

# Fahrplan

---

**23.06.**

Physiologische Grundlagen des EEG  
Design und Interpretation  
EEG-Aufzeichnung

**30.06.**

EKP-Auswertung  
Artefaktbereinigung, Filtern, Quantifizierung  
Grundlagen Statistik

**07.07.**

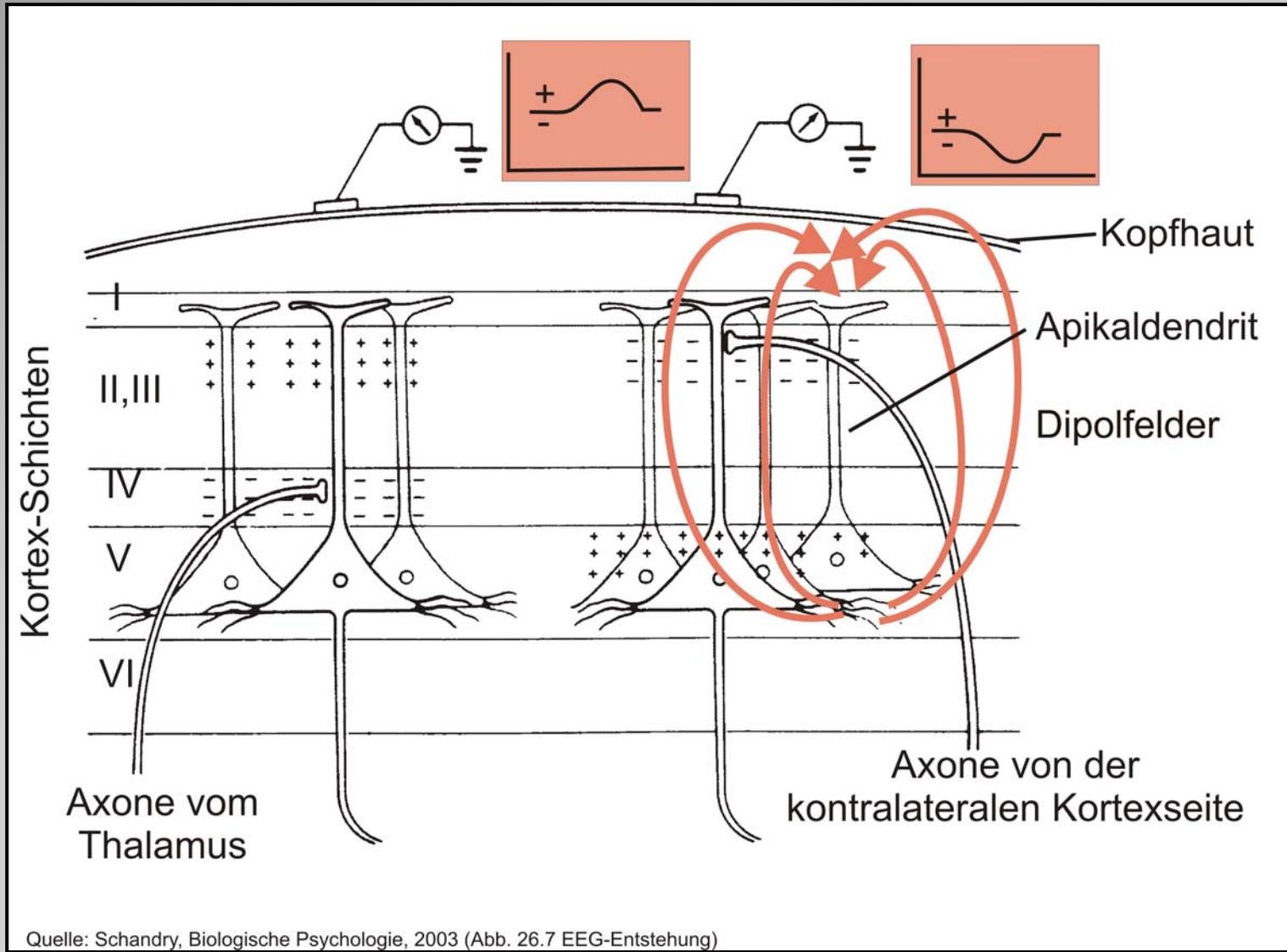
weitere Auswerteverfahren, Quellenanalyse,  
frequenzanalytische Verfahren

# Physiologische Grundlagen des EEG

---

Dipolstruktur des Kortex – Pyramidenzellen

# Dipolstruktur - Pyramidenzellen



# Physiologische Grundlagen des EEG

---

Dipolstruktur des Kortex – Pyramidenzellen

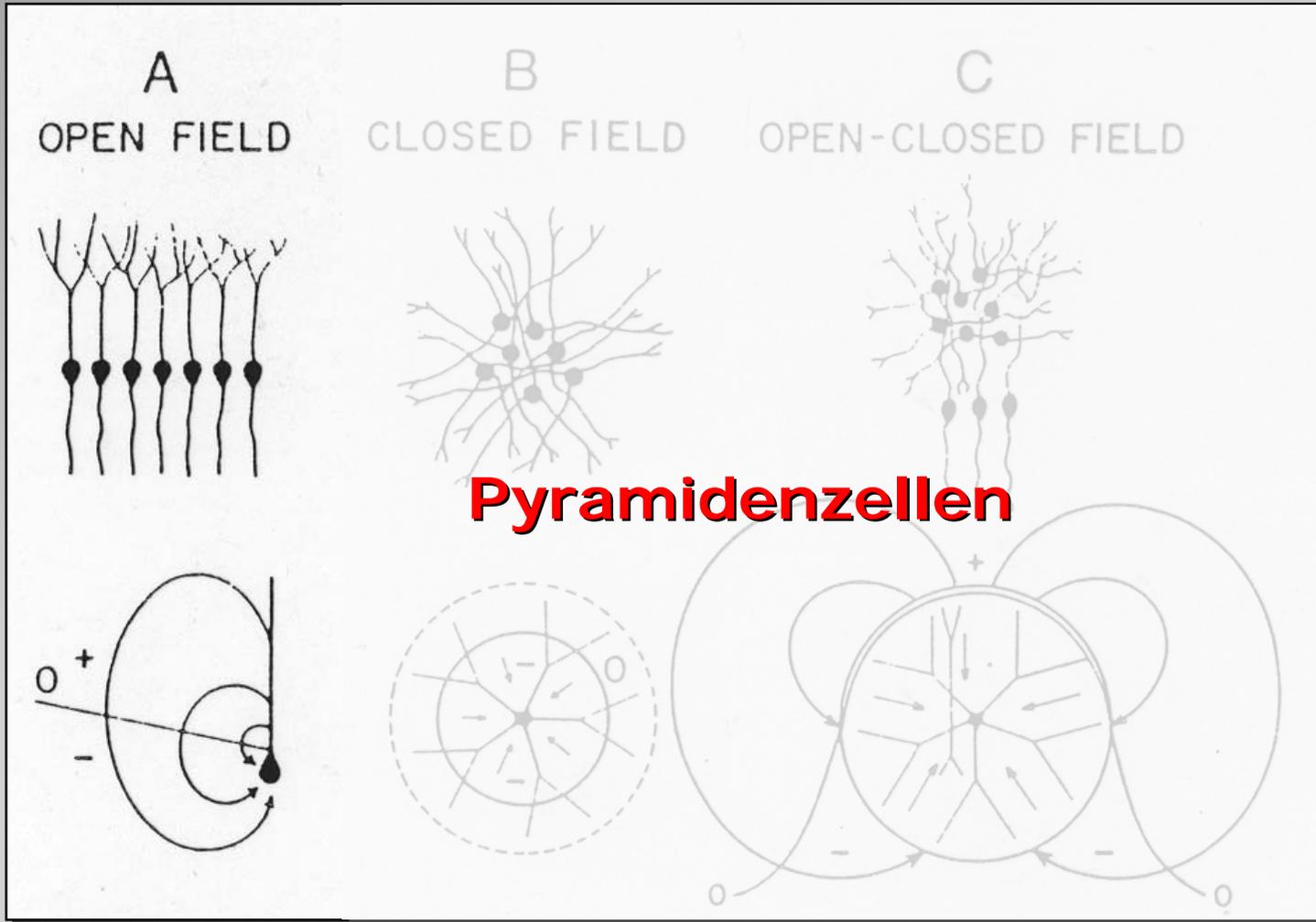
Postsynaptische Potentiale

Synchronizität innerhalb größerer Zellgruppen

Geometrie - open field Konfiguration

- senkrecht zur Kortexoberfläche

# Geometrie



# Physiologische Grundlagen des EEG

---

Nicht jede neuronale Struktur hoher Funktionalität kann im EEG abgebildet werden.

# Typen der EEG-Aktivität

---

## Hans Berger (1924 / 1929):

- elektrische Potentiale auf der Kopfhaut messbar
- rhythmische Änderungen

## typische Größen:

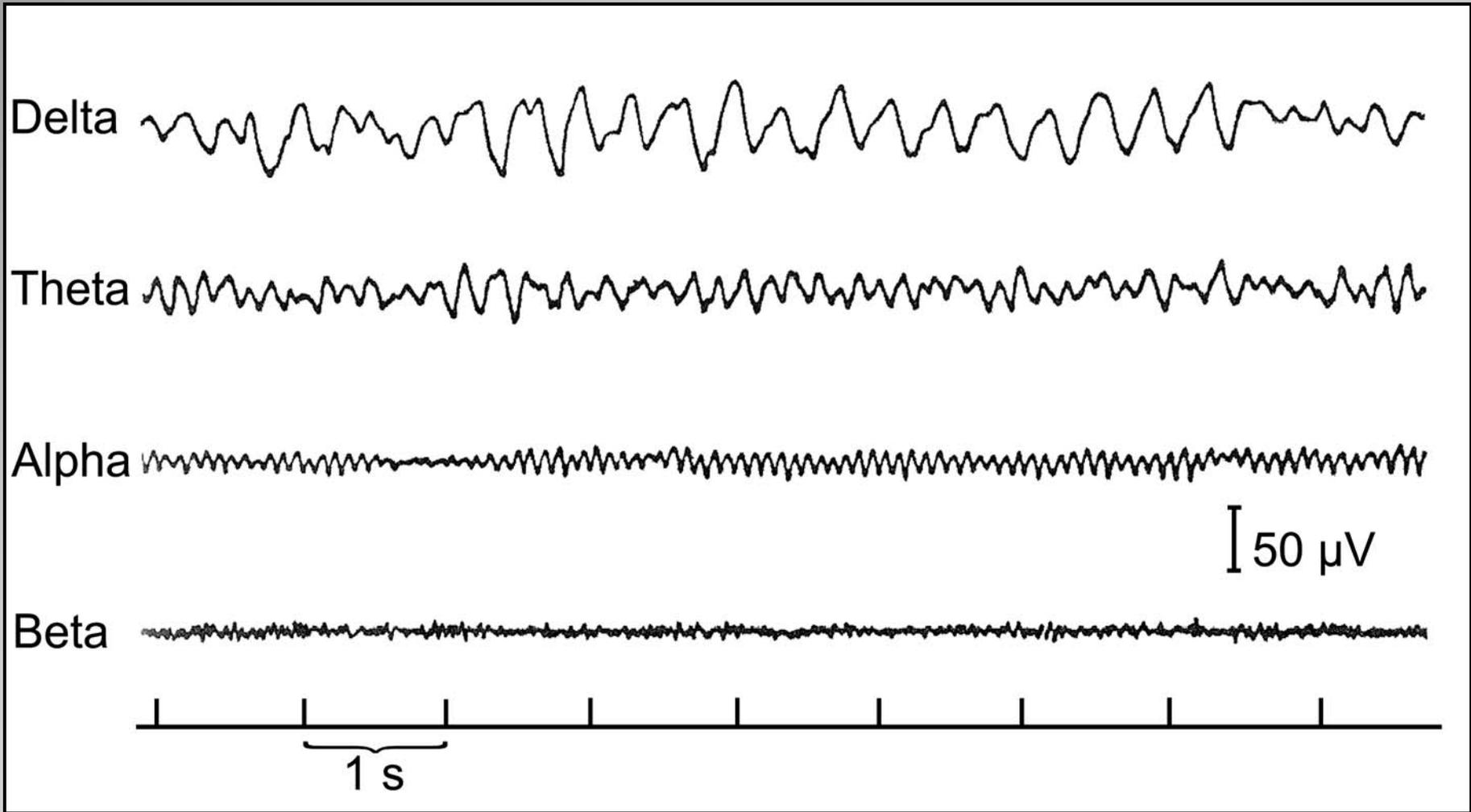
- Spannungen:  $1 \mu\text{V} - 200 \mu\text{V}$
- Frequenzen:  $0.5 \text{ Hz} - 100 \text{ Hz}$
- zeitliche Auflösung:  $1 \text{ ms}$

# Typen der EEG-Aktivität

## Spontanaktivität

$\delta$ - Band	.5 – 4 Hz	Tiefschlaf
$\theta$ - Band	5 – 7 Hz	dösender Wachzustand
$\alpha$ - Band	8 – 13 Hz	entspannter Wachzustand
$\beta$ - Band	14 – 30 Hz	mental aktivierter Zustand
$\gamma$ - Band	30 – 50 Hz	

# Typen der EEG-Aktivität



# Typen der EEG-Aktivität

---

Spontanaktivität

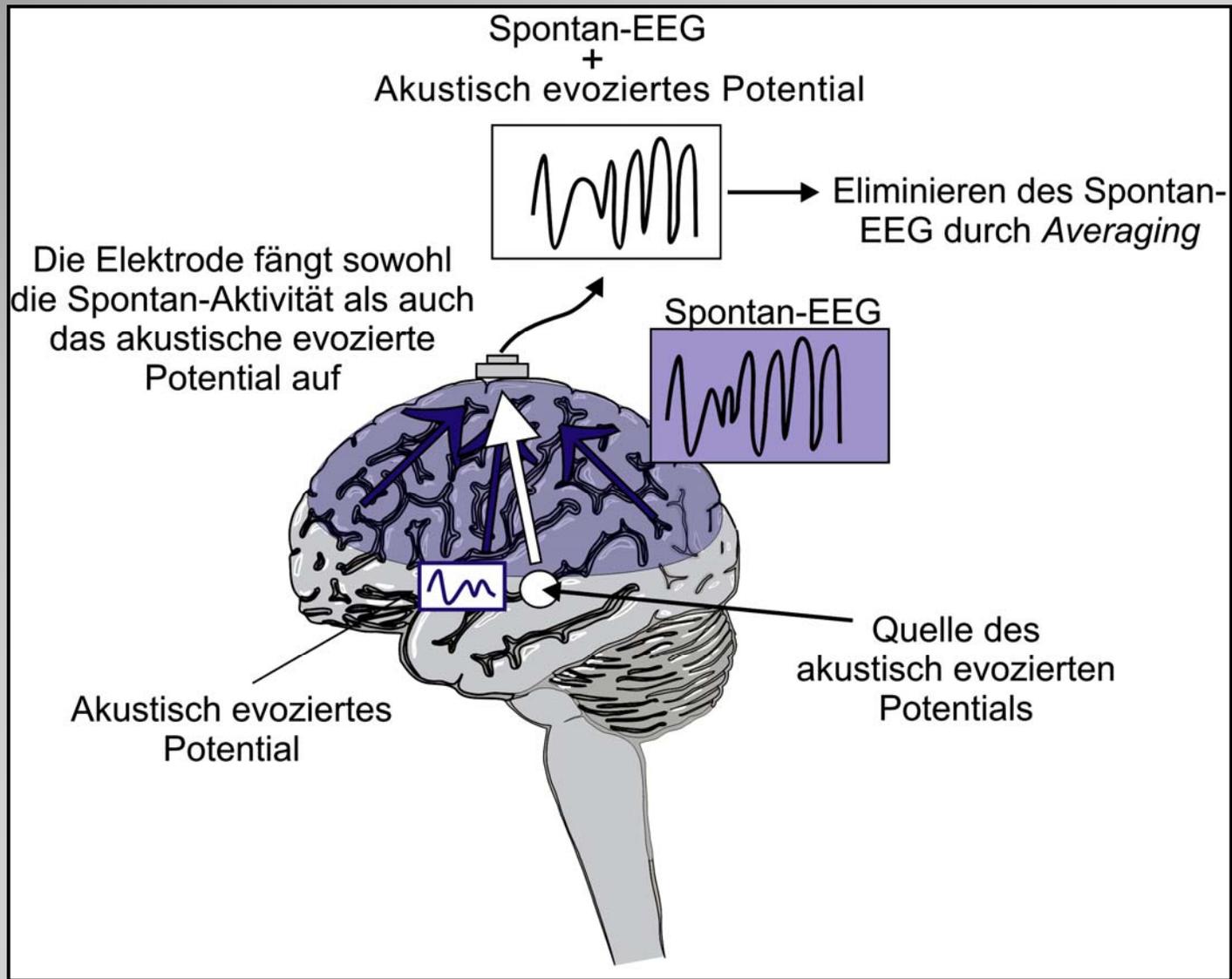
Ereignis-korrelierte Aktivität

Potentialverschiebungen des EEG, die wiederholbar und mit gleicher zeitlicher Charakteristik exakt definierten Ereignissen vorangehen oder nachfolgen.

EKP vs. EP ?

Evoziertes Potential als Fall des EKP, Reaktion auf einen sensorischen Stimulus

# Messung = Signal + Störsignal



# Signalextraktion

---

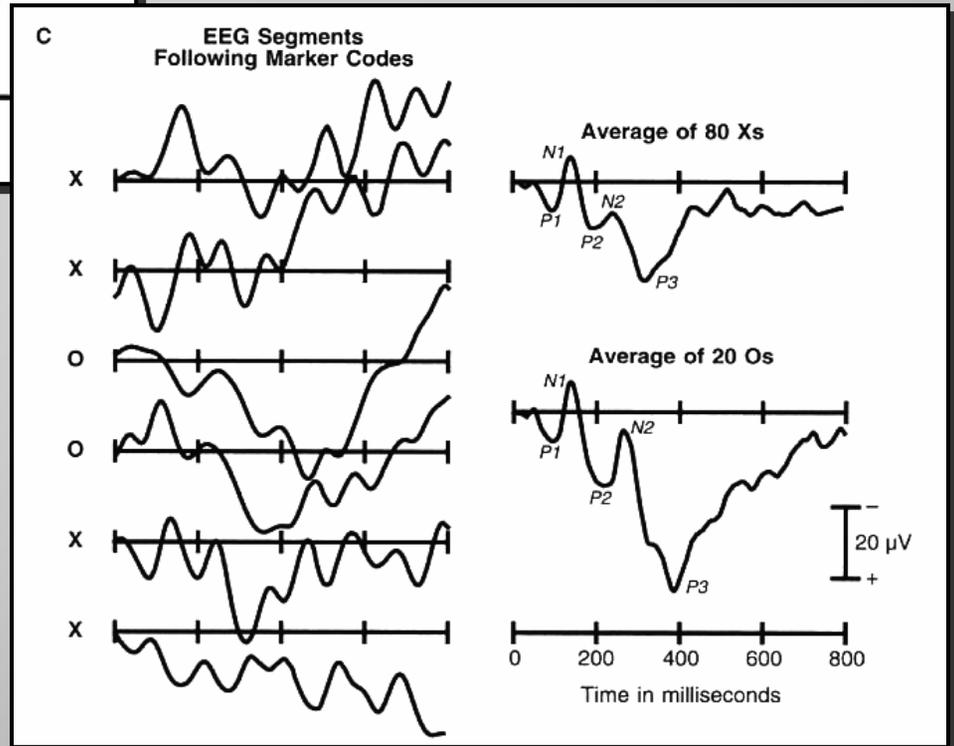
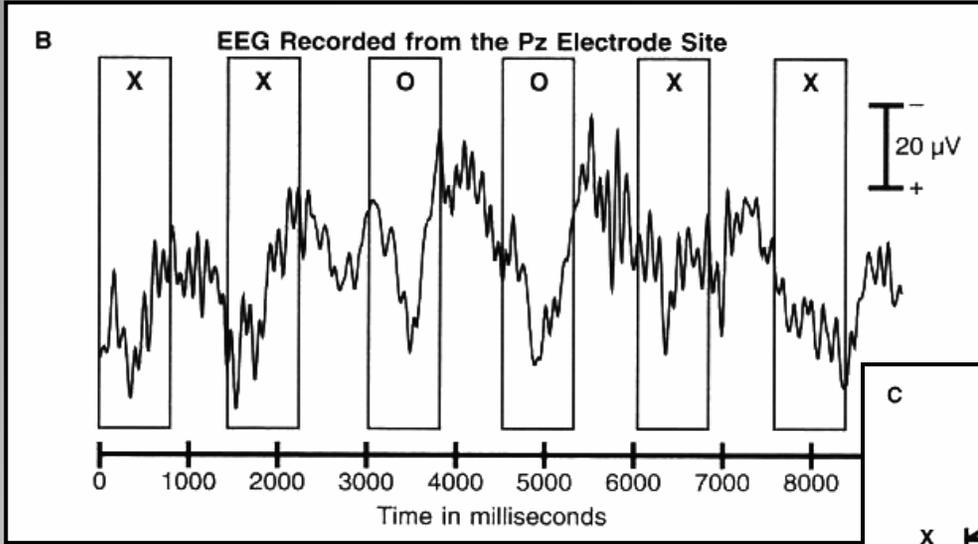
spontan EEG (Rauschen) um den Faktor 5-20  
größer als als EKP's (Signal)

**Idee: Reaktion Reiz-Signal ist zeitgebunden**

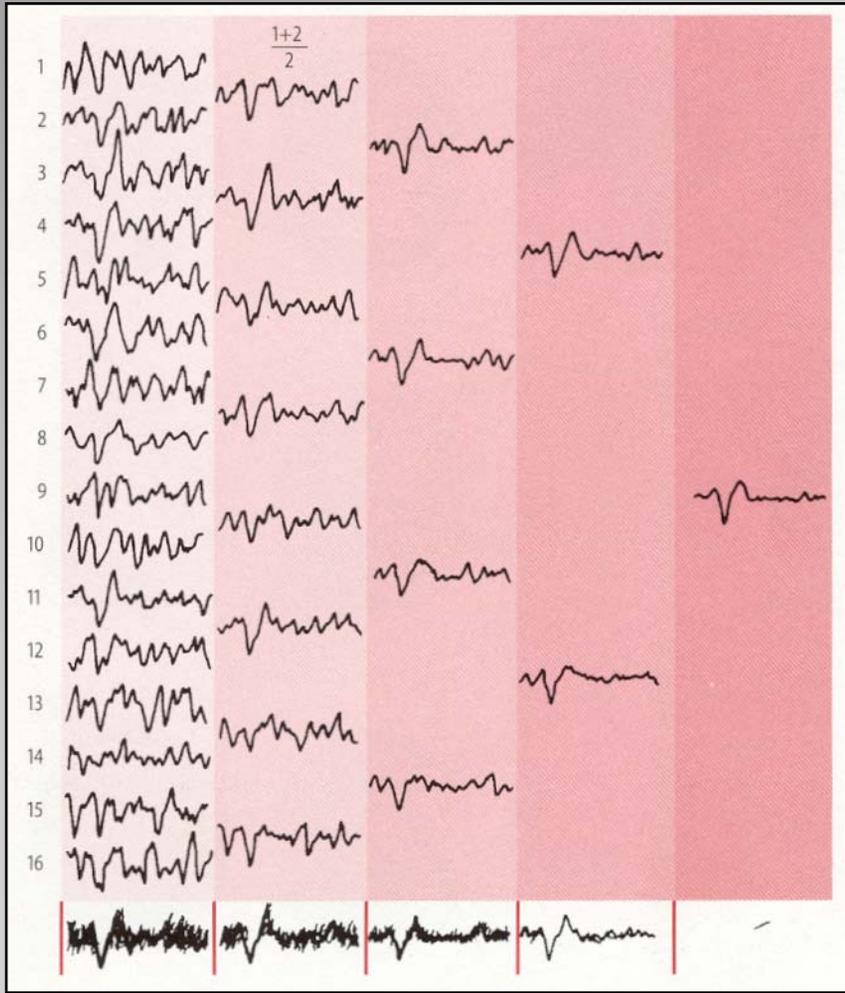
=> also: Latenz und Amplitude konstant

=> Mittelungsverfahren (averaging) zur  
Rauschunterdrückung

# Signalextraktion



# Signal-Rausch-Verhältnis



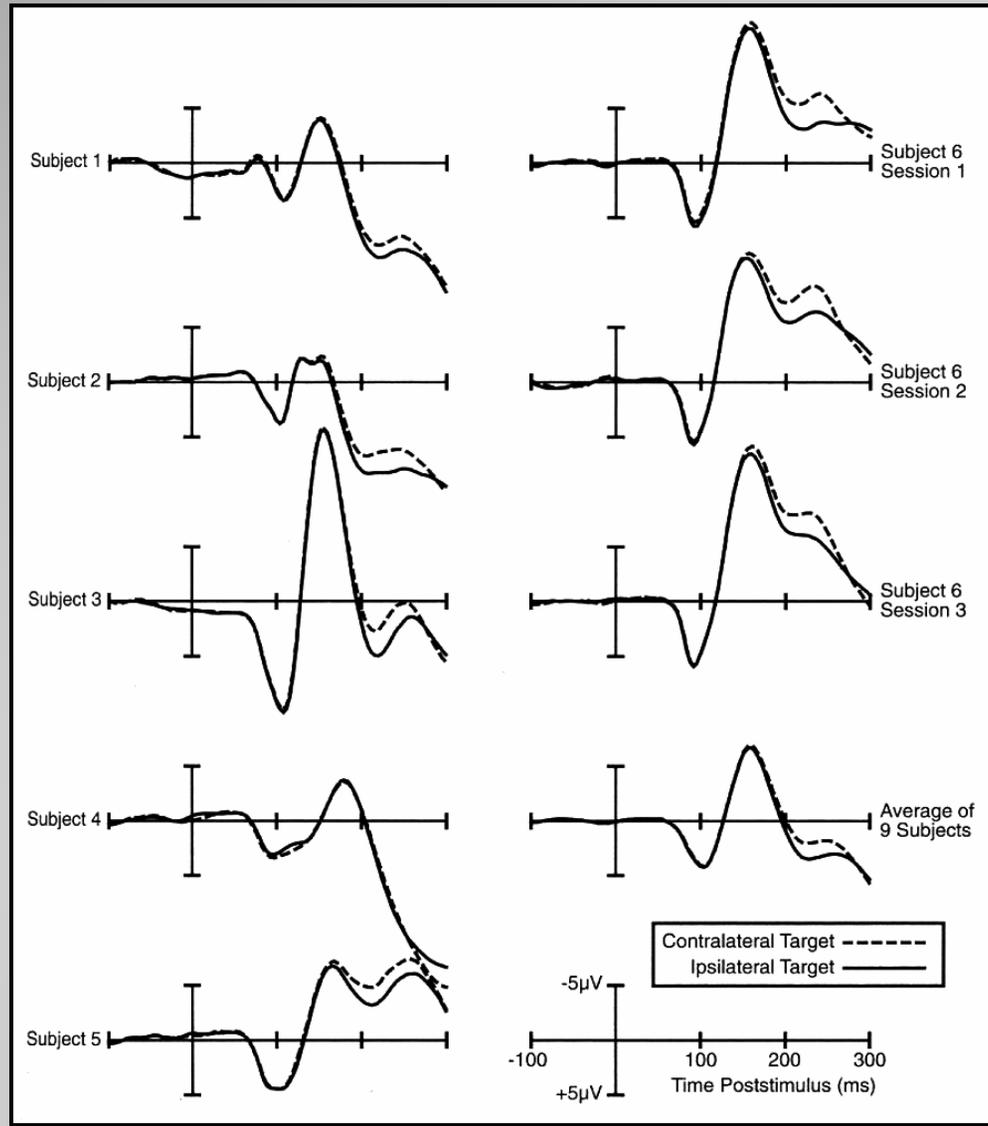
Signal-Rausch-  
Verhältnis

$$1 / \sqrt{N}$$

N ... Anzahl der Mittelungen

Signal	:	Rauschen
1	:	2
1	:	$2 * \frac{1}{4}$
2	:	1

# Reliabilität



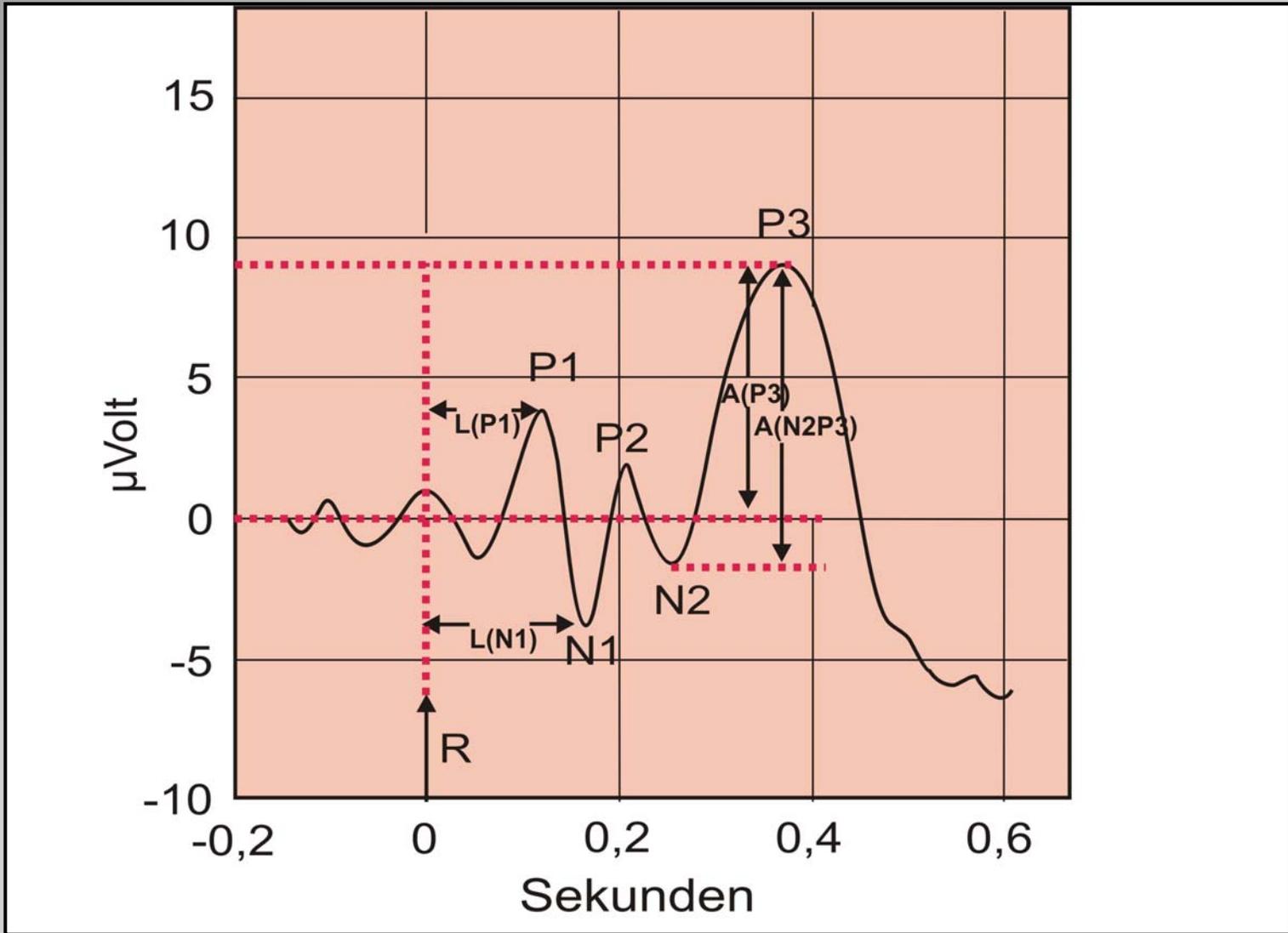
# EKP-Komponenten

---

EKP = Abfolge positiver und negativer Auslenkungen

- keine allgemein akzeptierte Definition
- Grundrichtungen:
  - (1) physiologisch: EKP-Komponente bestimmt durch ihre anatomische Quelle
  - (2) funktional: EKP-Komponente bestimmt durch den assoziierten kognitiven Prozess

# EKP-Komponenten



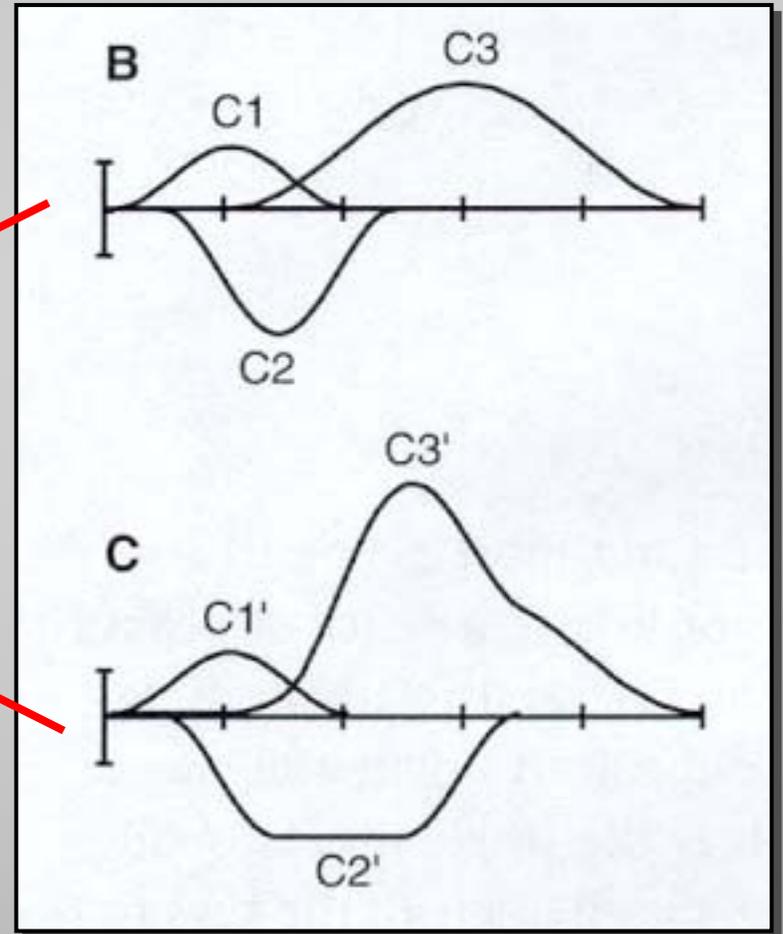
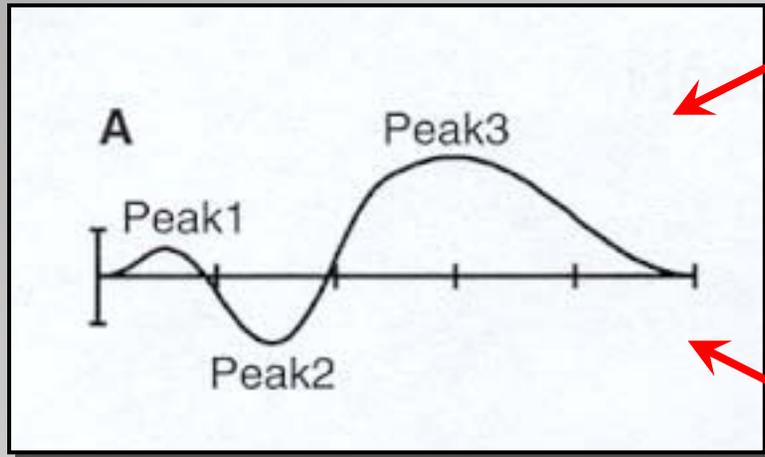
# Wozu EKP-Komponenten?

---

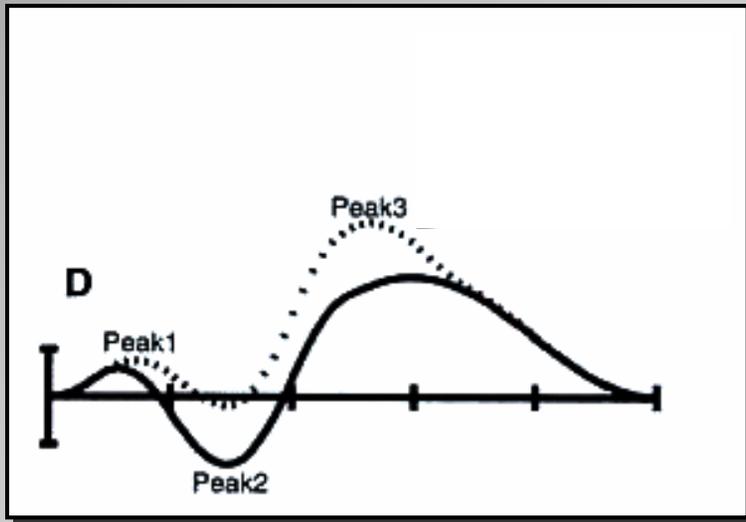
ermöglichen vereinheitlichten Sprachgebrauch über einzelne Experimente, Paradigmen und wissenschaftliche Felder hinweg

- bilden Basis zur Integration von EKP-Daten mit anderen Maßen der Gehirn-Aktivität
- können als Marker für bestimmte kognitive Prozesse dienen

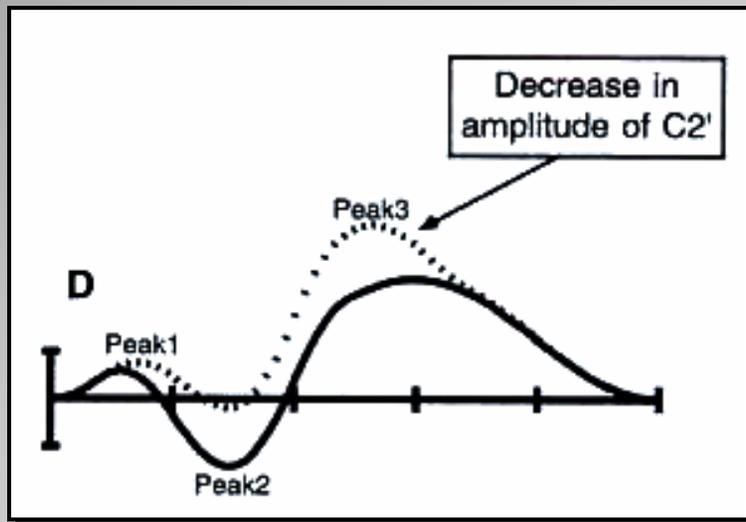
# Peak oder Komponente



# Peak oder Komponente

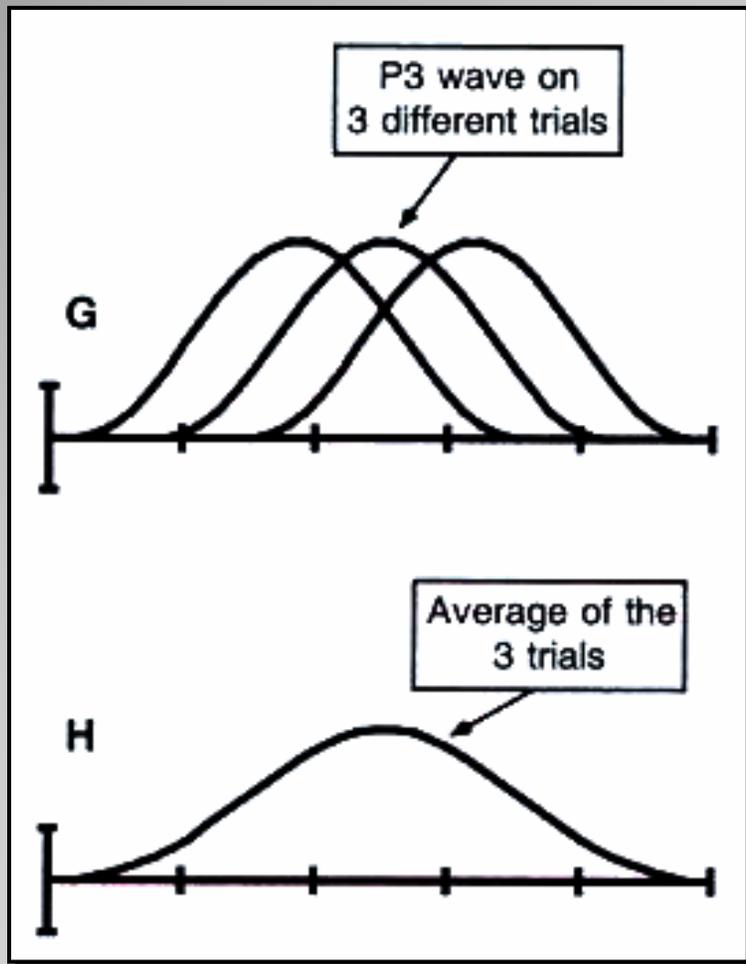


# Peak oder Komponente



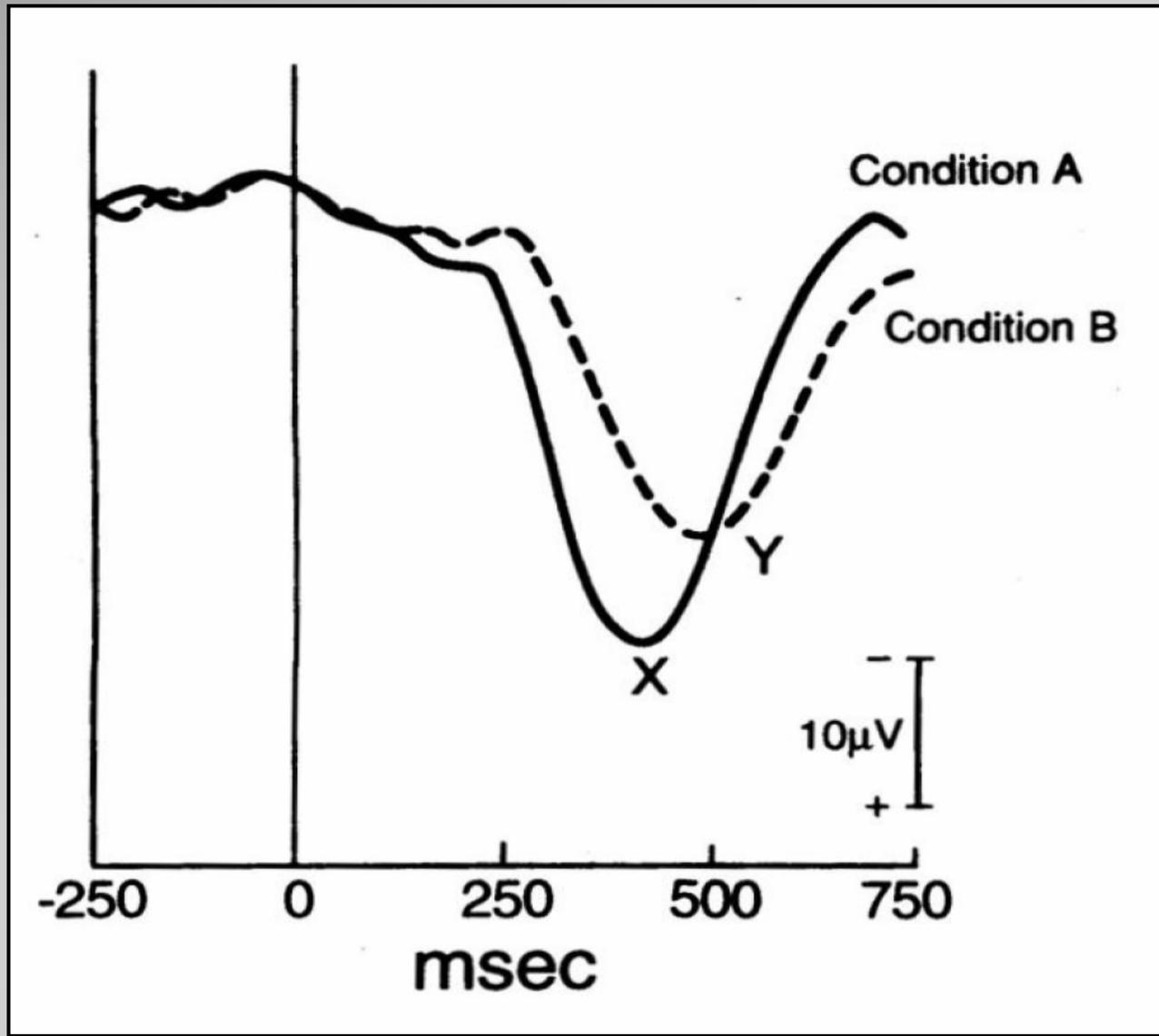
- kein notwendiger Kausalzusammenhang zwischen Peak und Komponente
- $\Downarrow$  Komponente  $C2'$   $\rightarrow$   
 $\nearrow$  Peak3

# Peak oder Komponente

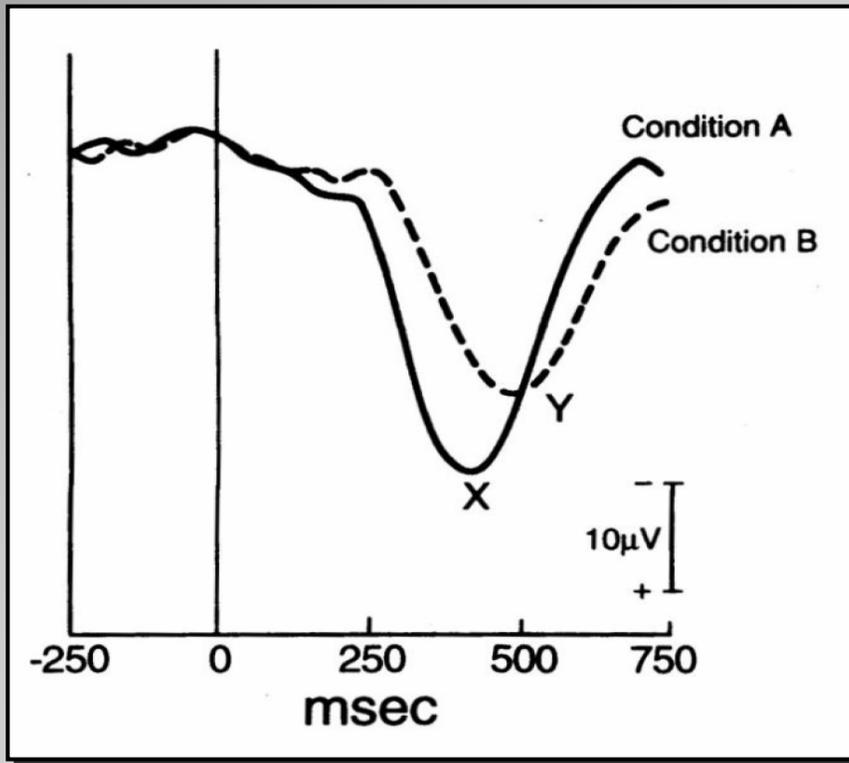


- EKP entspricht nicht notwendigerweise Einzeltrials

# Was lässt sich aus EKPs folgern?

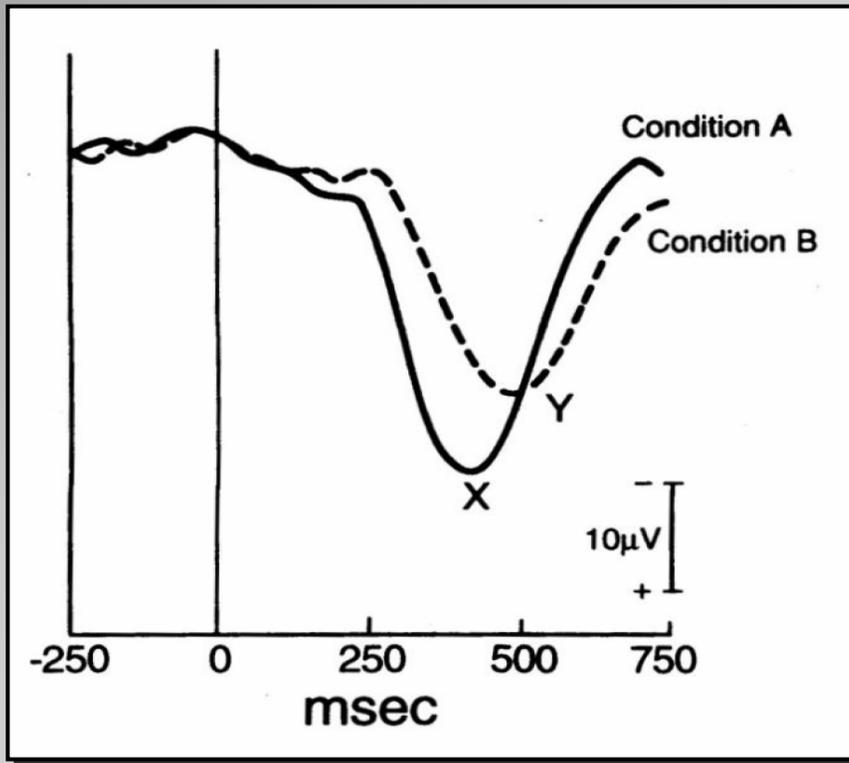


# Was lässt sich aus EKPs folgern?



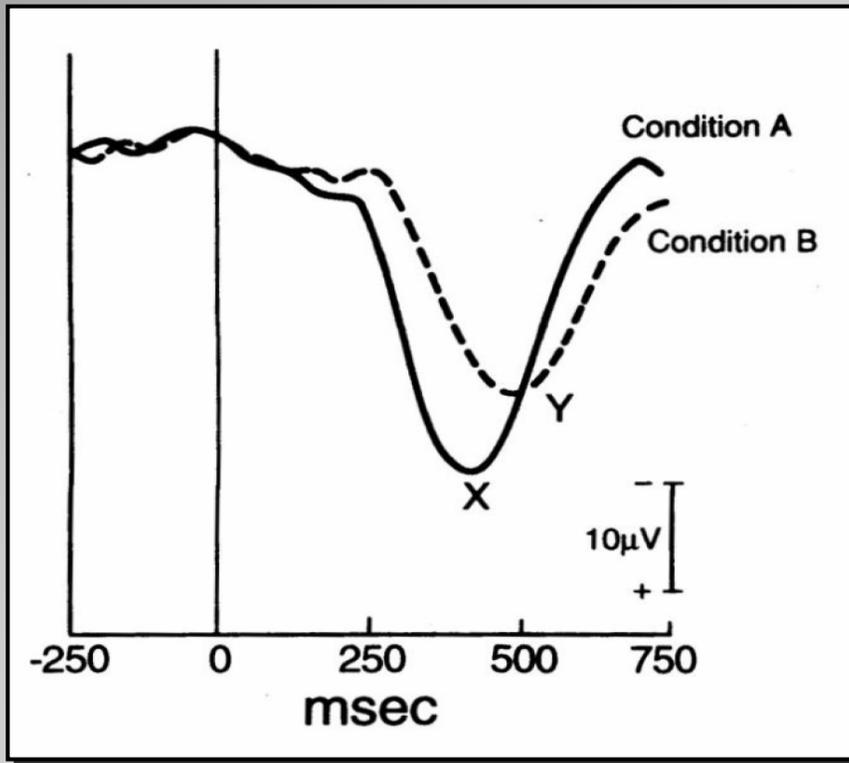
- Bedingung A und Bedingung B haben unterschiedliche Auswirkungen.

# Was lässt sich aus EKPs folgern?



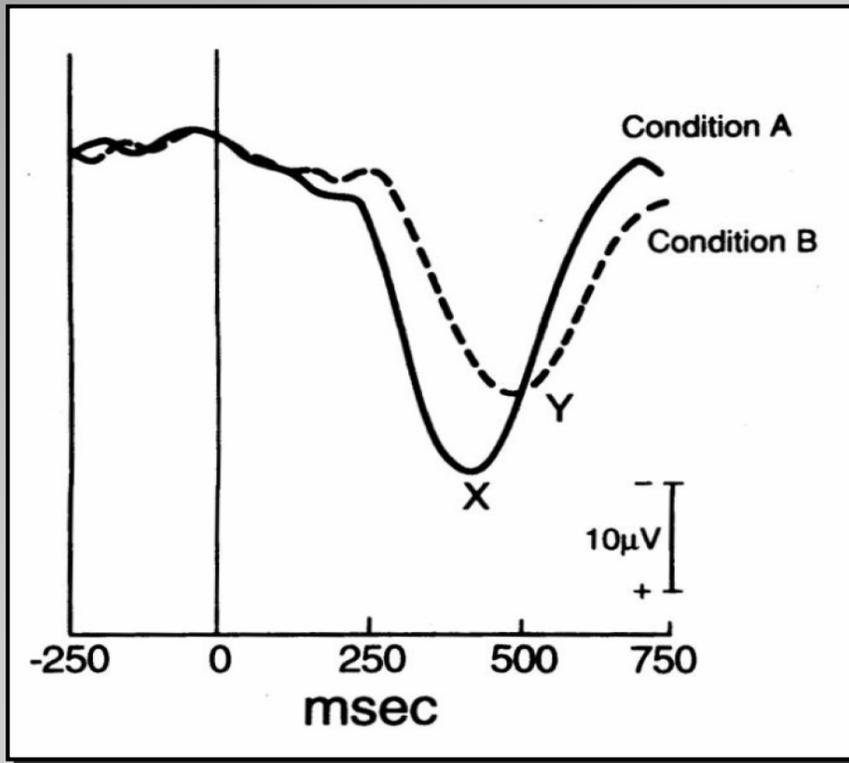
- verschiedene Amplituden
- Annahme: zeigen unterschiedlich starke Aktivierung eines Prozesses an

# Was lässt sich aus EKPs folgern?



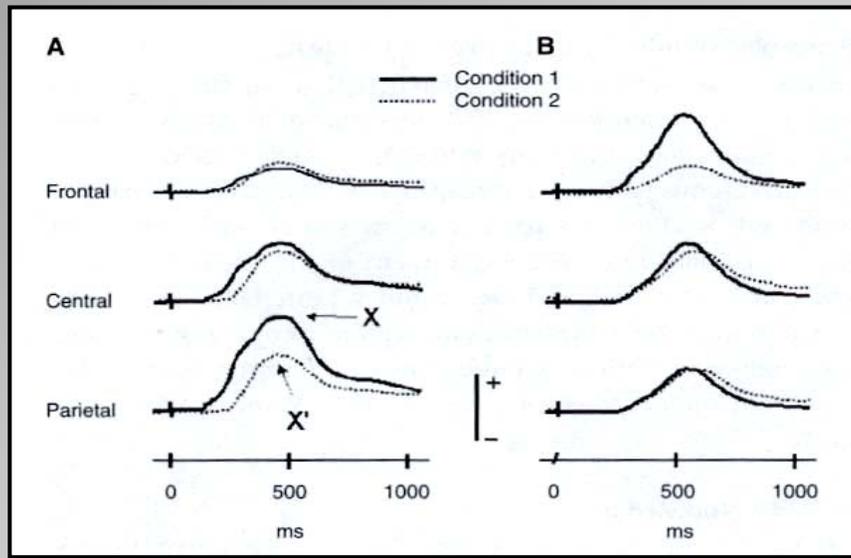
- unterschiedliche Latenz bis zu positiven Maximalwerten X, Y
- bei bekannter Bedeutung der Peaks weitere Interpretation möglich

# Was lässt sich aus EKPs folgern?



- verschiedene Onset-Latenzen, d.h. Kurven unterscheiden sich ca. 150 ms nach Reiz-Onset
- Bestimmung mit statistischem Test
- Zeitwert ist eine obere Schranke

# Was lässt sich aus EKPs folgern?



- exp. Manipulation zeigt unterschiedliche Effekte an verschiedenen Elektroden
- Auslösung verschiedener, zeitlich überlappender neuronaler Prozesse

# Regeln für EKP-Designs

---

## **Regel 1: Vermeide Mehrdeutigkeiten bei der Interpretation von EKP-Komponenten**

**Strategie 1: Nutze Komponenten-unabhängige Designs**

**Strategie 2: Beschränke dich auf 1-2 (große) Komponenten**

**Strategie 3: Nutze bekannte experimentelle Manipulationen**

**Strategie 4: Isoliere Komponenten durch Differenzbildung**

# Regeln für EKP-Designs

---

## Regel 2: Vermeide Konfundierungen

**Strategie 5: Nutze dieselben Stimuli für alle Bedingungen**

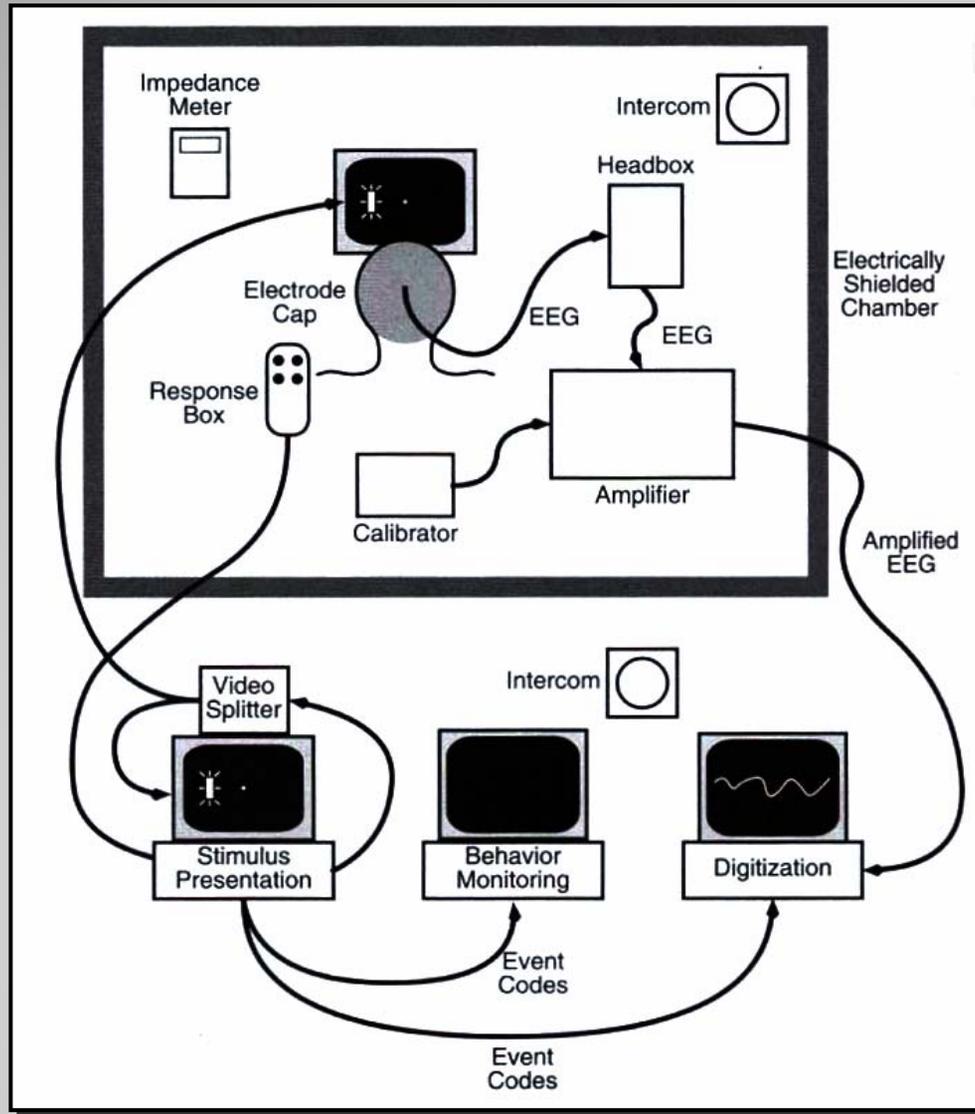
**Strategie 6: wenn S5 nicht geht, dann führe Kontroll-experimente durch**

**Strategie 7: Vermeide unterschiedliche motorische Anforderungen**

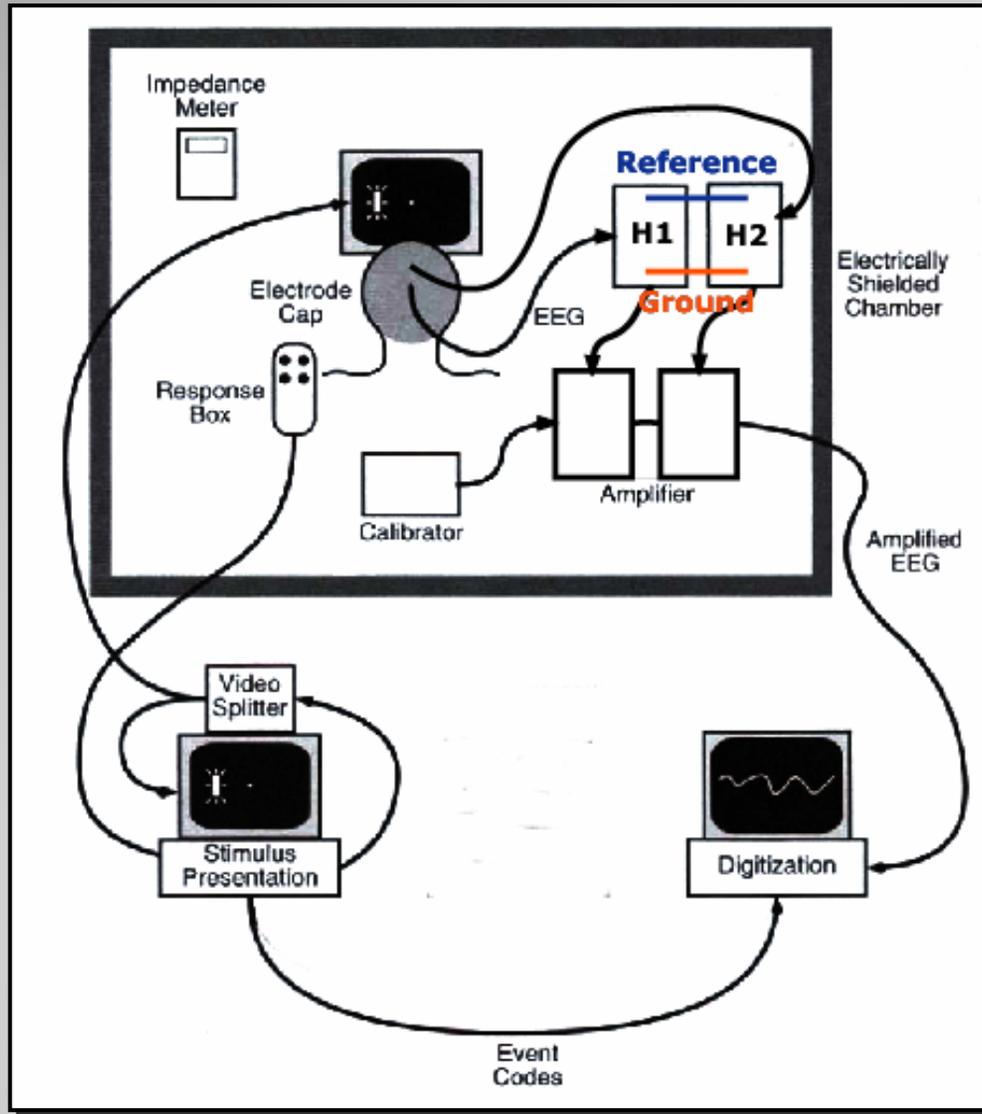
**Strategie 8: Verwende vergleichbare Trialzahlen**

**Strategie 9: Messwiederholung statt between-subject designs**

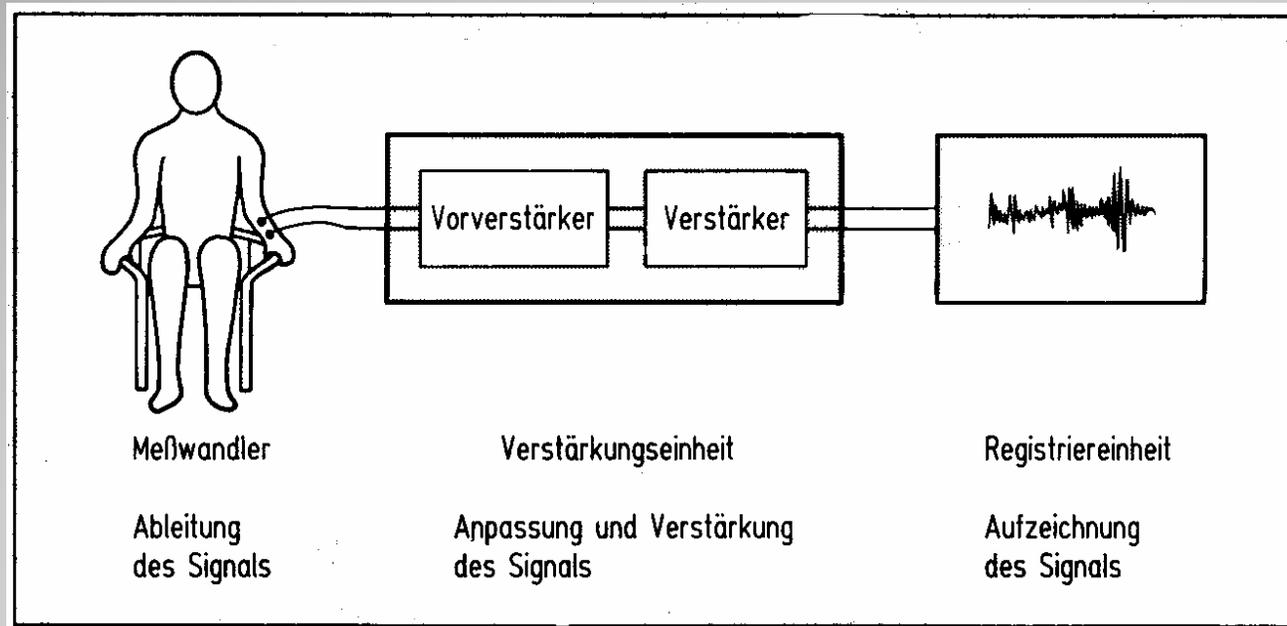
# Meßaufbau



# Meßaufbau Hochkanal-EEG

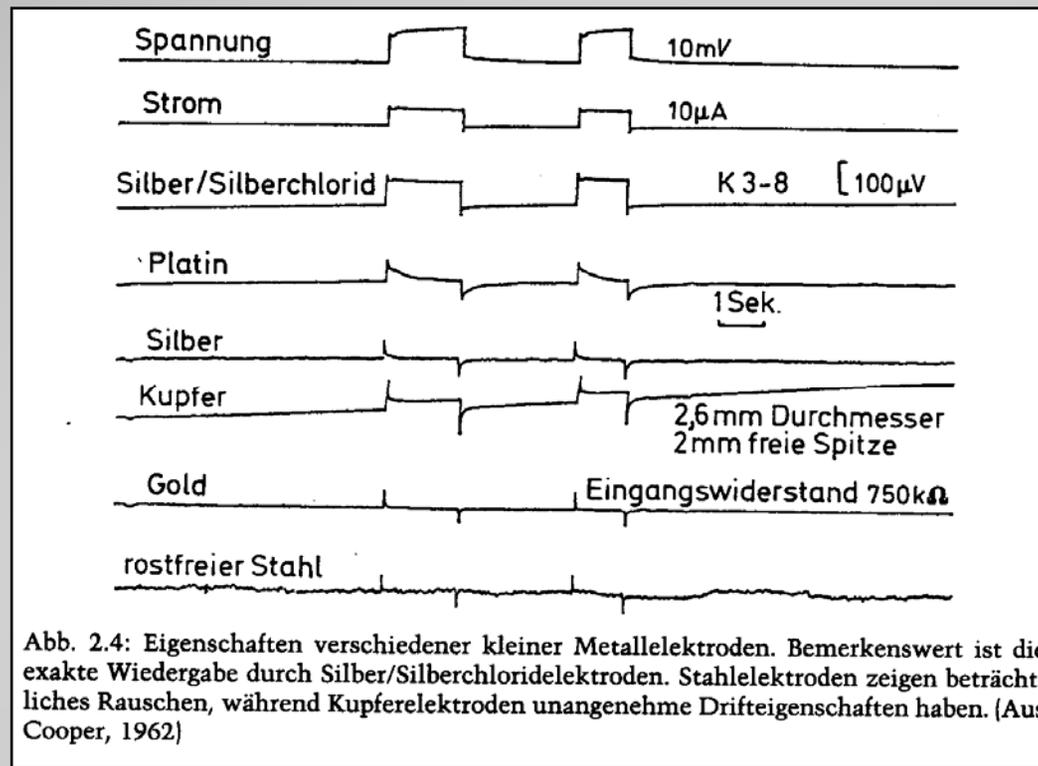


# Meßapparatur



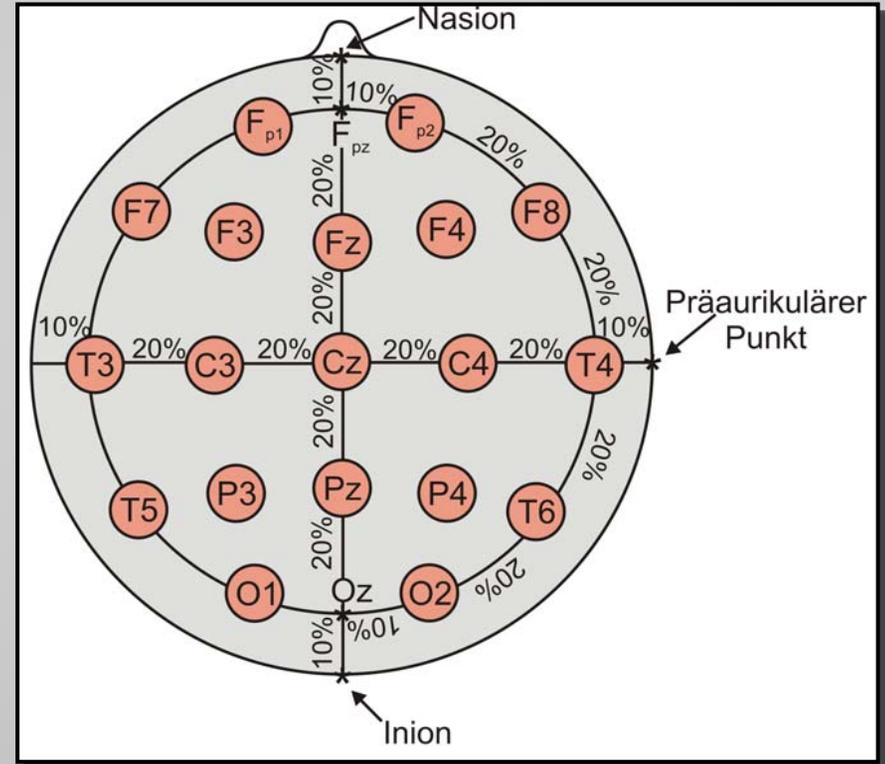
# Elektroden

Polarisation – Effekt der Ionenanhäufung an Grenzflächen mit unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften



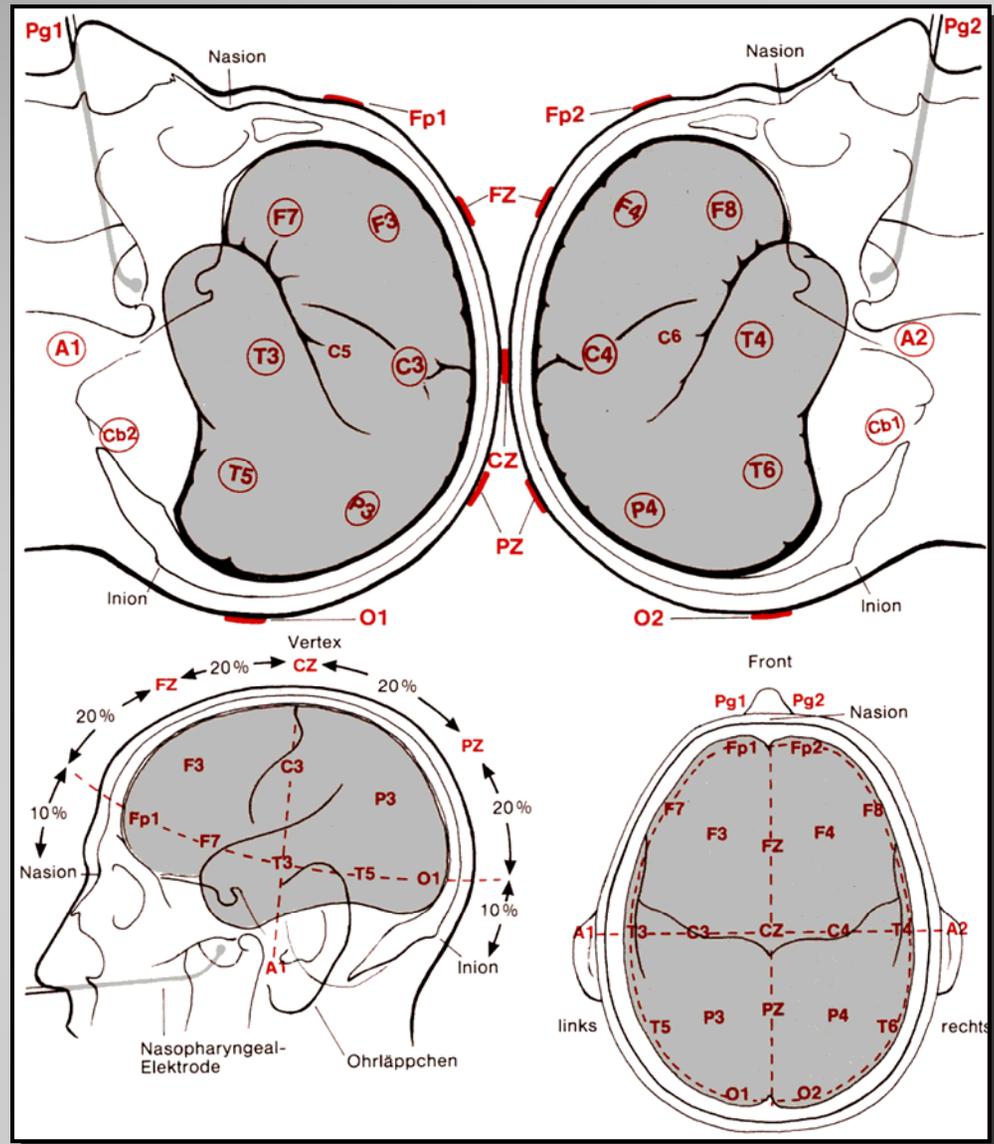
# Elektrodenpositionen

## Das 10-20 System



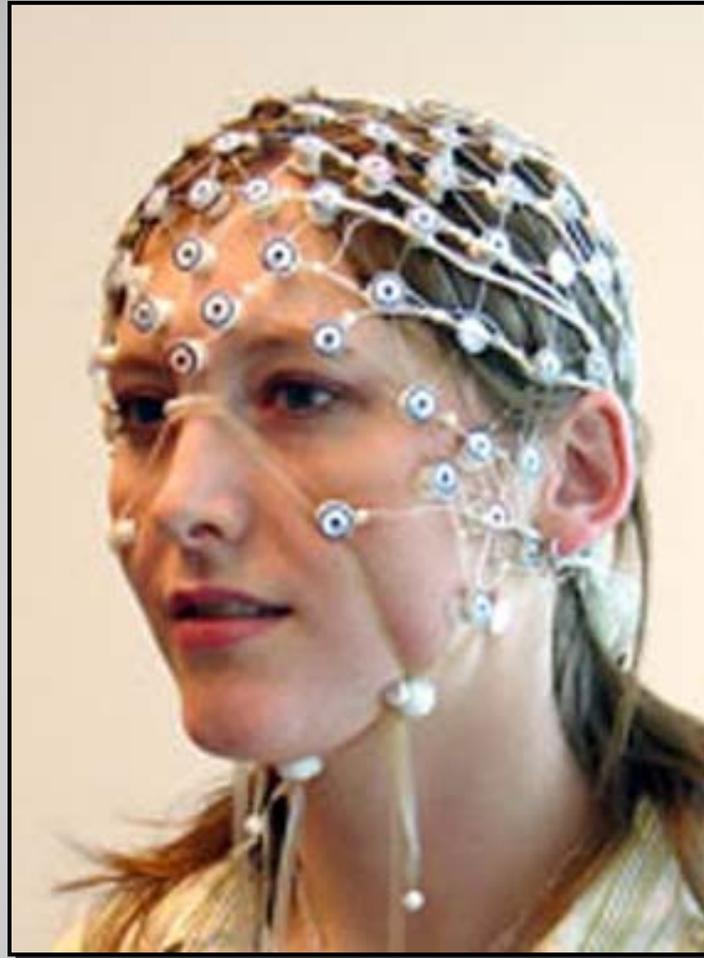
# Elektrodenpositionen

## Das 10-20 System



# Elektrodenpositionen

## Geodesic Net

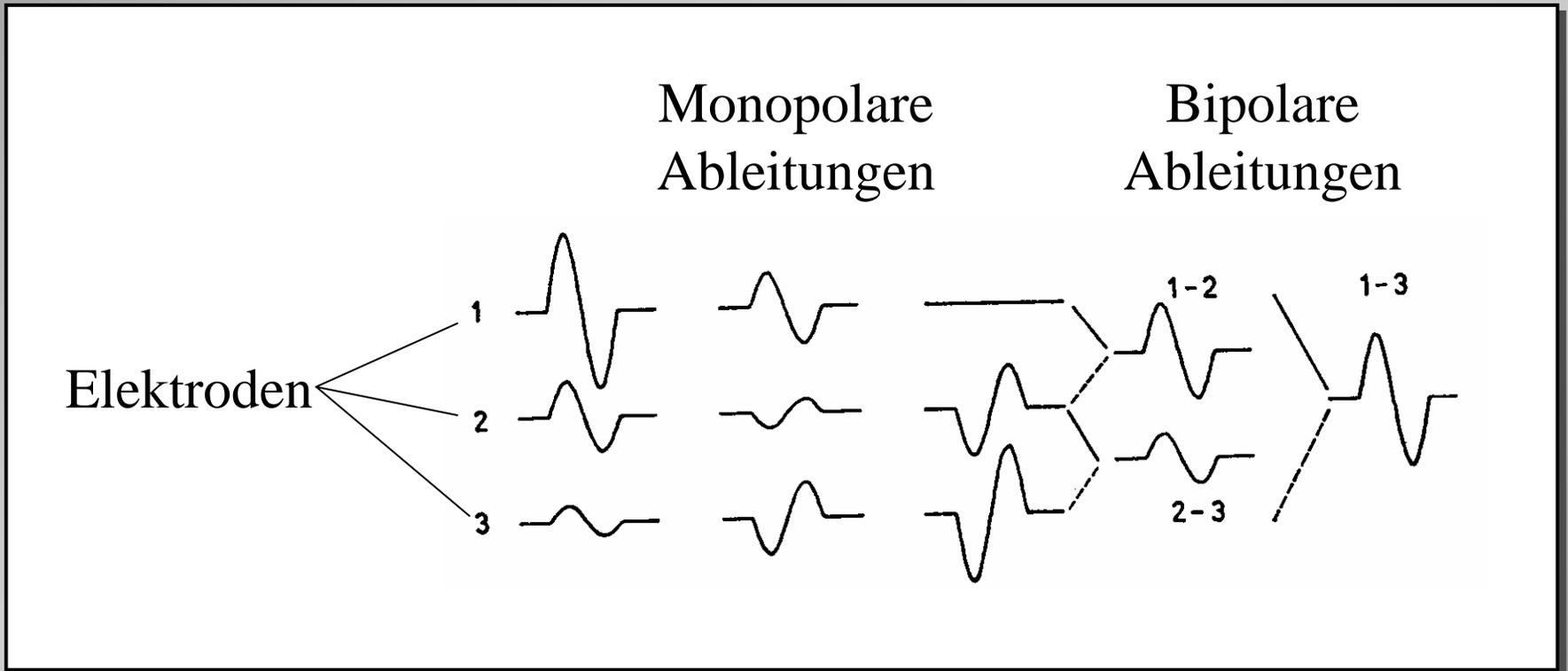


# Ableitschema

---

- Bipolar – beide Meßelektroden registrieren relevante elektrische Aktivität
- Monopolar – nur eine Elektrode misst aktiv, die zweite ist über inaktiven Arealen angebracht
  - Referenzelektrode
  - z.B. Nase, Kinn, Ohrläppchen, Mastoid

# Ableitschema II



# Verstärker

Biosignale variieren im Bereich von 0.1 Mikrovolt bis 100 Millivolt.

## *Differenzverstärker*

Unterdrückung gleichphasiger/gleichgetakteter Signale  
common mode rejection (Gleichtaktunterdrückung)

Artefakte z.B. 50 Hz – Netzspannungsbrummen

relativ zum Nullpotential = Erde (Ground) gemessen

A ... Aktiver Kanal

R ... Referenz (AG – RG) wird verstärkt

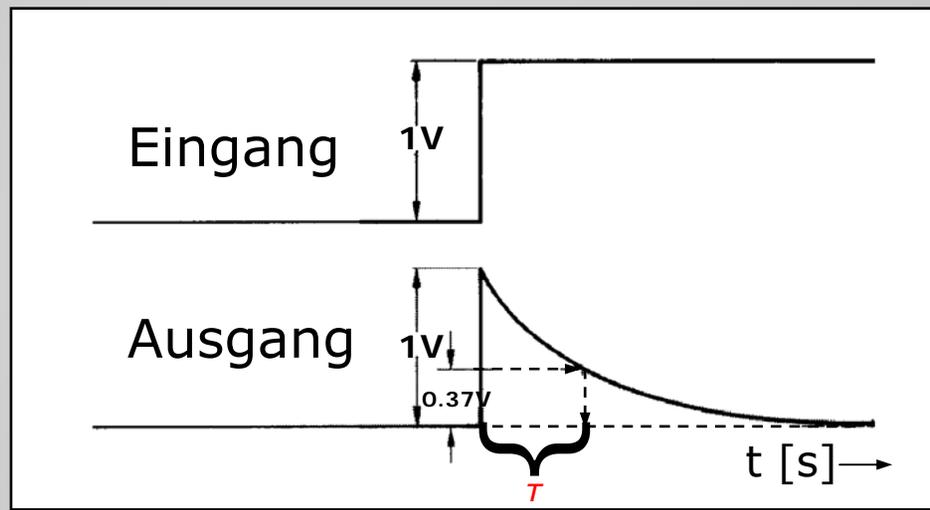
G ... Ground

Ground auch als Sicherheit des Probanden

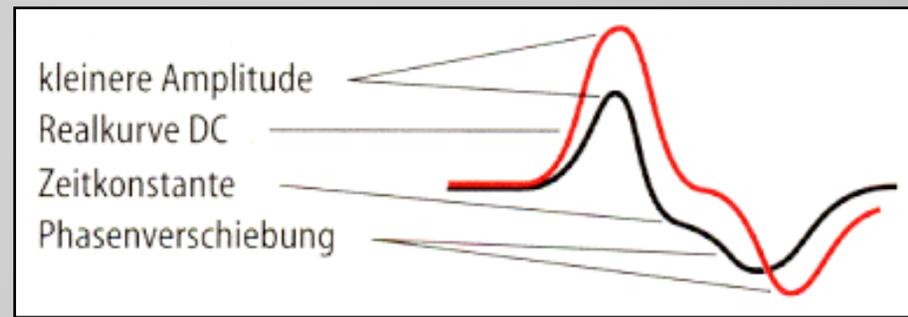
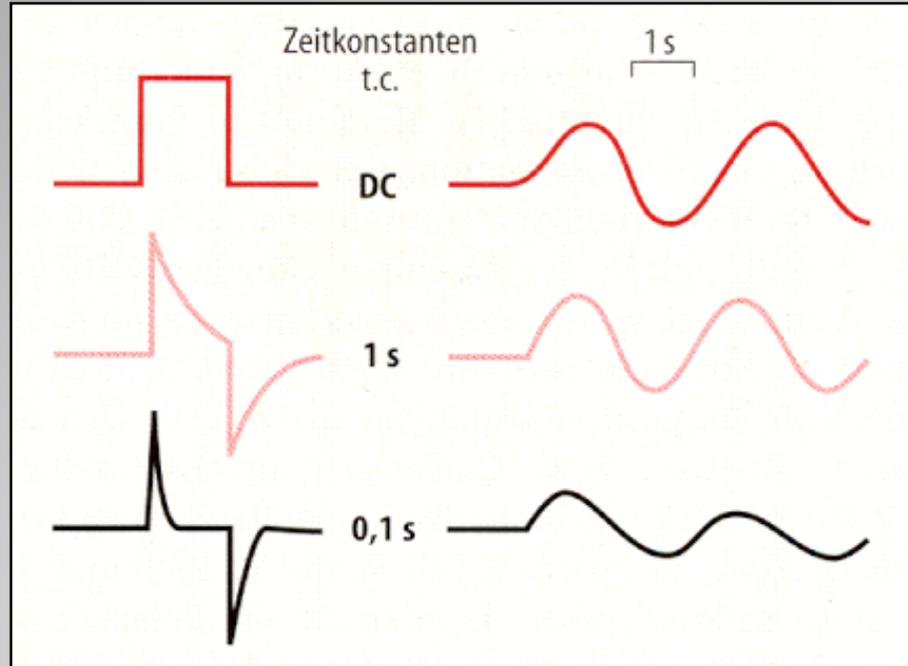
# Frequenzeigenschaften - Zeitkonstante

Untere Grenzfrequenz (d.h. kleinste Frequenz), die vom Verstärker verzerrungsfrei übertragen wird.

$$S_{\text{out}} = S_{\text{in}} * e^{-t/\tau}$$



# Zeitkonstante



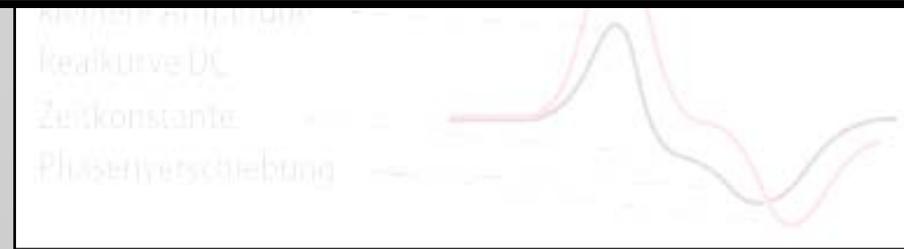
# Zeitkonstante



Hohe Zeitkonstante zur Messung langsamer Potentiale  $> 0.5 \text{ s}$   
Niedrige Zeitkonstante zur Messung schneller Potentiale  $< 0.1 \text{ s}$

Kognitive Prozesse

$> 0.1 \text{ s}$ , d.h. hohe Zeitkonstante und Hochpaßfilter



# Störsignale/Artefakte

---

## **1. Artefakte physiologischer Herkunft**

Indikator unterliegt mehreren Einflüssen

## **2. Bewegungsartefakte**

Entstehen durch verschieben des Systems  
Elektrode Haut

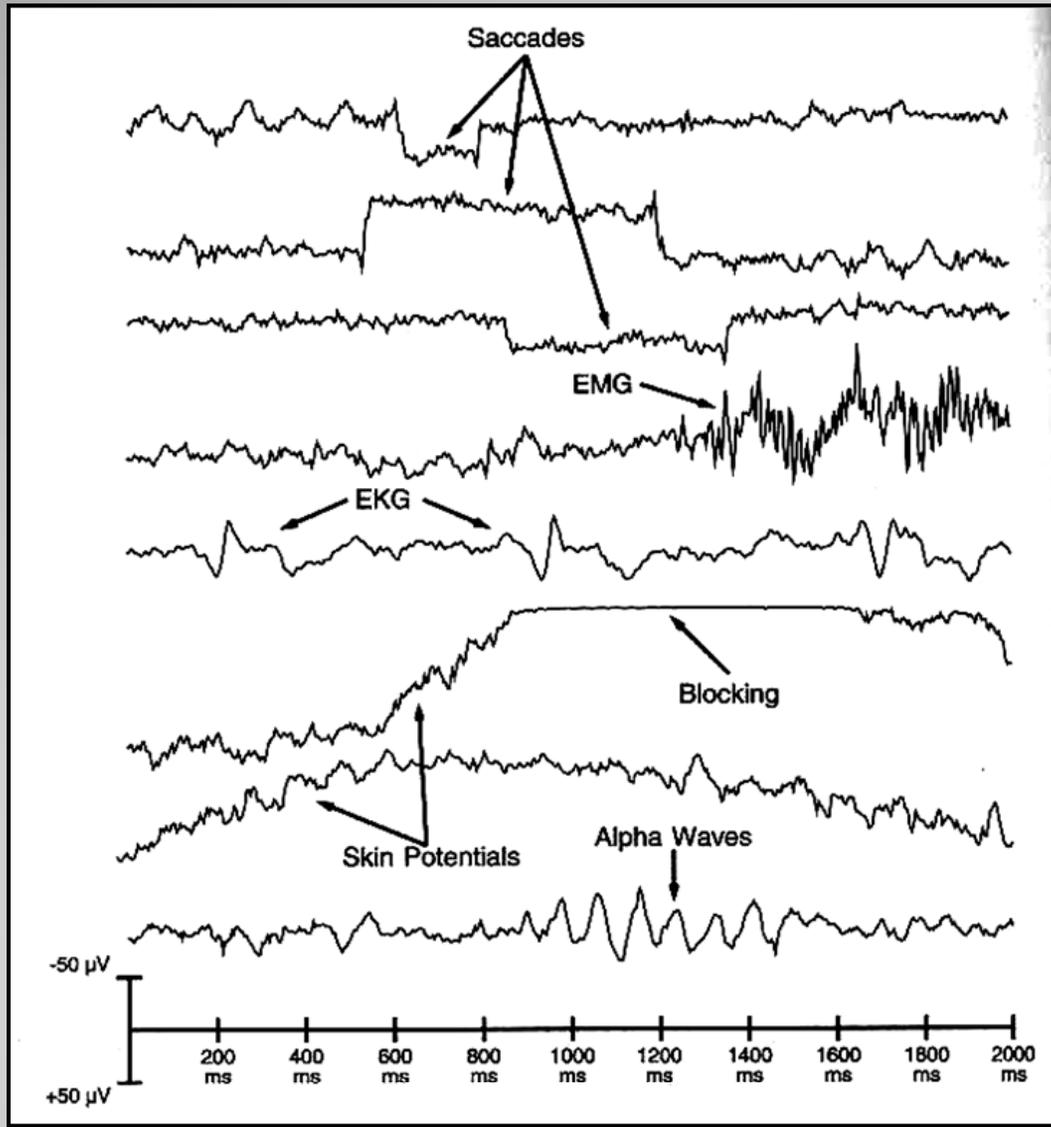
## **3. Externe Störeinflüsse**

- a) Induzierte Spannungen
- b) Physikalische Störgrößen

## **4. Interne Störeinflüsse**

In der Person verankert

# Störsignale/Artefakte



# Gegenmaßnahmen

---

## 1. Artefakte physiologischer Herkunft

z.B. Tagesrhythmus, Lidschläge, Augenbewegungen, Pulsschwankungen, EKG-Artefakte, Hautpotentialschwankungen

- zu gleichen Tageszeiten messen
- Helligkeit konstant halten
- auf Blutgefäße achten
- Brille statt Kontaktlinsen tragen

# Gegenmaßnahmen

---

## 2. Bewegungsartefakte

- VP soll sich ruhig verhalten
- VP soll eine bequeme Haltung einnehmen
- Elektroden müssen gut haften
- Hochpassfilter für niedrigfrequente Bewegungsartefakte
- Tiefpassfilter um Muskelaktivitäten auszuschließen

# Gegenmaßnahmen

---

## 3a. Induzierte Spannungen

z.B. Netzbrummen, Übergangswiderstand Haut - Elektrode unterliegt zeitlichen Schwankungen, Elektrodenspolarisation

- Elektronische Abschirmung
- Haut reinigen
- auf richtige Erdung achten
- Silber/Silberchlorid Elektroden
- Spannungsdrifts entfernen
- Referenzsignal zur Eichung

# Gegenmaßnahmen

---

## **4. Interne Störgrößen**

z.B. Einstellung zu psychologischen und physiologischen Messungen, Aktiviertheit (Müdigkeit), Alter und Geschlecht