

Biopsychologische Grundlagen des Lernen

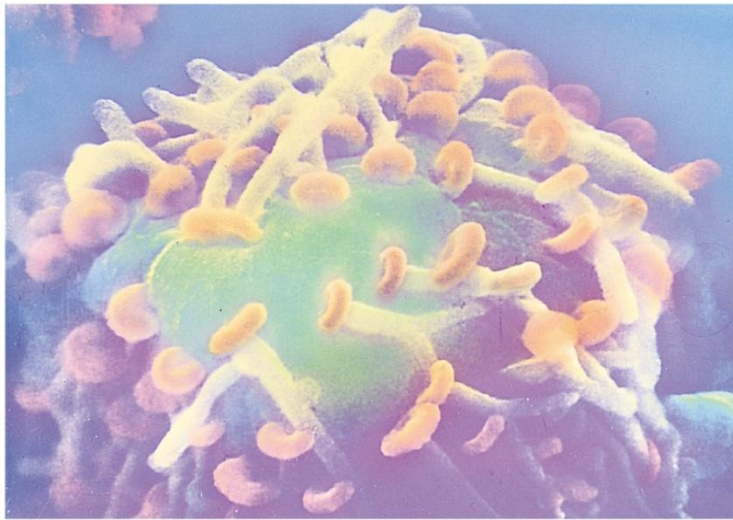


Abbildung: Farbverstärkte Aufnahme vom Zellkörper eines Neurons (grün), der mit Endknöpfchen (orange) besetzt ist (Foto von Jerold J.M. Chun, M.D., Ph.D. in Pinel & Pauli, 2007, S. 81).

Dr. Anja Lepach

Zentrum für Klinische Psychologie und
Rehabilitation der Universität Bremen

Nervensystem kein statisches Netzwerk...[sondern] ein plastisches (veränderbares) lebendes Organ, das basierend auf seinem genetischen Programm und seiner Interaktion mit der Umwelt kontinuierlich wächst und sich verändert.“ Pinel & Pauli, 2007, S. 278

„Die neuronale Plastizität ist die Fähigkeit des Gehirns, seine eigene Struktur und Organisation den veränderten biologischen Grundlagen (z.B. Läsionen) und Anforderungen (z.B. Lernen) anzupassen.“
(Henningsen, 1999, S.29)

Lernvorgänge auf der Ebene von Nervenzellen:

- **externer Reiz ändert Funktion der Zelle anhaltend!**

Lernen verändert neuronale Strukturen

Legen Sie mal die Hand auf ihren Tisch oder Schenkel und tippen Sie mit den Fingern (Daumen = 1, Zeigefinger = 2 etc) die Reihenfolge

33455432112332233454543211123211

Güntürkün, 2010



Plastizität des Gehirns

Das Gehirn produziert lebenslang täglich neue Nervenzellen, die in verschiedene Bereiche des Gehirns wandern.

Die Zellteilung und die Überlebensrate werden u. a. durch Lernen, Bewegung und eine angereicherte Umgebung gesteigert.

Körperliches Training verbessert

- die Gehirnvaskularisierung,
- die Spineproduktion, die
- Synapsenbildung und Neurogenese.

Sie erhöht die Widerstandsfähigkeit von Neuronen und verbessert kognitive Funktionen (Hollmann 2003)

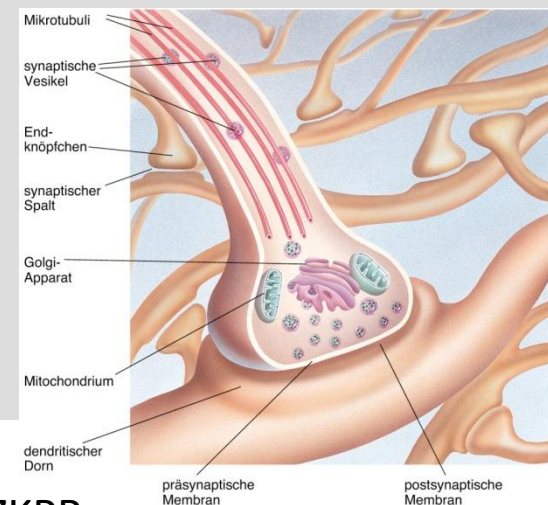


Abbildung: Anatomie der typischen Synapse (Pinel & Pauli, S. 113)

Adulte Neurogenese.

Oben: neue Zellen im Hippocampus -

Zellkörper Neurone = blau,
(reife Gliazellen = grün)
neue Zellen = rot.

Unten (vergrößert):

neue Zellen: blau + rot ,
somit **neue Neurone!!!**

(Fotos von Carl Ernst und Brian Christie in Pinel & Pauli,
2007, S.294).

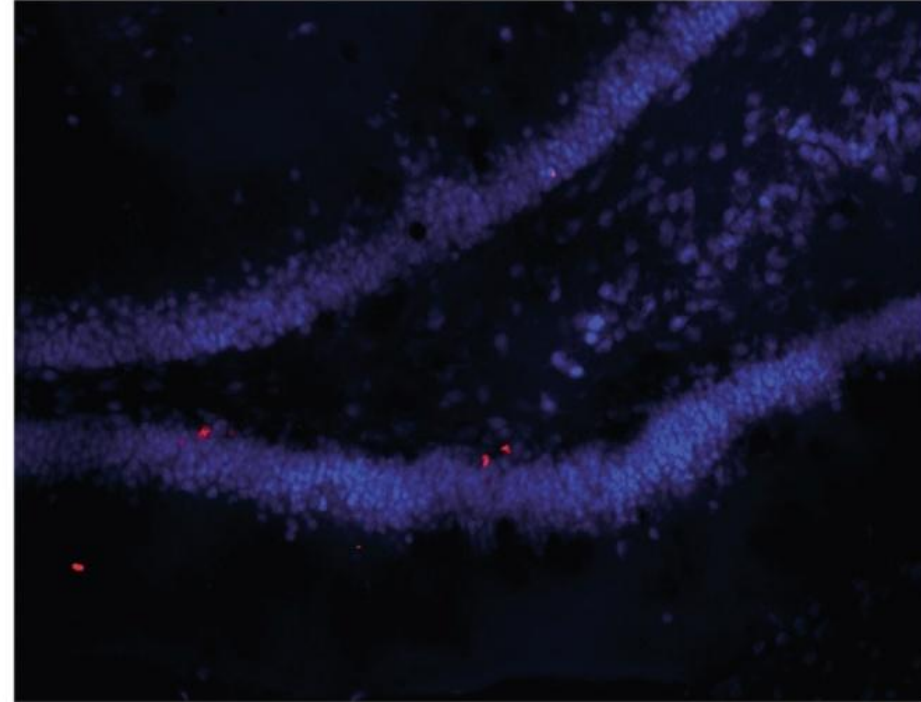
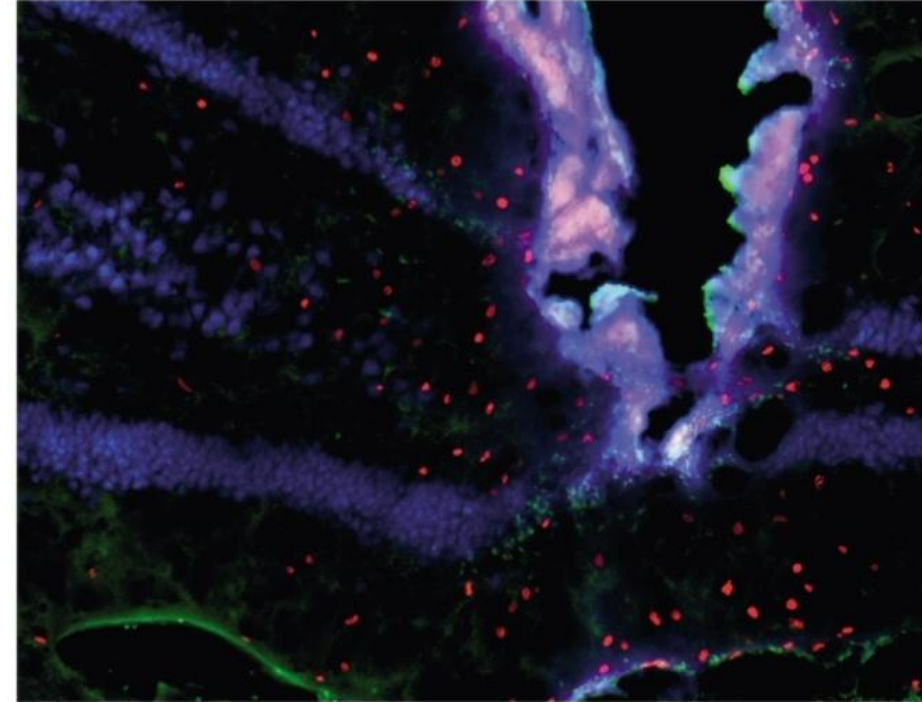
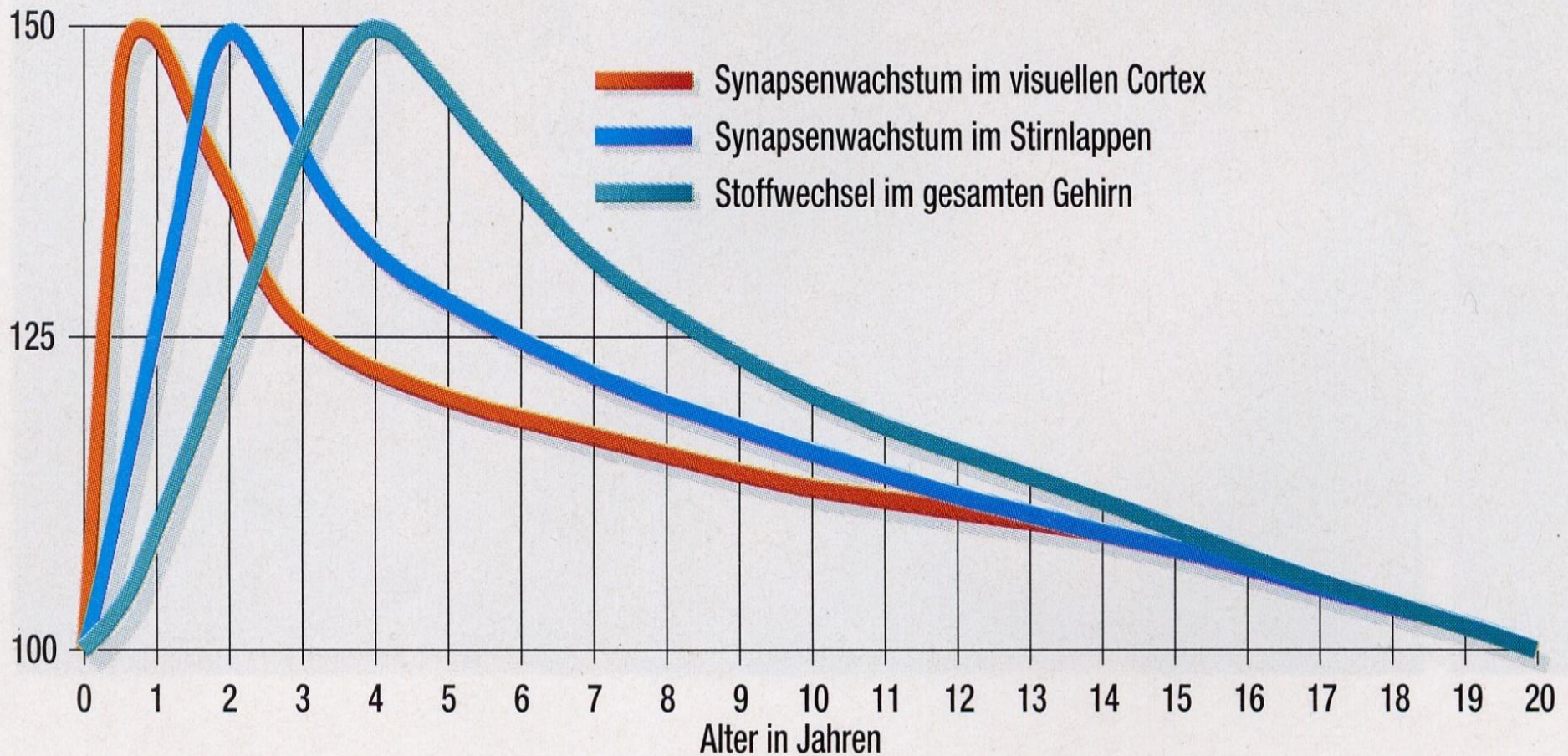


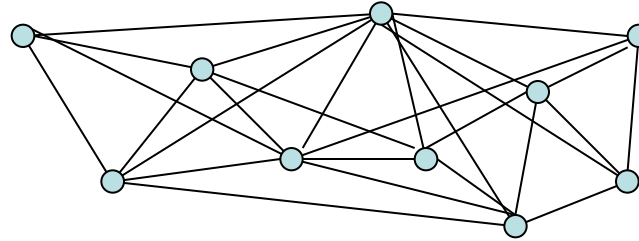
Abbildung 10.21: Gesteigerte Neurogenese im Gyrus dentatus nach einer Schädigung. Die linke Abbildung zeigt (1) eine elektrolytische Läsion des Gyrus dentatus (geschädigte Neurone sind türkis gefärbt) und (2) die resultierende Zunahme in der Bildung neuer Zellen (rot gefärbt), von denen sich viele zu reifen Neuronen entwickeln (dunkelblau gefärbt). Die rechte Abbildung zeigt den vergleichbaren Kontrollbereich in der ungeschädigten Hemisphäre, der die übliche Anzahl neuer Zellen (rot gefärbt) aufweist (Fotos von Carl Ernst und Brian Christie, in Pinel & Pauli, 2007. S. 333).



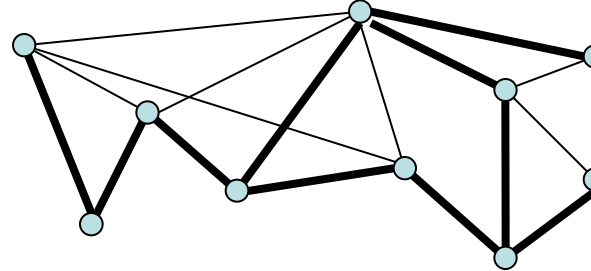
„blooming“ → Überproduktion synaptischer Verbindungen

„pruning“ → Stutzen der ineffektiven Verbindungen

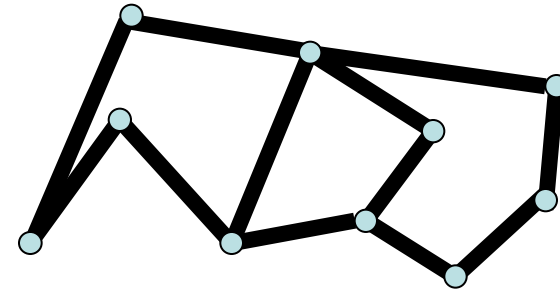
Frühe Lebensjahre



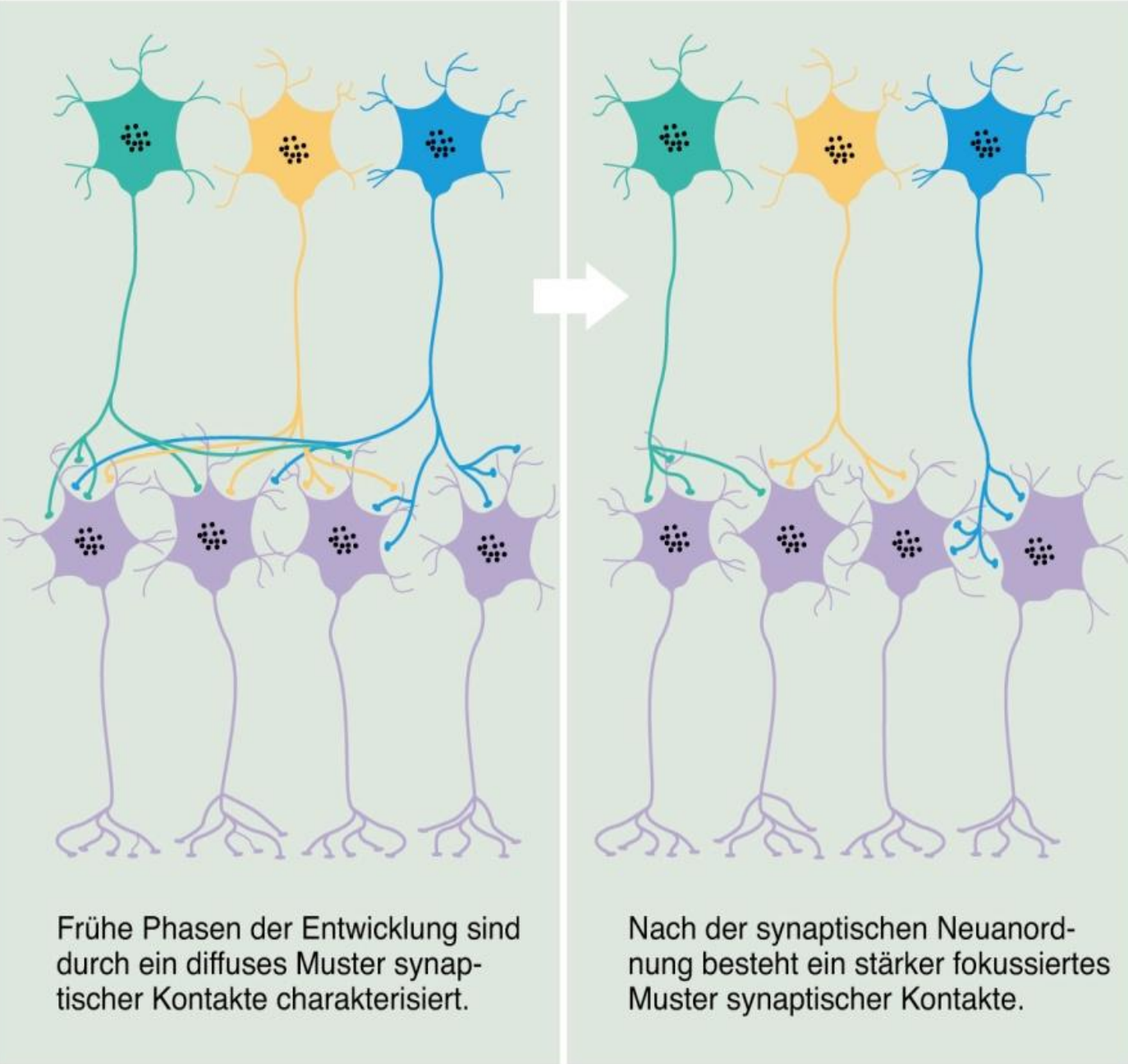
Kleinkind bis Pubertät



Erwachsene



Durch Lernen entsteht ein „Trampelpfad“ indem sich die synaptischen Verbindungen in Abhängigkeit der gelernten Informationen organisieren!



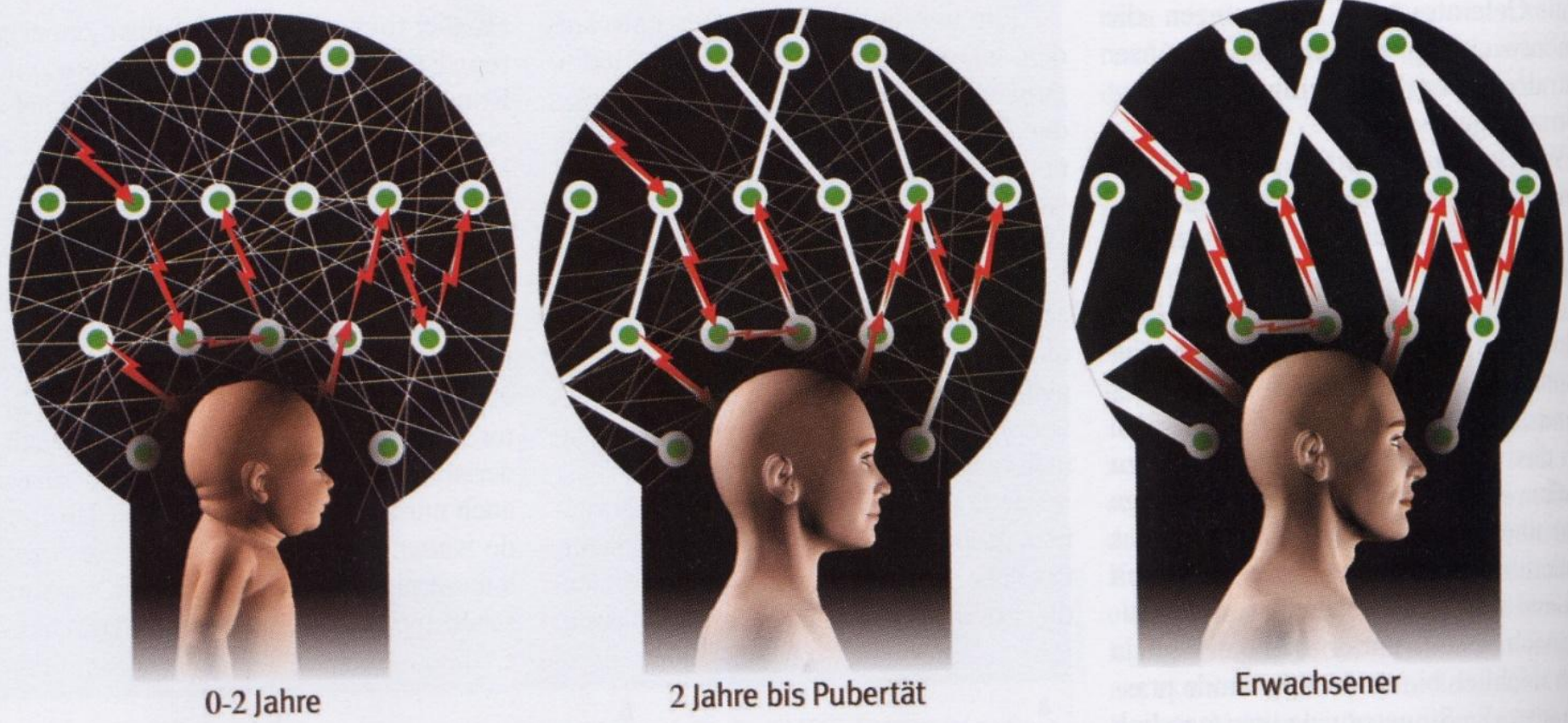
Frühe Phasen der Entwicklung sind durch ein diffuses Muster synaptischer Kontakte charakterisiert.

Nach der synaptischen Neuordnung besteht ein stärker fokussiertes Muster synaptischer Kontakte.

Abbildung : Die Auswirkung von Neuronentod und Synapsenneuordnung auf die Selektivität der synaptischen Übertragung.

Die synaptischen Kontakte jedes Axons werden auf eine kleinere Anzahl von Zellen konzentriert.

(Pinel & Pauli, 2007, S. 288)



- **gleichzeitige Aktivität** mit einander verbundener Nervenzellen
- **aktivitätsabhängige Verstärkung** der verbleibenden Verbindungen
- **jedes Areal** hat seine eigenen sensiblen bzw. kritischen Phasen
- **Ausbleiben von Reizerfahrungen** kann Strukturbildung verhindern

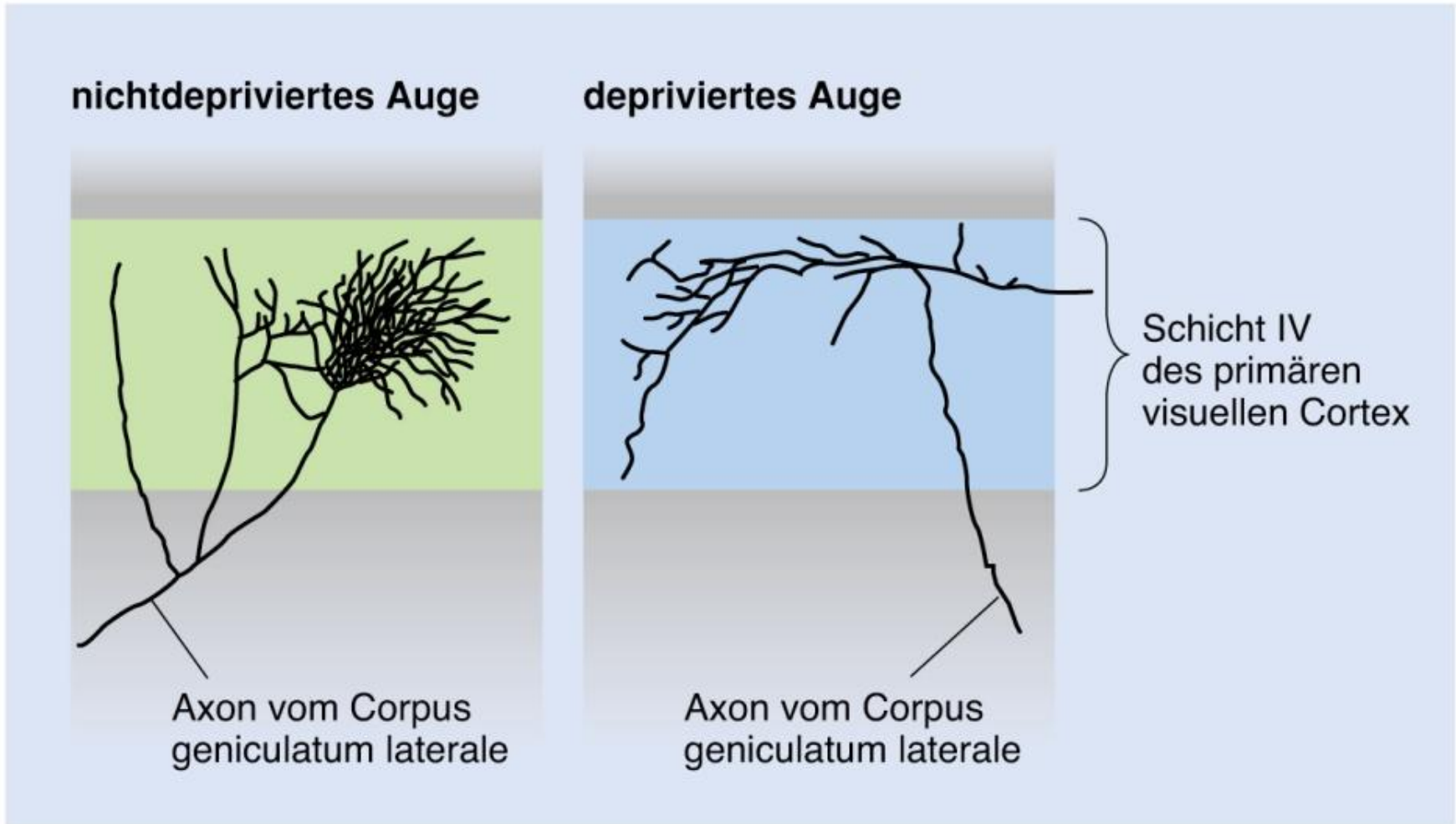


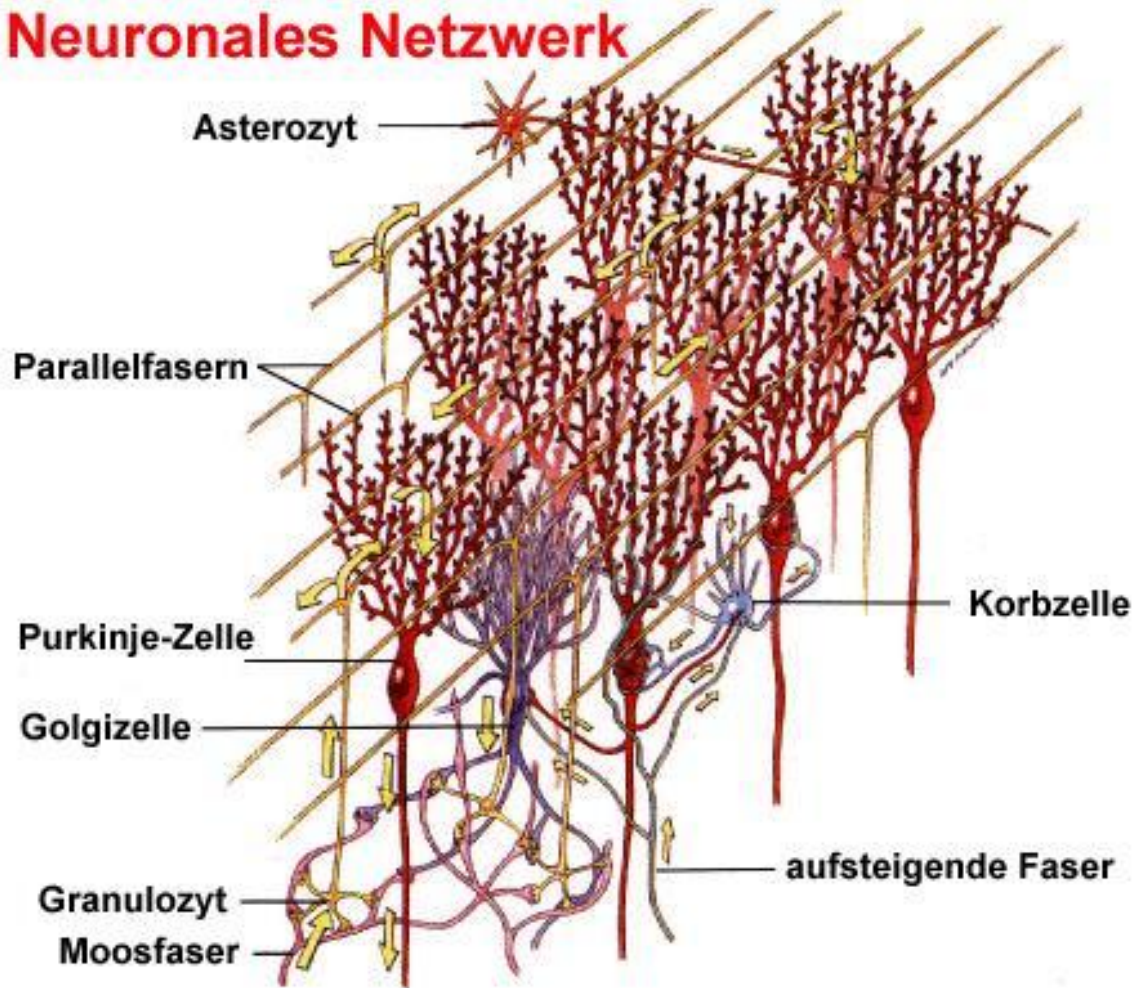
Abbildung : Die Auswirkung einiger weniger Tage früher monokularer Deprivation auf die Struktur der Axone, die vom Corpus geniculatum laterale in die Schicht IV des primären visuellen Cortex projizieren. Axone, die Information vom deprivierten Auge übertragen, zeigten eine wesentlich geringere Verzweigung (adaptiert von Antonini und Stryker, 1993 in Pinel & Pauli, 2007, S. 292).



Plastizität des Gehirns

ca. 100 Milliarden Neuronen mit bis zu 10.000 Synapsen pro Neuron (10^{15} Verbindungen). Werden bis ins Alter dauernd neu gebildet bzw. abgebaut. Beim Lernen von Denk- und Verhaltensweisen benutzen wir neue Nervenbahnen im Gehirn, was mit der Zeit zu einer Festigung dieser Bahnen durch vermehrte Synapsenbildung („Verdrahtung“) führt.

Neuronales Netzwerk



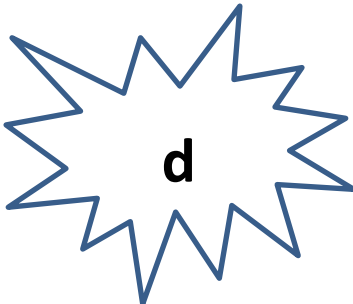
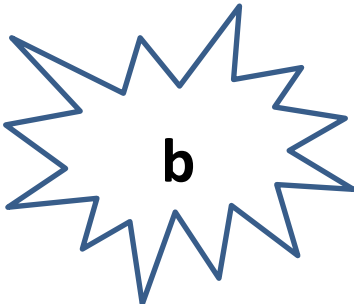
Plastizität des Gehirns

Die Neurone im Gehirn bilden ein Netzwerk.

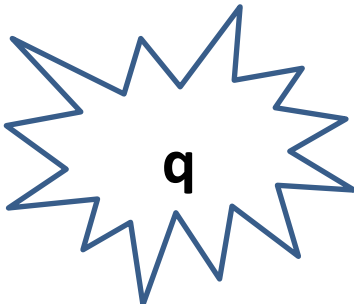
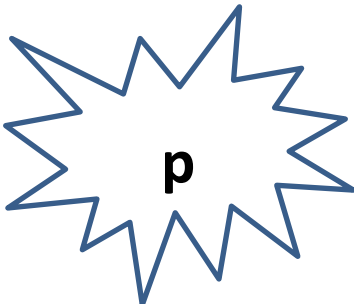
Verknüpfungen entstehen durch Lernen.

Je mehr gebraucht, desto stabiler.

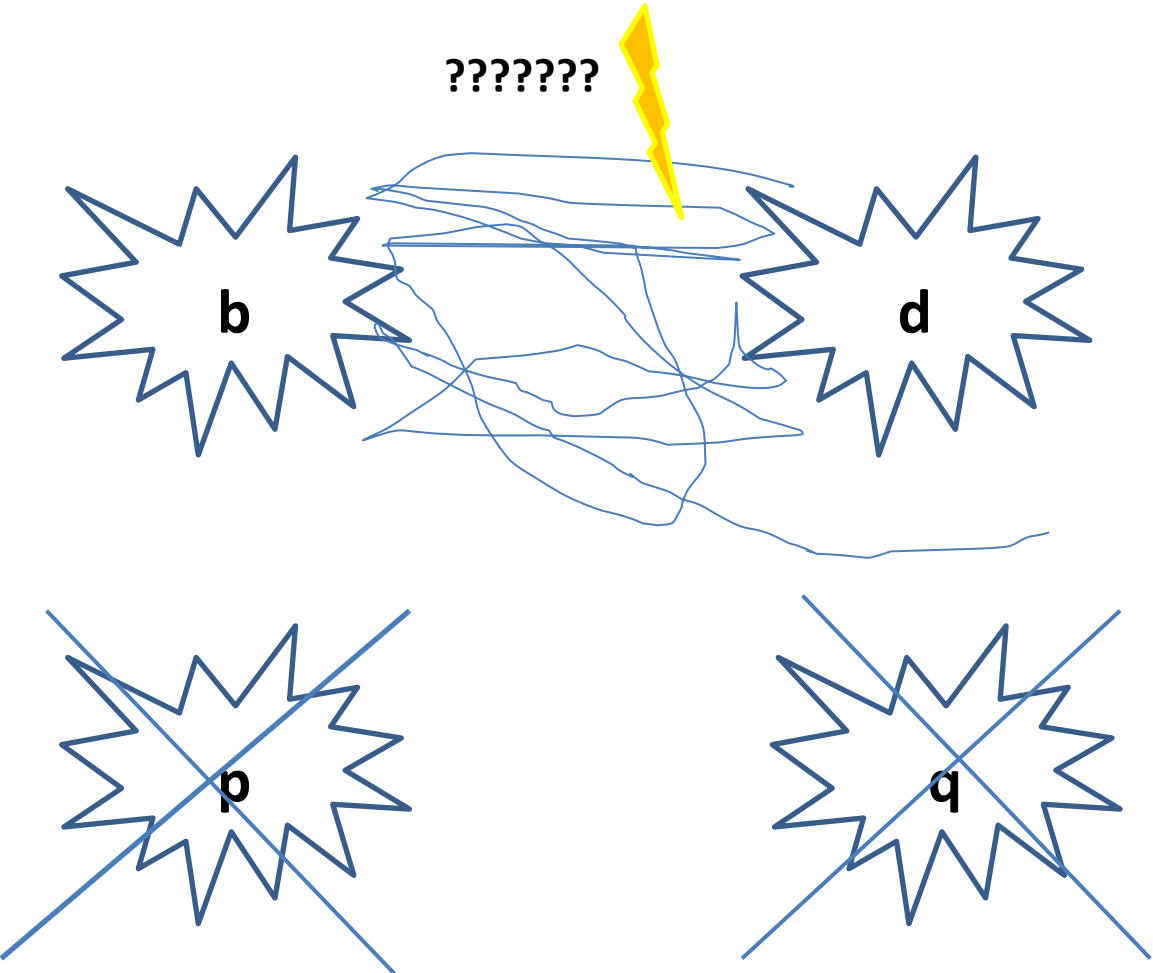
Starke schematische Vereinfachung von Informationsrepräsentanzen im Netzwerk



Aufgabe: b?

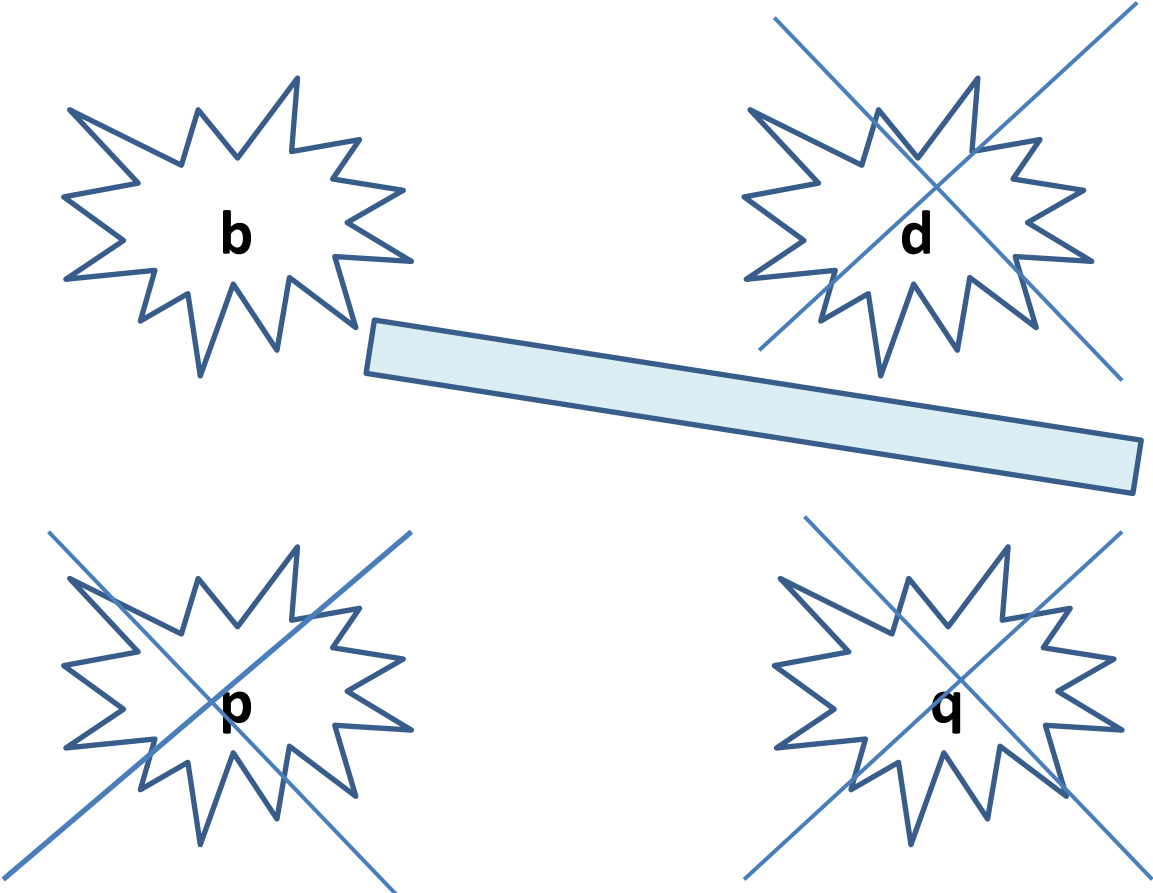


Starke schematische Vereinfachung von Informationsrepräsentanzen im Netzwerk



Aufgabe: b?

„Trampelpfade“ durch Lernen



Aufgabe: b?

Gemäß einer Studie einer englischen Universität ist es nicht wichtig, in welcher Reihenfolge die Buchstaben in einem Wort stehen, das Einzige, was wichtig ist, ist, dass der erste und der letzte Buchstabe an der richtigen Position sind.

Der Rest kann ein totales Bsinödn sein, trotzdem kann man ihn ohne Probleme lesen. Das ist so, weil wir nicht jedes Buchstabe einzeln lesen, sondern das Wort als Gesamtes.

Wirklich ein totaler Blödsinn?

Ist das alles nur ein Spielchen, wenn die Buchstaben im Wortinneren durch ganz andere ersetzt werden? Sie sehen, dann können Sie den Text nicht mehr lesen.

Ist dieses Lesen auch möglich, wenn die Buchstaben im Wortinneren durch ganz andere ersetzt werden? Sie sehen, dann können Sie den Text nicht mehr lesen.

EIGELBRAVIOLI

Steuererklärung



I
LOVE
PARIS IN THE
THE SPRINGTIME

Entwicklung von Lern-/Gedächtnisleistungen =

Wechselbeziehung von:

- biologischen,
- neurofunktionellen und
- sozialen, erfahrungs- und
- förderungsbezogenen Faktoren (Bjorklund, 2004).

Angereicherte frühe Umwelt kann benachteiligte Gene teilweise (merkmalsabhängig) ausgleichen

Angereicherte Umwelt:
dickere Großhirnrinde

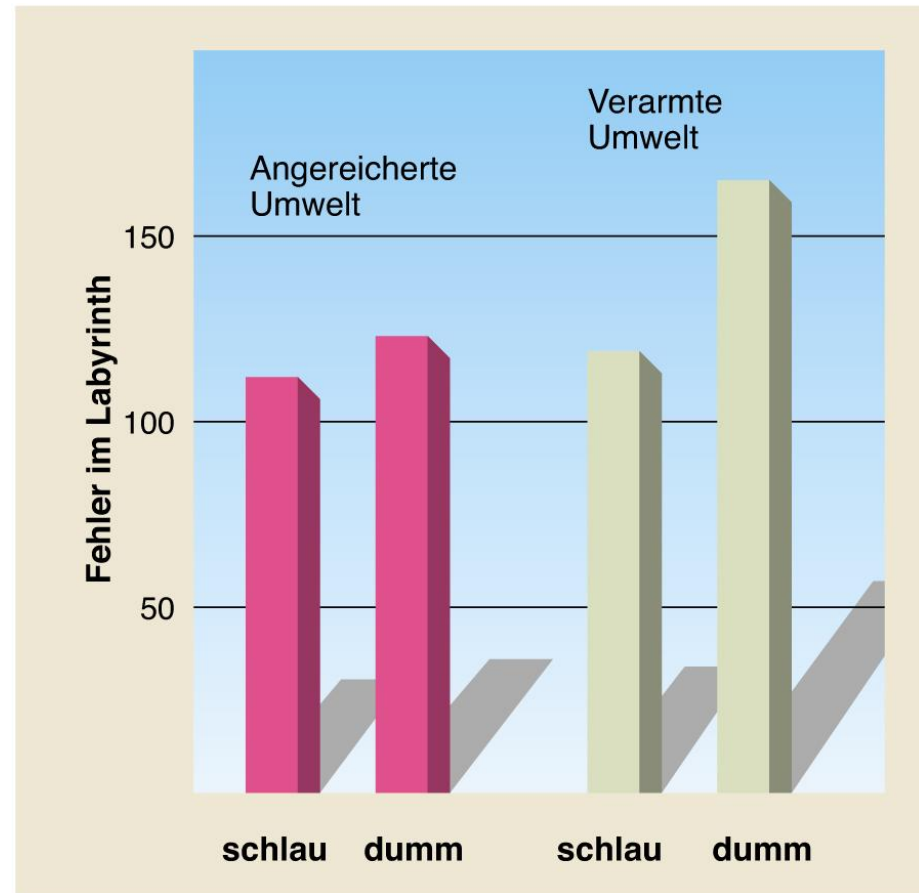
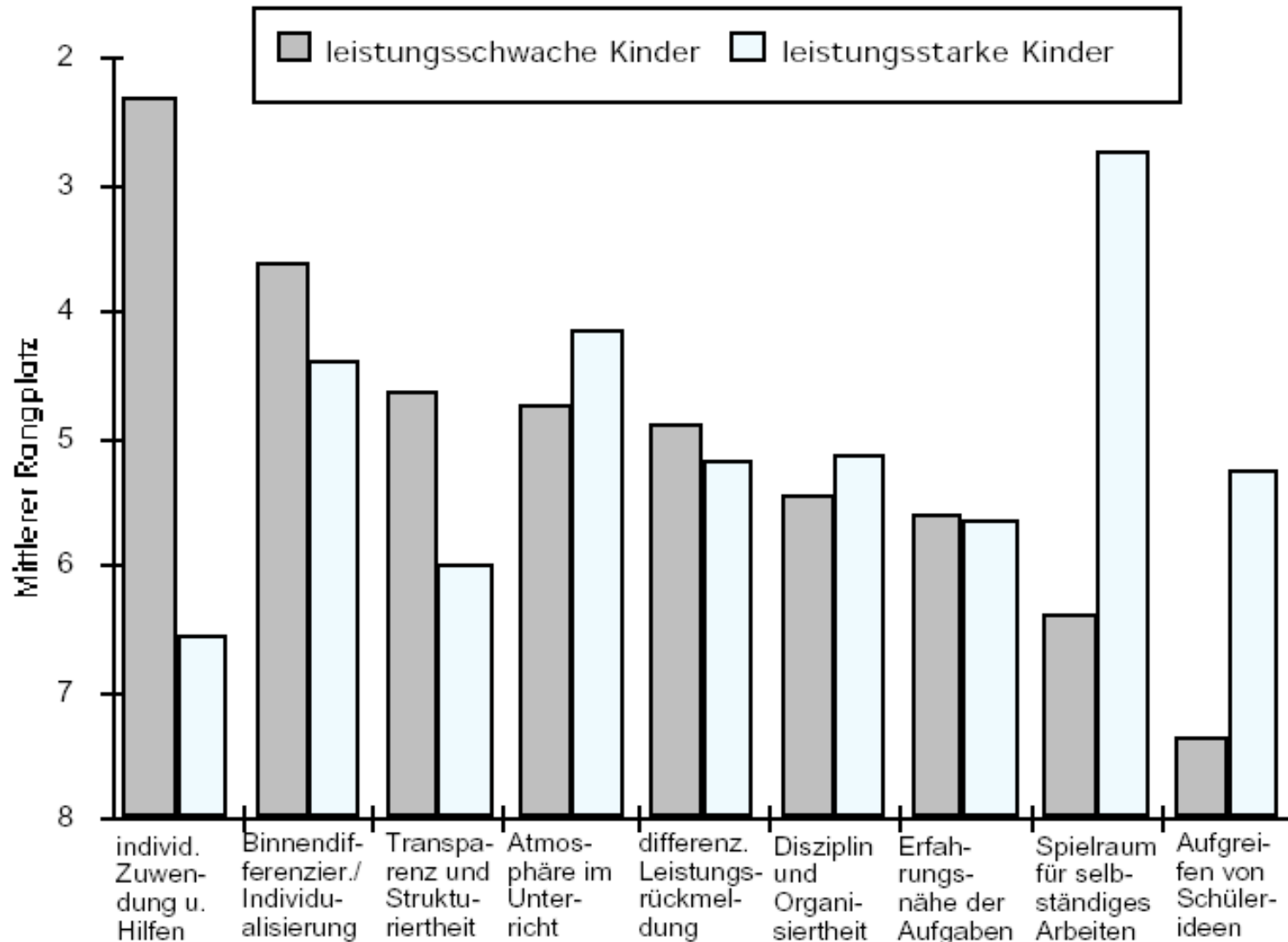


Abbildung 2.22: Labyrinthdumme Ratten machten nicht signifikant mehr Fehler als labyrintheschlaue Ratten, wenn beide Gruppen in einer angereicherten Umgebung aufgezogen wurden (adaptiert nach Cooper & Zubek, 1958, in Pinel & Pauli, 2007, S. 59). Angereicherte Umwelt: dickere Großhirnrinde

Merkmale lernförderlichen Unterrichts (May, 1999, zit. nach Güntürkün, 2010)

Abb. 3: Stellenwert von Merkmalen der Unterrichtsgestaltung für leistungsschwache bzw. leistungsstarke Kinder nach Einschätzung der Klassenlehrer (Klasse 2)



Leistung =

Wollen X Können X Möglichkeiten

(Jäncke, 2009)

Entwicklungsneuropsychologie der Lern- und Merkfähigkeit bei Kindern

Enge Verknüpfung des Gedächtnisses mit anderen kognitiven Funktionen:

- z.B. Sprache,
- strategisches Denken,
- raumanalytische Leistungen und Aufmerksamkeitsprozesse

erlaubt keine unabhängige Betrachtung der Gedächtnisentwicklung!

- Veränderungen bzw. Reifungen der Gedächtnisleistungen bei Kindern lassen sich mit neuroanatomischen Veränderungen in Verbindung bringen.
- Dabei besteht ein großer Zusammenhang zu weiteren kognitiven Funktionen wie Sprache, strategischem Denken, raumanalytischen Leistungen und der Aufmerksamkeitsleistung.
- Die Entwicklung der Lern- und Merkfähigkeit verläuft phasenweise, indem für reifere kognitive Funktionen neuroanatomische Voraussetzungen „geschaffen werden“.

- Die Altersspanne zwischen dem 6. und dem 10. Lebensjahr stellt eine besonders produktive Phase der Gedächtnisentwicklung dar.
 - Neuroanatomische Veränderungen
 - Soziale und emotionale Aspekte der Sprachentwicklung (Bedeutung, größere Verarbeitungstiefe)
 - Entwicklung von ersten Speicher- und Erinnerungshilfen (ab etwa dem 6. Lebensjahr)

- weitere Entwicklung über Jugend- und bis ins Erwachsenenalter
- Erwachsene bevorzugen verbale Strategien sowohl beim Einprägen visueller als auch verbaler Informationen.
- Kinder lernen eher visuell.

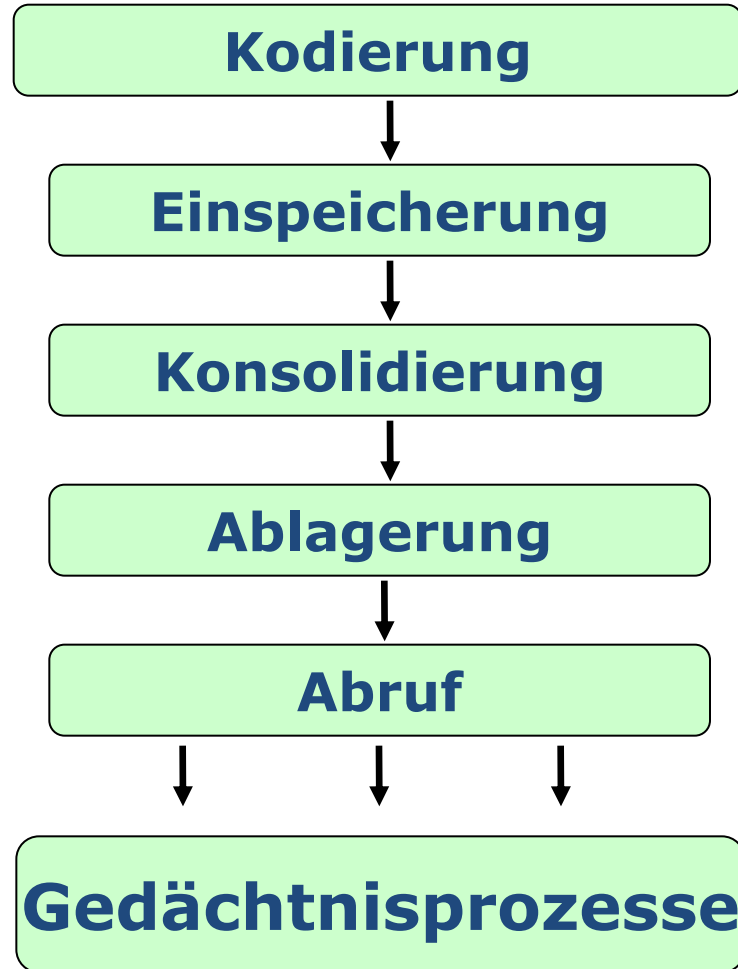
Siegler (2004) beschreibt Motoren der Gedächtnisentwicklung:

- Gedächtniskapazität,
- Gedächtnisstrategien,
- Metagedächtnis und
- Vorwissen.

Zusammengefasst wird beschrieben, dass im Kindergartenalter einzelne Kapazitätsaspekte bereits voll ausgebildet sind, während sich die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit im Verlauf noch weiter erhöht.

- Strategische und metakognitive Faktoren gewinnen im Grundschulalter an Bedeutung.
- Weitere Verbesserungen sind auch nach dem zehnten Lebensjahr zu beobachten.
- Bereichsspezifisches Wissen verbessert sich kontinuierlich und unterstützt sowohl die Gedächtnisleistung an sich als auch die anderen Motoren der Gedächtnisentwicklung.

Was passiert mit der Information im Gedächtnis?



Wesentlich für Lernen:

Aufmerksamkeit :

- gerichtete und selektive Informationsaufnahme,
 - Kodierung und Speicherung,
 - Abrufprobleme (durch fehlerhafte Einspeicherung und Inhibitionsstörung)
-
- **Motivation:** Anreize und Feedback
-
- **Kontexte:** Für Neues ist individueller Kontext - Sinn, Nutzen, Interesse, Herausforderung oder Angst relevant (Stichwort dopamin-gesteuertes Lernen)

Wesentlich für Lernen:

- **Schlaf:** Die Übertragung der Informationen ins Langzeitgedächtnis erfolgt während bestimmter Schlafphasen (Tiefschlaf für deklaratives/REM-Schlafphase für prozedurales)
- **Stress schlecht**
(u.a. erhöhter Cortisolspiegel im Schlaf)



Fazit 1: Lernen verändert neuronale Strukturen: Die Veränderungen von Synapsen bildet das durch Lernen erworbene Gedächtnis ab.

FAZIT 2: Wissen ist in neuronalen Netzen gespeichert: Verfestigung durch Aktivierung

FAZIT 3: Lernen braucht Anreize, Rückmeldung und Handeln (Güntürkün, 2010)

Literatur und Abbildungen

- Bjorklund, D. F. (2004). Special issue: Memory development in the New Millennium. *Developmental Review*, 24, 343-346.
- Güntürkün, O. (2010). *Individuelle Förderung*. Powerpointvortrag.
- Henningsen, H., Ende-Henningsen, B. (1999). Neurobiologische Grundlagen der Plastizität des Nervensystems. In P. Frommelt, H. Grötzbach (Hrsg.) *Neurorehabilitation* (S. 29 ff). Berlin: Blackwell.
- Hollmann, W., Strüder, H. & Tagaragis, C. (2003). Gehirn und körperliche Aktivität. *Sportwissenschaft*, 35, 3 – 14.
- Jäncke, L. (2009). *Macht Musik schlau?* Bern: Huber.
- Lepach, A.C. & Petermann, F. (2010). *Training für Kinder mit Gedächtnisstörungen: Das neuropsychologische Einzeltraining „REMINDER“* (2. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Pinel, J. P. J. & Pauli, P. (2007). *Biopsychologie* (6. Aufl.). München: Pearson Studium.
- Siegler, R. S. & Alibali, M.W. (2004). *Children's thinking* (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.