

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 includes the title 'EEG-Aufzeichnung', course information 'Proseminar: Elektrophysiologie kognitiver Prozesse', the supervisor 'Leiterin: Dr. Nicola Ferdinand', the referent 'Referent: Michael Kursawe', and the date '17.11.2008'. At the bottom, there is a time scale with numerical markers and labels for 'o p2 hit' and 'n p2 mis'.

# EEG-Aufzeichnung

Proseminar: Elektrophysiologie kognitiver Prozesse

Leiterin: Dr. Nicola Ferdinand

Referent: Michael Kursawe

17.11.2008

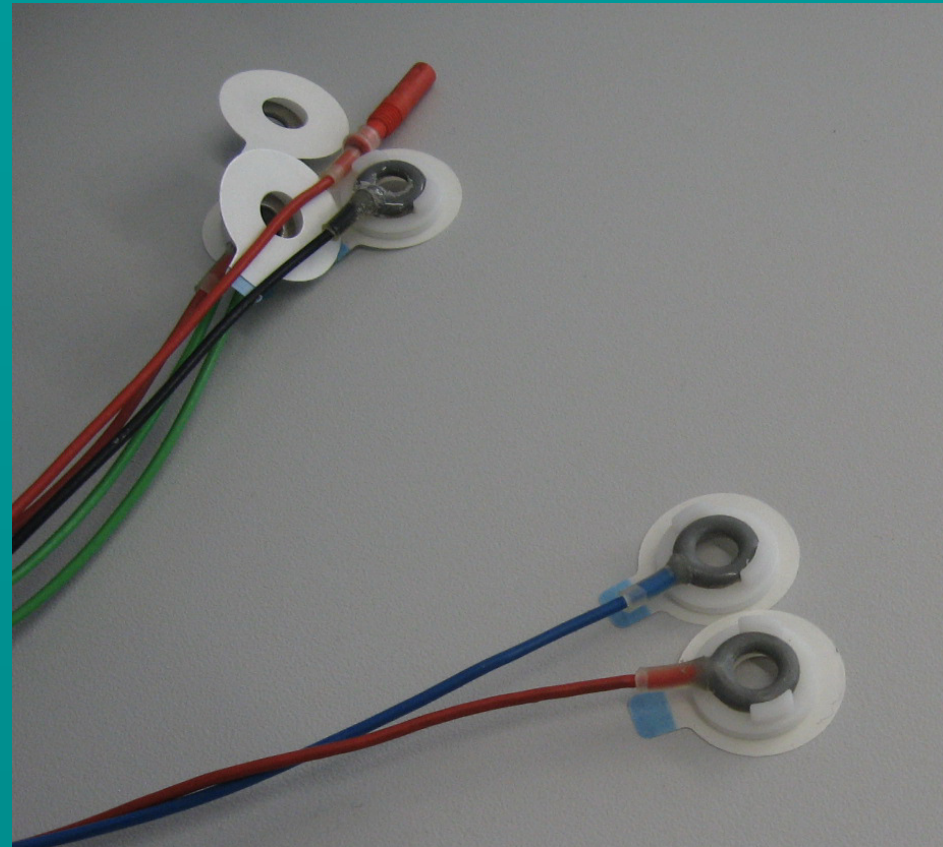
71 o p2 hit 71 n p2 mis 70 35 70 37 71 n p2

# Gliederung

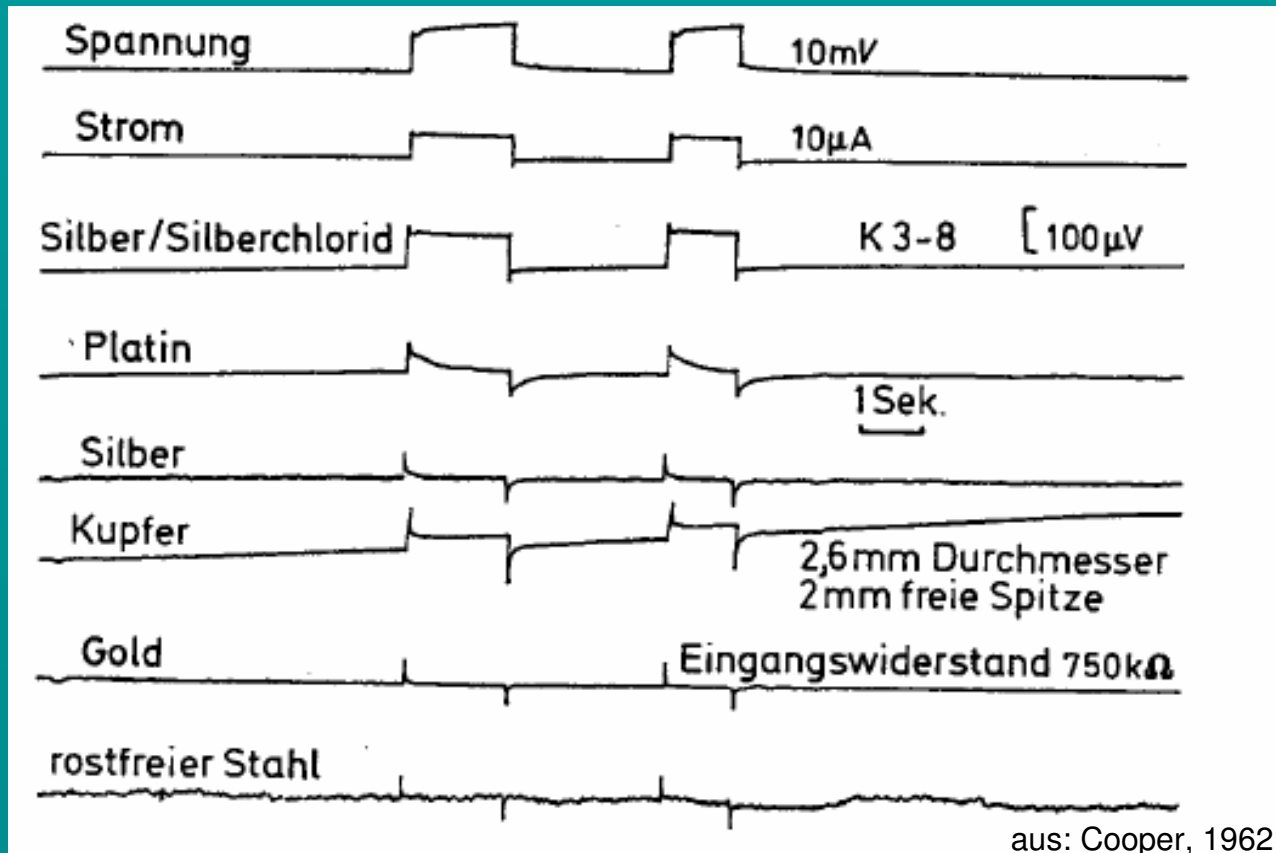
- Elektrodentypen
  - Verschieden Elektroden
    - Datenelektroden
    - Referenzelektroden
    - Grundelektrode
  - Impedanz
  - EOG
- Entstehung eines EEG-Signals (Dipol)
- Verschiedene EEGs
- Störsignale
  - Biologische Störsignale
  - Störsignale aus der Umgebung
- Abtastrate
- Beispiele
- Interpolation

# Allgemeines

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



# Warum Ag/AgCl?

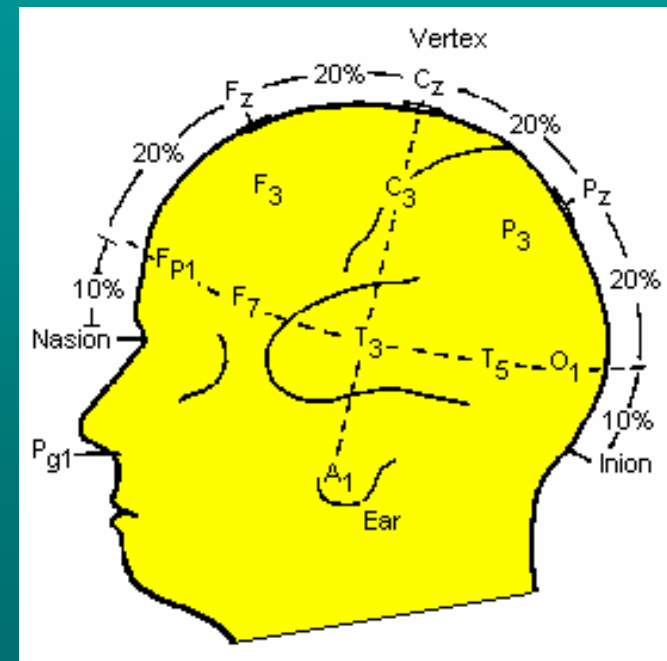
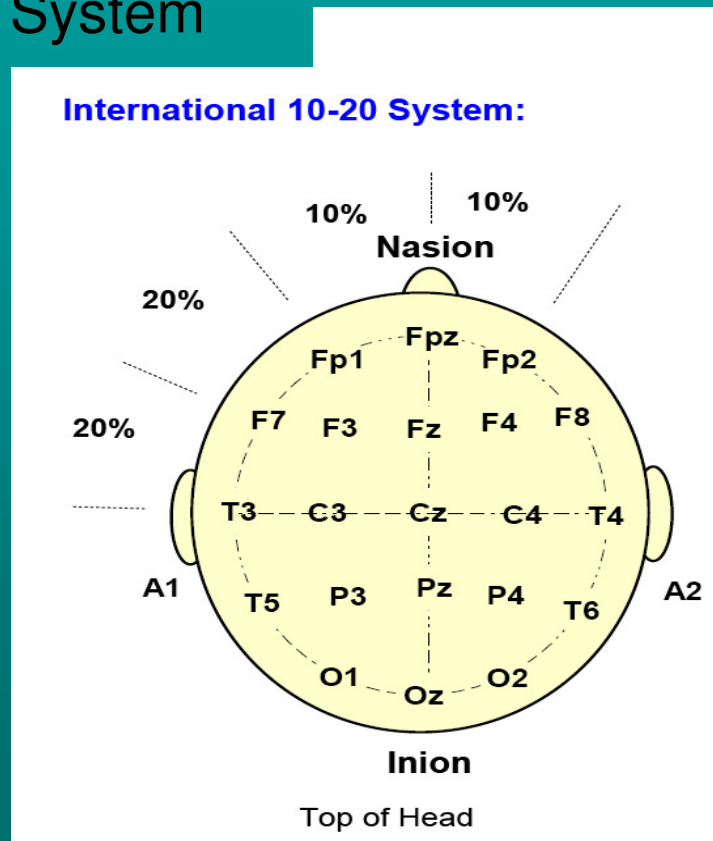


# Elektrodentypen

- 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



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



[http://www.emg.tu-bs.de/forsch/eeg\\_ekg/ceeg/konveeg\\_de.htm](http://www.emg.tu-bs.de/forsch/eeg_ekg/ceeg/konveeg_de.htm)

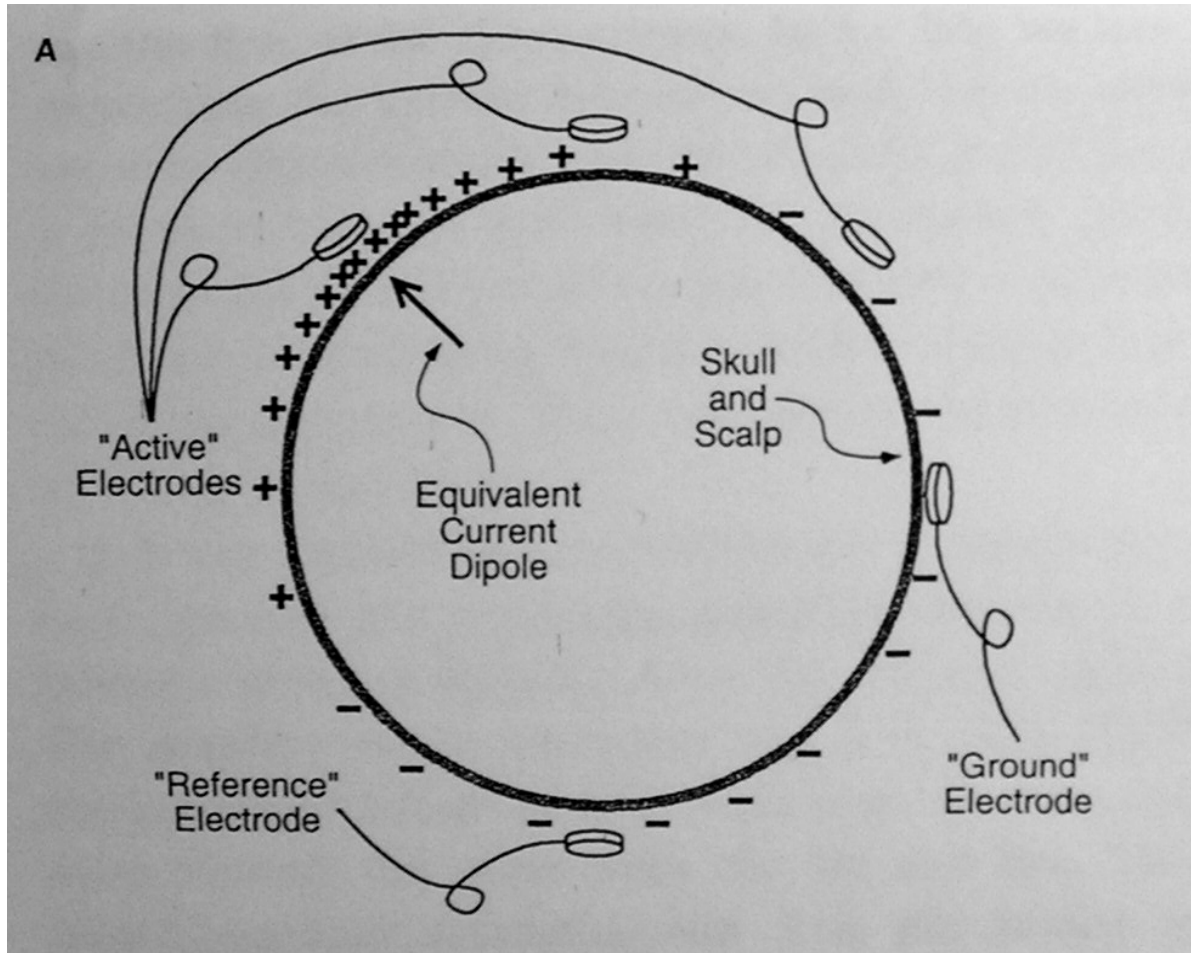
# Referenzelektrode

- 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.

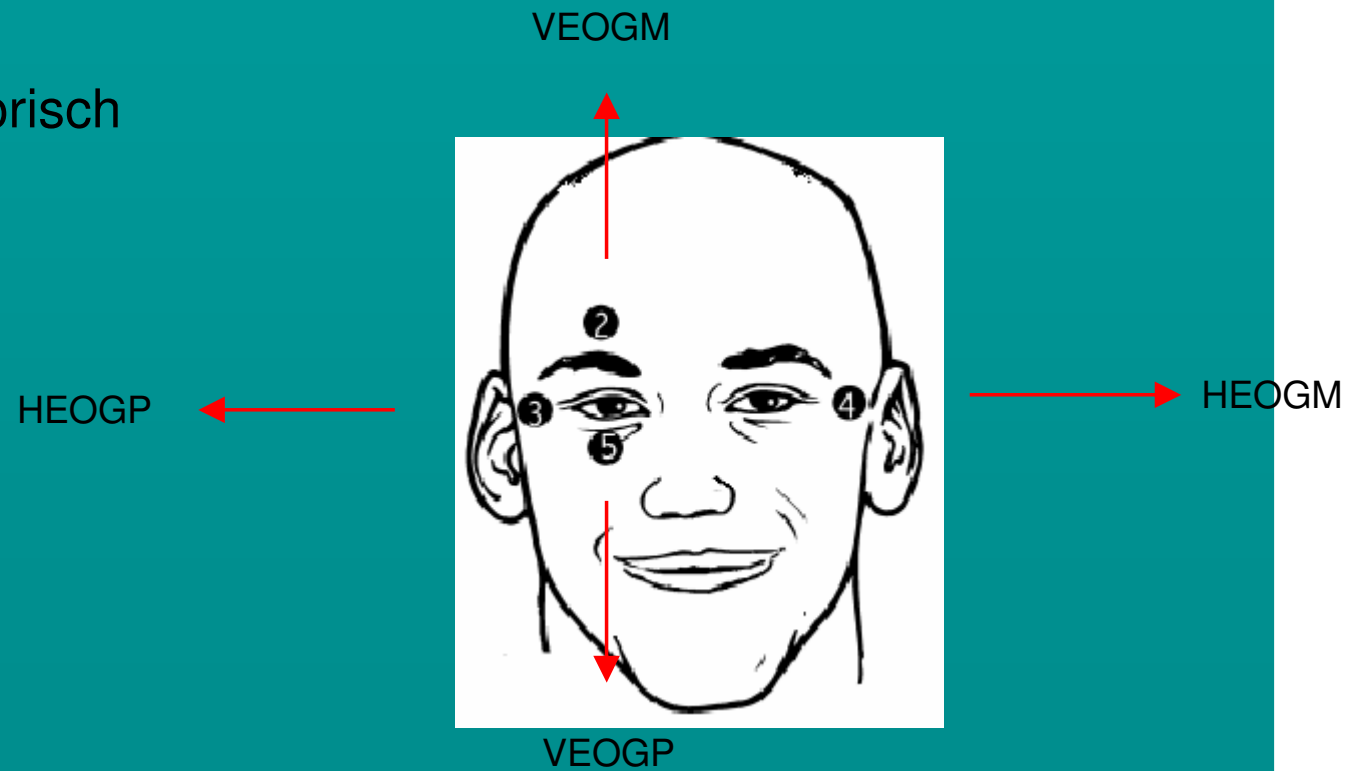


# Impedanz

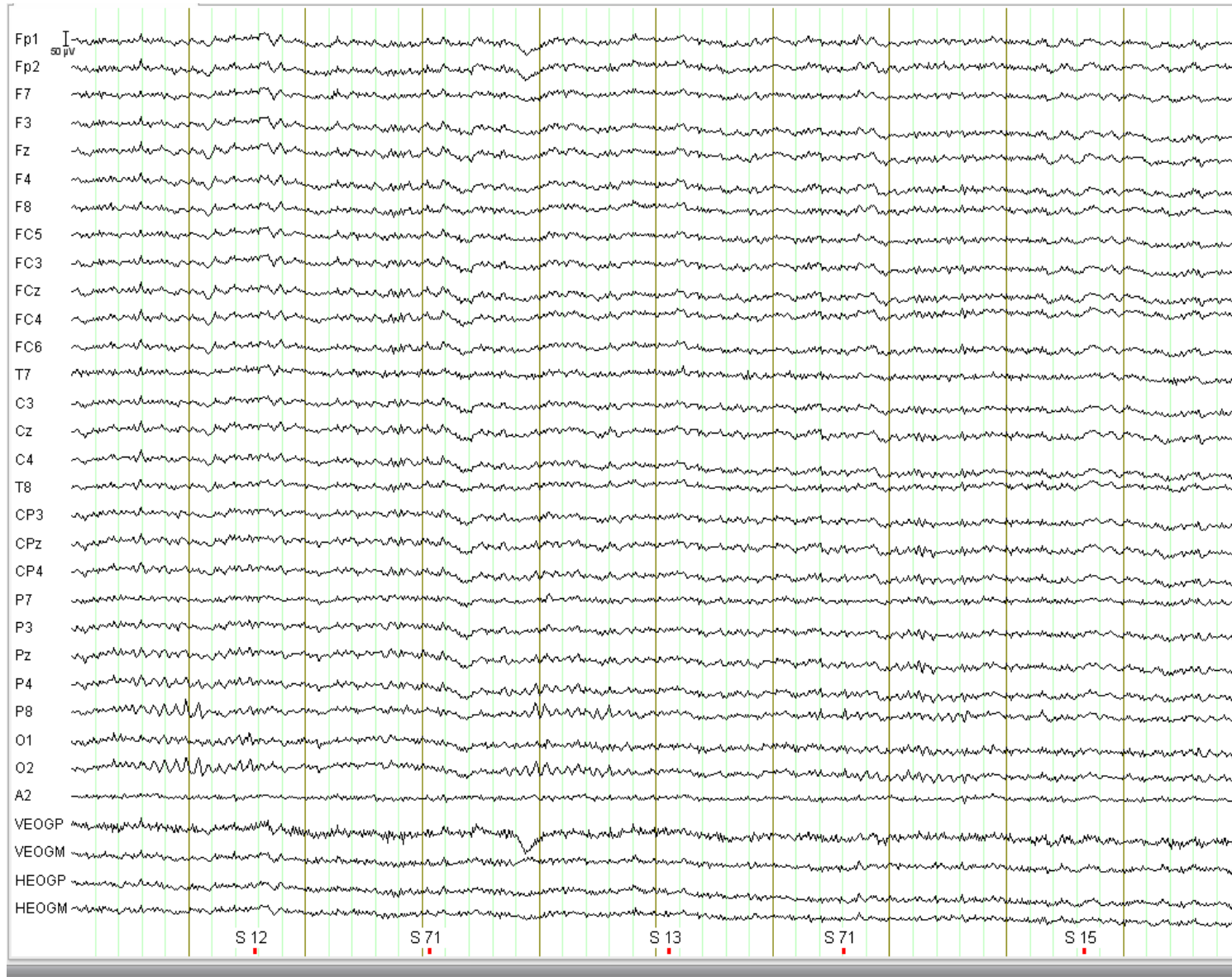
- Entfettung der Haut vor dem Anlegen der Elektroden im Gesicht
- Elektrolyt-Gel zur Herstellung des Kontaktes zwischen Elektrode und Kopfoberfläche
- Die äußere Hornhautschicht muss abgetragen werden, da sie nicht leitfähig ist.
- Strom folgt dem Weg des geringsten Widerstandes  
→ Widerstand kleiner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

# EOG (Elektrookulogramm)

- Bewegungsrichtungen:
  - Horizontal
  - Vertikal
  - Cyclo-rotatorisch



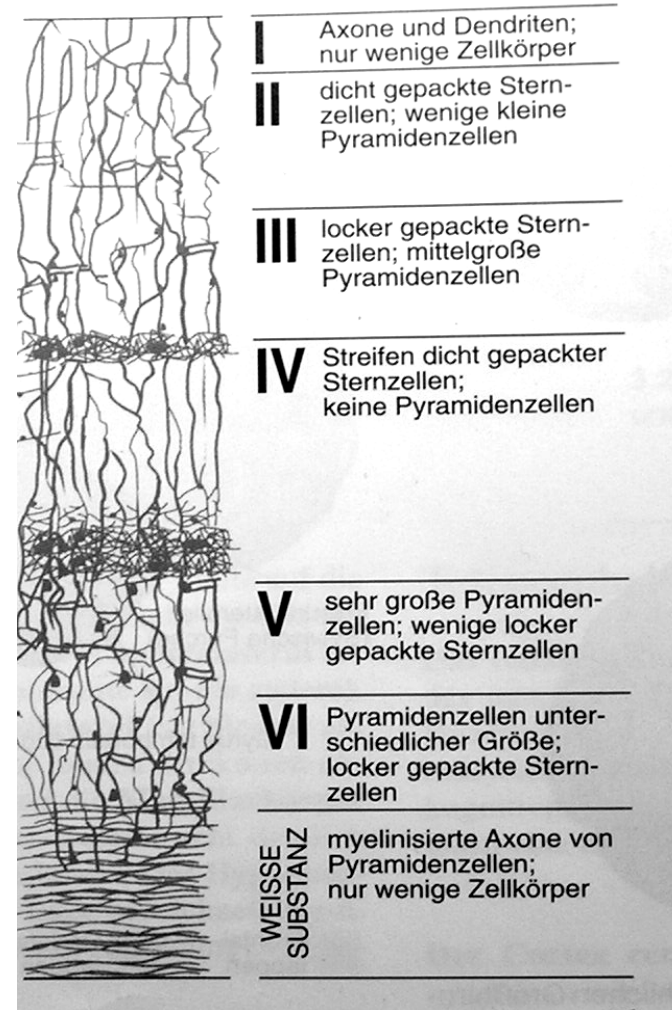
...und so sieht ein EEG dann aus:



# Woher kommt das gemessene Signal?

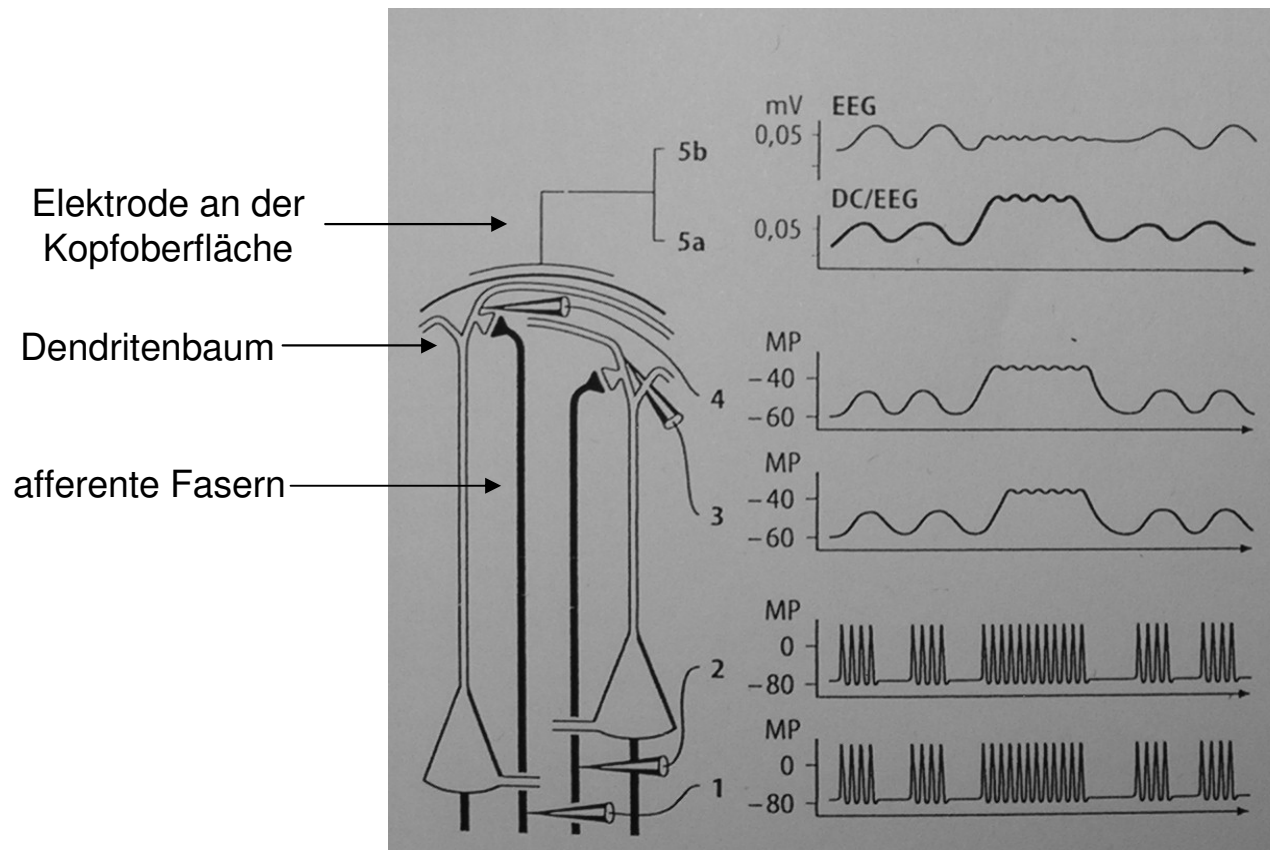
- Dendriten der Pyramidenzellen liegen oben, Zellkörper weiter unten
- Senkrechte Ausrichtung der kortikalen Module bewirkt weiter entfernt messbare Feldpotentiale

Neocortex,  
Golgi-Färbung





# Entstehung der EEG-Wellen



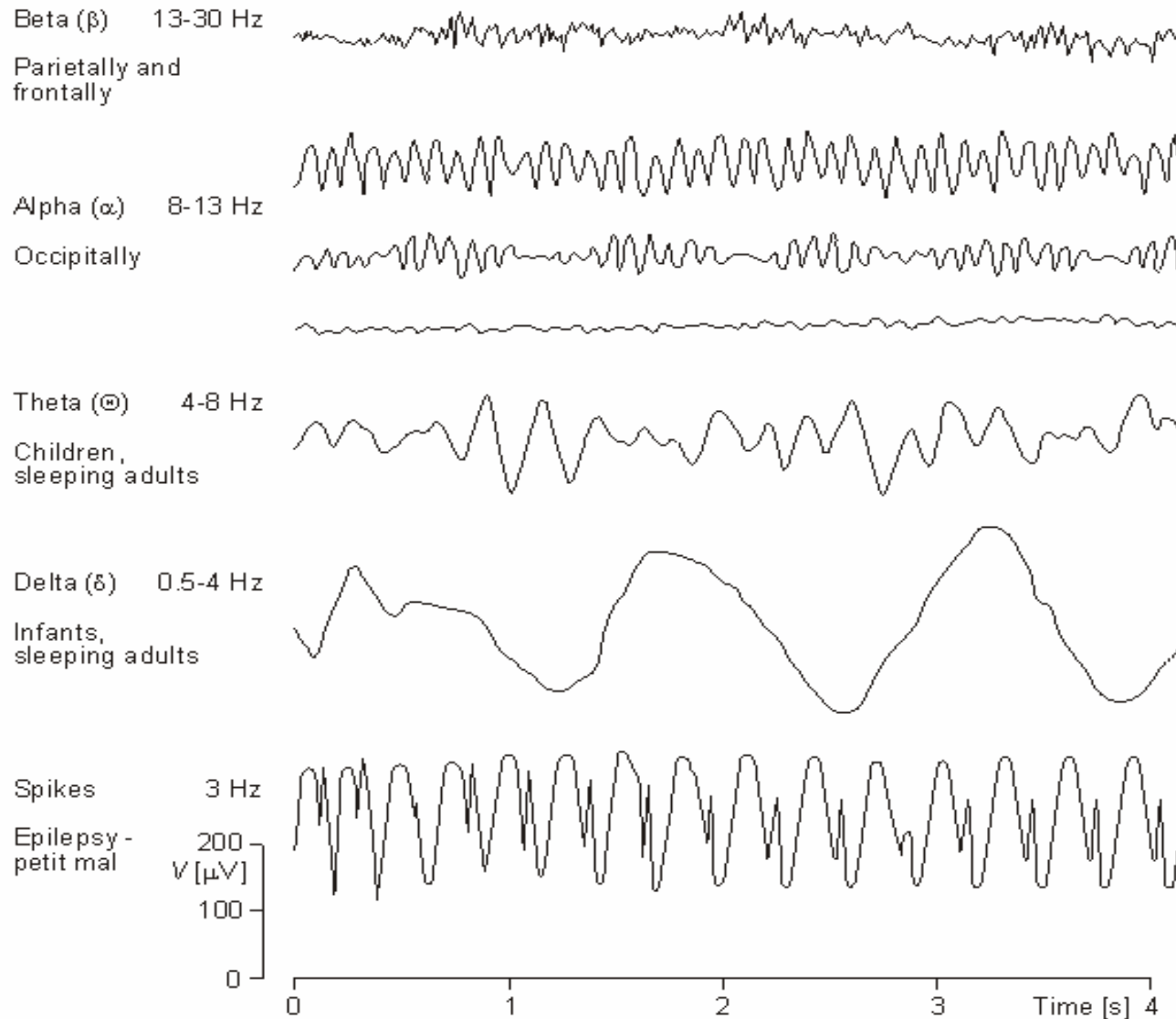
Gründe für EEG-Desynchronisation:

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



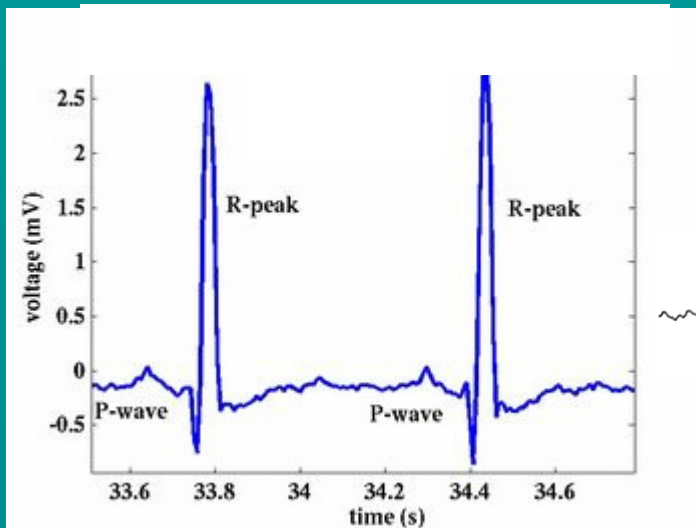


# Störsignale

- 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)

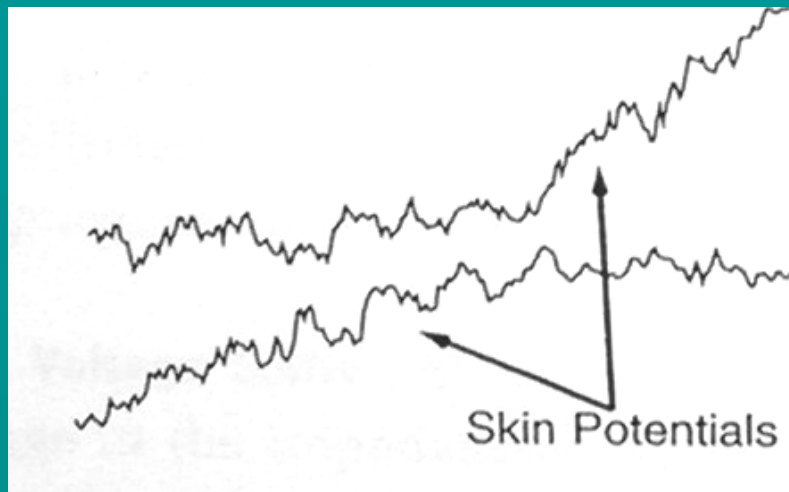


[http://www.itwm.fraunhofer.de/de/as\\_\\_asprojects\\_\\_af/af/](http://www.itwm.fraunhofer.de/de/as__asprojects__af/af/)



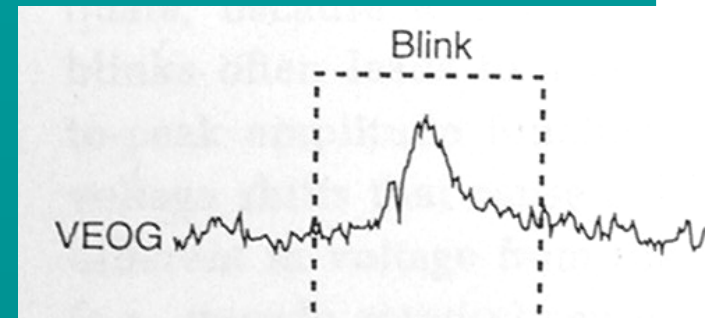
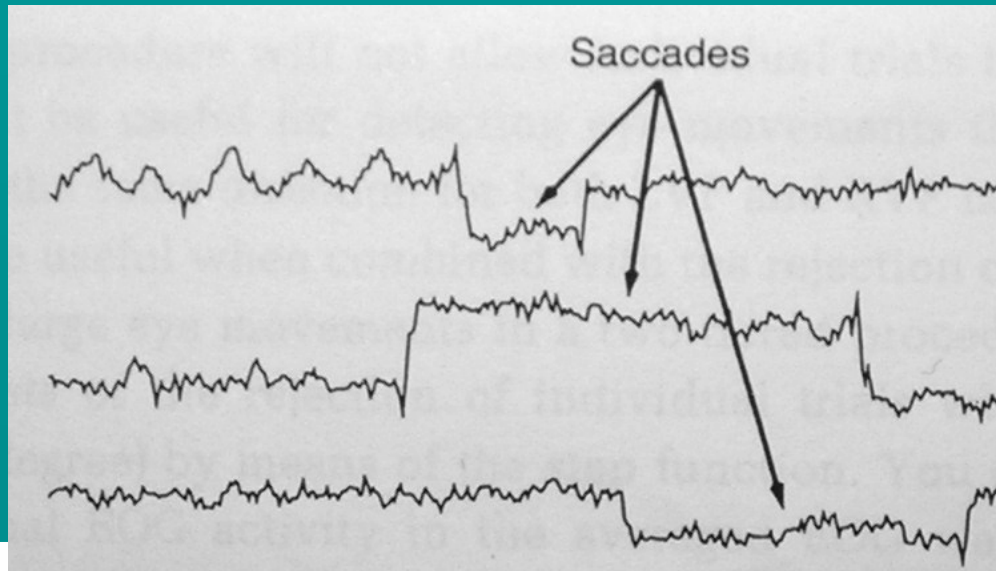
# Biologische Störungen

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



# Biologische Störsignale

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

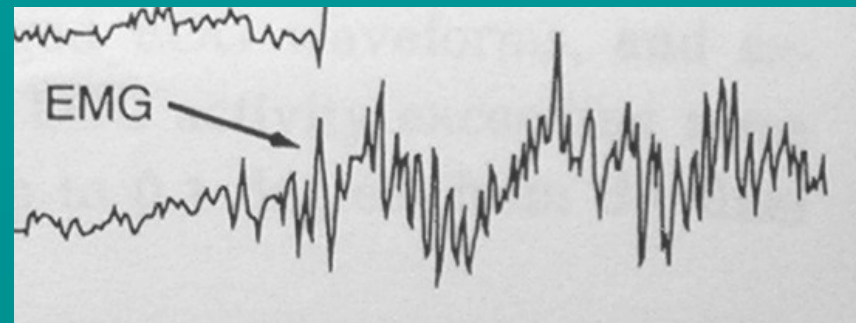


# Biologische Störsignale

- 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

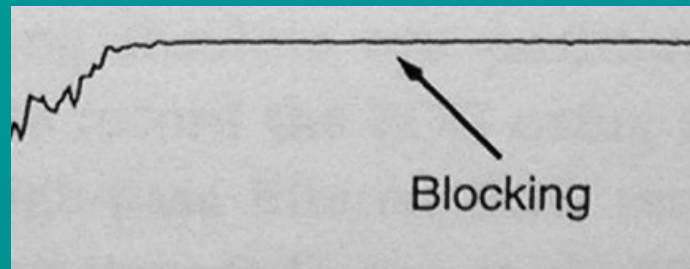


# Störsignale aus der Umgebung

- 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

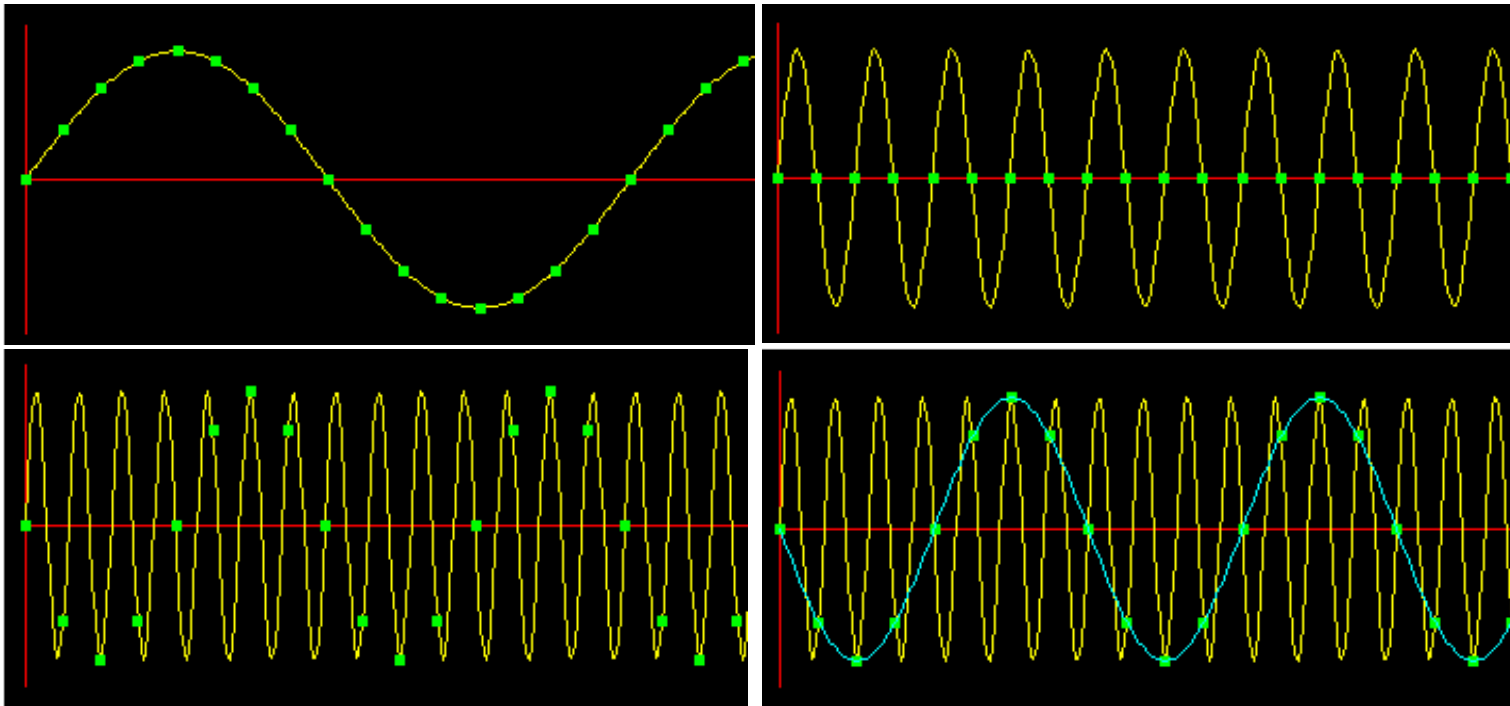


- Außerdem kann es während einer Messung zum Ausfall einer oder mehrerer Elektroden kommen



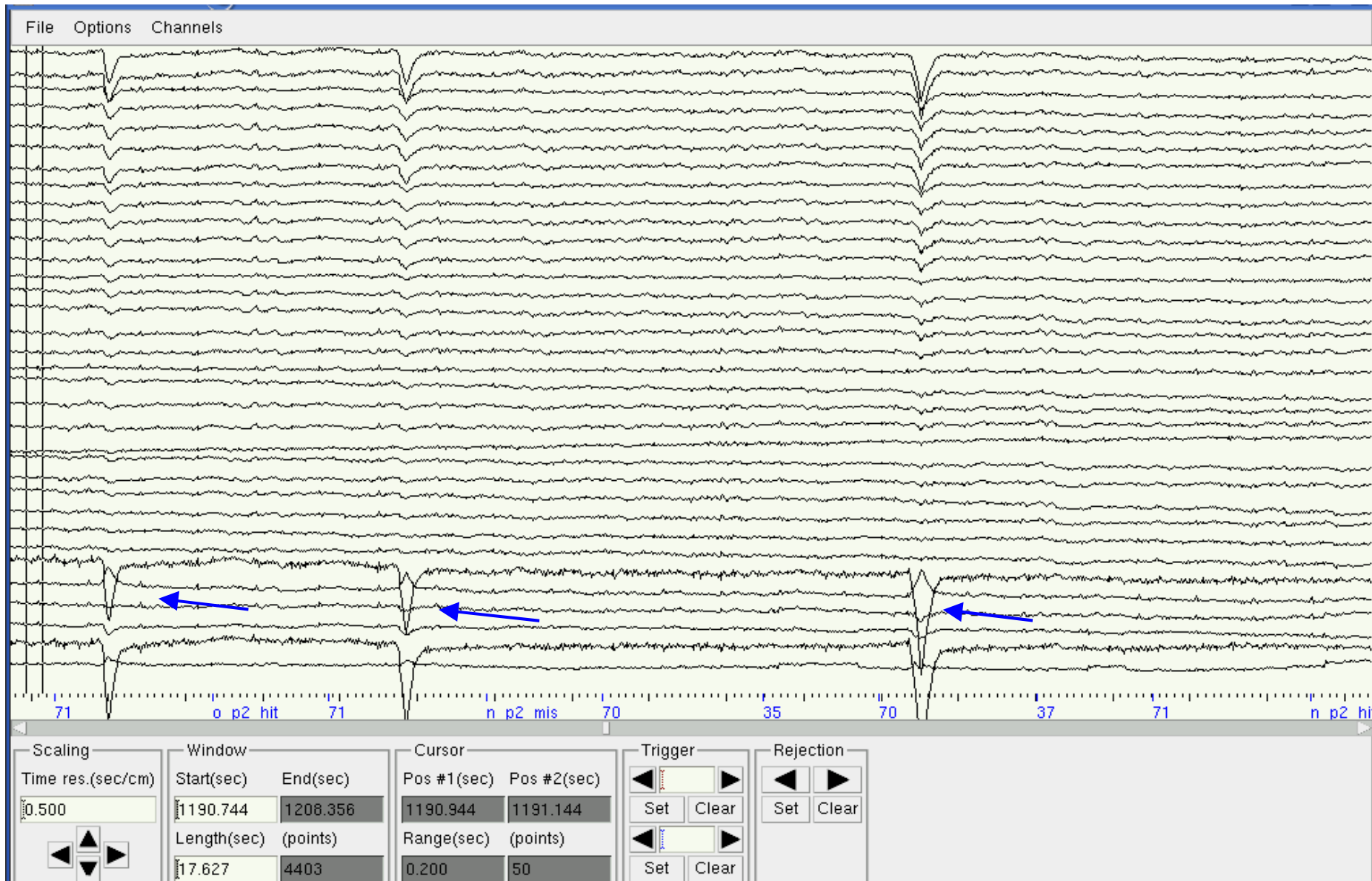
# Abtastrate

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

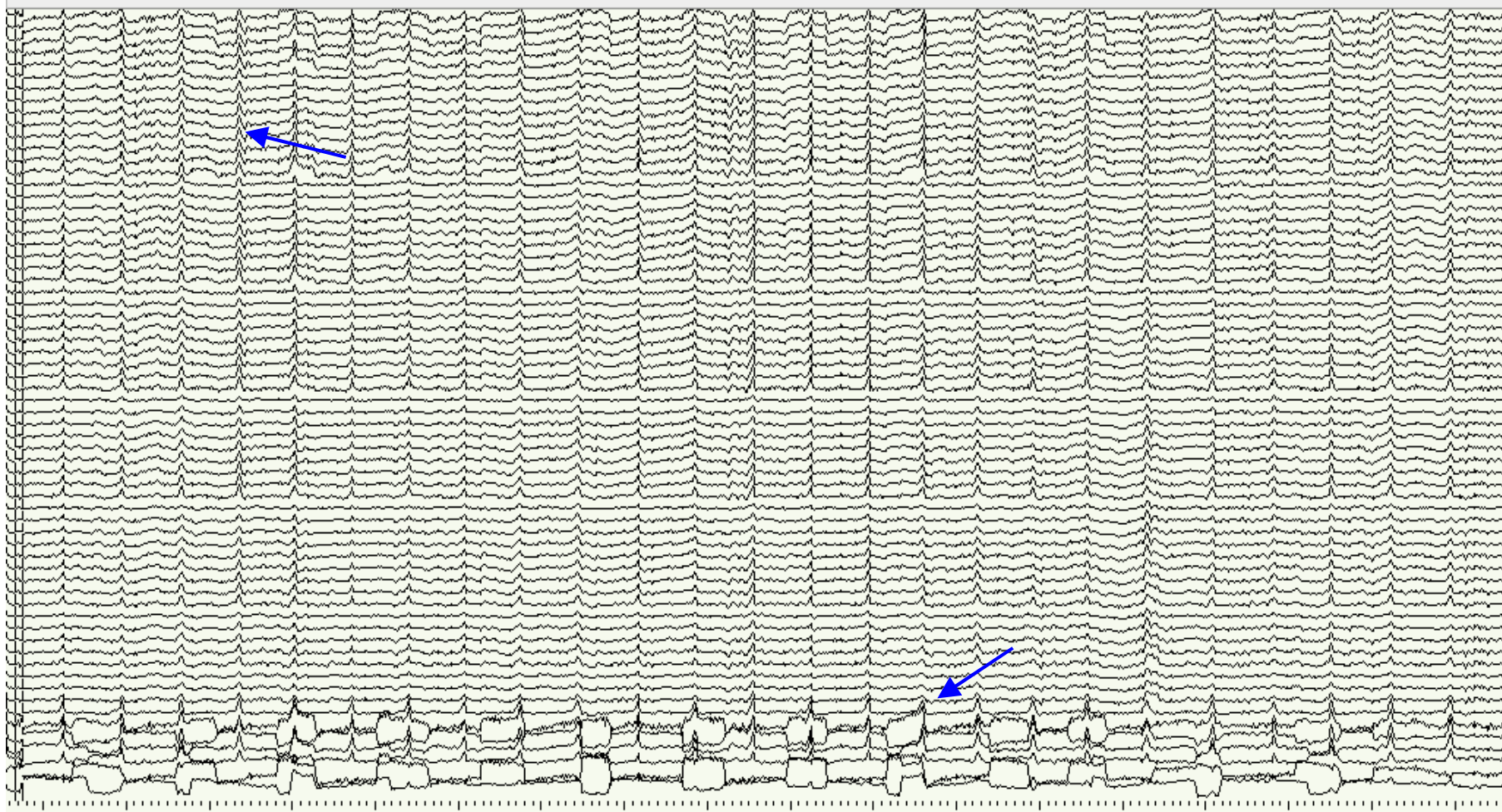


Samplingrate bei EEG-Aufzeichnung: 250-500 Hz

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



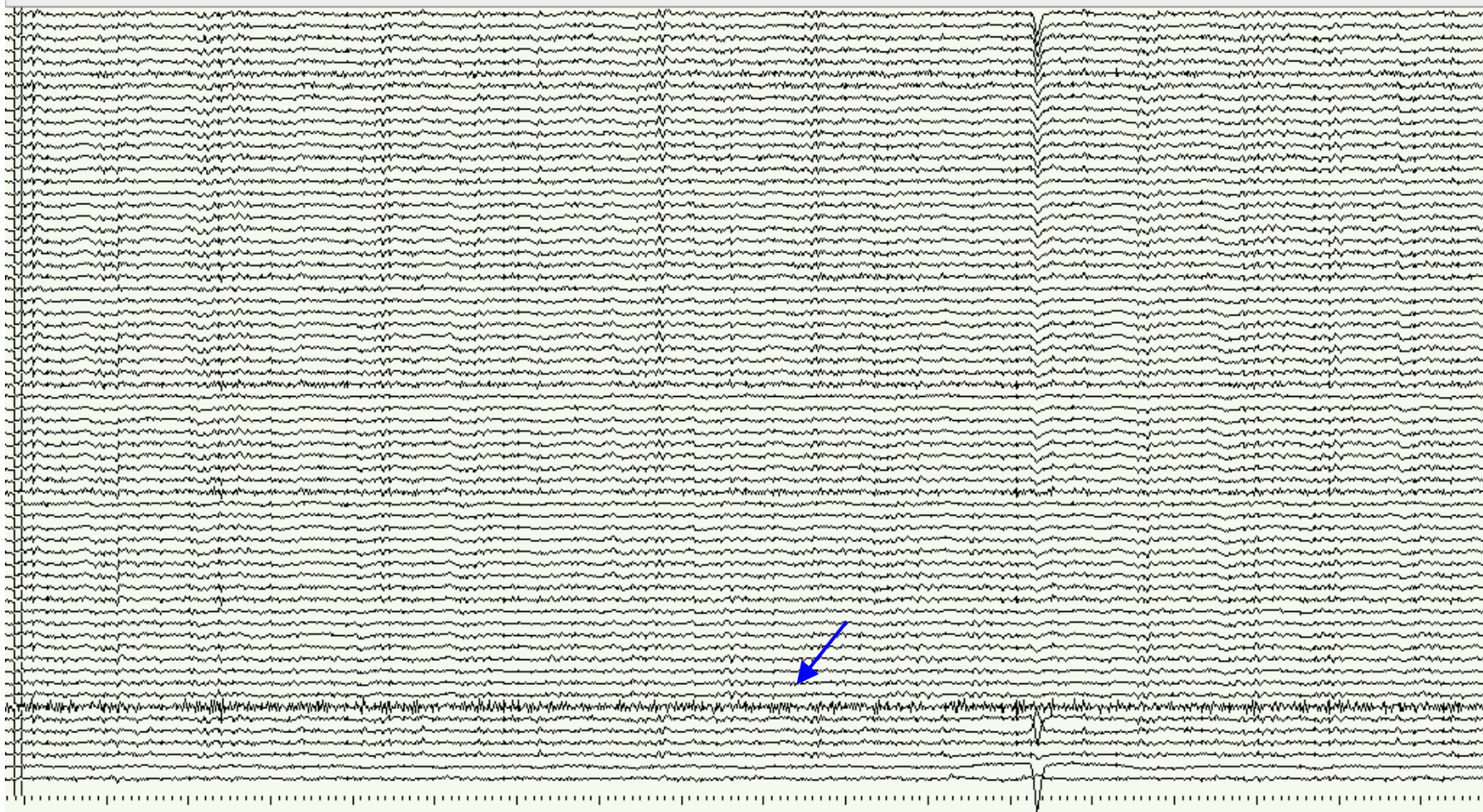
File Options Channels



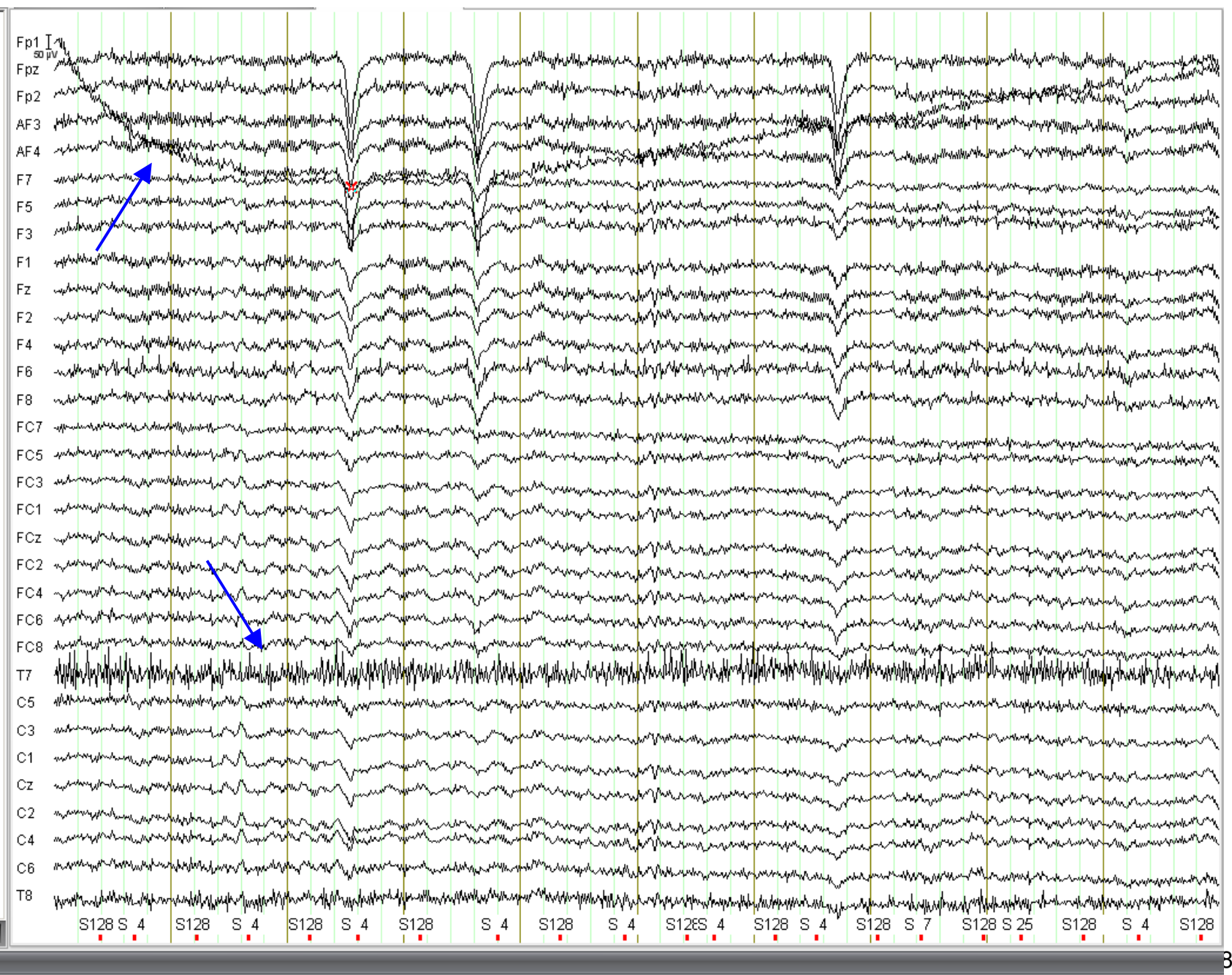
Scaling	Window	Cursor	Trigger	Rejection
Time res.(sec/cm) 0.500	Start(sec) End(sec) 255.558 273.604	Pos #1(sec) Pos #2(sec) 255.658 255.758	Set Clear	Set Clear
	Length(sec) (points) 18.050 9023	Range(sec) (points) 0.100 50	Set Clear	

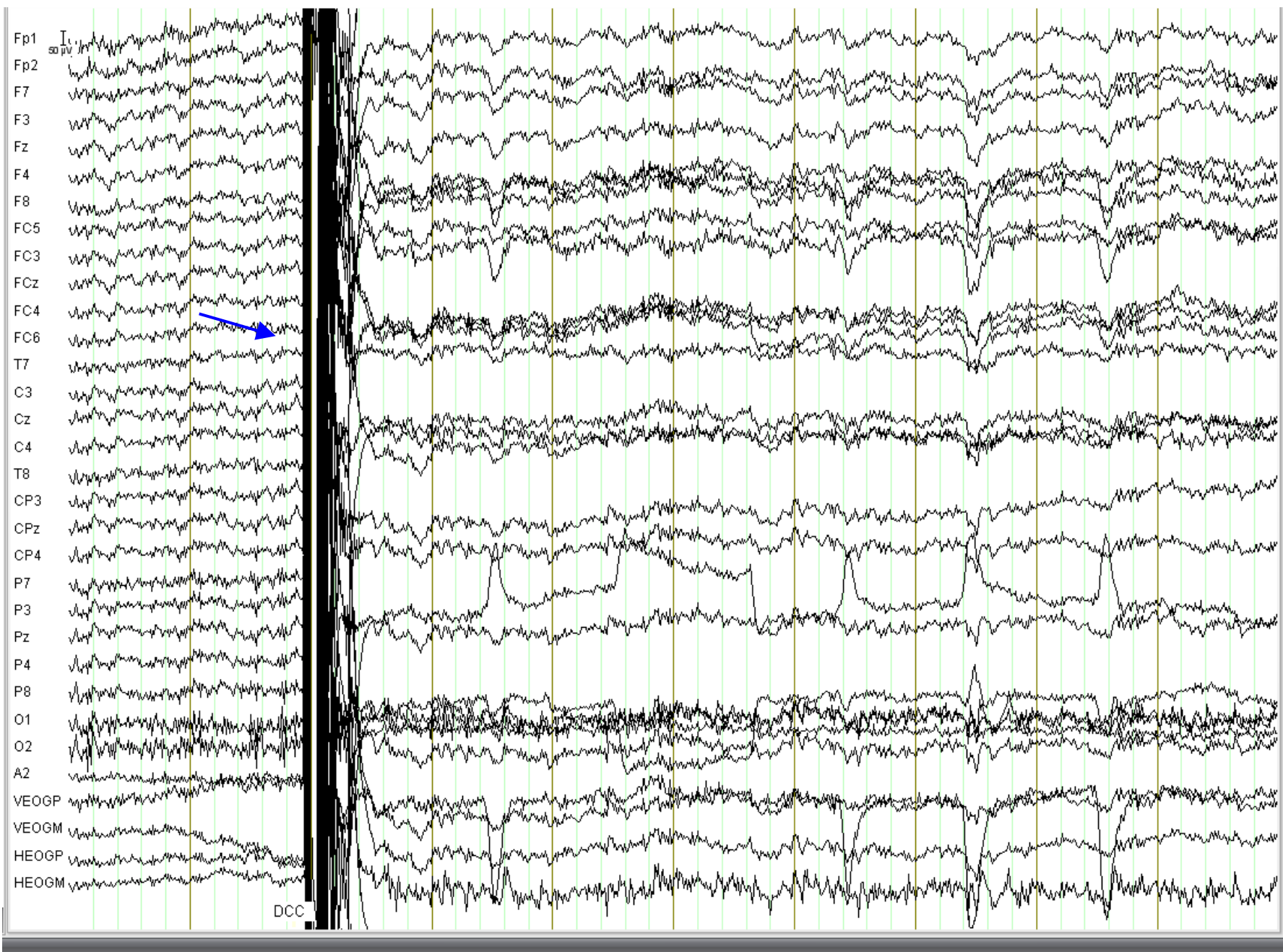


File Options Channels

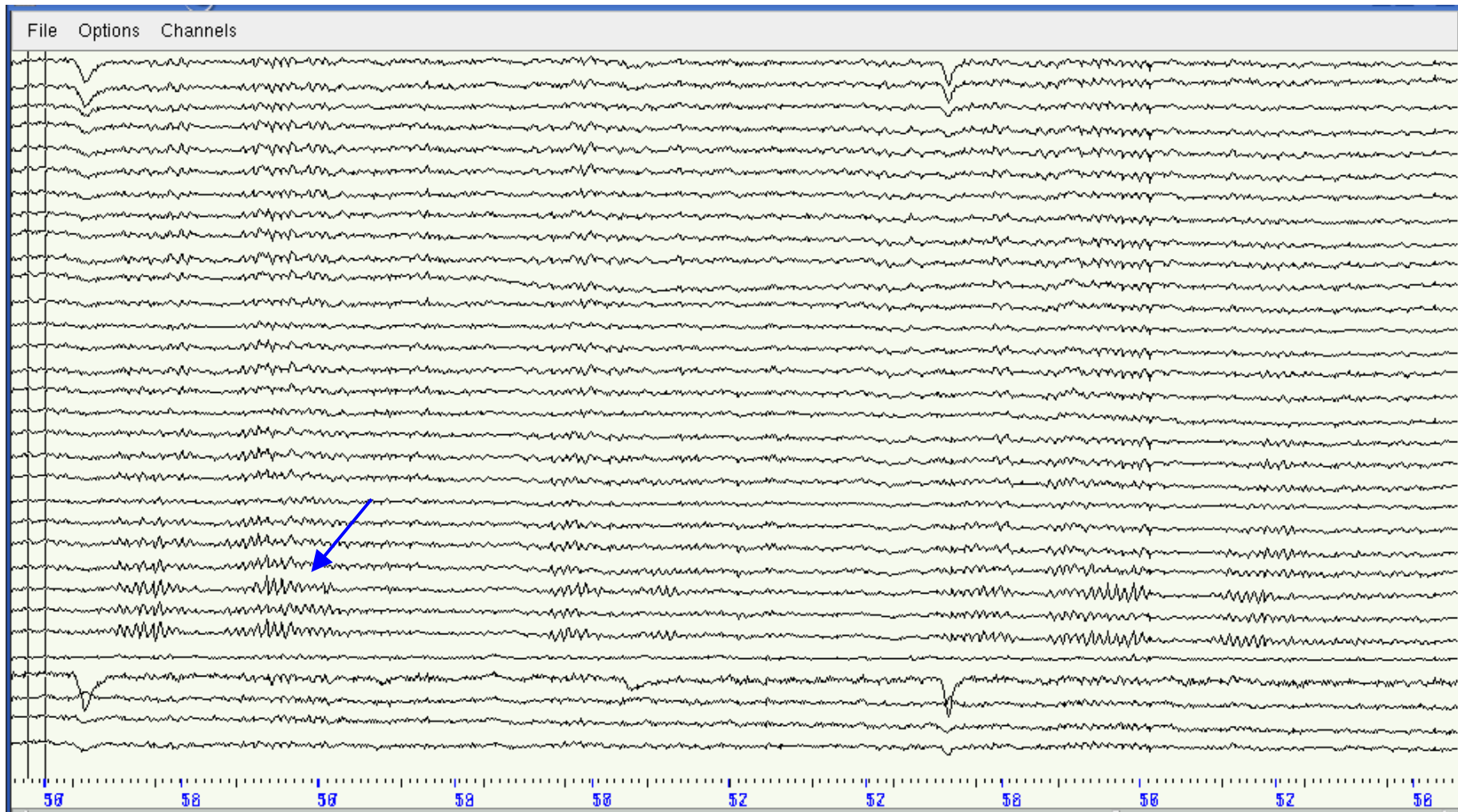


Scaling	Window	Cursor	Trigger	Rejection
Time res.(sec/cm) 0.500	Start(sec)    End(sec) 38.774    56.820	Pos #1(sec)    Pos #2(sec) 38.874    38.974	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="↑"/> <input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

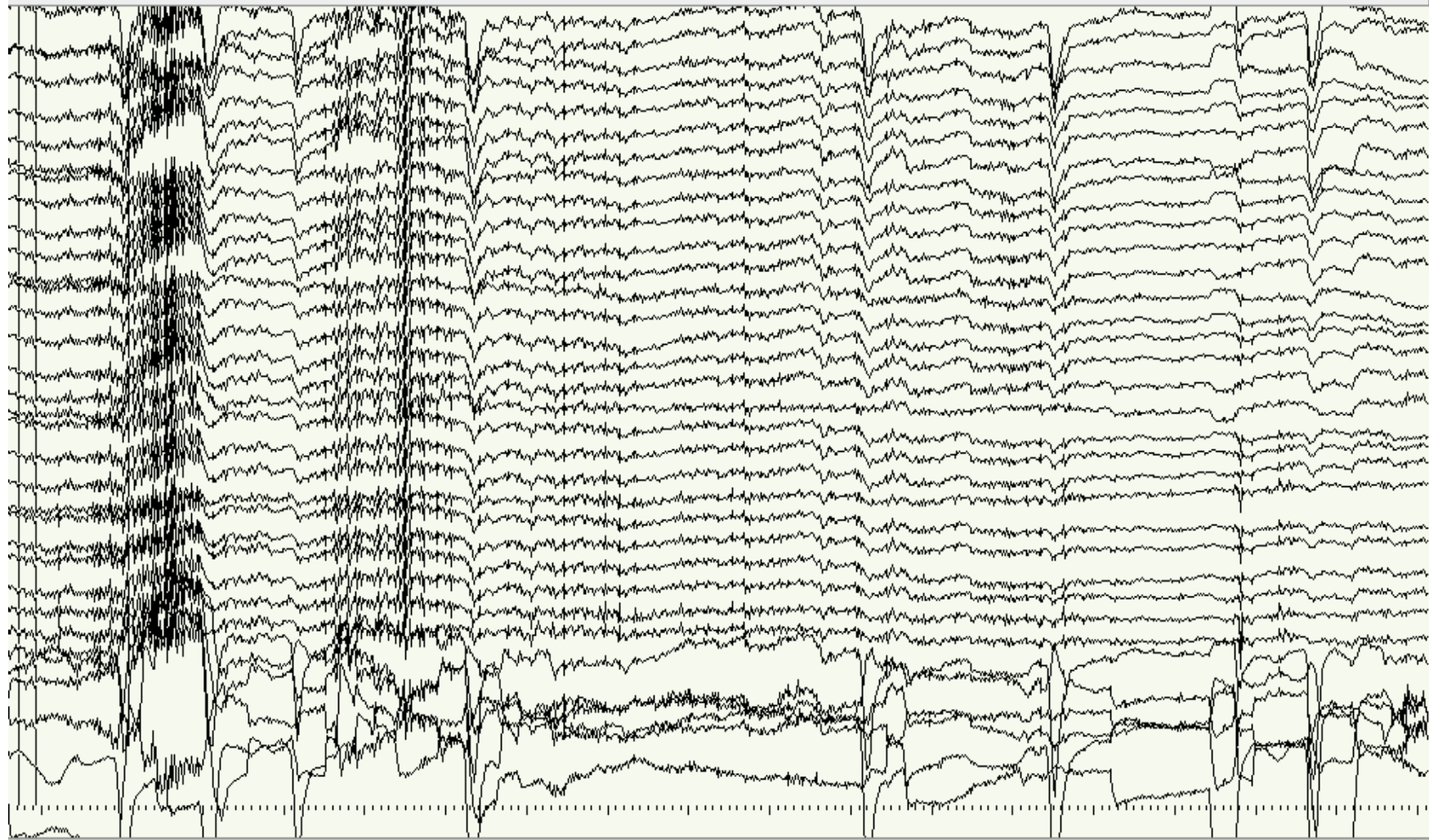




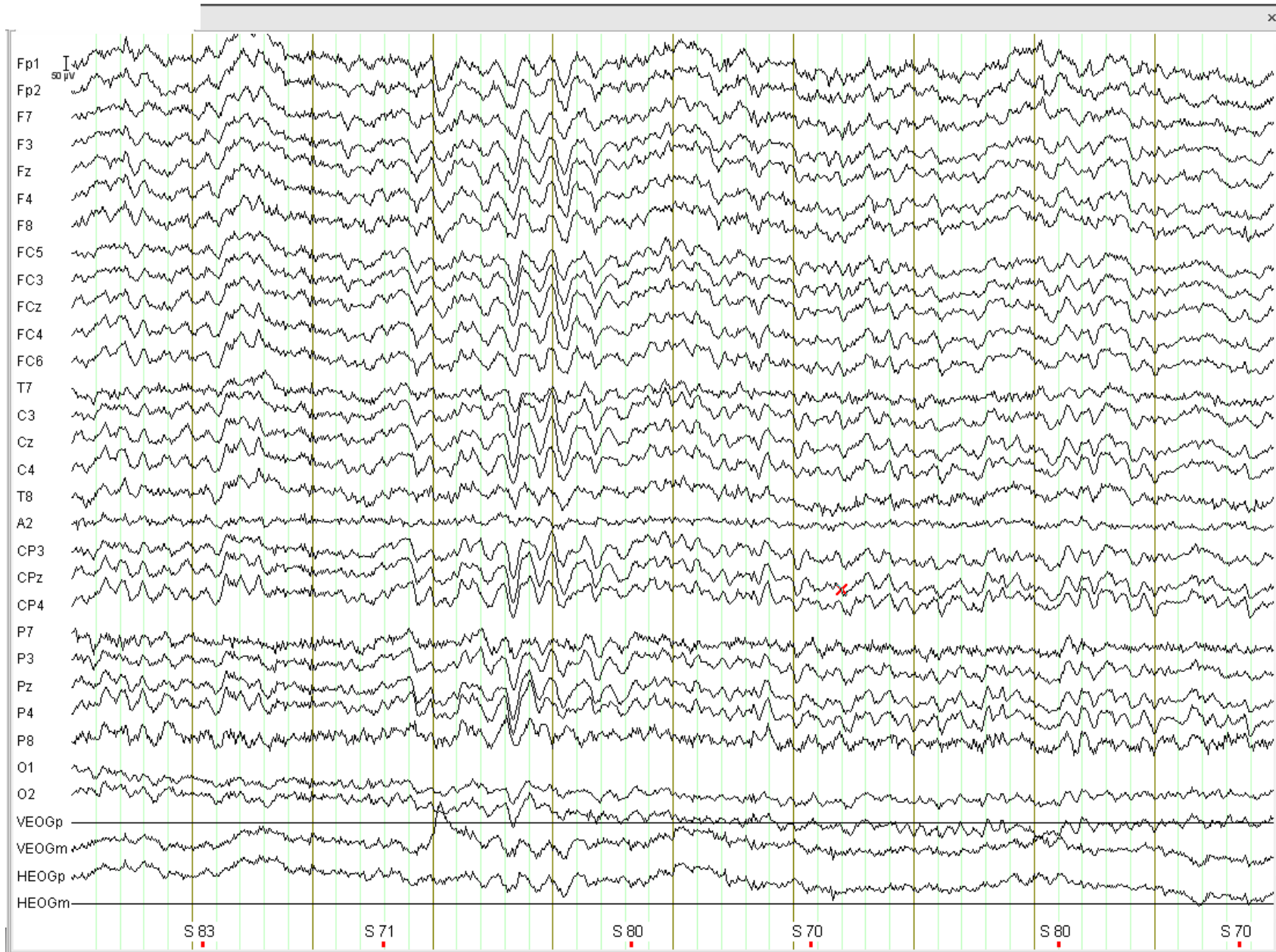




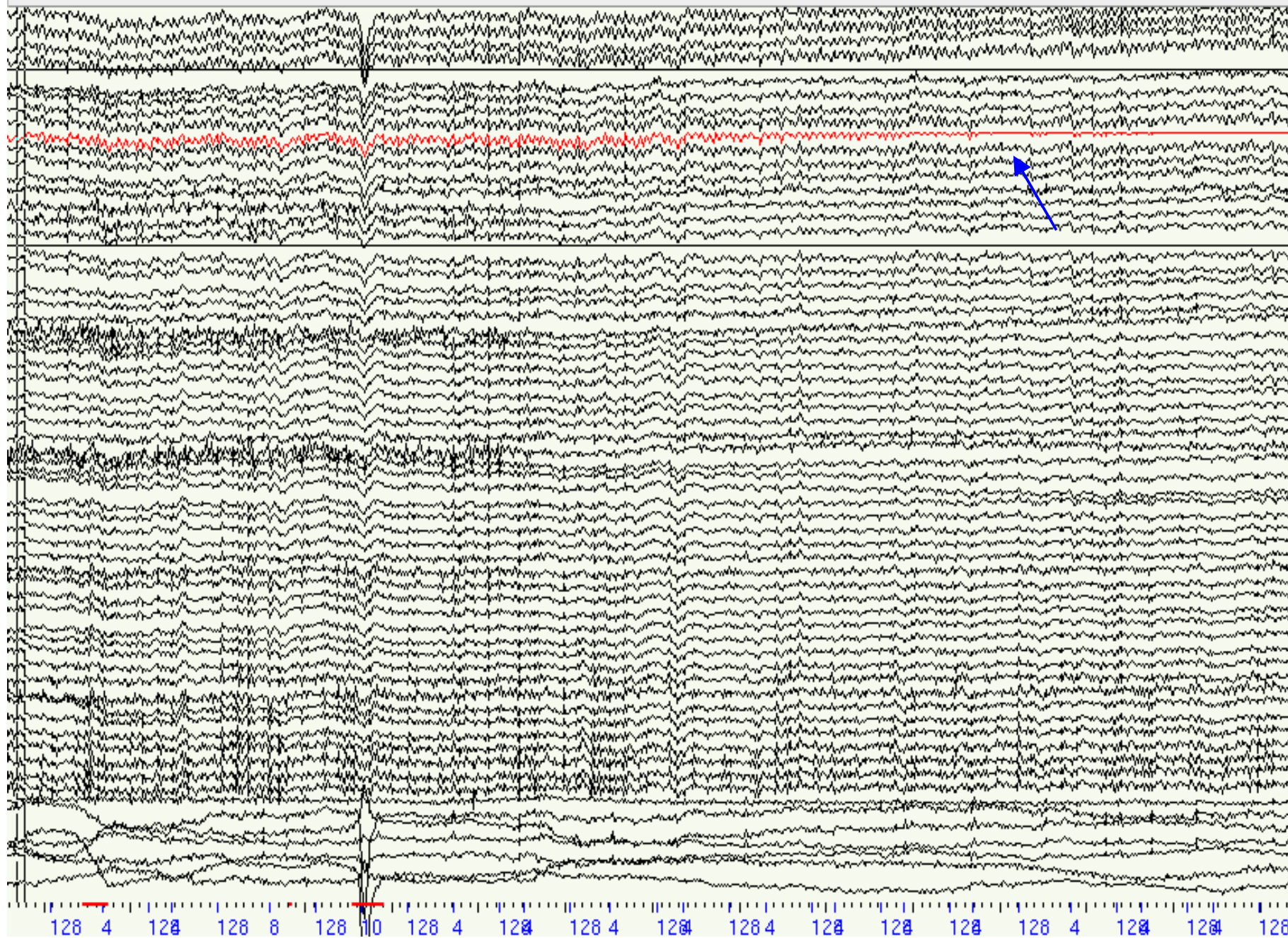




<b>Scaling</b>	<b>Window</b>	<b>Cursor</b>	<b>Trigger</b>	<b>Rejection</b>
Time res.(sec/cm)	Start(sec)    End(sec)	Pos #1(sec)    Pos #2(sec)	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
0.500	1665.532    1683.144	1665.732    1665.932	Set    Clear	Set    Clear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