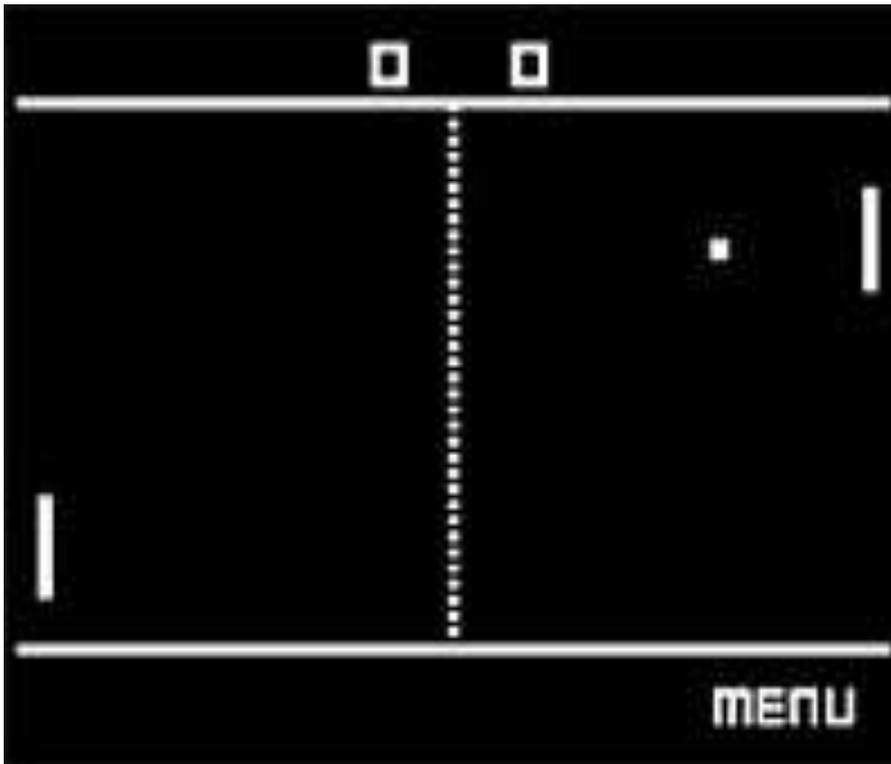


fMRI Brain Pong und Schick-Schnack-Schnuck



Inhalt

1. Einleitung

2. Verfahren

1. MRI
2. BOLD
3. fMRI
4. Neurofeedback

3. Anwendungen

1. Brain Pong
2. Schnick-Schnack-Schnuck

4. Medizinische Implikationen

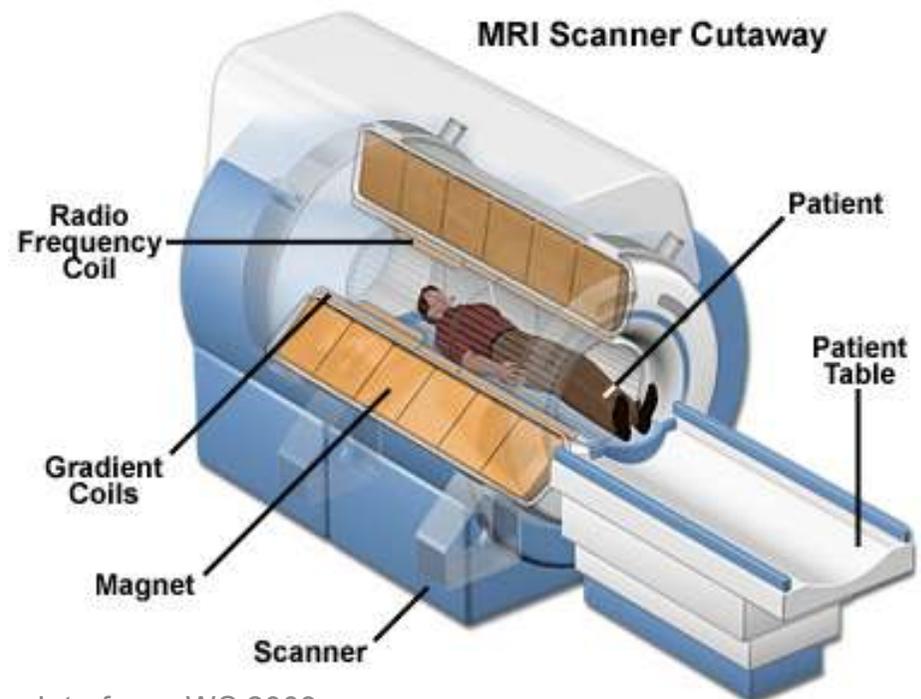
5. Quellen

1. Einleitung

- **Nicht-Invasives BMI**
- **Neuronale Aktivitäten über Stoffwechselreaktionen messbar**
- **Auswertung erfolgt mit möglichst geringer Verzögerung**
- **Testpersonen können ihre eigenen Gehirnleistungen trainieren**

2.1. MRI – Magnetic Resonance Imaging Magnetresonanztomographie

- Hohe Auflösung
- Genaue Aussagen über einzelne Hirnregionen möglich
- Magnetisiert Gewebe
- Misst Zeitdifferenz zur Rückkehr in den Ausgangszustand (bzw. 67% davon)



2.1. MRI

Transversale und Longitudinale Relaxation

- **NMR – nuclear magnetic resonance**
Kernspinresonanz
- **Longitudinal Relaxation: Spin-Gitter-Relaxation**
 - Rückausrichtung entlang des statischen, magnetischen Feldes des MRI
- **Transversal Relaxation: Spin-Spin-Relaxation**
 - Zerfall der Quermagnetisierung der Atome durch Interaktion mit anderen Atomen

2.2. BOLD – Blood Oxygen Level Dependency Blutsauerstoff-Abhängigkeit

- **Eigenschaft von Hämoglobin:**

- oxyHb: oxygeniertes Hämoglobin → diamagnetisch
- desHb: desoxygeniertes Hämoglobin → paramagnetisch

- **Wirkung auf Spin-Spin-Relaxation des MRI**

- BOLD-Effekt: blood oxygenation level dependent effect

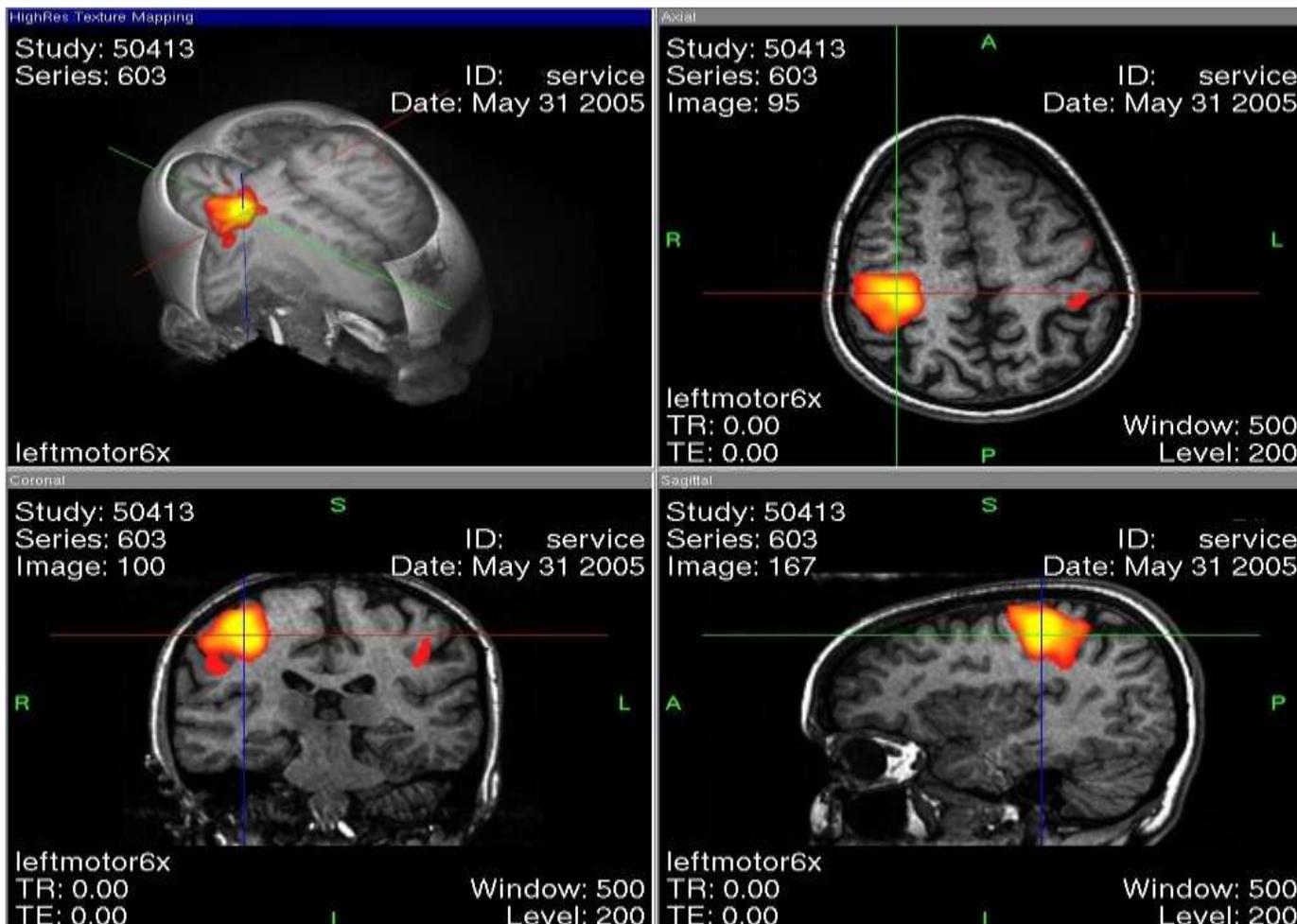
- **3–6 Sekunden Verzögerung**

- **Messungen durch EEG korrelieren hochgradig mit BOLD-Signalen**

2.3. fMRI – Functional Magnetic Resonance Imaging Funktionale Magnetresonanztomographie

- **Funktionaler Anteil: Messung von Stoffwechselreaktionen möglich**
- **Messungen und Auswertung „online“ möglich**
- **Als komplett unbedenklich auch über längere Zeiträume eingestuft, da keine ionisierende Strahlung oder Röntgenstrahlung eingesetzt wird**

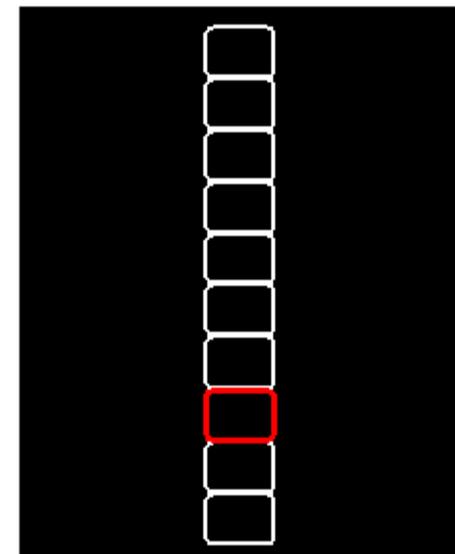
2.3. fMRI



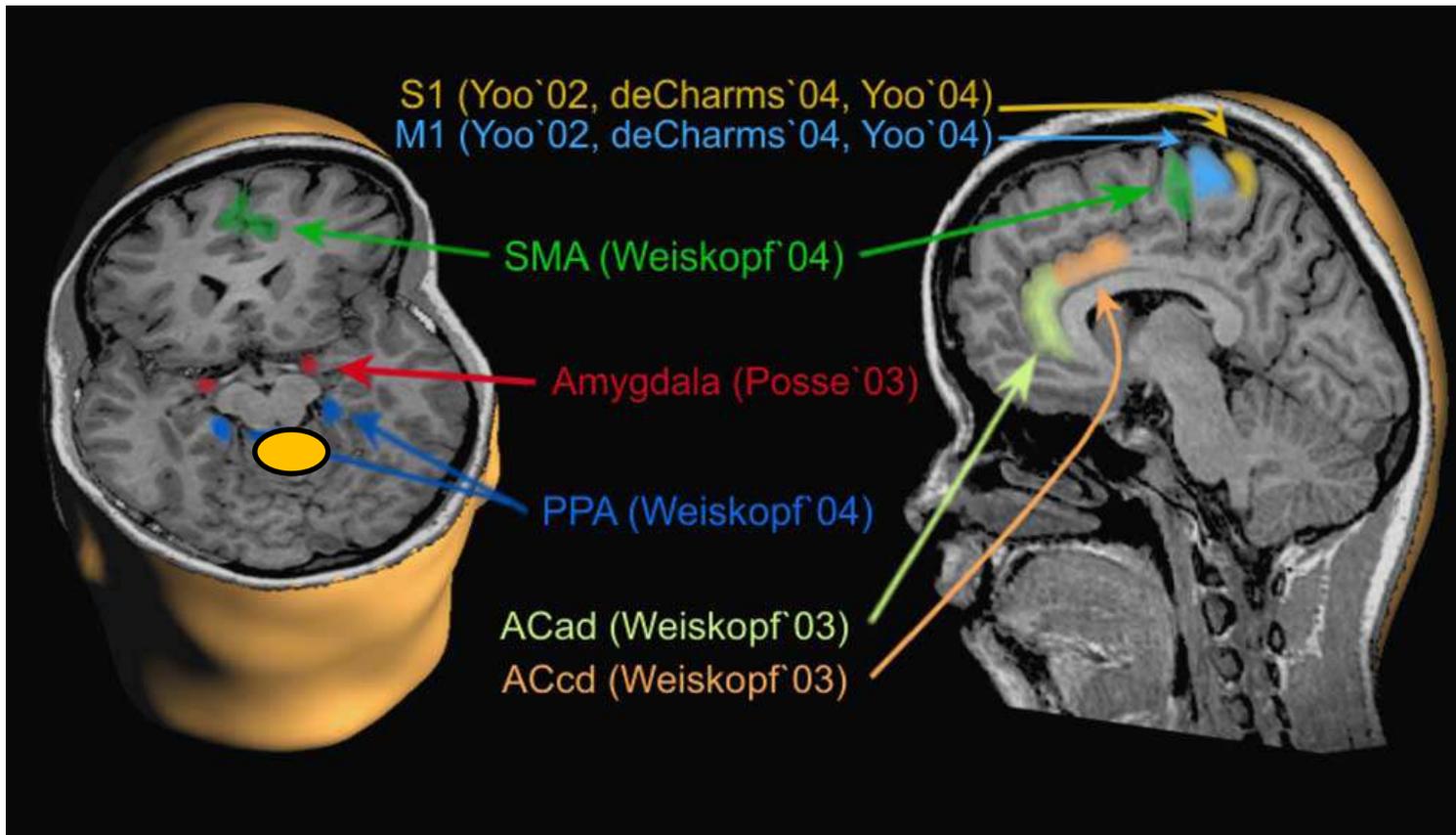
fMRI-Darstellung bei linksseitigem finger tapping

2.4. Neurofeedback

- **„Schnelligkeit“ von fMRI ermöglicht Testpersonen direkt ihren BOLD-Effekt zu trainieren**
 - Aber langsamer als EEG; fMRI-Verzögerung im Sekundenbereich
- **Feedback mit Hilfe graphischer Repräsentation**
 - Balken
 - „Thermometer“-Skala
- **Ermöglicht durch alternative und für Aufgabe irrelevante gedankliche Vorstellungen**
 - Kognitive Strategien (Symbolik; z.B. Musik bei Pong)



2.4. Neurofeedback



Gehirnregionen:

FFA: fusiform face area

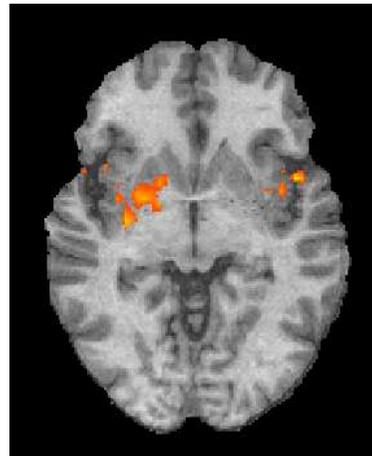
PPA: parahippocampal
place area

SMA: supplementary motor
area

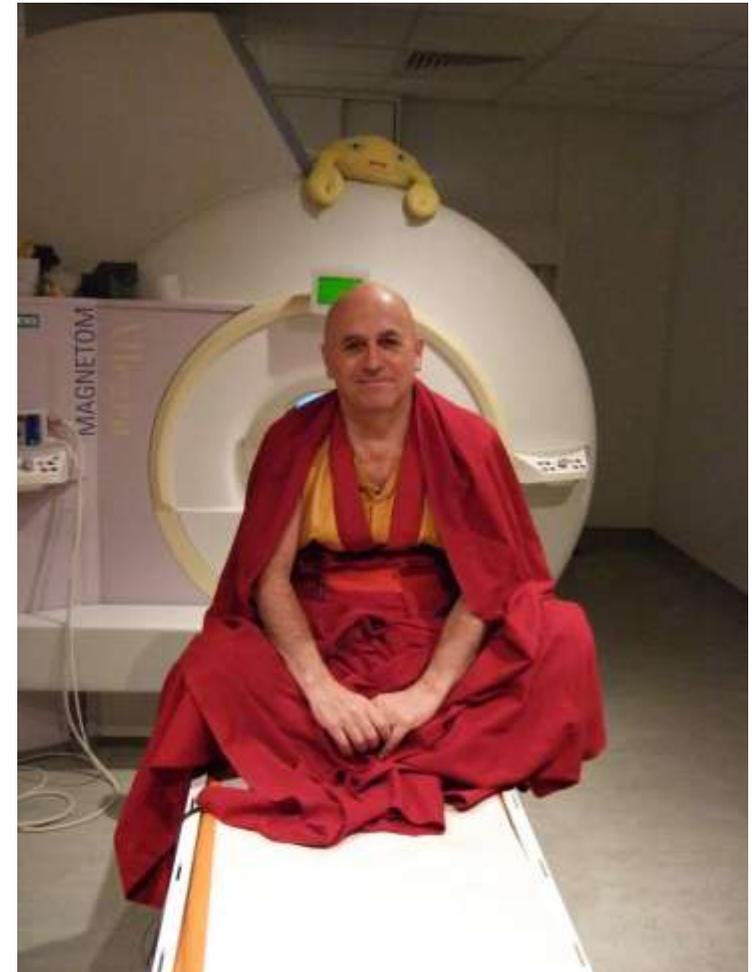
2.4. Neurofeedback

- **Matthieu Ricard**

- Buddhistischer Mönch
- Molekularbiologe
- Untersucht mit fMRI

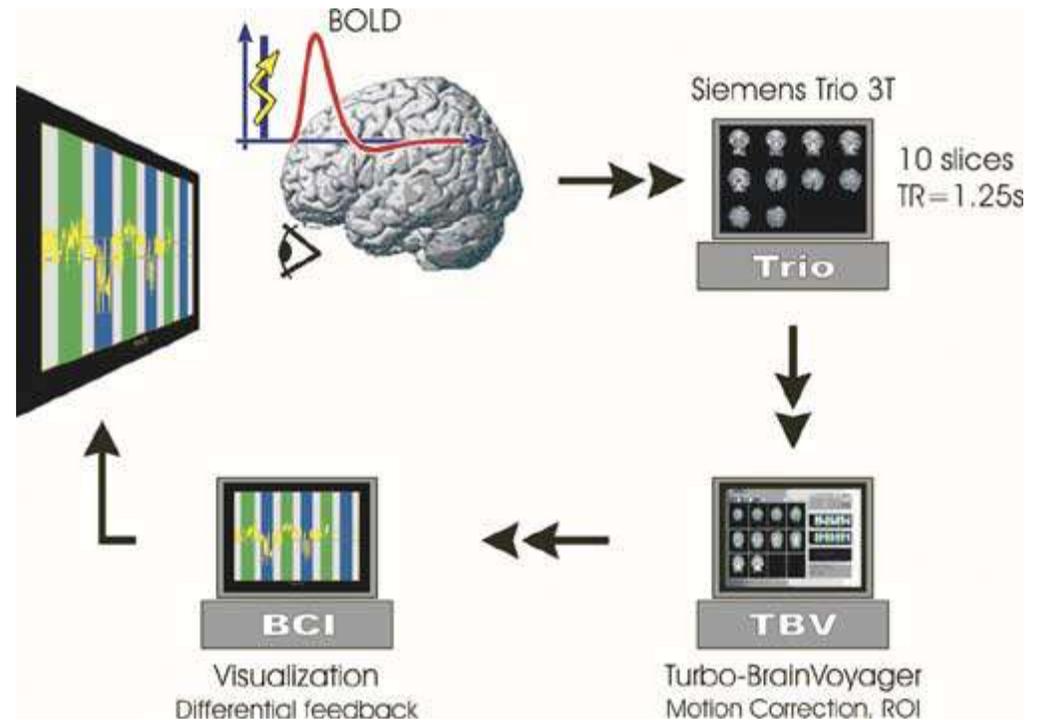


- Beeinflusste während der Meditation Gehirnregionen, von denen Forscher bislang annahmen, der Mensch könne sie nicht willentlich beeinflussen

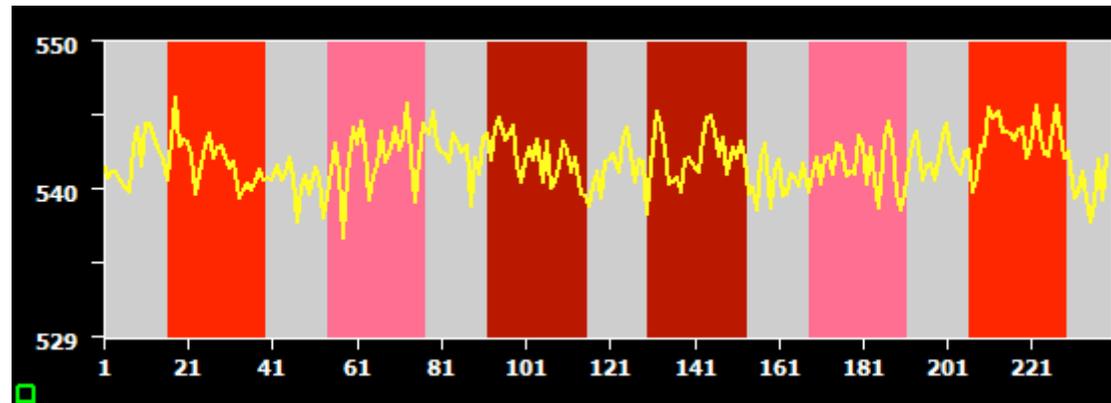


2.4. Neurofeedback: Training

- **BOLD-Signal wird blockweise trainiert**
- *Functional localizer sessions & feedback sessions*



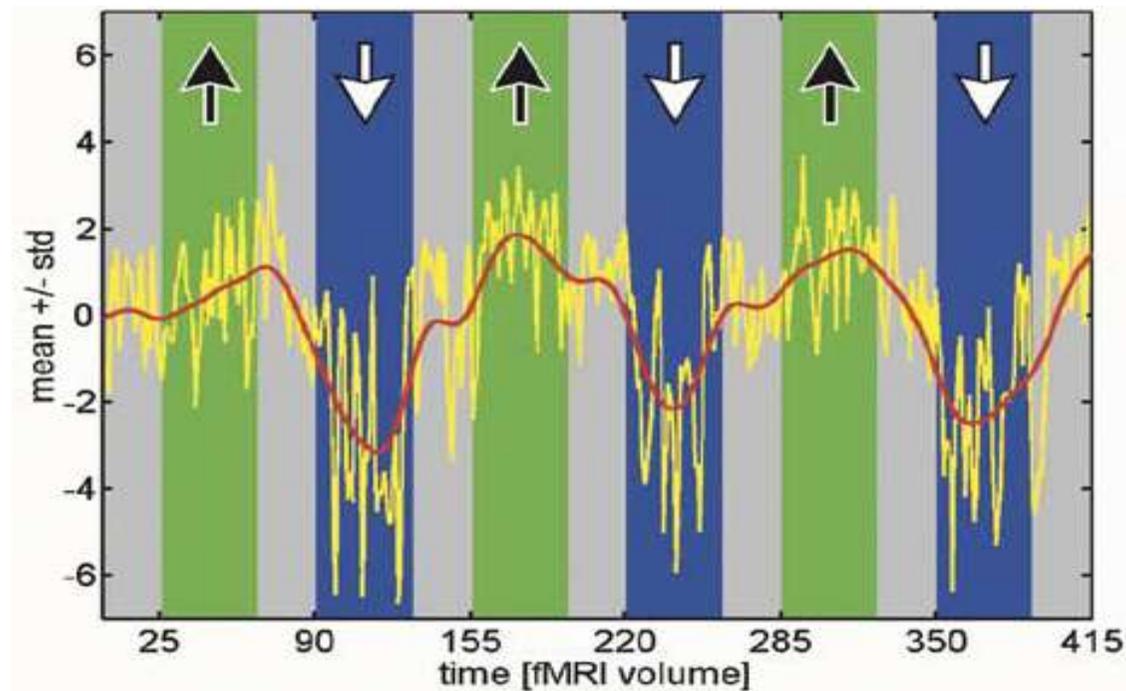
2.4. Neurofeedback: Training



• **Functional Localizer Session:**

- Baseline blocks: von 100 abwärts zählen
- SMA: 3 Blöcke beidhändigen finger tappings
- PPA/FFA: Landschaften (PPA)/ menschliche Gesichter (FFA) abwechselnd mit baseline blocks dazwischen

2.4. Neurofeedback: Training



- **Feedback Session:**

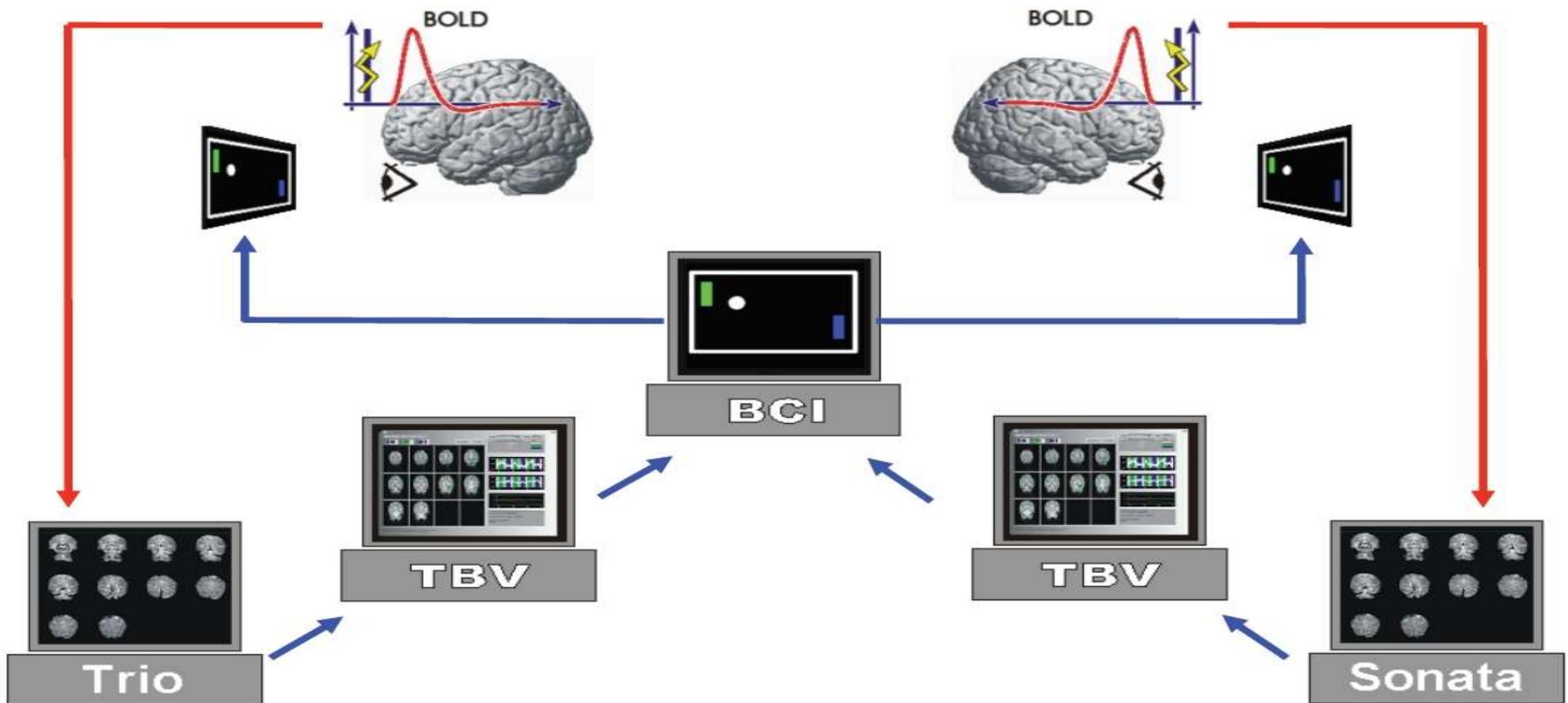
- Baseline blocks: von 100 abwärts zählen
- SMA/PPA: drei Hoch- abwechselnd mit drei Herunterregulierungsblocks

3.1. Anwendung: Brain Pong

- **< 2 Sekunden Verzögerung**
- **Trainierte Testpersonen**
- **Alternativdarstellungen für Bewegungen in einfach zu lokalisierenden Hirnregionen**
 - Vorstellung von Bildern
 - Vorstellung von Bewegungen
 - Vorstellung von Musik



3.1. Anwendung: Brain Pong



3.1. Anwendung: Brain Pong

Zusammenfassung

- **Proof of Concept**
- **Allen vier Testpersonen ist es gelungen ihren BOLD-Effekt in lokalisierten Hirnregionen erheblich zu beeinflussen**
- **Erweiterung auf andere Hirnareale möglich, z. B.:**
 - Amygdala – Angst
 - Orbitofrontaler Cortex – Entscheidungsfindung

3.2. Anwendung: Schick-Schnack-Schnuck

- **7 Sekunden Verzögerung**
- **85% Dekodierungs-Genauigkeit**
- **Untrainierte Testpersonen**
- **Keine irrelevanten/alternativen Vorstellungen zur Steuerung der Roboterhand**



3.2. Anwendung: Schick-Schnack-Schnuck



Roboterhand, die die
Bewegungen nach-
empfindet

3.2. Anwendung: Schnick-Schnack-Schuck

- **Durchbruch, da es ohne zeitintensives Training via Neurofeedback auskommt und praktisch von Laien einsetzbar ist**
- **Nachteil: Reale Muskelaktivität ist erforderlich**
 - Nicht einsetzbar bei “Locked-In” Patienten

4. Medizinische Implikationen

- **Lähmungen**
 - Menschen können wieder mit der Außenwelt kommunizieren
- **ADHD**
 - Konzentrationstraining mit Neurofeedback
- **Angstzustände/ Schizophrenie/ Depression/ Chronische Schmerzen/ Psychopathie**
 - Personen könnten aktiv ihre Gehirnaktivität von Regionen, die für Verhalten verantwortlich sind, ablenken bzw. vor solchen Aktivitäten gewarnt werden

5. Quellen

- Weiskopf, Nikolaus, Klaus Mathiak, Simon W.Bock, Frank Scharnowski, Ralf Veit, Wolfgang Grodd, Rainer Goebel, and Niels Birbaumer. “Principles of a Brain-Computer Interface (BCI) Based on Real-Time Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI).” *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 51.6 (2004): 966-970. Print.
- Weiskopf, Nikolaus, Frank Scharnowski, Ralf Veit, Rainer Goebel, Niels Birbaumer and Klaus Mathiak. “Self-regulation of local brain activity using real-time functional magnetic resonance imaging (fMRI).” *Journal of Physiology - Paris* 98 (2004): 357–373. Print.

5. Quellen

- Goebel, Rainer. “A Robust Spelling Device for Locked-In Patients based on Real-Time fMRI” *BBCI Workshop 2009*. Berlin, Germany. 10 Jul 2009. Presentation.
- *Advanced Telecommunication Research Institute International “ATR”*. 24 May 2006 #C06-043. Web. 12 Nov 2009. <http://www.atr.jp/html/topics/press_060526_e.html>
- *Honda Research Institute Japan Co., Ltd. “HRI”*. 24 May 2006. Web. 12 Nov 2009. <<http://www.hondanews.info/news/en/corporate/c060524a-eng>>

5. Quellen

- Witte, Martin. *fMRT-Aufnahme*. 2006. *Wikimedia Commons*. Web. 12 Nov 2009. <<http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Fmrtuebersicht.jpg>>
- KasugaHuang. *Modern high field clinical MRI scanner*. 2006. *Wikimedia Commons*. Web. 12 Nov 2009. <http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Modern_3T_MRI.JPG>
- *scienzz*. 14 Feb 2006. Web. 12 Nov 2009. <<http://www.scienzz.de/magazin/print70-5790.html>>

5. Quellen

- *National High Magnetic Field Laboratory*. Florida State University, USA. n.d. Web. 12 Nov 2009.
<<http://www.magnet.fsu.edu/education/tutorials/magnetacademy/mri/>>
- „Magnetresonanztomographie“. Wikipedia.org. Wikimedia Foundation Inc. 10 Nov 2009. Web. 12 Nov 2009.
- „Funktionelle Magnetresonanztomographie“. Wikipedia.org. Wikimedia Foundation Inc. 29 Jun 2009. Web. 12 Nov 2009.
- „Blood Oxygen Level Dependency“. Wikipedia.org. Wikimedia Foundation Inc. 22 Oct 2009. Web. 12 Nov 2009.