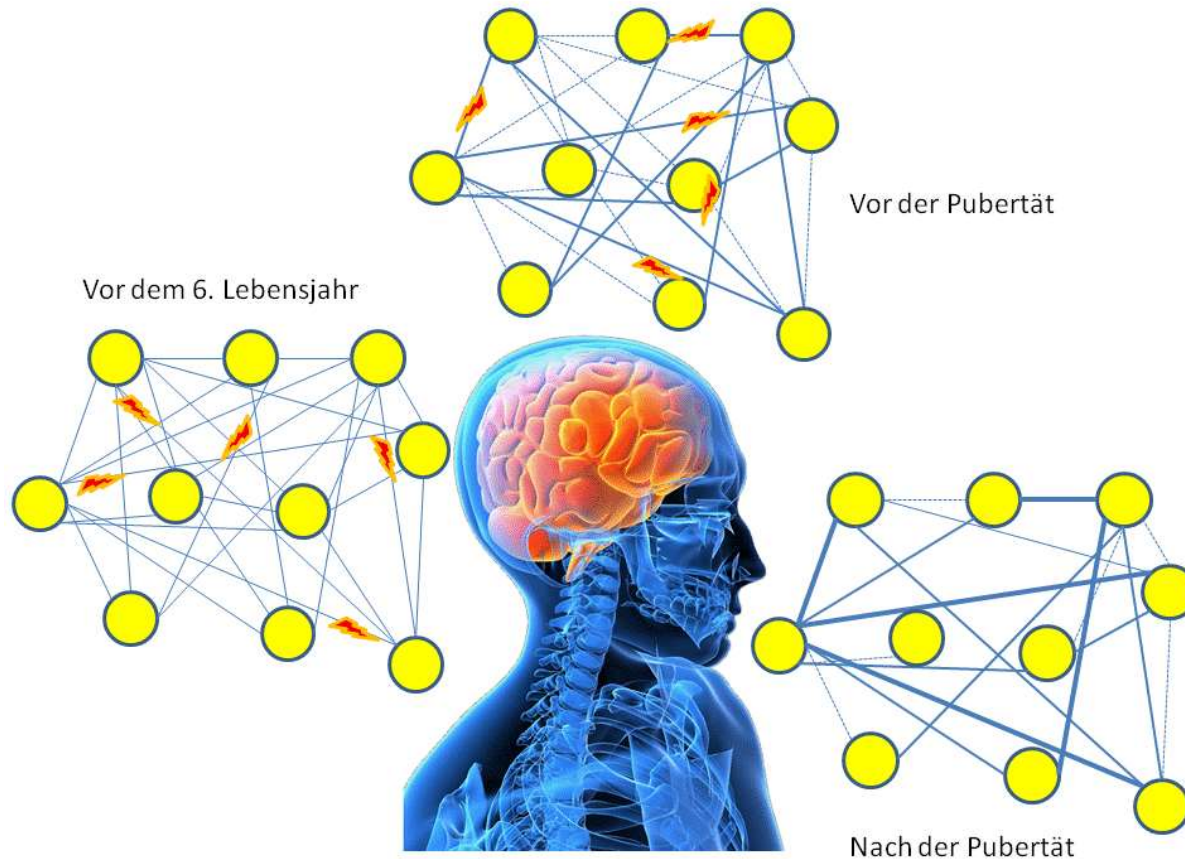


Grafiken: Schematische Zeichnungen der Reizweiterleitung einer motorischen Zelle, einer Synapse und des Aktionspotentials. Urheber: H. Hoffmeister, AIB und Chris 73. Verwendet unter der GNU Lizenz für frei Dokumentation. Verfügbar unter: http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Impulsfortleitung_an_der_Nervenzelle.png; <http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Synapse2.svg> und <http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Aktionspotential.svg>

Die Langzeitpotenzierung (LTP) als Synapsengewichtung



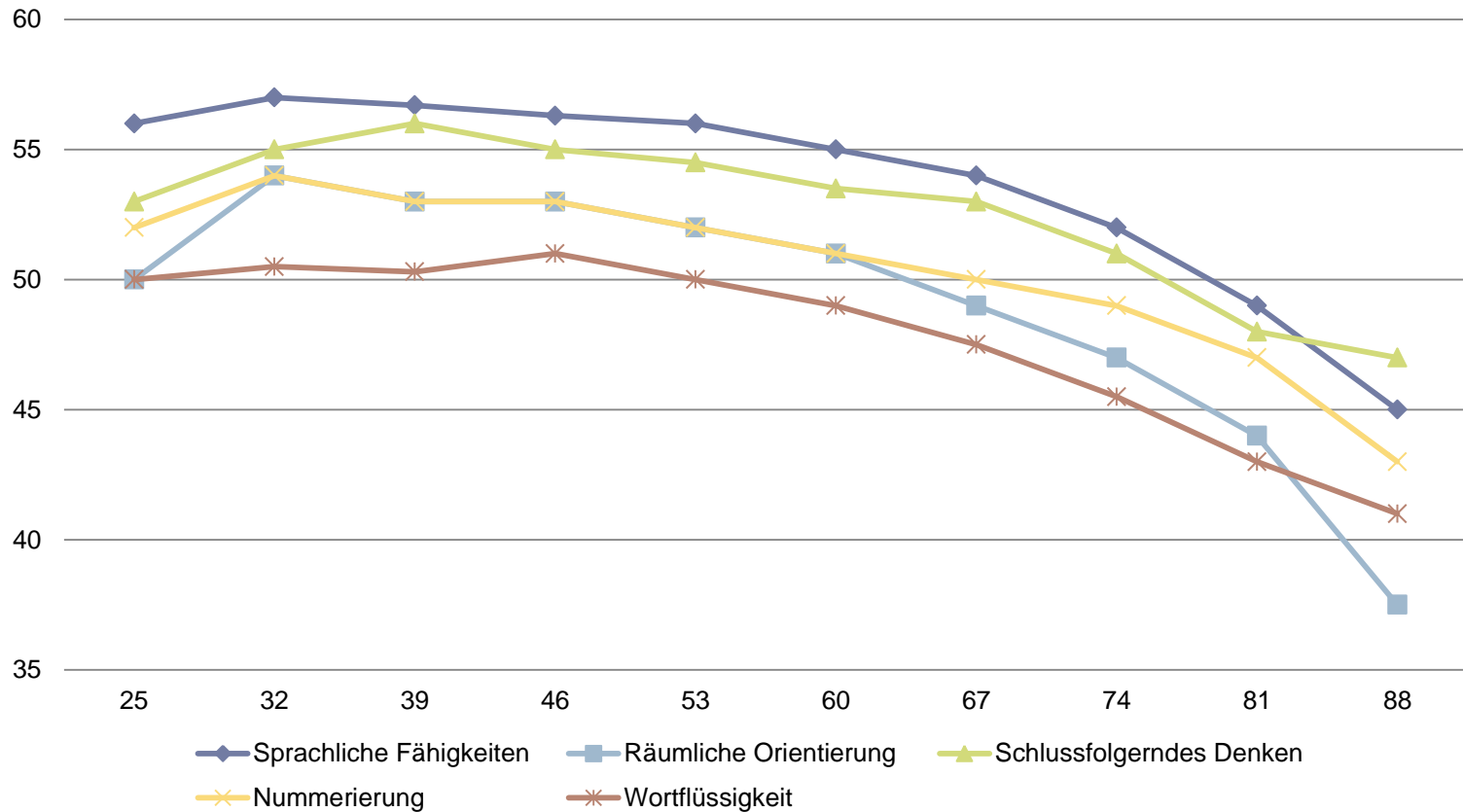
Neuronale "Karten" und sensible Zeitfenster Der Mythos der ersten 3 Lebensjahre



- ▶ Dass sich die neuronalen Strukturen im Rahmen sensibler Zeitfenster entwickeln sagt zunächst nichts darüber aus, ob sie zu diesen Zeitpunkten über bewusste Lernprozesse und Wissensvermittlung steuerbar sind. Das Gegenteil dürfte eher der Fall sein.

Verlauf der primären mentalen Fähigkeiten

Die primären mentalen Fähigkeiten im Altersverlauf



Quellen: Baltes 1984, Gould 1983, Schaie 1996, Eigene Grafik.

Das Gedächtnis und seine Prozesse

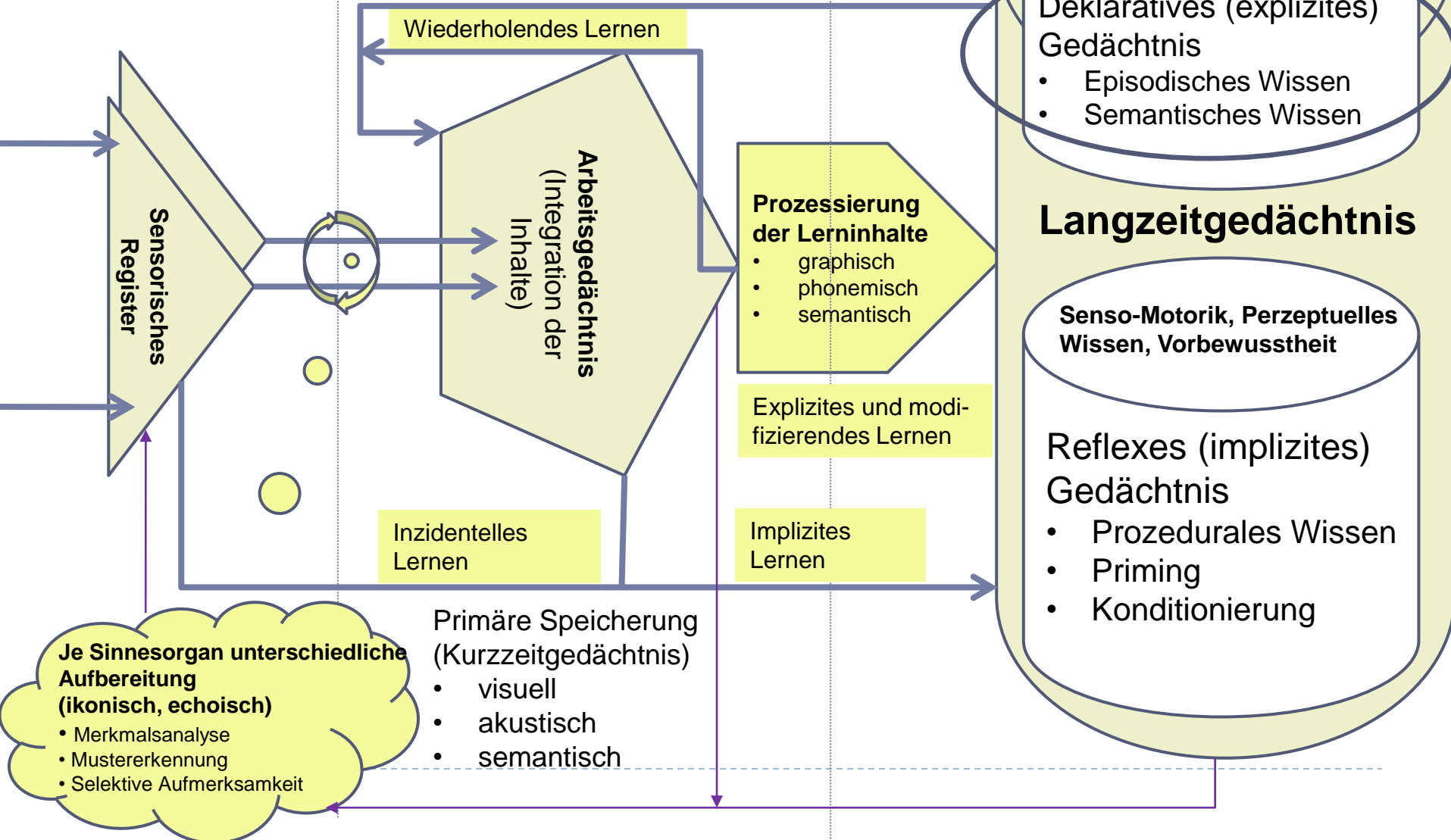
- ▶ Grundlegende Unterscheidung der Gedächtnisprozesse
 - ▶ Die Genese seiner Inhalte
 - ▶ Die eigentliche Einspeicherung (Enkodierung)
 - ▶ Die Verarbeitung (Konsolidierung) und letztlich
 - ▶ Der Ort der Speicherung im Gehirn (Ablagerung) sowie
 - ▶ Prozesse des Abrufs
- ▶ Das Beispiel Hippocampus
 - ▶ Organisator, nicht aber Speicherplatz selbst
- ▶ Es gibt keine „Großmutterneurone“ oder etwas weiter: keine satzartigen Strukturen im Gehirn
- ▶ *Für unterschiedliche Lernprozesse sind unterschiedliche Gedächtnisanteile notwendig oder Voraussetzung*

Direkte Repräsentation

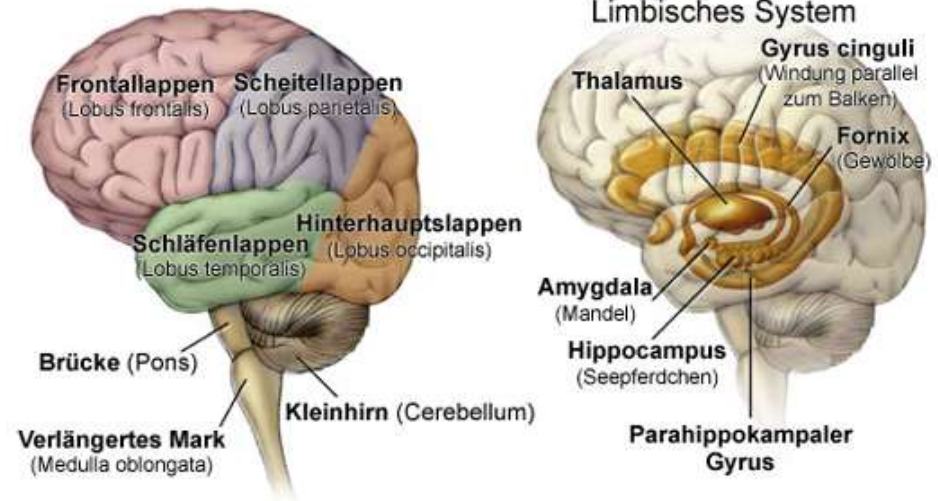
- Präkategoriales Denken
- Zwischenspeicherung

Bewusste Verarbeitung von Lerninhalten

- (abstraktes) Denken
- Problemlösen
- Argumentieren



Die Rolle von Emotionen beim Lernen



- ▶ Hippocampus
 - ▶ Zentrale „Schaltstation“ des limbischen Systems und zentral für Gedächtniskonsolidierung
- ▶ Amygdala (Mandelkern)
 - ▶ Angst und Furcht - Fluchtverhalten

Bilder: Präparat und Seepferdchen. Quelle: Professor Laszlo Seress unter den Bedingungen der Creative Commons 3.0.

http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Hippocampus_and_seahorse_cropped.JPG&filetimestamp=20100211122507

Das Limbische System. Quelle: http://www.alzheimer-forschung.de/images/user-images/alzheimer-krankheit/illustrationen/illu_anatomie.jpg

Verwendung mit freundlicher Genehmigung der Alzheimer Forschung Initiative e.V., Düsseldorf

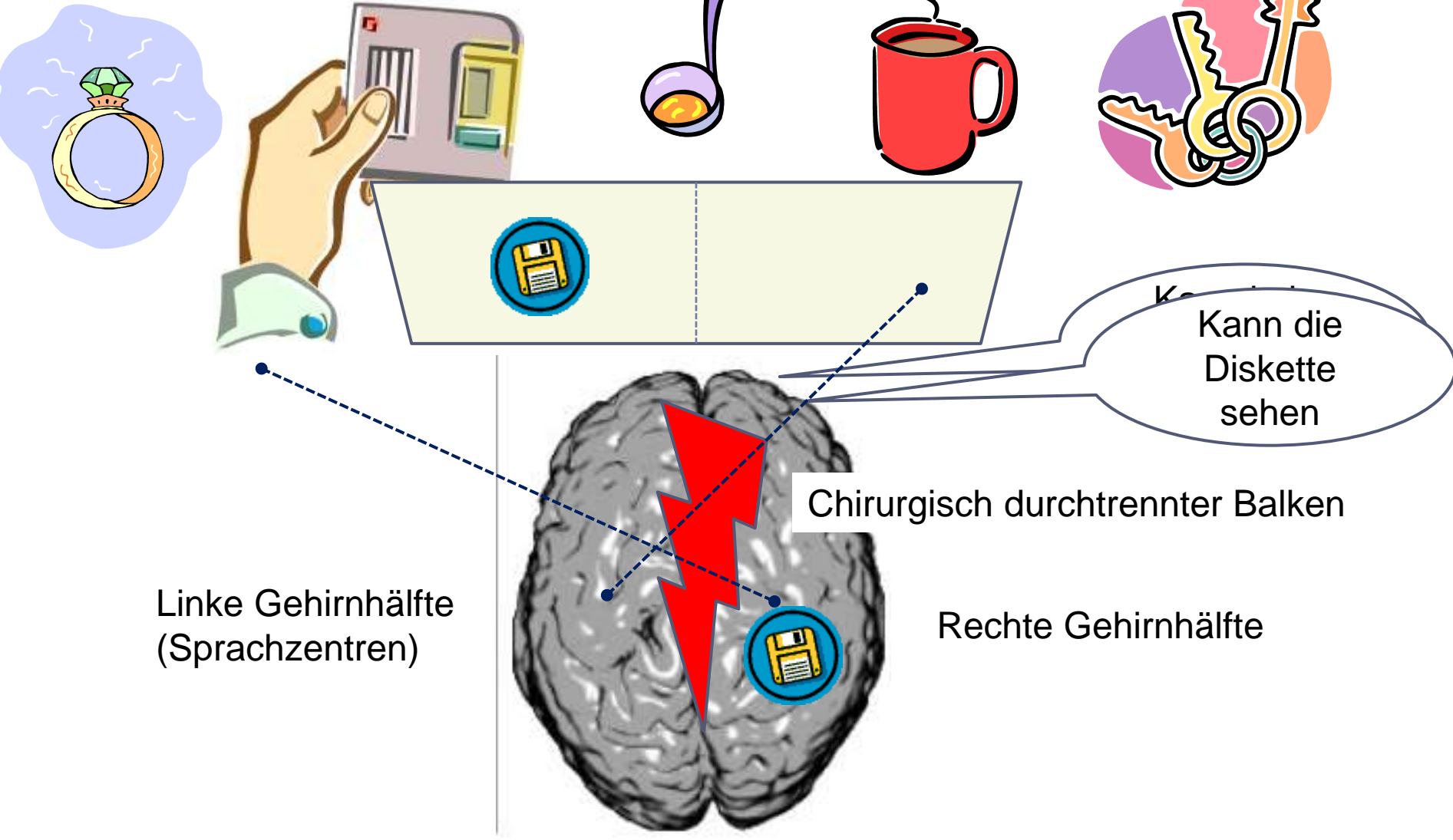
Emotionen und Lernen I

- ▶ Es gibt "kein emotionsfreies Feststellen und Bewerten von Tatsachen" (Goller 1995, S. 28)
- ▶ Denken ohne Emotionen bedeutet, sich nicht entscheiden zu können oder sich mit irrelevanten Details zu beschäftigen. Diese dafür teilweise mit enormer Präzision (siehe hierzu Autisten).
- ▶ Emotionen sind in keinem Fall „archaische Bestände“ oder auf ein sogenanntes „Reptilienhirn“ zurückzuführen.

Emotionen und Lernen II

- ▶ Koppelung von Emotionen bezüglich des Lernens ist offensichtlich
 - ▶ Lernhemmungen durch Angst
 - ▶ Traumata als „Einbrennen“
 - ▶ Angenehme Atmosphäre und das Lernen darin
- ▶ Aus den vielen Untersuchungen kann man jedoch "weder schließen, dass positive Begleitumstände immer ein besseres Einspeichern ermöglichen, noch, dass ausschließlich positive Erlebnisse besser erinnert würden" (Becker 2006, S. 144).
 - ▶ Erinnerungsarbeit
 - ▶ „Selbsterkenntnis“
- ▶ Gefühle und Emotionen als kulturelle Eigenschaften

Aufklärung pädagogischer Mythen durch die Neurowissenschaften



Der Mythos vom rechten und linken Hirn

- ▶ **Durchtrennter Balken – Zwei autonome Gehirnhälften?**
 - ▶ Dominante Seite bei bestimmten Aufgabenstellungen, beispielsweise „Broca“ Zentrum der Sprache
- ▶ **Linke Seite: Rationalität – Rechte Seite: Emotionalität und Kunst**
- ▶ **Forderung: „Ganzheitliches“ Lernen mit beiden Hirnhälften**
- ▶ **Lateralisierung und Dominanztheorie nicht richtig**
 - ▶ Vor allem nicht naiv „unterlegene“ Hirnhälfte
 - ▶ Innerhalb einer Hemisphäre oft größere Unterschiede als zwischen den Hemisphären
 - ▶ Das Gehirn ist immer insgesamt an der Lernleistung beteiligt

Nicht genutzte Hirnkapazitäten?

- ▶ Vom Gehirnbesitzer zum Gehirnbenutzer?
Die Metapher vom Gehirn als Muskel.
 - ▶ "Ich habe einen Kurs im Schnelllesen mitgemacht und bin jetzt in der Lage, 'Krieg und Frieden' in zwanzig Minuten durchzulesen. Es handelt von Rußland"
 - ▶ (Woody Allen)
- ▶ Das Gehirn ist ein energetisch äußerst intensives Organ
- ▶ Entscheidender ist der wissenschaftliche Befund der neuronalen Effizienz
 - ▶ Im Vergleich wird weniger Energie bei wiederholter Aufgabenstellung gebraucht

Lerntypen, Lernstile und das Gehirn

- ▶ "In der neurowissenschaftlichen Literatur lassen sich keine Hinweise darauf finden, dass Menschen bevorzugt mit dem einen oder anderen Sinnesorgan wahrnehmen. Vielmehr wird Wahrnehmung dort als eine komplexe Leistung des Gehirns dargestellt, die auf unterschiedliche Reize angewiesen ist [...]
Für die Behauptung, dass der Lerneffekt mit der Anzahl der Präsentationsmodi steigt, lassen sich [...] keinerlei wissenschaftliche Belege finden."
- ▶ (Nicole Becker 2006, Die neurowissenschaftliche Herausforderung der Pädagogik, Klinkhardt, S. 160f)

Wie zählt man Synapsen II?

- ▶ Stimmen Sie der These zu, dass die synaptische Dichte mit der Intelligenz korreliert ist?
- ▶ Mehr Intelligenz = größere synaptische Dichte als Synapsen / mm³ Gehirnvolumen
- ▶ Dann wäre Intelligenz durch das Gewicht des Gehirns messbar. Das ist bisher noch niemandem gelungen, analog der Schädelvermessungen (Craniometrie).

Pruning: Neuronale Effizienz

- ▶ Die synaptische Dichte ist eine Entwicklungsvariable und (wahrscheinlich) nicht durch Lernprozesse beeinflussbar.
- ▶ **Pruning** = Deaktivieren überflüssiger Verbindungen
- ▶ Das Gehirn ist **kein** Muskel. Man kann es deshalb nicht einfach trainieren (Sudoku etc.)
- ▶ Es geht um die Erhöhung der neuronalen Effizienz, d.h. die Organisation des Wissens (Sinnkonstruktion, konzeptuelle Zuordnung).
- ▶ „Übungseffizienz“ in einem Bereich ist nicht einfach auf anderes Lernen übertragbar.

Vom Lernen zum Verstehen

- ▶ **Assoziatives Lernen als zentrale neurowissenschaftliche Erkenntnis.**
 - ▶ „Lernprozesse sind in ganz bestimmten zeitlichen und räumlichen Kontexten immer mehr als die bloße Interaktion eines Lerners mit einem medial vermittelten Lehrstoff“ (Stangl-Taller 2005).
- ▶ „Auf der Leistungsebene macht es einen großen Unterschied, ob ein Mensch etwas durch Einsicht gelernt hat und dabei vielleicht auch ein Aha-Erlebnis hatte, oder ob er wie eine Ratte im Käfig einfach nur durch negative Verstärkung [...] Reiz-Reaktionsverbindungen aufgebaut hat“
 - ▶ (BMBF 2007, S. 111).

Lernprozesse im Lebenslauf

- ▶ Wahrscheinlich haben unterschiedliche Lernprozesse, vor allem diejenigen, die im Alter zunehmen, deshalb keine eindeutige neuronale Entsprechungen, "weil sie auf einem anderen Abstraktionsniveau angesiedelt sind als die neuronalen Informationsverarbeitungsprozesse im Gehirn" (BMBF 2007, S. 85f).
 - ▶ Verstehendes Lernen – Erwachsene und Sinnkonstruktion
 - ▶ Abstraktion: Unterschiedliche Aneignungsformen können in den Neurowissenschaften **nicht** abgebildet werden.
 - ▶ Nichtprivilegiertes bzw. schlussfolgerndes Lernen unterscheidet sich deutlich vom kumulativen Erfahrungslernen.
- ▶ Problemlösestrategien und Gedankenexperimente: Die Komplexität der Lernprozesse steigt im Laufe des Lebens an

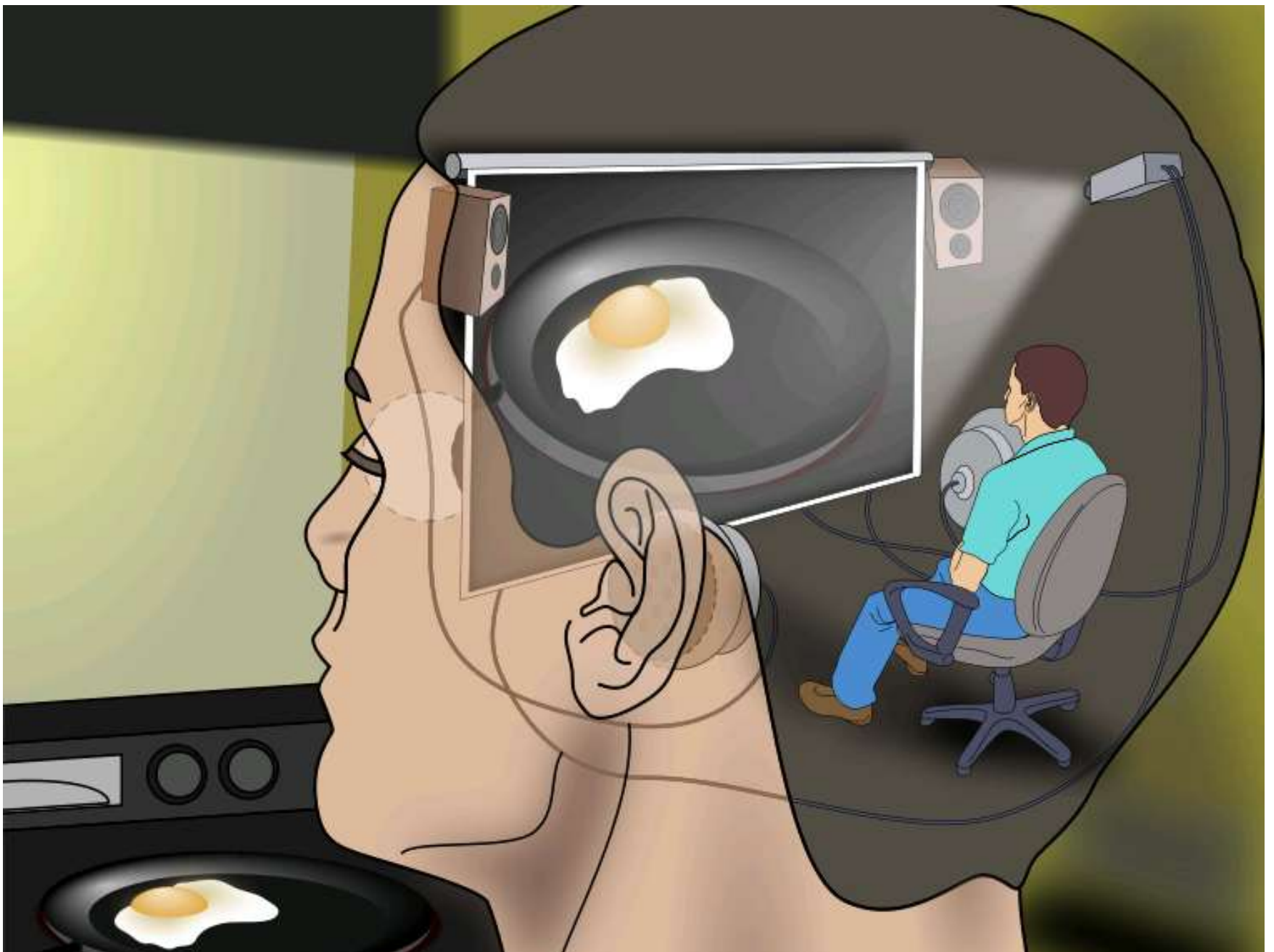


Bild: Jennifer Garcia. Unter den Bedingungen der Creative Commons 2.5. URL:

http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Cartesian_Theater.svg&filetimestamp=20081210081532

Mythen der Neurowissenschaften

- ▶ Das Gehirn als Akteur / Die Rückkehr des Homunkulus
- ▶ Konstruktivismen
- ▶ Ablehnung / Bestreiten der Willensfreiheit
 - ▶ Bezug zum Lernen – „Training des Gehirns“ analog Konditionierung
- ▶ Banale pädagogische Feststellungen
 - ▶ „Das Gehirn lernt im kleinen Klassenverband besser als in großen Gruppen“.

Der Unterschied zwischen Wahrnehmung und Sinnhaftigkeit

- ▶ Nach der Studie einer englischen Universität, ist es nicht wichtig, in welcher Reihenfolge die Buchstaben in einem Wort stehen. Das Einzige Wichtige ist, dass der erste und der letzte Buchstabe an der richtigen Stelle sind. Der Rest kann ein tolles Wort von Bestachung sein, trotzdem kann man ihn ohne größere Probleme lesen. Das ist deshalb so, weil wir nicht jedes Buchstaben einzeln lesen, sondern das Wort als Gesamtes.
 - ▶ [und vor allem den Sinn verstehen! A.K.]

Ausgewählte Literatur I

- ▶ Ballstaedt, S.-P. (2005): Kognition und Wahrnehmung in der Informations- und Wissensgesellschaft [PDF]. Verfügbar unter: <http://www.bpb.de/files/HA65KC.pdf>
- ▶ Becker, N. (2006): Die neurowissenschaftliche Herausforderung der Pädagogik. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt
- ▶ BMBF (Bundesministerium für Forschung und Bildung)(2007): Lehr-Lern-Forschung und Neurowissenschaften – Erwartungen, Befunde, Forschungsperspektiven [PDF]. Verfügbar unter: http://www.bmbf.de/pub/bildungsreform_band_dreizehn.pdf [31.01.2010]
- ▶ Bruer, J. T. (2003): Der Mythos der ersten drei Jahre. Warum wir lebenslang lernen. Weinheim: Beltz
- ▶ Looß, M. (2001): Lerntypen? Ein pädagogisches Konstrukt auf dem Prüfstand [PDF]. In: Die Deutsche Schule 93 / 2, S. 186 - 198 (S. 1 - 14 im PDF Dokument). Verfügbar unter: http://www.ifdn.tu-bs.de/didaktikbio/mitarbeiter/looss/looss_Lerntypen.pdf [16.02.2010]
- ▶ Looß, M. (2003): Von den Sinnen in den Sinn? Eine Kritik pädagogisch-didaktischer Konzepte zu Phänomen und Abstraktion [PDF]. Vortrag am 29.01.2003 an der Technischen Universität Braunschweig. Verfügbar unter: http://www.ifdn.tu-bs.de/didaktikbio/mitarbeiter/looss/looss_Von_den_Sinnen.pdf [16.02.2010]

Ausgewählte Literatur II

- ▶ Markowitsch, H. J. & Welzer, H. (2005): Das autobiografische Gedächtnis: Hirnorganische Grundlagen und biosoziale Entwicklung. Stuttgart: Klett-Cotta
- ▶ Scheich, H. (2003): Lernen unter der Dopamindusche. Was uns Versuche an Mäusen über die Mechanismen des menschlichen Gehirns verraten [PDF]. In: Zeit Nr. 39 v. 18.09.2003. Verfügbar unter: http://pdf.zeit.de/2003/39/Neurodidaktik_2.pdf [31.01.2010]
- ▶ Stangl-Taller (2005): Lernstile - was ist dran? In: Praxis Schule 5-10, 31 Jg., Heft 3. Verfügbar unter: <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/PUBLIKATIONEN/Lernstile.shtml>
- ▶ Stangl-Taller (2009): Energieverbrauch des Gehirns [HTML]. Verfügbar unter: <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/news/102/energieverbrauch-des-gehirns> [05.03.2010]
- ▶ Stern, E. & Schumacher, R. (2008): Alles nur Scharlatanerie? – Zur Bedeutung der Neurowissenschaften für die empirische Lehr- und Lernforschung. Ein Interview der ETHZürich [PDF]. Verfügbar unter: http://www.educ.ethz.ch/II/nw/art_stern/Interview_Stern_Schumacher.pdf [12.02.2010]
- ▶ Vester, F. (1998): Denken, Lernen, Vergessen: Was geht in unserem Kopf vor, wie lernt das Gehirn, und wann lässt es uns im Stich? München: dtv
- ▶ Zunke, C. (2010): Zurück zum Gefühl. Über die galoppierende Gegenaufklärung in den Neurowissenschaften [HTML]. Verfügbar unter: <http://jungle-world.com/artikel/2010/30/41444.html> [11.08.2010]

Dieses Werk unterliegt den Lizenzbedingungen der Creative Commons 3.0.

Sie dürfen

- das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen und
- Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen.

Folgende Bedingungen sind dabei zu beachten:

- **Namensnennung (BY)** — Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.
- **Keine kommerzielle Nutzung (NC)** — Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden.
- **Weitergabe unter gleichen Bedingungen (SA)** — Wenn Sie das lizenzierte Werk bzw. den lizenzierten Inhalt bearbeiten oder in anderer Weise erkennbar als Grundlage für eigenes Schaffen verwenden, dürfen Sie die daraufhin neu entstandenen Werke bzw. Inhalte nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch oder vergleichbar sind.

