



Neurowissenschaften und Pädagogik

Die neuronalen Grundlagen des Lernens

Vortrag am 10.09.2010 für das Trainer- und BeraterForum
Düsseldorf im Alten Forsthaus Germerode / Dr. Alexander Klier

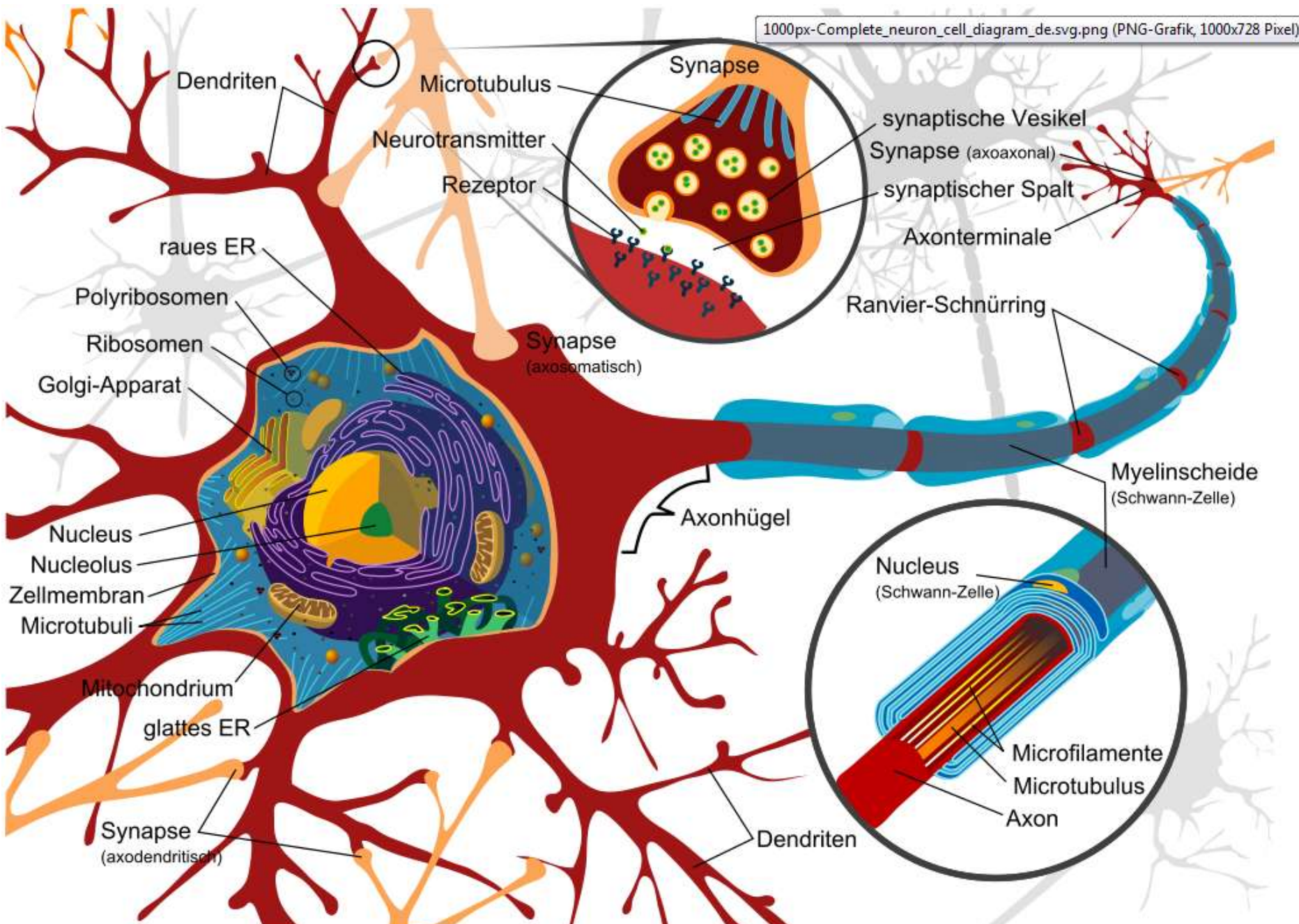


Zur Einleitung

- ▶ „Wie immer, wenn eine junge, übermütige Disziplin [die Gehirnforschung] auf den Plan tritt, die ihren Vorgängern den Vogel zeigt, dürfen wir von ihren Vertretern neue Erkenntnisse und neue Irrtümer erhoffen.“
- ▶ (Hans Magnus Enzensberger 2006, Im Irrgarten der Intelligenz, Vontobel Stiftung, S. 47)

Was im Vortrag dran kommt:

- ▶ Neurone und Reizweiterleitung
- ▶ Neuronale Netze als Grundlage höherer Hirnfunktionen
- ▶ Funktionale Abteilungen des Gehirns und Gedächtnis
- ▶ Limbisches System und Gefühle
- ▶ Zur Empirie und Dogmatik der Neurowissenschaften

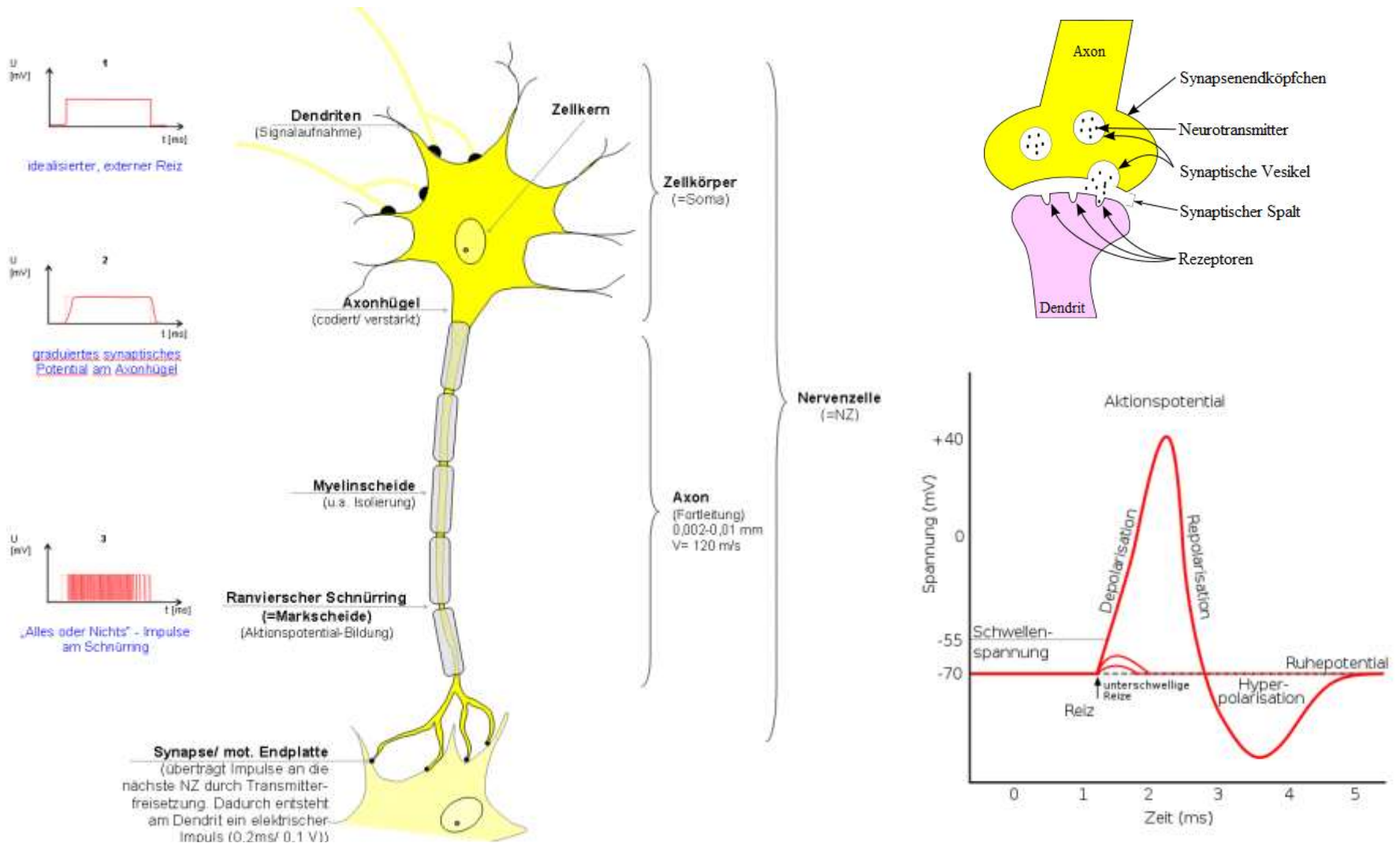


Grafik: Schematische Zeichnung einer Nervenzelle. Urheber: LadyofHats. Verwendet unter der GNU Lizenz für frei Dokumentation. Verfügbar unter: http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Complete_neuron_cell_diagram_de.svg

Zentrale Dogmen der Neurowissenschaften

- ▶ **Neurowissenschaften als dogmatische Wissenschaften**
 1. Neuronenlehre als Annahme, dass alle Vorgänge des Denkens und Lernens auf diesen "letzten" Einheiten und ihrer Vernetzung beruhen
 2. Auffassung verschiedener spezialisierter und abgrenzbarer funktioneller Einheiten im Gehirn (Lokalisationstheorie)
- ▶ **Zwei Grundsätze der Neuronenlehre**
 - ▶ Hebbsche Lernregel („what fires together, wires together“)
 - ▶ „Use it or lose it“ (Vergessen bzw. Verlernen als zentrale, aber oft vergessene Lernkategorie)

Die nervlichen Grundlagen: Reizweiterleitung



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>

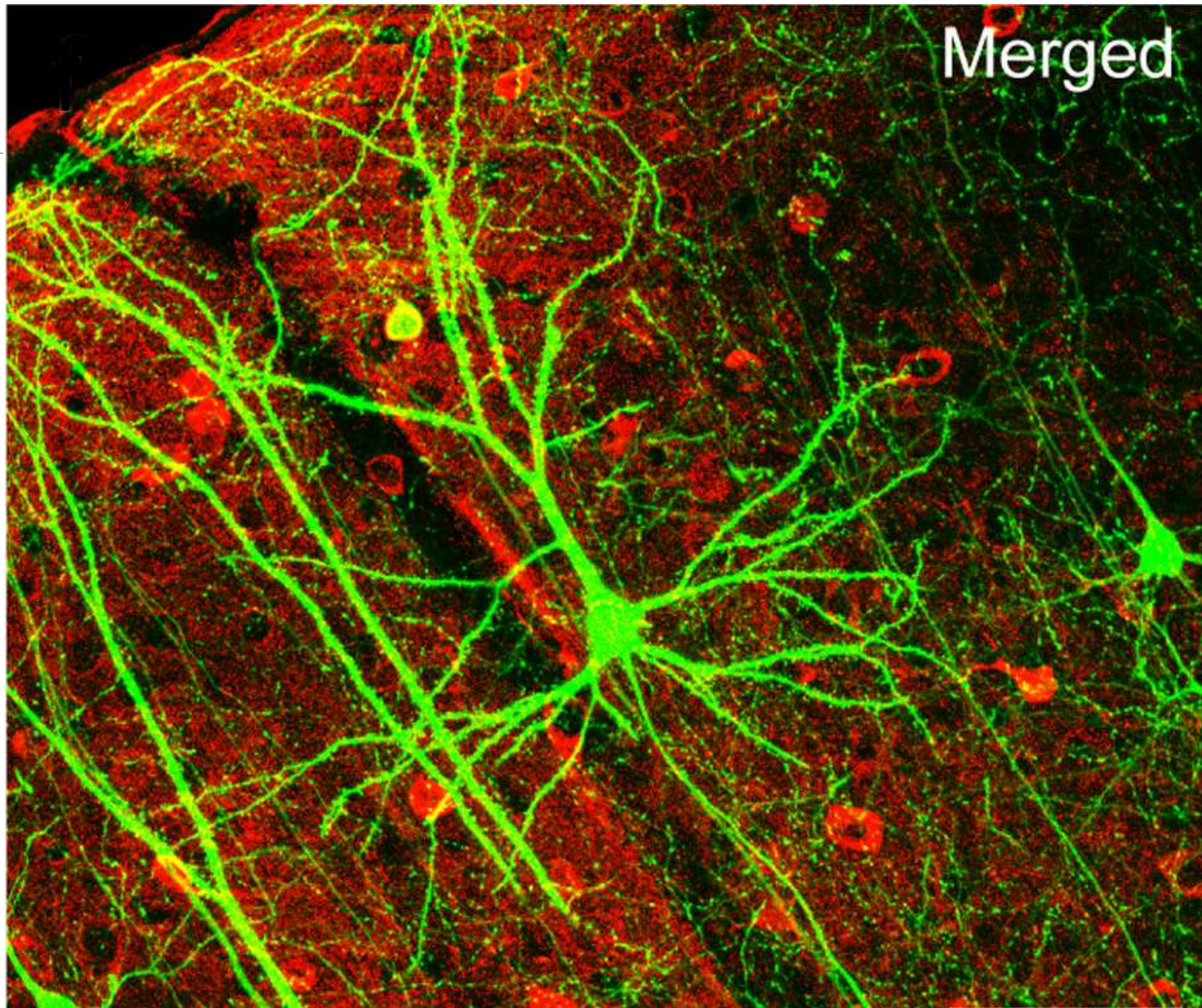
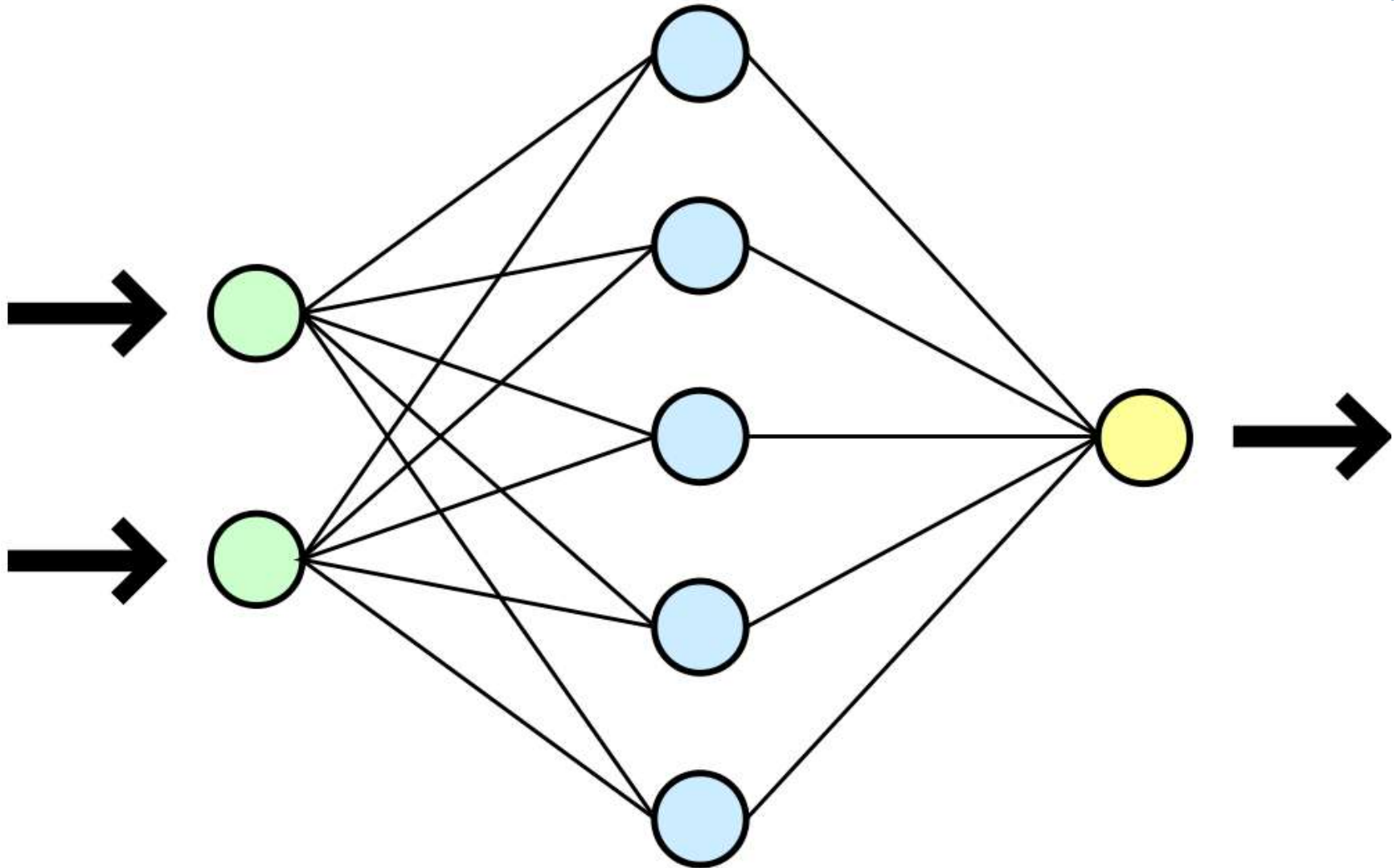
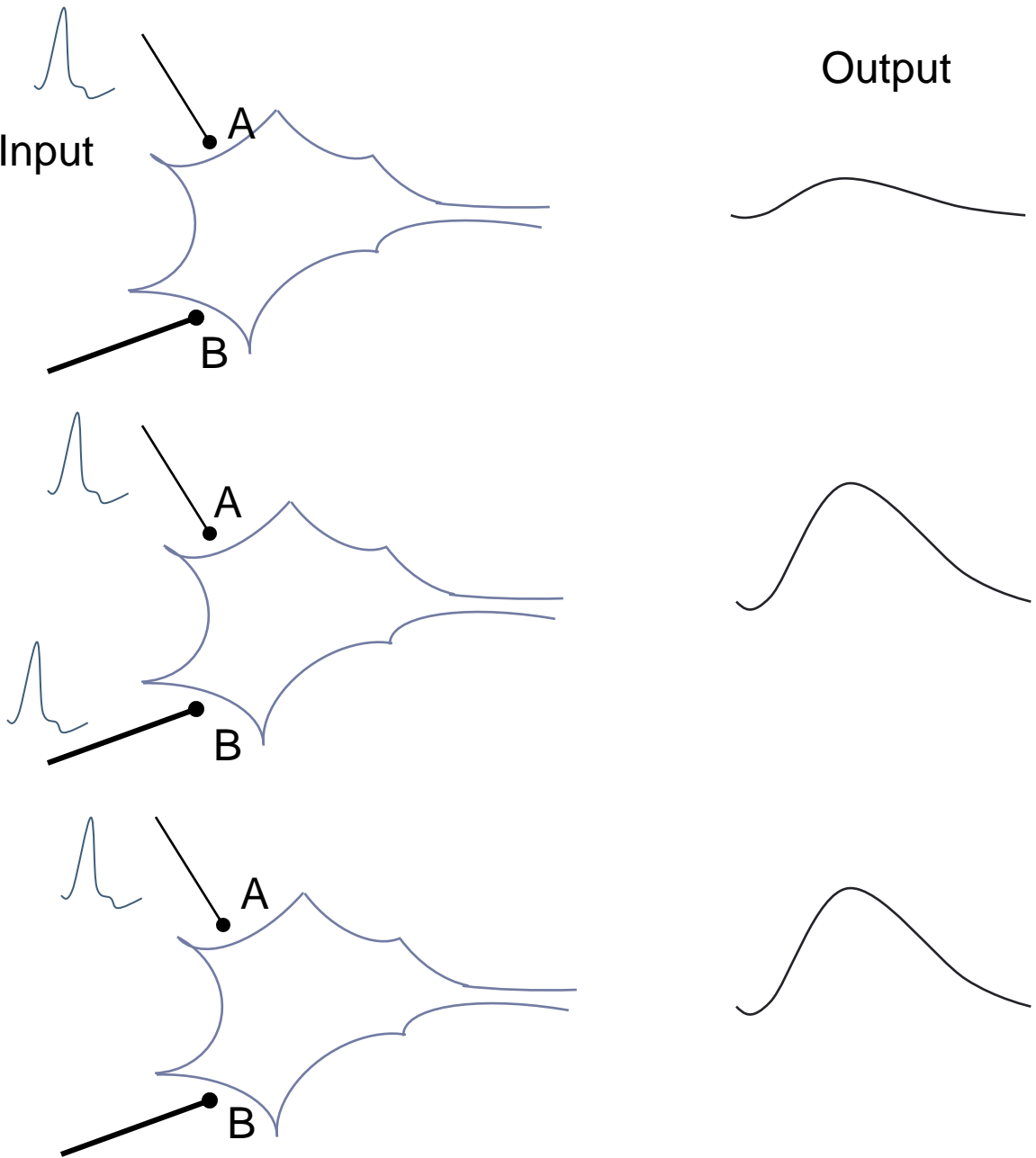


Bild: Mikroskopische Aufnahme der Großhirnrinde einer Maus mit einem Pyramidenneuron (grün). Urheber: Wei-Chung Allen Lee, Hayden Huang, Guoping Feng, Joshua R. Sanes, Emery N. Brown. Verwendet unter der GNU Lizenz für frei Dokumentation. Verfügbar unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:PLoSBIol4.e126.Fig6fNeuron.jpg>

Neuronale Netze

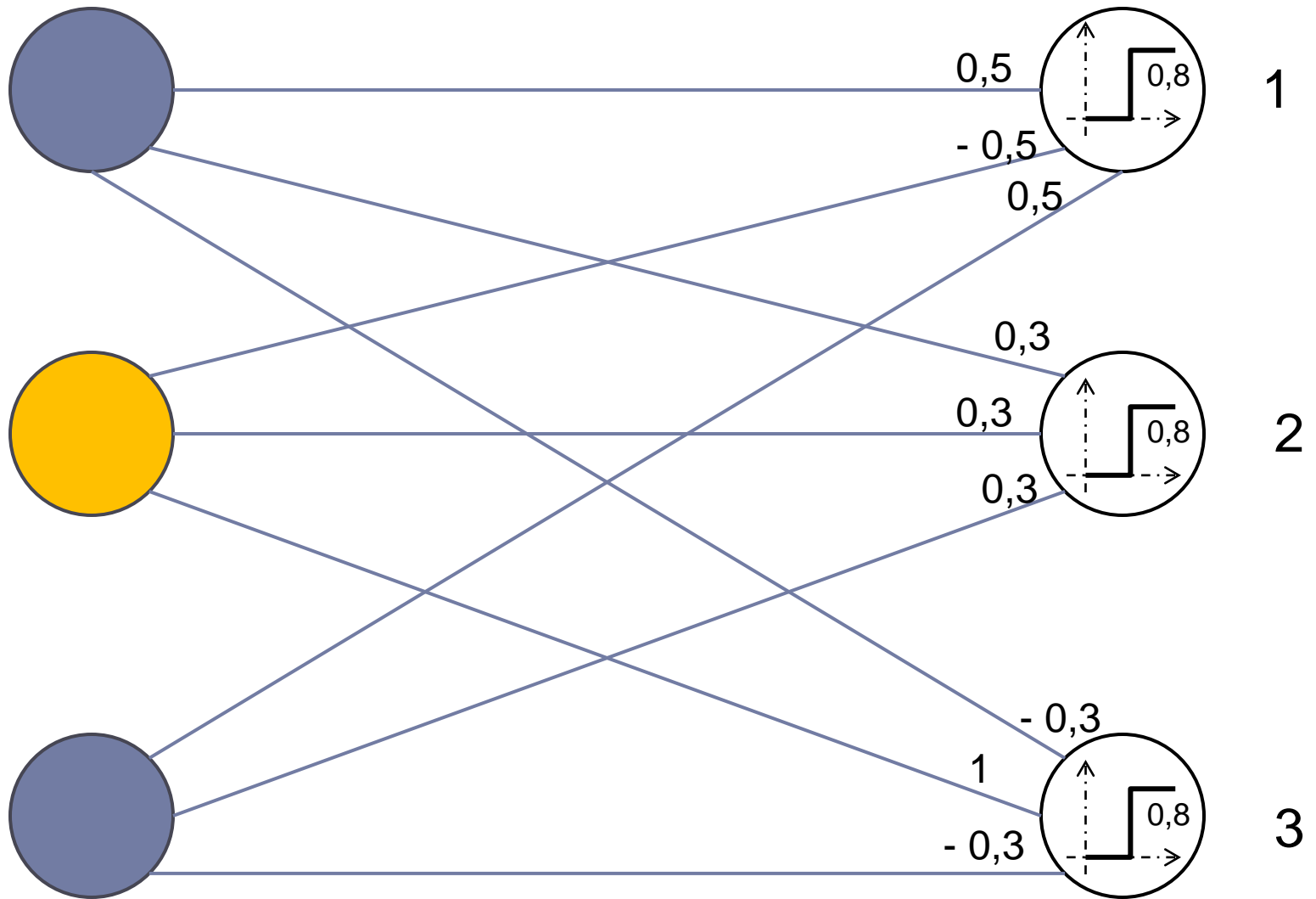


Die Langzeitpotenzierung (LTP) als Synapsengewichtung

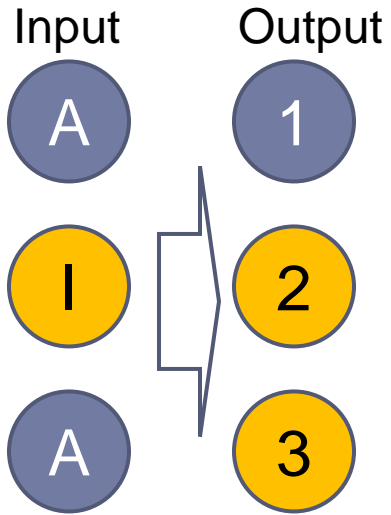


„Netzhaut“

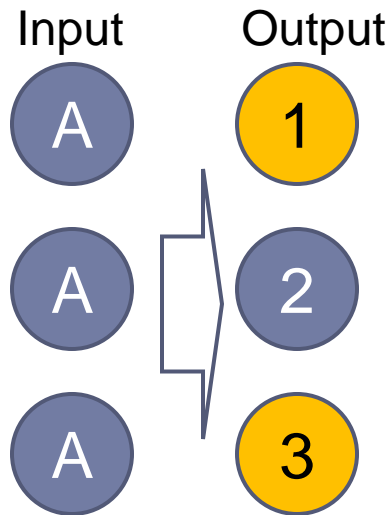
„Kortex“



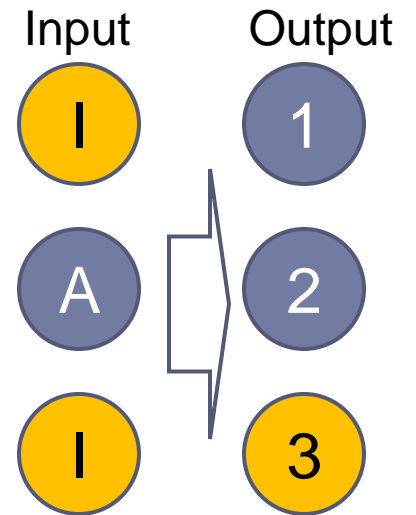
Legende: A = Aktiv (dunkel), I = Inaktiv (hell), 1 – 3 = Outputmuster auf Inputmuster



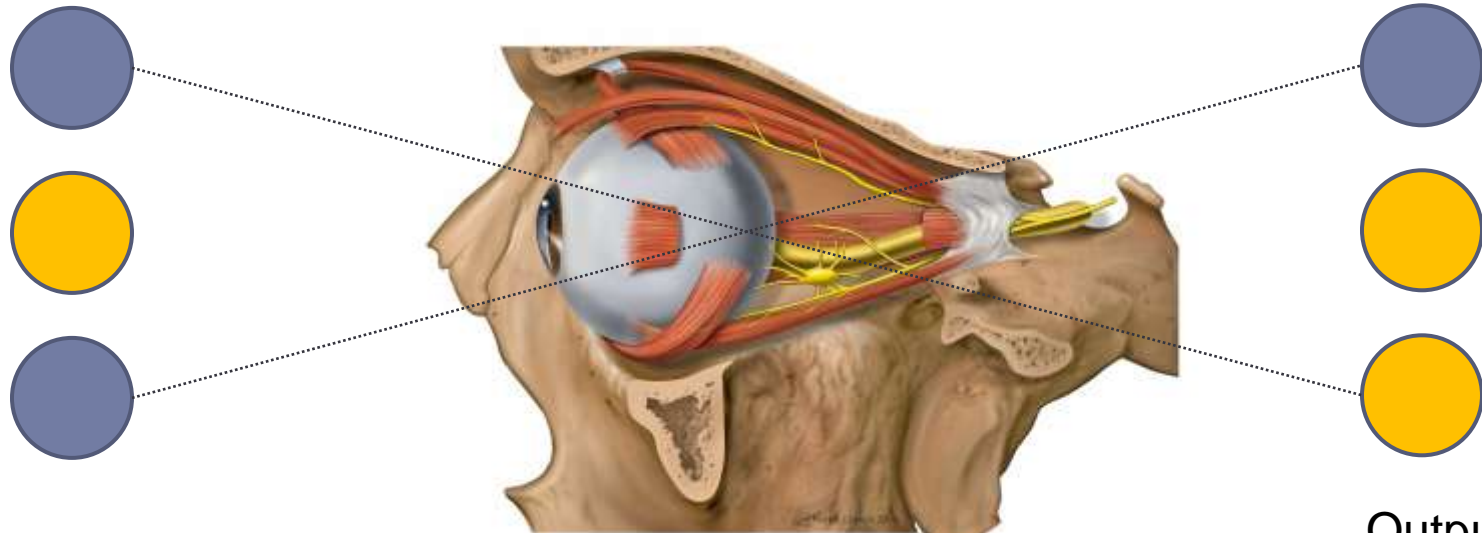
Muster A



Muster B



Muster C

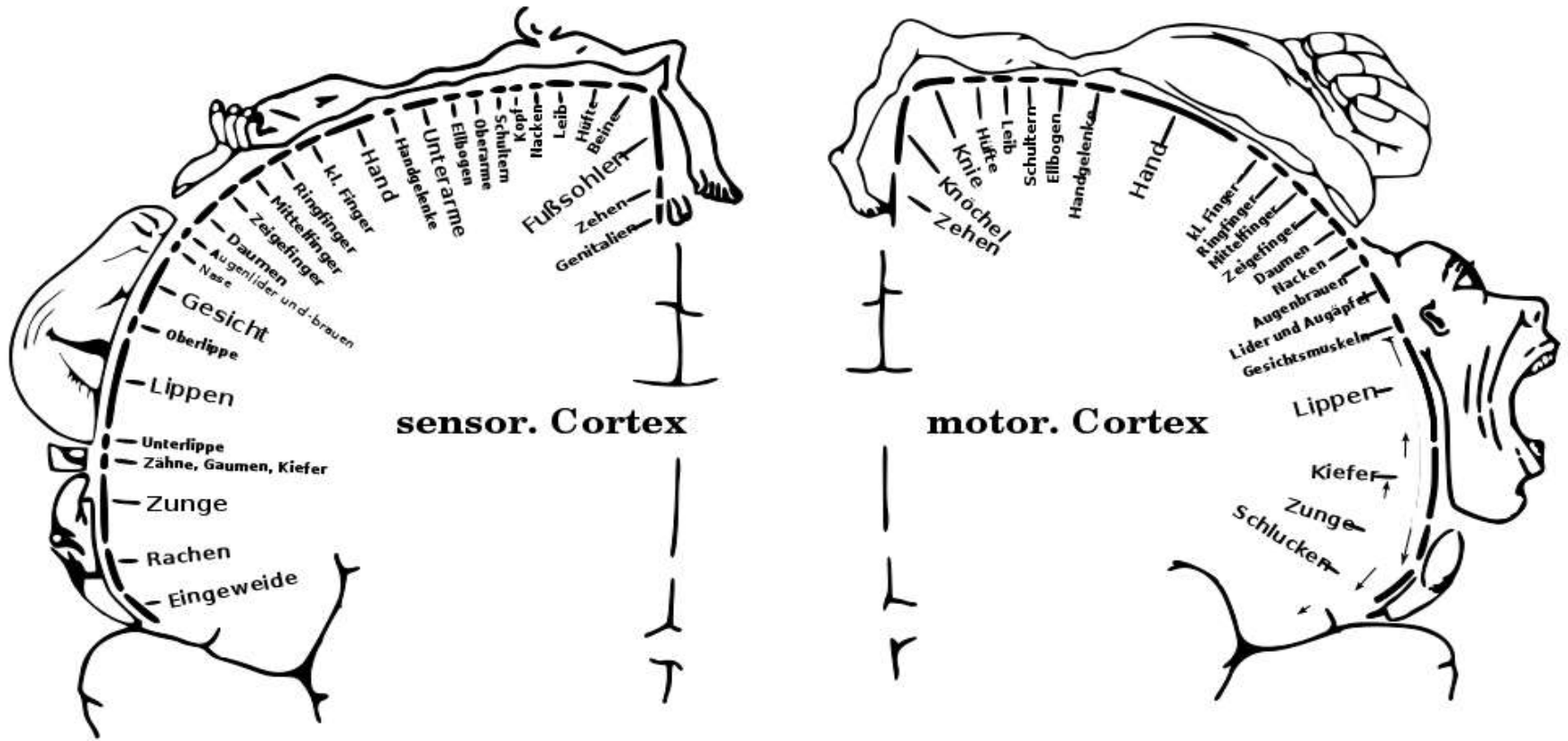


Muster

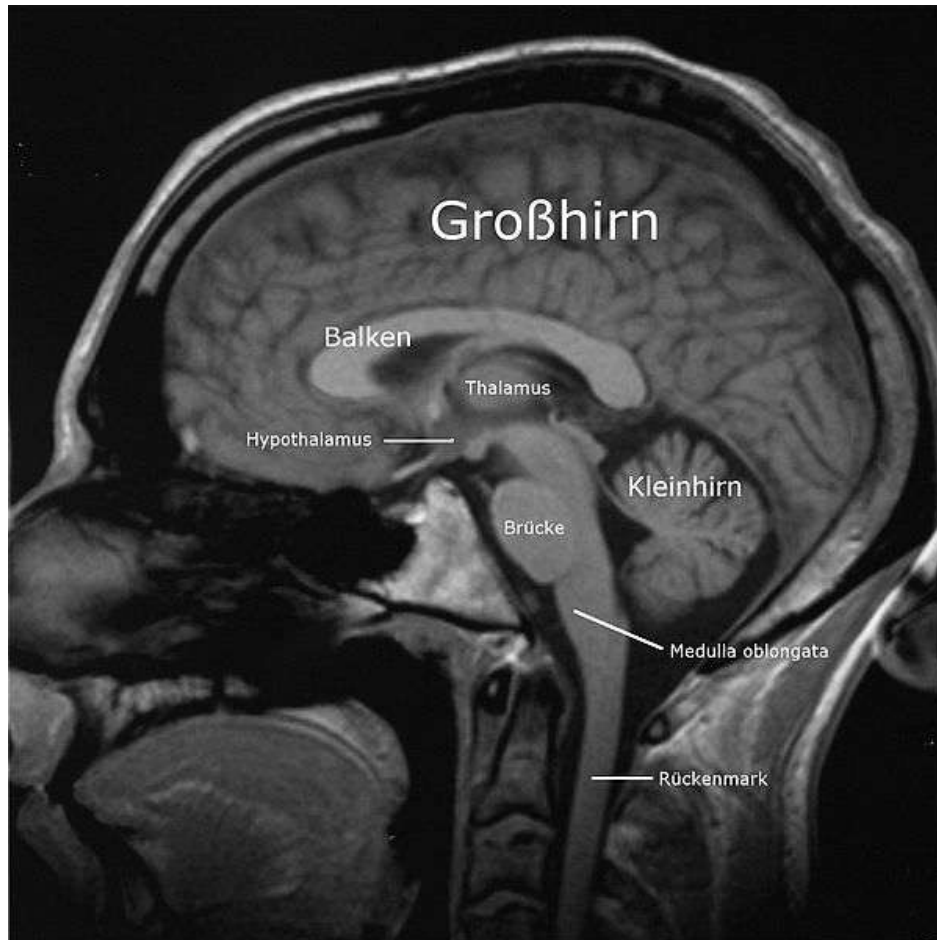
Netzhaut und Sehnerv

Output

Neuronale „Karten“



Neurophysiologie: Das Gehirn als Zentrum

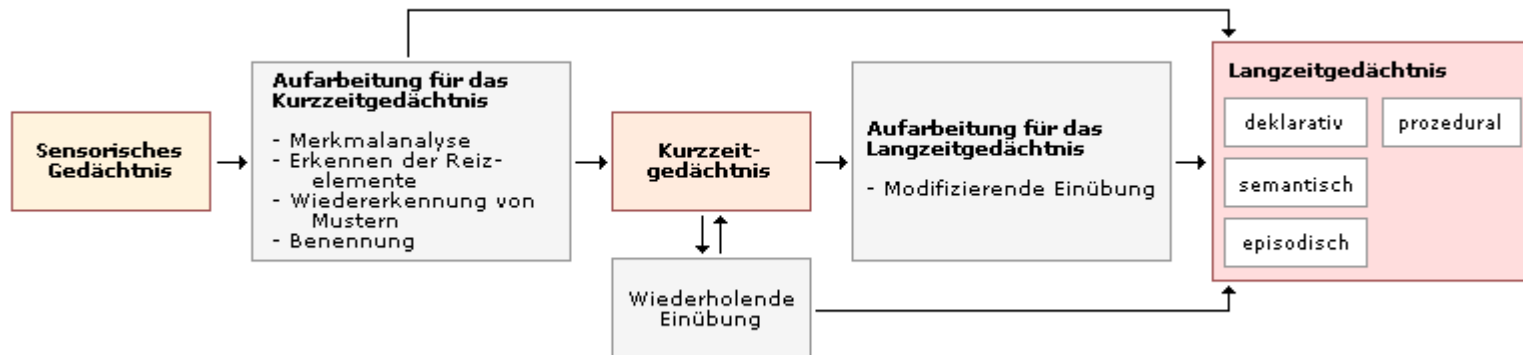


- ▶ **Großhirn** (*Telencephalon*) – Hemisphären & Neocortex (Denken)
- ▶ **Kleinhirn** (*Cerebellum*) – Motorik und Bewegungsabläufe
- ▶ **Balken** (*corpus callosum*) – Verbindung (Split Brain)
- ▶ **Zwischenhirn** (*Diencephalon*) – Thalamus & Hypothalamus (vegetatives Nervensystem)
- ▶ **verlängerte Rückenmark** (*medulla oblongata*) – Nachhirn (unbewusste und automatisch Prozesse)

Gedächtnisprozesse

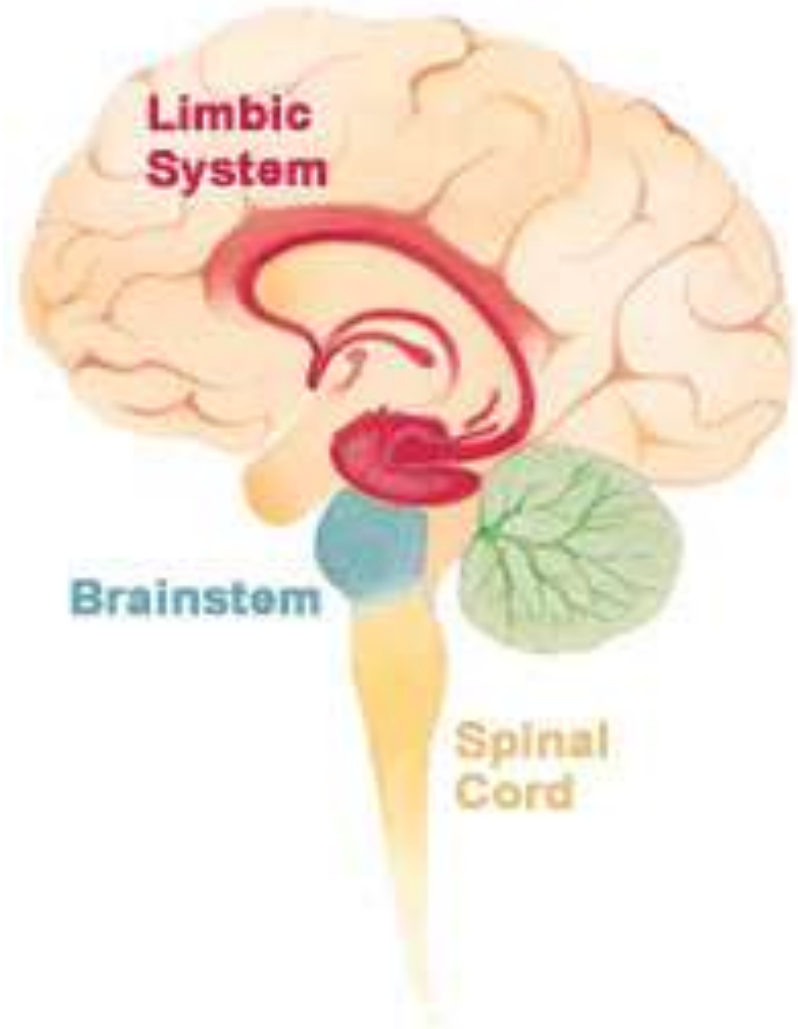
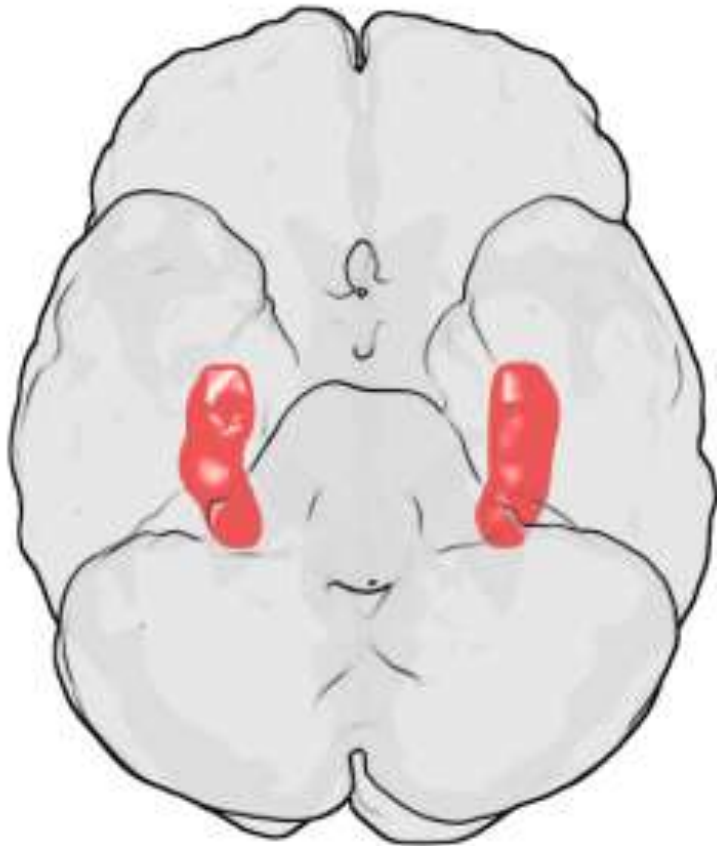
- ▶ **Grundlegende Unterscheidung der Gedächtnisprozesse**
 - ▶ Die Genese seiner Inhalte (Aufnahme von Reizen und Umwandlung in Informationen)
 - ▶ Die eigentliche Einspeicherung (Enkodierung)
 - ▶ Die Verarbeitung (Konsolidierung) und letztlich
 - ▶ Der Ort der Speicherung im Gehirn (Ablagerung) sowie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

Neuroanatomie: Das Gedächtnis

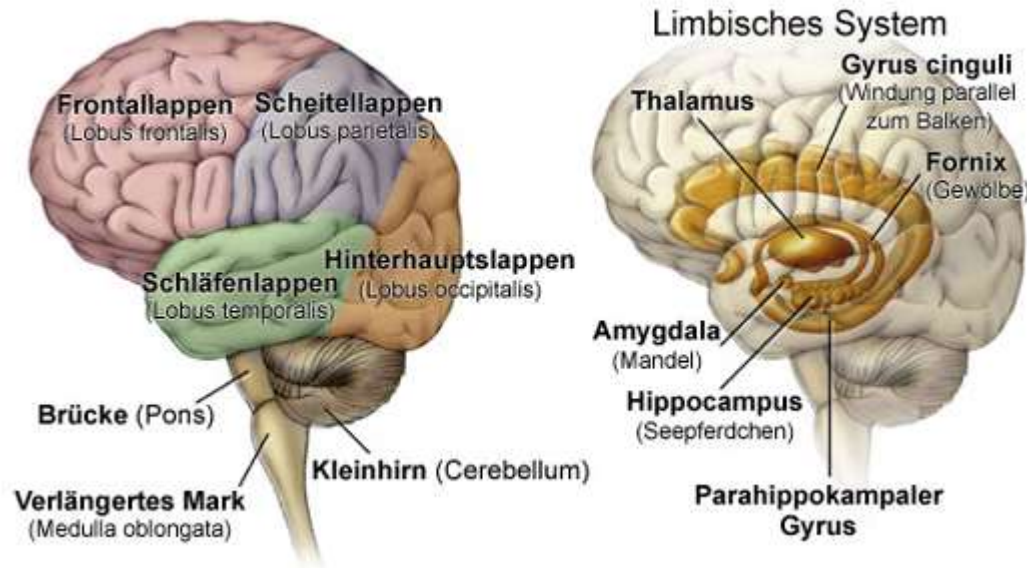


- ▶ **Die vier Langzeit-Gedächtnisarten:**
 - ▶ Das semantische Gedächtnis, als (explizites) "Wissenssystem"
 - ▶ Das episodische Gedächtnis im Sinne persönlicher und autobiographischer Erfahrungen
 - ▶ Das prozedurale Gedächtnis im Sinne von erlernten Fertigkeiten und Verhaltensweisen.
 - ▶ Das Priming (Bahnung), das gemeinsam mit dem prozeduralen Gedächtnis nicht-deklarative bzw. implizite Gedächtnisinhalte aufweist.

Vom Hippocampus zum Limbischen System



Limbisches System und Emotionen



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

Emotionen und Lernen

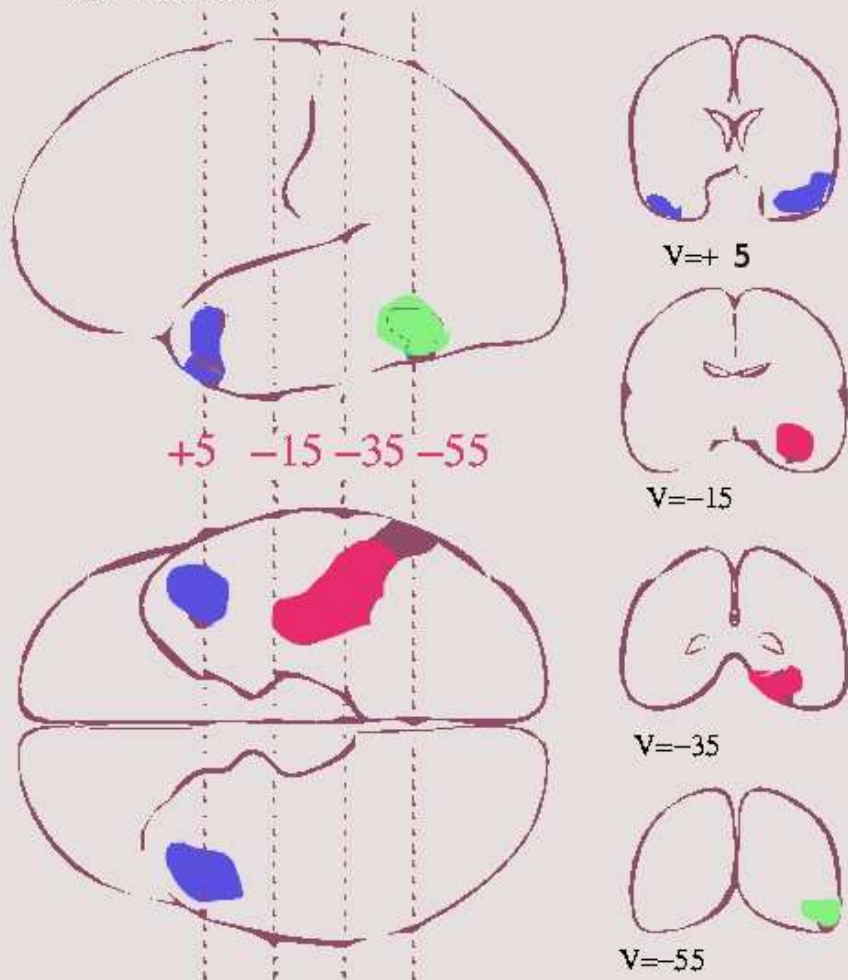
- ▶ Der Fall des Sprengmeisters Phineas Gage (1848)
 - ▶ Verhaltensstörungen & Launenhaftigkeit vs. „normales“ Reden und Lernen
- ▶ Denken ohne Emotionen bedeutet, sich nicht entscheiden zu können oder sich mit irrelevanten Details zu beschäftigen. Diese dafür teilweise mit enormer Präzision (siehe hierzu Autisten).
 - ▶ Der Mensch ist das Rationalste und zugleich emotionalste Lebewesen
- ▶ Emotionen sind in keinem Fall „archaische Bestände“ oder auf ein sogenanntes „Reptilienhirn“ zurückzuführen. Sie sind quasi „eingewoben“ in das Denken und notwendig für das Speichern im Gedächtnis.

Zur Empirie der Neurowissenschaften

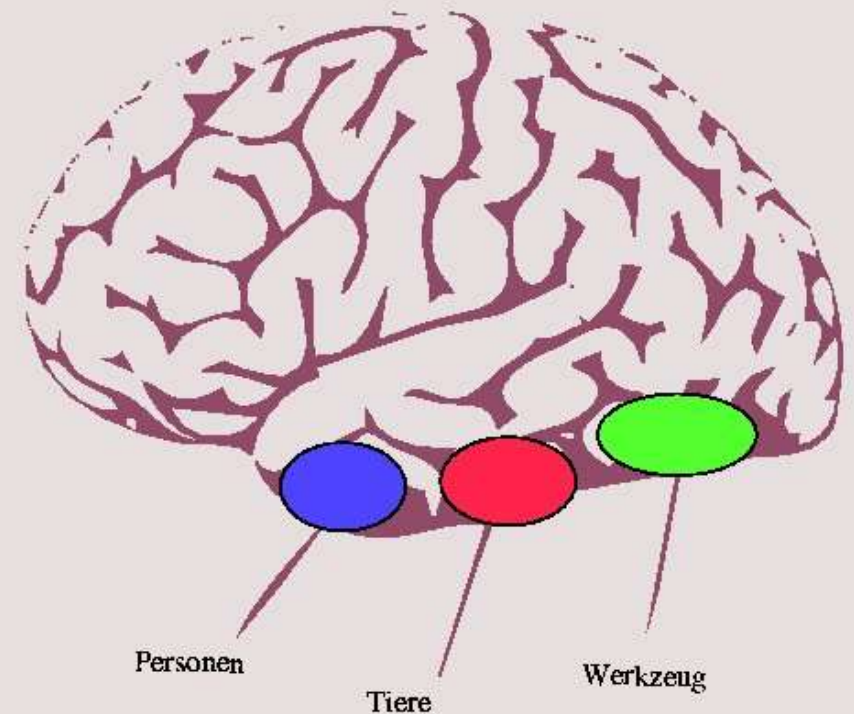
- ▶ **Läsionsstudien und Krankheiten**
 - ▶ Die Fälle anterograder Amnesie bei Schädigung des Hippocampus
 - ▶ Alzheimer: Absterben von Neuronen und Fehlen des Botenstoffs Acetylcholin
 - ▶ Entdeckung der „Broca“ oder „Wernicke“ Areale (Sprache)
- ▶ **Bildgebende Verfahren (ggf. in Koppelung mit EEG etc.)**
 - ▶ Problem: Subtraktionsverfahren und ganz allgemein computergenerierte Ergebnisse
 - ▶ Was sagen die Bilder, jenseits anatomischer Gegebenheiten, aus?
- ▶ **Laborexperimente mit Mäusen oder Ratten (schnelle Zucht)**
 - ▶ Bspw. Scheich – ausschließlich konditionierte „Lernverfahren“ und Lernergebnisse.
- ▶ **Wie zählt man Synapsen?**
 - ▶ Ein „manuelles“ Zählen ist völlig unmöglich, da die Gesamtzahl an Synapsen in einer Größenordnung von 10^{16} liegt.
 - ▶ Von menschlichen Kindern gibt es bezüglich bildgebender Verfahren der synaptischen Entwicklung, medizinisch bedingt, nur PET Scans von 29 epileptischen Kindern. "Von gesunden Kindern besitzen wir keine PET Scans" (Bruer , S. 103).

Eine „typische“ bildgebende Auswertung

PET-Datenbasis



PET ausgewertet :



Typische Ableitungen aus den Versuchen:

- ▶ Vermeidungslernen bei Mäusen als konditioniertes Verhalten. Übertragung durch Scheich (2003) auf pädagogische Konzepte. Behauptung: "Kinder [müssen] individuell zu Erfolgserlebnissen gebracht werden" (S. 2).
- ▶ Eine problemlose Übertragbarkeit der Versuchsanordnung vorausgesetzt ließe sich nur feststellen, dass beim erfolgreichen Vermeiden unangenehmer Lernsituationen bei den lernenden Menschen ebenfalls Dopamin freigesetzt würde.
- ▶ "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).

Zur Verallgemeinerbarkeit von Experimenten mit Ratten

- ▶ Alle Bedingungen, die hier simuliert wurden, stellen "unnatürliche Lebensbedingungen für eine Ratte" dar (Bruer, S. 186).
 - ▶ Die gemessene Größenzunahme gab es nur in einem spezifischen Bereich des Rattenhirns. Dieser ist vor allem im visuellen Bereich der Ratten verortet.
 - ▶ Die komplexen Umwelten hatten auch zu späteren Zeitpunkten, praktisch während des ganzen Lebens hindurch, eine ähnliche Wirkung auf Rattenhirne.
 - ▶ Vor allem jedoch: Bei Untersuchungen an Primaten wurden keine vergleichbaren Ergebnisse gefunden (a.a.O., S. 189).
- ▶ "Hier haben wir einen jener Fälle, bei denen die Forschung an verschiedenen Spezies mit verschiedenen Techniken zu verschiedenen Ergebnissen und Interpretationen dieser Ergebnisse führt" (a.a.O., S. 189).

Ausgewählte Literatur

- ▶ Becker, N. (2006): Die neurowissenschaftliche Herausforderung der Pädagogik. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt
- ▶ Becker, N. (2006a): Pädagogik und Hirnforschung - eine vorläufige Bilanzierung der Diskussion [HTML]. Verfügbar unter: <http://www.dji.de/cgi-bin/projekte/output.php?projekt=621&Jump1=LINKS&Jump2=31> [21.06.2010]
- ▶ Becker, N. (2009): Hirngespinnste der Pädagogik. In: Psychologie heute Nr. 11/2009, S. 72 - 77
- ▶ Bruer, J. T. (2003): Der Mythos der ersten drei Jahre. Warum wir lebenslang lernen. Weinheim: Beltz
- ▶ 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]
- ▶ Zunke, C. (2008): Kritik der Hirnforschung: Neurophysiologie und Willensfreiheit. Berlin: Akademie Verlag
- ▶ 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]
- ▶ Wikipedia: Verschiedene Artikel und Grafiken zitiert.