

Science Brunch 3: EMF und Gehirn

Sagen uns biologische Effekte etwas über gesundheitliche Wirkungen?

Projekt: Effekte auf zerebralen Blutfluss und Blutvolumen sowie auf neuronale Aktivität



Übersicht

- Bisherige Studien
- Ansatz und Fragestellung
- Methoden, Versuchsanordnung und Protokoll
- Resultate
- Interpretation und Diskussion

Zusammenfassung bisherige Studien

- Studien zeigten mögliche Einflüsse von EMF auf:
 - regionalen Blutfluss im Gehirn
 - Schlaf- und Wach-EEG
 - kognitive Funktionen (Reaktionszeit, etc.)
- Stärkste Effekte wurden bei Studien festgestellt, die Signale ähnlich derer von Mobiltelefonen verwendeten

Studien zu Blutdruck, -fluss und Herzfrequenz

Studie	Untersuchter Endpunkt	Effekt
Braune et al. (1998)	Blutdruck	ja
Braune et al. (2002)	Wiederholung Braune et al. (1998)	nein
Huber et al. (2002)	Schlaf-EEG, Wach-EEG, rCBF	ja
Tavanainen et al. (2004)	Blutdruck, Herzfrequenz	nein
Huber et al. (2005)	Regionaler Blutfluss (rCBF)	ja

- International wenig Studien zu Effekten von EMF auf Blutfluss
- In diesem Projekt wird eine neue Methode zur Bestimmung von Blutkonzentrationsveränderungen durch EMF verwendet

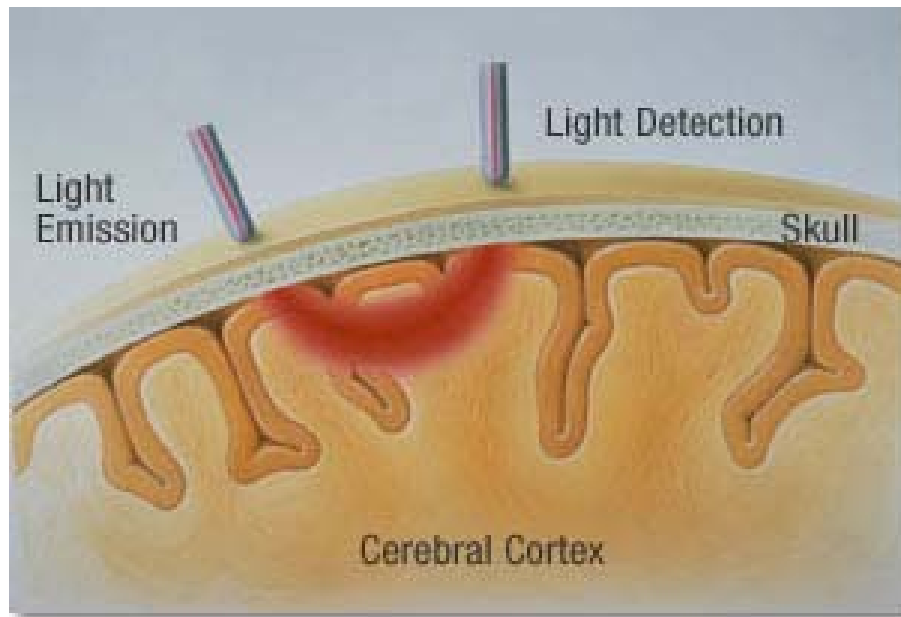
Ansatz

- Neuronale Aktivität erhöht Sauerstoffbedarf und somit Blutfluss und Blutvolumen (neurovaskuläre Kopplung)
 - Temperaturanstieg erhöht Blutfluss und Blutvolumen
-
- ▶ Beide Effekte verändern die Blutkonzentration im Hirngewebe
 - ▶ Messung der Blutkonzentration im Hirngewebe gibt Auskunft über neuronale Aktivität und/oder Temperaturveränderungen

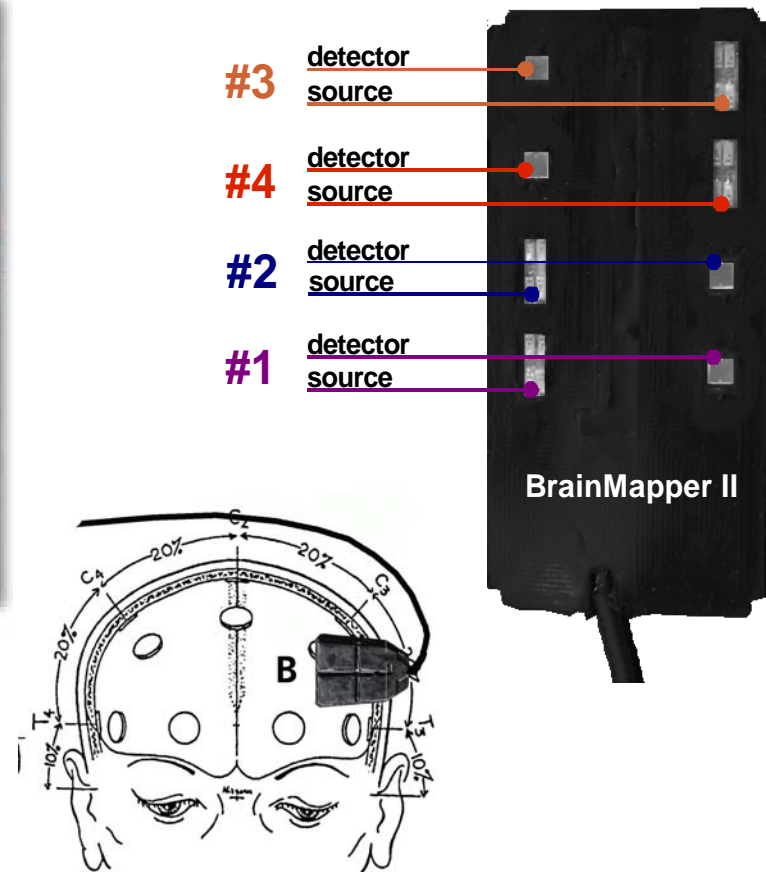
Fragestellung

- Sind elektromagnetische Felder in der Lage eine akute Veränderung des Blutflusses im Gehirn zu stimulieren?
 - Wenn ja, wie verhält sich die Blutflussveränderung im Vergleich zu einer Blutflussveränderung erzeugt durch einen funktionellen Stimulus (visuell, auditorisch, taktil, etc.)
- ▶ Messung mit Nahinfrarotspektroskopie

Nahinfrarotspektroskopie: Prinzip

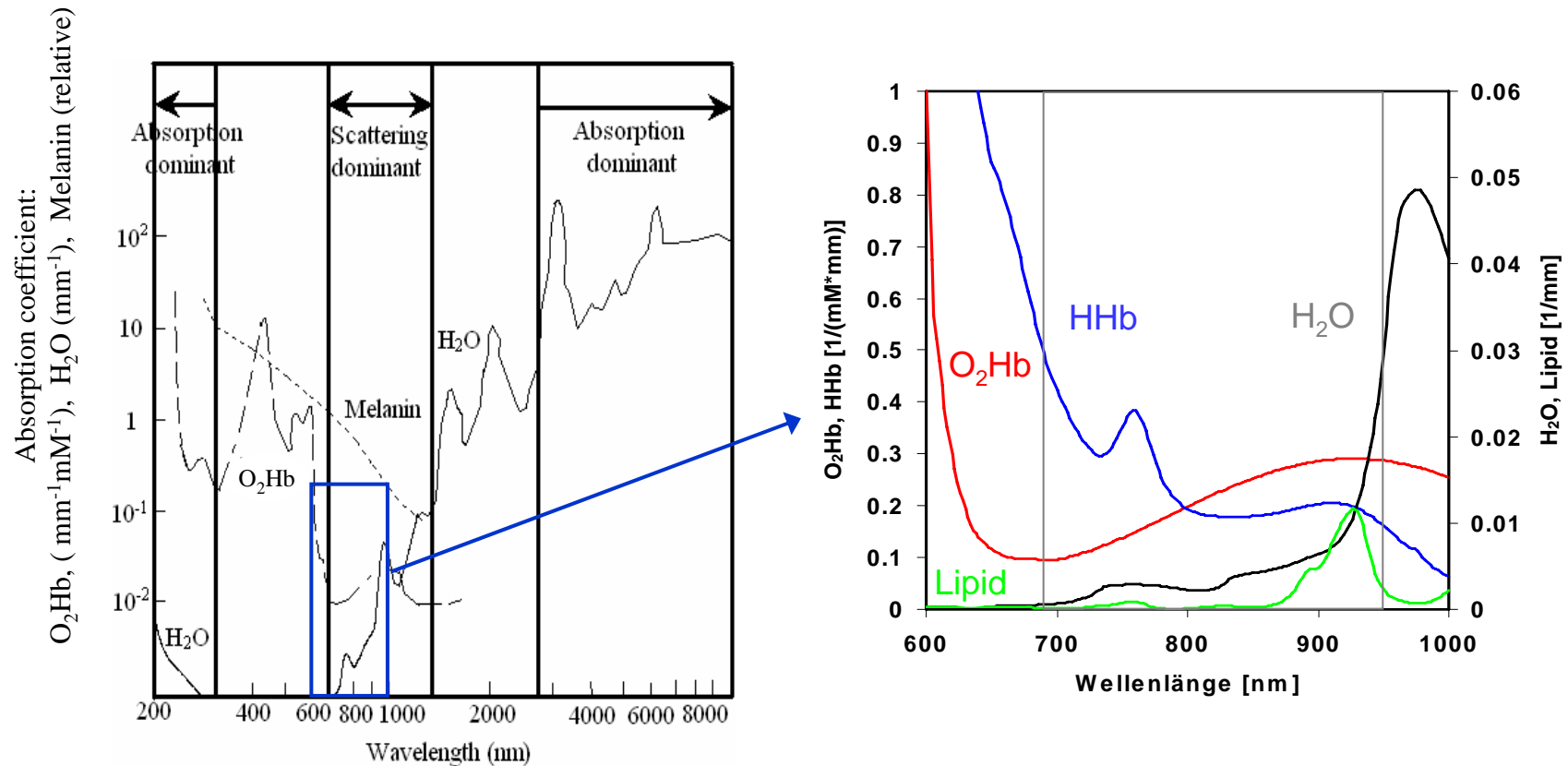


- Nicht-invasiv
- Konzentrationsänderungen von $< 0.5\%$ detektierbar



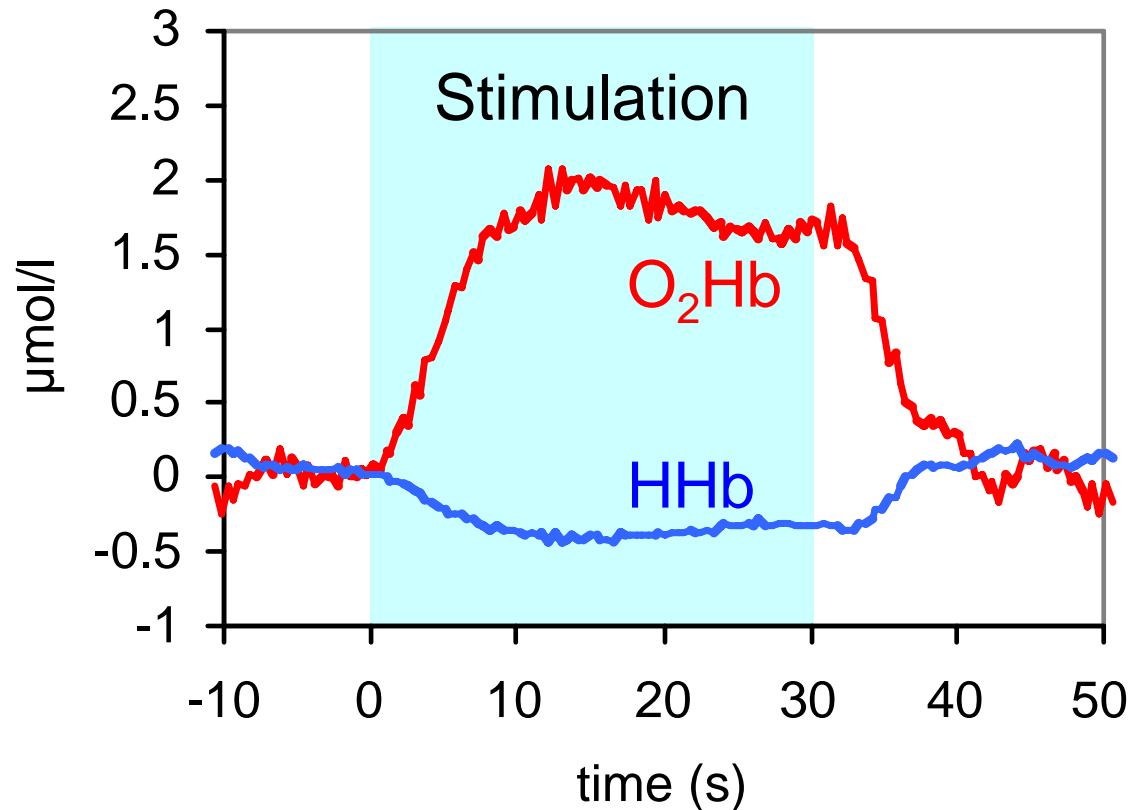
Nahinfrarotspektroskopie: Prinzip

Absorptionsspektren von Gewebekomponenten



► bei 700-950nm wird Absorption von Oxy- und Deoxyhämoglobin dominiert

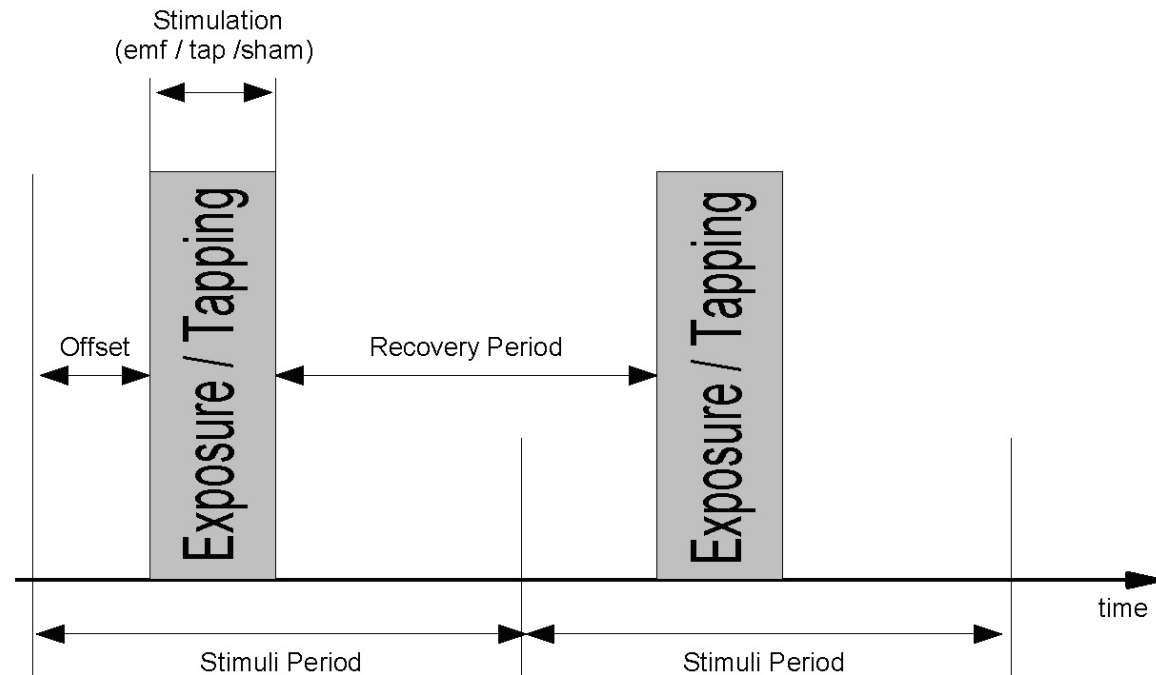
Reaktion auf funktionellen Stimulus



- ▶ Reaktionszeit auf Stimulus: $\sim 10\text{s}$
- ▶ Konzentrationsänderung O₂Hb: 2.5%; HHb: 0.5% (visueller Cortex)

Grundlage Studiendesign

- 15 Wiederholungen von Stimulations- und Ruhephase
- Stimulationszeit: 20-30s (▶ 20s Exposition)
- Ruhephase: 20-60s (▶ 60s Ruhe)

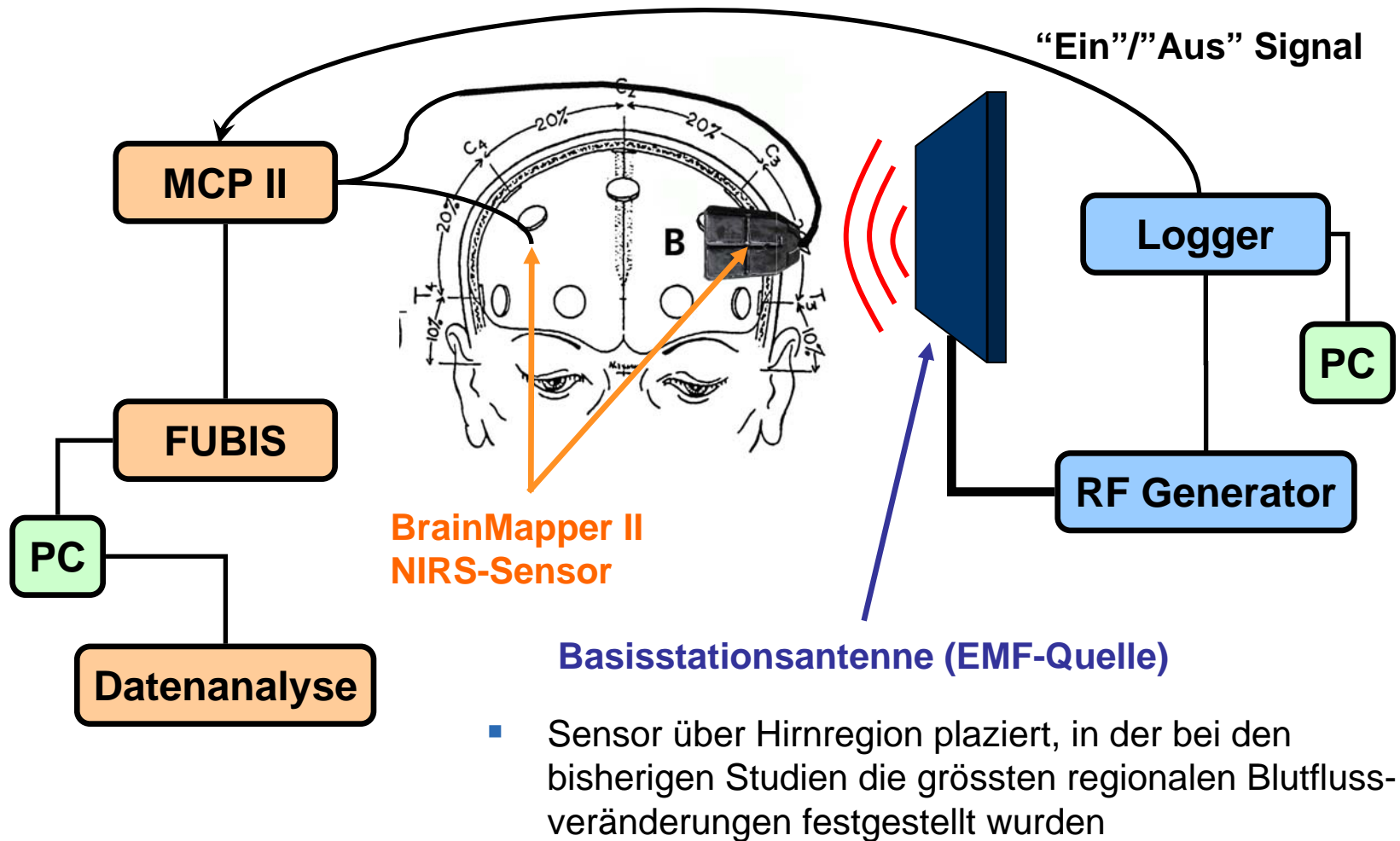




Versuchsprotokoll

- 16 Probanden (Schriftliche Einverständniserklärung)
- 3 Sitzungen an verschiedenen Tagen, gleiche Tageszeit, drei Expositionsstufen, randomisiert (high=6W/kg, low=0.6W/kg, sham), “handset-like” Signal
- 15 Zyklen: 20s “Exposition” (2s “Ein”-2s “Aus”) / 60s “Erholungszeit”
- Probanden wurden angewiesen, 2h vor dem Experiment keinen Kaffee und kein Nikotin zu konsumieren sowie kein Mobiltelefon zu benutzen (▶ Einflussfaktoren)
- Umgebungstemperatur wurde konstant gehalten

Versuchsanordnung



Versuchsanordnung: Expositionssystem

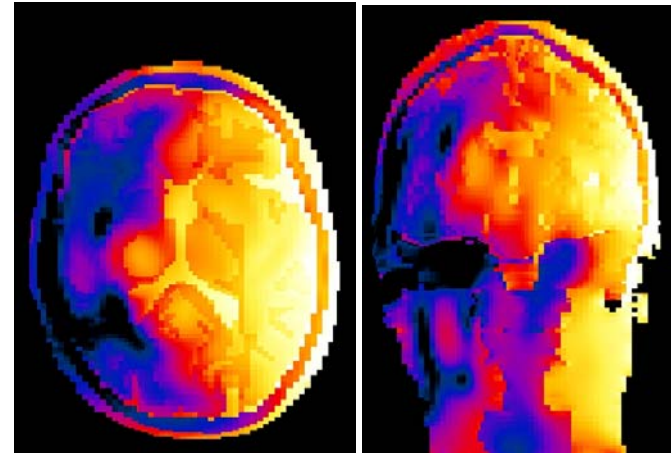
Expositionseinheit



Steuerelektronik



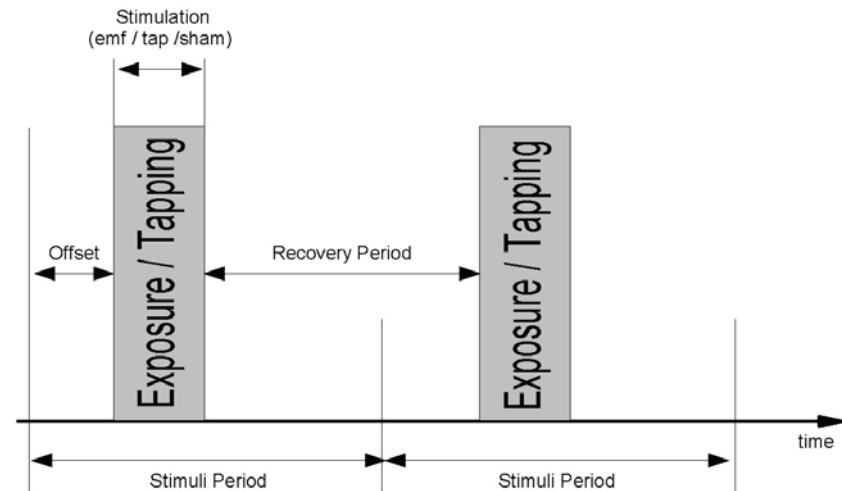
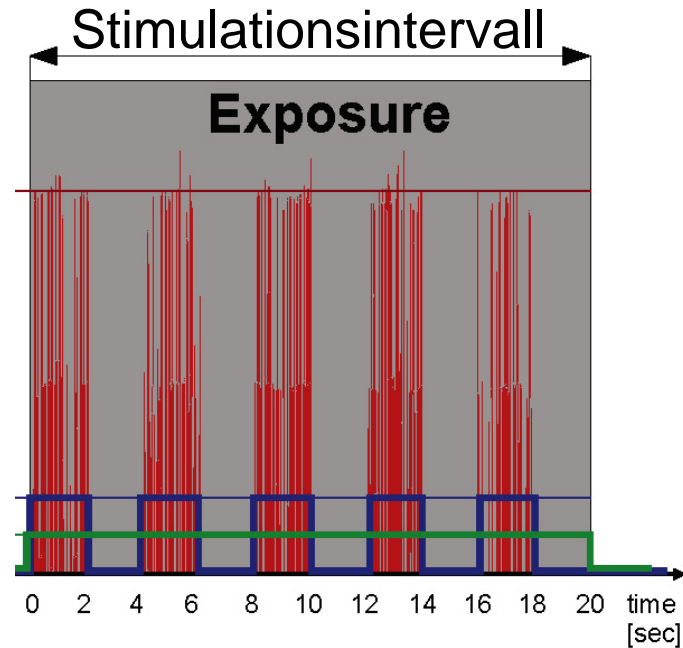
SAR-Verteilung



- Stark asymmetrische Exposition (Faktor ~ 8)
 - ▶ erlaubt Vergleich zwischen linker und rechter Hirnhälfte

Datenanalyse

- Daten während Exposition herausgeschnitten
- Konversion in Oxy- und Deoxyhämoglobinkonzentration
- Daten über die fünf '2s-"Aus"-Intervalle' gemittelt
- Entsprechende Mittelung für die 20s Intervalle vor und nach der Exposition sowie das Intervall 20-40s nach der Exposition



Datenanalyse

- **Kurzeiteffekt:** Vergleich der Konzentrationen während, 0-20s und 20-40s nach Exposition zu Konzentration vor der Exposition
- **Lateralität:** Vergleich zwischen den zwei Sensoren
- **Trendeffekt:** Vergleich der Trends der Konzentrationen zwischen Expositionsstufen und “Sham”

Resultate (vorläufig)

- Keine signifikanten Kurzzeiteffekte
 - Kein signifikanter Trendeffekt über die 20min Versuchsdauer
 - Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Seiten des Kopfes
- ▶ Für signifikanten Effekt wäre eine Konzentrationsänderung von $\sim 0.5\%$ nötig, d.h. wenn es einen Effekt gibt ist er sicher kleiner als 0.5% (d.h. die Hälfte einer Konzentrationsänderung einer “funktionellen Antwort”)

Interpretation

- “Handset-like” Signal zusammen mit dem verwendeten “Ein”-“Aus”-Schema zeigt keine kurz- und mittelfristigen biologischen Auswirkungen
- Studienresultat scheint den Studien Huber et al. (2002, 2005) zu widersprechen
- Mögliche Einflussfaktoren für die unterschiedlichen Resultate:
 - Expositionsschema
 - Analysemethode (PET vs. NIRS, Messunsicherheiten)
 - Blutflussänderung > Blutvolumenänderung (kleiner Effekt!)

Diskussion: Gesundheitsrelevanz

- Risk Assessment hat zwei Stufen:
 - EMF - Effekt: Gibt es eine Beeinflussung durch EMF? (Laborstudien, Kurzzeitstudien)
 - Effekt - Gesundheitsrelevanz: Wie viel Veränderung ist schädlich für die Gesundheit? (Epidemiologie, Langzeitstudien)
- Für Gesundheitsrelevanz muss zwischen zwei Typen von Veränderungen physiologischer Parameter unterschieden werden:
 - temporär ▶ interindividuelle Streuung
 - permanent ▶ intraindividuelle Streuung
- Aus statistischen Gründen genügt eine einzelne Studie nicht zur Klärung eines Sachverhaltes (Aussagekraft einer einzelnen Studie ist gering!)
- Kleine Effekte können nur mit grossem Aufwand erfasst werden (Grosse Stichprobe oder mehrere Wiederholungen der Studien)

Diskussion: Vergleich von Studien

- Interpretation von Studien sollte sich nicht allein an biologischen Endpunkten orientieren
- Verschiedenheiten in den Studien sind relevant
 - Signal (Analog, GSM basic, GSM talk, UMTS, etc.)
 - Expositionsanordnung (Welche Körperteile, Kopfregionen werden wie stark exponiert?)
 - Temperaturanstieg in den betrachteten Geweben
 - Sensitivität/Variabilität der Analyse- und Messverfahren
 - Minimal feststellbarer Effekt
- Notwendigkeit zur Bewertung von Studien bezüglich notwendigen Anforderungen

Dank

- **Finanzielle Unterstützung:**
 - Forschungsstiftung Mobilkommunikation (Projektfinanzierung)
 - Bundesamt für Gesundheit, BAG (Vorstudie, Zusatzauswertungen)
- **Wissenschaftliche Begleitung:**
 - Dr. Mirjana Moser
 - PD Dr. Peter Achermann
 - Prof. Dr. Niels Kuster
- **Proband/innen**
- **Team:**
 - PD Dr. Martin Wolf
 - Dr. Derek Brown
 - Daniel Haensse
 - Dr. Geert Morren
 - Manuel Murbach