

Inhalt

- Neurofeedback Protokoll oder Assessment?
- QEEG
- 4x EEG Assessment
- QEEG-Assessment und Therapieplanung
- Fallbeispiele im Vergleich zu QEEG und 4x EEG Assessment
 - ADHS, Alkoholembryopathie
 - Schädel-Hirn-Trauma mit Blutung
 - Peak-performance

Neurofeedback nach Protokoll oder Assessment?

Protokoll

- Bei Indikationen bestimmtes Vorgehen
 - SMR up bei Epilepsie und Tic-Störung
 - Alpha up zur mentalen Entspannung
 - Theta, Beta bei ADHS, etc.
- Lange Tradition und viele Studien zu NFB bei ADHS, Epilepsie, Insomnie, etc.
- Aber: Studien z.T. widersprüchlich, nicht alle Patienten sprechen auf Neurofeedback an
- One size fits all?

Neurofeedback nach Protokoll oder Assessment?

Assessment

- Nicht jeder Patient mit einer Störung hat dieselben Auffälligkeiten im EEG
- Vor dem Training eine Analyse, an welcher Region und mit welchen Frequenzbändern trainiert werden soll
- Bsp. ADHS: Theta/Beta Problem oder hiBeta oder Abdriften in Alpha?
- QEEG basiertes Vorgehen als „Gold-Standard“
- Bei Mini-Brain-Mapping (2, 4 Kanal) kein Vergleich mit Normwerten, sondern Analyse von Verteilungen der Frequenzen im Gehirn bzw. der Veränderung von Baseline zu kognitiven Tasks

Normative EEG Werte

Beta (13-21 Hz):

- Beta (13-21 Hz) > hi-Beta (21-30 Hz)
- Beta (13-21 Hz) > SMR (12-15 Hz)
- Beta (12-21 Hz) < Alpha (8-12 Hz) (v.a. posterior)
- Beta (12-21 Hz) < Theta (4-8 Hz)
- LH anterior Beta (z.B. F3) $\geq$ RH anterior Beta (z.B. F4)
- Anterior Beta $\geq$ posterior Beta (posteriorer beta rhythm seltener)



13-19 Hz

Beta: positive Korrelation mit metabolischer Aktivität

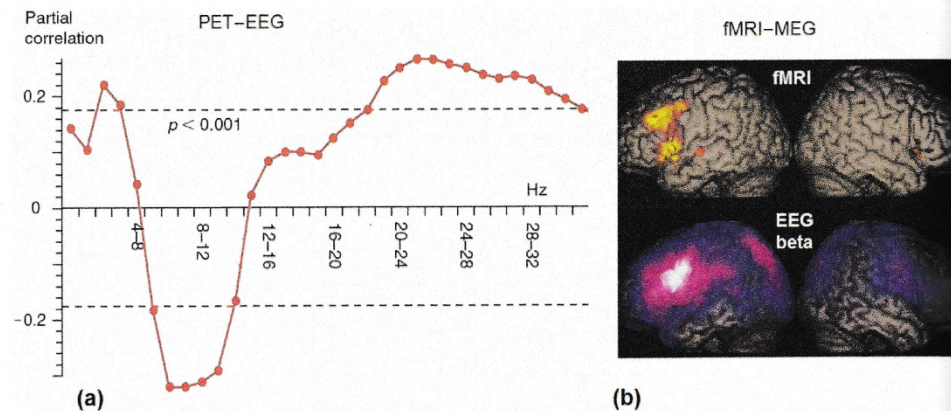


FIGURE 2.3.9 Beta arrhythmic activity correlates with metabolic activity. (a) Relationship between local PET perfusion values and EEG for the relative source derivation montage (y-axis, partial correlation coefficient; x-axis, EEG frequency); and (b) Upper row, increased BOLD signal of fMRI in the covert word fluency task; lower row, beta (15–25-Hz) desynchronization of MEG measured in the same task. *Part a: adapted with permission from Cook et al. (1998); Part b: adapted with permission from Singh et al. (2002).*

Normative EEG Werte

SMR (12-15 Hz):

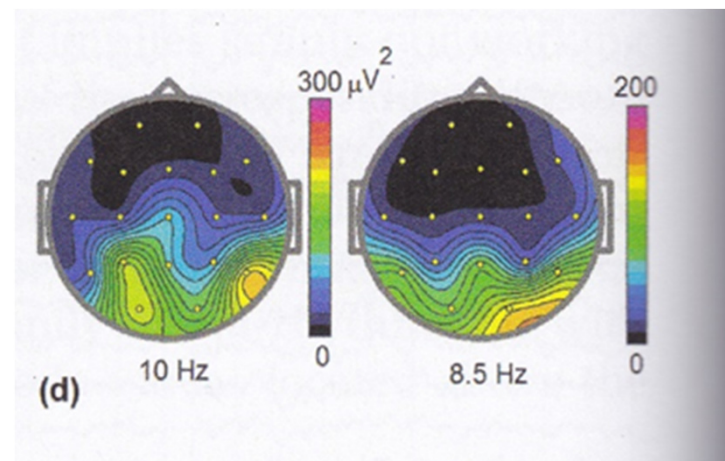
- SMR (sensomotorischer Rhythmus) Frequenz: 12-15 Hz (= Beta1)
- Nur über dem sensomotorischen Cortex gemessen (C3, Cz, C4)
 - Wird auch Rolandic Cortex genannt (über Sulcus centralis)
- SMR (12-15 Hz) < Beta (13-21 Hz)
- Bedeutung: Wachheit, nach außen gerichtete Aufmerksamkeit, motorische Ruhe, Inhibition motorischer Aktivität

Normative EEG Werte

Alpha (8-12 Hz):

- Alpha (8-12 Hz) > Theta (4-8 Hz) bei Augen geschlossen
- Alpha posterior (z.B. Pz, Oz) > Alpha anterior (z.B. Fz)
- Alpha Anstieg bei Augen geschlossen (bei 90% gesunder Erwachsener)
- Bei Gesunden i.A. kein Alpha an frontalen und zentralen Regionen (wenn gemessen, dann wegen volume conductance)
- LH Alpha $\leq$ RH Alpha
- wenn Alpha LH frontal erhöht, dann Hinweis auf Subtyp der Depression
- Individuelle Alpha frequency (IAF) = 10 Hz

Quelle: Demos 2005, 2019; Thompson & Thompson 2003; Kropotov, 2016



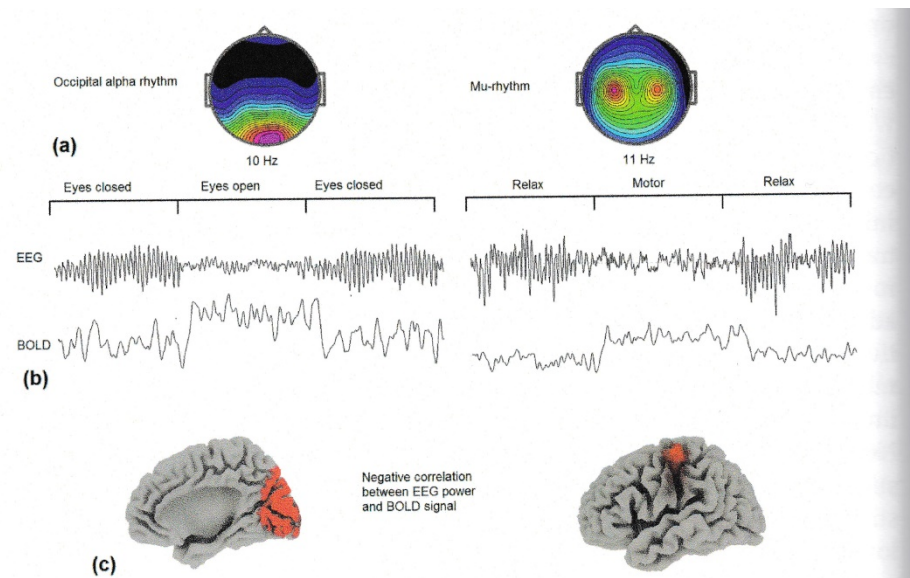
EEG und BOLD Signal

BOLD: blood oxygen level dependent

fMRI Messung um Sauerstoffgehalt in Gehirnregionen zu messen

Korrelat von Gehirnaktivität (viel Aktivität = BOLD hoch)

EEG Alpha posterior und BOLD Signal sind negativ korreliert



Quelle: Kropotov (2016)

Alpha-Asymmetrie bei Depression

bei Subgruppe depressiver Personen

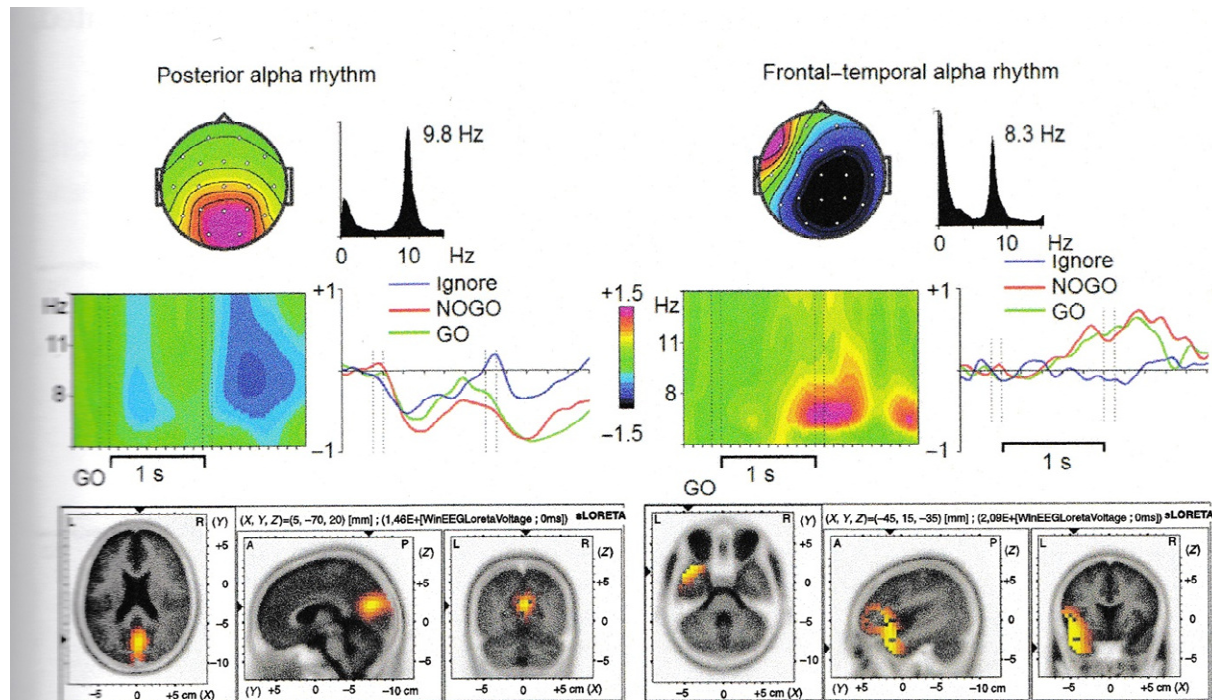


FIGURE 2.2.10 Alpha rhythm generated in inferior frontal/superior temporal lobe in a subject with a history of depression. Two independent components with clear rhythmicities in the alpha band are extracted from spontaneous EEG: posterior alpha rhythm (left) and frontal-temporal alpha rhythm (right). They show different synchronization/desynchronization patterns: the posterior alpha rhythm desynchronizes in response to visual stimuli, while the frontal-temporal rhythm synchronizes in GO and NOGO trials.

Normative EEG Werte

Theta (4-8 Hz):

- Theta (4-8 Hz) > Delta (1-4 Hz)
- Theta im Wachzustand nur in geringem Ausmaß vorhanden (außer Kinder)
- LH Theta $\cong$ RH Theta
- Theta > Beta (bei Kindern ist Theta deutlich höher)
- Frontal midline theta bursts (Fz) bei kognitiven Tasks (für wenige Sek.)
- Theta auch mit Enkodierung nach der kogn. Aufgabe assoziiert
- Theta/Beta power ratio (Achtung: Studien nicht eindeutig!)

Delta:

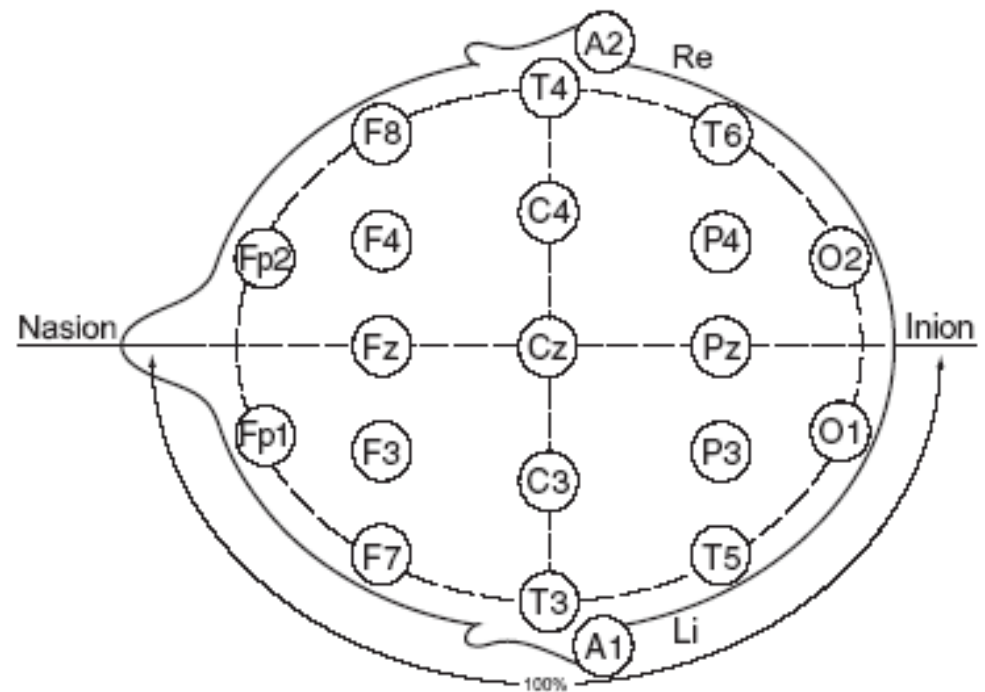
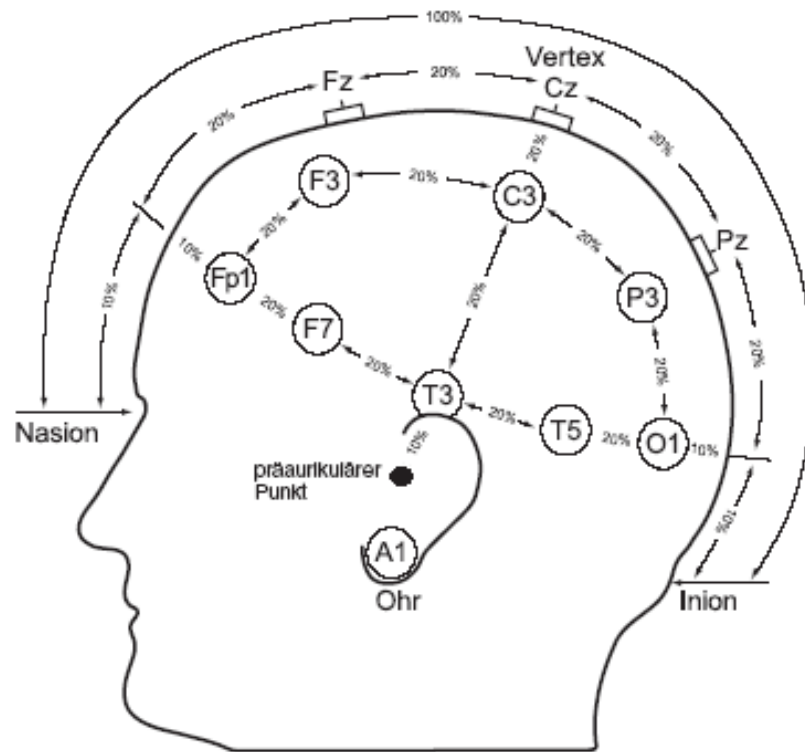
- LH Delta $\cong$ RH Delta
- Delta bei Erwachsenen nur im Schlaf oder Hinweis auf Hirnschädigung!
Bei Kindern noch tw. vorhanden

Neurofeedback

Mini-Brain-Mapping

- Assessment von EEG-Frequenzen in verschiedenen Gehirnregionen (Verteilung)
 - Anterior-posterior
 - Hemisphären-Unterschiede
- Assessment der Frequenzen in Baseline und bei kognitiven Tasks
 - Augen offen und geschlossen, Lesen, Rechnen, etc.
 - Veränderung von Alpha, Beta, hiBeta, Theta
 - Alpha peak frequency
 - Delta Auffälligkeiten?
- Vergleich zu QEEG
 - Keine 19 Kanal Messung
 - Kein Vergleich mit Normwerten (Datenbank)
 - Mini-Brain-Mapping basiert auf Erkenntnissen der EEG Grundlagenforschung

10-20 System



Neurofeedback

Mini-Brain-Mapping 4-Kanal

- Elektroden-Positionen für Assessment-Mapping:

Messung: Fz, Pz, F3, F4

- Kanal A: Fz, Kanal B: Pz, Kanal C: F3, Kanal D: F4
- Fz Messung für Augenblink und EMG Artefakterkennung
- Linked-ear Montage (Referenz)

Anterior-posterior Asymmetrie: (Fz, Pz)

- Fast wave - slow wave Verteilung
- Alphablockade, Theta und Beta bei verschiedenen Aufgaben

Hemisphären-Unterschiede: (F3, F4)

- Frontal: Depression, Angst, Unruhe, Stress, Hirnschädigung

QEEG – quantitatives EEG

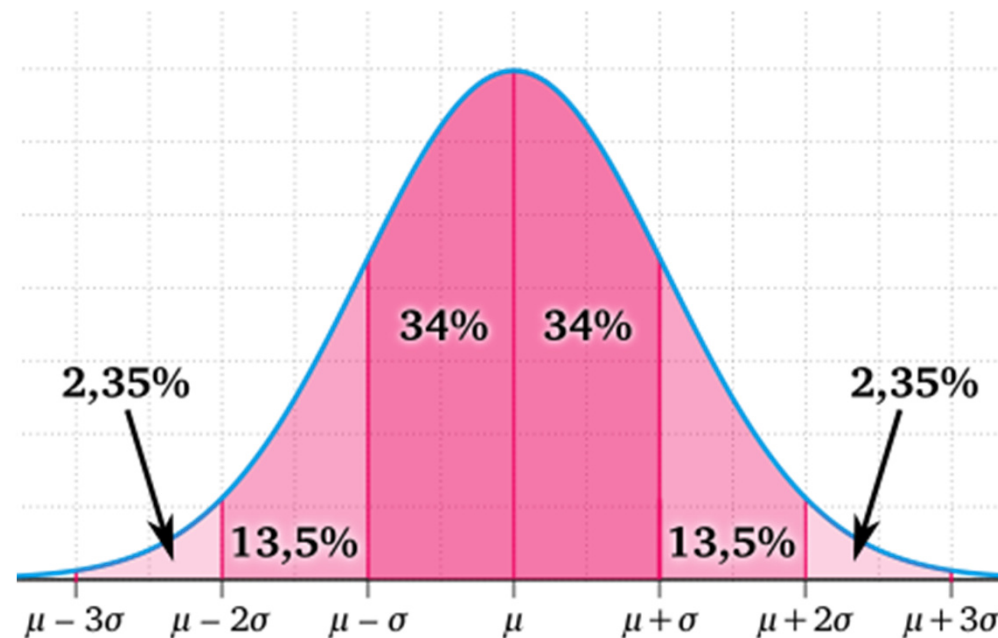
- Geschichte und Datenbanken
 - 1977 erste QEEG Datenbank von Roy John und Robert Thatcher
 - Seit 2002 Neuroguide als führende Datenbank (Robert Thatcher)
 - 727 gesunde Probanden, 2 Monate - 82 Jahre, 2 Jahre Vergleichszeitraum für EO, EC; verschiedene Montagen
 - HBI Database (HBImed mit Yuri Kropotov)
 - ca. 1000 Probanden
 - EO, EC, kognitive Aufgaben (Go-Nogo etc.)
 - qEEG Pro (EEG Professionals, NL)
 - EO (1482 Pbn), EC (1232 Pbn)
 - BrainDX (früher NX-Link)
 - SKIL (Barry Serman)

QEEG – quantitatives EEG

QEEG: 19 Kanal EEG-Messung mit Datenbank-Vergleich

Ergebnisse in z-Scores angegeben

Z-Scores + - 2 werden als auffällig dargestellt (ca. 5% der Population)



QEEG-Assessment: Vorteile

- Individualisiertes Assessment
- Detaillierteres Mapping (19 vs. 4 Elektroden)
- Analyse mit Linked-ear und Laplacian Montage möglich
- Vergleich zu gesunden Probanden
 - Auffällige Amplituden der Frequenzbänder bei 4x EEG schwierig zu identifizieren
 - Zu hohe Beta oder Alpha-Amplituden können identifiziert werden

Fallbeispiel PfAn

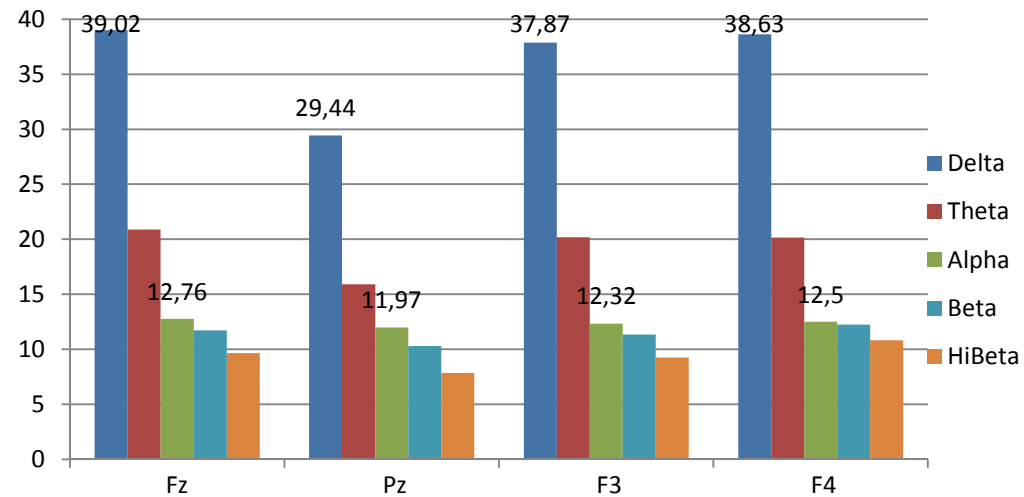
4x EEG vs. QEEG

- Anthony: männlich, 11 Jahre, Pflegekind
- Partielles fetales Alkoholsyndrom (Alkoholembryopathie, Q86.0),
Aufmerksamkeitsdefizite, Hyperaktivität, Impulsivität,
Geräuschüberempfindlichkeit, symptomatische Epilepsie (generalisierte
Anfälle) Trennungsängste (F41.8)
- Bislang Beschulung zu Hause
- Medikamente: Convulex, Omega Fettsäuren, Melatonin
- Methylphenidat (Concerta) wegen gesteigerten Wutausbrüchen
abgesetzt

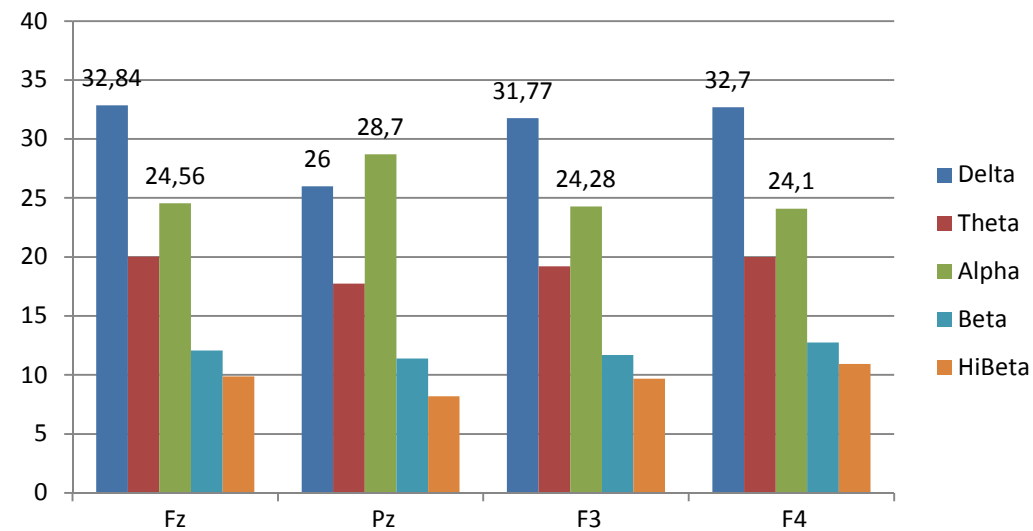
Fallbeispiel PfAn

4x EEG

EO



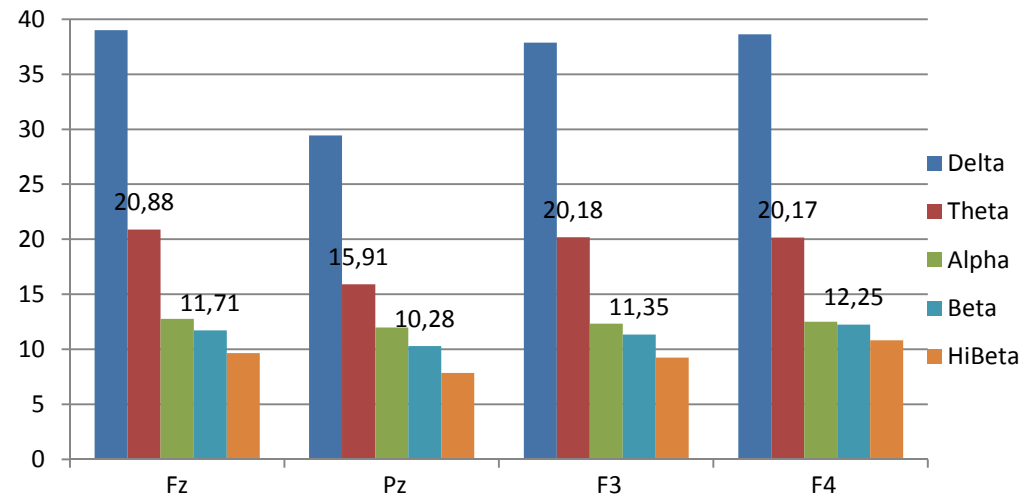
EC



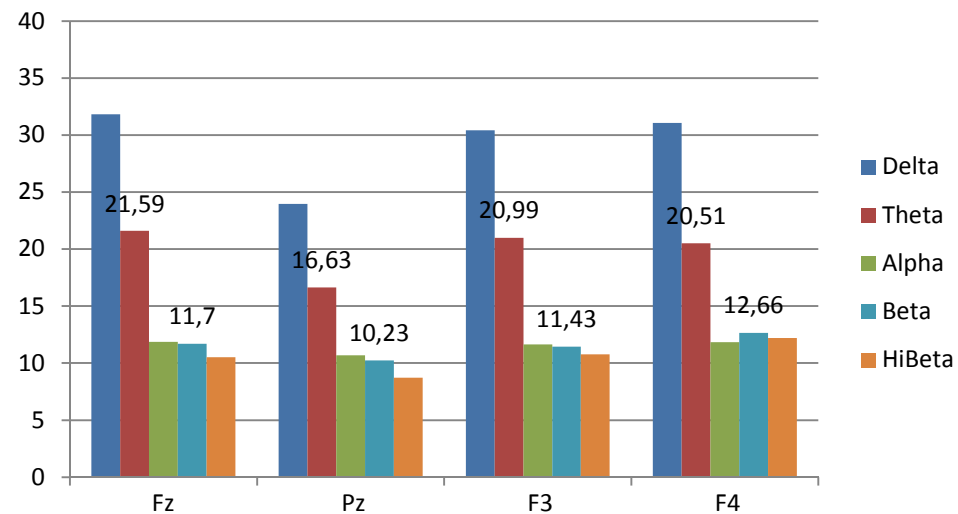
Fallbeispiel PfAn

4x EEG

EO



Lesen



Fallbeispiel PfAn

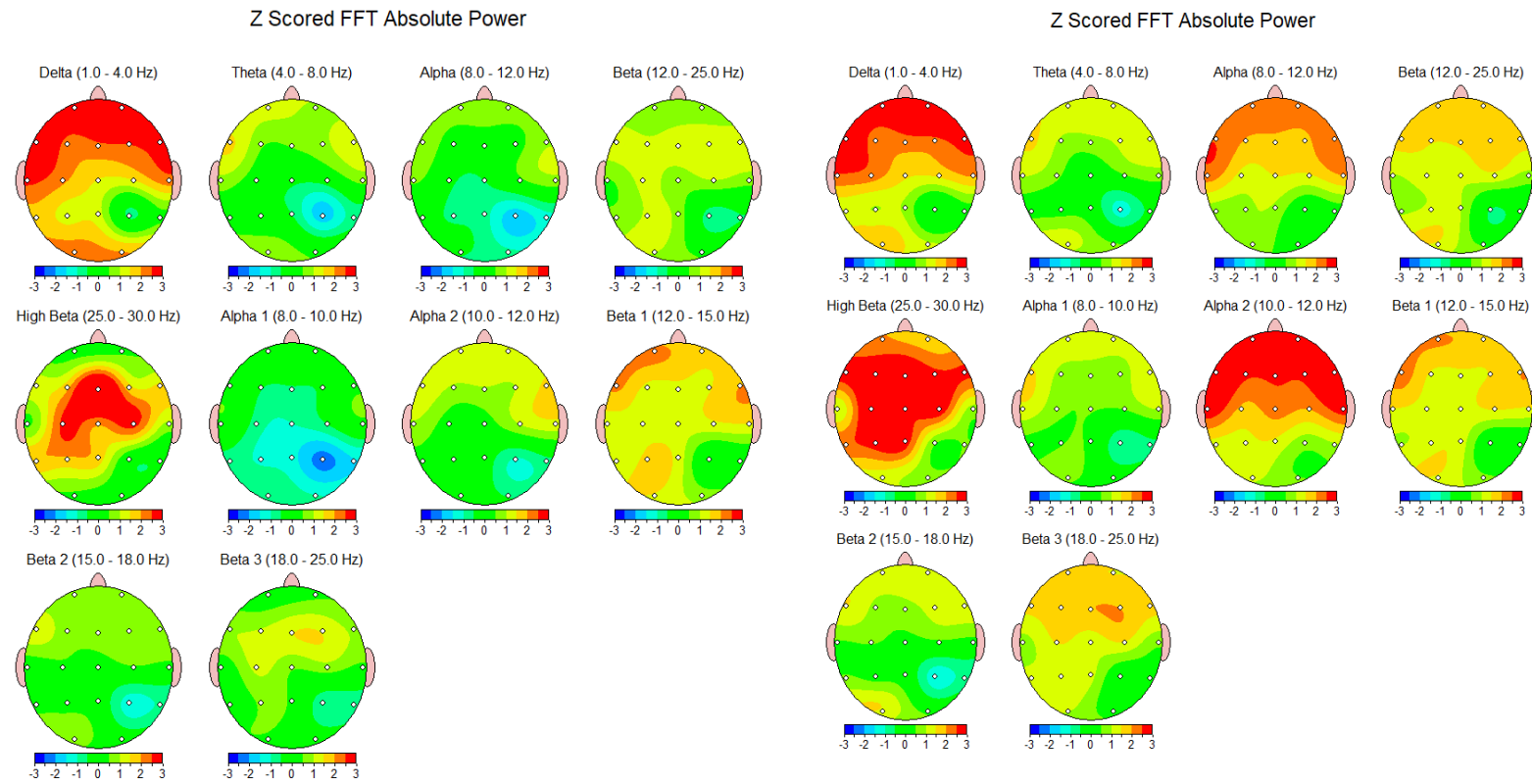
4x EEG: Ergebnisse

- Beta RH etwas größer als LH (Hinweis Ängste)
- Delta Amplitude scheint erhöht zu sein (Hinweis foggy brain; ev. Med.!)
- Theta sinkt bei Lesen nicht ab (Aufmerksamkeit)
- Beta steigt bei Lesen nicht an (Aufmerksamkeit)
- ? Theta Amplitude

- ✓ Beta anterior > posterior
- ✓ Alpha steigt bei EC an
- ✓ Alpha posterior > anterior
- ✓ Alpha LH $\cong$ RH
- ✓ HiBeta < Beta

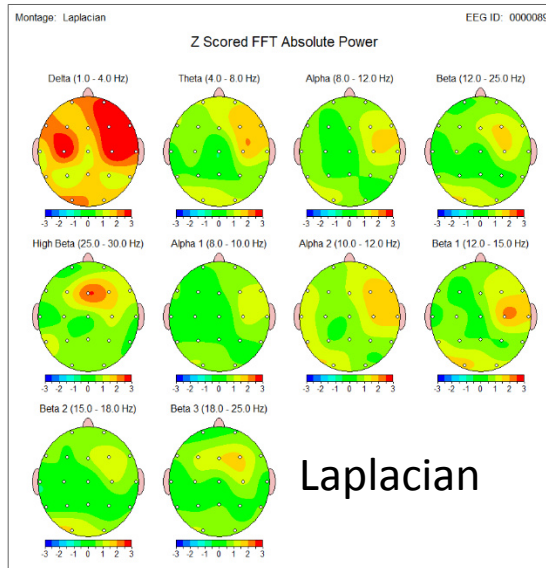
Fallbeispiel PfAn

QEEG: Ergebnisse

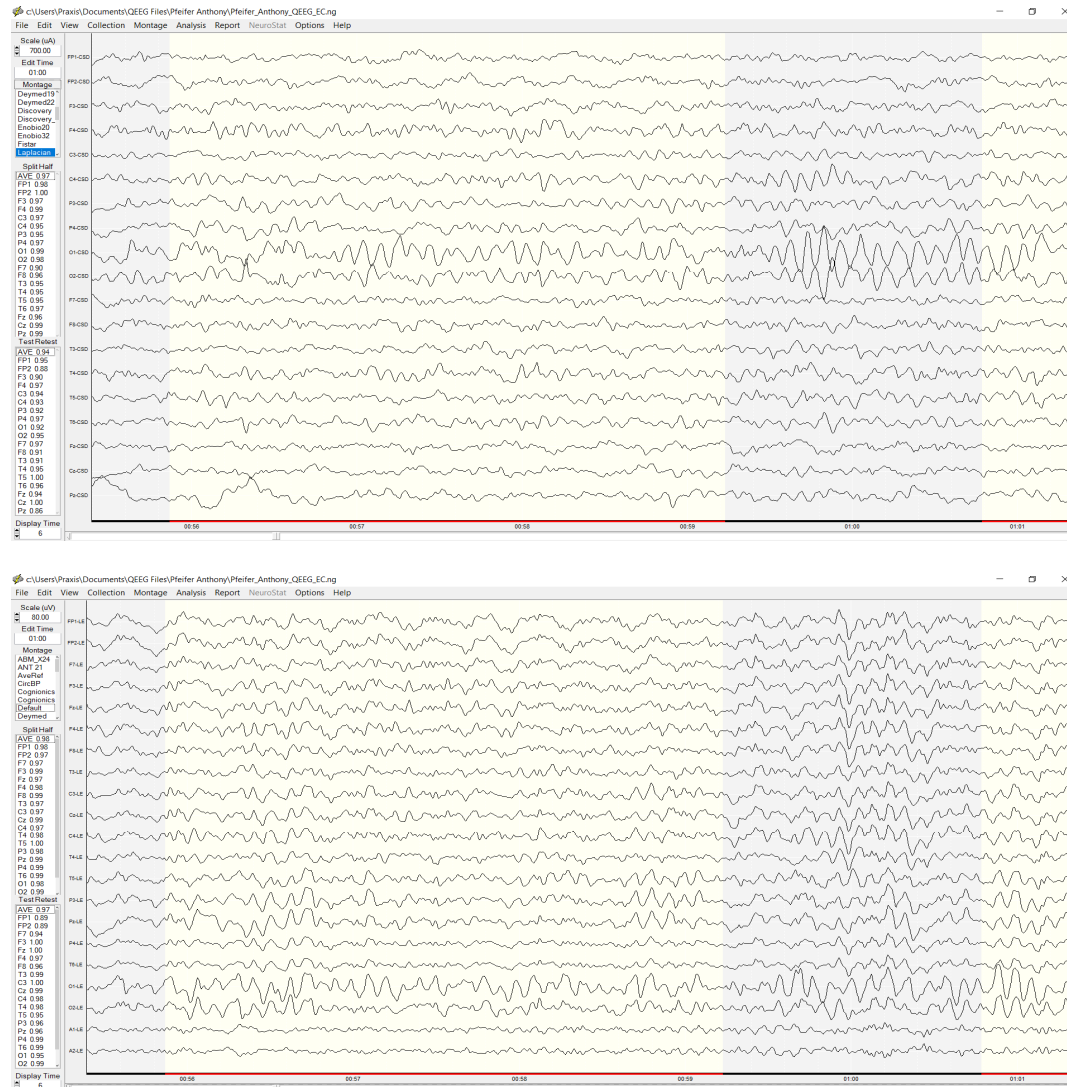


Fallbeispiel PfAn

QEEG: Ergebnisse (Laplacian montage, EC)

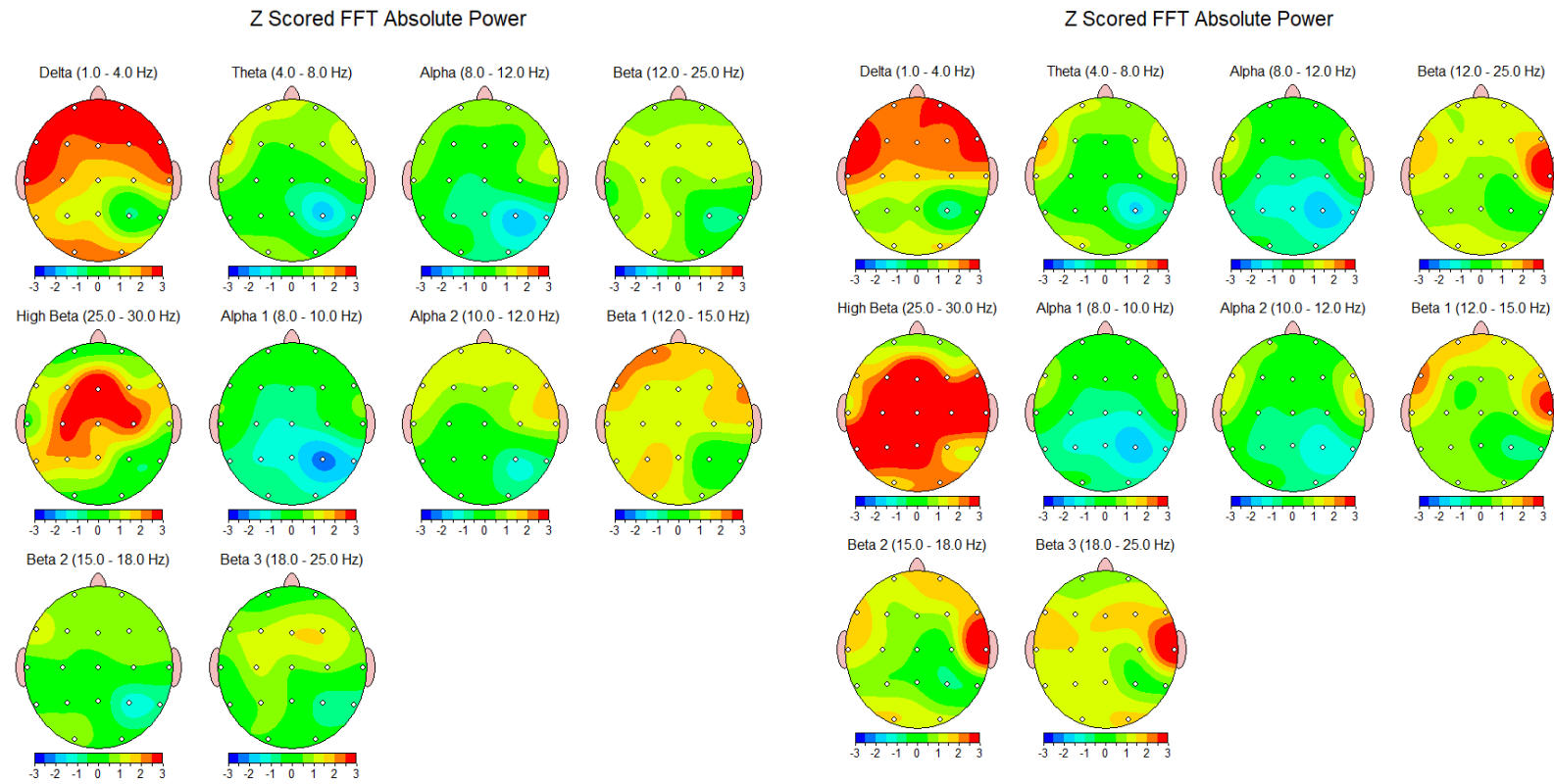


Linked-ear



Fallbeispiel PfAn

QEEG: Ergebnisse



Fallbeispiel PfAn

QEEG: Ergebnisse

- **Delta erhöht** (foggy brain; ev. Med.wirkung)
- **Beta frontal etwas erhöht** (Unruhe, Ängste)
- **HiBeta deutlich erhöht** (steigt bei Lesen noch weiter an; „busy brain“, Ängste, Zwänge, Impulsivität, ?Geräuschüberempfindlichkeit)
- Beta RH etwas größer als LH (Hinweis Ängste)
- ✓ **Theta unauffällig**
- ✓ Alpha unauffällig EO, EC (Laplacian)
- ✓ Beta anterior > posterior
- ✓ Alpha steigt bei EC an
- ✓ Alpha posterior > anterior (Laplacian)
- ✓ Alpha LH $\cong$ RH

Fallbeispiel PfAn

Neurofeedback Ansätze

■ 4xEEG Analyse:

- Beta up F3 (Aufmerksamkeit, Ängste, Exekutivfunktionen)
- Theta down F3 (Aufmerksamkeit)
- ? Delta down (Aufmerksamkeit)
- SMR up Cz (nach Protokoll wg. Epilepsie, Impulskontrolle)

■ QEEG:

- Delta down F3 oder Fz (Aufmerksamkeit, Unterstimulation)
- HiBeta down Cz, Fz (Ängste, „busy brain“, Impulsivität, Geräuschüberempfindlichkeit)

- QEEG der 4x EEG Analyse deutlich überlegen (HiBeta!)

Fallbeispiel HaDa

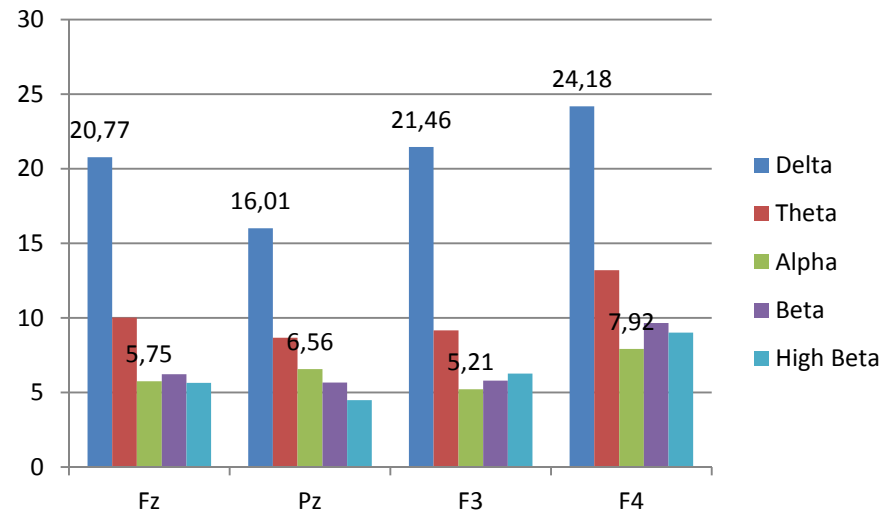
4x EEG vs. QEEG

- David: 18 Jahre
- Verkehrsunfall 2016 mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma, Media-Insult links bei Carotidisdissektion, Mittelgesichtsfraktur, Subarachnoidalblutung fronto-temporal und diffus axonale Verletzung (T90.5), Schlaganfall im Klinikum, Hemiparese rechts
- Mehrmonatige Reha-Aufenthalte, nicht arbeitsfähig
- Kognitive Leistungsfähigkeit: ausgeprägte Beeinträchtigung des Arbeitsgedächtnisses und der Alertness, Langzeitgedächtnis-Einbußen, mittelgradige Aphasie (Spontansprache, Sprachverständnis, Benennen, Wortflüssigkeit, Lesesinn)
- EEG: Amplitudendepression li. Hemisphäre, diffuse Verlangsamung, Theta-Delta Verlagsamung li. Und re. fronto-temporal

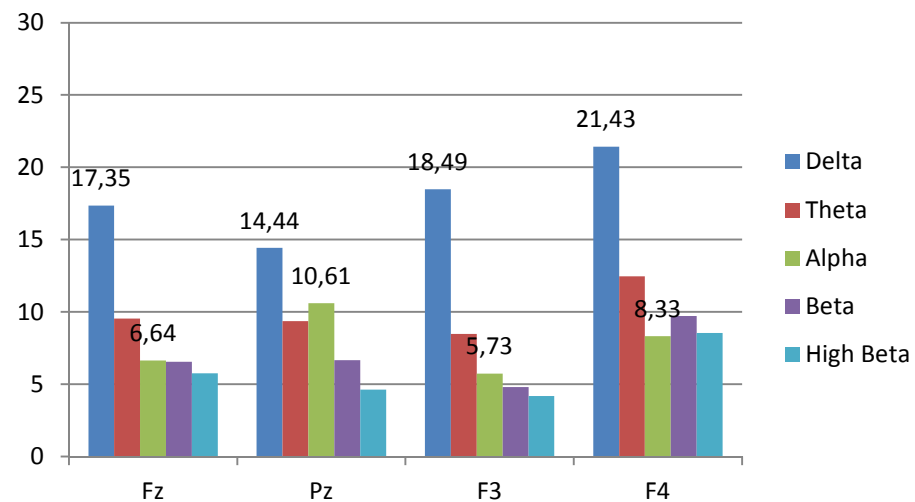
Fallbeispiel HaDa

4x EEG

EO



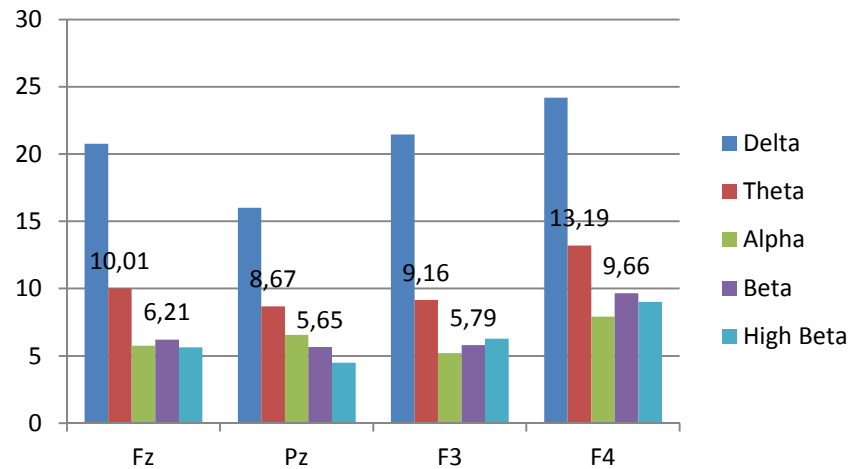
EC



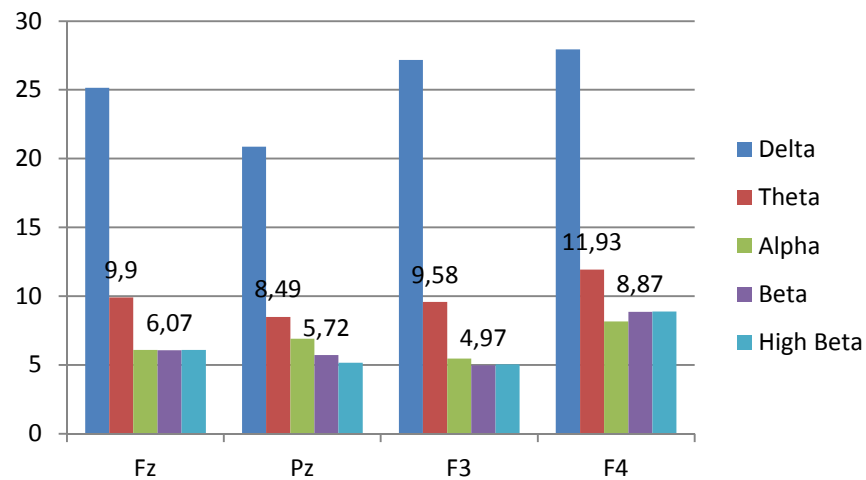
Fallbeispiel HaDa

4x EEG

EO



Lesen



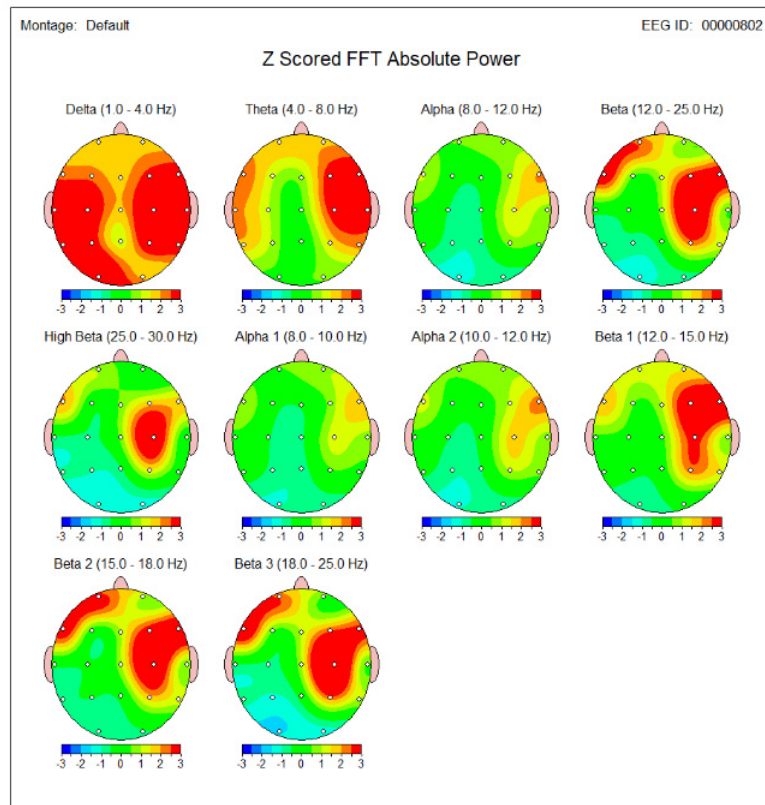
Fallbeispiel HaDa

4x EEG: Ergebnisse

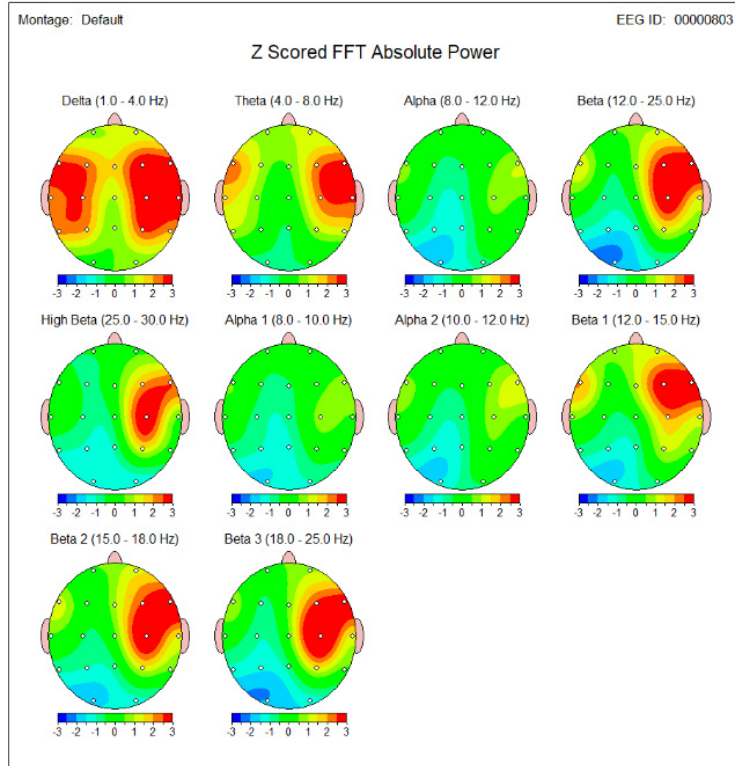
- Delta scheint erhöht zu sein („foggy brain“, Aufmerksamkeit)
 - Bei Lesen Anstieg von Delta
 - Theta scheint erhöht zu sein (Aufmerksamkeit)
 - Beta LH <<< RH (Amplituden ca. die Hälfte)
 - Beta sinkt LH bei Lesen etwas ab (im Vgl. zu EO)
 - HiBeta > Beta (bei Lesen etwas erhöht; „Überanstrengung“)
-
- ✓ Alpha posterior > anterior
 - ✓ Alpha LH <<< RH (aber extremer Unterschied)
 - ✓ Beta anterior > posterior
 - ✓ HiBeta < Beta (in Ruhe)

Fallbeispiel HaDa

QEEG EO, EC



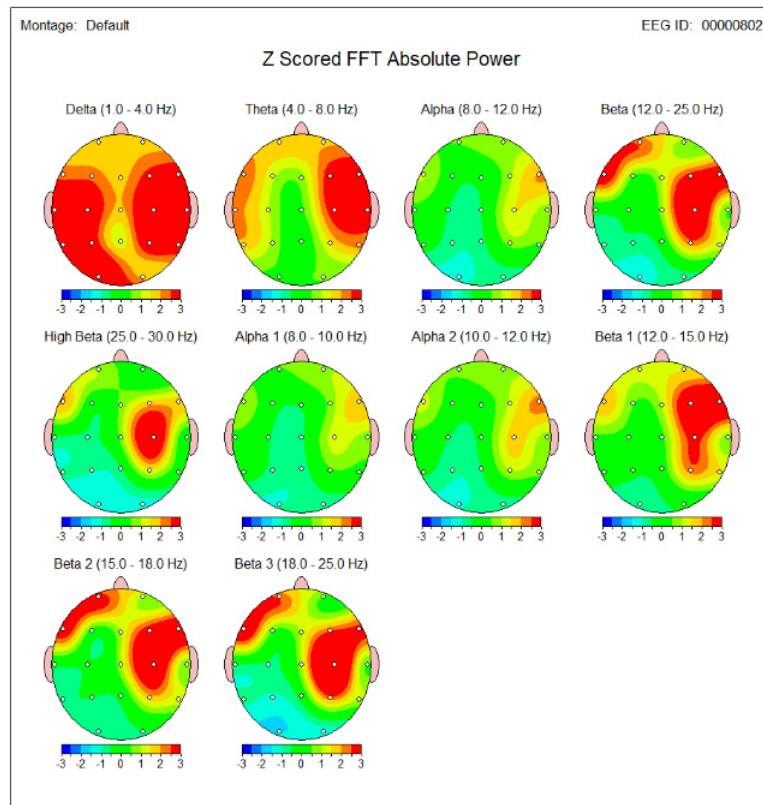
EO



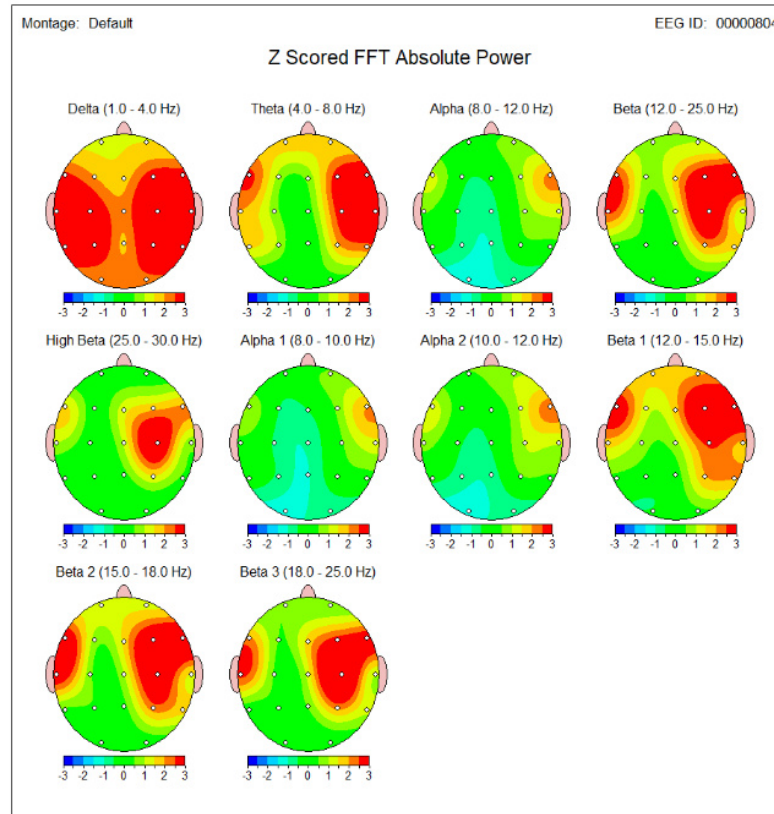
EC

Fallbeispiel HaDa

QEEG EO, Lesen



EO



Lesen

Fallbeispiel HaDa

QEEG: Ergebnisse

- **Delta deutlich erhöht (global)** (Aufmerksamkeit)
 - **Theta RH deutlich erhöht** (Aufmerksamkeit)
 - **Beta RH deutlich erhöht** (negative Emotionen bei Pat. nicht vorhanden)
 - **HiBeta F4 erhöht**
-
- ✓ Alpha
 - ✓ Alpha posterior > anterior (Laplacian)

Fallbeispiel HaDa

Neurofeedback Ansätze

- **4xEEG Analyse:**

- Beta up LH (F3) mit HiBeta Inhibit
- ?Delta down (frontal)
- Theta down RH (z.B. F4)

- **QEEG:**

- Beta up LH (sequentiell F3-P3 bzw. F3, C3, P3) mit HiBeta Inhibit
- Delta down frontal (Fz oder F3)
- Theta down frontal (Fz oder F4)
- (?HiBeta down F4; wahrscheinlich Kompensationsstrategie)

- **QEEG der 4x EEG Analyse überlegen (umfassender)**

- **mit 4xEEG ähnliche Ansätze**

Fallbeispiel ScN

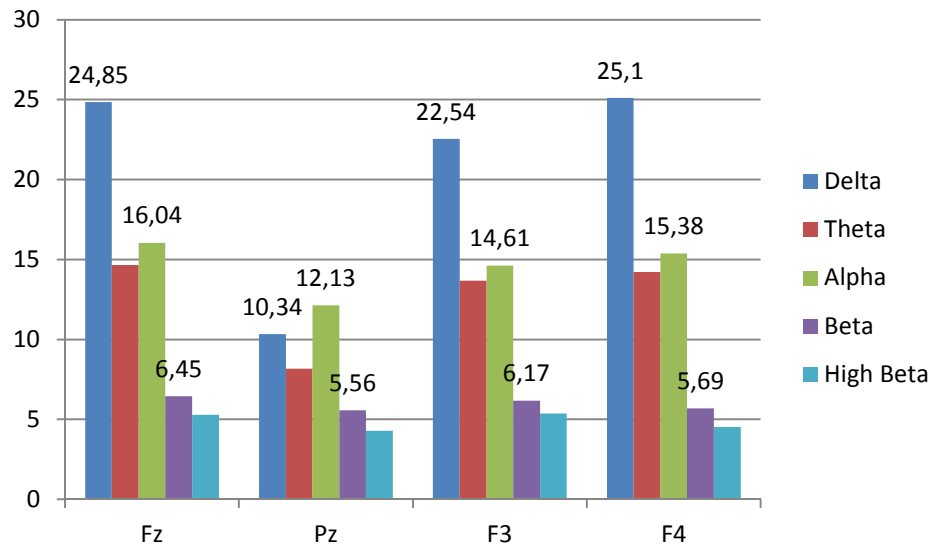
4x EEG vs. QEEG

- männlich: 46 Jahre, Akademiker, selbständig im Gesundheitswesen
- Keine Störungen
- Interesse für peak-performance

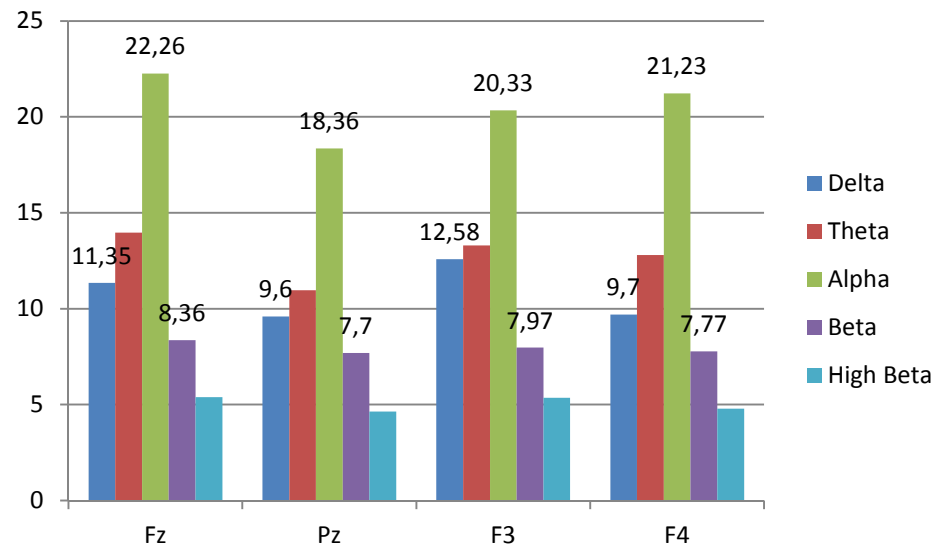
Fallbeispiel ScN

4x EEG

EO



EC



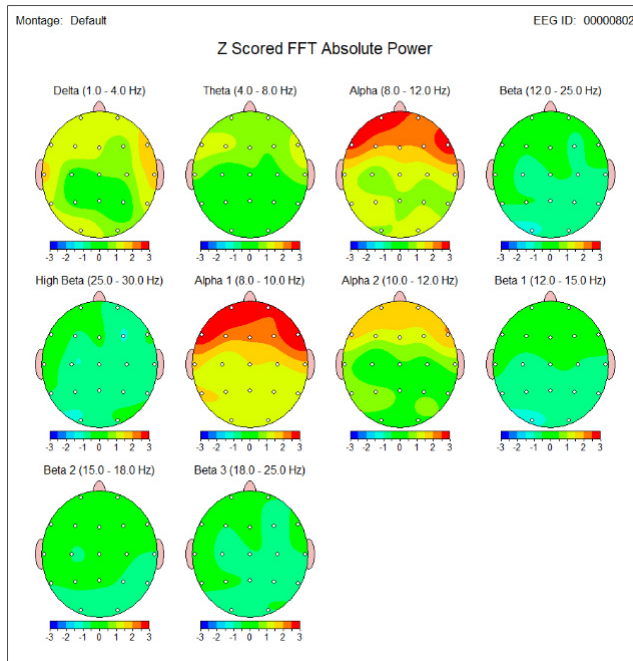
Fallbeispiel ScN

4x EEG: Ergebnisse

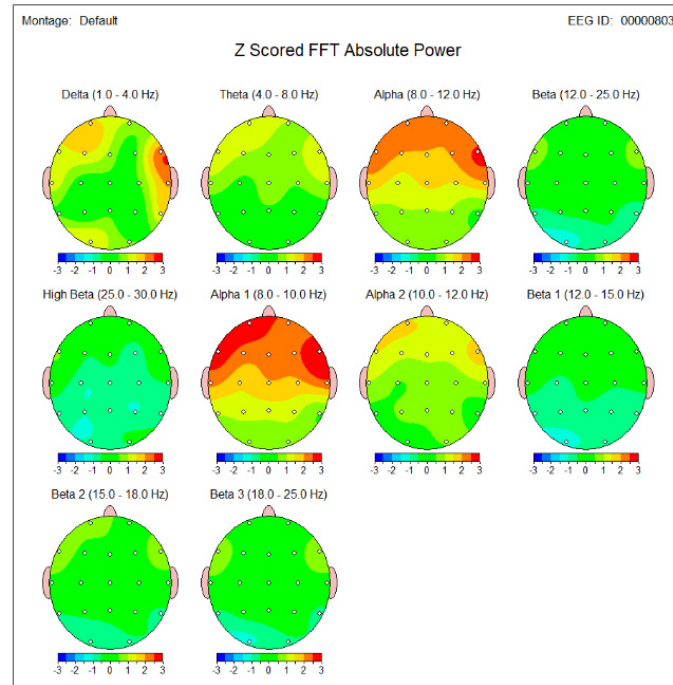
- Alpha posterior < anterior
- ✓ Delta unauffällig (bei EC deutlich kleiner als Alpha)
- ✓ Alpha LH $\leq$ RH
- ✓ Theta $\cong$ RH
- ✓ Beta anterior > posterior
- ✓ Beta LH > RH
- ✓ HiBeta < Beta

Fallbeispiel ScN

QEEG EO, EC



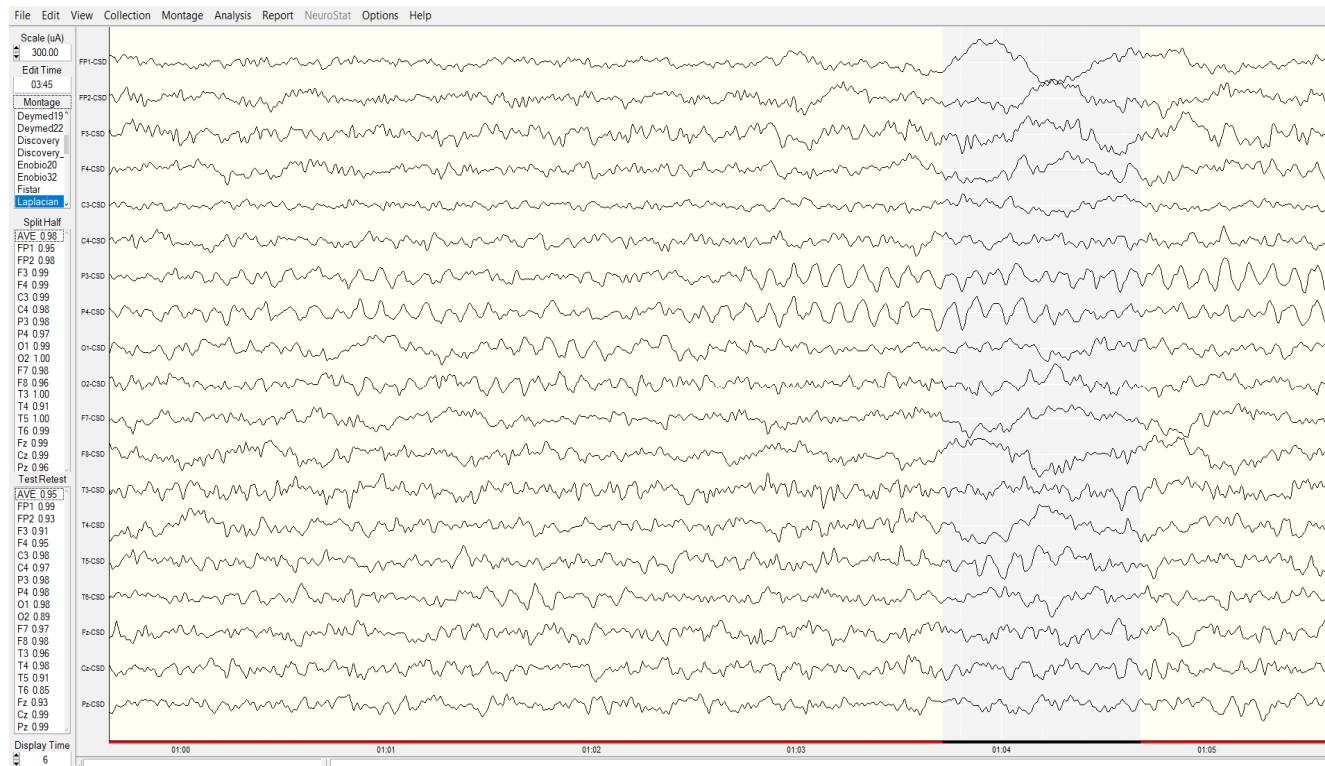
EO



EC

Fallbeispiel ScN

Roh EEG bei EC (Laplacian)



Fallbeispiel ScN

QEEG: Ergebnisse

- ✓ Alpha mit Laplacian montage unauffällig (volume conductance)
- ✓ Delta unauffällig
- ✓ Theta unauffällig
- ✓ Beta unauffällig
- ✓ HiBeta unauffällig

Fallbeispiel ScN

Neurofeedback Ansätze

■ 4xEEG Analyse:

- Alpha up auf Pz bzw. Oz
- Plus Vorgehen nach Protokoll
 - Beta up LH mit HiBeta Inhibit
 - SMR up

■ QEEG:

- Keine klaren Empfehlungen aus QEEG Analyse
- **Alpha up wegen hoher Amplituden nicht empfehlenswert**
- Vorgehen nach Protokoll

- QEEG und 4x EEG Analyse kommen zu vergleichbaren Ansätzen (außer für Alpha)

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

- Infos:
 - www.schmid-schmid.at
 - www.worklifebalance.at

