The image displays a multi-channel EEG recording. The traces are arranged in a grid, with a central text overlay. The text is in black and white, providing context for the recording. The EEG traces show a regular, rhythmic pattern, likely representing a specific cognitive state or task. The text is centered and reads: "EEG-Aufzeichnung", "Proseminar: Elektrophysiologie kognitiver Prozesse", "Leiterin: Dr. Nicola Ferdinand", "Referent: Michael Kursawe", and "17.11.2008". At the bottom of the recording, there is a time scale with labels: "71", "o p2 hit", "71", "n p2 mis", "70", "35", "70", "37", "71", "n p2".

EEG-Aufzeichnung

Proseminar: Elektrophysiologie kognitiver Prozesse

Leiterin: Dr. Nicola Ferdinand

Referent: Michael Kursawe

17.11.2008

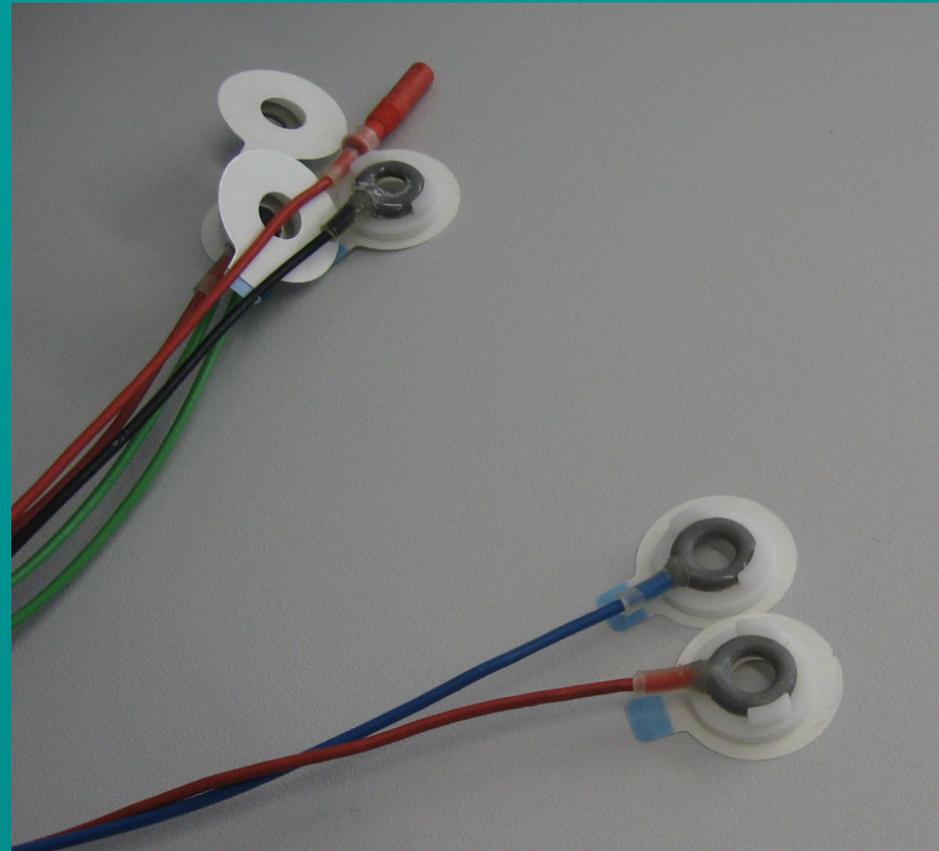
71 o p2 hit 71 n p2 mis 70 35 70 37 71 n p2

Gliederung

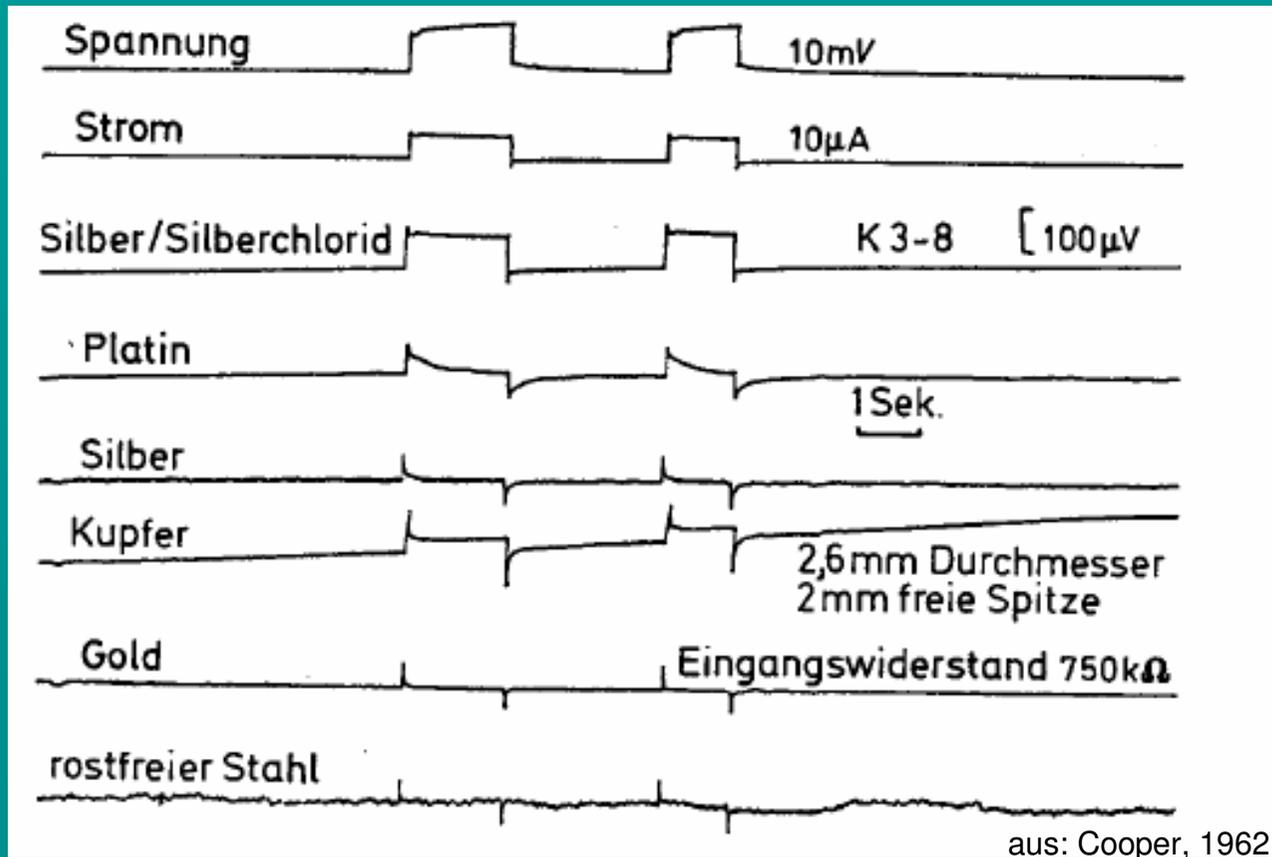
- Elektrodentypen
 - Verschieden Elektroden
 - Datenelektroden
 - Referenzelektroden
 - Grundelektrode
 - Impedanz
 - EOG
- Entstehung eines EEG-Signals (Dipol)
- Verschiedene EEGs
- Störsignale
 - Biologische Störsignale
 - Störsignale aus der Umgebung
- Abtastrate
- Beispiele
- Interpolation

Allgemeines

- Elektroden:
 - Silber/Silberchlorid (Ag/AgCl)



Warum Ag/AgCl?



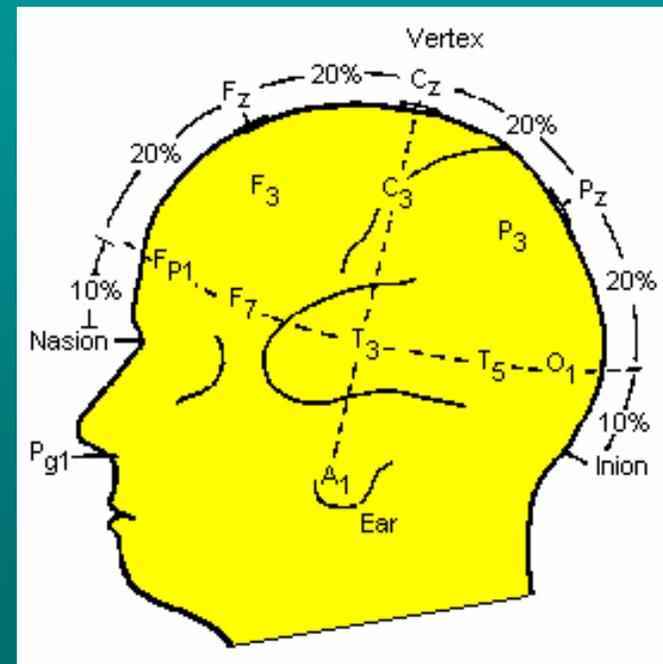
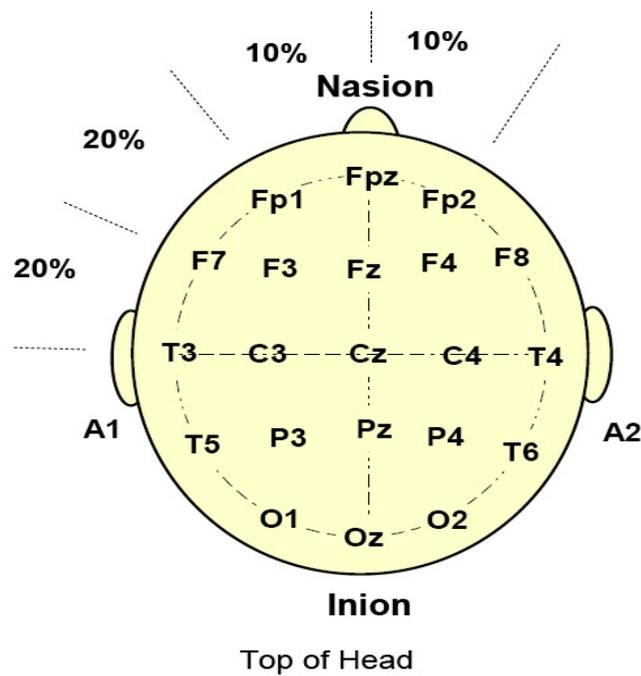
Elektrodentypen

- 3 Elektrodentypen:
 - Datenelektroden
 - Auf dem Kopf nach dem 10-20 System verteilt
 - Referenzelektrode
 - Hinter dem Ohr (Mastoid) oder am Ohrläppchen
 - Ground (Erde)
 - Irgendwo auf dem Kopf (z.B. frontozentral)

Datenelektroden

- Verteilung der Elektroden auf dem Kopf nach dem 10-20 System

International 10-20 System:



<http://faculty.washington.edu/chudler/1020.html>



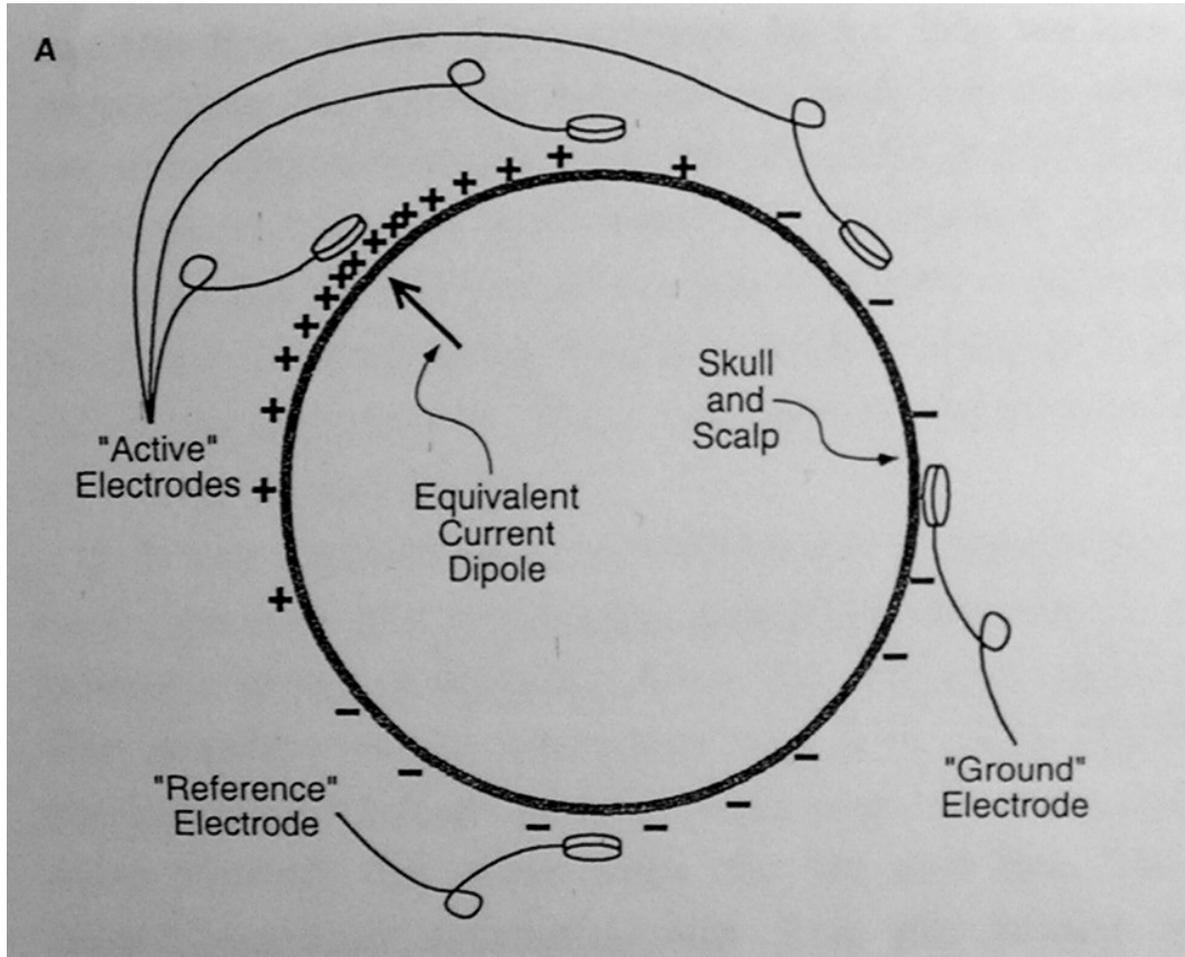
http://www.emg.tu-bs.de/forsch/eeg_ekg/ceeg/konveeg_de.htm

Referenzelektrode

- Bezugselektrode
 - Beim EEG wird die Potentialdifferenz zw. Datenelektroden und der Bezugselektrode gemessen
- Beispiele für Anbringungsorte: Nasenspitze, Ohrläppchen, Mastoid, Nacken, großer Zeh
 - Genauer Ort spielt untergeordnete Rolle

Referenzelektrode

- 3 Kriterien:
 - Komfortabel für Vp
 - Seitliche Platzierung führt zu Abweichung hinsichtlich Hemisphäre
 - Immer den gleichen Ort benutzen



Referenzelektrode

- Um Hemisphärenunterschiede durch einseitige Referenz auszugleichen erfolgt Rereferenzierung nach der Aufzeichnung.

$$a' = a - (r/2)$$

a' EEG einer Datenelektrode A mit Referenz an beiden Mastoiden

a Original EEG der Datenelektrode A referenziert am linken Mastoiden

r EEG des rM referenziert am IM

- Alternative zur Referenzelektrode:
 - Das Mittel aller Datenelektroden als Referenz benutzen
- Problem: Durchschnittliche Spannung aller Elektroden muss null ergeben. Erhöhte Spannung an einem Ort führt zwingend zum Spannungsabfall an einem anderen Ort.

Grundelektrode/ Erde

- Virtueller Ground im Verstärker = gemeinsamer Referenzpunkt für alle Spannungen im Verstärker
- In V_p sammelt sich statische Energie, die die neuronalen Signale überlagert → wird durch Grundelektrode abgeleitet
- Anbringungsort: irgendwo am Körper (meistens Kopf)

- Was wird bei der EEG-Messung aufgezeichnet?
 - Gemessen wird grundsätzlich der sich verändernde Spannungsunterschied zwischen den Datenelektroden und einer Grundelektrode.
- Aber: im Spannungsunterschied sind gemessene Signale der Datenelektroden und Störsignale, die im Ground vorhanden sind enthalten.

- Deshalb: Differenzverstärker (differential amplifier)
- Verstärkt wird die Differenz der Spannung zwischen einer Datenelektrode (A) – Ground (G) und der Spannung zwischen der Referenzelektrode (R) – Ground (G).

$$= AG - RG$$

- Störsignale verschwinden

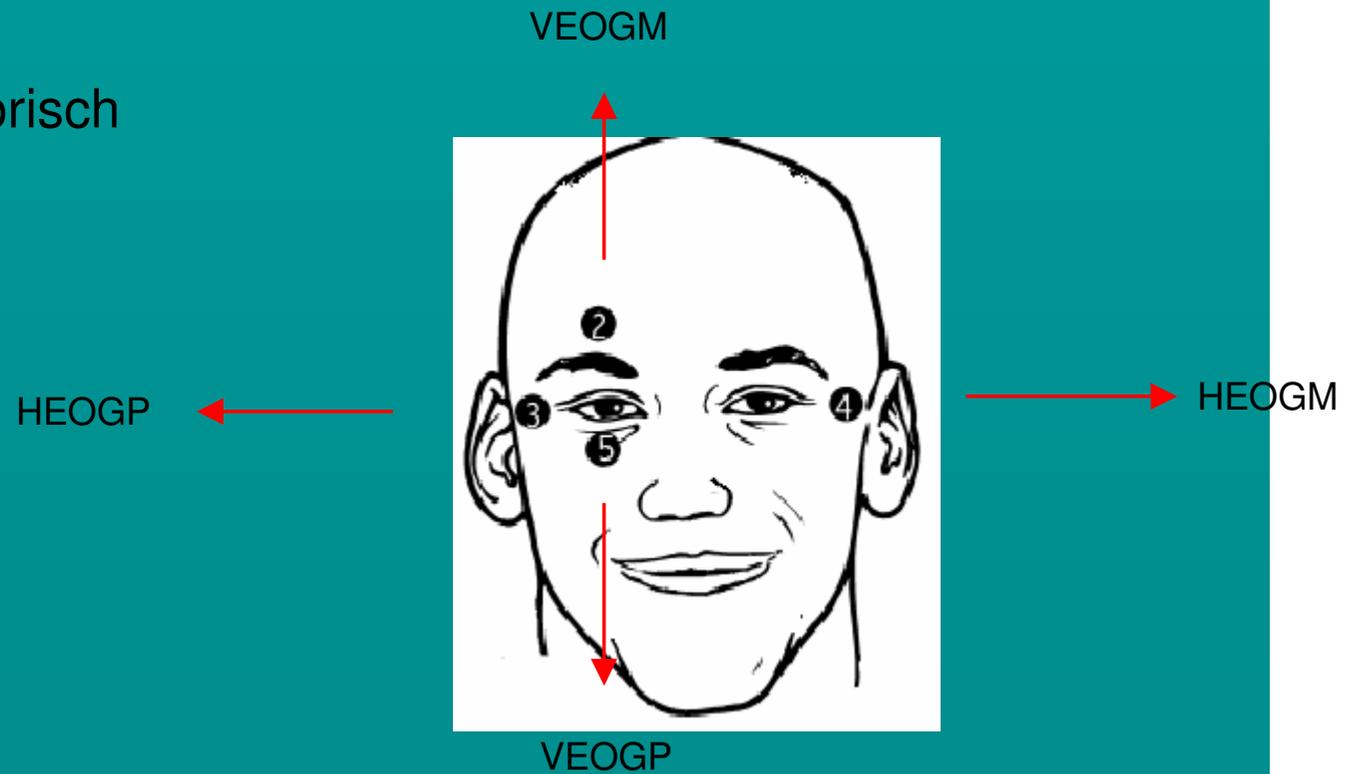
- Spannungen, die an der Kopfoberfläche gemessen werden haben eine Stärke von ca. $1/100000$ Volt
- Das Signal muss vom Differenzverstärker um den Faktor 10000 – 50000 verstärkt werden ehe es aufgezeichnet werden kann.

Impedanz

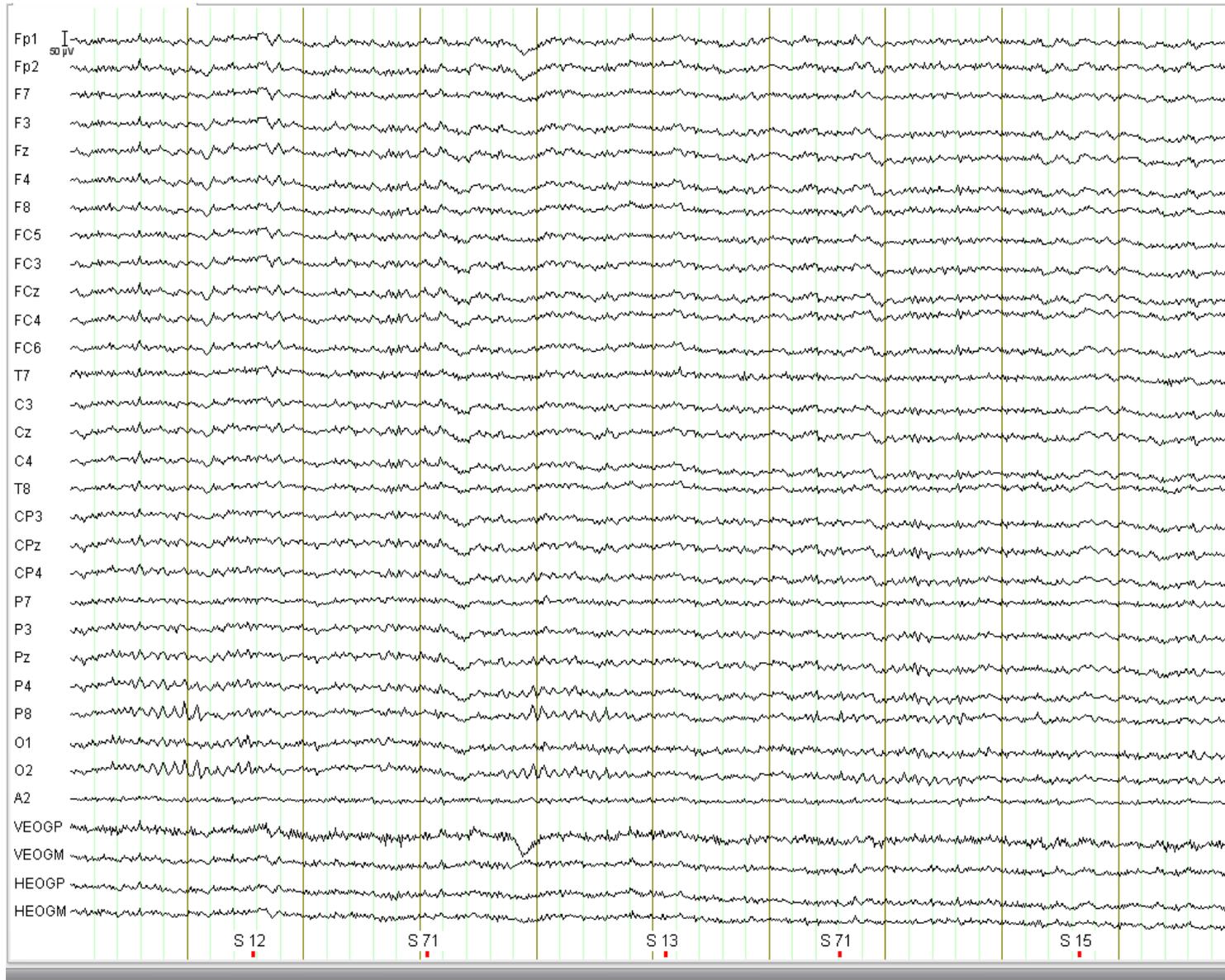
- Entfettung der Haut vor dem Anlegen der Elektroden im Gesicht
- Elektrolyt-Gel zur Herstellung des Kontaktes zwischen Elektrode und Kopfoberfläche
- Die äußere Hornhautschicht muss abgetragen werden, da sie nicht leitfähig ist.
- Strom folgt dem Weg des geringsten Widerstandes
→ Widerstand kleiner $5\text{k}\Omega$ (Kiloohm)

EOG (Elektrookulogramm)

- Bewegungsrichtungen:
 - Horizontal
 - Vertikal
 - Cyclo-rotatorisch



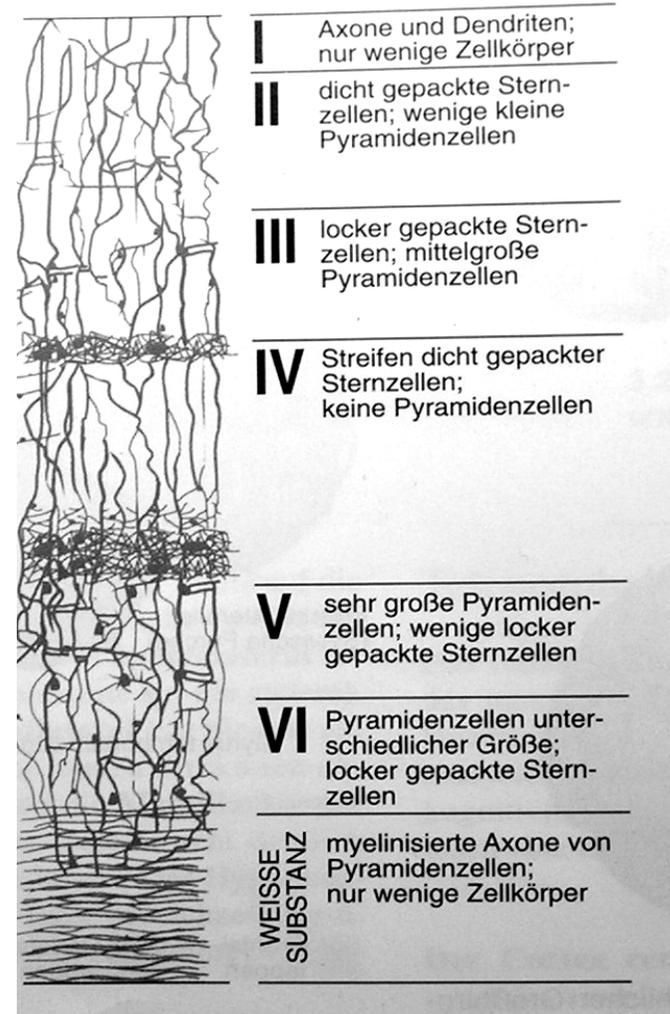
...und so sieht ein EEG dann aus:



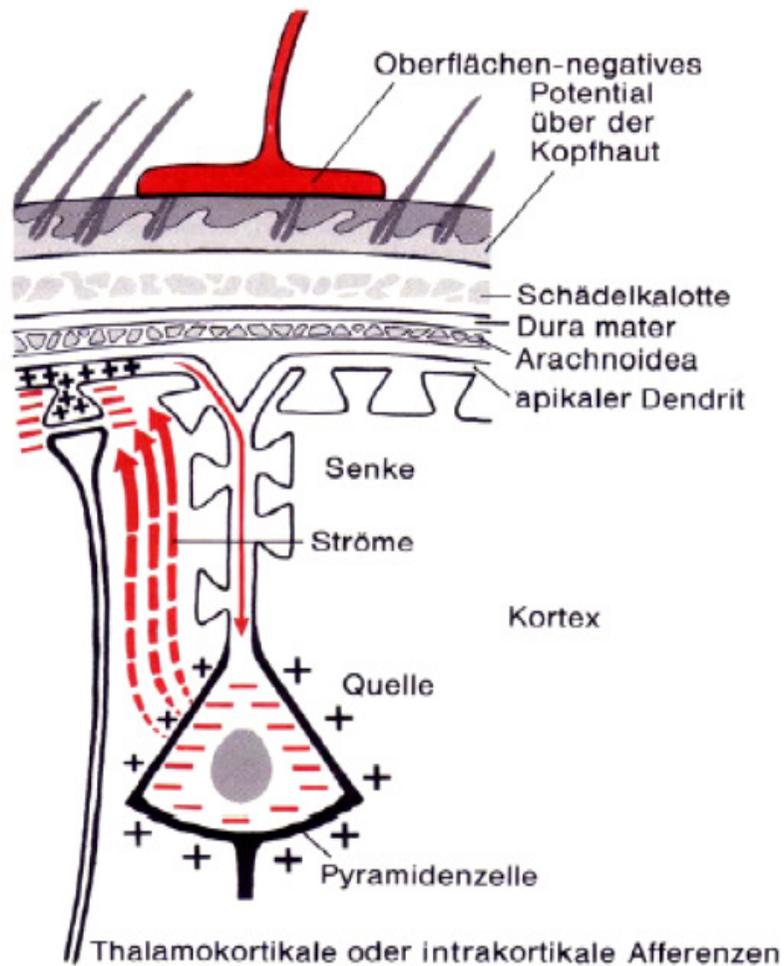
Woher kommt das gemessene Signal?

- Dendriten der Pyramidenzellen liegen oben, Zellkörper weiter unten
- Senkrechte Ausrichtung der kortikalen Module bewirkt weiter entfernt messbare Feldpotentiale

Neocortex,
Golgi-Färbung

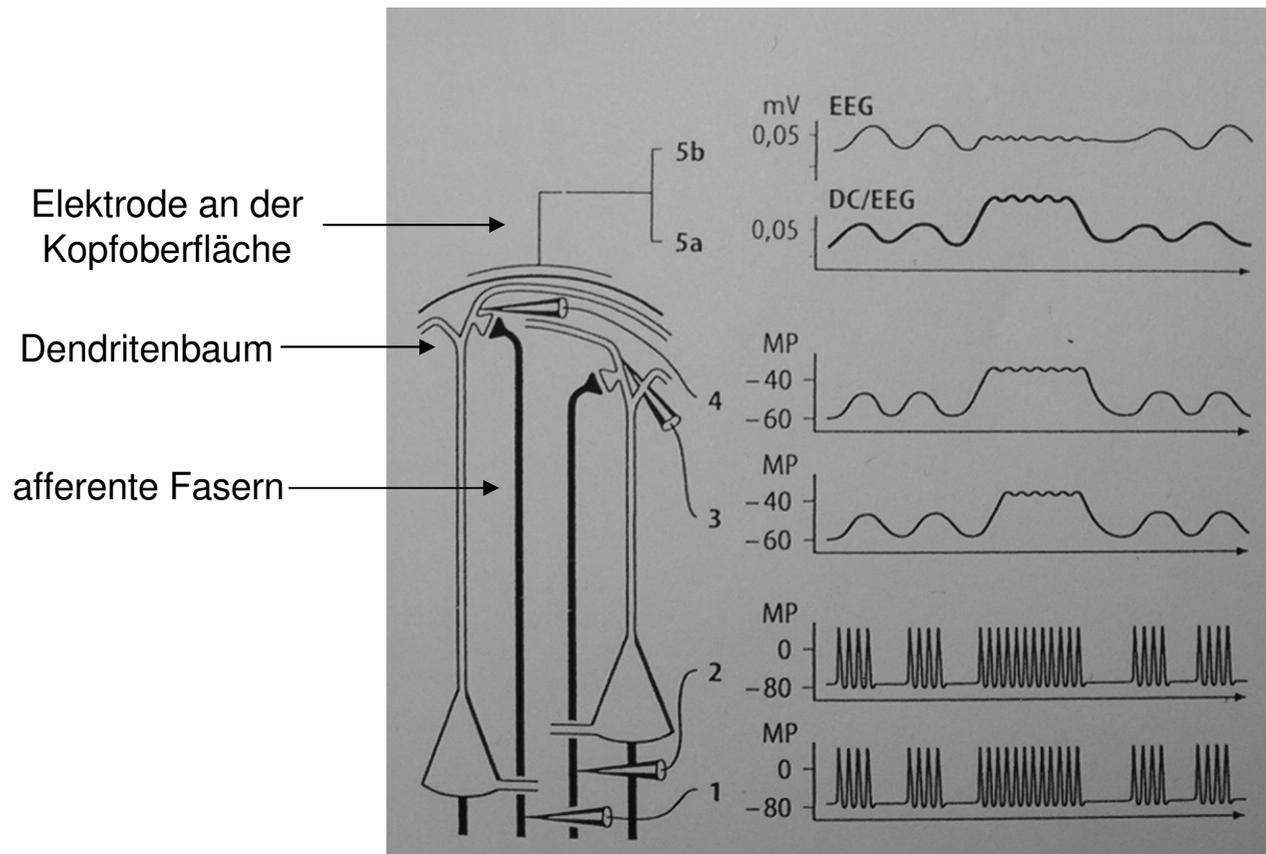


Aufbau eines Dipols



- Eintreffen afferenter Impulssalve aus dem Thalamus
- Durch Einstrom von Na^+ -Ionen entsteht negatives Feldpotential
- Extrazellulär fließt Strom in Richtung Depolarisation
- Extrazelluläre Dipol ist an der Kopfoberfläche messbar

Entstehung der EEG-Wellen



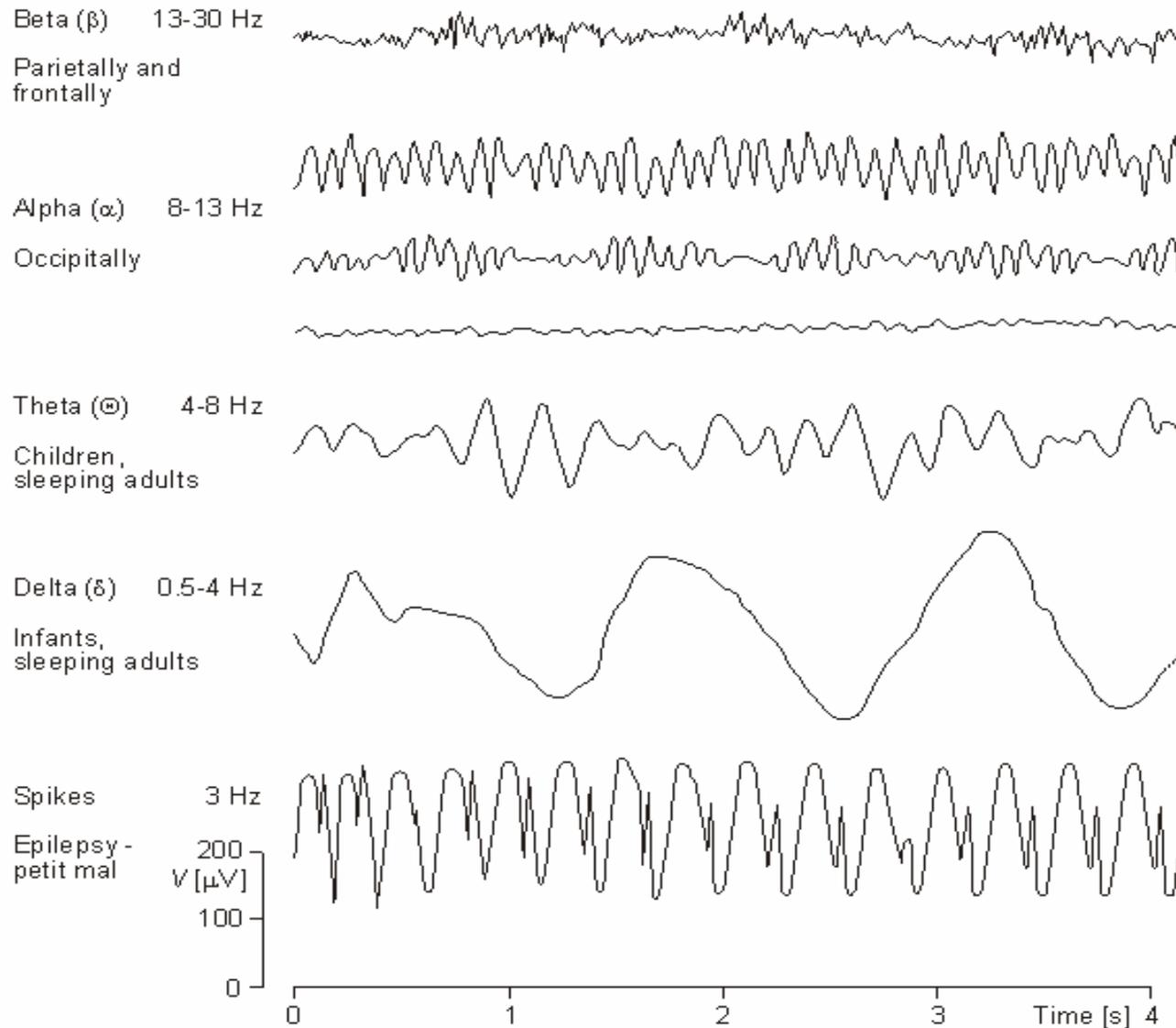
Gründe für EEG-Desynchronisation:

1. irreguläres, hochfrequentes Feuern
2. sehr seltenes Feuern

Quellenlokalisierung

- Welche Struktur/ Region ist für ein gemessenes Potential verantwortlich?
 - Mathematische Verfahren zur Berechnung
 - Unterstützung durch Bildgebende Verfahren (PET/ NMR)

Verschiedene EEGs

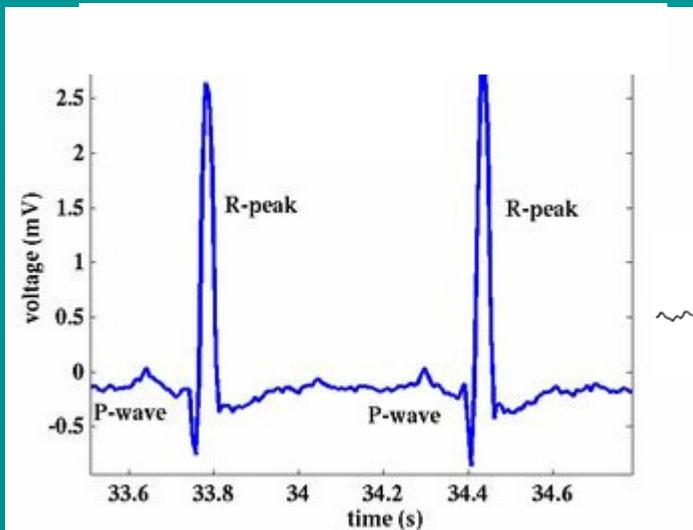


Störsignale

- Biologische Störsignale
 - Puls
 - Hautpotentiale
 - Augenaktivität
 - Muskelaktivität
- Störungen aus der Umgebung
 - Netzbrummen
 - Nicht abgeschirmte Kabel (Licht, Monitor...)
 - Ablenkung der Vp durch Lärm, Lichtwechsel...

Biologische Störsignale

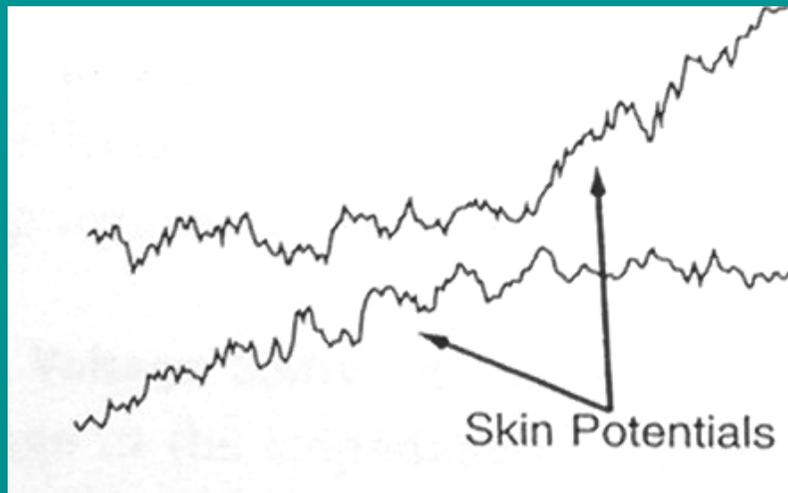
- Puls:
 - z.B. Referenzelektrode wurde auf Ader platziert (Mastoid)



http://www.itwm.fraunhofer.de/de/as__asprojects__af/af/

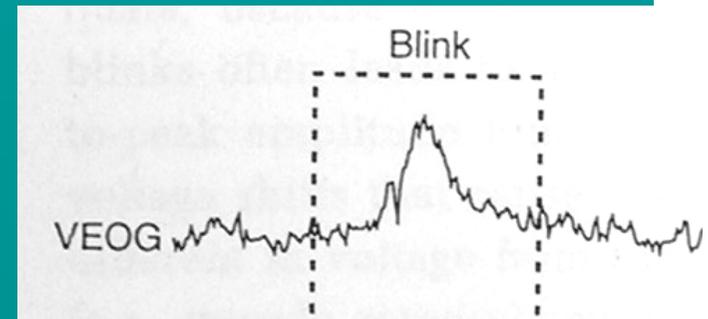
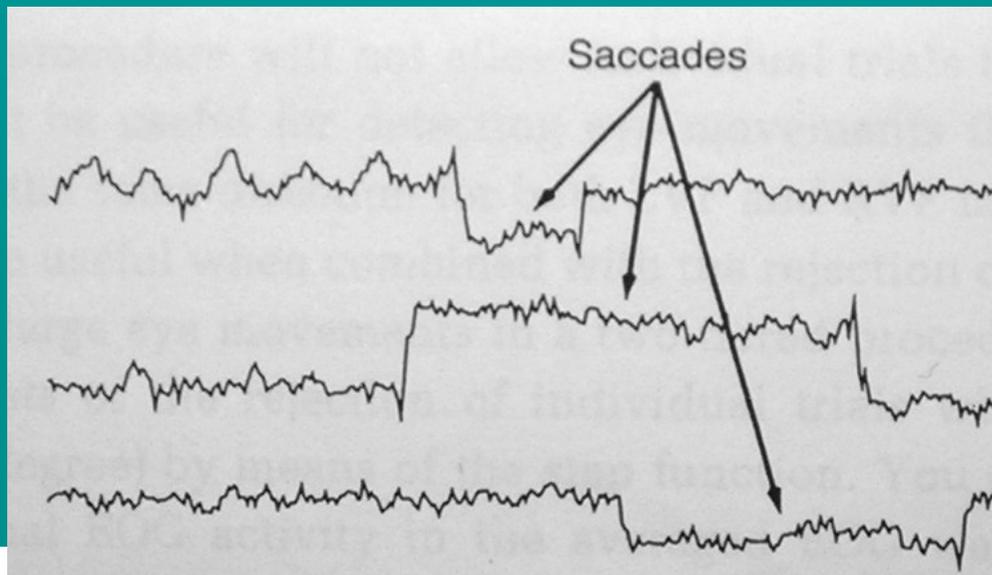
Biologische Störungen

- Hautpotenziale:
 - Z.B. durch Veränderung der Hautleitfähigkeit, Schwitzen



Biologische Störsignale

- Augenaktivität:
 - Werden durch EOG erfasst
 - Blinks (Blinzeln)
 - Moves (Sakkaden)

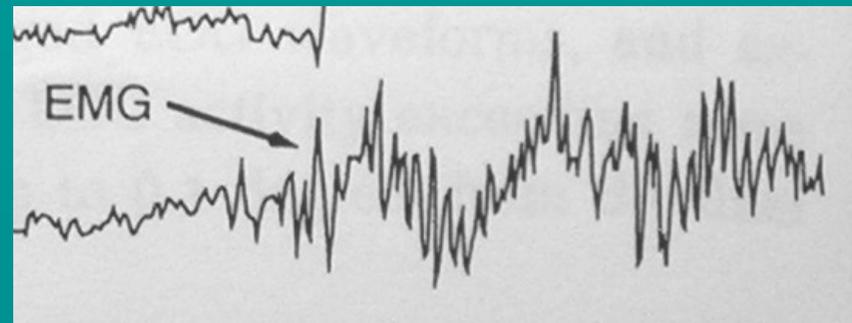


Biologische Störsignale

- Augenaktivität: Korrektur (offline)
 - Programm zur Ermittlung kritischer Stellen im EEG (z.B. Markierung, wenn Abweichung größer als 25 sd in 200ms Zeitfenster)
 - Klassifikation ca. 30 typischer moves/blinks
 - Programm errechnet durchschnittl. Auswirkung eines blinks/moves auf alle Elektroden
 - Korrektur wichtiger Stellen, die von blinks/moves befallen sind

Biologische Störsignale

- Muskelaktivität
 - Entsteht z. B. beim Zusammenbeißen der Zähne

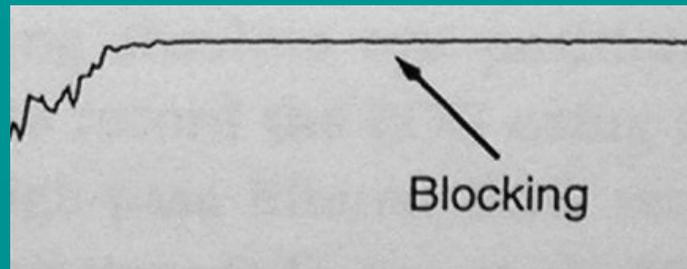


Störsignale aus der Umgebung

- Netzbrummen: Schwingungen im Bereich 50/60 Hz durch Wechselstrom aus der Steckdose
 - Notch-Filter (Bandsperrfilter)
- Störsignale durch PC und andere elektrische Geräte
 - Elektromagnetisch abgeschirmte Kabine
 - Isolierung eingehender Kabel
 - Licht mit Gleichstrom betreiben

Störsignale

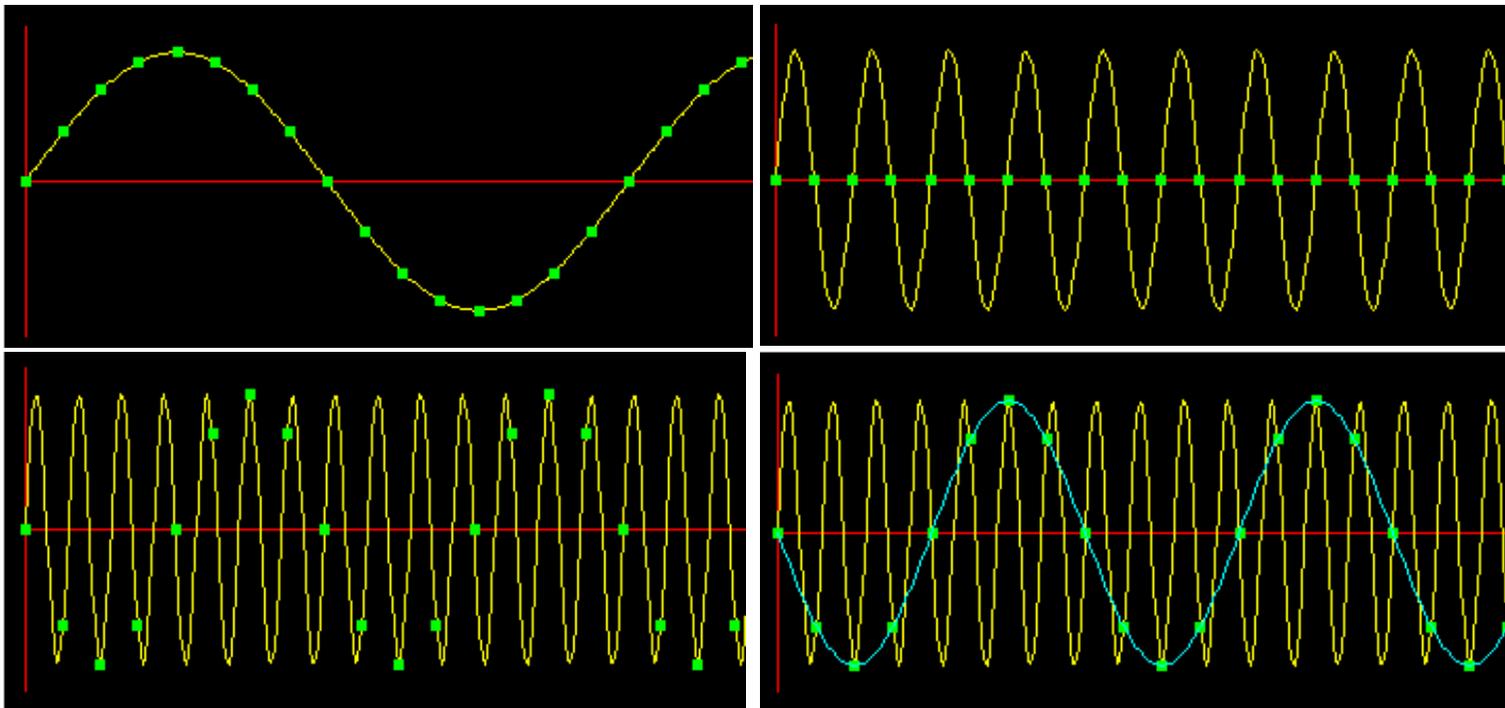
- Elektroden können sich während der EEG-Messung aufladen
- Erreicht die Aufladung 100% (D.h. der Verstärkerbereich wird überschritten) tritt blocking auf
→ DC-correction



- Außerdem kann es während einer Messung zum Ausfall einer oder mehrerer Elektroden kommen

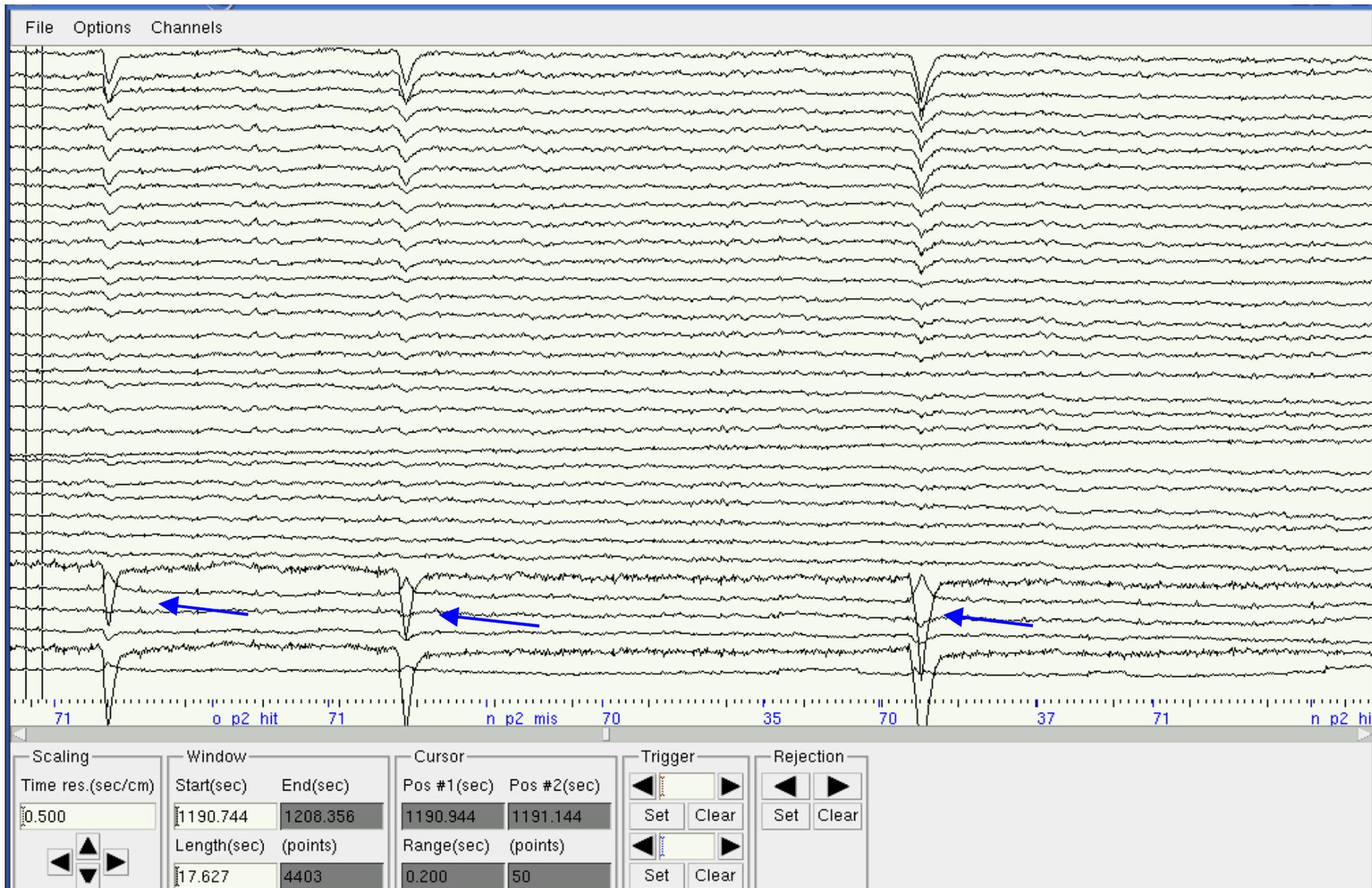
Abtastrate

- Außerdem: Grenze in der Aufzeichnung hochfrequenter Signale durch Abtastrate (Samplingrate)

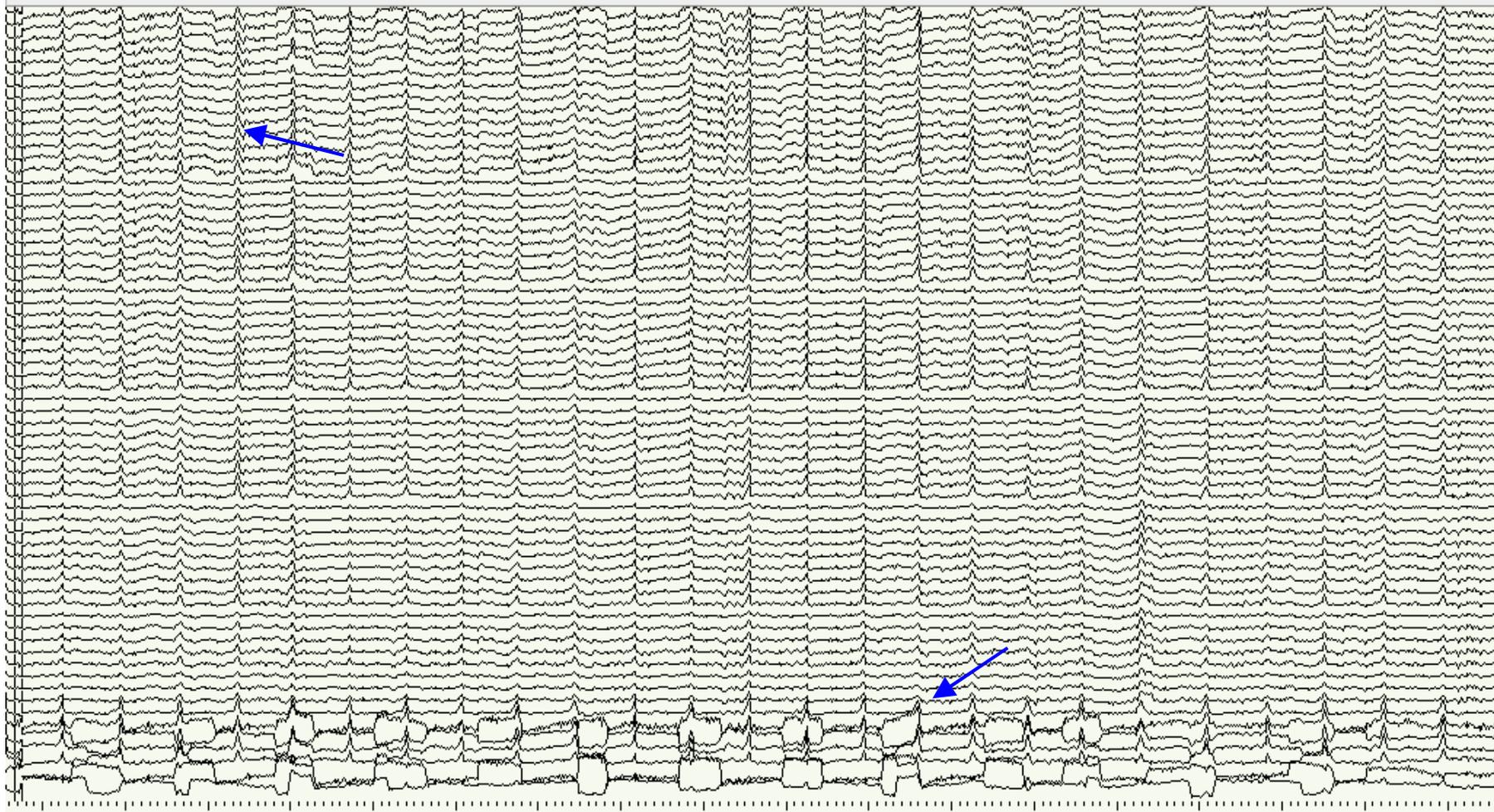


Samplingrate bei EEG-Aufzeichnung: 250-500 Hz

...nun einige Beispiele für typische EEGs...

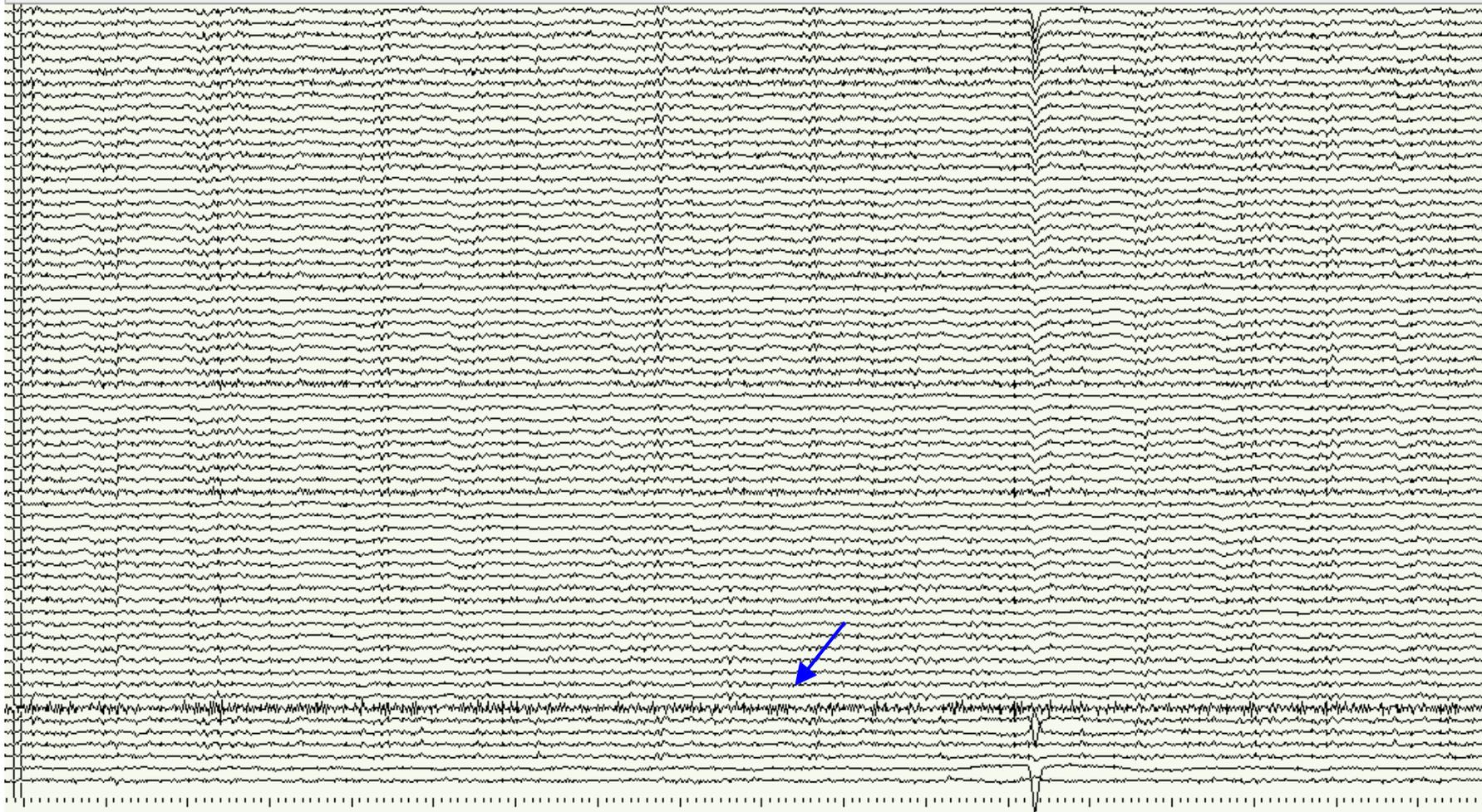


File Options Channels

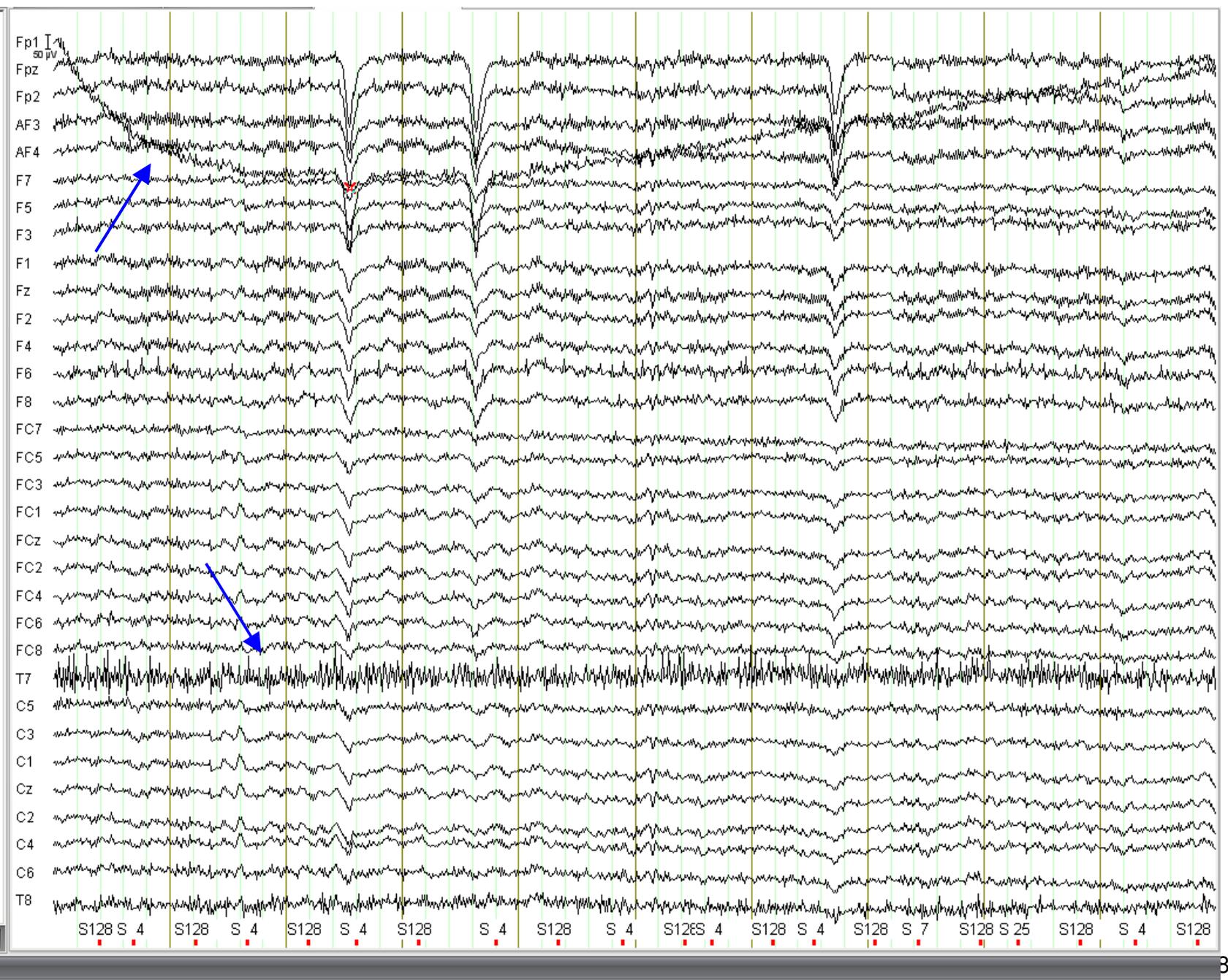


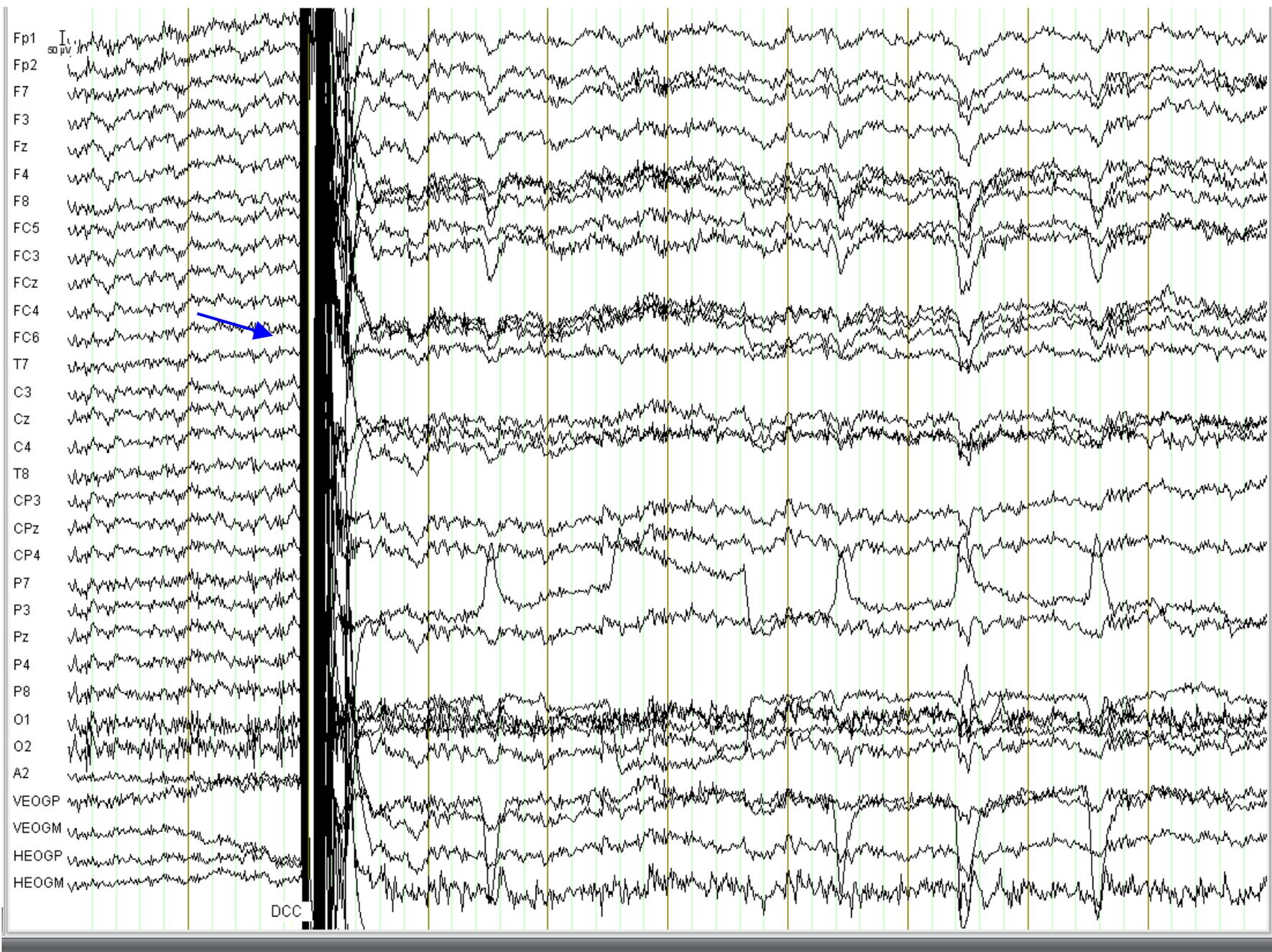
Scaling	Window	Cursor	Trigger	Rejection
Time res.(sec/cm) 0.500	Start(sec) End(sec) 255.558 273.604	Pos #1(sec) Pos #2(sec) 255.658 255.758	◀ ▶ Set Clear	◀ ▶ Set Clear
	Length(sec) (points) 18.050 9023	Range(sec) (points) 0.100 50	◀ ▶ Set Clear	

File Options Channels

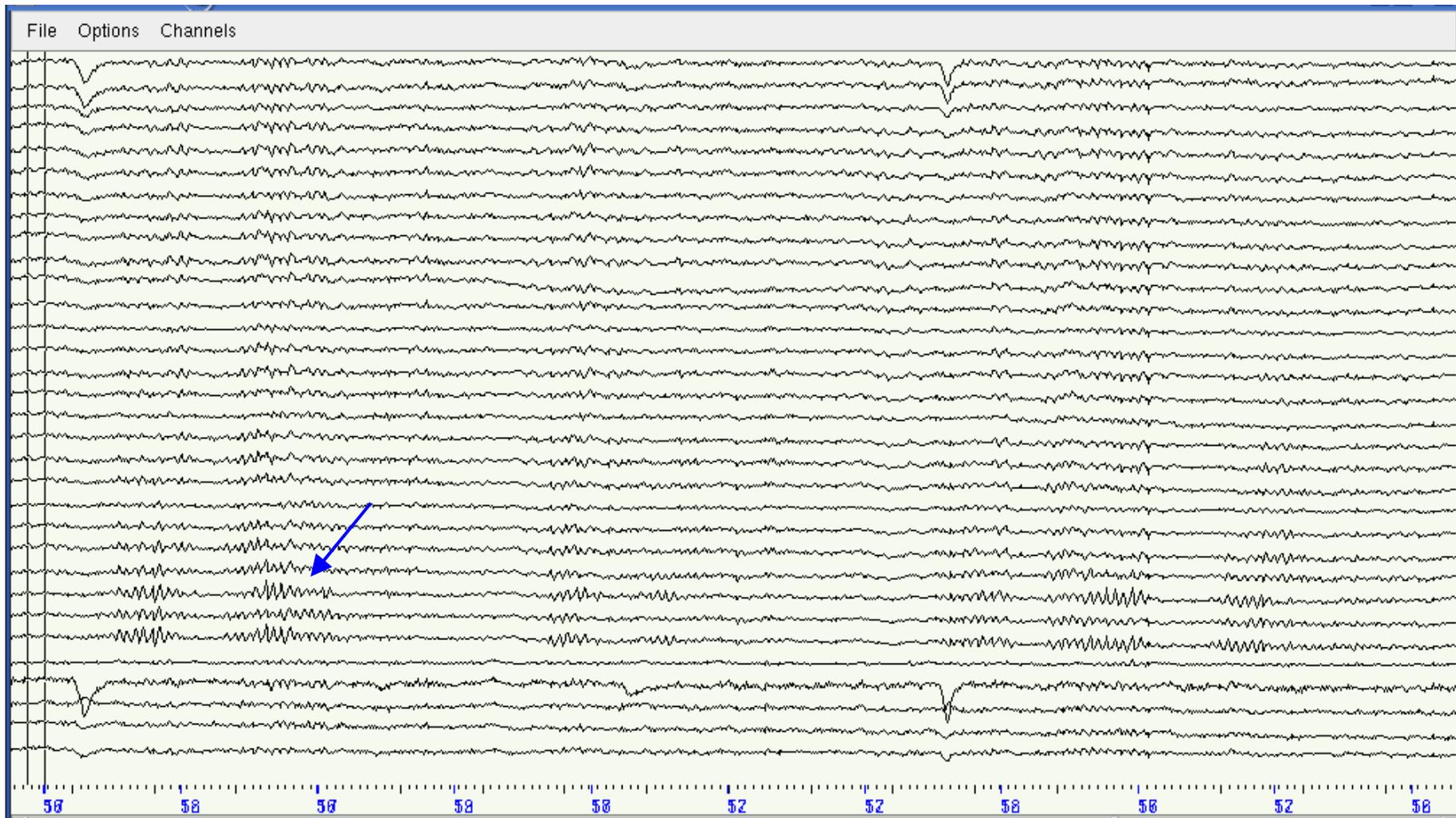


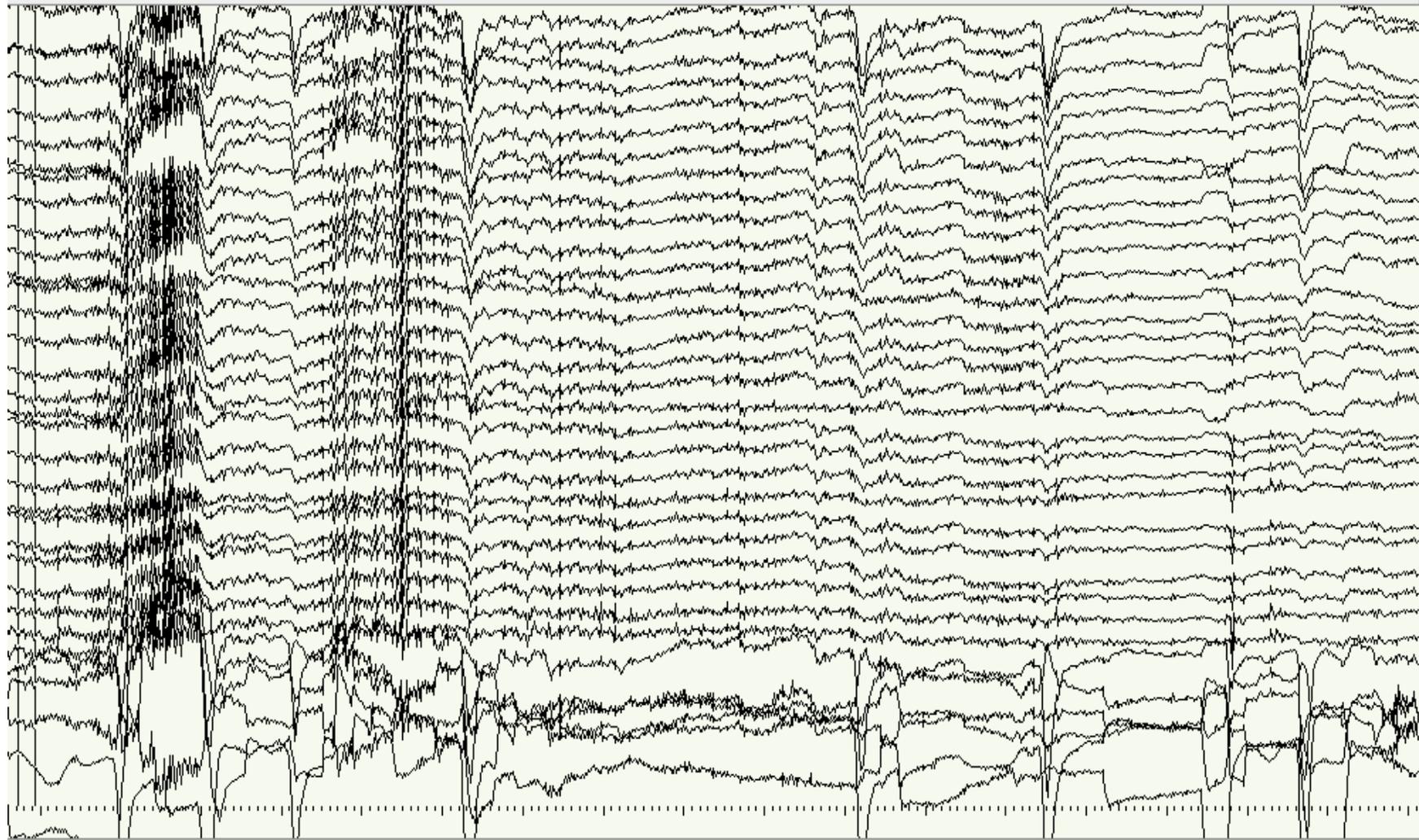
Scaling	Window	Cursor	Trigger	Rejection
Time res.(sec/cm) 0.500	Start(sec) End(sec) 38.774 56.820	Pos #1(sec) Pos #2(sec) 38.874 38.974	<input type="text"/> <input type="text"/> Set Clear	<input type="text"/> <input type="text"/> Set Clear
	Length(sec) (points) 18.050 9023	Range(sec) (points) 0.100 50	<input type="text"/> <input type="text"/> Set Clear	



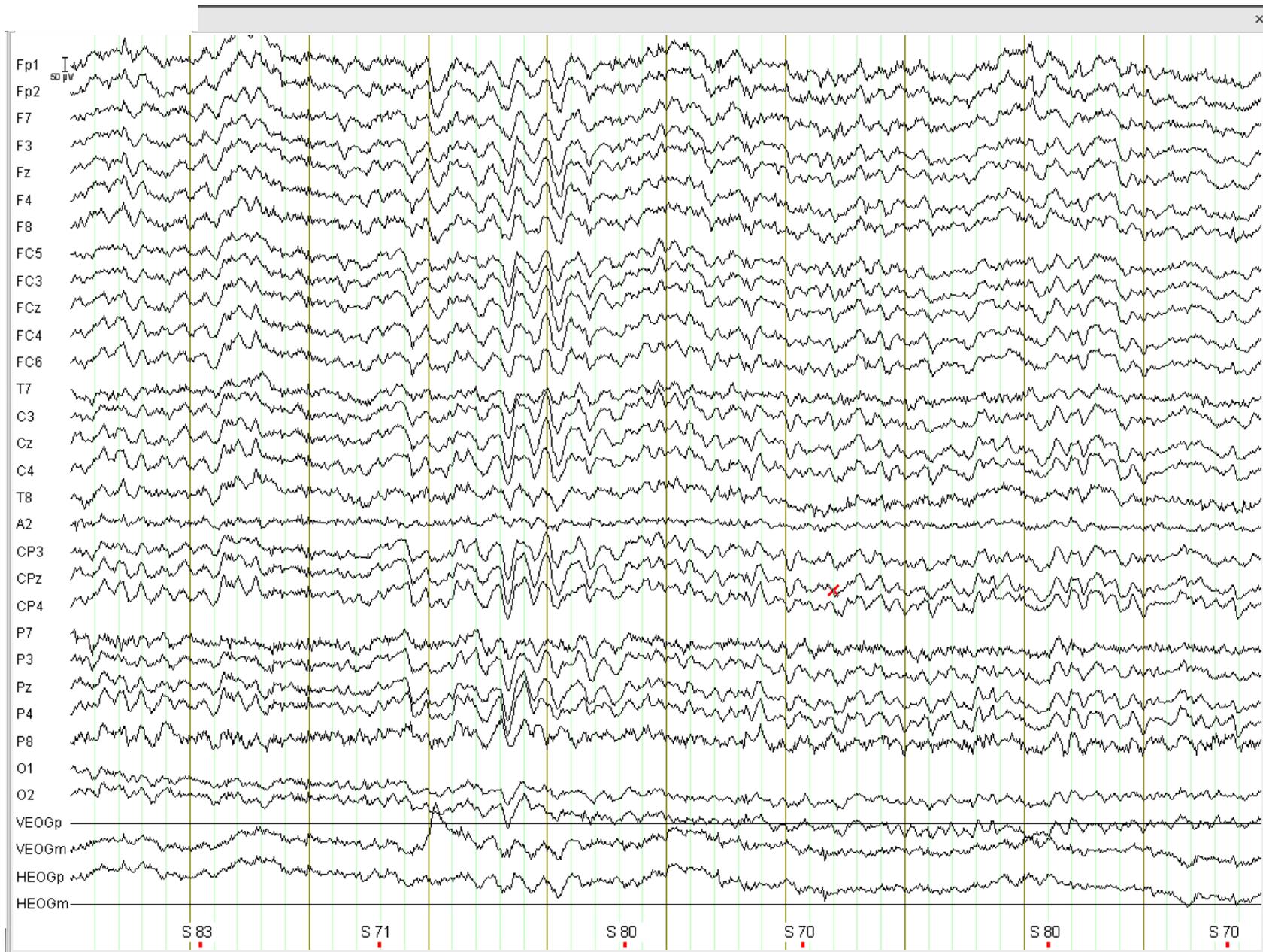


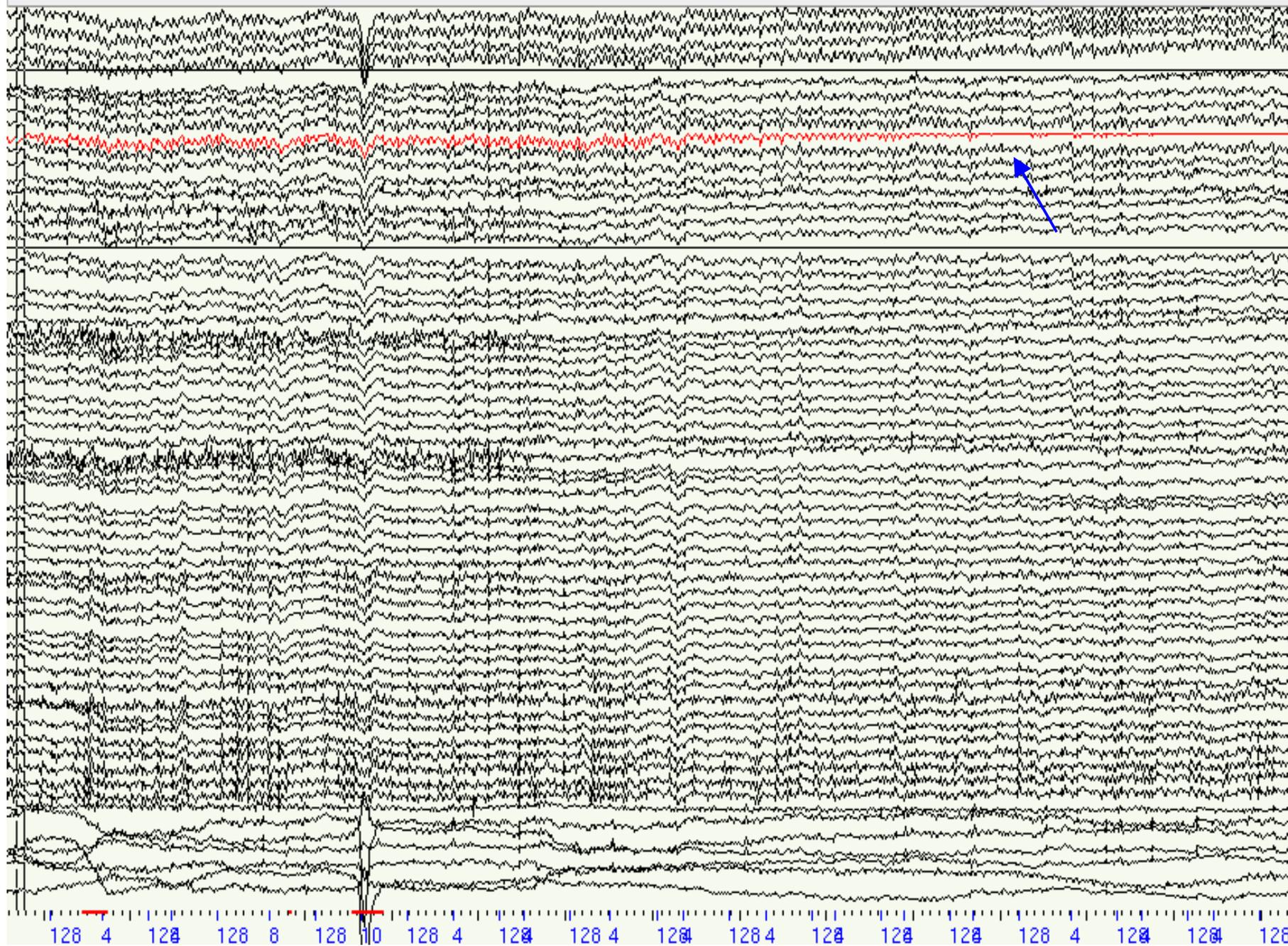
DCC





Scaling	Window	Cursor	Trigger	Rejection
Time res.(sec/cm)	Start(sec) End(sec)	Pos #1(sec) Pos #2(sec)	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
0.500	1665.532 1683.144	1665.732 1665.932	Set Clear	Set Clear
	Length(sec) (points)	Range(sec) (points)	<input type="text"/> <input type="text"/>	
	17.627 4403	0.200 50	Set Clear	





Interpolation

- Falls eine wichtige Elektrode ausfällt → Interpolation
- Mathematisches Verfahren zur Rekonstruktion einer ausgefallenen Elektrode aufgrund der umliegenden Elektroden.

- Hansen's Axiom:

There is no substitute for good data.

Danke für die Aufmerksamkeit!

Quellen

- Luck, S.J. (2005), An introduction to the event-related potential technique, MIT Press: Cambridge (Kap. 3, Seite 99-125).
- Birbaumer & Schmidt (1999), Biologische Psychologie (Kap. 21.4 Seite 490-496).
- Handy, T.C. (2005), Event-related potentials, MIT Press: Cambridge (Seite 115-127)
- Luck, S.J. (2005), An introduction to the event-related potential technique, MIT Press: Cambridge (Seite 150-175)
- <http://www.dsptutor.freeuk.com/aliasing/AD102.html> (16.11.2008)