

Lernen zwischen Vererbung und sozialer Umwelt

**Betrachtungen aus Sicht der Lernforschung,
insbesondere der kognitiven Neuropsychologie**

**Frühlings-Symposium Verein Bildungsraum
Emme VBE**

Burgdorf, 17. Mai 2017

Prof. Dr. phil. nat. Willi Stadelmann

UN-Konvention über die Rechte des Kindes

Art. 29:

Die Bildung jedes Kindes muss darauf gerichtet sein, die Persönlichkeit, die Begabung und die geistigen und körperlichen Fähigkeiten voll zur Entfaltung zu bringen.

- 1. Deutungsmacht der kognitiven Neuropsychologie:
Dem Gehirn beim Lernen und Denken zusehen?**
- 2. Lernen Vererbung und soziale Umwelt; Lernen aus Sicht der
kognitiven Neuropsychologie; Bedeutung des Vorwissens.**
- 3. Heterogenität. Menschen sind Unikate**
- 4. Begabung, Intelligenz, Kompetenz**

1. Deutungsmacht der kognitiven Neuropsychologie: Dem Gehirn beim Lernen und Denken zusehen?

Die Neurowissenschaft, insbesondere die kognitive Neurowissenschaft ist *die* Modewissenschaft der letzten 15 Jahre.

2. Dezember 2013 | 21.29 Uhr

Hirnzellen sind unterschiedlich verknüpft 

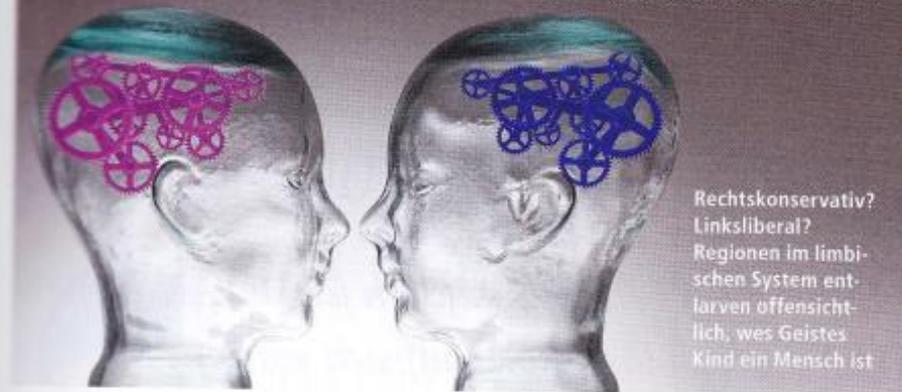
Warum Männer und Frauen so unterschiedlich ticken



Typisch Mann oder typisch Frau?

Washington. Männer können besser einparken, Frauen sich besser einfühlen – nur ein Klischee?

Untersuchungen zeigen, dass die Hirnzellen von Männern und Frauen unterschiedlich verdrahtet sind. Und: Die Geschlechterunterschiede verstärken sich, je älter wir werden.



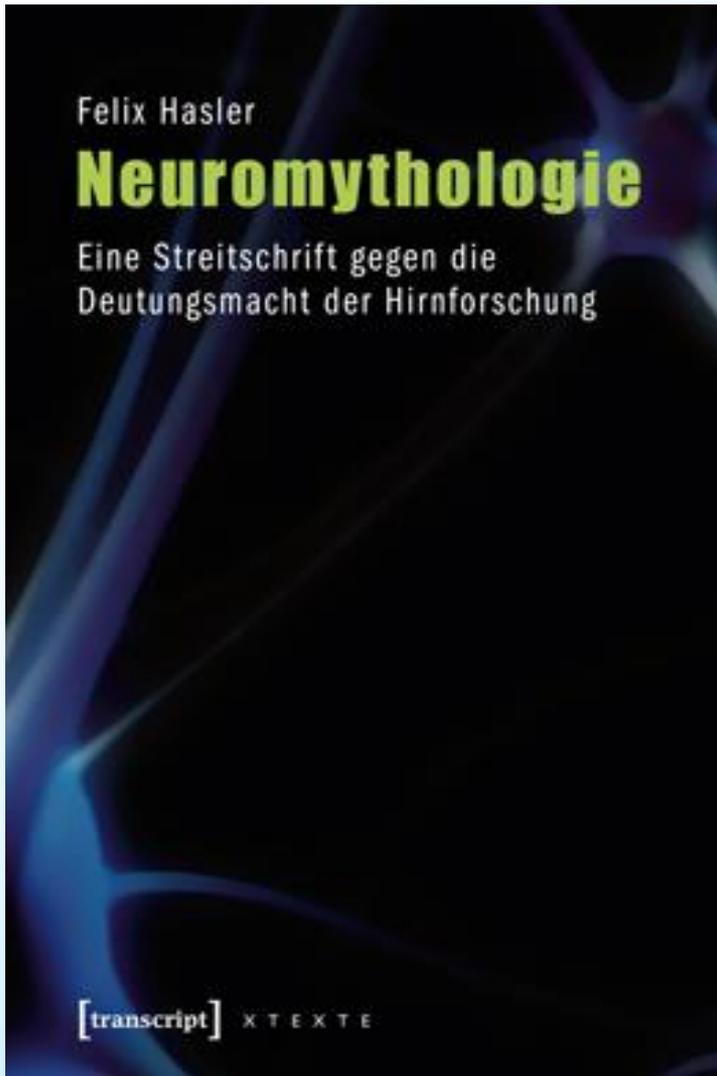
Blick ins Hirn entlarvt politische Gesinnung

Hirnforscher entdecken bei Konservativen und Linksliberalen unterschiedliche Gehirnstrukturen

Immer wieder erlebt man, wie unversöhnlich sich Menschen mit verschiedenen politischen Einstellungen gegenüberstehen können. Die Diskussionen werden oft persönlich, driften schnell in den Streit ab und kulminieren mitunter sogar in einem regelrechten Hass aufeinander. Eine potenzielle – hirnanatomische – Erklärung für dieses Phänomen haben nun englische Wissenschaftler gefunden.

Das Forscherteam um Ryota Kanai vom *University College* in London unterzog seine 90 Versuchspersonen zunächst einem Test, um ihre politische Gesinnung mithilfe einer Fünfpunkteskala zu erfassen. Anschließend wurde ihr Gehirn mittels funktioneller Magnetresonanztomografie (fMRT) gescannt, um dort eventuell vorhandene Unterschiede bildlich darstellen zu können.

Das Ergebnis: Rechtskonservative Probanden zeigten im Scan eine deutliche Vergrößerung des rechten Amygdalakerns, während bei den Linksliberalen mehr graue Hirnmasse im vorderen Hirngürtel (dem Gyrus cinguli) sichtbar wurde. Beide Regionen gehören zum limbischen System, erfüllen dort aber recht unterschiedliche Aufgaben. Während die Amygdala vor allem bei Angst und dem Unterscheiden von Freund und Feind aktiv wird, vermittelt der vordere Gyrus die Fähigkeit, mit Konflikten und Unsicherheiten umzugehen.



Alle machen Hirnforschung. Kaum eine Wissenschaftsdisziplin kann sich wehren, mit dem Vorsatz »Neuro-« zwangsmodernisiert und mit der Aura vermeintlicher experimenteller Beweisbarkeit veredelt zu werden. Die Kinder der Neuroinflation heißen Neurotheologie, Neuroökonomie, Neurorecht oder Neuroästhetik. Der gegenwärtige Neurohype führt zu einer Durchdringung unserer Lebenswelt mit Erklärungsmodellen aus der Hirnforschung. Bin ich mein Gehirn? Nur ein Bioautomat?

«Neuro-Bindestrich-Wissenschaften»:

- **Neuro-Philosophie**
- **Neuro-Soziologie**
- **Neuro-Theologie**
- **Neuro-Ethik**
- **Neuro-Ökonomie**
- **Neuro-Didaktik**
- **Neuro-Marketing**
- **Neuro-Recht**
- **Neuro-Kriminologie und Neuroforensik**
- **Neuro-Finanzwissenschaften**
- **Neuro-Verhaltensforschung**
- **Neuro-Anthropologie**

1.1 Bildgebende Verfahren: Was können sie aussagen?

Am Beispiel von fMRT

Magnetresonanztomographie (MRT); MRI = Magnetic Resonance Imaging.

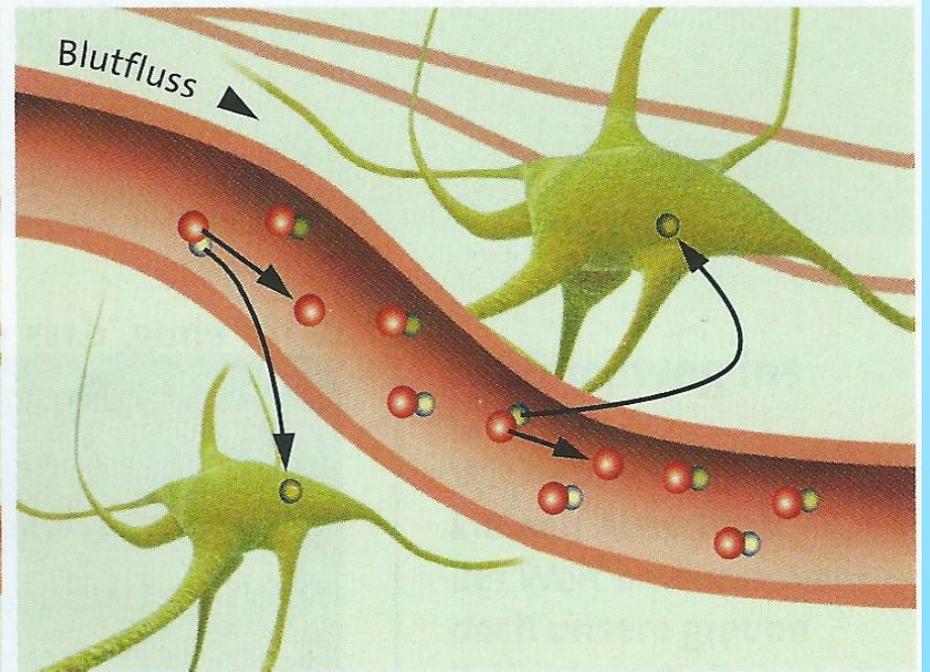
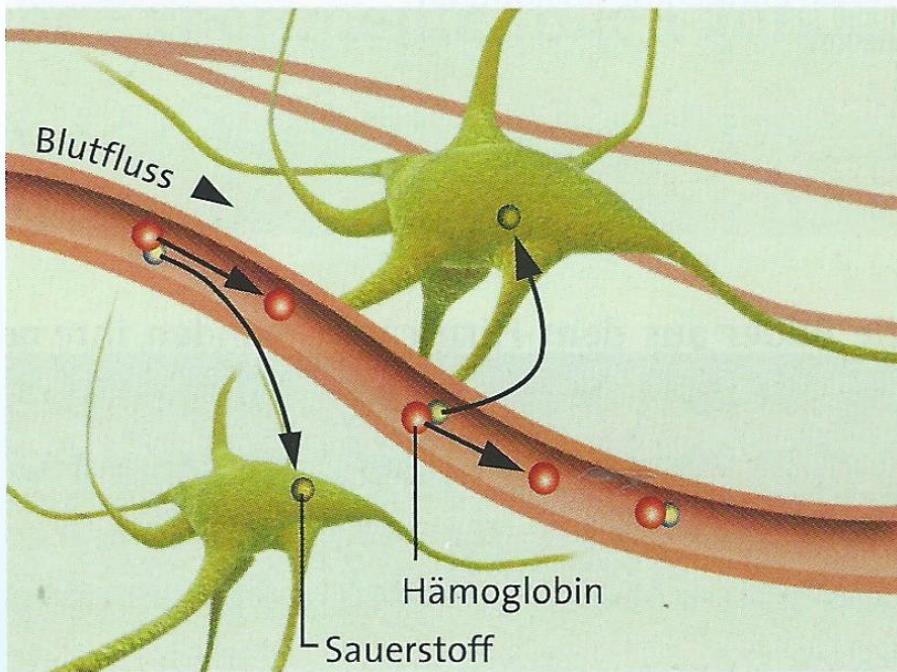
tome (gr.) = Schnitt; graphein (gr.) = schreiben

Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT)

Biologische Grundlage:

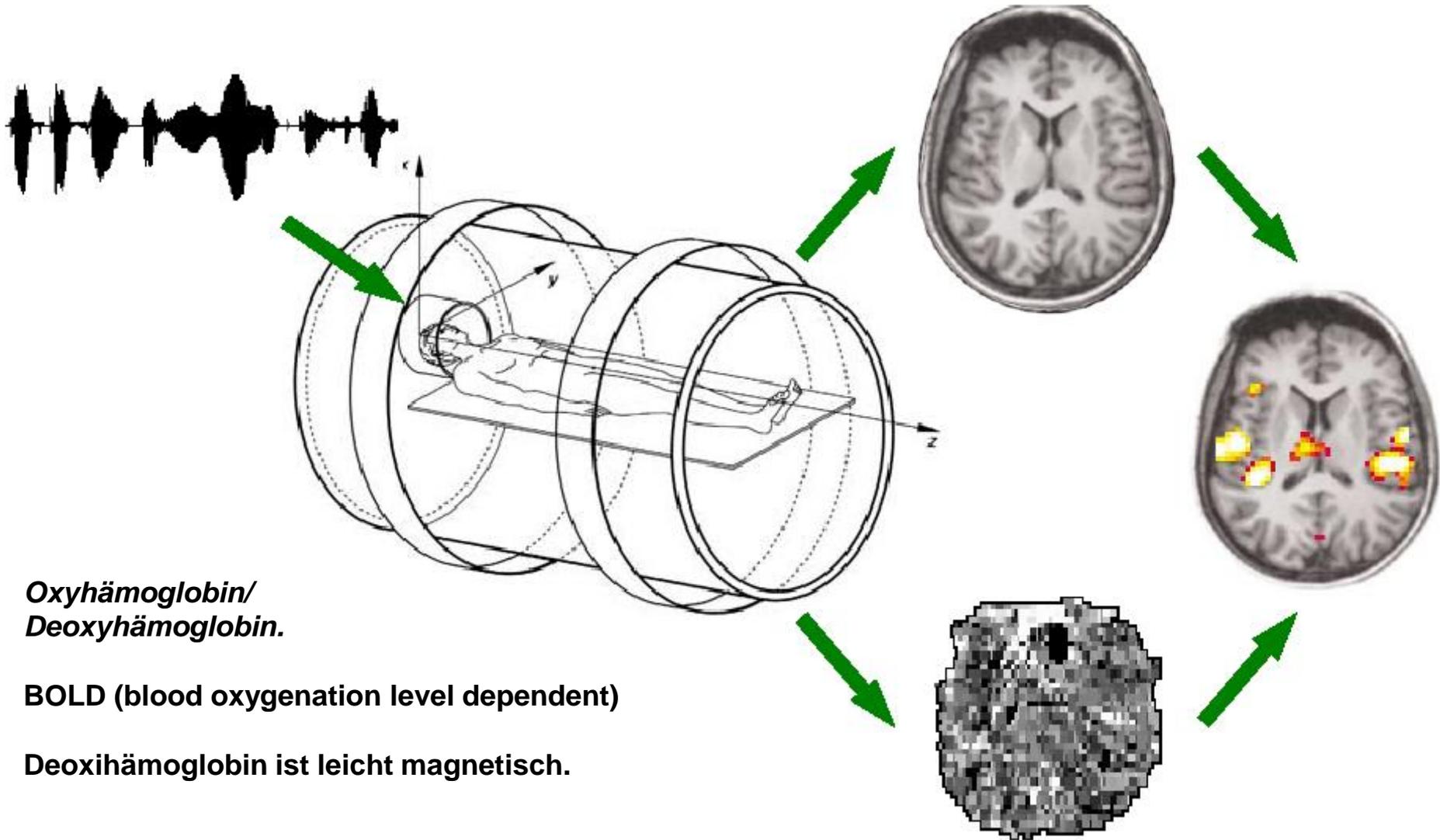
Der Sauerstoff- und Glucose-Verbrauch des Gehirns liegt bereits im 'ruhenden' Gehirn bei rund *20% des gesamten Körperstoffwechsels*, obwohl das Gehirn nur etwa 2% der gesamten Körpermasse ausmacht.

Er steigt dann bei starker Hirnaktivität auf mindestens 30-40%. Bei intensiver geistiger Arbeit reduziert deshalb der Körper alle anderen Aktivitäten stark.



G&G 2 (2015) 51

Funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT)



*Oxyhämoglobin/
Deoxyhämoglobin.*

BOLD (blood oxygenation level dependent)

Deoxyhämoglobin ist leicht magnetisch.

Die durch Computerprogramme berechneten BOLD-Signale werden computergrafisch als bunte Flecken dargestellt.

Es handelt sich um ein Visualisierungs-Verfahren, einen Bild-Herstellungprozess, nicht um eine Abbildung, wie z.B. ein Röntgenbild. Es wird nichts abgebildet, was «tatsächlich da» ist.

Also:

- **Niemand kann auch nur ansatzweise erklären, wie z.B. aus visuellen Reizen *Bewusstsein*, ein *Erlebnis* entsteht. Niemand kann aus Bildern der funktionellen Magnetresonanztomografie auf *Gedanken, innere Bilder, Glauben, freien Willen, Charakter...* schliessen.**
- **Die Idee, «den einzelnen Gedanken lesen zu können, ist einfach absurd.»**

Christoph von Malsburg in Matthias Eckoldt : Kann das Gehirn das Gehirn verstehen? Gespräche über Hirnforschung und die Grenzen unserer Erkenntnis
Carl-Auer (2014), S. 110

2. Lernen

Das Wort „lernen“ geht ethymologisch auf das Indogermanische „lais“ zurück, was „Spur“ bedeutete. Im Gotischen hiess „lais“: „ich weiss“.

Kluge, Ethymologisches Wörterbuch, de Gruyter 1975

2.1 Grundsätzliche Erkenntnisse über «Lernen» sind seit vielen Jahrhunderten bekannt:

**«Sage es mir,
und ich werde es vergessen.
Zeige es mir, und ich werde es vielleicht behalten.
Lass es mich tun, und ich werde es können.»**

Konfuzius 515 – 479 v. Chr.

Auch Lao-tse zugeschrieben ca. 300 v.Chr.

**Man kann einen Menschen nicht lehren,
man kann ihm nur helfen, es in sich selbst
zu tun**

Galileo Galilei
1564 - 1642

«Langsam selber auf eigene Erfahrung kommen ist besser, als schnell Wahrheiten, die andere Leute einsehen, durch Auswendiglernen ins Gedächtnis bringen und mit Worten gesättigt den freien, aufmerksamen, forschenden Beobachtungsgeist des eigenen Kopfes verlieren.»

Pestalozzi J.H. (1746-1827) Gesammelte Werke in zehn Bänden Hrsg. Bosshart et al. Zürich (1945 ff) 9, 139

«Lernbulimie»

**Ziel aller didaktischen Massnahmen
ist die Anregung der Lernenden
zum „Selbst- Tun“.**

**Selbst tätig werden ist die Wurzel allen
Lernens.**

2.2 Vererbung und (soziale) Umwelt

Vor nicht allzu langer Zeit glaubten auch Hirnforscher noch, das Gehirn werde von genetischen Programmen zusammengebaut.

Dieses Weltbild aus dem Maschinenzeitalter spukt leider noch immer in vielen Köpfen herum.

Immer wieder hört und liest man, die kognitive Entwicklung und damit die Hirnentwicklung eines Menschen, seine Begabung und Intelligenz seien zu 50-80% erblich. Nur der Rest sei formbar.

Dies suggeriert, der Anteil der sozialen Umwelt an der kognitiven Entwicklung liege nur bei 20-50%.

Das ist eine falsche Vorstellung.

«Erblich» bedeutet:

(Duden-Online- Ausgabe www.duden.de/rechtschreibung/erblich)

- **durch Vererbung auf jemanden kommend**
- **angeboren**
- **von Geburt an bestehend**
- **Im Blut liegend**

«Angeboren sind Merkmale, deren Ausprägung bereits bei der Geburt vorhanden ist oder deren Herausbildung genetisch fest programmiert und durch Umweltfaktoren normalerweise nicht zu beeinflussen ist.»

**z.B. Fingerzahl oder im Bereich des Verhaltens:
Greifreflex und Saugreflex bei Neugeborenen, das Atmen, das Anhalten des Atmens unter Wasser ...**

Karl-Friedrich Fischbach & Martin Nigggeschmidt: Erblichkeit der Intelligenz. Eine Klarstellung aus biologischer Sicht. Springer essentials Wiesbaden (2016)

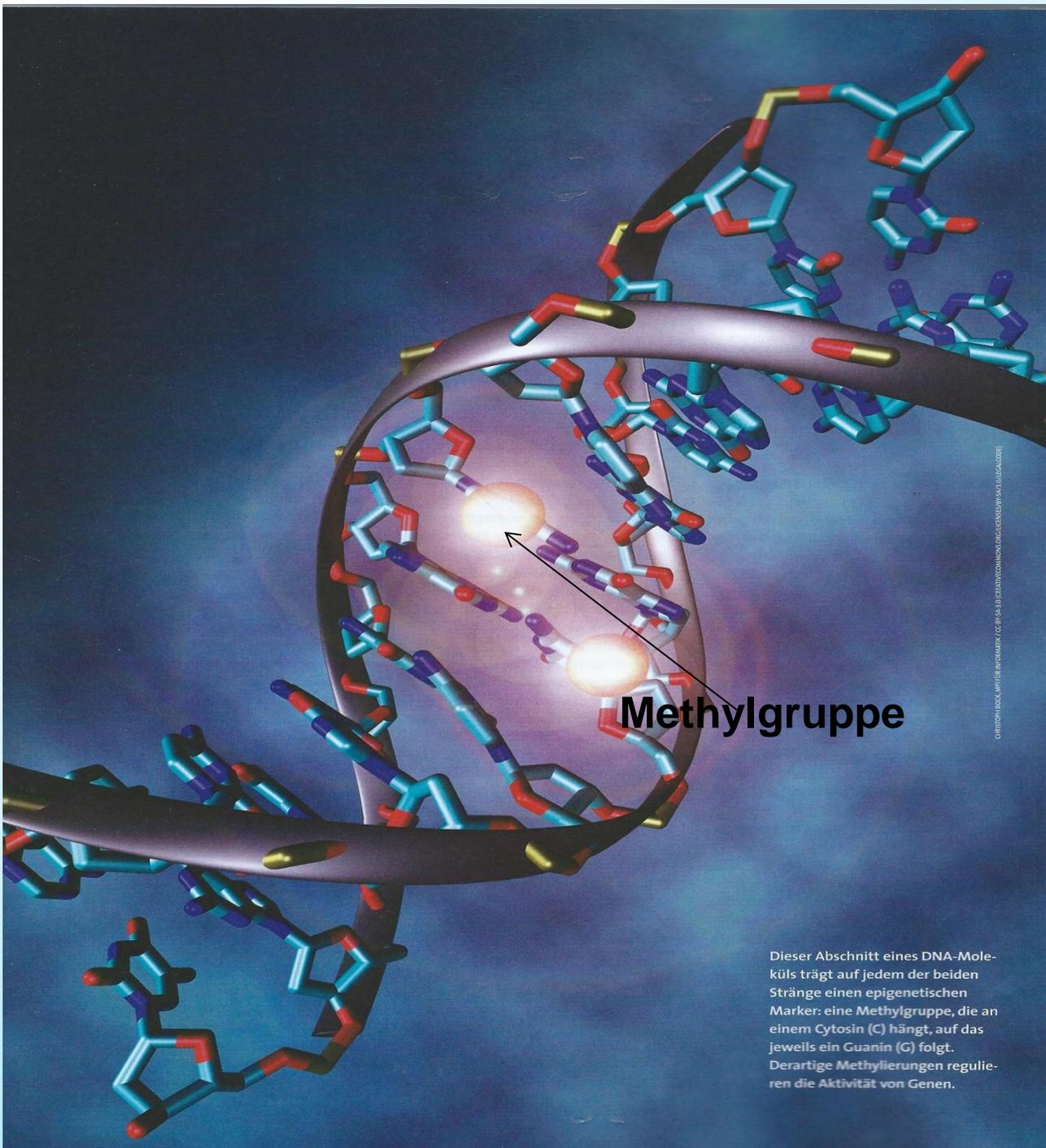
**Es geht nicht um «Erblichkeit» sondern um den
«genotypischen Varianzanteil»**

Vgl. Fischbach/Niggeschmidt. «essentials» Springer, Wiesbaden (2016) S.2

**«Phänotypische Varianz» von Kindern in einer Gruppe
(z.B. Schul-Klasse):**

$$\begin{array}{ccccccc} \mathbf{V} & = & \mathbf{V} & + & \mathbf{V} & & \\ \text{phän.} & & \text{gen.} & & \text{Umwelt} & & \\ & & & & (\text{«Umwelt-Faktoren»}) & & \end{array}$$

**Aktiv erlebte Umwelt, individuell rezipierte Umwelt
basierend auf der bisherigen Lernbiografie!**



CHRISTOPH BUCK, WPT/IG/NOVAMARK, ICG/SP/SA/0 (GENTRY/COMMONS/DIGITAL/LENS/SP/SA/0/ITER/AL/002)

Spektrum
Juli 2015 18

Methylgruppe

Dieser Abschnitt eines DNA-Moleküls trägt auf jedem der beiden Stränge einen epigenetischen Marker: eine Methylgruppe, die an einem Cytosin (C) hängt, auf das jeweils ein Guanin (G) folgt. Derartige Methylierungen regulieren die Aktivität von Genen.

Sicher ist:

Ohne Gene funktioniert gar nichts.

Aber:

**Gene sind die *Potenziale* eines Menschen. Sie bestimmen die kognitiven Entwicklungs-
Möglichkeiten eines Menschen.**

Ob die Möglichkeiten «ausgeschöpft» werden, hängt von der Umwelt ab.

**Der Mensch ist kein durch die Gene
programmierter Automat, der sich kognitiv mit
Hilfe eines Autopiloten entwickelt.**

Wir sind nicht die Sklaven unserer Gene!

Vgl. auch J. Bauer (2007)

Es kommt darauf an, in welche Familie ein Kind hineingeboren wird, in welcher Umgebung es aufwächst, ob es zuhause einen Hund hat, in welche Schulen es geht, welche Lehrerinnen und Lehrer, welche Freunde es hat, in welchen Vereinen es mitwirkt, ob es ein Musikinstrument spielt, ob es Sport treibt...

Die Lernbiografie prägt den Menschen zum Individuum, zum Unikat.

2.3 Lernen aus Sicht der kognitiven Neuropsychologie

- 1 Das Gehirn verändert sich beim Lernen physisch: Jeder Mensch hat seine eigene Lernbiografie.**
- 2 Vielseitige Tätigkeiten fördern/stabilisieren die Hirnentwicklung - ein Leben lang. Das Gehirn ist plastisch (Aufbau *und* Abbau).**

Vester 1972

Axon

Synapse

**Durchmesser einer Zelle:
5-30 Mikrometer**

Dendrit



Das Gehirn hat keinen direkten Zugang zur Aussenwelt, sondern nur indirekte Verknüpfungen über Sinnesreize, die aber nach Massgabe bereits bestehender Verknüpfungen im Gehirn wahrgenommen werden oder nicht.

**„Das Gehirn ist taub und blind für die Welt.
Es kann nur mit Signalen umgehen.“**

Gerhard Roth
Universität Bremen, 2003

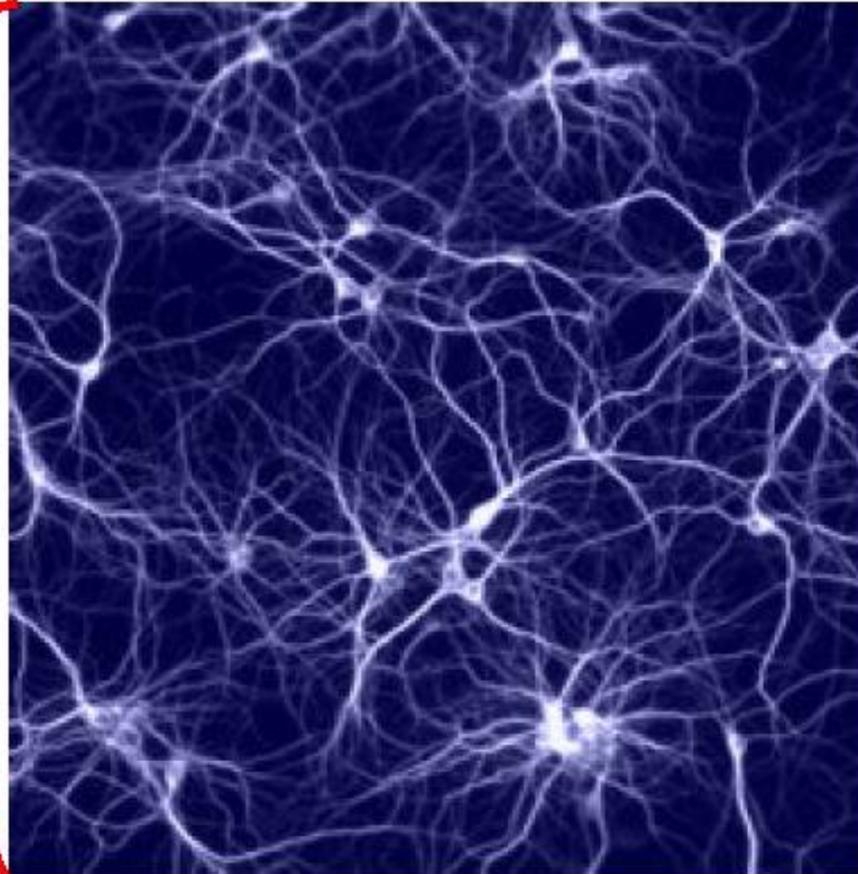
Der Zusammenhang zwischen Signalmustern und Bewusstsein, inneren Bildern, Gedanken, Emotionen ist unbekannt.

Wie «macht» das das Gehirn?

vgl. als Beitrag aus Sicht der Neuropsychologie:
Gerhard Roth/Nicole Strüber: *Wie das Gehirn die Seele macht.*
Klett-Cotta Stuttgart 2014

2.4 Lernen heisst Hirnentwicklung: Plastizität

Nervennetzwerk





Nervenzelle (Zellkultur im Labor) aus dem Hippocampus: Dendritische Dornen (Spines)

L. Jäncke (2013) s. 89

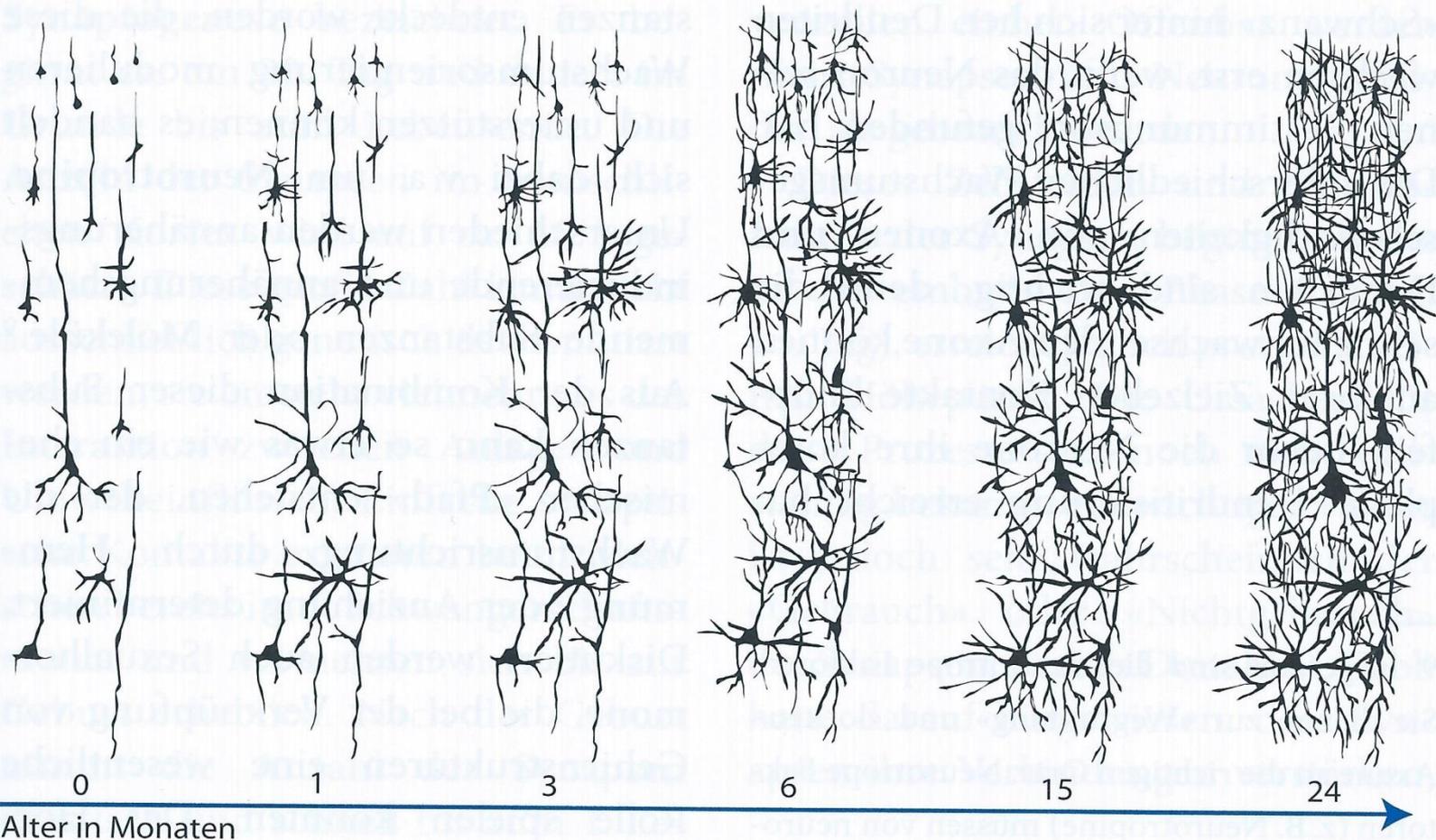


Abbildung 4-8: Differenzierung der Dendriten im Verlauf der postnatalen Entwicklung. Mit zunehmendem Alter nimmt die Dendritisierung immer mehr zu. Diese Beispiele sind aus Gewebeproben des Broca-Areals gewonnen. (Nachgezeichnet nach Lenneberg, 1967)

Durch „pruning“ wird erreicht, dass diejenigen Verschaltungsmuster (Netzwerkteile) erhalten bleiben und gestärkt werden, die häufig benutzt, also immer wieder aktiviert werden.

to prune: beschneiden

Die Entwicklung eines Säuglings zum erwachsenen Menschen ist also bei der Geburt nicht determiniert!

Lernen ist ein individueller lebenslanger Prozess, der durch eigene Tätigkeiten in Wechselwirkung mit der Umwelt ermöglicht wird.

Lernen heisst selbst tun.

In der Kindheit und der Jugend «entstehen, erstarken und verschwinden Synapsen mit einer atemberaubenden Geschwindigkeit, wie sie bei Erwachsenen nicht mehr auftritt.»

Giulio Tononi und Chiara Cirelli: Warum wir schlafen. Spektrum Dezember 2014, 26.
Cirelli, C., Tononi, G.: Sleep and the Price of Plasticity. Neuron 81, 12-34, 2014

Bedeutung des Schlafs für das Lernen:

«... ist ausreichender Schlaf in der Kindheit und Jugend besonders wichtig. Schliesslich handelt es sich um Zeichen intensiven Lernens.»

«Schlafmangel schwächt die geistige Entwicklung»:

«Zu kurze Schlafenszeiten im Alter von drei bis sieben Jahren gehen mit Problemen im Denkvermögen und Sozialverhalten einher.»

Empfehlung

- **Im Alter zwischen 6 Monaten und 2 Jahren: mindestens 12 Stunden**
- **Im Alter von 5-7 Jahren: 10 Stunden**
- **Später: möglichst nicht unter 8 Stunden.**

**Elsie Taveras, Massachusetts General Hospital for Children:
Acad. Pediatr. 10. 1016/j.acap.2017.02.001, 2017**

G&G Nr. 6 2017 S. 8

«Ein genügend langer und ungestörter Schlaf ist wahrscheinlich die beste Form von Neurodoping überhaupt.»

Hans Rudolf Olpe/Erich Seifritz: Bis er uns umbringt? Wie Stress die Gesundheit attackiert – und wie wir uns schützen können. Huber, Bern (2014) S.80

Bern

Schüler leiden unter Schlafmanko

Stadtberner Schülerinnen und Schüler schlafen zu wenig, was schädliche Folgen hat: Das ist ein Thema im ersten Jugendgesundheitsbericht. Die logische Folge, ein späterer Unterrichtsbeginn, ist aber die Ausnahme.

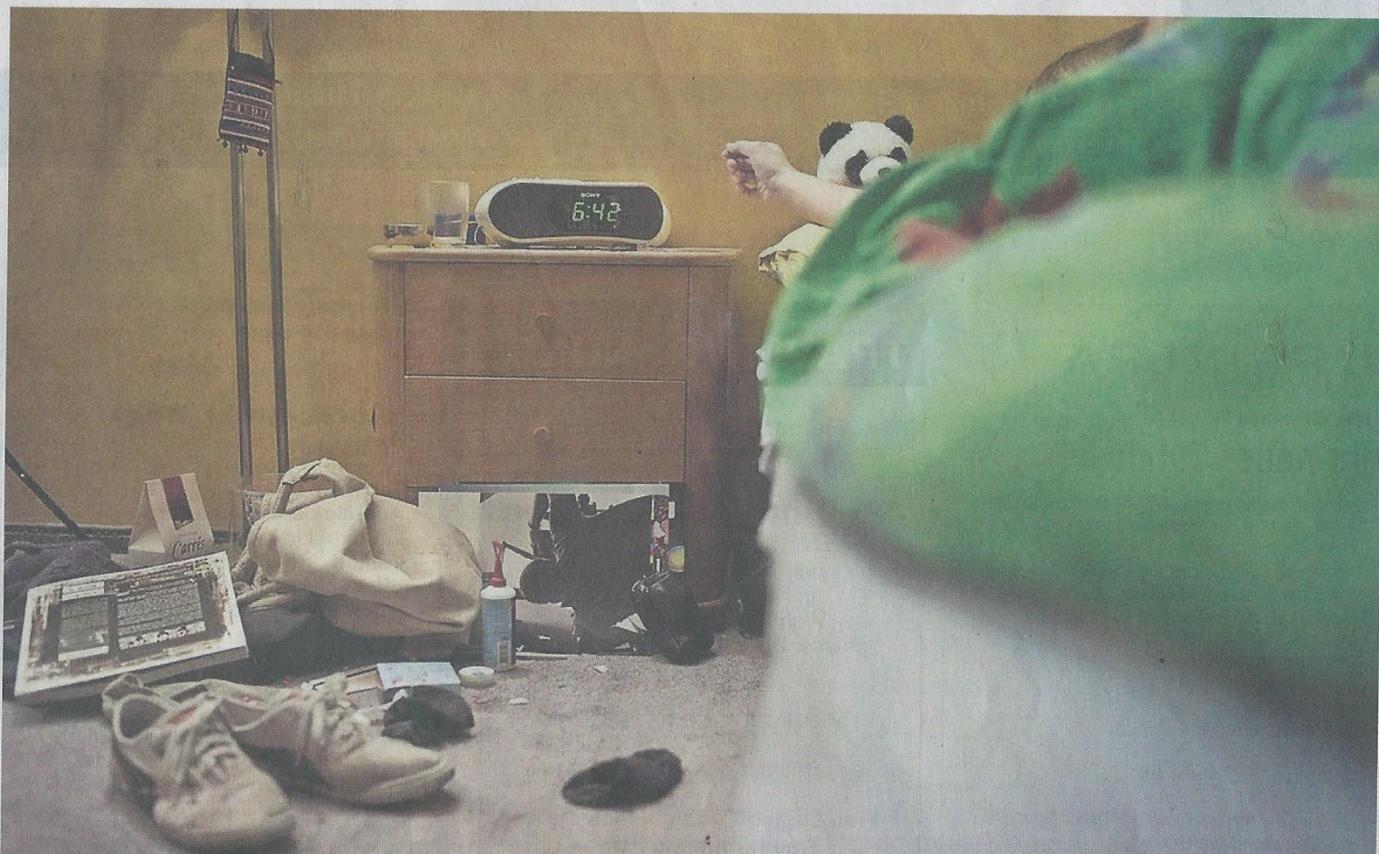
Markus Dütschler

Jugendliche, die in der Stadt Bern die Schule besuchen, fühlen sich grossmehrfachlich gesundheitlich gut bis sehr gut: so das erfreuliche Fazit im ersten Jugendgesundheitsbericht der Stadt Bern, den Bildungsdirektorin Franziska Teuscher (GB) gestern den Medien vorgestellt hat. Und doch ist nicht alles in Butter. Viele Jugendliche haben ein Schlafdefizit. Das überrascht nicht wirklich. In der Fachwelt zirkulieren seit längerem Studien, welche die reduzierte Aufnahmefähigkeit von unausgeschlafenen Jugendlichen thematisieren - und einen späteren Schulbeginn empfehlen.

Schon in den 1940er-Jahren sei das Thema Schlafmanko in Jahresberichten von Schulbehörden aufgetaucht, sagte Gemeinderätin Teuscher gestern an der Präsentation des Berichts. Ihre Direktion wolle die Schulen sensibilisieren und habe die Schulleitungen angefragt, ob und wie der Morgen von Lektionen entlastet werden könne, so Teuscher.

Munzinger: Frühstunde gestrichen

Bereits behandelt hat die Schulleitung des Oberstufenschulhauses Munzinger: Der Unterricht beginnt erst um halb neun Uhr, die Schule ist aber bereits um 8 Uhr geöffnet. Wenn das Schlafmanko



„Das Kind lernt neue Inhalte, indem es rasch Synapsen und damit innere Struktur ausbildet; der Erwachsene hingegen lernt, indem er bereits vorhandene Inhalte neu verknüpft, also auf Strukturen zurückgreift. (...) Im Kind entsteht Struktur; der Erwachsene nutzt Struktur und modifiziert sie dadurch.“

Spitzer; Medizin für die Bildung. (2010) Spektrum S. 119

Modellvorstellung für den Unterschied zwischen kindlichem Lernen und Erwachsenenlernen:

Kindliches Lernen: **Strukturen aufbauen, stabilisieren, schneller machen, optimieren (Pruning). Hohe Plastizität. Kristalline und fluide Intelligenz entwickeln.**

Erwachsenenlernen: **Strukturen ergänzen, reorganisieren erweitern, verbinden; reflektieren; Lernstrategien anwenden. Kristalline Intelligenz steigern. Fluide Intelligenz kaum noch entwickelbar.**

Use it or lose it

Lernen heisst selbst tun:

**Das Netzwerk baut sich fortlaufend auf und um,
wenn es denn genutzt wird**

Vgl. Lutz Jäncke: «Bund» 27. März 2017 S. 31

3. Heterogenität. Menschen sind Unikate

**Jedes Gehirn ist ein Unikat. Jeder Mensch ist ein Unikat.
Je mehr der Mensch lernt, desto grösser wird seine
Einzigartigkeit.**

Gruppen von Menschen sind nie homogen. Sobald zwei Menschen zusammen kommen, haben wir eine heterogene Gruppe.

Heterogenität ist natürlich.

Heterogenität lässt sich durch Selektion nicht vermeiden.

**«Es gibt nichts Ungleicheres als die gleiche
Behandlung von ungleichen Menschen»**

Thomas Jefferson

(vgl. auch: Stern/Neubauer: Intelligenz, München 2013, 9)

4. Begabung, Intelligenz, Kompetenz

«**Begabung**» und «**Intelligenz**» sind *Konstrukte*.

«Unglücklicherweise herrscht in der Wissenschaft, wenn über Begabung und Hochbegabung gesprochen wird, ein nahezu babylonisches Sprachgewirr.»

(Albert Ziegler 2008, s.14)

4.1 Begabung

«Begabung» umschreibt einen lebenslangen individuellen Lern-Prozess. «Begabung» ist keine Konstante. «Dynamischer Begabungsbegriff».

«Begabung» umschreibt die individuelle Lernfähigkeit auf der Basis individueller Potenziale.

4.2 Intelligenz

Intelligenz ist das messbare Produkt des individuellen Lernens eines Menschen auf der Basis seiner Potenziale (Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten, Verhalten) im Vergleich mit Gleichaltrigen aus der gleichen Kultur.

Intelligenz ist eine Folge von Begabung. Begabung ist Voraussetzung für Intelligenz.

Intelligenz ist angewandte, realisierte Begabung

«Lernen macht intelligent» !

Buchtitel Neubauer/Stern: Lernen macht intelligent. DVA München (2007)

**Kein Kind wird begabt oder gar hochbegabt
und schon gar nicht intelligent geboren.**

**Kinder werden mit verschiedenen *Potenzialen*
geboren.**

«Auch bei der Intelligenzentwicklung ist Chancengleichheit nicht als simple Angleichung der Umwelt zu verstehen. Jedes Kind ist unterschiedlich; das eine ist eigensinnig und leicht ablenkbar, das andere angepasst und lernwillig. Nicht jeder Schüler kommt mit demselben Lehrer gleich gut zurecht. Lehrmethoden und Schulformen wirken auf jeden Schüler anders – und dasselbe gilt für weitere Umweltbedingungen, die auf irgendeine (uns möglicherweise gar nicht bekannte) Weise Einfluss auf die messbaren oder nicht-messbaren Aspekte dessen haben, was wir gemeinhin unter Intelligenz verstehen.»

Fischbach/Niggeschmidt: Erbllichkeit der Intelligenz. Eine Klarstellung aus biologischer Sicht. Springer VS (2016) S. 30

4.3 Kompetenz

«Unter dem Begriff der *Kompetenz* kann in einem ganzheitlichen Sinne die Fähig- oder Fertigkeit verstanden werden, komplexe Anforderungen und Aufgaben in einem konkreten Kontext erfolgreich zu bewältigen, indem man *Ressourcen* mobilisiert.»

«*Ressourcen*» = Wissen, Techniken und Verfahrensweisen (lesen, schreiben, Informationsbeschaffung), Denk- und Problemlöse-Strategien, Empathie, Kommunikationsfähigkeit, Infrastruktur, persönliches Netzwerk....

Criblez, Oelkers, Reusser, Berner, Halbheer, Huber (2009) 35

«Über eine Kompetenz verfügt ein Schüler oder eine Schülerin dann, wenn er oder sie:

- **Zur Bewältigung einer Situation vorhandene Fähigkeiten nutzt;**
- **dabei auf vorhandenes Wissen zugreift und sich benötigtes Wissen verschafft;**
- **die zentralen Zusammenhänge eines Lerngebietes oder eine Fachbereiches verstanden hat;**
- **angemessene Lösungswege wählt;**
- **bei seinen oder ihren Handlungen auf verfügbare Fertigkeiten zurückgreift;**
- **seine oder ihre gesammelten Erfahrungen in seine oder ihre Handlungen mit einbezieht.»**

Criblez, Oelkers, Reusser et al. (2009) 35/36

Üben, üben, üben...

«Die Strasse zum Erfolg besteht aus einem jahrelangen, zielstrebigen Üben...»

**Heiner Gembris (Hg) Begabungsförderung und Begabungsforschung in der Musik.
IBFM Lit Berlin (2010) S.54**

«... können sich weniger intelligente Menschen bei entsprechenden Übungsmöglichkeiten in ein Inhaltsgebiet so einarbeiten, dass sie imstande sind, die gleichen Leistungen zu erbringen wie intelligentere Personen»

Neubauer/Stern 2004, 175

«So wurde noch nie eine spätere Nobelpreisträgerin/ein späterer Nobelpreisträger in Hochbegabtenstudien identifiziert, doch einige als ungenügend begabt zurückgewiesen.»

Albert Ziegler (2010)

«Wenn Sie sich die Personen anschauen, die in den letzten 50 Jahren etwas Bedeutendes zustande gebracht haben, dann stellen Sie fest, dass keiner von denen ein besonders gutes Abitur gemacht hat.

Aber alle haben sich dadurch ausgezeichnet, dass sie sich ihren Eigensinn, ihre Gestaltungslust und ihre Entdeckerfreude bewahrt haben.»

Gerald Hüther in Eckoldt (2014) S. 63

Motivation

„Ein aktuelles leistungsmotiviertes Handeln findet besonders dann statt, wenn die Tendenz ‚Hoffnung auf Erfolg‘ die Tendenz ‚Furcht vor Misserfolg‘ überwiegt.“

Walter Edelman: Lernpsychologie Beltz 2000 S. 254