



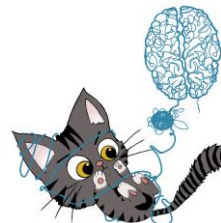
Wie bauen wir das Wissen über unsere Welt auf?

Neurowissenschaftliche Erkenntnisse

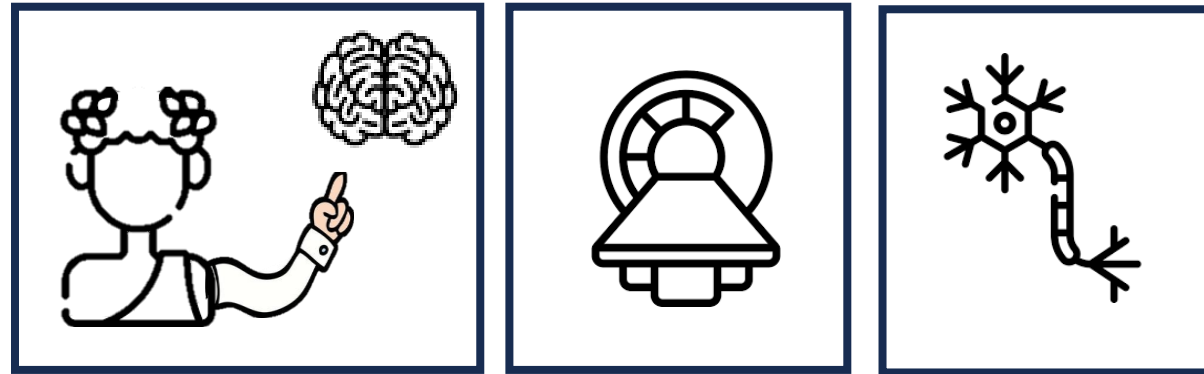
Nora Maria Raschle, JCPYD, UZH



©NMR

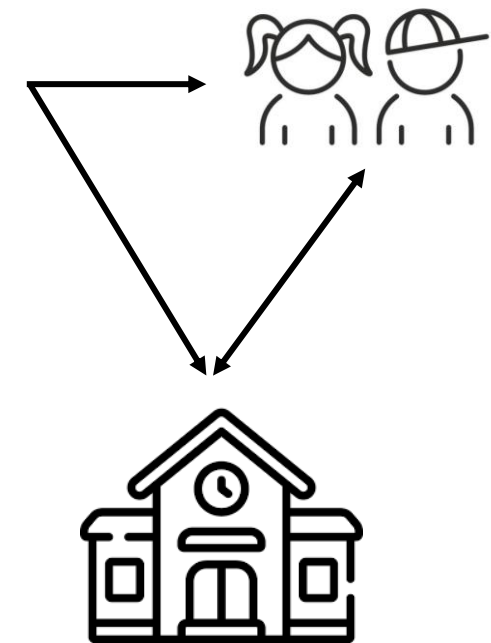


NMR KIDS
LAB



Schon in der Antike wurde Lernen im Gehirn angesiedelt

- Fallstudien
- Moderne Neurowissenschaften
- Neuronale Ebene
- Gehirnentwicklung
- Pädagogischen Neurowissenschaften





Inhalt

1. Fallstudien: Unser
Drang zu Lernen

2. Gehirnentwicklung
und Reifung

3. Plastizität und
Lernen

4. Die Rolle des
Gedächtnisses

5. Ausserdem... und
Implikationen

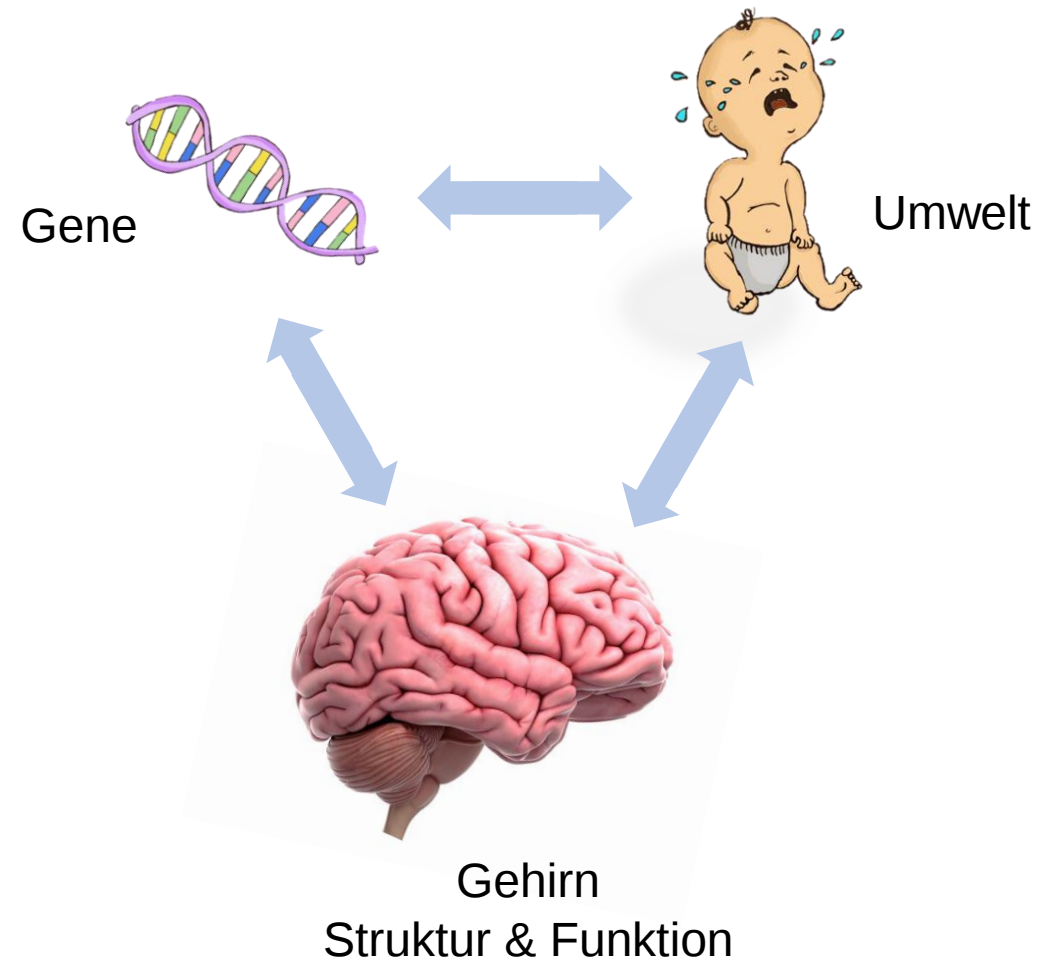
1. Fallstudien: unser Drang zu Lernen



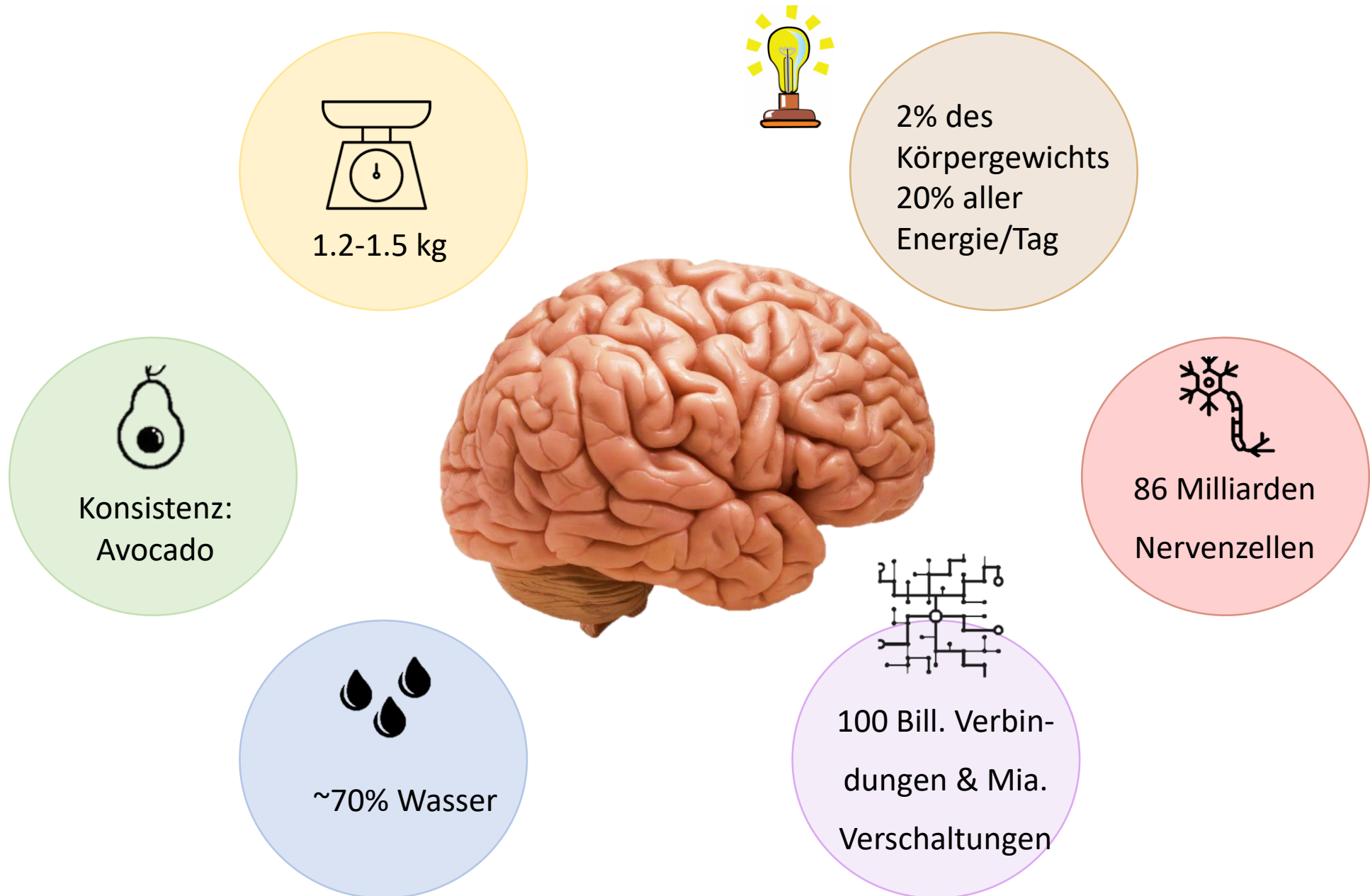
“Bruder Affe”

- Macht uns die Natur oder die Umwelt zu dem was wir sind?

Kellogg & Kellogg, 1933. The Ape and the Child.



Das Gehirn ist ein plastisches Produkt,
verschiedenster, sich gegenseitig
beeinflussender Prozesse.



Fallstudien

➤ Felipe:

Schussverletzung mit 4J.; beinahe komplett gelähmt und blind;
spricht 3 Sprachen und schreibt Geschichten

➤ Helen Keller & Marie Heurtin:

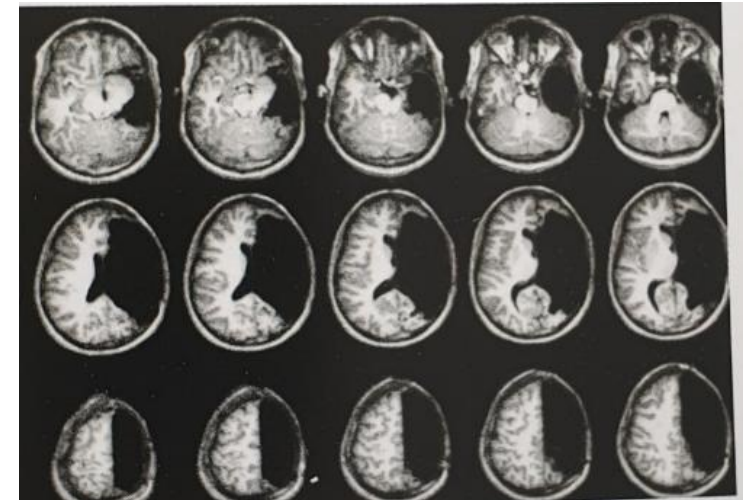
Beide taub-blind; lange Isolation; lernten Gebärdensprache und
Schreiben

➤ Emmanuel Giroux:

Marfan Syndrom; erblindete mit 7; brillianter Mathematiker

➤ Nico

Eine Hemisphäre – brillianter Künstler; wie auch **& A.H. & Studien**
mit Patienten mit massivem Hirnvolumenverlust





<https://www.bucharestearlyinterventionproject.org/>

➤ Bucharest Early Intervention Project

Studie, welche die Auswirkungen von Pflegeunterbringungen in Rumänien studierte: unterstreicht die Wichtigkeit früher Beziehungen, Fürsorge und Bindung => deutliche Effekte bzgl. IQ, verhaltensbezogene und kognitive Entwicklung.



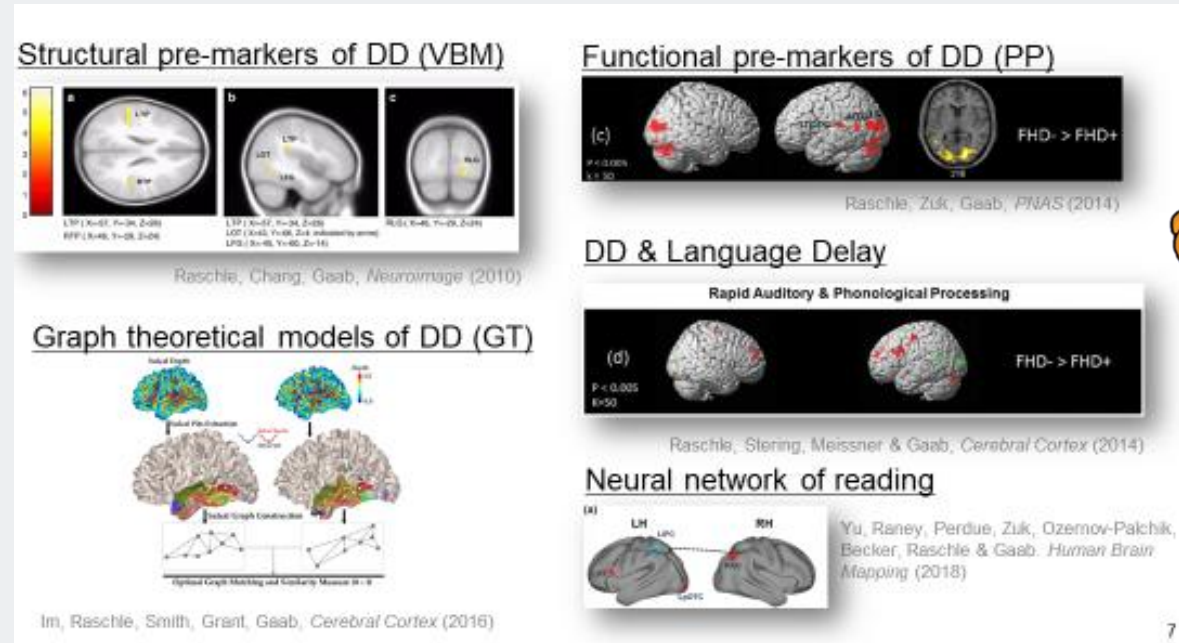
➤ Formula Vorfall (Israel): Ernährung & Gehirnentwicklung

Auswirkungen eines B1-Defizit in der frühen Kindheit, neurologische Symptome, etc.

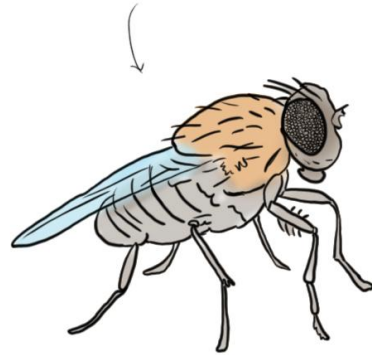
Vitamin B1 wird nur ca. 3 Wochen lang im Körper gelagert und muss deswegen stetig zugeführt werden.

Entwicklungsbezogene Auffälligkeiten im Kindes- und Jugendalter

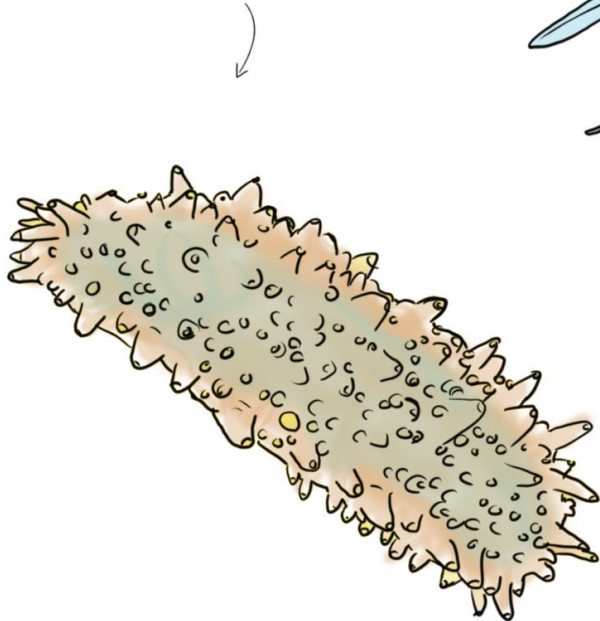
Dyslexie, Alexie, Dyskalkulie, ADHS/D,....



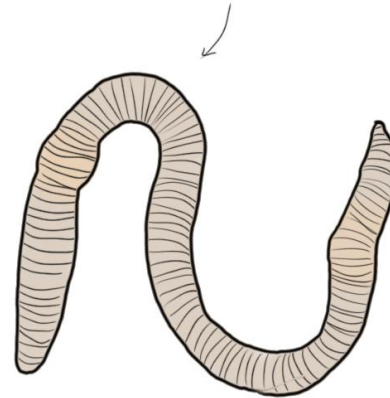
FRUITFLY



SEACUCUMBER

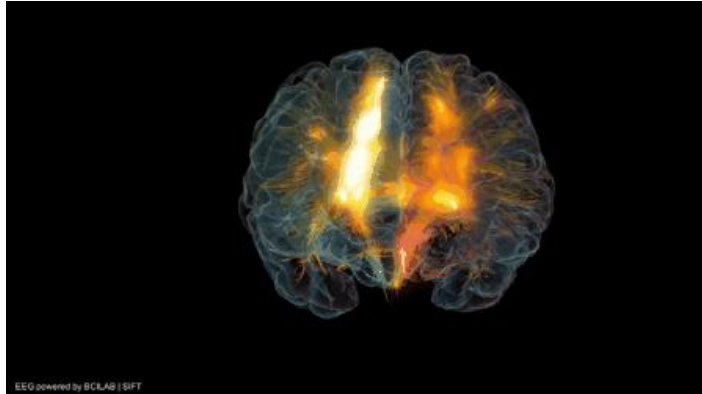


EARTHWORM

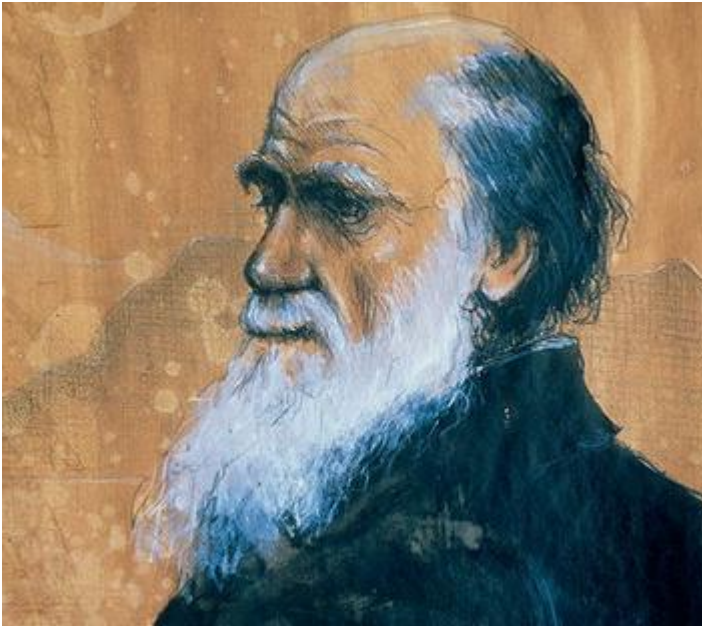


Eine Seegurke, eine
Fruchtfliege und ein
Regenwurm ...

**Was haben sie alle
gemeinsam?**

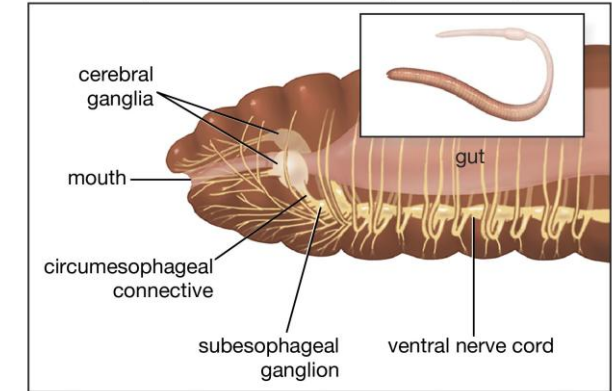


- Einfaches Nervensystem/kein traditioneller Kortex, aber sie lernen trotzdem!



- Die Fähigkeit, sich an eine bestimmte Umgebung anzupassen, ist von Vorteil oder sogar unerlässlich. Selbst zwei genetisch identische Lebewesen werden nie zweimal genau die gleichen Lebensbedingungen vorfinden. In gewisser Hinsicht schlägt Lernen die Evolution (schneller).

Nervous system of the annelid (earthworm)



© 2014 Encyclopædia Britannica, Inc.

Zusammenfassung

- Manchmal kann unser Gehirn gewaltige Hindernisse überwinden: Ausfälle, Beeinträchtigung, Missbrauch oder Isolation.
- In anderen Fällen ist kein ersichtlicher Einfluss vorhanden, dennoch gelingen grundlegendste Dinge einfach nicht.
- Einige Erlebnisse/Prozesse können nicht komplett überwunden werden.
- Den meisten Lebewesen gemein ist der Drang zu lernen.



2. Gehirnentwicklung und Reifung

Worin unterscheiden sich Gehirnentwicklung und Lernen?

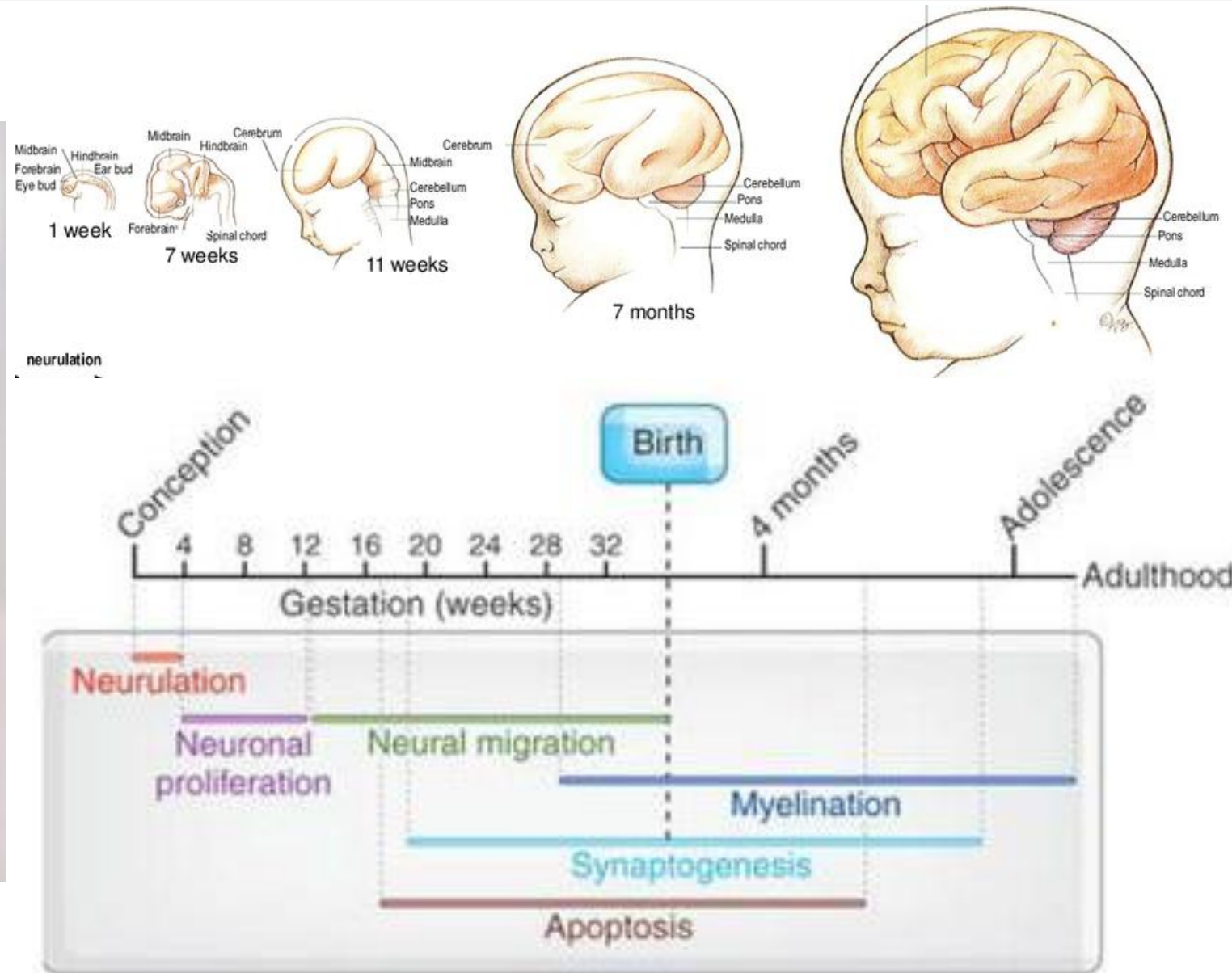
Entwicklung

Grundsätzliche Veränderungen in den Fähigkeiten anhand der vorprogrammierten Ausbildung der dazu benötigten Systeme. Ermöglicht verschiedenes Lernen.

Lernen (erfahrungsabhängig)

Eine Veränderung im mentalen Zustand des Organismus, die aus Erfahrung resultiert und das Potenzial des Organismus zukünftiges adaptives Verhalten relativ dauerhaft beeinflusst.



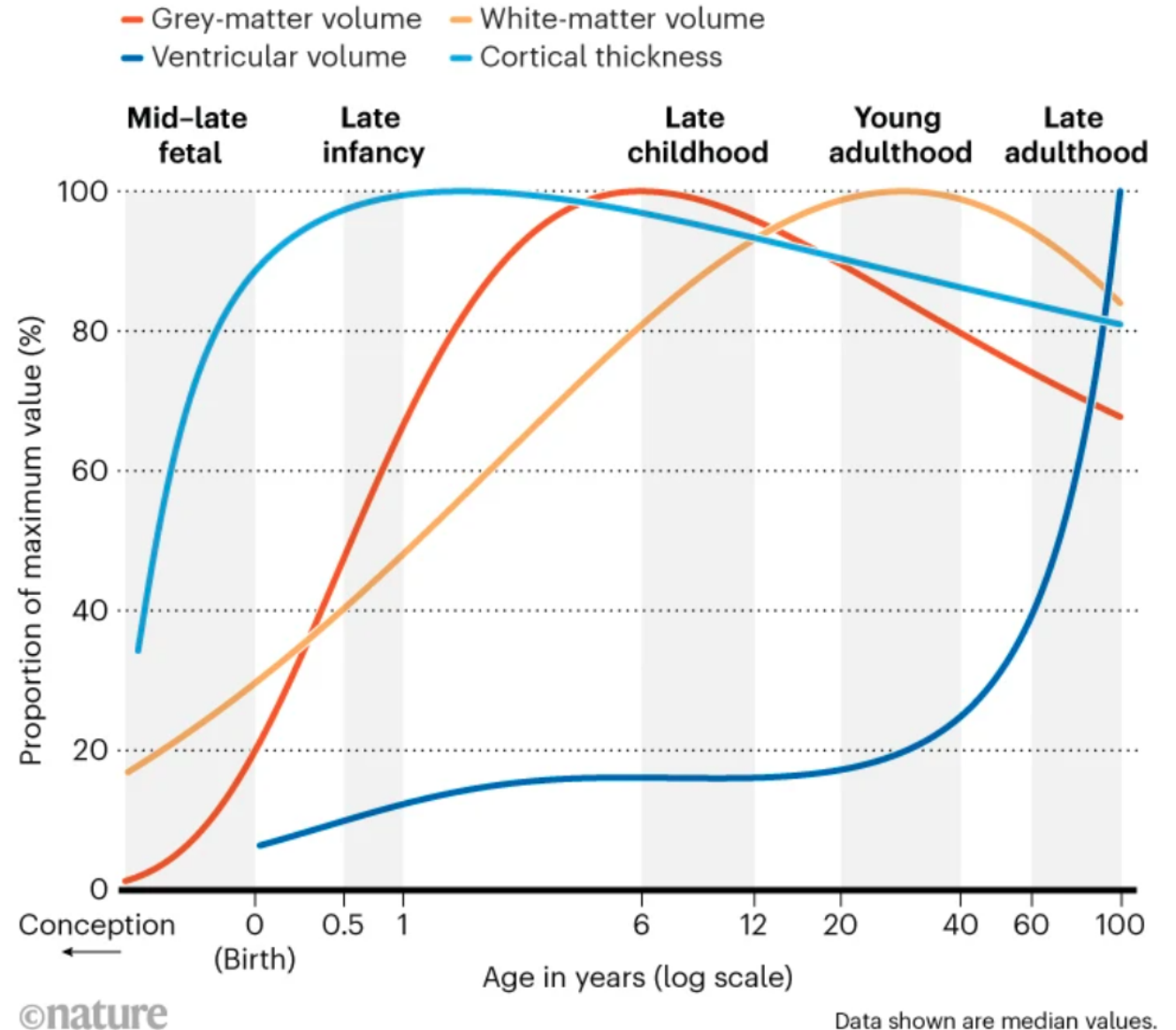


Tau & Peterson (2010). "Normal Development of Brain Circuits". Neuropsychopharmacology. 35 (1): 147–168.
Nutton et al., 2011

Gehirn: Wachstum

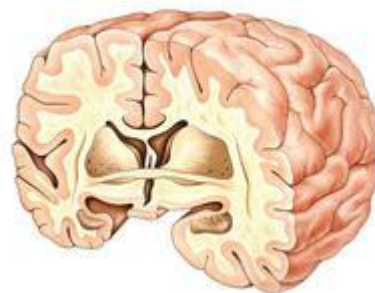
- Wachstumsrate von 1 % pro Tag nach der Geburt
- Wachstumsrate von 1 % pro Jahr im Alter von etwa 9 Jahren

(Hedman et al., 2012; Holland et al., 2014)





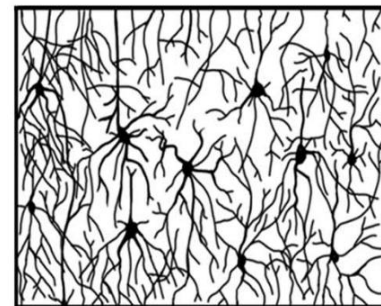
Gehirn im Querschnitt



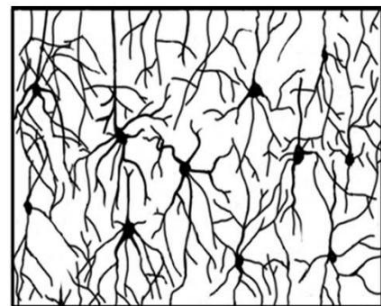
1



2



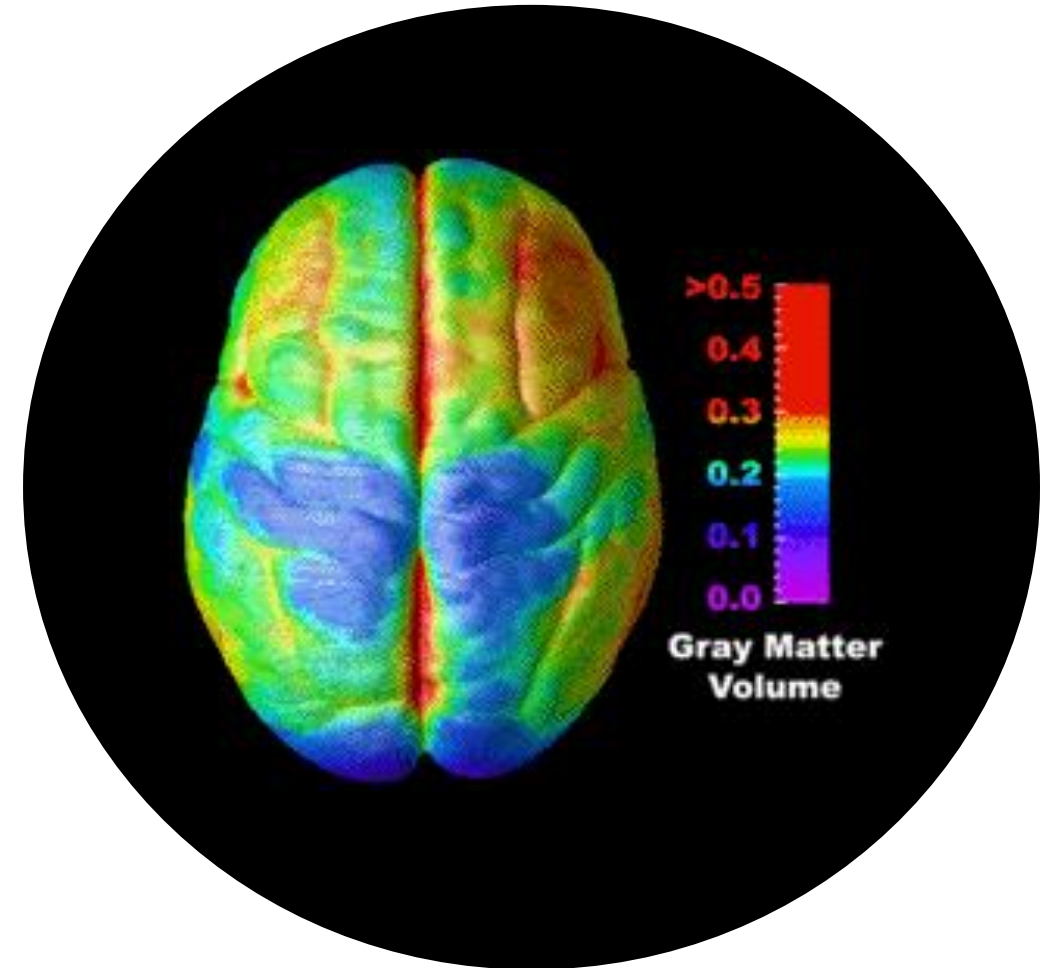
3



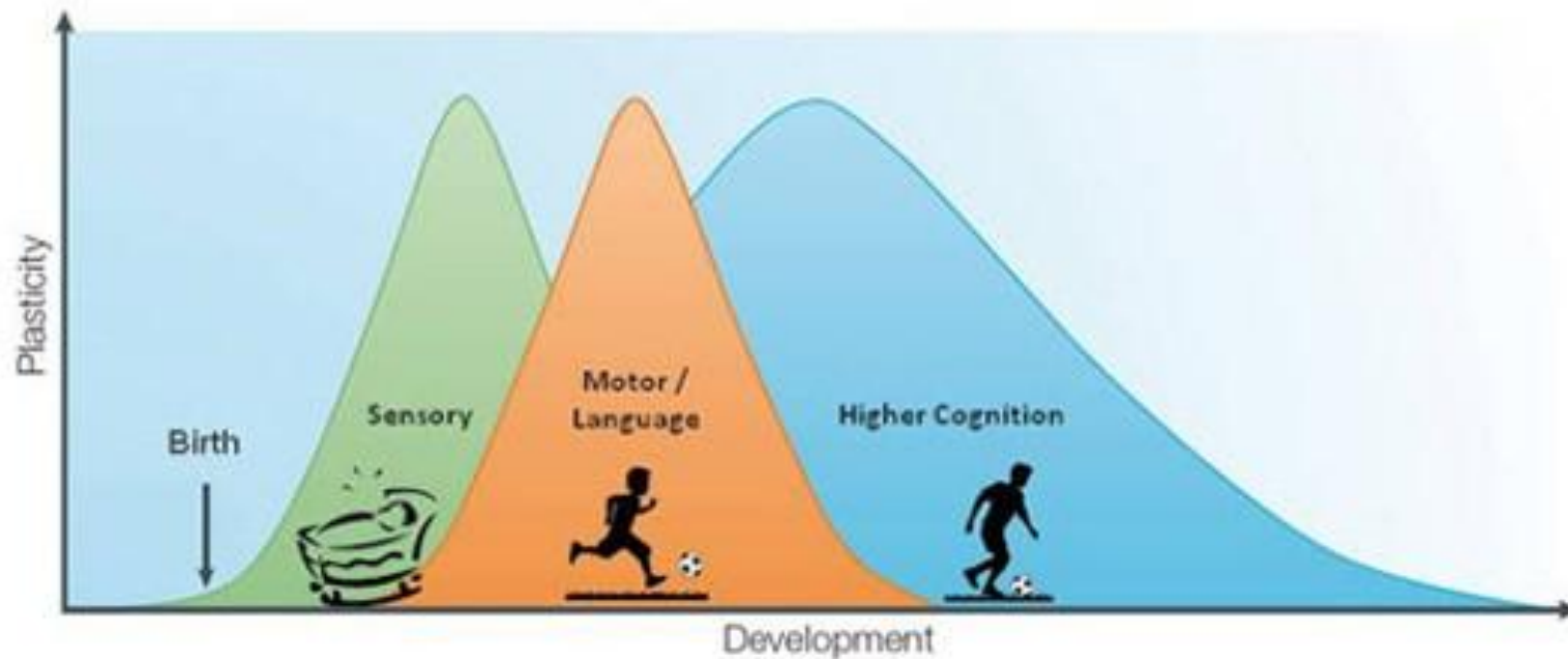
4

Gehirn: Reifung

- einfach - komplex
- Bis ca. 25 Jahre
- Entstehung, Eliminierung und Spezialisierung von Verknüpfungen
- Ermöglicht altersentsprechendes Verhalten & Lernen



Parallelen: Gehirn & Verhalten



Source: C.A. Nelson (2000).
Credit: Center on the Developing Child

1. Einfachere Verhaltensweisen und Netzwerke entwickeln sich zuerst, gefolgt von Komplexeren
2. Zeitpunkt: Genetisch
3. Frühe Erfahrungen beeinflussen die Entwicklung und führen zu starken oder weniger funktionstüchtigen Netzwerken



Entwicklung



- Aus evolutionsbiologischer Perspektive ist der Mensch eines der Lebewesen, das sich am längsten entwickelt
- Lange Entwicklung führt zu starker Einflussmöglichkeit von Erfahrung und Umwelt



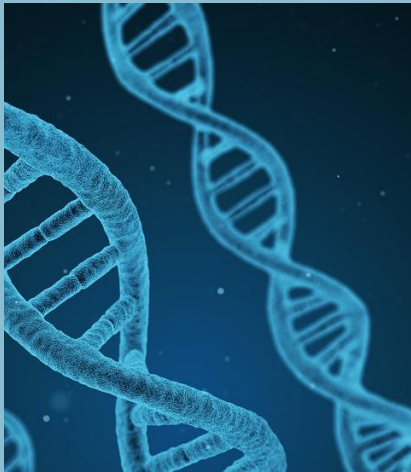
6 Monate



11 Jahre

3. Plastizität und Lernen

Plastizität und Lernen



**Erfahrungs-
unabhängig**



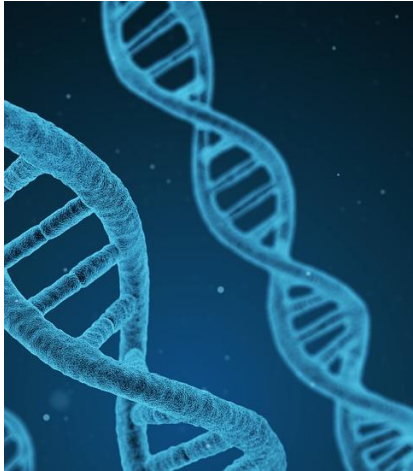
**Erfahrungs-
erwartend**



**Erfahrungs-
abhängig**

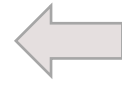
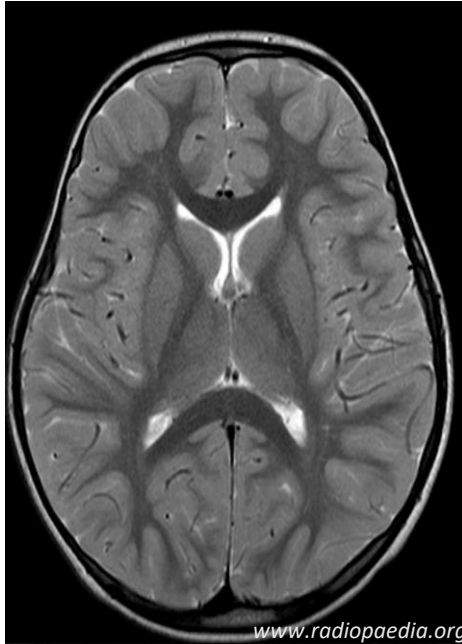


**Verletzungs-
bedingt**

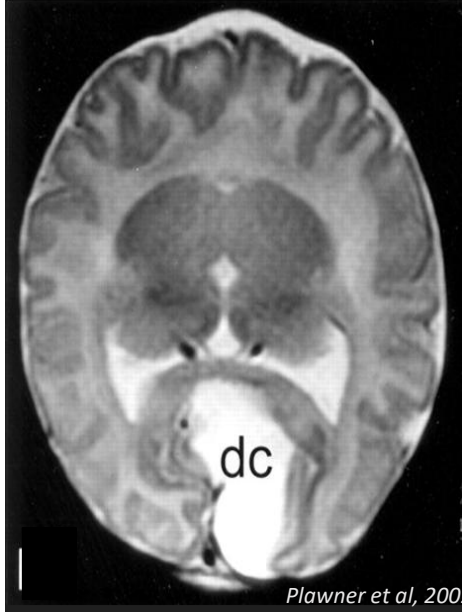
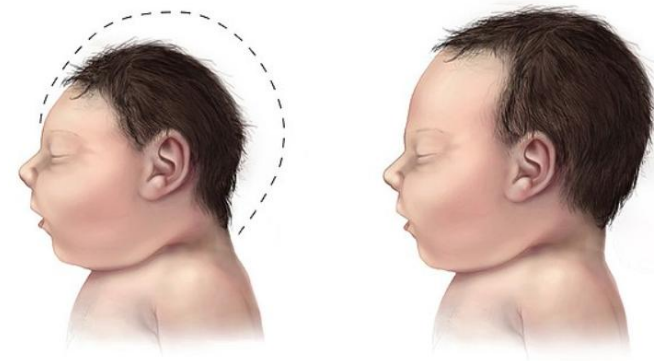


Erfahrungsunabhängige Plastizität

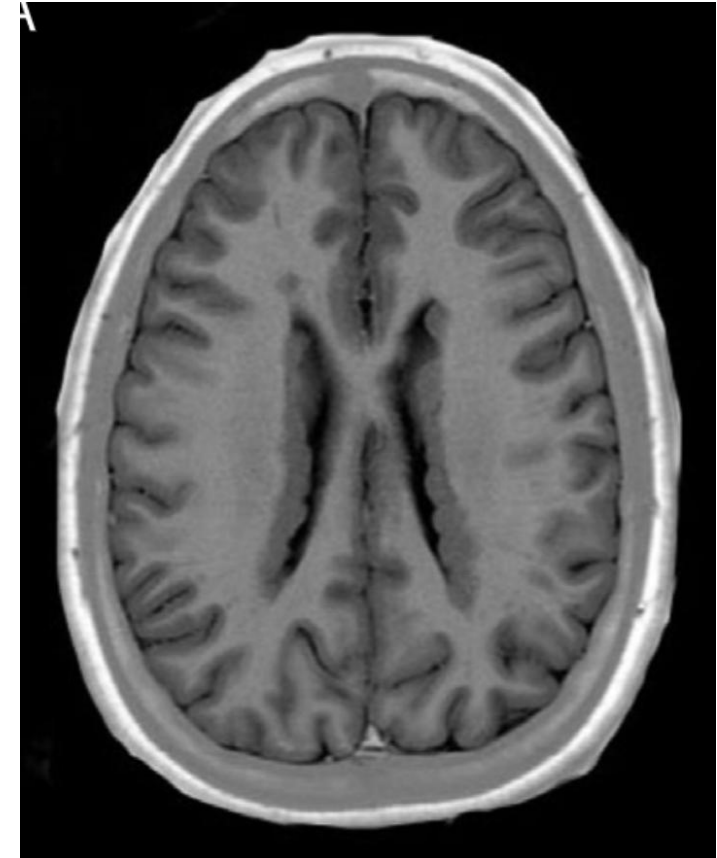
- Das menschliche Genom hat >20'000 Gene
- Diese sind in 23 Paaren von Chromosomen enthalten
- 1/3 unserer 20'000 Gene sind im Hirn exprimiert abhängig vom Entwicklungsstadium (Embryo – Fötus – Kind – Jugendlicher – Erwachsener)



Probleme in der
Regionalisierung



Probleme Proliferation:
Mikrozephalie

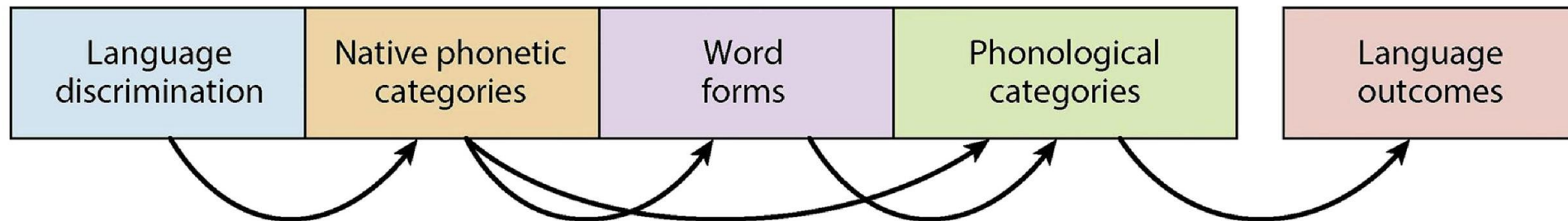
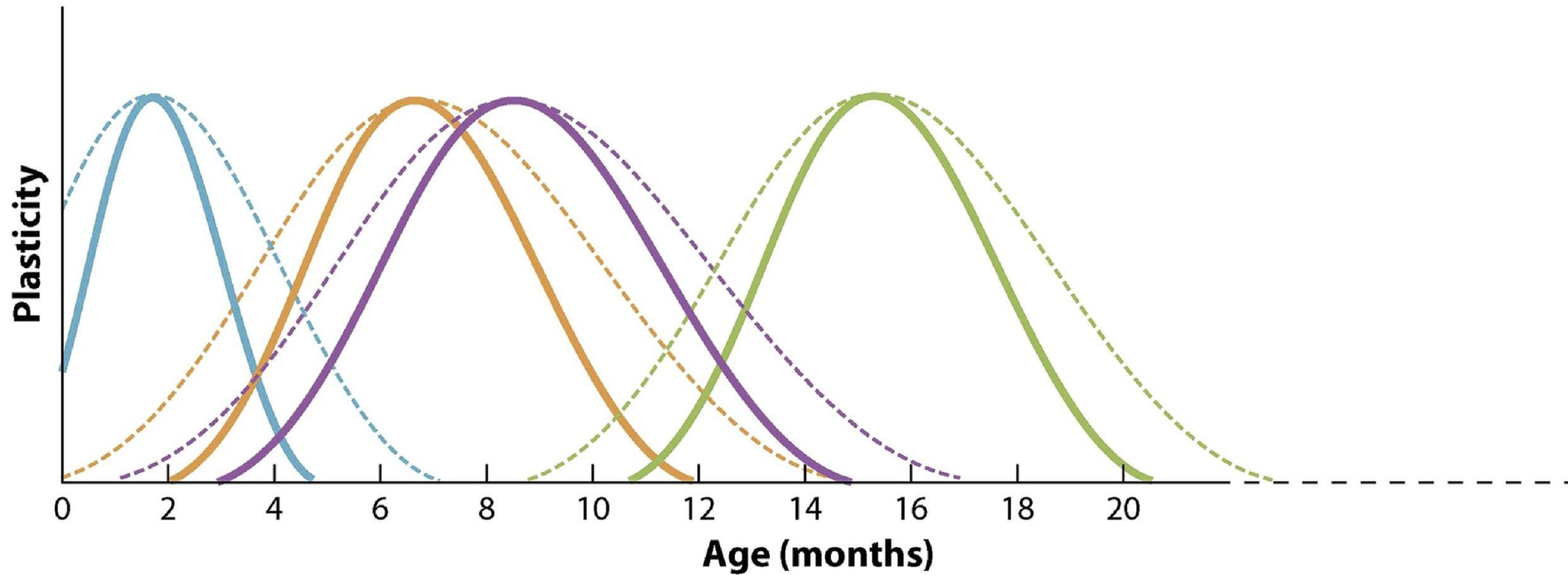




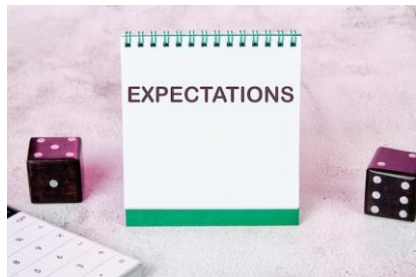
Erfahrungserwartend: Sensitive Zeitfenster

- Bestimmte Phasen in der Entwicklung eines Menschen eignen sich besonders gut zum Erlernen bestimmter Fähigkeiten. In diesen Schlüsselmomenten benötigt das Gehirn bestimmte Arten von Stimulationen.
- Erfahrung wird zum übergeordneten Faktor für tiefgreifende Veränderungen verantwortlich ist („sensitive Perioden“ oder Zeitfenster).
- Es ist nicht dasselbe wie „erfahrungsabhängig“ (Lernen, das zu jedem Zeitpunkt stattfinden kann).
- Wenn in diesen Zeitfenstern kein Lernen stattfindet, heißt das nicht, dass es nicht stattfinden kann. Lernen ist ein lebenslanger Prozess, obwohl es außerhalb dieser Zeitfenster länger dauert / mehr kognitive Ressourcen benötigt.

Beispiel: Sensitive Zeitfenster der Sprachentwicklung







Erfahrungsabhängig: Individuelles Lernen

Individuelle Variabilität!

Erfahrung spielt eine fundamentale Rolle in der individuellen Entwicklung eines Menschen. Sie ist einzigartig, personenbezogen und subjektiv.

Repräsentationen, oder die daraus entstandenen Netzwerke, sind ein Spiegel von dem, was wir mitgegeben bekommen und dem, was wir erfahren. Sie sind definiert durch das Vergangene und bestimmen unsere zukünftige Wahrnehmung.

4. Die Rolle des Gedächtnisses

Die Rolle des Gedächtnisses

Lernen: Erwerb von Wissen oder Fähigkeiten definieren (durch Unterricht, Studium oder Erfahrung)

Gedächtnis: ermöglicht den Speicher der erworbenen Kenntnisse oder Fähigkeiten im Gehirn (eng mit dem Lernen verknüpft)

Gedächtnis ist nicht nur eine einzelne Sache im Gehirn. Vielmehr gibt es mehrere unterschiedliche Formen des Gedächtnisses mit jeweils unterschiedlichen Prozessen, die auf unterschiedlichen, über das Gehirn verteilten Bereichen beruhen.

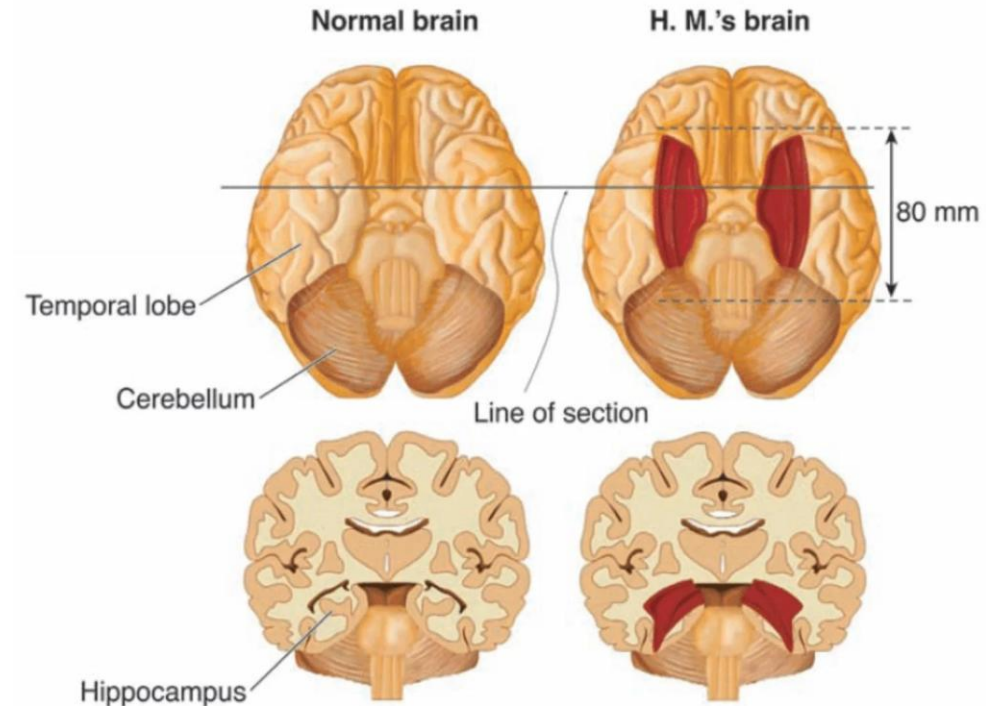


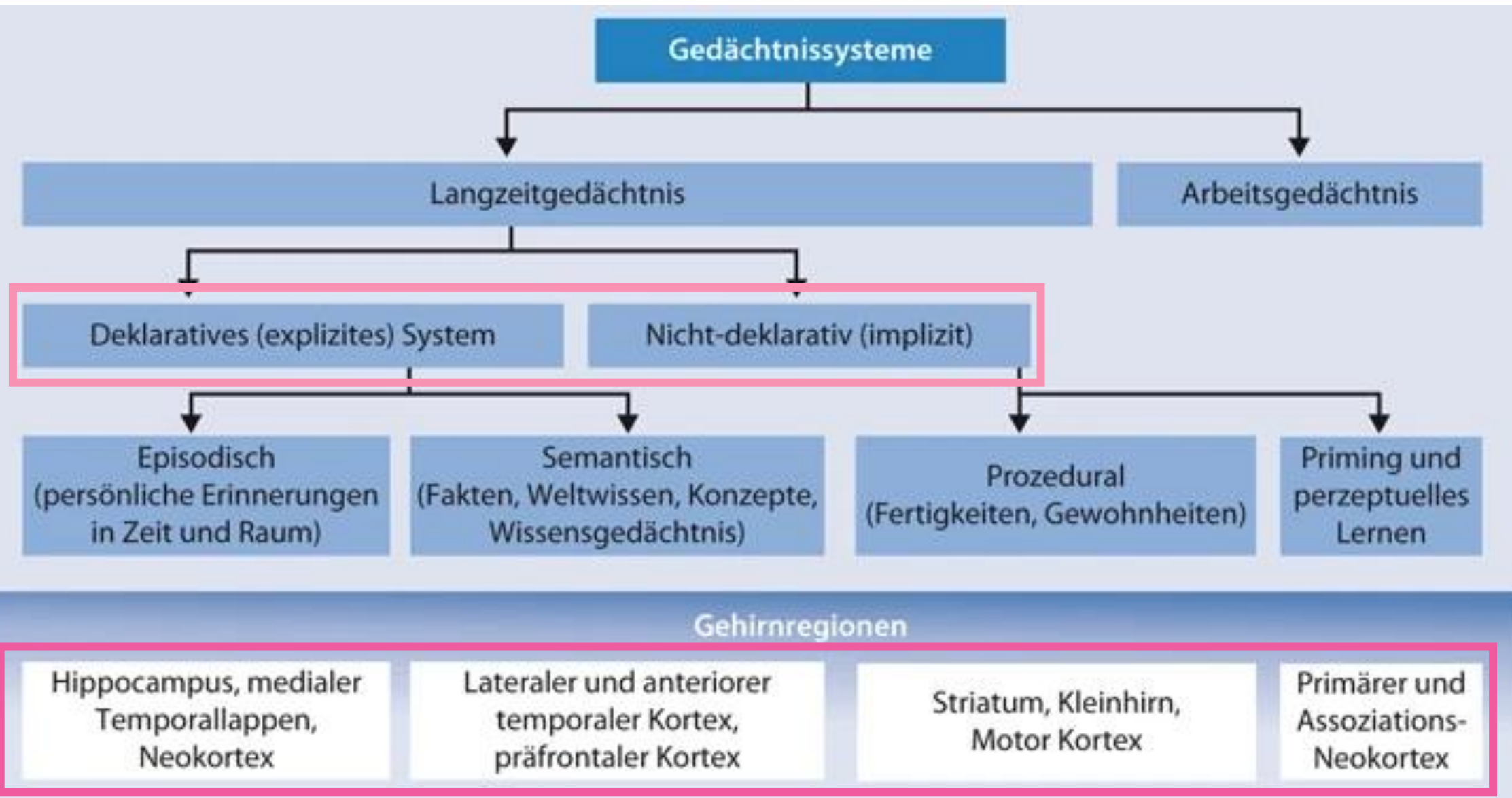
Henry Molaison (bekannt als HM)

- litt an schwerer Epilepsie
- radikale neue Operation (1953): Hippocampus Entfernung
- Konnte danach keine neuen Erinnerungen aufbauen
- Konnte neue Fähigkeiten erlernen (erinnerte sich jedoch nicht ans Erlernen).

=> Gedächtnis für neue Fähigkeiten ist unabhängig vom Erlernen neuer Fakten.

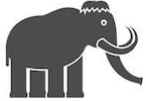
Selbst wenn er jemandem vorgestellt wurde, der den Raum verließ und ein paar Minuten später zurückkam, konnte sich HM nicht daran erinnern, ihn jemals zuvor gesehen zu haben. Jeder Moment in seinem Leben nach der Operation war neu für ihn.





Wissen vs. Fähigkeit: Deklaratives und prozedurales Gedächtnis

Langzeitgedächtnis unterteilt in:



Deklaratives Gedächtnis für Fakten und Wissen (bewusst)



Prozedurales Gedächtnis (unbewusst oder automatisch)

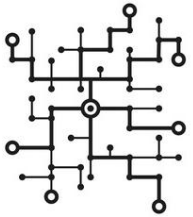
Beispiele

Wenn wir lesen lernen, denken wir nicht darüber nach, wie wir die Tintenmuster auf der Seite entschlüsseln können (*prozedurales Gedächtnis*), sondern wir rufen bewusst die Bedeutung der Wörter ab (*deklaratives Gedächtnis*).

Mathematik: Zahlenkompetenz erfordert ein Verständnis des Stellenwerts und der Beziehung zwischen Operationen beim Lösen von Gleichungen (*prozedurales Gedächtnis*), wohingegen Zahlenfakten auswendig gelernte Grundgleichungen wie $3 \times 4 = 12$ sind (*deklaratives Gedächtnis*).



Netzwerke & Verbindungen



Individuelle Konzepte, Erinnerungen oder Wissensseinheiten, sind in einzigartigen Neuronengruppen kodiert. Solche Verbindungen (Netzwerke) entstehen über die Synapsen, die sich in unserem Gehirn durch Lernen und Erfahrung ständig formen und verändern.

Was ist die Hauptstadt Frankreichs?

Beispiel: Lernen durch Assoziationen

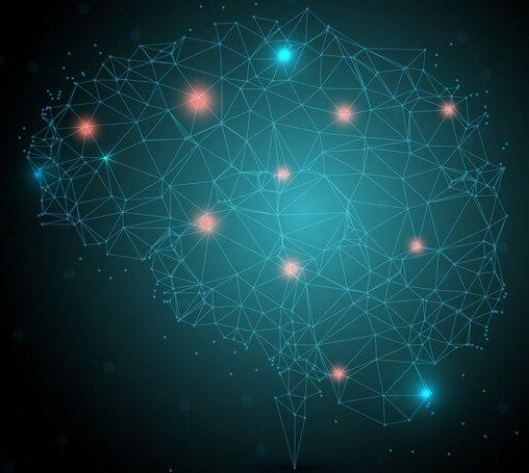
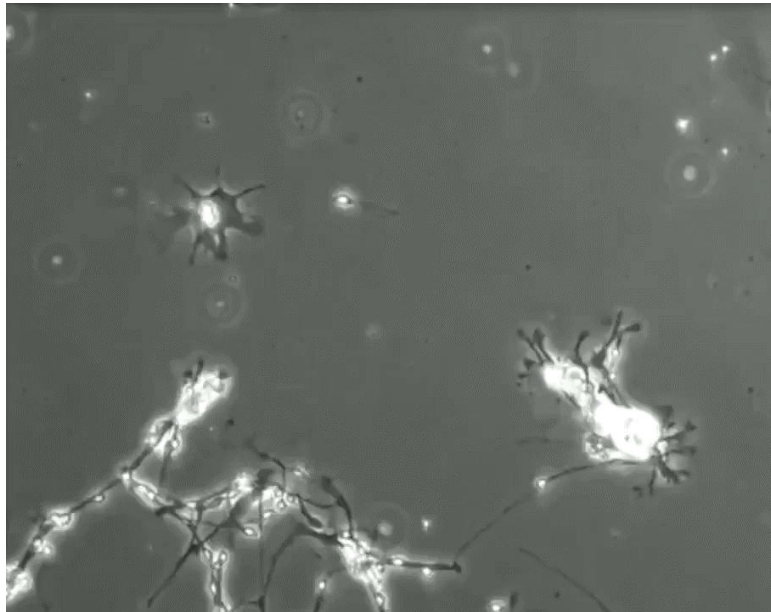
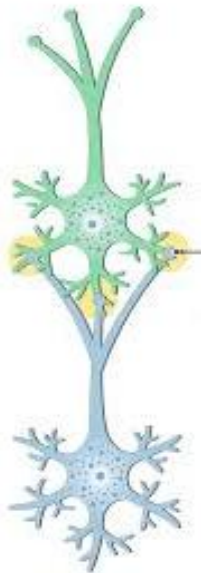
Erinnerungen oder Ideen, die automatisch auftauchen, wenn bestimmte Orte, Personen, Objekte oder Ereignisse genannt werden.



Netzwerke: Hebb'sche Lernregel

Neuronen die gemeinsam aktiviert werden, gehen wahrscheinlicher auch eine Verbindung miteinander ein.

D.h. auch: Abruf führt zur Aktivierung assoziierter Konzepte, die Verbindung wird weiter gestärkt.



Zusammenfassung: Gedächtnis & Lernen

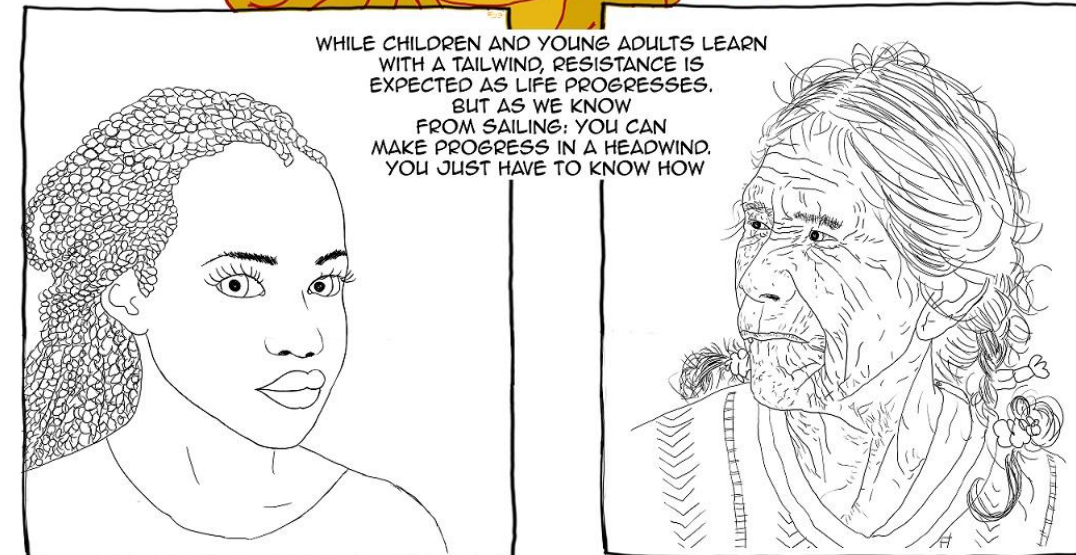
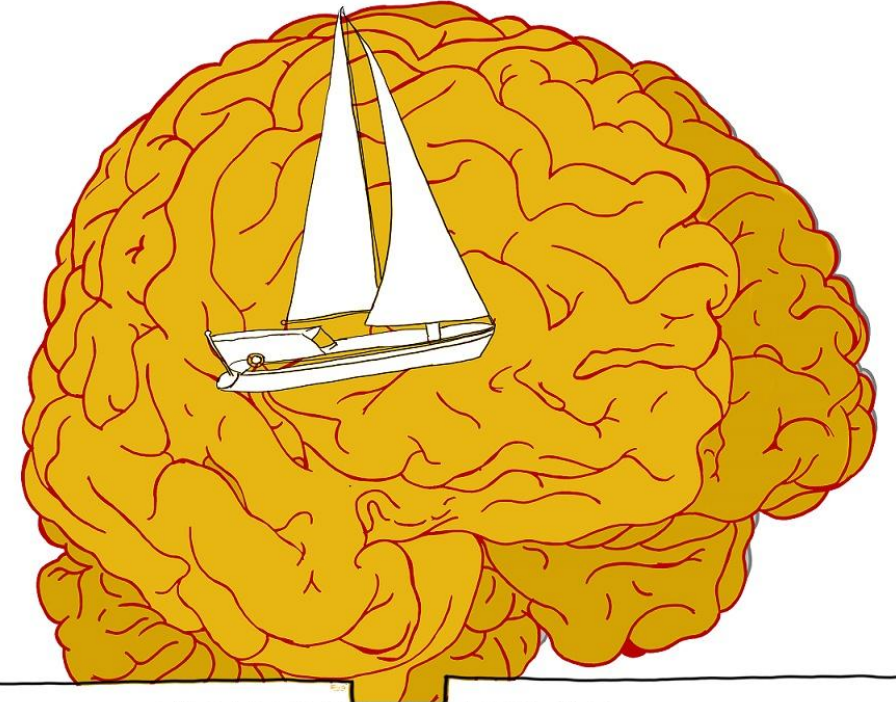
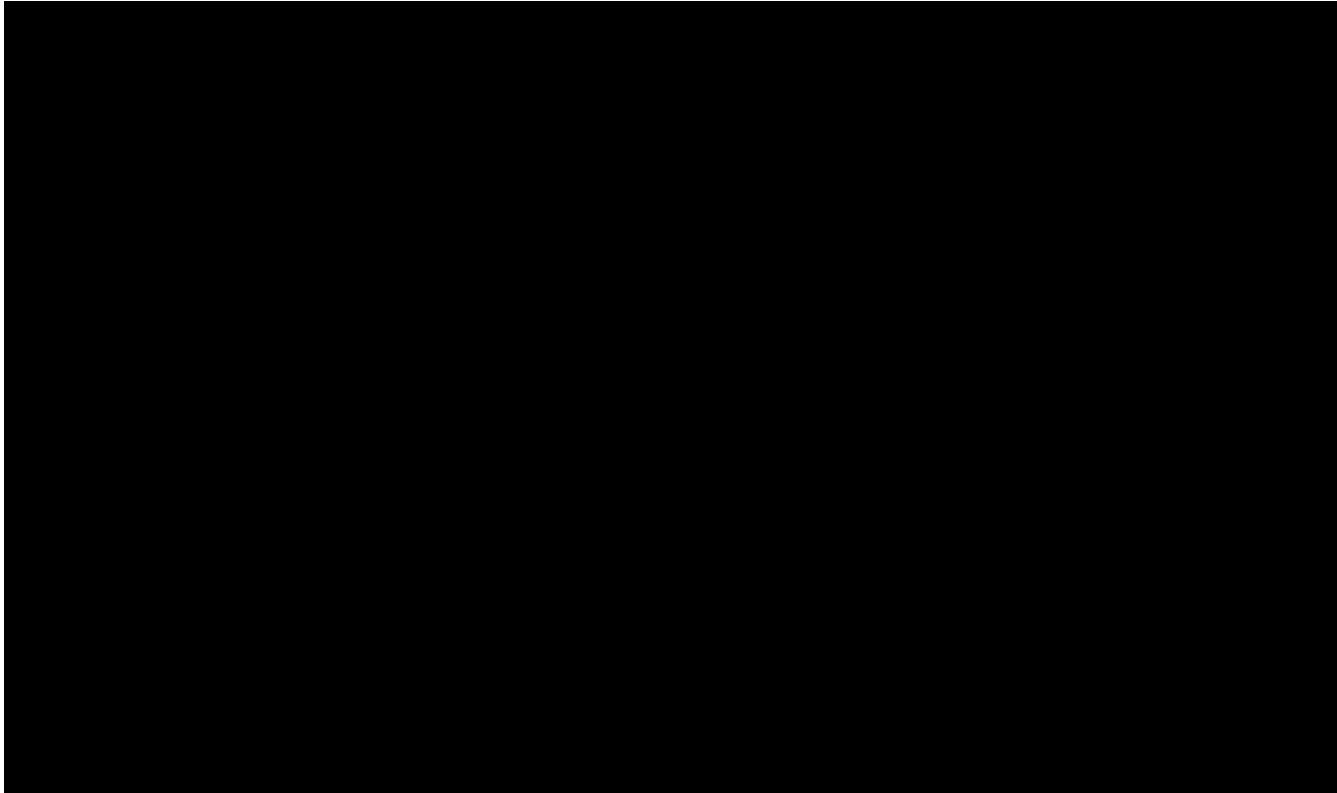
Informationen werden im Gehirn via Synapsen übertragen und temporär im Kurzzeitgedächtnis gespeichert. Vom Kurzzeitgedächtnis werden Infos ins Langzeitgedächtnis übertragen. Hier werden die Informationen mit bestehendem Wissen verglichen und abgespeichert.

Beim Lernen im Gehirn geht es also darum, Verbindungen zwischen Gehirnzellen, sogenannten Neuronen, herzustellen und zu stärken. Bei etwa 86 Milliarden Neuronen im Gehirn kann man davon ausgehen, dass hunderte Billionen Verbindungen möglich sind. Es ist dieses riesige Netzwerk von Verbindungen, das dem Gehirn seine immensen Fähigkeiten verleiht.

5. Ausserdem.... und Implikationen

Ausserdem...

...lebenslanges Lernen

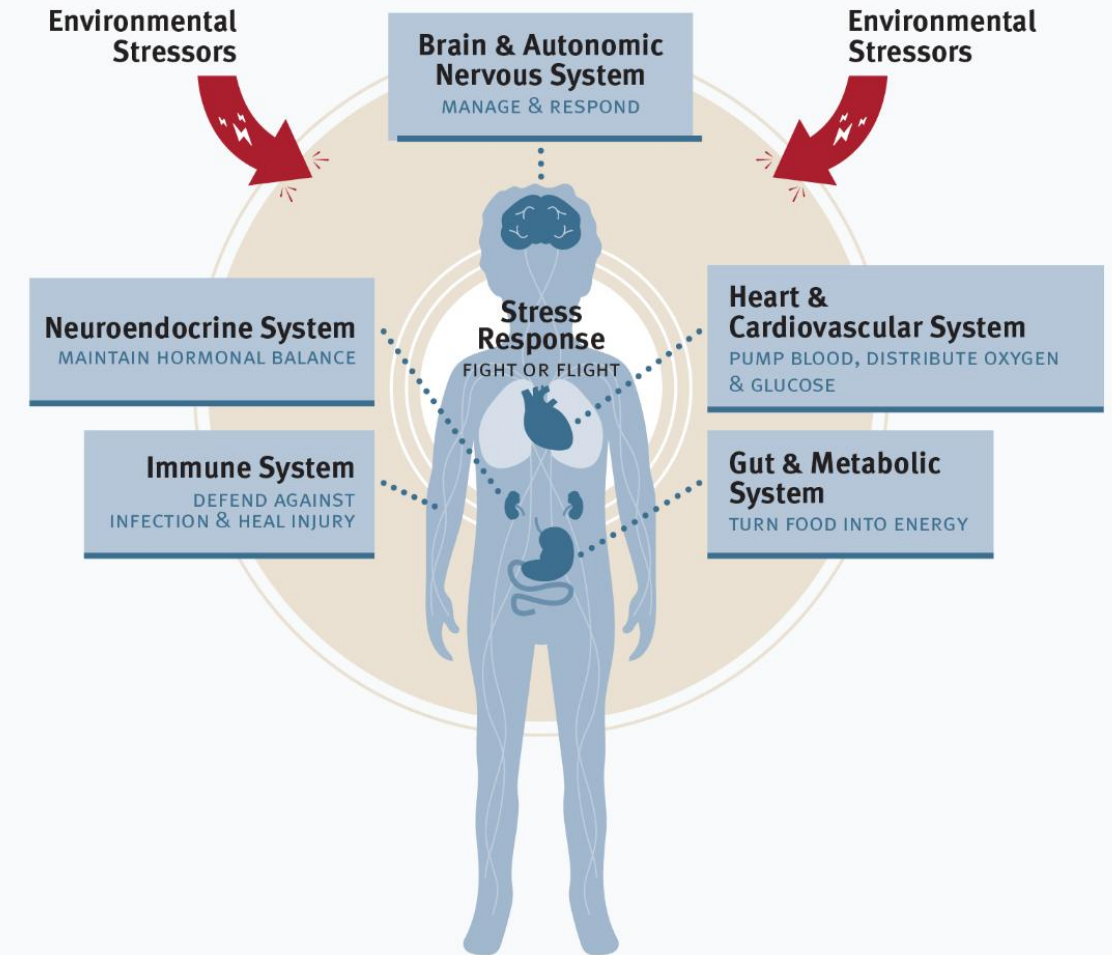


...nur ein Teil des gesamten Organismus

Trotz seiner Wichtigkeit bleibt das Gehirn ein einzelner Teil eines gesamten Organismus.

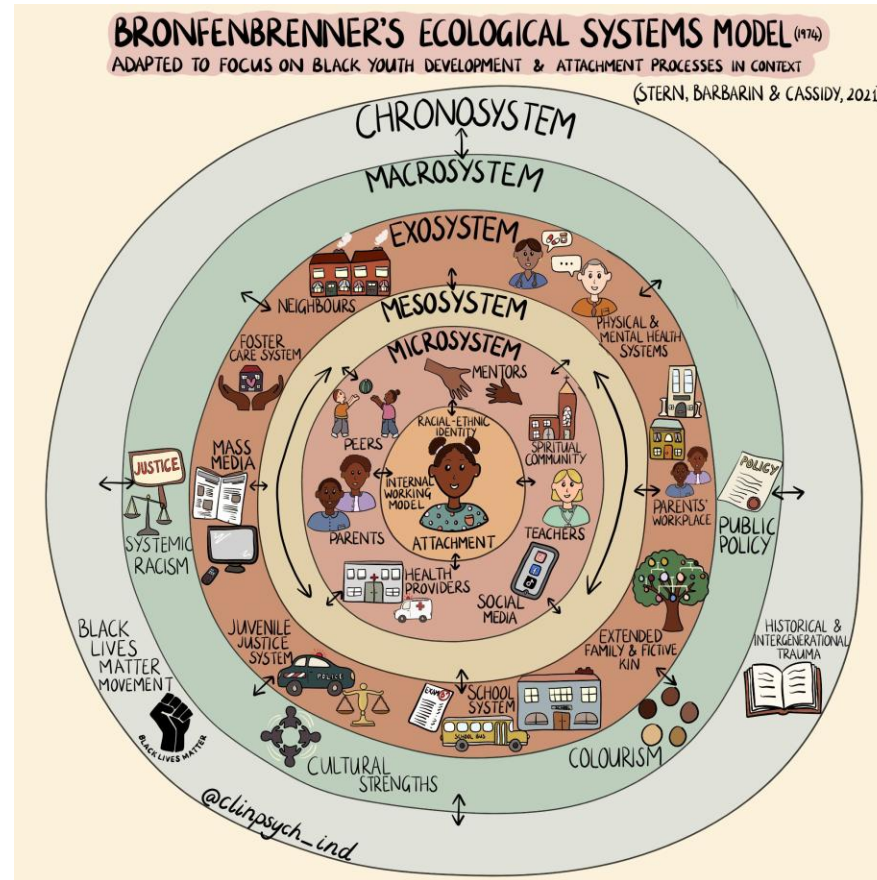
Das Gehirn ist in ständiger Interaktion mit allen anderen Körpersystemen.

Alle biologischen Systeme im Körper interagieren miteinander und passen sich dem Kontext an, in dem sich ein Kind entwickelt – im Guten wie im Schlechten



Beispiel Stress (from: developingchild.harvard.edu)

...Entwicklung und Lernen erfolgen im Kontext



...Emotionen: Voraussetzung Lernen

Positive Emotionen befördern das Lernen, negative Emotionen erschweren den Lernprozess. Da Kognition und Emotion einander beeinflussen und stark gekoppelt sind, geht Lernen auch dann am besten, wenn es uns “gut” geht.



Implikationen

Pädagogische Neurowissenschaft: Der neurowissenschaftliche Lernansatz bietet einen wissenschaftlich theoretischen Rahmen für pädagogische Praktiken und eine „Wissenschaft des Lernens“

Das Gehirn lernt, indem es Verbindungen zwischen zugehörigen Konzepten herstellt und stärkt, sodass das Lernen im Kontext und durch Verknüpfung und Assoziation mit verwandtem Wissen effektiver wird (Gebrauch der Mnemonik).

Wiederholung stärkt Synapsen:
Übung macht den Meister

Aktivitäten, die das Erinnern oder Neubewerten von Wissen fördern, sind für das Lernen von großem Nutzen, indem sie die Verbindungen zwischen zusammengehörigen Elementen, die zusammen erinnert werden, festigen und weiter stärken.

Emotionen können fördern oder hemmen.

Gedächtnis ist in verschiedenen Systemen gespeichert. Sie alle zu nutzen kann helfen (Lernstyl-Mythos!).

Das Gehirn lernt, so bald es dazu bereit ist.

Unser Gehirn richtet sich gerne auf Neues und Interessantes: Nutz die natürlichen Neugier und intrinsische Motivation

Implikationen

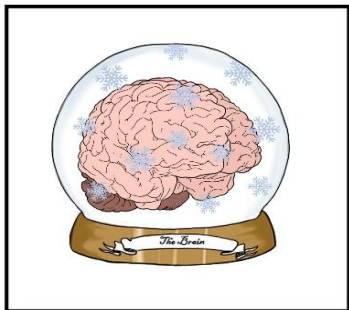
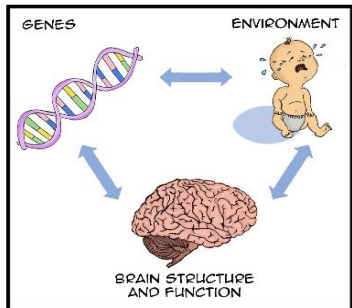


UZH Dossier: Im Interview und mit Text von Roger Nickl

Die Kunst der Lernens

BESSER BÜFFELN

- Nach einer Phase intensiven Lernens brauchen wir eine Pause, damit sich das Gelernte setzen kann. Rastloses Lernen funktioniert nicht.
- Statt ununterbrochen dasselbe Thema zu büffeln sollte man die Lernphasen portionieren und immer wieder zwischen inhaltlichen (Stunden-) Blöcken wechseln.
- Wollen wir aktiv und erfolgreich lernen, müssen wir verschiedene Hirnareale stimulieren. Das heisst, wir sollten uns Wissen aneignen, indem wir dazu Texte lesen, Skizzen machen, sprachliche Bilder und Analogien finden und das Gelernte in Gesprächen mit anderen vertiefen.
- Ein bisschen Aufregung mag das Lernen ankurbeln, extremer Stress und negative Gefühle verhindern es aber. Deshalb sollte man sich eine möglichst stressfreie Lernumgebung schaffen, in der man sich wohl fühlt.
- Genug Schlaf, gesunde Ernährung und genügend Bewegung erhöhen das psychische Wohlbefinden und fördern erfolgreiches Lernen.
- Wir sind ein Leben lang lernfähig: Trauen Sie sich immer wieder, Neues zu lernen, und bleiben Sie dran – Ihr Gehirn wird es Ihnen danken.



Fazit

Unser Gehirn ist kein vorbestimmter Apparat, sondern ein plastisches Produkt fortschreitender Anpassungsprozesse. Verantwortung für die Gestaltung dieser Entwicklung zu übernehmen, unter Berücksichtigung biologischer Meilensteine, wirkt sich potenziell auf Wissenschaft, Gesellschaft und Bildung aus.

THANKS!

