

Donnerstagsfortbildungen 2019 Klinik Zugersee

Apollos Gabe: Wirkungen von Musik auf Körper und Seele

Eckart Altenmüller

Institut für Musikphysiologie und Musiker-Medizin
(IMMM)

Hochschule für Musik, Theater und Medien, Hannover

eckart.altenmueller@hmtm-hannover.de
www.immm.hmtm-hannover.de



Musik ist universell in Zeit.....



San-Junge, Kalahari, 2010

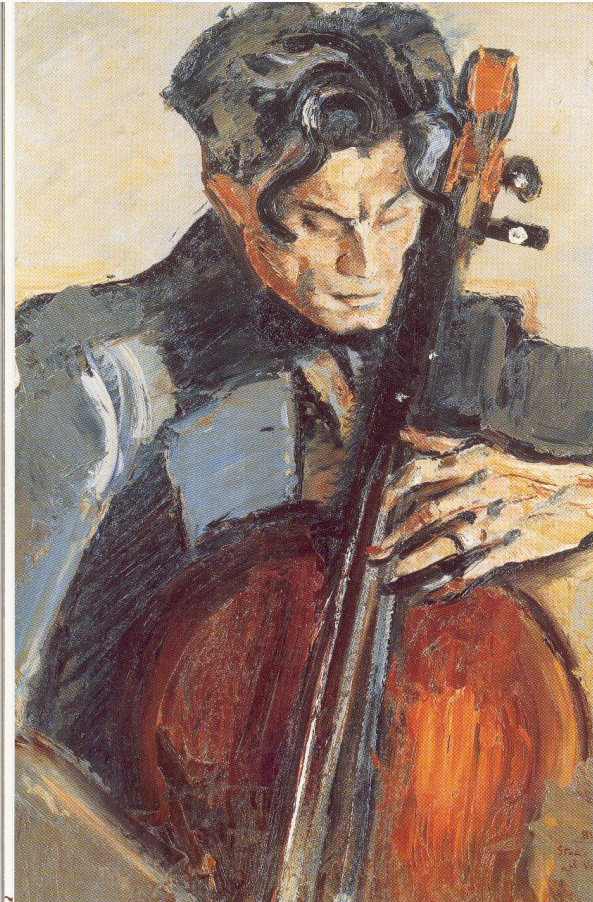
Lenssen-Erz 2010



Schamane, Caverne du Volp

Ca. 16.000 vor Christi Geburt

....und Raum



Der Cellist M. Crepax
Anselmo Bucci
1887-1955



Chinesischer Er-Hu-Musiker

Musik verbindet uns mit den Menschen...

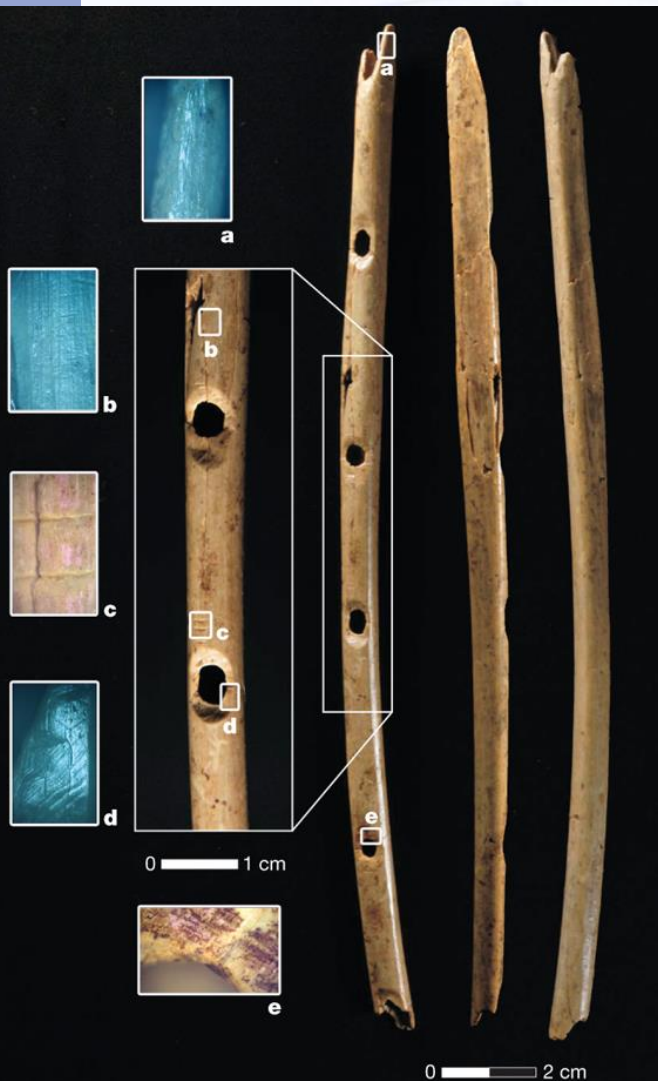


.....und mit der Vergangenheit

Flöten vom „Hohle Fels“

35 000 –
40 000 v.C

Conard et al. Nature,
August 2009

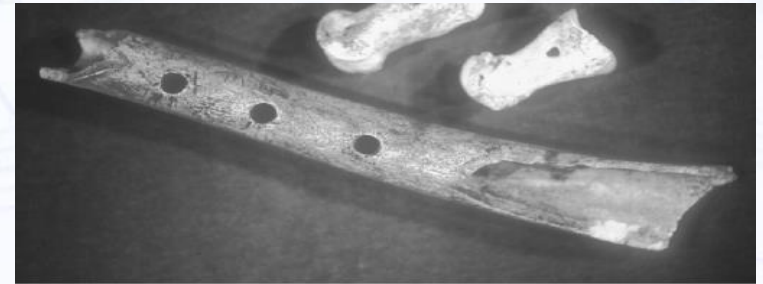


Gliederung

- 1.) Ursprünge und Wirkungen der Musik
- 2.) Hirnphysiologie des Musizierens
- 3.) Musizieren als Neuroplastizitätsmotor
- 4.) Hören und Emotionen
- 5.) Kann Musik krank machen? Musikerdystonie
- 6.) Wozu wir Musik haben

Aufrechter Gang : ~ 3 600 000 v. C.
Erste Werkzeuge : ~ 2 500 000 v. C.
Musikinstrumente: ~ 40 000 v. C.

Die Grubgraben - Flöte,
ca. 18 000 v. C.



Replika von Wulf Hein

Niederösterreich



Der Fundort im Gletschervorland der Donau



Wirkungen und „Funktionen“ von Musik

Kulturelle „Funktionen“ von Musik

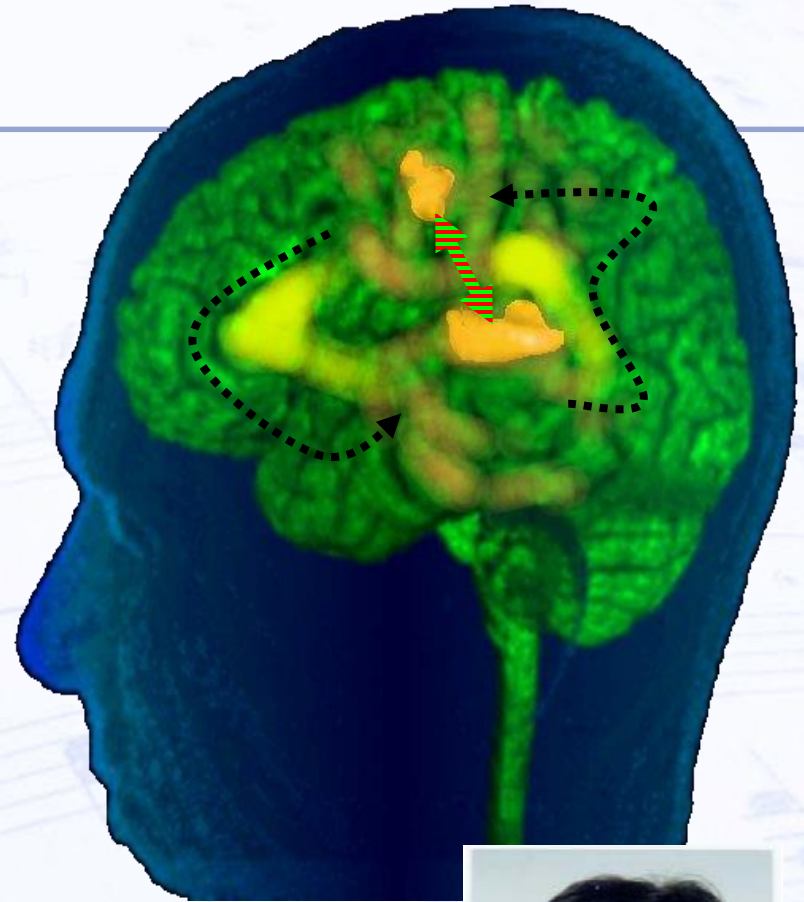
1. Mutter-Kind-Bindung
2. Gruppen-Bindung
3. Verhaltenssynchronisation / Tanz / „Entrainment“
4. Stimmungsmodulation / Mitteilung von Gefühlen / Glücksgefühle
5. Trance / Bewusstseinsveränderung
6. Liebeswerbung / Verborgene Qualitäten
7. Spiritualität - Totenkult

Biologische „Funktionen“ von Musik

8. Hörtraining – Spracherwerb – Emotionale Kompetenz
9. Aufmerksamkeitsmodulation – Spannungsreduktion
10. Neuronale Vernetzung – Anlage multipler Repräsentationen
11. Gedächtnisunterstützung
12. Gesundheitsförderung
13. Heilung

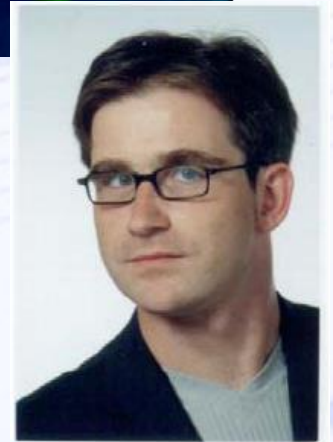
20 Minuten musikalisches Training führt zur

neuronalen Kopplung zwischen
Hörregionen und senso-
Motorischen Regionen



*Bangert und Altenmüller,
BMC-Neuroscience 2003
BMC-Neuroscience 2006*

Marc Bangert



Das musizierende Gehirn: fast Alles ist „aktiv“

Ausführung: einzelne Bewegungen

Primäre motorische Rinde

Somatosensorische

Rückmeldung:

Somatosensorische Rinde

Automatisierte schnelle

Bewegungen:

Basal Ganglien

Visuelle Rückmeldung

Sehrinde

Zeitliche Koordination etc:

Kleinhirn

Emotionen

Limbisches System

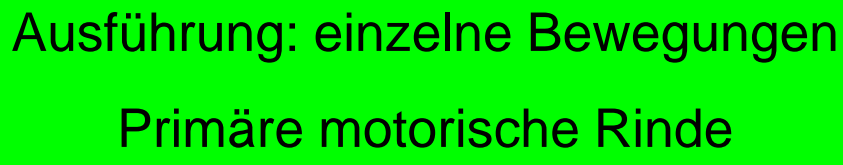
Akustische Rückmeldung:

Hörrinde

Frontalhirn

Entscheidungen,
Lebenskonsequenzen

Komplexe Bewegungs-
programme: SMA



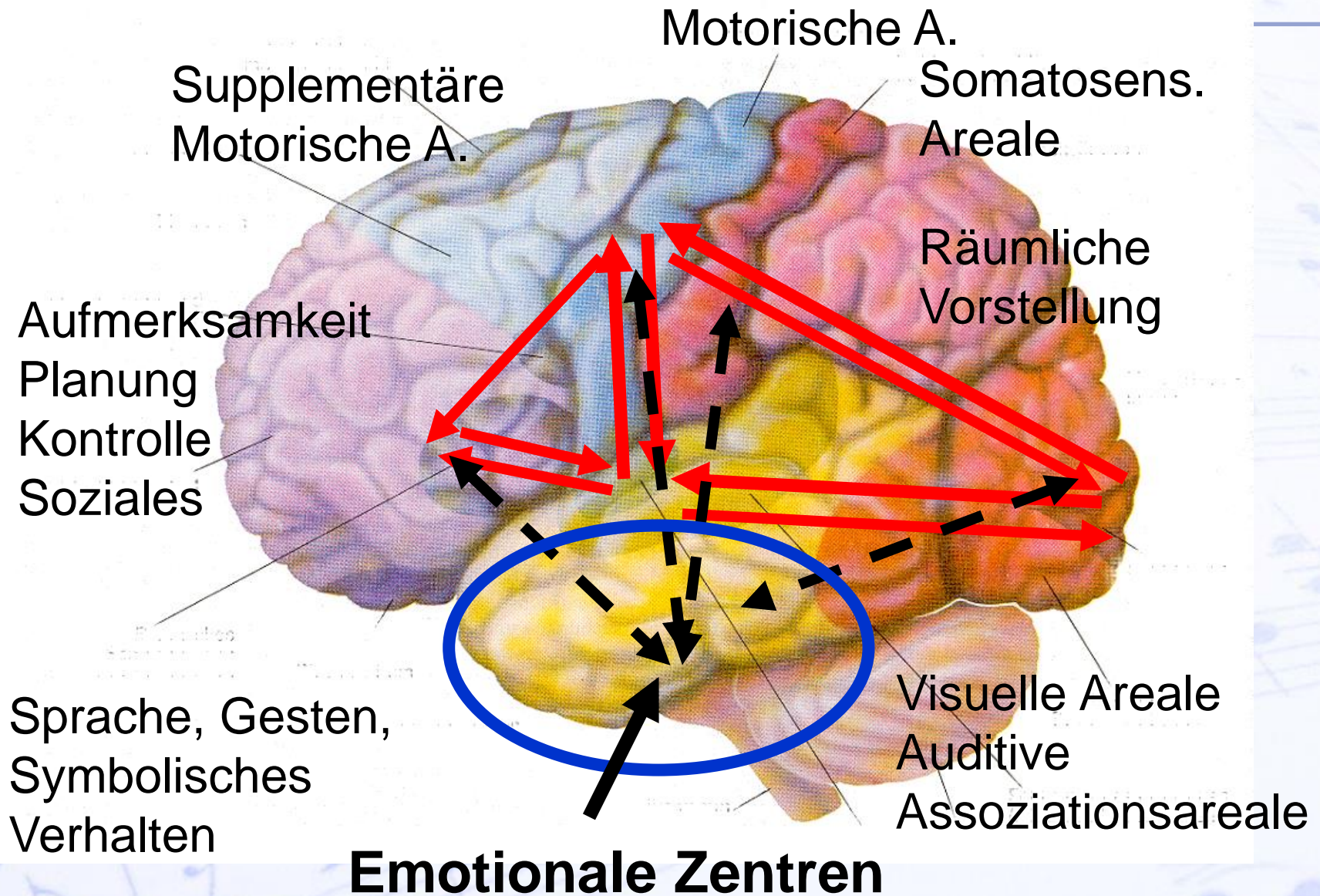
Basal ganglia

Frontal lobe

Cerebral
hemisphere

Midbrain

Musizieren als Vernetzungskunst





Johann Sebastian Bach
1686 - 1750

Sarabande

Aus der Partita für Flöte allein
(1715)

Geometrische Strukturen bei Bach

Barocke Proportionsästhetik

Sarabande



Spiegelung in der Kontur



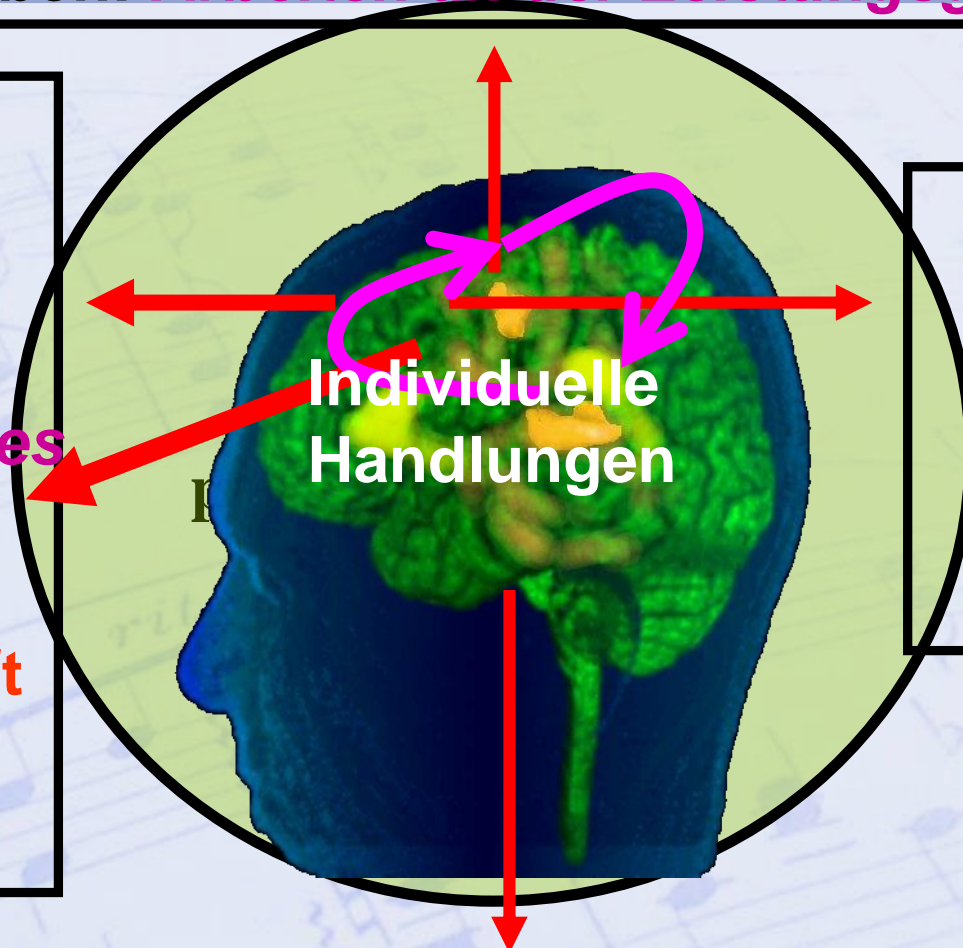
Bewegung: Komplexität, hohe Geschwindigkeit
der motorischen Funktionen ohne Begrenzung
nach oben: *Arbeiten an der Leistungsgrenze*

Gesellschaft:

Vermutete
Erwartungen
der Hörer

*Unrealistisches
Anspruchs-
niveau*

Meine Zukunft



Reproduktion:

Zeitliche und
räumliche
Zwänge,
*definierte
Zielvariablen*

Emotionen: Freude, Hingabe,
Angst vor Fehlern

Bewegungen: Repetitiv, lange, zeitlich-
räumlich präzise, „behaviorales Shaping“,

Gesellschaft:

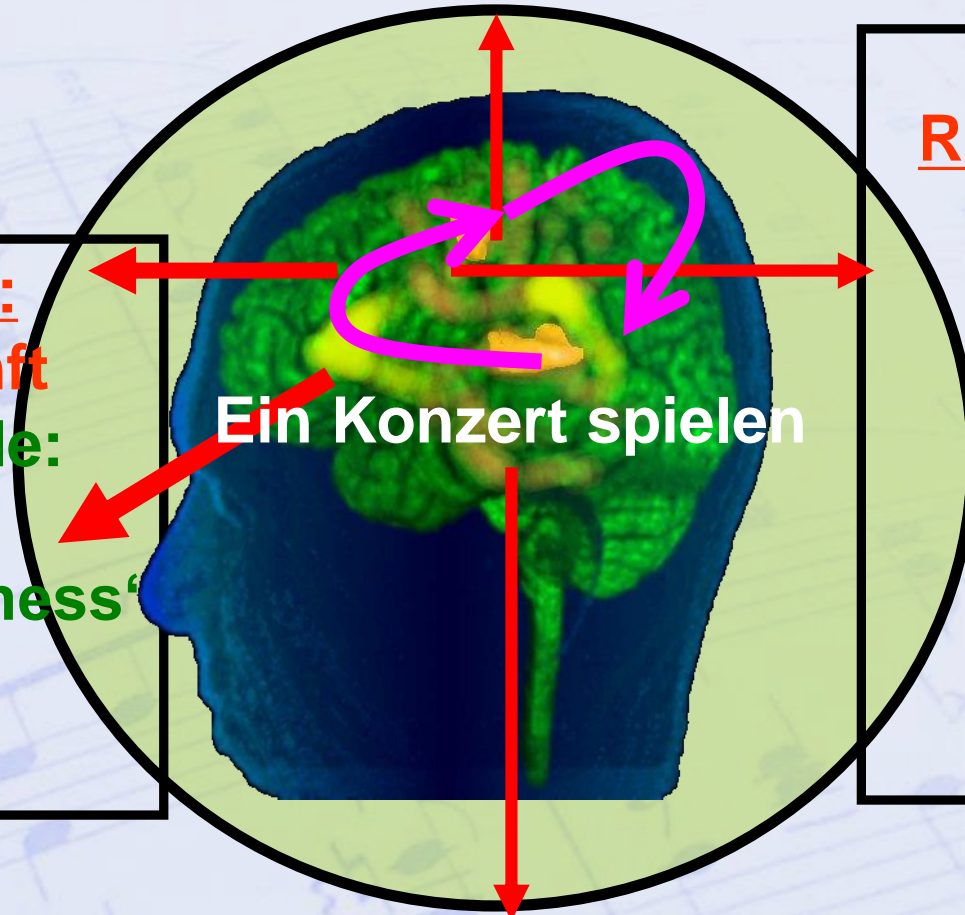
Meine Zukunft

Innerer Friede:

Serotonin

„Connectedness“

Oxytocin



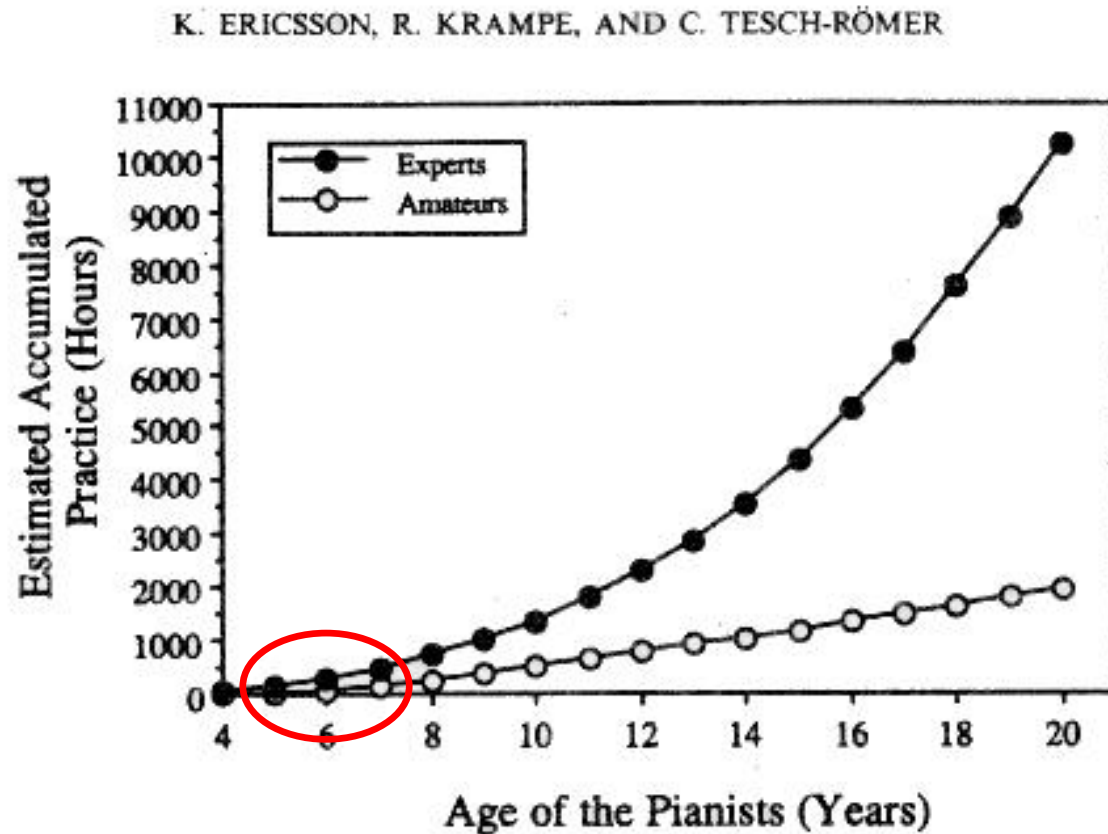
Ein Konzert spielen

Reproduktion:

Arousal:
Adrenalin

Emotionen: Freude: Dopamin, Endorphin,
Angst: Cortisol

Um gut zu spielen, muss man üben: Die 10 Jahre - 10000 Stunden Regel:



Die Hirnphysiologie des Musizierens findet auf vielen Ebenen statt:

Grosshirn

Willkürmotorik
Wahrnehmung, Hören

Gürtelwindung

Bewertung

Basalganglien

Automatisierung

Limbisches System

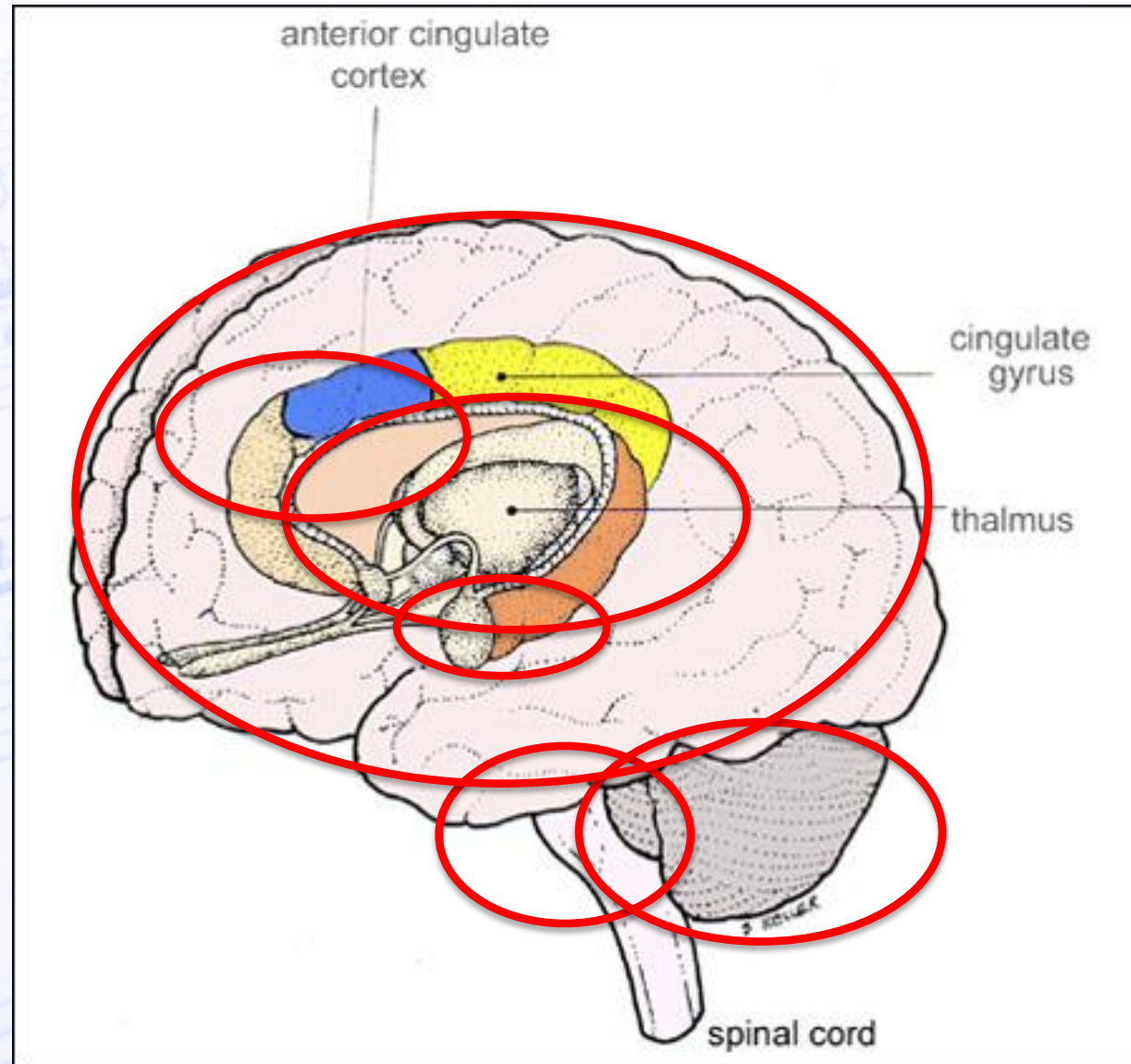
Emotionen

Hirnstamm

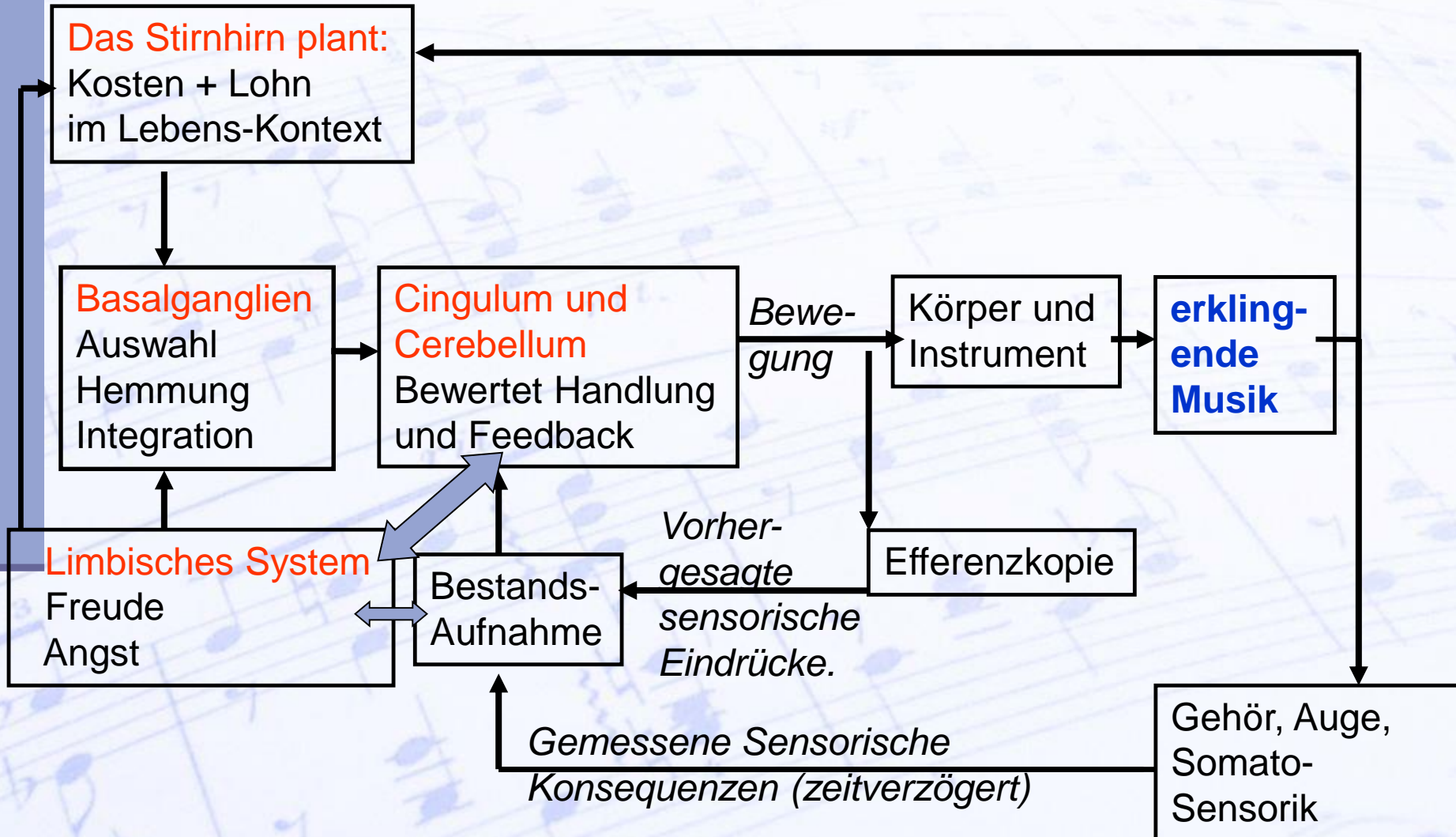
Haltung, Reaktionen,
Atmung

Kleinhirn

Koordination, Timing



Hirnphysiologische Systematik der Musikerkontrolle:



Goldschmied, Flötist, Komponist und Erfinder: Theobald Böhm (1794-1871)



Theobald Böhm, Etüde, Op. 37 Nr. 6 (1843)

6 **R**espéter scrupuleusement les articulations et veiller à la liaison parfaite des grands intervalles

Notice the articulations carefully, and see that the slurring of the larger intervals is perfect.

Man führe die Artikulationen mit grösster Genauigkeit aus und achte darauf, dass die grossen Intervalle vollkommen gebunden gespielt werden.

sehr rubato
Allegro vivace ♩ = 120

The musical score consists of three staves of music. The first staff begins with a treble clef, a key signature of one flat (F major), and a 2/4 time signature. The tempo is marked 'Allegro vivace' with a quarter note equal to 120 beats per minute. The first measure is marked 'mf'. The music features a series of eighth-note patterns with large intervals. Handwritten annotations include 'sehr rubato' written above the first staff. The second and third staves contain trills, marked with 'tr'. The score is annotated with various musical symbols like slurs, accents, and dynamic markings.

Böhms geniales Griffsystem (1832)

1.
D.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.



Hotteterre's Barock-Griffweise (1699)

234

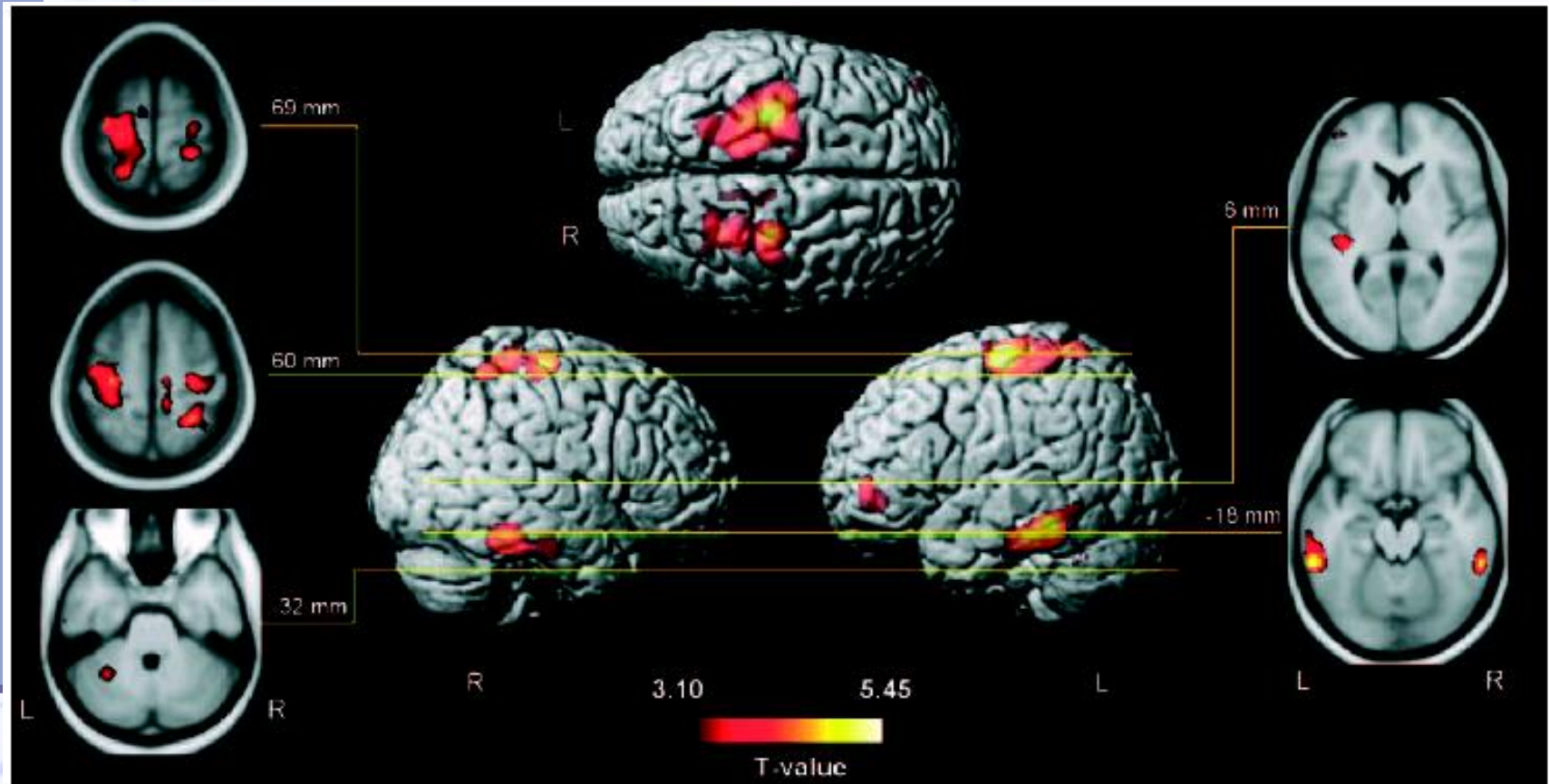
LOUIS HOTTETERRE'S FINGERING.

418. Table of the Fingering of the One-keyed Flute, by Louis Hotteterre (1699).

1L
2L
3L
1R
2R
3R
Key.



Unterschiede der grauen Nervensubstanz bei Musikern (Voxel-Based-Morphometry, Gaser und Schlaug 2003)



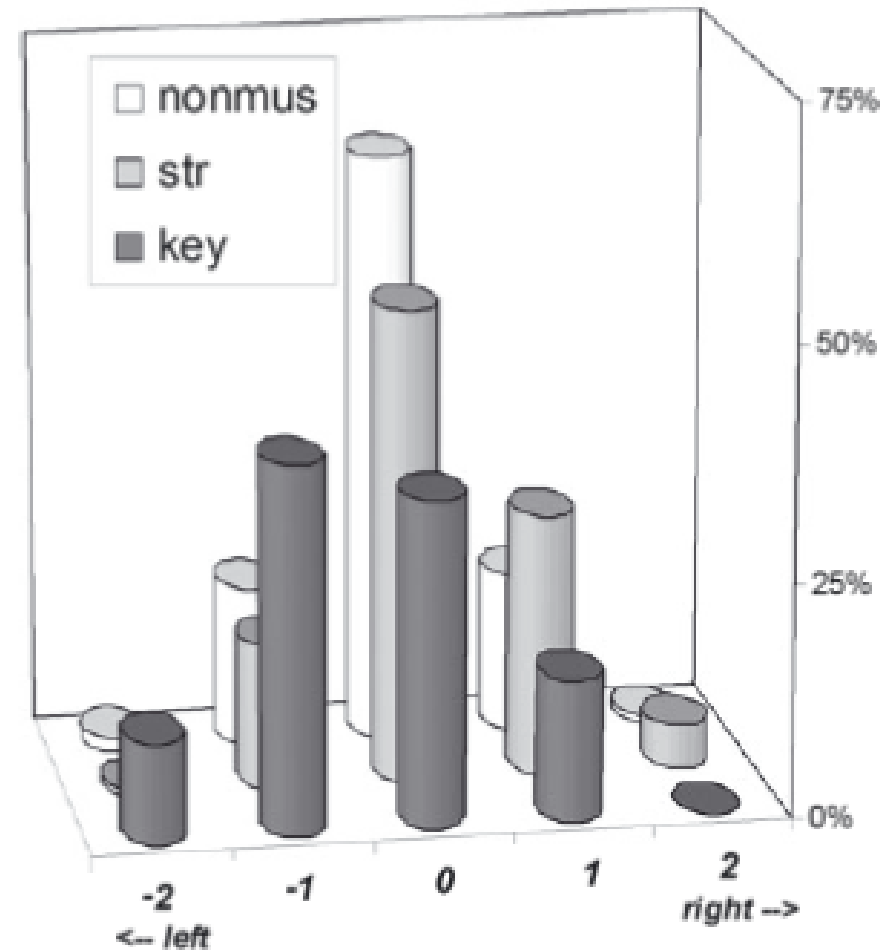
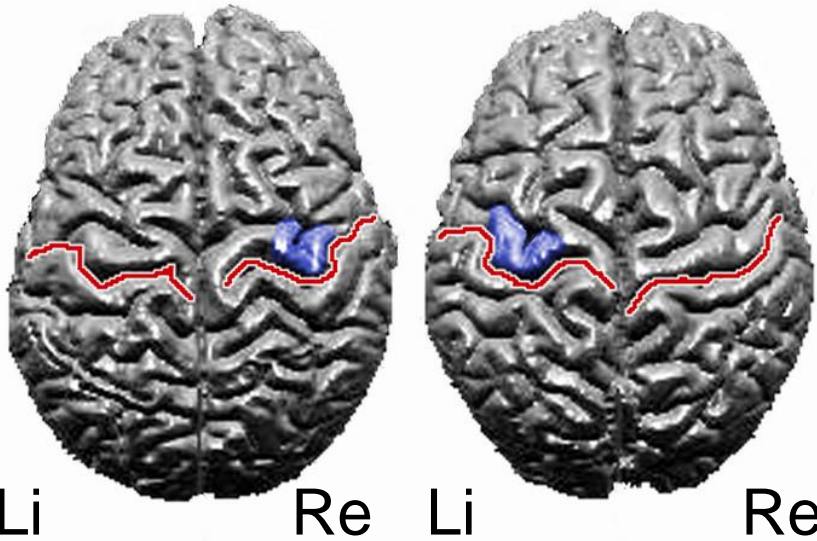
Hirnregionen, in denen eine positive Korrelation zwischen musikalischer Fertigkeit und Vergrößerung des Volumens der grauen Substanz gefunden wurde

20 klassische Musiker, 20 Amateure, 40 Nicht-Musiker (nur männlich)

Spezialisierung der Spezialisten: Effekte von Geigen- oder Klavierspiel auf die Hirnmorphologie: das Omega-Zeichen Ω \cup

Geiger

Pianist

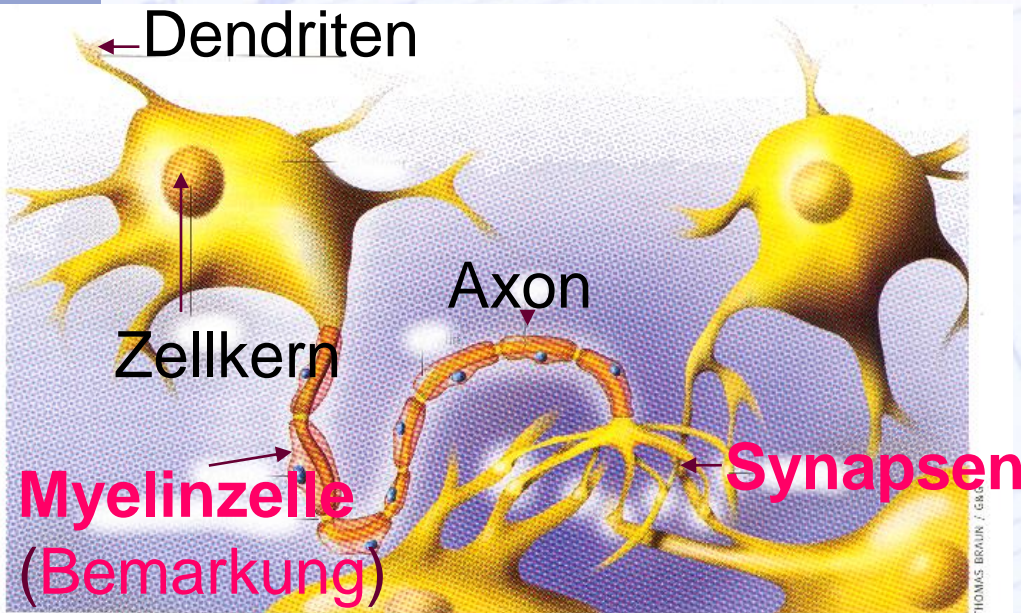


16 Streicher, 16 Pianisten, 32 Kontrollen

Aus: Bangert and Schlaug
Eur J Neuroscience 2007

Musizieren ist der stärkste Reiz für Neuroplastizität!

Plastizität ist die Anpassung des zentralen Nervensystem an (komplexe) Spezialanforderungen



Sekunden
Minuten
Tage
Wochen
Monate

- Effizienz der Synapsen
- Rekrutierung v. Neuronen
- Anzahl Synapsen
- Anzahl der Dendriten
- Anzahl Nervenzellen
- Dicke der Bemerkung
- Interaktion mit dem Stützgewebe und Durchblutung des Gewebes

Mit VBM entsteht ein differenziertes Bild neuroplastischer Anpassungen...

Structural neuroplasticity in expert pianists depends on the age of musical training onset

Lucía Vaquero^{a,b,*1}, Karl Hartmann^{c,d,1,2}, Pablo Ripollés^{a,b}, Nuria Rojo^{a,b}, Joanna Sierpowska^{a,b},
Clément François^{a,b}, Estela Càmarà^a, Floris Tijmen van Vugt^{d,3}, Bahram Mohammadi^{e,f}, Amir Samii
Thomas F. Münte^e, Antoni Rodríguez-Fornells^{a,b,g}, Eckart Altenmüller^{d,**}

Neuroimage 126: 2016

36 richtig fantastische PianistInnen, (19 Frauen, 17 Männer)
21 davon begannen Klavier mit durchschnittlich 5 Jahren, 15 mit
ca. 8. Jahren

Durchschnittsalter: 24 Jahre aber gleiche kumulative
Lebensübezeit

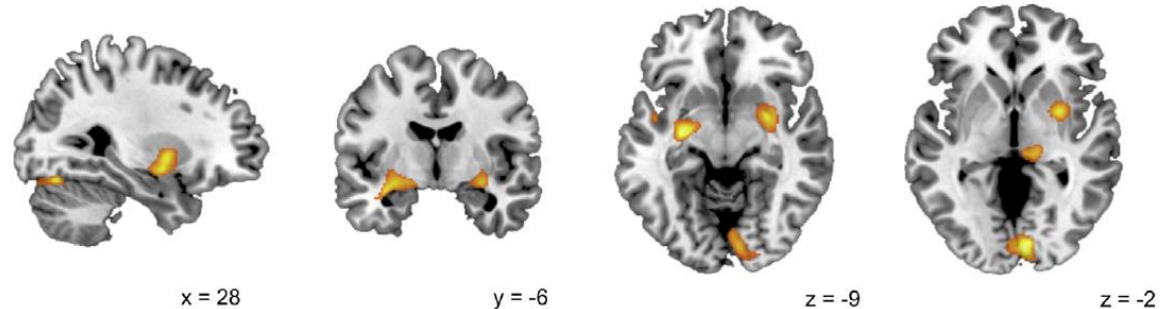
Kontrollen: 17 Studierende, die keine Musikmachten
(parallelisiert)

Es gibt eben auch Regionen, die durch Üben kleiner werden

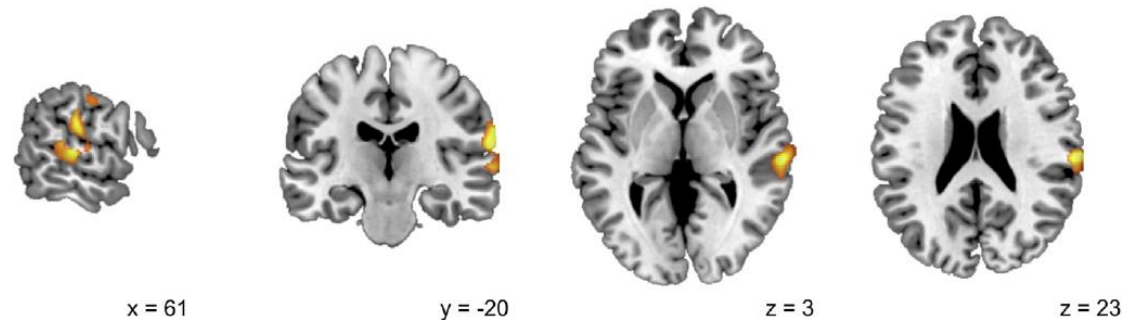
Grösser bei Pianisten:
Basalganglien
Hippocampus
Gyrus Lingualis

Kleiner bei Pianisten:
Gyrus postcentralis
Heschl's Gyrus
G. supramarginalis

A) Pianists > Non-musicians



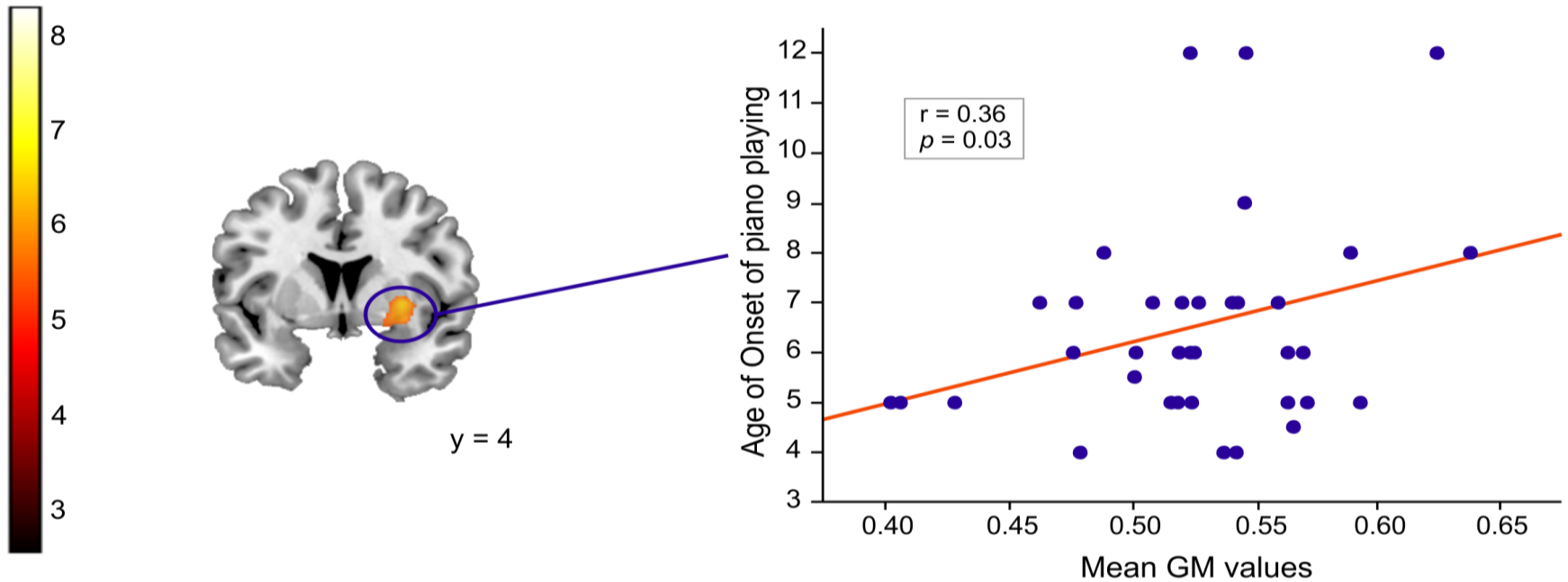
C) Pianists < Non-musicians



Vacquero et al. NeuroImage 2016

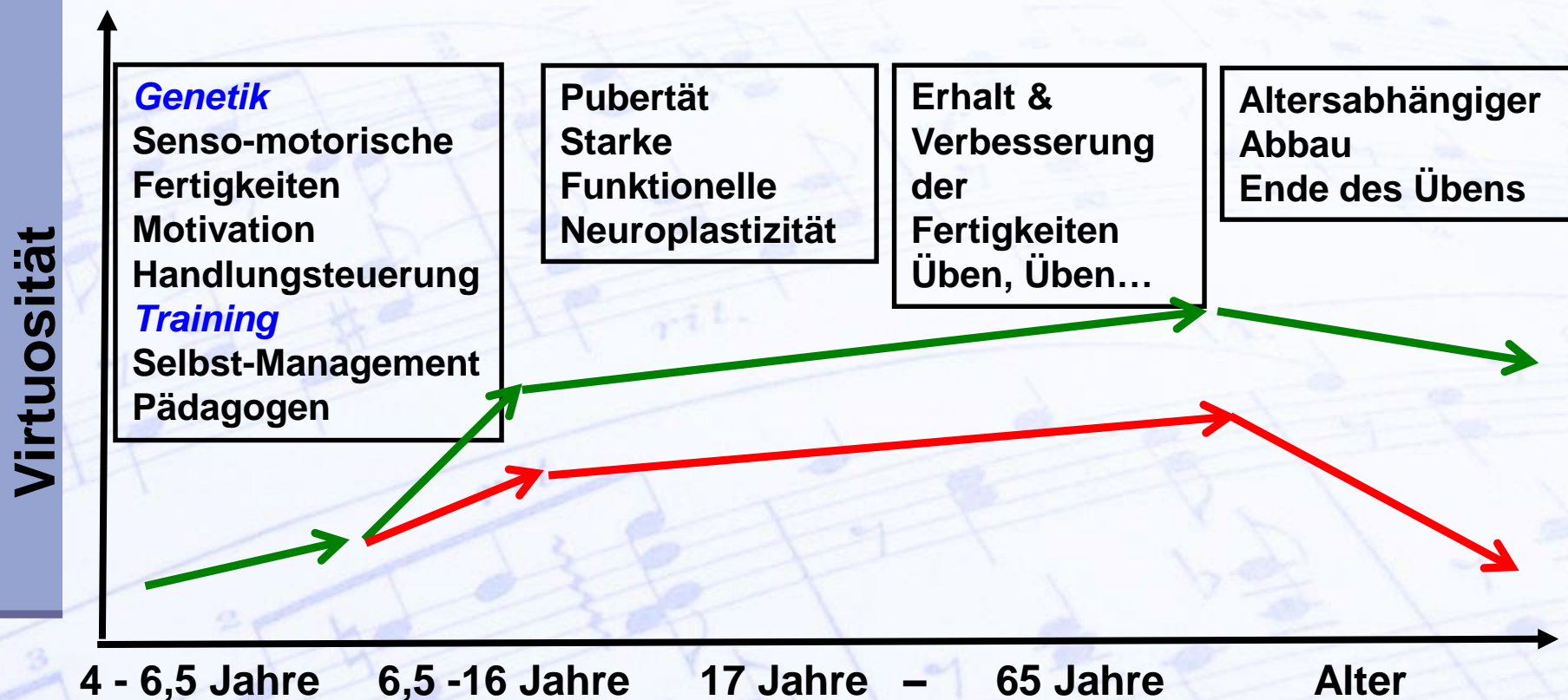
..und wichtig ist, in welchem Alter geübt wird:
Metaplastizität

B) Right Putamen GM values correlation with Age of Onset



früher Beginn (vor 6,5 Jahren)

später Beginn (nach 6,5 Jahren)



Altenmüller E. und Furuya S., Neuroforum 2018

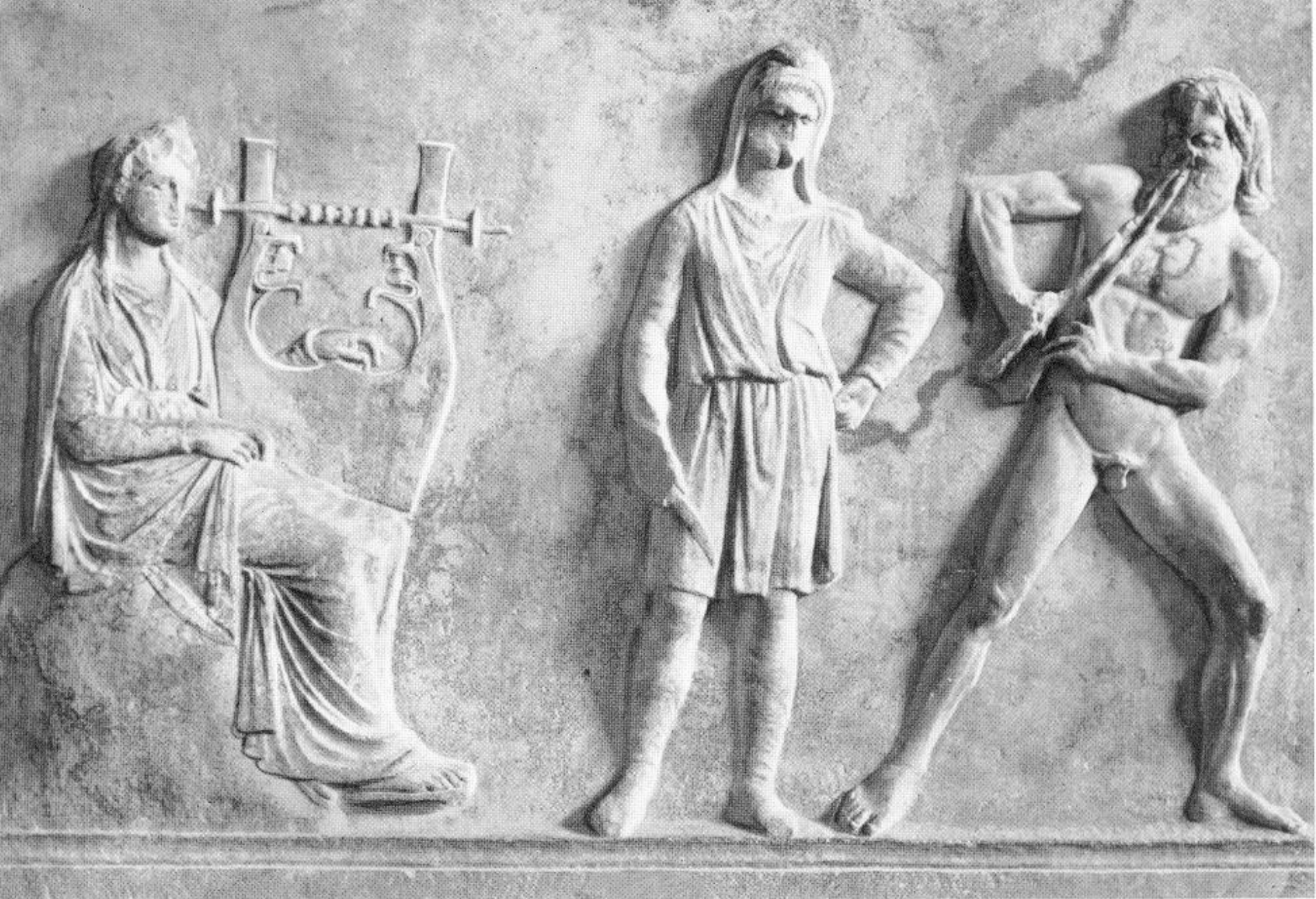


Leonardo de Lorenzo

1875 –1962

Marsyas (1939)





Der Musik-Wettstreit zwischen Apollo und Marsyas: *Praxiteles* (430 v.Chr.)



Die Schindung des Marsyas

Gemälde
von Tizian

1570-1576

Was ist die Gänsehaut?



“Gänsehaut” ist ein Reflex
des Autonomen Nervensystems:

Zwei Hauptkategorien:

Positive und negative Gänsehaut

Neurophysiologie:

ANS – sympathische Aktivierung

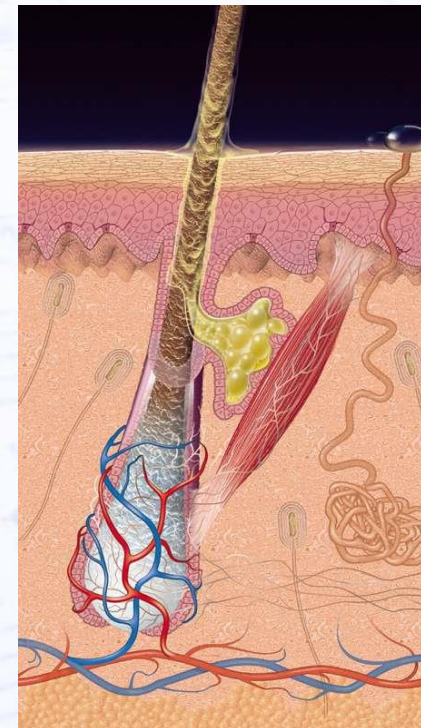
Bezieht sich auf:

Wärmeregulation

Agonistischer Arousal (“Drohreflex”)

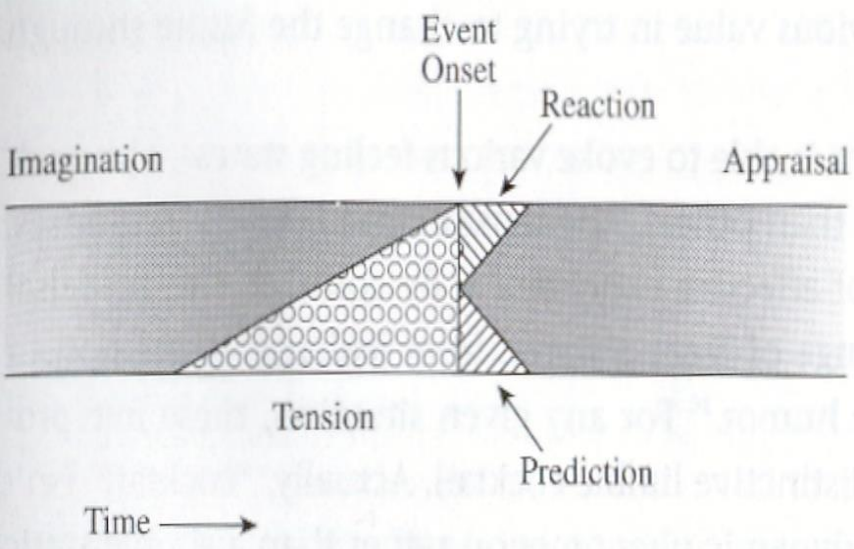
Kann durch viele Sinnesreize ausgelöst werden:

Auditiv, Musik, taktil, enterozeptiv, gustatorisch, visuell, Ehrfurcht

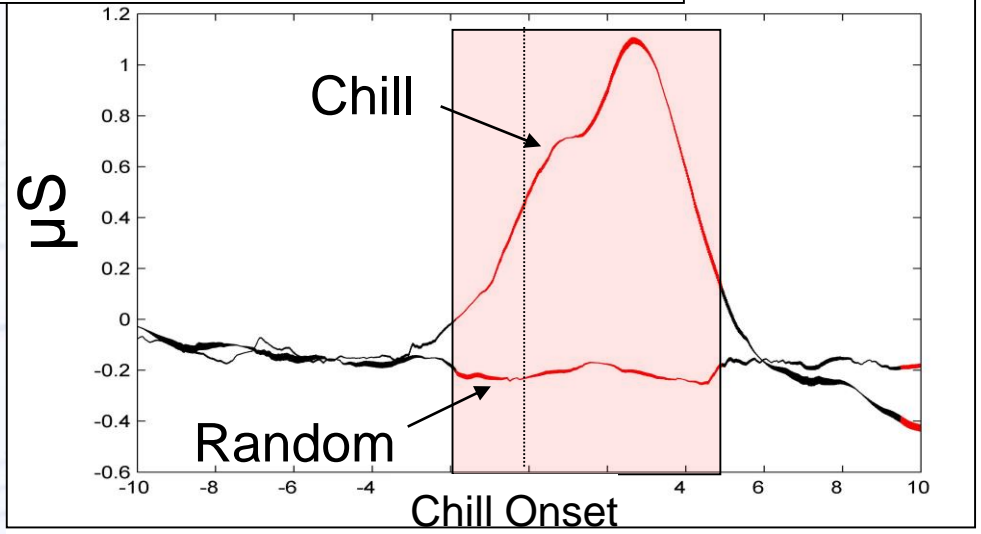


Physiologie der Gänsehaut: Antizipation und Wechsel

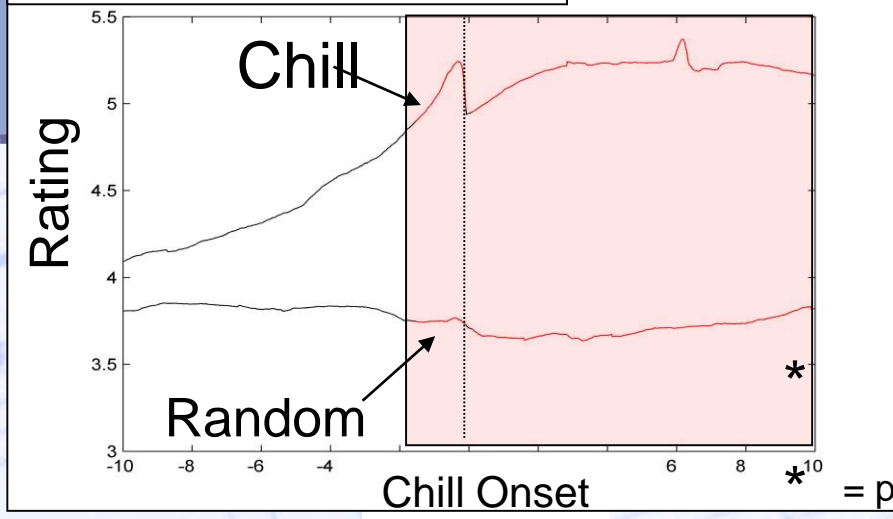
Siehe auch: David Huron „Sweet anticipation“ (MIT-Press, 2008)



SCR - Schweißsekretion:



Intensität des Gefühls



*¹⁰ = $p < .05$
Random Permutation Test

Aus:
Altenmüller, Zimmermann Schmidt
OUP, 2013

Wie kann man die Gänsehautbefunde einordnen?

Hypothese:

Die Gänsehaut wird bei Musik ausgelöst, wenn wichtige Lebensthemen berührt werden:

- 1.) **Auftreten des Neuen** (Bereicherung des akustischen Repertoires, Gedächtnisbildung)
- 2.) **Gemeinschaft** und deren Verlust/Bedrohung
 - Ästhetisch beeindruckende Gemeinschaftswerke
 - Liebe und Liebeswerbung
 - Trennung und Schmerz darüber, Tod (Troost)

Definition der Musikerdystonie

Die Musikerdystonie ist eine Verschlechterung der feinmotorischen Kontrolle lang geübter komplexer Bewegungen.

Etwa 1-2% der Berufsmusiker sind davon betroffen

ABER

Bei Bläser haben bis zu 27 % eine Periode der Spielunfähigkeit (besonders häufig der „Zungenstopper“)
Anke Steinmetz et al. 2013 Occup. Environ. Health

Ca. 18% der Blechbläser werden frühpensioniert



Risikofaktoren: kurze Zusammenfassung

(n = 356 Musiker mit Dystonie)

Klassische Musik:	84 %
Männer:	78 %
Jugend - Beginn vor 40:	85 %
Solisten:	51 %
Schmerzen und Parästhesien:	24 %
Instrumente: Gitarre > Klavier > Querflöte	
Geschwindigkeit und Akkuratessse der Bewegungen	
Angst und Perfektionismus	
Später Beginn mit dem Instrumentalspiel > 10 Jahre	
Genetik (35% haben Verwandte mit Dystonien)	



André Lee



A. Schmidt

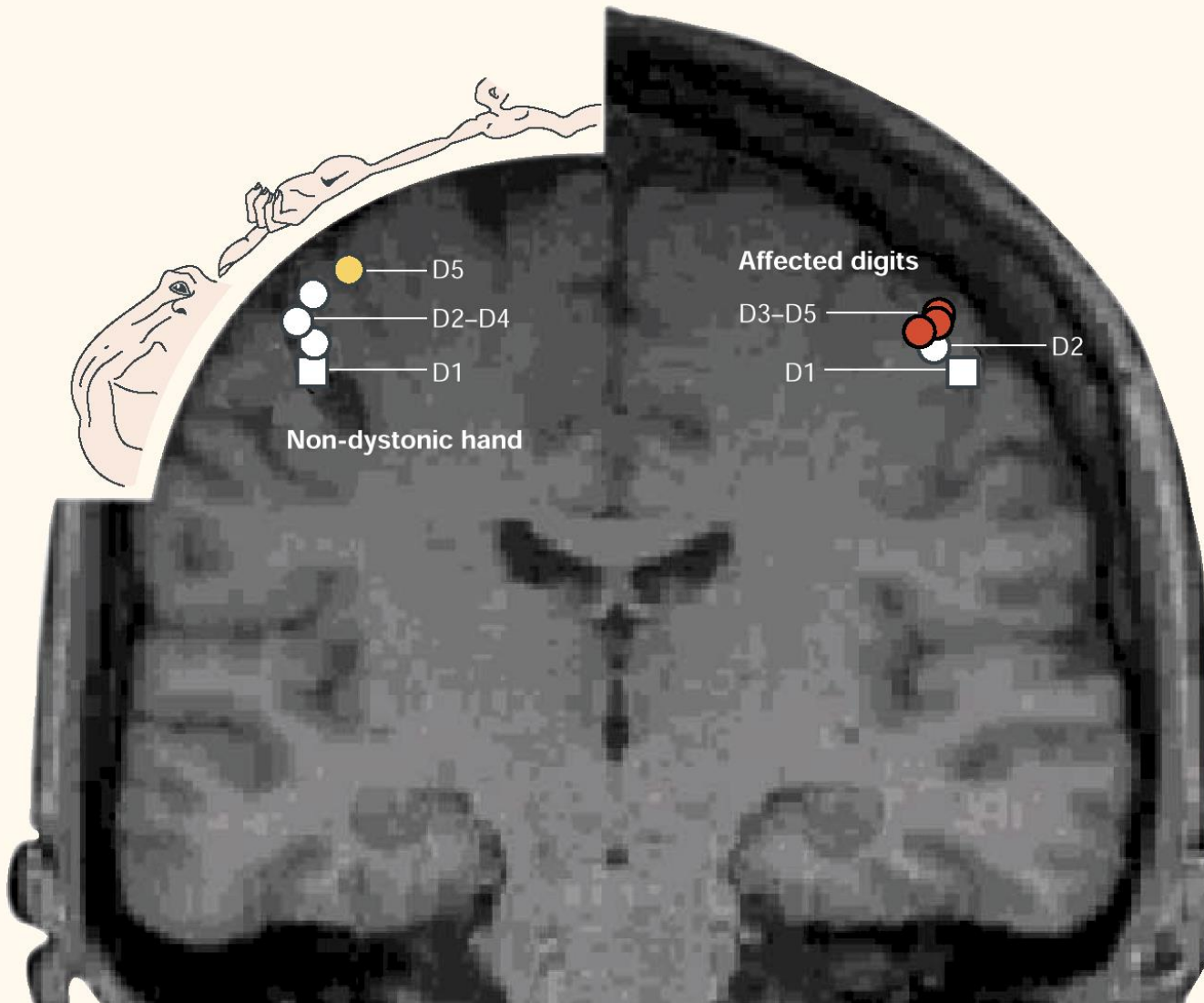
A. Lee, C. Eich, HC. Jabusch, E. Altenmüller, in Vorbereitung 2019

L. Enders et al. Mov. Disorders 2011

A. Schmidt et al. (Lübeck-Gruppe) Movement Disorders 2011

A. Schmidt et al. (JAMA Neurology 2013)

Verschmelzung der „Fingerregionen“ mag ein Grund für die fokale Dystonie sein.

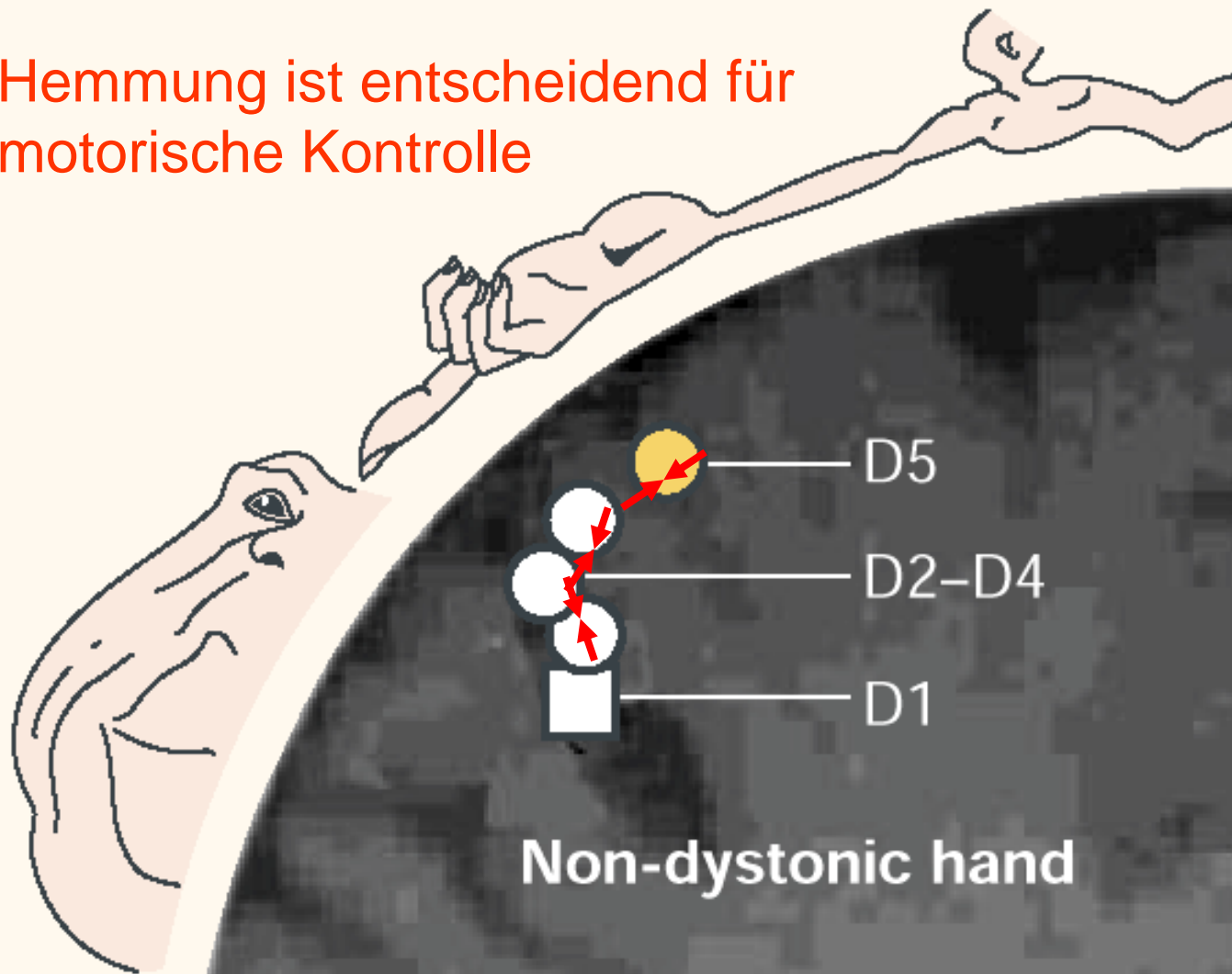


Elbert T, Candia V,
Altenmüller E. et al.

NeuroReport 1998
9: 3571-3575

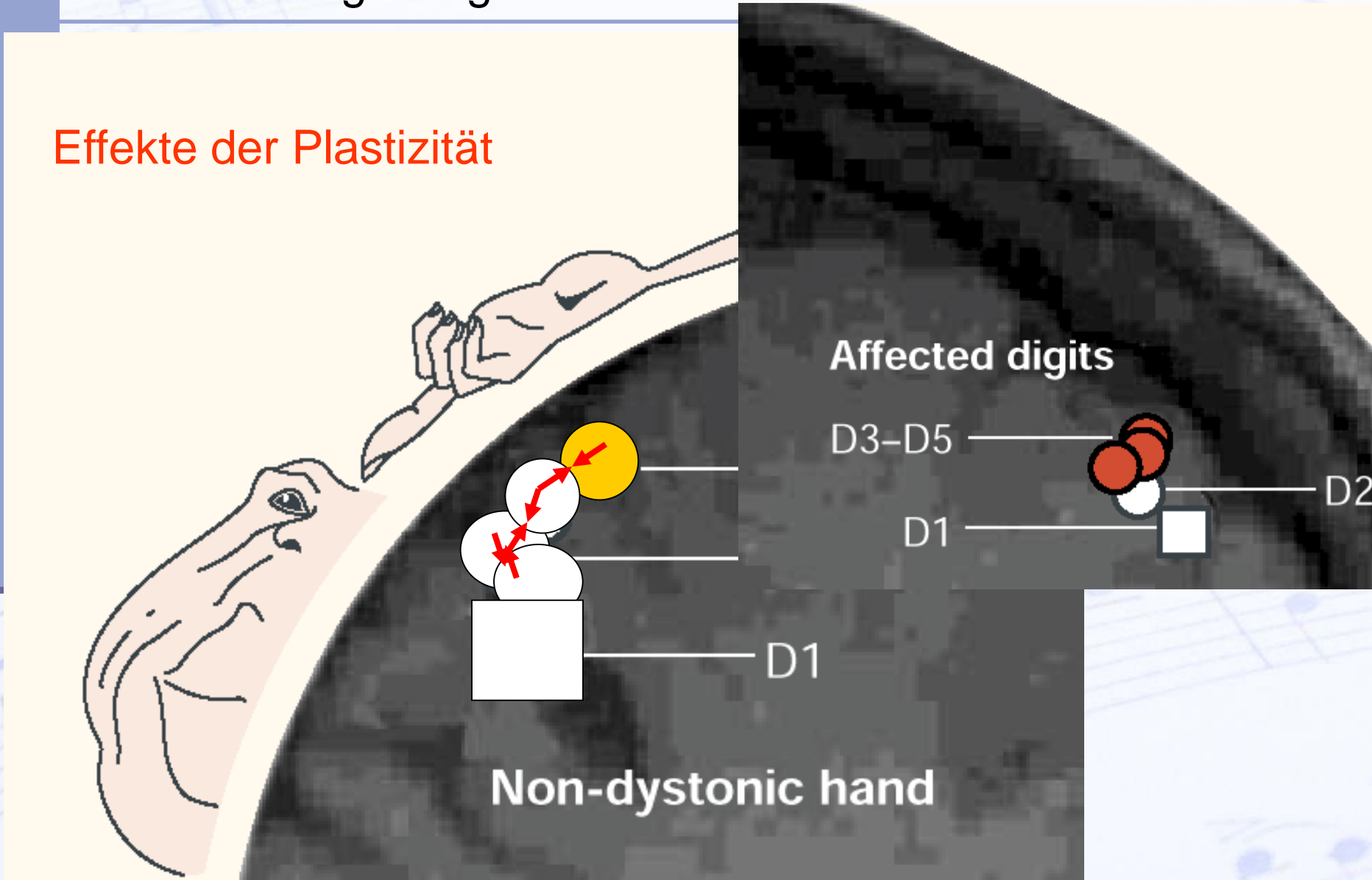
Ursache: mangelhafte Hemmung

Hemmung ist entscheidend für
motorische Kontrolle



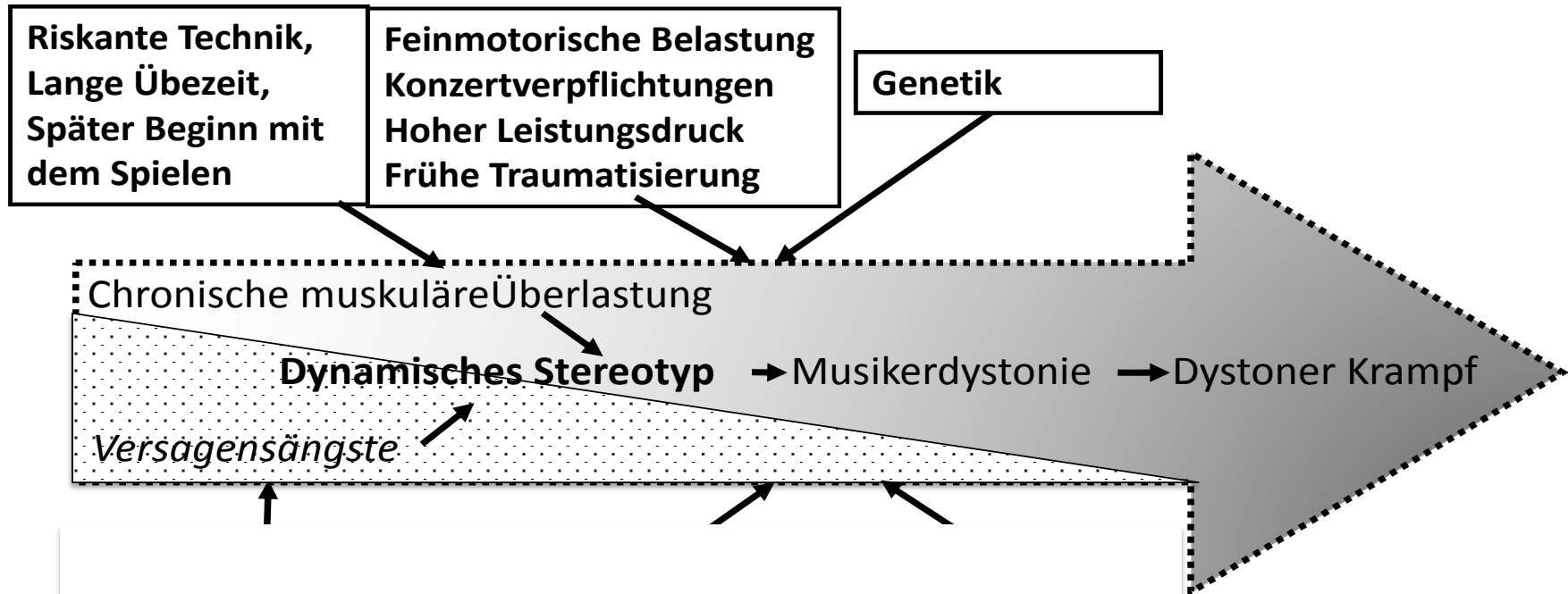
Möglicherweise entsteht die Verschmelzung Durch ungünstig verlaufende Plastizität

Effekte der Plastizität



Zusammenspiel von Auslösefaktoren bei der Musikerdystonie

Senso-motorische Auslösefaktoren



Behandlung der Musikerdystonie



Biomechanische
Hilfen



Pädagogisches
Retraining,
z.B. L. Boullet,
R. Fogel, H. Wind

Elektrophysiologische
Stimulation



BTX-A
Injektionen



„Sensorimotorisches
Retuning“
z. B. V. Candia,
J. Roset y Llobet



Pharmakologie
Anticholinergika

Musik als Sprachträger
Gedächtnisbildung

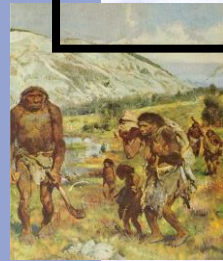
Sprachen
Differenzierte
Arbeitsorganisation

Musiken als „Transformative
Technology of the Mind“
Bindung, Affektmodulation,
Spiritualität, „Hidden Qualities“
Therapie (IgA), Hörtraining
Gedächtnisbildung, Neurohormone

Fähigkeiten zur rhythmisch-melodischen
Diskriminierung und Strukturierung

Rhythmische motorische Aktivierung in Gruppen
Gruppenbindung, Mutter-Kind-Beziehung
Motorische Reifung, Neurohormone

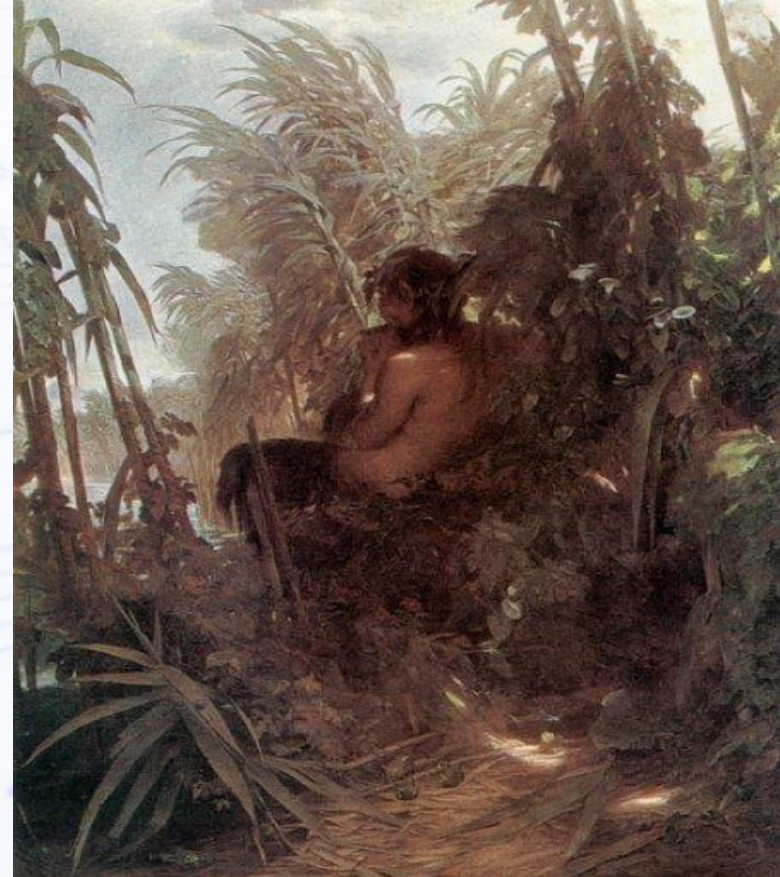
Emotionale akustische Signale (affect utterances) in sozialen
Kontexten: *Universell, z.B. Lachen, Weinen, Stöhnen etc.*
Affekt-Signaling, Sozial-Regulation, Affekt-Homöostase,



Syrinx von Claude Debussy (1915)



Arnold Böcklin: Pan verfolgt Syrinx



Der trauernde Pan

