

Systembiologie & Medizin

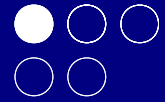
EEG-Grundlagen

René Märker
<maerker@mi.fu-berlin.de>

Freie Universität Berlin

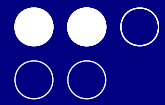
05.01.2009

Betreuer: Dr. D. Kunz; PD Dr. A. Rodenbeck



EEG-Grundlagen

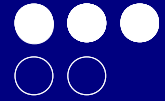
- Geschichte der EEG
- Generierung
- Komponenten eines EEG-Gerätes
 - Elektroden
 - Vorverstärker
 - Mess-Ableitetechniken
- „10/20“-System
- EEG-Wellen
- Artefakte



Definition

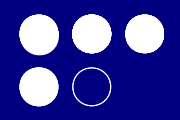
Elektroenzephalographie – EEG

Verstärkersysteme, die zu diagnostischen Zwecken in der Neurologie die elektrische Aktivität des Gehirns (gr. „encephalon“) unter verschiedenen Bedingungen ableiten, verstärken & registrieren.



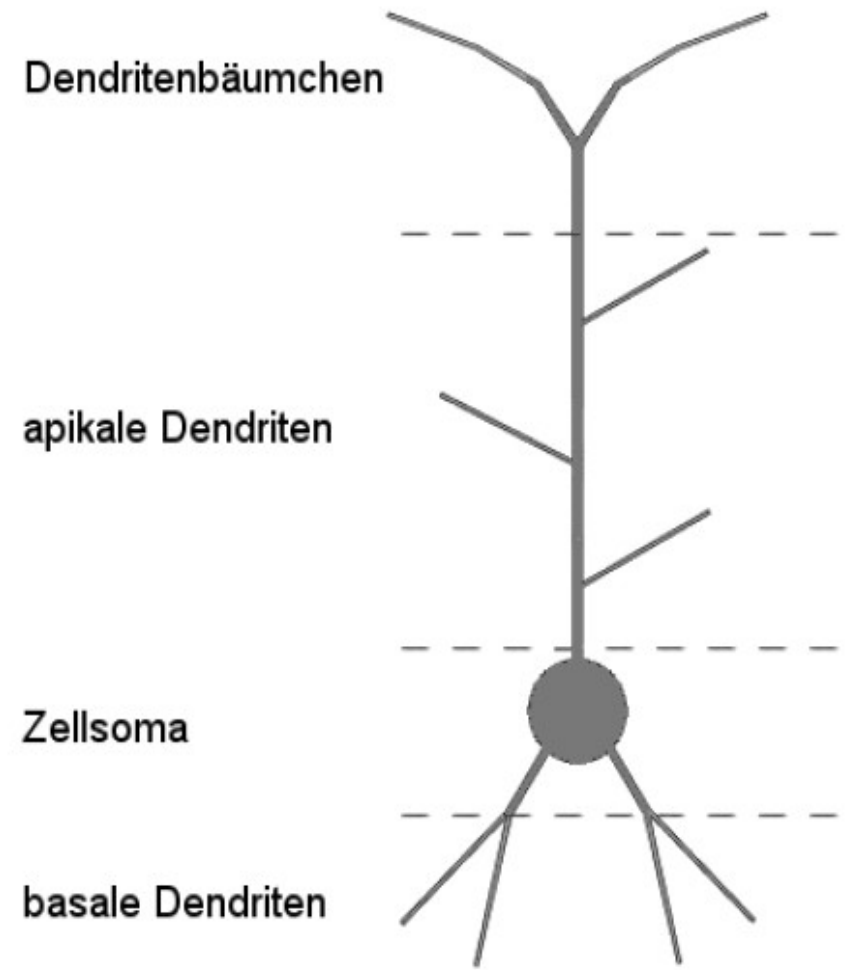
Geschichte der EEG

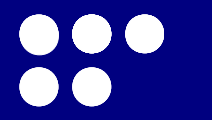
- 1875 – Richard Caton "Hirnstromwellen" von Säugetieren
- 1929 – Hans Berger erste Ableitung am Menschen → Elektroenzephalogramm (EEG)
- 1932 – Kornmüller "Krampfstromentladungen" für Epilepsie
- 1935/36 – Davis et al. sensorische ERPs am Menschen
- 1962 – Galambos & Sheatz ersten computergemittelten ERPs



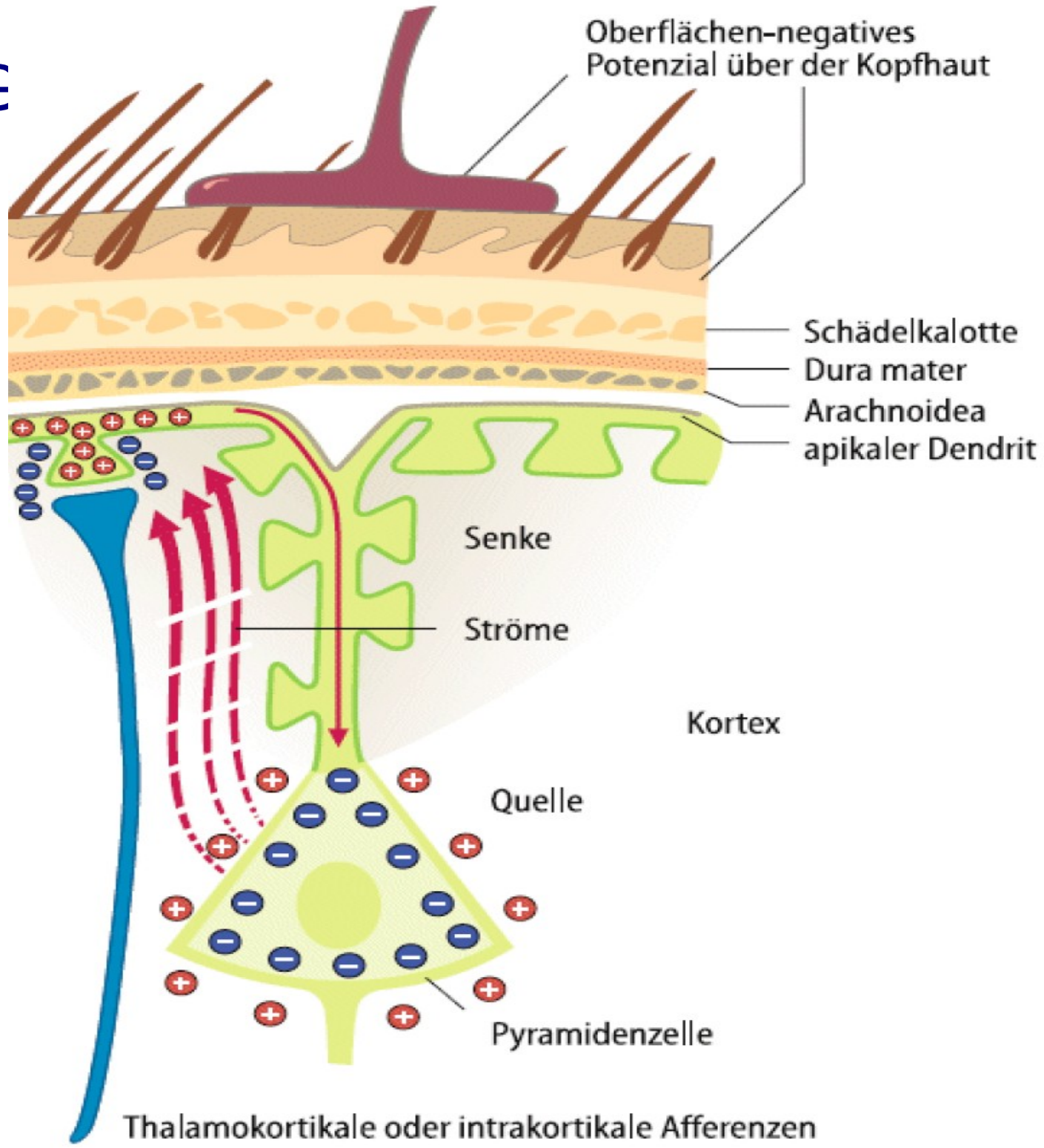
Generierung

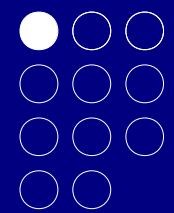
Pyramidenzellen





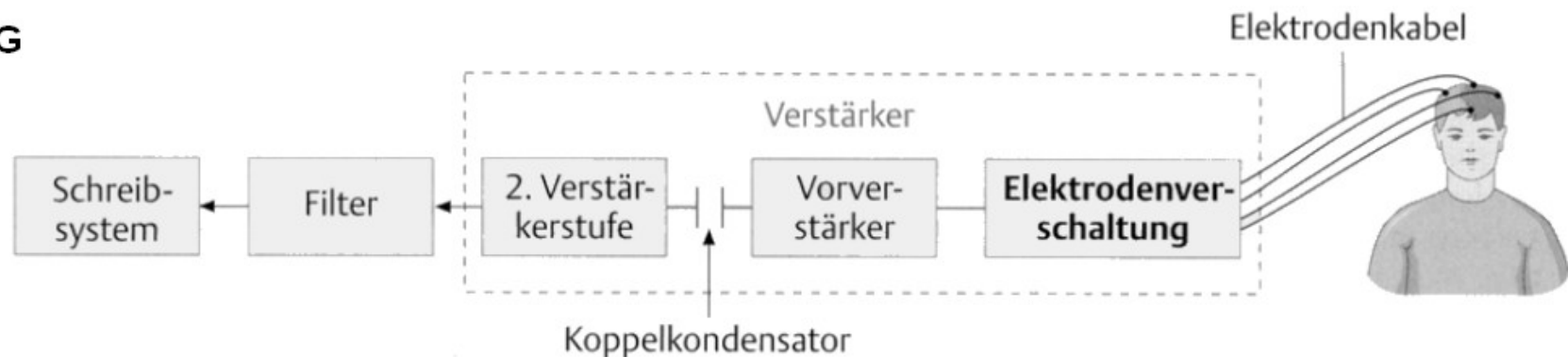
G



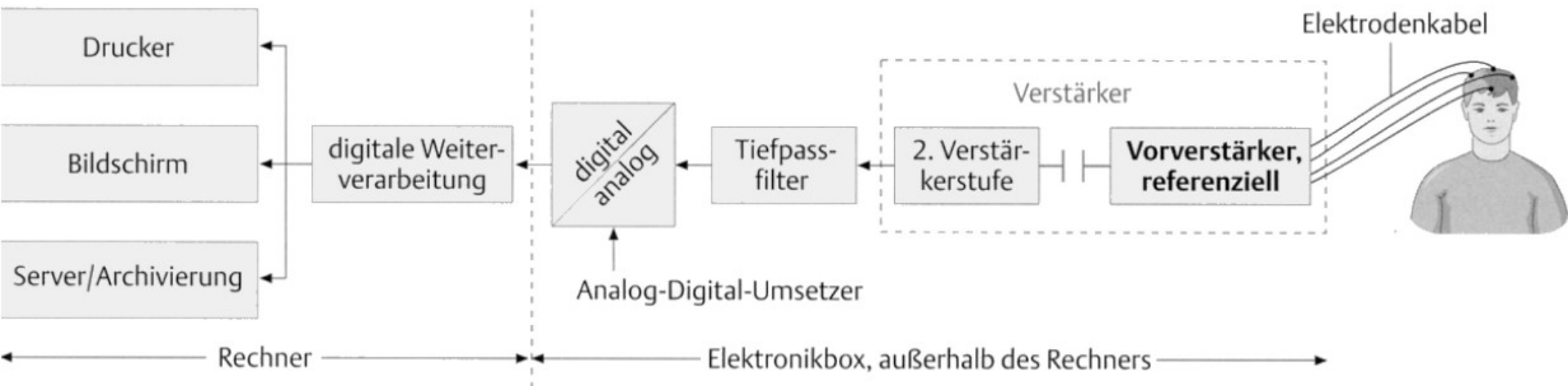


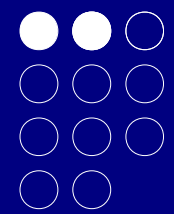
Komponenten eines EEG-Gerätes

konventionelles EEG



Computer-EEG



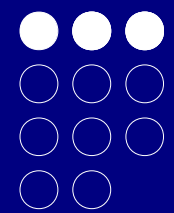


Komponenten eines EEG-Gerätes

Elektroden

- Integrierte Elektrodenkappe
 - Ag / AgCl-Oberflächenelektroden
 - Ringförmig oder punktförmig



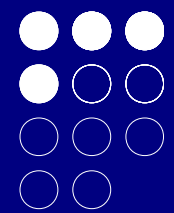


Komponenten eines EEG-Gerätes

Elektroden

- Integrierte Elektrodenkappe
 - Ag / AgCl-Oberflächenelektroden
 - Ringförmig oder punktförmig
- Einzel gesetzte
 - Oberflächenklebelektroden (Augenelektroden)
 - Klippelektroden für die Ohren

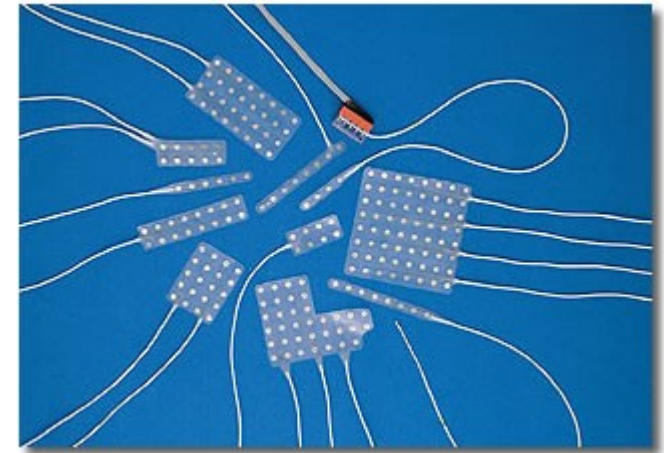


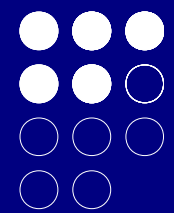


Komponenten eines EEG-Gerätes

Elektroden

- Integrierte Elektrodenkappe
 - Ag / AgCl-Oberflächenelektroden
 - Ringförmig oder punktförmig
- Einzel gesetzte
 - Oberflächenklebeelektroden (Augenelektroden)
 - Klippelektroden für die Ohren
- Besondere Zwecke
 - Edelstahl-Nadelelektroden (Intensivstation / Operation)
 - Edelstahl- o. Platin-Gitterelektroden (auf dem Kortex plaziert)

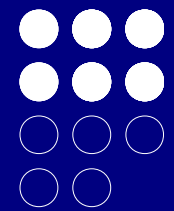




Komponenten eines EEG-Gerätes

Verstärker

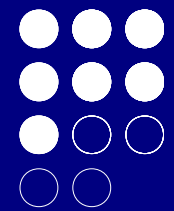
- Differenzverstärker
 - EEG-Signale bei $10 \mu\text{V}$ sehr störanfällig
 - Verstärkt nur ständig ändernden EEG-Signale
 - Annuliert gleichbleibende Störspannung



Komponenten eines EEG-Gerätes

Differenzverstärker

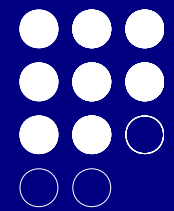
- Mind. 3 Eingänge
 - Ground-Elektrode (Art Erdung)
 - Referenz-Elektrode (möglichst inaktiven Hirnareal)
 - „aktive“ Elektroden (über dem zu untersuchenden Hirnareal)
- Montagen: Elektroden in unterschiedliche Beziehungen zueinander setzen → unterschiedliche EEG-Potentiale



Komponenten eines EEG-Gerätes

Mess-Ableitetechniken

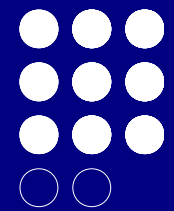
- **Unipolare (referentielle) Ableitung**
 - Eine gemeinsame Referenzelektrode für alle Ableitpunkte (meist an den Ohrläppchen)
 - Vorteil: Genaue Abbildung hinsichtlich Topographie, Polarität & Amplitude
 - Nachteil: Störanfällig v.a. bei Störungen an der Referenzelektrode



Komponenten eines EEG-Gerätes

Mess-Ableitetechniken

- **Mittelwert (Referenz-)Ableitung**
 - Referenzwert ist Mittelwert über alle Elektroden
 - Vorteil: stabilere Ableitung, weniger stör anfällig
 - Nachteil: lokale Aktivitätsschwankungen übertragen sich auf alle Ableitungen

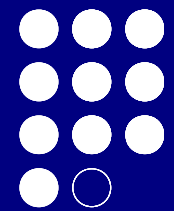


Komponenten eines EEG-Gerätes

Mess-Ableitetechniken

- **Bipolare Ableitung**

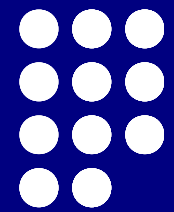
- Jeweils 2 benachbarte Elektroden werden über einen Differenzverstärker verschaltet
- Vorteil: hohe räumliche Auflösung
- Nachteil: geringe Amplitude, keine exakte Rekonstruktion unter einer Elektrode



Komponenten eines EEG-Gerätes

Mess-Ableitetechniken

- **Quellenableitung**
 - Eine Elektrode gegen den Mittelwert der sie umgebenden Elektroden gemessen
 - Vorteil: hohe räumliche Auflösung
 - Nachteil: geringe Amplitude, regional ausgedehnte Aktivitäten schlecht zu erkennen



Komponenten eines EEG-Gerätes

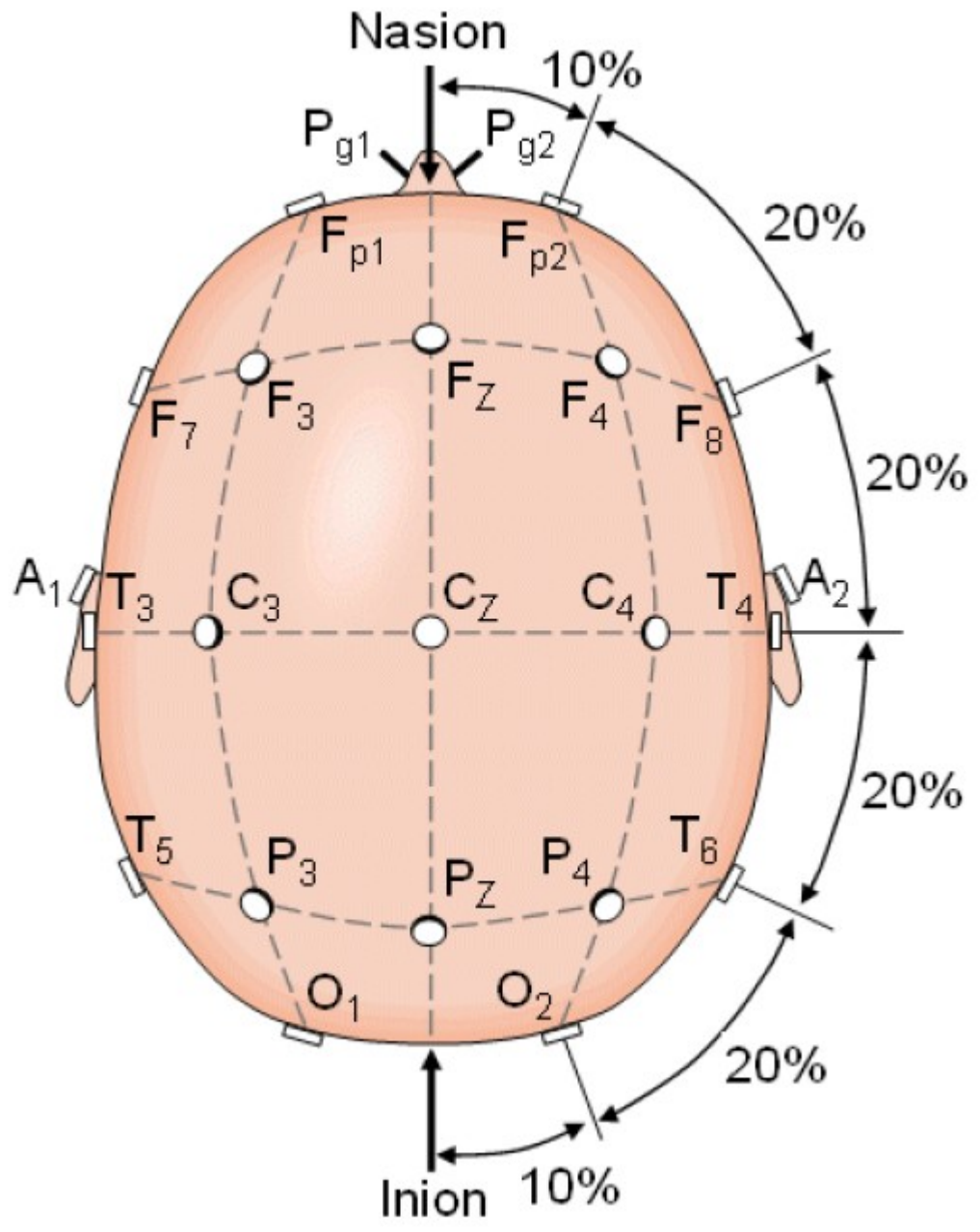
Mess-Ableittechniken

- **Wichtiges**

- Impedanzen zw. Elektrode & Kopfhaut gering halten
- EEG < 10 k Ω bei ERP < 5 k Ω
- Alle Elektroden gleiche Impedanz
- Impedanz bei Ground- & Referenzelektrode klein (0-1 k Ω)

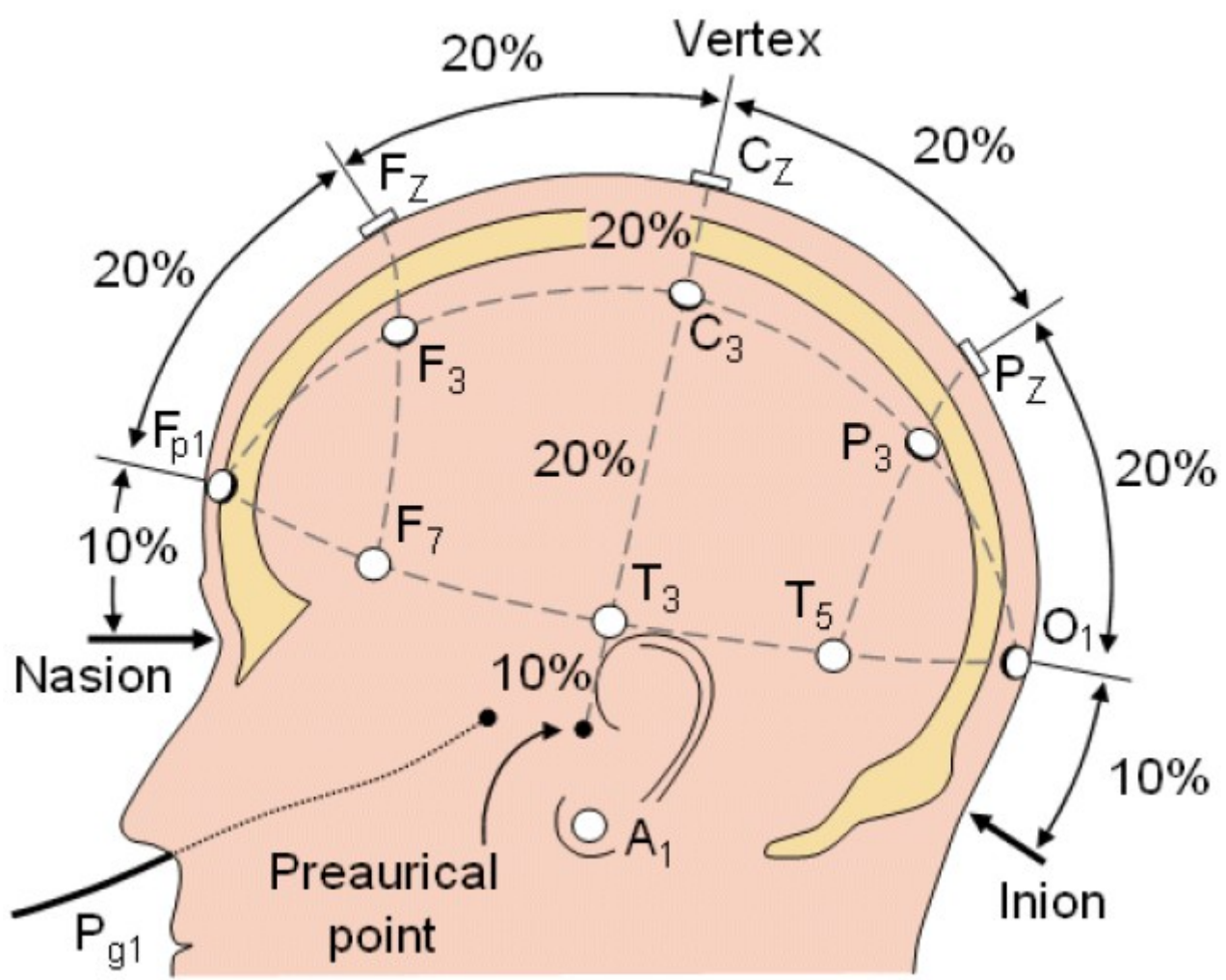


„10/20“ - System



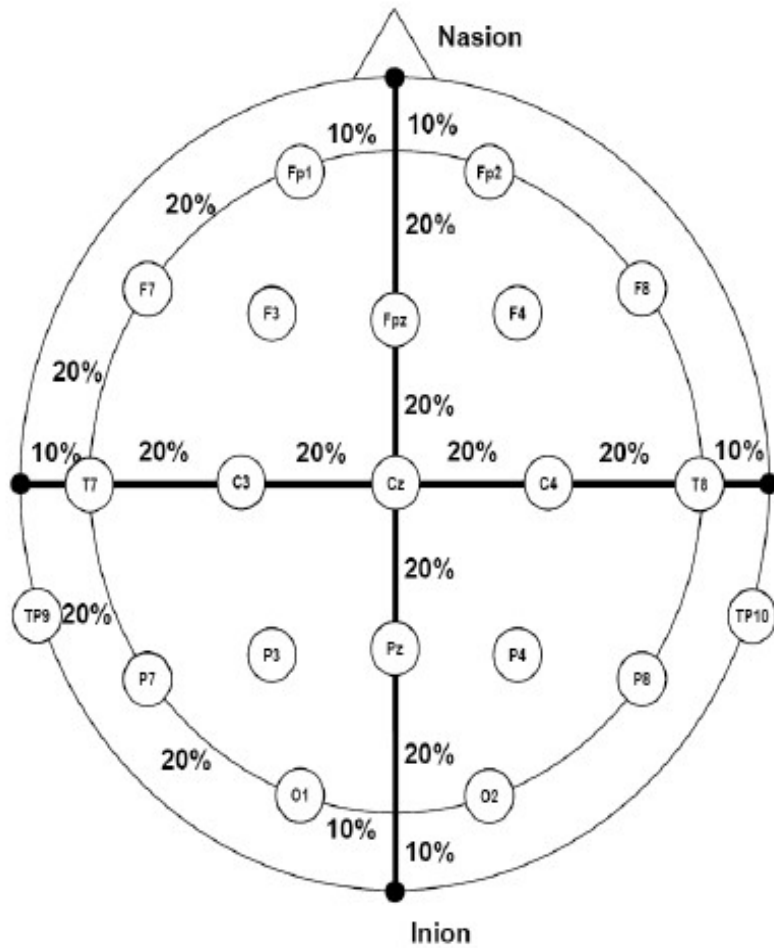


„10/20“ - System

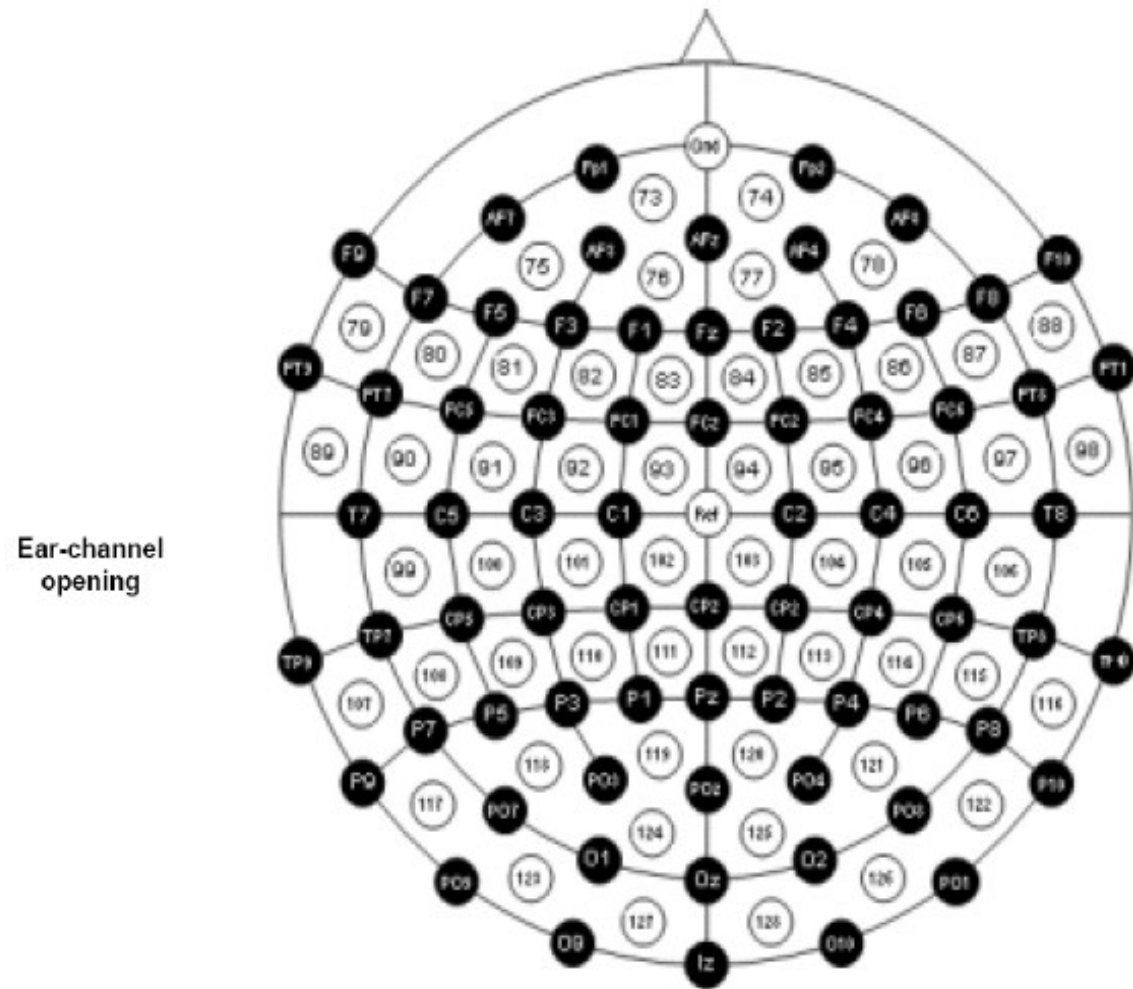




„10/20“ - System



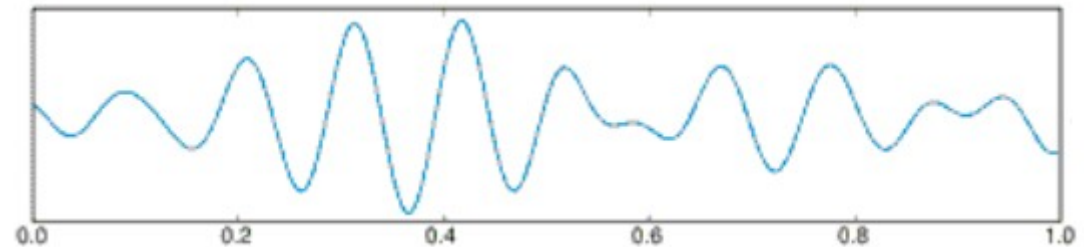
10/20-System



128 Kanäle

EEG-Wellen

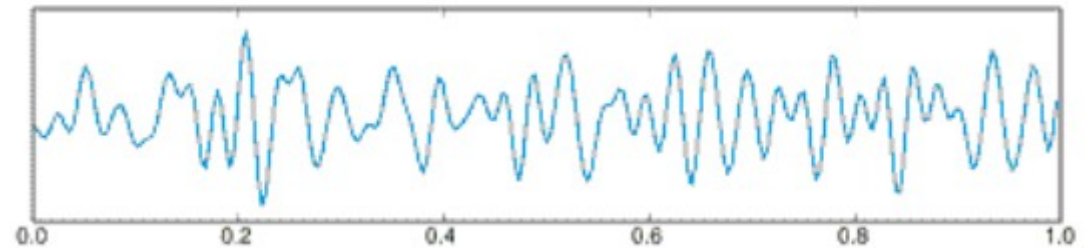
Alpha-Welle



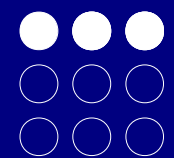
- Frequenz: 8 – 13 Hz
- Amplitude: 30 – 50 μV
- Wellenart: Schnell physiologisch
- Auftreten: wach, Augen zu

EEG-Wellen

Beta-Welle

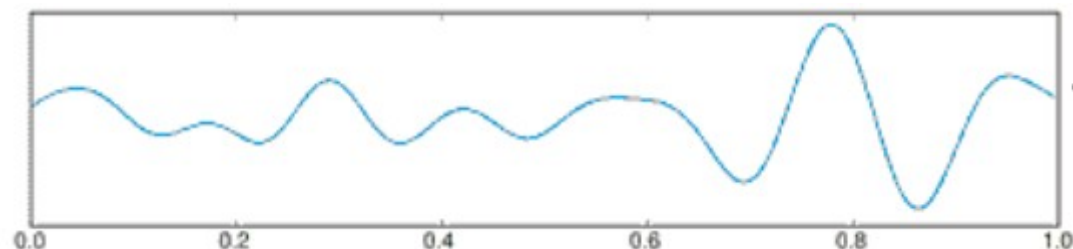


- Frequenz: ≥ 13 Hz
- Amplitude: $\approx 20 \mu\text{V}$
- Wellenart: rasch physiologisch
- Auftreten: wach, Augen auf



EEG-Wellen

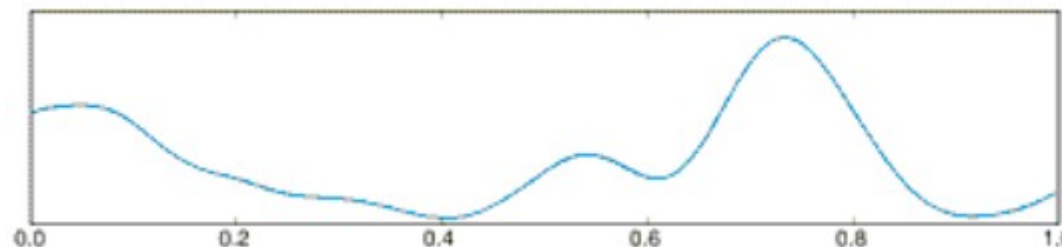
Theta-Welle



- Frequenz: 4 – 7 Hz
- Amplitude: bis zu 500 μV
- Wellenart: langsam physiologisch
- Auftreten: Leichtschlaf

EEG-Wellen

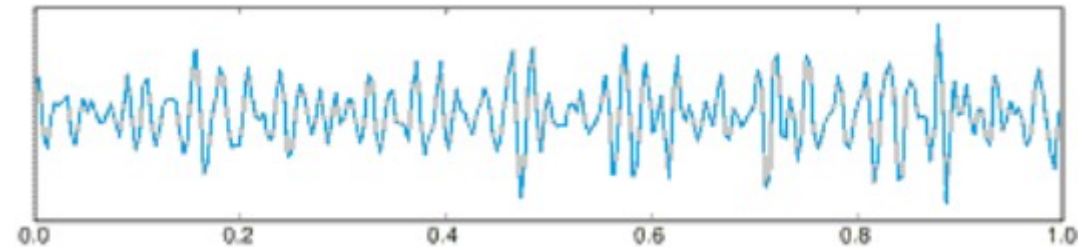
Delta-Welle



- Frequenz: 0,5 – 3,5 Hz
- Amplitude: viele 100 μ V bis 1 – 5 mV
- Wellenart: langsam physiologisch
- Auftreten: Tiefschlaf

EEG-Wellen

Gamma-Welle



- Frequenz: ≥ 30 Hz
- Amplitude: k.A.
- Wellenart: rasch physiologisch
- Auftreten: starke Konzentration

EEG-Wellen

Steile Wellen
„sharp waves“



- Frequenz: ≥ 80 ms
- Amplitude: variabel
- Wellenart: steil, abnorme Wellen
- Auftreten: normal und abnorm

EEG-Wellen

Spitzen
„spikes“



- Frequenz: ≤ 80 ms
- Amplitude: variabel
- Wellenart: steil, abnorme Wellen
- Auftreten: meist abnorm

EEG-Wellen

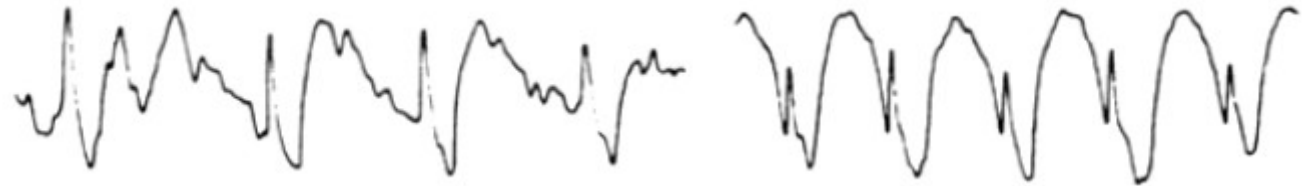
Folge von Spitzen



- Frequenz: 5 – 10 mal mit ≤ 80 ms
- Amplitude: ≥ 50 μ V, oft sehr groß
- Wellenart: steil, abnorme Wellen
- Auftreten: epileptische Anfälle

EEG-Wellen

Spike-Wave-Komplex



- Frequenz: 3 s^{-1}
- Amplitude: $10 - 100 \mu\text{V}$
- Wellenart: viele verschiedene Varianten
- Auftreten: immer abnorm



EEG-Artefakte

Physiologisch bedingt

- Strinrunzeln, Lidbewegung, Kauen, Kopf- und Halsbewegung
- EKG-Spitzen als Pulswellen temporal einstreudend
- Augenbewegungen ins frontale EEG
- Schwitzen (langsame Schwankungen)
- Atembewegungen

EEG-Artefakte

Technisch bedingt

- Schlechte Übergangsimpedanz der Elektroden
- Wackelkontakt in den zuführenden Kabeln
- 50 Hz Einstreuungen von außen
- Große Induktivitäten (Aufzüge, Radio- oder Fernsehsender)
- Elektrostatisch aufgeladene Schuhe oder Kunstfaserkleidung





Quellen

- Medizintechnik; Rüdiger Kramme (Hrsg.); 2. Auflage; Springer
- Electrophysiological Imaging of Brain Function; A.W. Toga, J.C. Mazziotta; 2. Auflage; Academic Press
- Clinical Neurophysiology; Jasper R. Daube; 2. Auflage; Oxford University Press 2002
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Elektroenzephalografie>
- <http://www.electropsychology.com/valovi.gif>



Fragen

