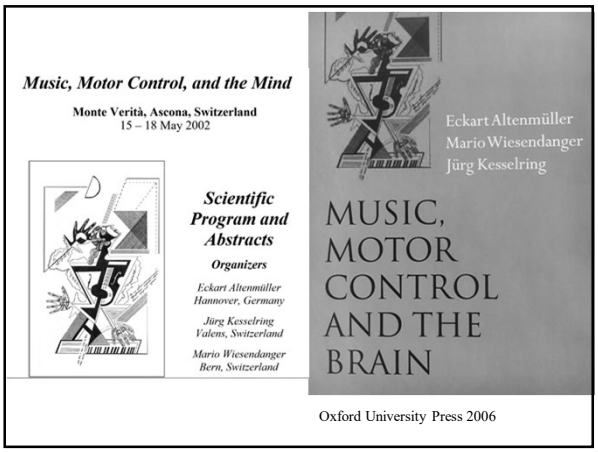
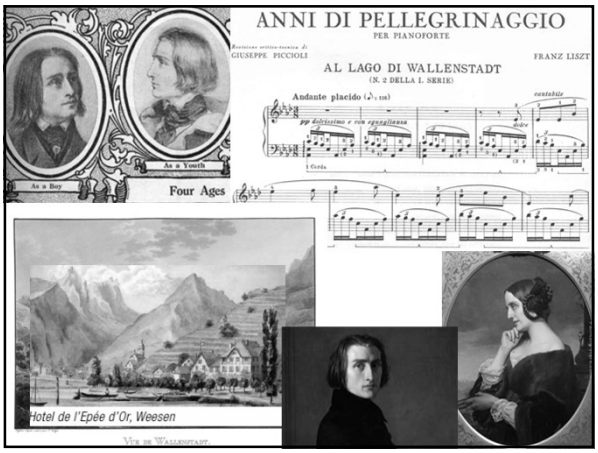
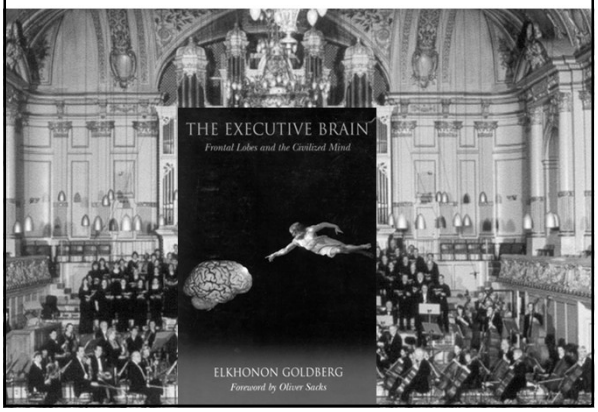

Music, Motor Control, and the Mind
Monte Verità, Ascona, Switzerland
15 – 18 May 2002
Scientific Program and Abstracts
Organizers
Eckart Altenmüller
Hannover, Germany
Jürg Kesselring
Valens, Switzerland
Mario Wiesendanger
Bern, Switzerland
Eckart Altenmüller
Mario Wiesendanger
Jürg Kesselring
MUSIC, MOTOR CONTROL AND THE BRAIN
Oxford University Press 2006


ANNI DI PELLEGRINAGGIO
PER PIANOFORTE
GIUSEPPE PICCIOLI
FRANZ LISZT
AL LAGO DI WALLENSTADT
Andante placido
As a Boy
As a Youth
Four Ages
Hotel de l'Epée d'Or, Weesen

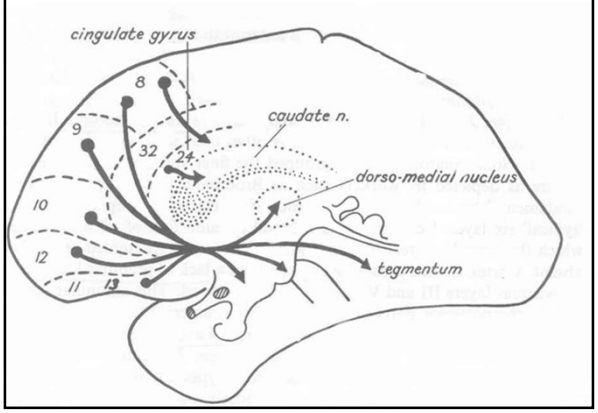
Die Kunst des Liebens
Wer nichts weiß, liebt nichts
Wer nichts tun kann, versteht
Wer nichts versteht, ist nichts
Aber wer versteht, der liebt,
und sieht auch...
Wer meint, alle Früchte würde
gleichzeitig mit den Erdbe
versteht nichts von den Tr
Paracelsus 1493-1541
Die beste Arznei
für den Menschen
ist der Mensch.
Der höchste Grund
dieser Arznei ist
die Liebe
Streiflicht
HORIZONTE
Die Kunst des Übens – Lektionen aus der Neurologie zu Musik und Sprache*
Paracelsus
ARZT IM ALTEN BAD PFÄFERS 1535

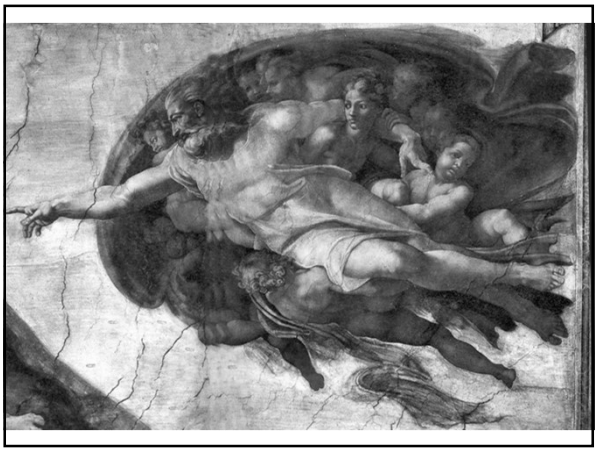
Die Kunst des…
Selbstdisziplin
Konzentration
Geduld
Wichtignehmen der Kunst
Gespür für sich selbst
laden ein...

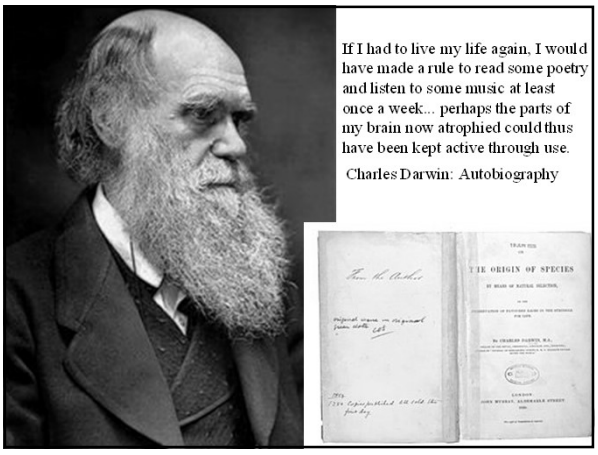
Das Gehirn als Orchester



Frontal cortex: direkt verbunden mit allen funktionalen Einheiten des Gehirns







If I had to live my life again, I would have made a rule to read some poetry and listen to some music at least once a week... perhaps the parts of my brain now atrophied could thus have been kept active through use.

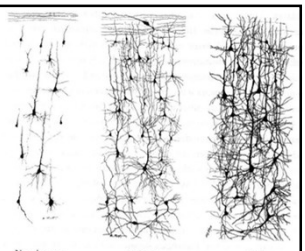
Charles Darwin: Autobiography

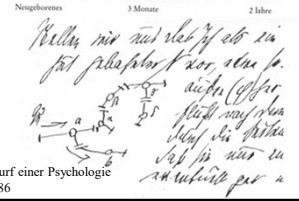
Без труда не вытащишь и рыбку из пруда

Ohne Aufwand bekommst Du kein Fischlein aus dem Teich

Das Gehirn als Netzwerk

- Bildung der Nervenzellen (Neurogenese) (während der Schwangerschaft: 250'000/Min, ca.4'300/Sek)
- Bildung der Verbindungen (Synaptogenese) (während der Schwangerschaft **und** in der Entwicklung bis ins hohe Alter)
  - natürliche Auslese in der Verschaltung: Beseitigung bei Nicht-Gebrauch.
  - Überproduktion zwingt zu „Wettbewerb".
  - Verbindungen werden stabilisiert, wenn sie aktiv sind („What fires together wires together")
  - 10^{14} (10^3/Neuron)=> Zähle 1/sec während 30 Mio Jahren…
- Bildung der Markscheiden (Myelin, Gliogenese)





S. Freud: Entwurf einer Psychologie
Manuskript 1886

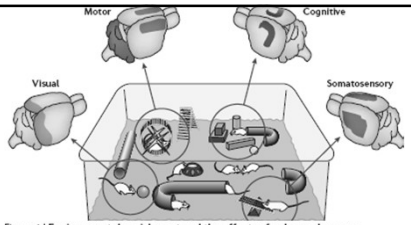


Figure 1 | **Environmental enrichment and the effects of enhanced sensory, cognitive and motor stimulation on different brain areas.** Enrichment can promote

- „Stimulation aus der Umwelt (Neural consequences of environmental enrichment) führt zu plastischen Veränderungen im Erwachsenengehirn: Dendriten-Verzweigungen, Synaptogenese, Gliogenese, Wachstumsfaktoren, Neurotransmitter, Neurogenese, verbessertes Lernen, verminderte Apoptose..."
- Willküraktivität ist der gemeinsame Nenner aller neuraler Veränderungen als Folge der Auseinandersetzung mit einer herausfordernden Umwelt"

Van Praag H, Kempermann, Gage FH: Nat Rev Neurosci 2000; 1: 191 – 198; und 2006; 7: 697 – 709

HORIZONTE Streiflicht 229

Wider Angst und Resignation – im Kopf liegen alle Heilmittel bereit

Jürg Kesselring
Prof. Dr. med., Mitglied FMH

Gerd Kempermann

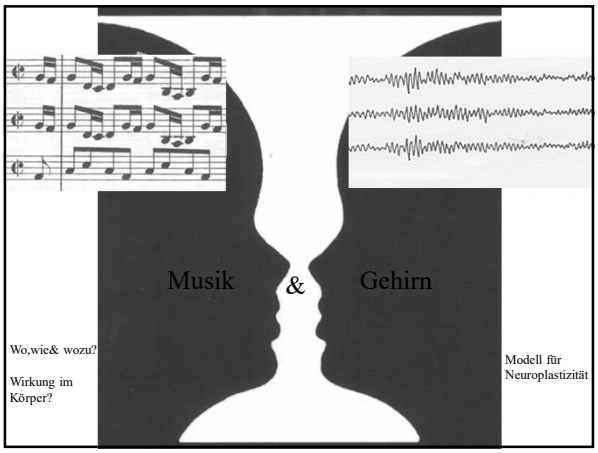
Die Revolution im Kopf
Wie neue Nervenzellen unser Gehirn ein Leben lang jung halten
320 Seiten, 24.70 CHF.
ISBN 978-3-426-27707-2
München: Droemer Verlag, 2016

In Zeiten, da höchste staatliche Autoritäten – die erklärtermassen nicht lesen – verkünden, dass man keine Fakten brauche, weil man die Wahrheit ja kenne, tut es besonders gut, ein Buch zu lesen, das solchen Behauptungen Substantielles entgegen zu halten vermag.

Wenn wir aktiv die Welt entdecken und in ihr handeln, wenn wir uns auf Neues einlassen, kurz: wenn wir lernen, dann zieht auch unser erwachsenes Gehirn dafür an entscheidender, strategischer Stelle neue Nervenzellen hinzu, die es bedarfsgerecht bereitstellt

und Erfahrungen. Dies führt dazu, dass jede und jeder von uns ein ureigenes, persönliches, individuelles Gehirn entwickelt. Es bleibe dahingestellt, ob dieses der Sitz oder einfach eine Bedingung sei für unsere erinnerte Autobiographie, für unsere Urteile und Vorhersagen, unsere Bildung und unsere emotionalen Wertungen, d.h. für unser Bewusstsein und unsere individuelle Persönlichkeit in der Wechselwirkung mit der natürlichen und sozialen Umwelt.

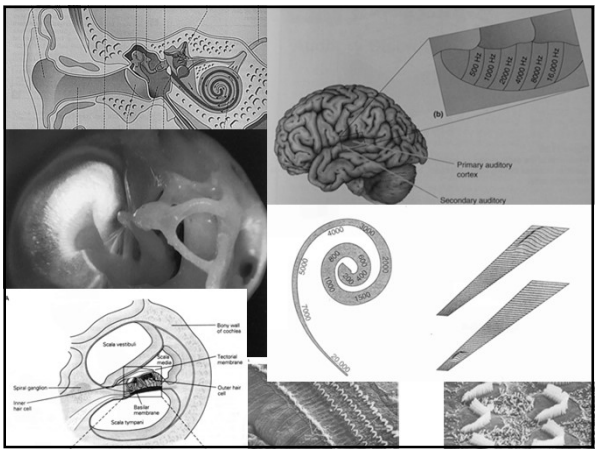
Diese adulten Neurogenese wurde und wird an verschiedensten biologischen Systemen untersucht, zum Beispiel an Kanarienvögeln, welche neue Lieder für ihren Brauttanz lernen und dabei neue Nervenzellen bilden (nach der Balz allerdings wieder vergessen) oder an Ratten und Mäusen in raffinierten Versuchsanordnungen. Dabei hat es sich seit Kempermanns eigenen bahnbrechenden Untersuchungen im anregenden Labor von Fred Gage am Salk Institut in La Jolla an der amerikanischen Westküste bewährt, die Tiere in einer reichhaltigen Umgebung sich entwickeln und handeln zu lassen und dann das Gehirn zu untersuchen. Denn dieses sieht strukturell völlig anders aus als dasjenige von (auch genetisch identischen) Tieren, die in einer



Wo,wie& wozu?

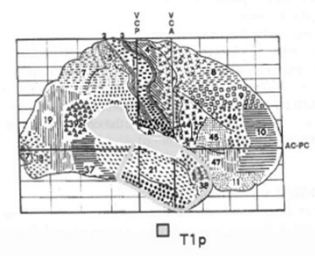
Wirkung im Körper?

Modell für Neuroplastizität

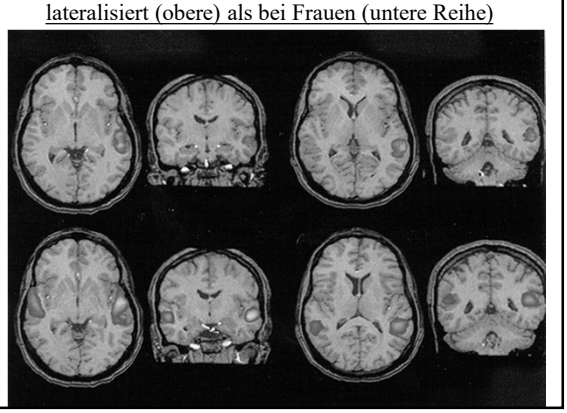


Musik & Gehirn: Dominanz

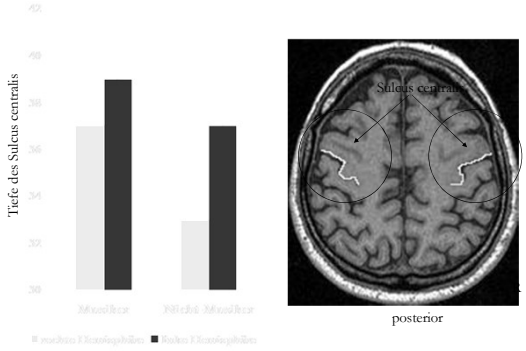
- Melodie: obere Schläfenwindungen rechts
- Musik ausüben: Sprachareal (links) besetzt
- Naïve Hörer nehmen Melodien als *Gestalt* wahr
- Musiklisch versierte Hörerinnen gehen auf Beziehungen zwischen musikalischen Elementen zu



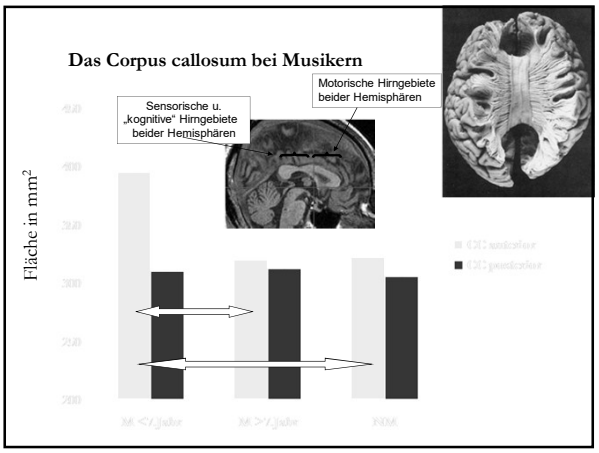
fMRI: Musikhören ist bei Männern stärker lateralisiert (obere) als bei Frauen (untere Reihe)



Erweiterung des Handareals bei Musikern *vs.* Nicht-Musikern

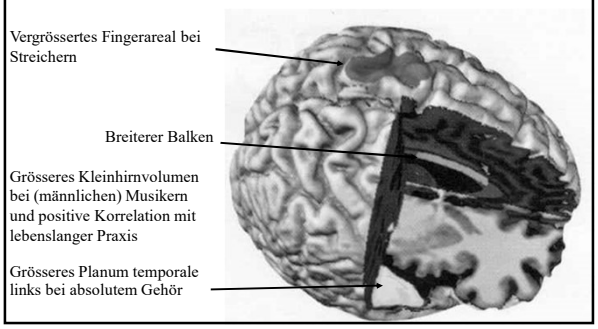


Das Corpus callosum bei Musikern



Strukturelle Veränderungen im Musikergehirn: Anpassung durch Training an motorische und kognitive funktionelle Anforderungen

- Verminderte gegenseitige Hemmung der Hemisphären bei Musikern



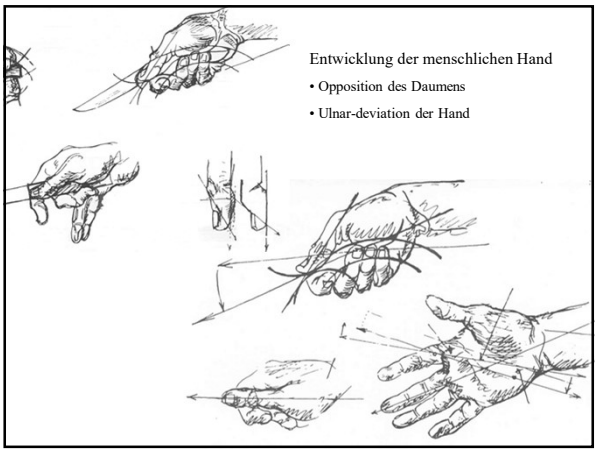
Linkshändigkeit bei Musikern

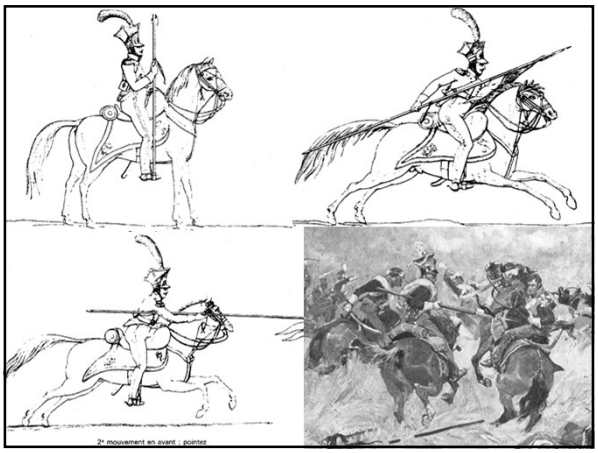
- Männer: 12.2% Musiker *vs.* 8.5% Kontrollen
- Frauen: 11.8% Musikerinnen *vs.* 7.3% Kontrollen

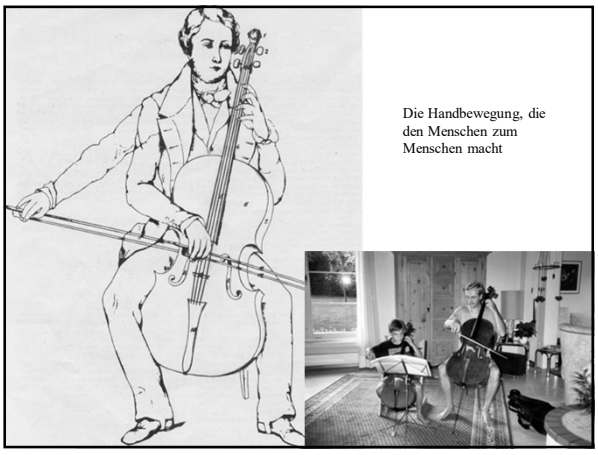
- Berühmte linkshändige Musiker
  - Carl Philipp Emanuel Bach, Ludwig van Beethoven, Benjamin Britten, Wolfgang Amadeus Mozart, Sergei Prokofiev, Robert Schumann, Sergei Rachmaninov, Maurice Ravel ?
  - Niccolò Paganini, Pablo Casals, Enrico Caruso, Glenn Gould
  - Natalie Cole, Kurt Cobain (Nirvana), Phil Collins (Genesis), Bob Dylan, Errol Garner, Judy Garland, Jimi Hendrix, Paul McCartney (the Beatles), George Michael (Wham!), Cole Porter, Paul Simon (Simon & Garfunkel), Paul Williams

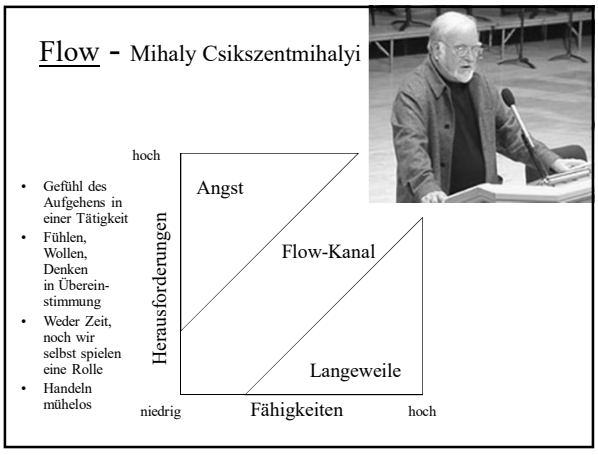
Werkzeuggebrauch

Hand von *australopithecus afarensis* (Lucy)


Entwicklung der menschlichen Hand
• Opposition des Daumens
• Ulnar-deviation der Hand


2e mouvement en avant : pointez


Die Handbewegung, die den Menschen zum Menschen macht


Flow - Mihaly Csikszentmihalyi
• Gefühl des Aufgehens in einer Tätigkeit
• Fühlen, Wollen, Denken in Übereinstimmung
• Weder Zeit, noch wir selbst spielen eine Rolle
• Handeln mühelos
hoch
Angst
Herausforderungen
Flow-Kanal
Langeweile
niedrig
Fähigkeiten
hoch

Wege zum Flow

1. **Aufgabe zum Spiel machen**
- Festsetzen von Regeln, Zielen, Herausforderungen, die zu überwinden sind, Preise

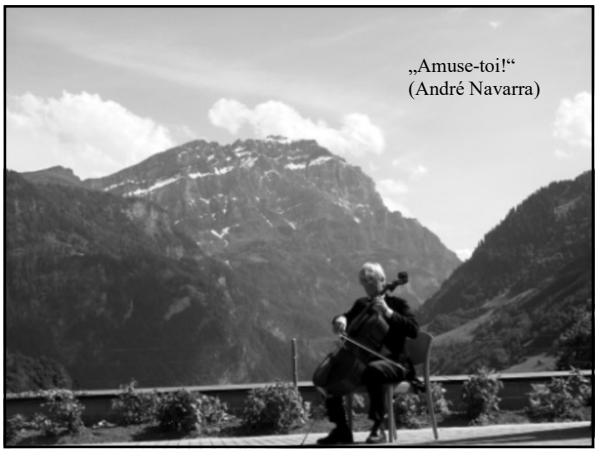
2. **Klare Ziele**
- Während des Spiels Gedanken an übergeordnete (spirituelle, soziale, intellektuelle) Absichten und Ziele als Antrieb

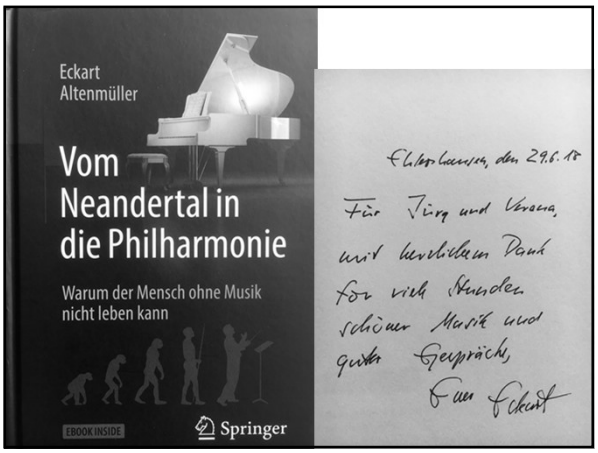
3. **Focus**
- Befreiung von Ablenkung (innen und aussen), Konzentration

4. Sich dem Prozess Anvertrauen
- Zulassen

5. **Freude (Ekstase)**
- Folgt natürlicherweise, plötzlich, als Überraschung bei Erfüllung der ersten 4 Punkte

6. **Höchste Produktivität**
- Eröffnung grosser Reservoirs von Ressourcen, Kreativität, Energie





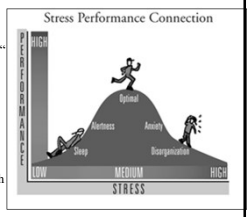
Üben fordert/fördert/formt das Gehirn

- Aktivierung SMA mit zunehmender Komplexität zuvor gelernter Fingerbewegungen
  - Roland PE et al Supplementary motor area and other cortical areas in the organization of voluntary movements in man J Neurophysiol 1980; 43: 118 – 136
- Vergrösserung der Repräsentation in primär motorischer Area, Basalganglien und Kleinhirn
  - Karni A et al Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during motor skill learning Nature 1995; 377: 155 – 158
- => Förderung der Verknüpfung von Synapsen
- Übertragung erlernter Bewegungsmuster («Bewegungsideen»)
  - Rintijes et al A blueprint for movement: functional and anatomical representation in the human motor system J Neurosci 1999; 19: 8043 - 8048

Üben

vermischte, variantenreiche, optimale Lernkurve, Über-üben

- Musik spielt man (Entdeckerlaune erhalten)
- Üben wird durch Üben erlernt
- Erst ein Ziel setzen („Üben mit rotierender Aufmerksamkeit“ Gerhard Mantel 1999
- bei Anzeichen von Ermüdung nicht mehr weiter üben (45 min Übe-einheit)
- Pausen und Schlafen
- Hören von Musik und Beobachten von Musikern
- Mentales Üben spart Zeit
- Zeitnahes Üben für unterschiedlicher Werke (wahrscheinlich langfristig effizienter)
- langsame und schnelle Ausführungen musikalischer Bewegungen beruht auf unterschiedlichen senso-motorischen Programmen
- Üben mit Freude führt zu besseren Ergebnissen (limbisches System, Dopamin, motivationale Faktoren)



Altenmüller E, Jabusch HC: Zur Himphysiologie des Übens: Ein Update Musikphysiologie und Musikermedizin 2016; 23 (2): 51 - 65

Warum Musik?

1) Einfluss auf Emotionen und Gefühle
   Natürliche Reaktion auf Musik: körperliche Bewegung (z.B. Kinder, Griechische Chöre)
2) Zusammengehörigkeitsgefühl und Einheitserlebnis in der Gruppe
   Orchester, Kammermusikensembles, Chor; Gruppenaktivität in Gemeinschaftszeremonien
3) Stimulieren von Emotionen
4) *Μουσικη :* Gleiches Wort für Musik und Poesie, Wagner versuchte erneut die Verbindung im Gesamtkunstwerk
5) Musik als starkes Antidepressivum (e.g. Händels Rodelinda: „Are thou troubled? Music will calm thee“)

Anthony Storr: The enigma of music J Roy Soc Med 1999; 92: 28 – 34

Adaptiver Wert von Musik?

- Musik: verstärkt Gruppenkohärenz, Identitätsgefühl und gemeinsame Interessen, „sozialer Kitt“
- Prosodie der Sprache (Tonhöhe, Rhythmus, timbre) zeigt emotionale Zustände und Absichten an, erlaubt individuelle Identifikation (unabhängig von Wortbedeutung)
- „Babysprache“: universell, besonders in emotionalen Interaktionen

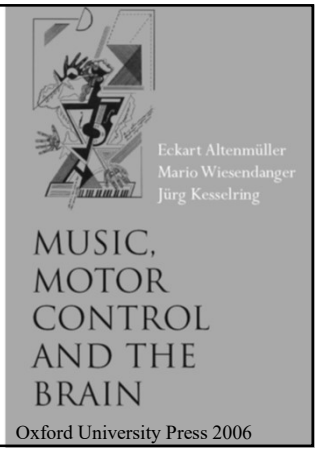
- Musik und Emotionen
  - Musik als starkes Antidepressivum
  - Schauder (shivers): unerwartete Veränderungen der Tonart, Harmonie, Tongeflecht
  - Tränen: Wiederholung melodischer Themen eine Stufe höher oder tiefer (appogiattura: “tantalizing delay in resolution“) z.B.„Yesterday“

Physiologische Wirkungen der Musik

- Körper
  - Blutdruck, Hautwiderstand, Körpertemperatur, Atemfrequenz, Testosteronspiegel ⇓, Kortisolspiegel ⇓, Freisetzung von Oxytocin (social bonding)
    Lewis PA: Musical minds Trends Cogn Sci 2002; 6: 364 - 366
- Psyche
  - Tränen, Kloss im Hals, Schaudern, Heimweh
    Storr A: The enigma of music J Roy Soc Med 1999; 92: 28 - 34
- MRI
  - Erhöhte Aktivität im „Belohnungssystem“ (Dopamin im ncl accumbens, Opioide im zentralen Höhlengrau)
    Blood A, Zatorre RJ: Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. Proc Natl Acad Sci 2001; 98: 11818 - 11823

Lampenfieber

„...mein Herz schlägt bis zum Hals, ich kann kaum atmen, meine Knie schlottern, meine Hände sind feucht, ich kann nicht klar denken, bin desorientiert, ich fühle mich hilflos und verlassen. Alle werden mich auslachen, werden mich hassen, sogar mich töten – und sie haben recht... Jetzt ist es klar, dass ich mich vollkommen überschätzt habe. Welche Schande...!“

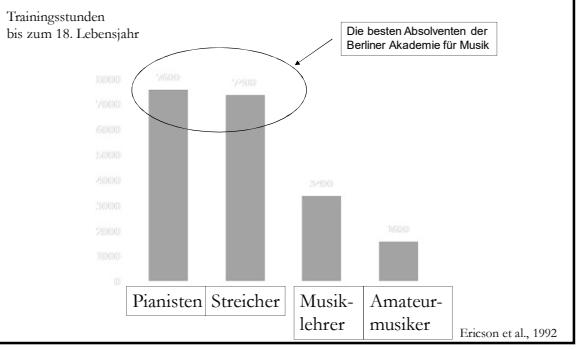


Lampenfieber: Reaktionen

- Körper: Herzklopfen, Schwitzen, Rötung, Zittern, unregelmässiger Atem, Engegefühl, Verdauungsstörungen etc
- Kognitiv: Konzentrations- und Gedächtnis-probleme, kreisendes Denken („Katastrophe“)
- Emotional: Gespannt, reizbar, deprimiert, ängstlich, hilflos, hoffnungslos, panisch, Kontrollverlust
- Verhalten: Schlaflosigkeit, Inappetenz, Vermeidung, hektisch oder gelähmt, schwatzhaft oder stumm, erschöpft

Schweizerische Multiple Sklerose Gesellschaft Benefizkonzert Anne-Sophie Mutter im KKL Luzern

Einfluss des Trainings auf Spielleistung



Wiederholung motorischer Muster bis zur Meisterschaft

Zigarrendrehen	Junge Frauen	3 Mio Zigarren	Crossman
Handsticken	Frauen	1.5 Mio Stiche	20 Pullover à 75‘000 Stiche/Pullover
Teppichknüpfen	Kinder	1.4 Mio Knöpfe	35 m^2 à 40‘000 Knöpfe/ m^2
Violinspielen	3-jährige Kinder	2.5 Mio Noten	6Std x 6Tage x 50 Wochen x 3 Jahre = 5400 Std (Suzuki)
Perlen aufziehen	Frauen	1.5 – 3 Mio Perlen	Leistungsnachweis, Mikimoto pearl industries
Basketball spielen	Athleten	1 Mio Korbwürfe	Schätzungen
Baseball throwing	Pitcher	1.6 million throws	3/min x 180 min x 300 days x 10 yrs

Situationen, die dem Lernen hinderlich sind (erhöhen Muskelspannung)

- Verwirrende Informationen über verschiedene Wahrnehmungskanäle
- Zeitnot
- Schreck, Angst
- Schmerz
- Emotionelle Instabilität
- Volle Blase, leerer Magen
- neue motorische Aktivität
- Überforderung
- Erschöpfung
- Gleichgewichtsverlust
- Sensibilitätsstörung