

Biosignalverarbeitung

Teil 2

Dr. med. Dr. rer. nat. R. Rödel

Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin Universitätsklinikum Bonn

Akustisch evozierte Potentiale (AEP)

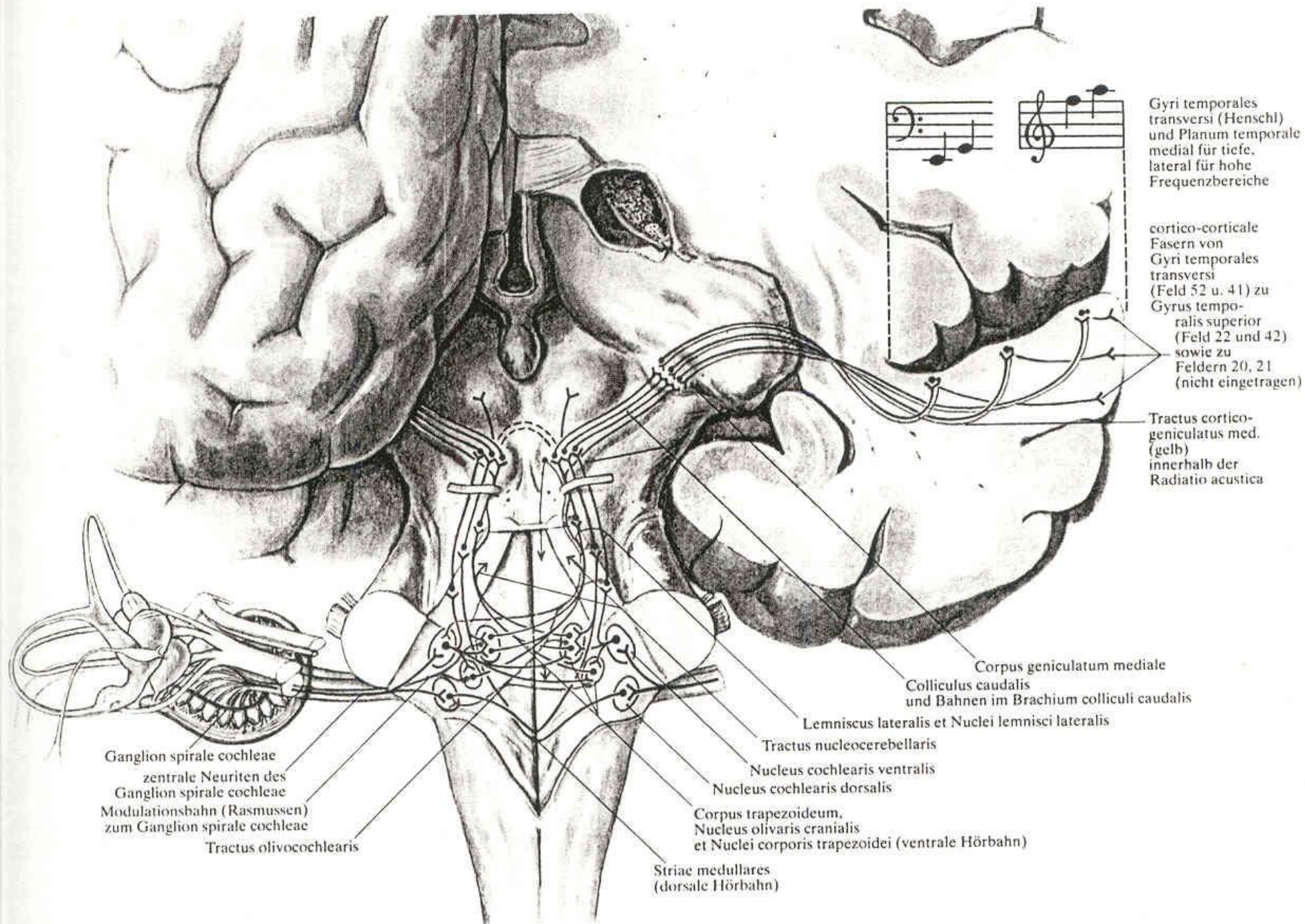
Potentialschwankungen, die als Folge eines akustischen Reizes auftreten

Electric Response Audiometry (Elektrische Reaktionsaudiometrie)

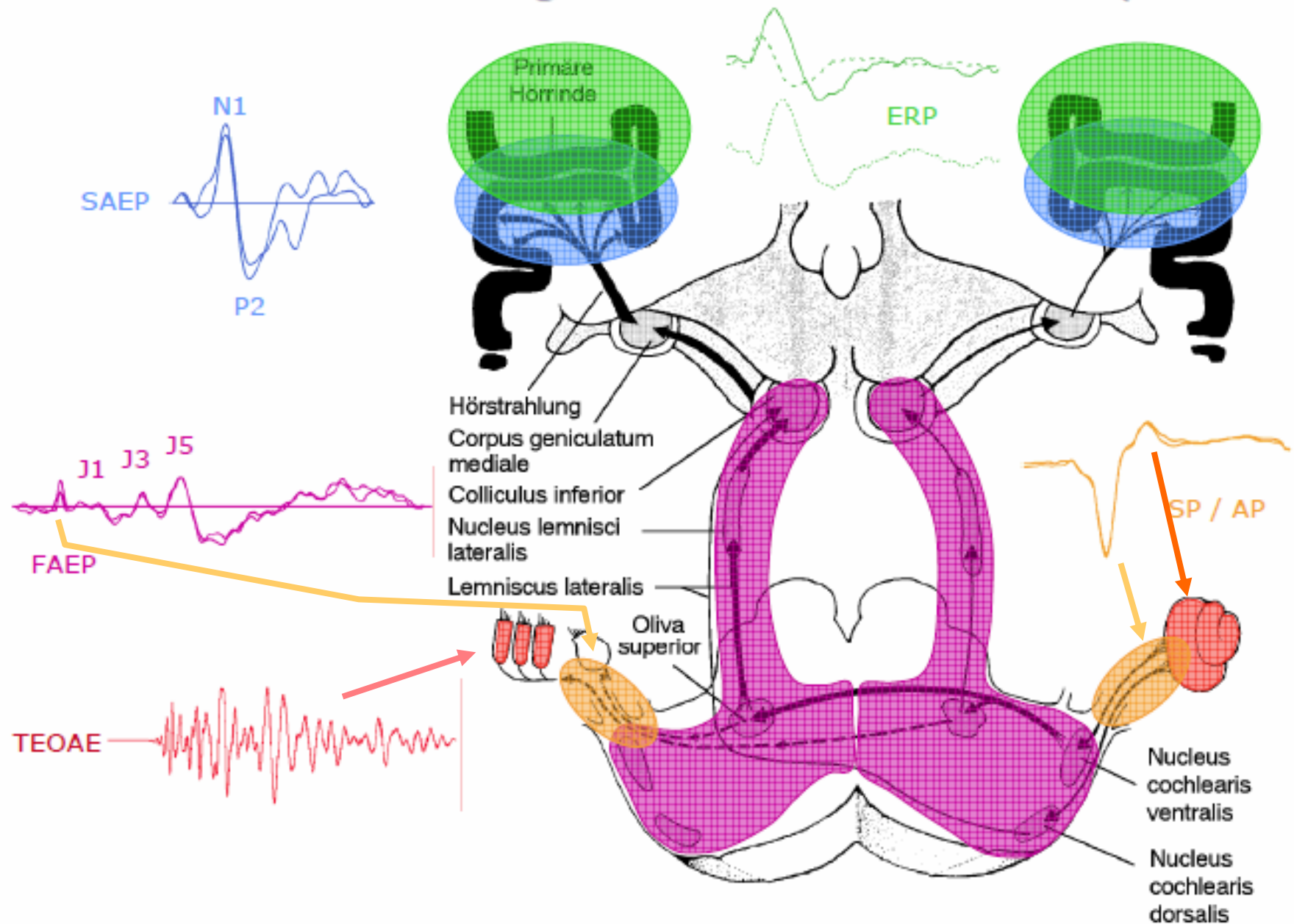
auf akustischen Reiz bezogene Computerauswertung
des Elektroencephalogramms

Anwendungsbereiche der AEP

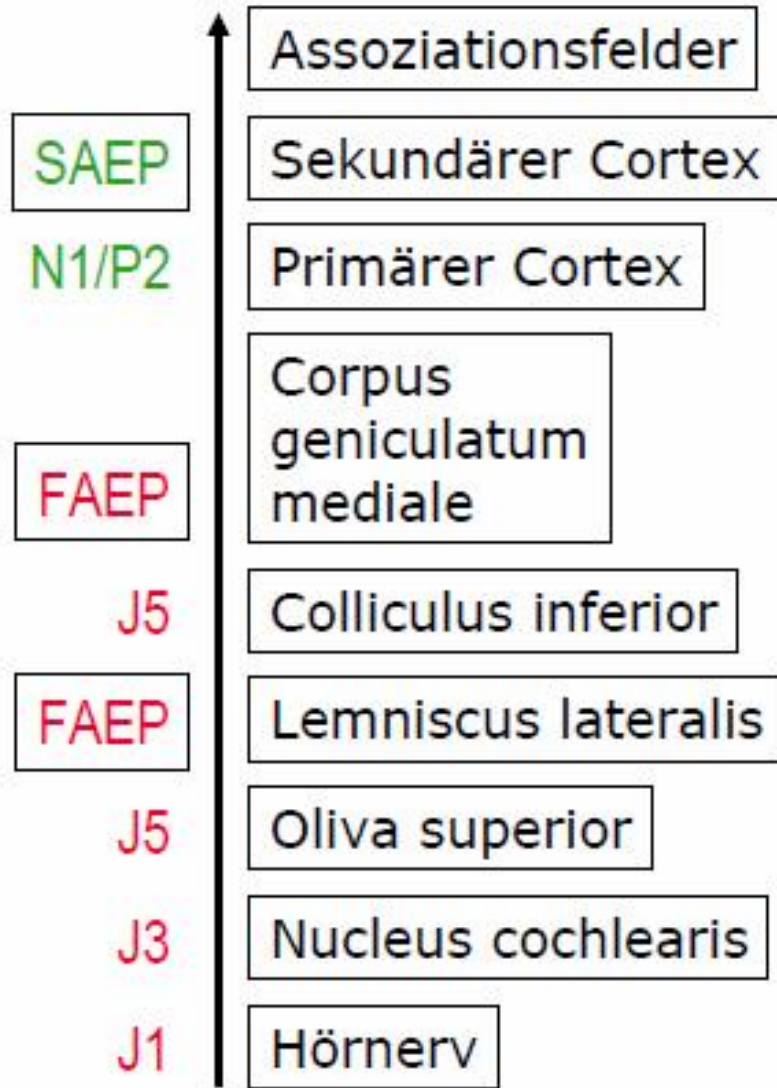
Audiologie:	Hörschwellenbestimmung Kinderaudiometrie Topodiagnostik von Hörstörungen
Neurologie:	Topodiagnostik, Monitoring (Koma)
Neurochirurgie:	Neuromonitoring (Intensivstation), intraoperatives Monitoring
Pädiatrie:	Hörschwellenbestimmung, psychomotorische Entwicklungsverzögerung, Reifungsstörung des Hirnstammes
Psychiatrie:	Mapping P_{300} (Demenz, Schizophrenie, Depression, Psychopharmakotherapie)



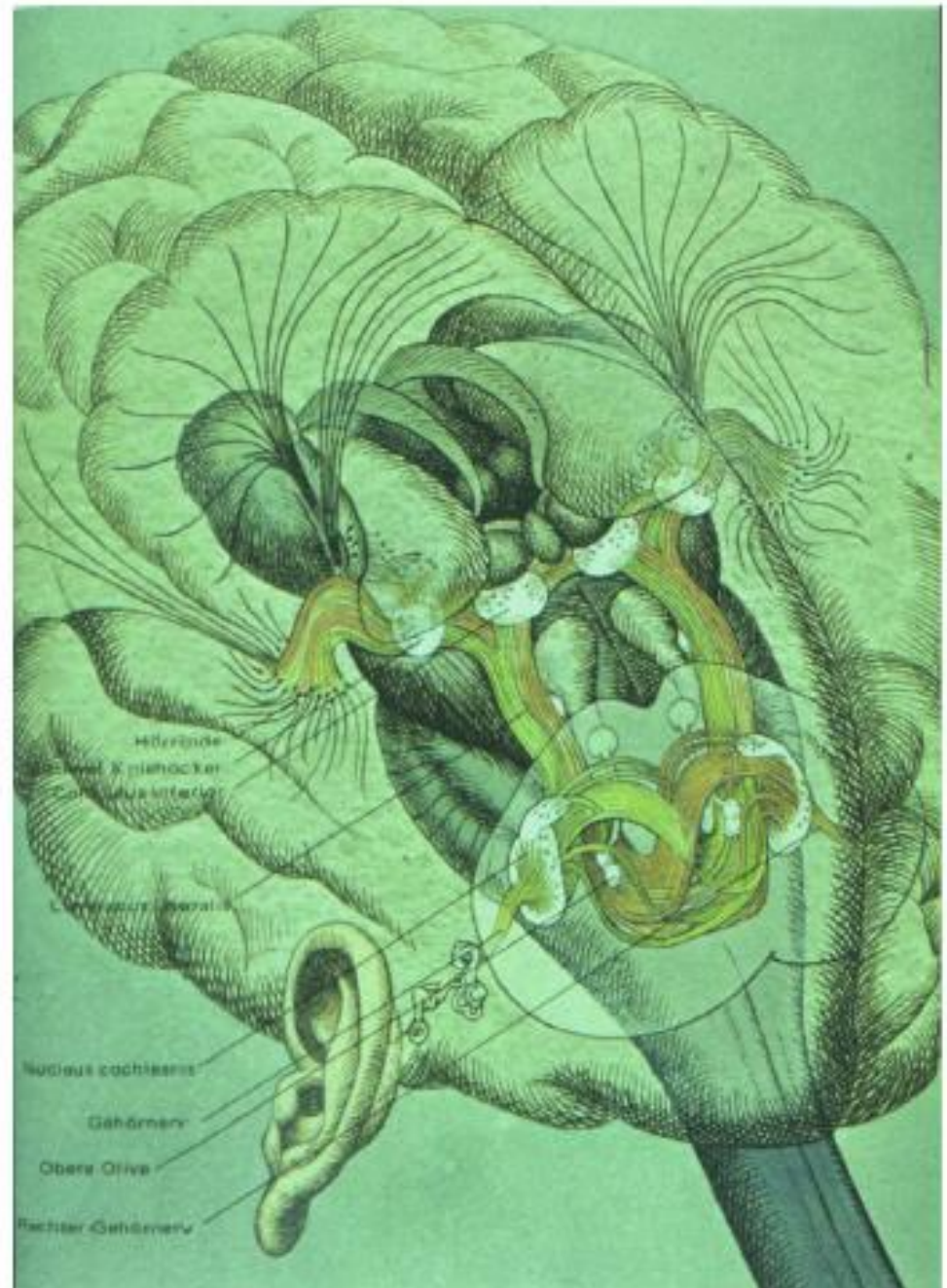
Akustisch evozierte Signale des auditorischen Systems



Aufsteigende Hörbahn

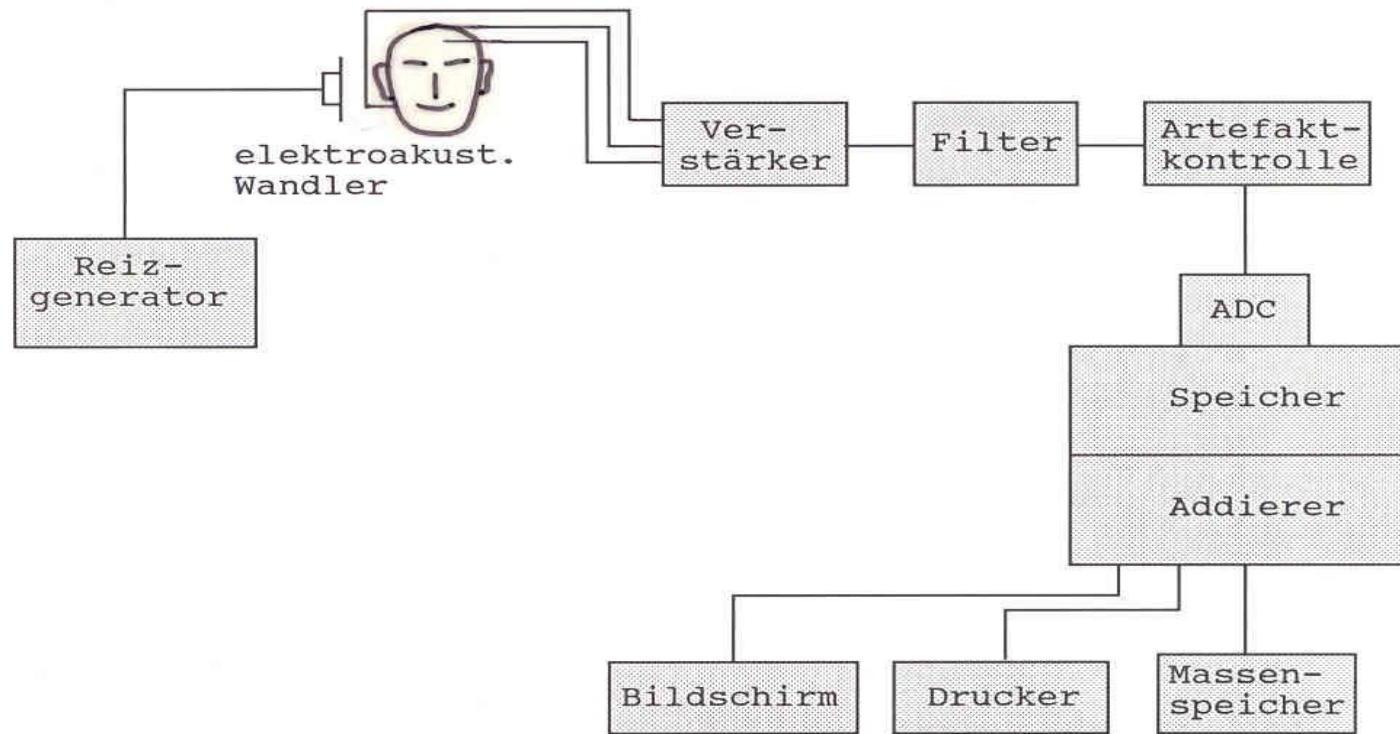


Innenohr



akust. Reiz

EEG



Registriertechnik: Mittelungsverfahren, Frequenzanalyse (40 Hz-Antwort)

Elektroden: Oberflächen Elektroden (Ag/AgCl oder Kohlenstoff)
ECochG: Nadelelektrode (Gehörgangselektrode)

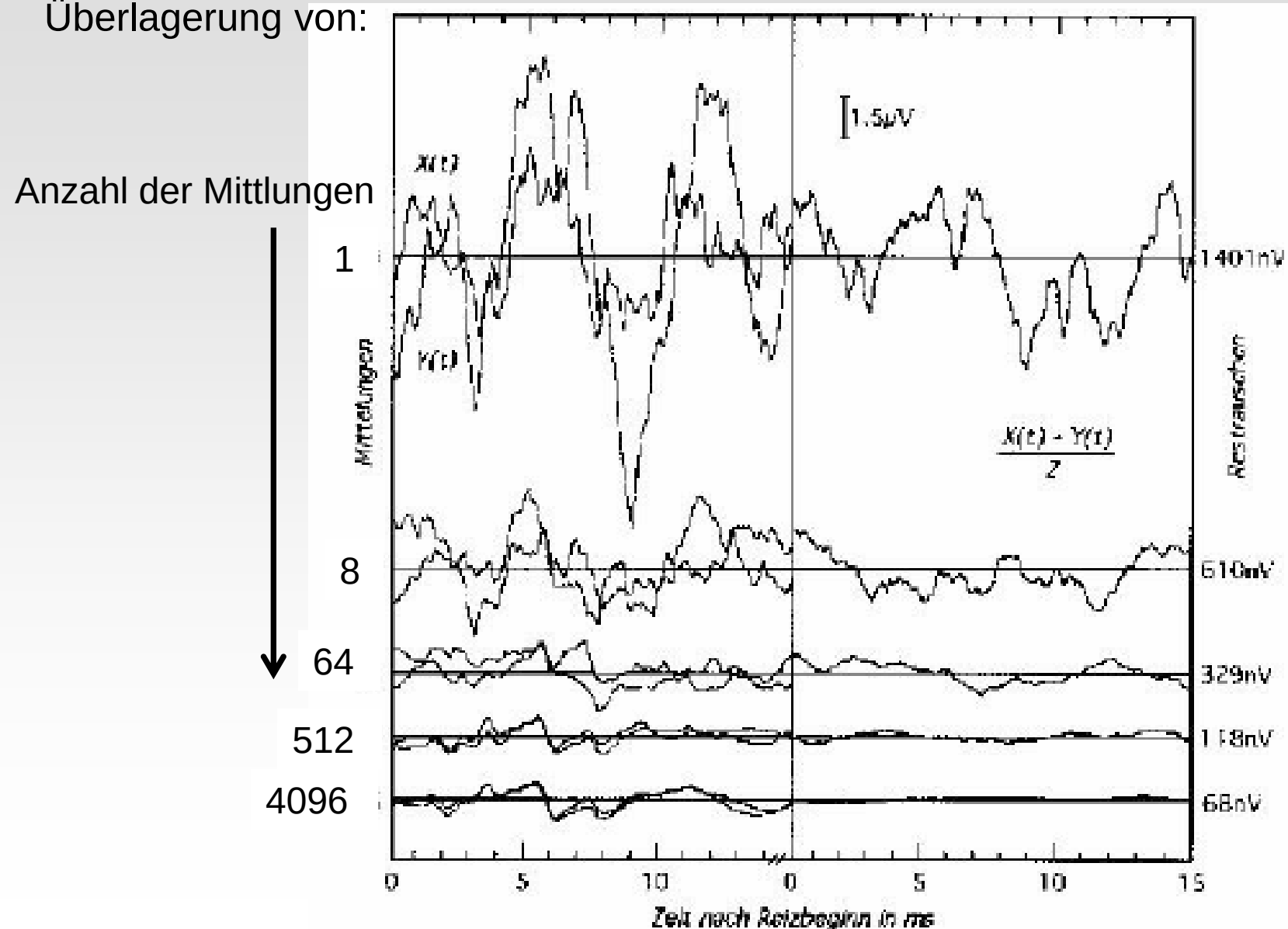
Elektrodenposition: Vertex – Mastoid

ECochG Vertex – Promontorium (Vertex – Gehörgang)

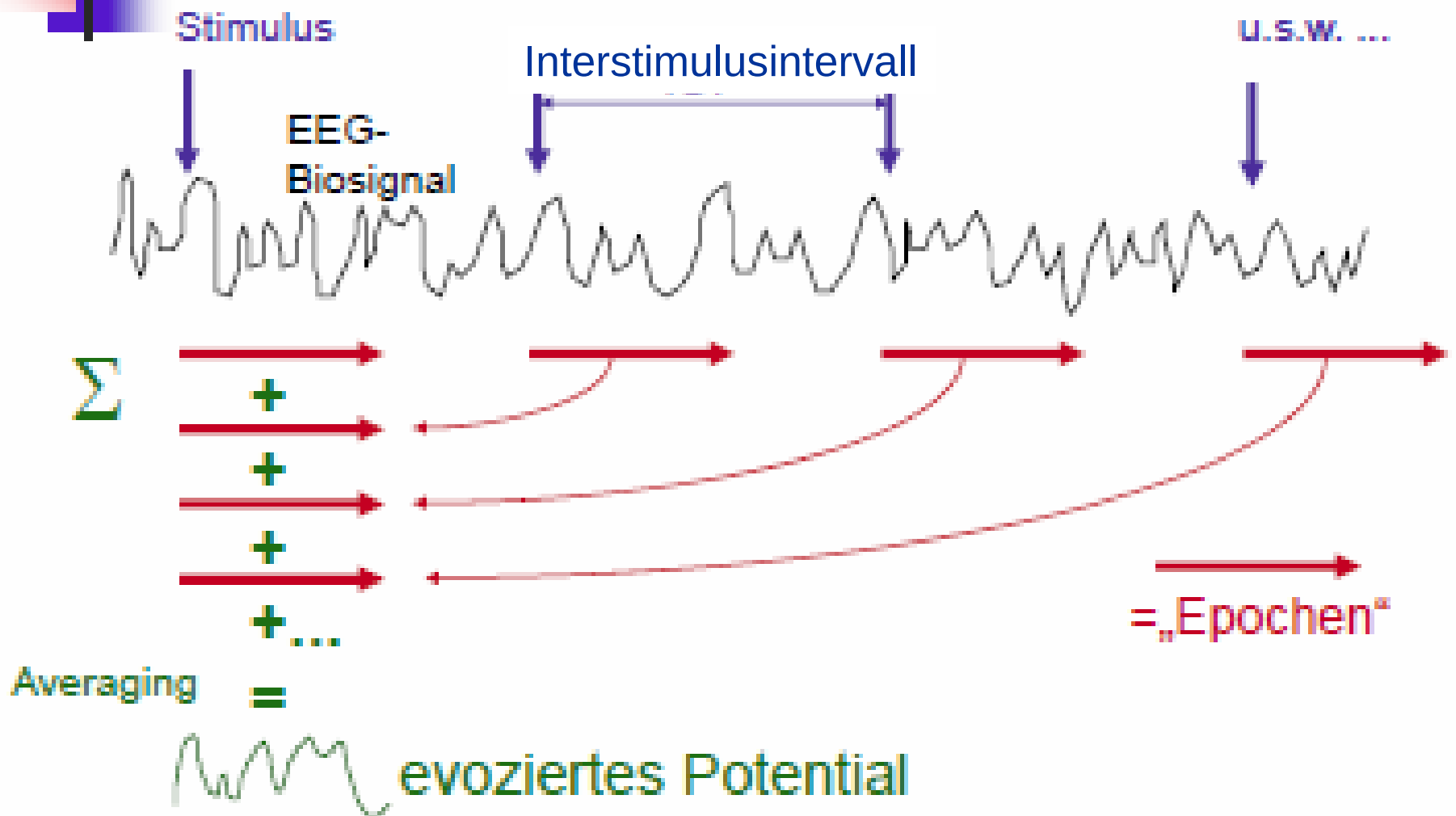
Reizkorrelierte EEG-Aktivität

Biologische Artefakte

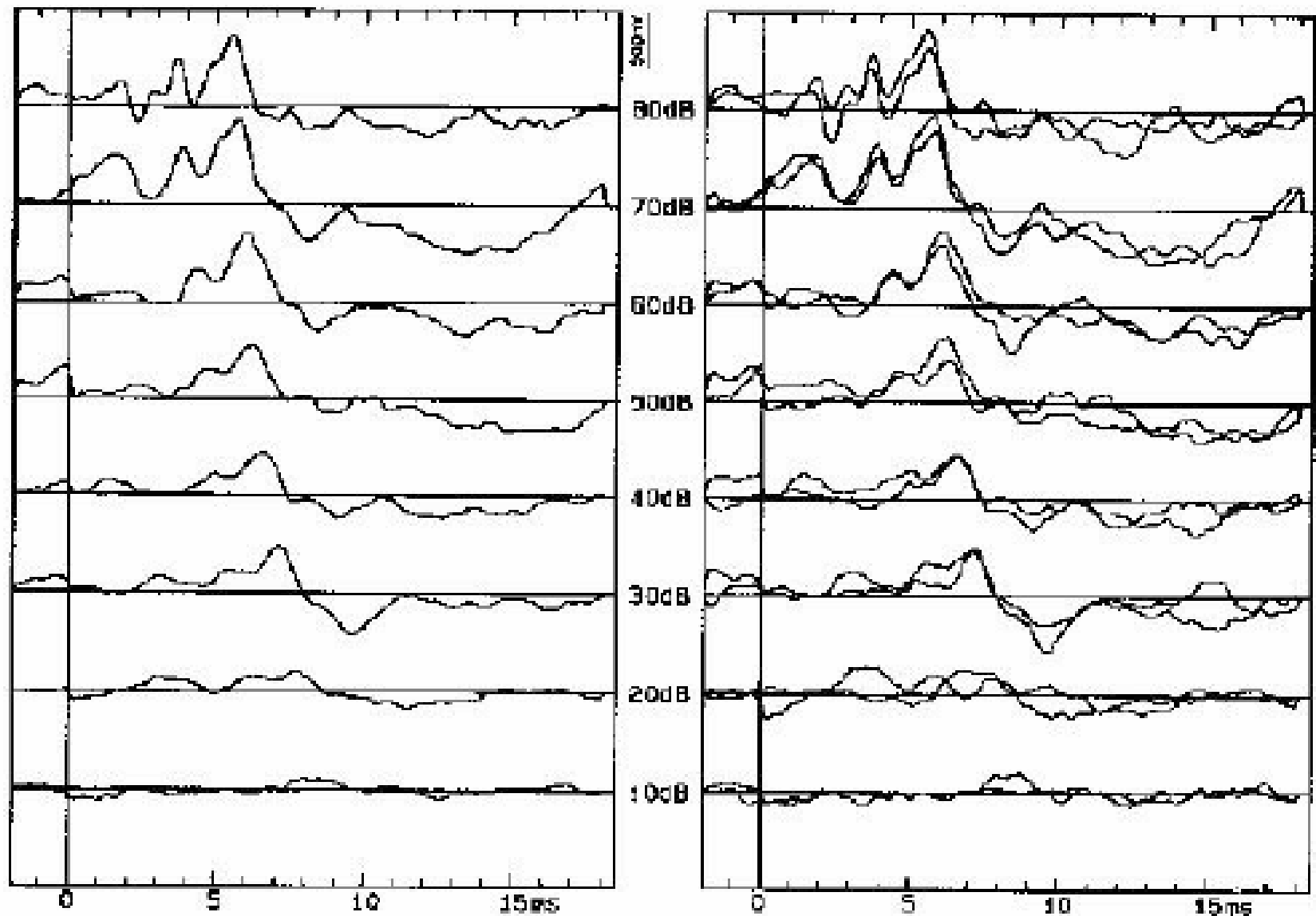
Überlagerung von:



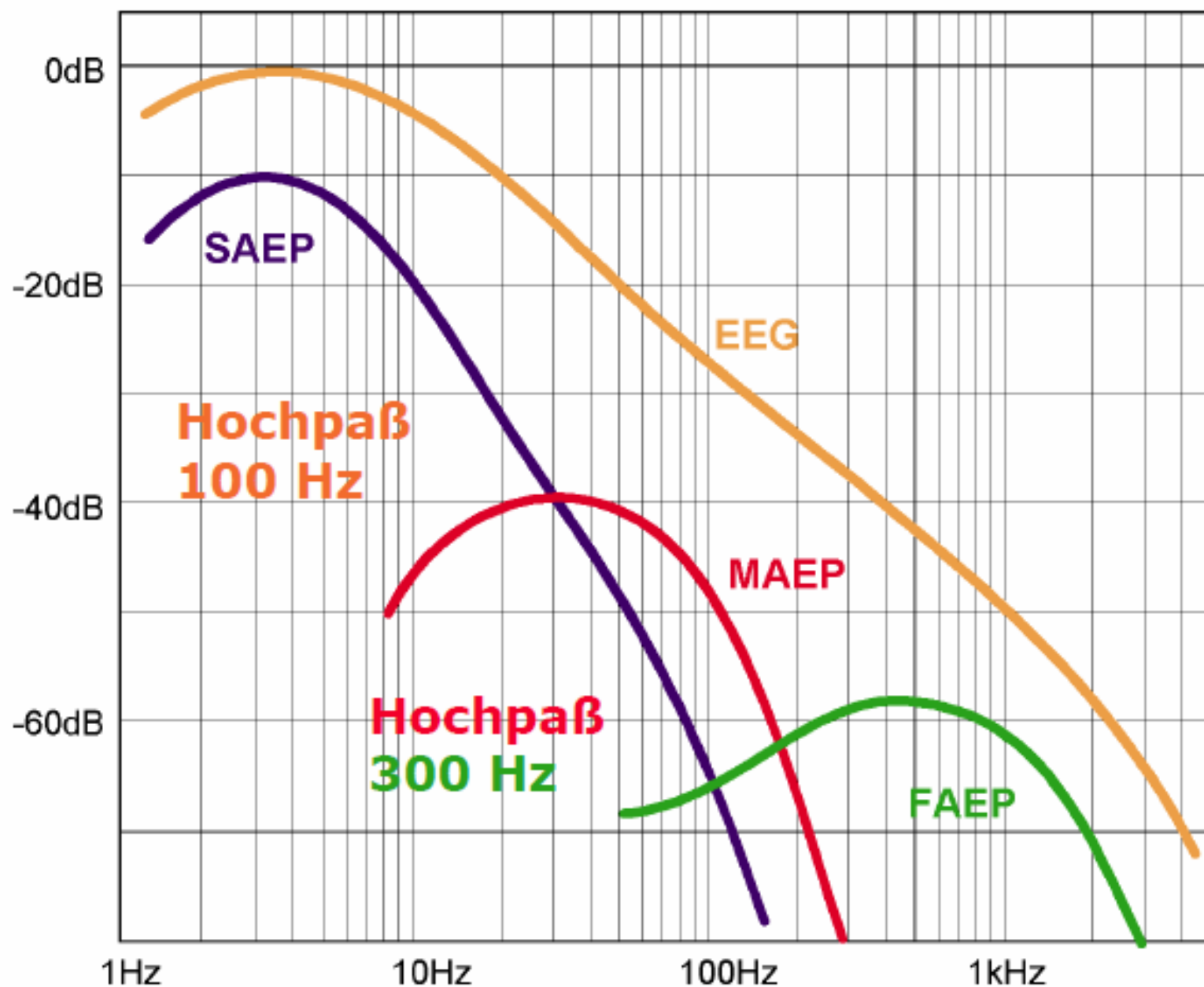
Averaging



Teilmittelwerte



Frequenzbereich von Gesamt-EEG und akustisch evozierten Potentialen

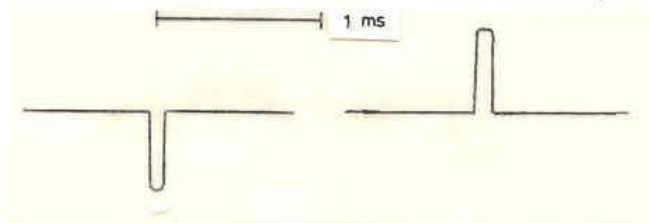


Reiz- und Registrierbedingungen:

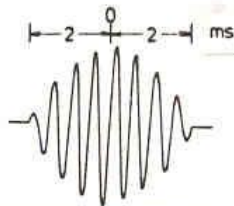
Potential	Reiz	Reiz- rate (Hz)	Analyse- zeit (ms)	Anzahl Mittelungen	Filter- grenzen (Hz)
ECochg					
	CM	Pip	20	500	10-3000
	SP	Klick	20	500	10-3000
	AP	Klick	20	500	10-3000
FAEP					
	I-V	Klick	20	3000	30-3000
	FFR	Burst	20	3000	200-3000
MAEP					
	N ₀ -N _b	Burst	10	500	20-300
	ERP	Burst	40	3000	20-300
SAEP					
	P ₁ -N ₂	Tonimp. >150 ms	0,5	50	0,1-30
SSAEP					
	CNV	Tonimp 300 ms	0,25	20	0,1-30
	P ₃₀₀	Tonimp. 50 ms	1,5	100	0,1-30
	PNG	Tonimp. 1000 ms	0,25	20	0,1-30

Reizformen:

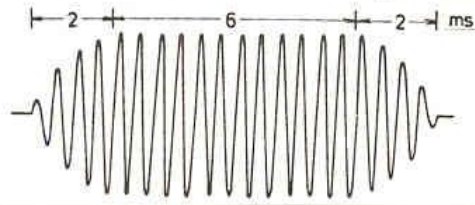
Klick (Sog- oder Druckhalbwelle) 0,1 ms



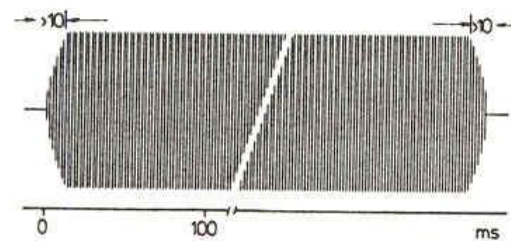
Tone Pip (an- und absteigende Flanke) 5 ms



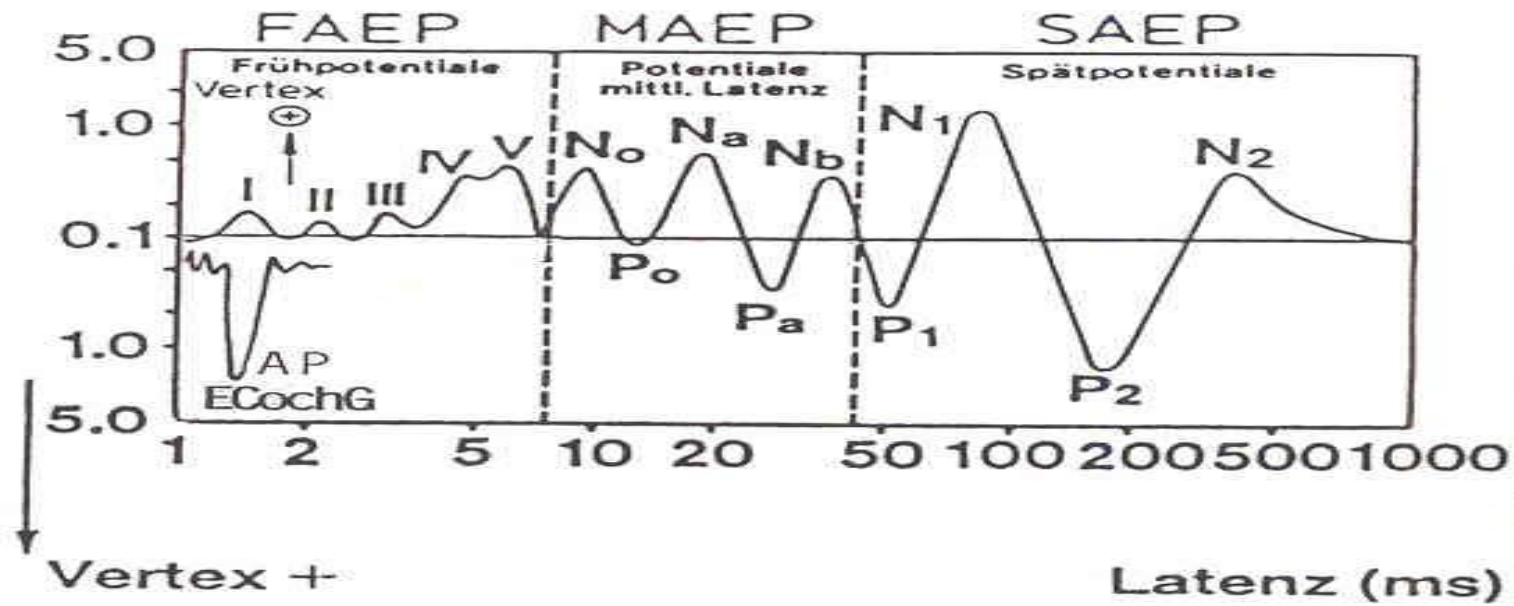
Tone Burst (an- und absteigende Flanke mit Plateau) 10 ms



Ton-Impuls (an- und absteigende Flanke, langes Plateau) 200 ms



Amplitude (μV)



ECoG	Mikrofon-, Summations- Summenaktionspotential	Innenohr
FAEP	Frühe Akustisch Evozierte Potentiale	Hirnstamm
BERA	Brainstem Electric Response Audiometry	
MAEP	Mittlere Akustisch Evozierte Potentiale	Thalamus
MERA	Middle Latency Electric Response Audiometry	primäre Hörrinde
SAEP	Späte Akustisch Evozierte Potentiale	sekundäre Hörrinde
CERA	Cortical Electric Response Audiometry	
SSAEP	Sehr Späte Akustisch Evozierte Potentiale	generalisierte Hirn- rindenfunktion

Praktische Anwendung der AEP

Potentiale	Methode	Frequenz-spezifisch	Vigilanz-unabhängig	Reifungs-unabhängig
FAEP	BERA	Nein	Ja	Ja
MAEP	AMFR	Ja	Ja	Ja
SAEP	CERA	Ja	Nein	Nein

FAEP

Frühe Akustisch Evozierte Potentiale

FAEP

Frühe Akustisch Evozierte Potentiale

Fragestellung

cochleär oder retrocochleär

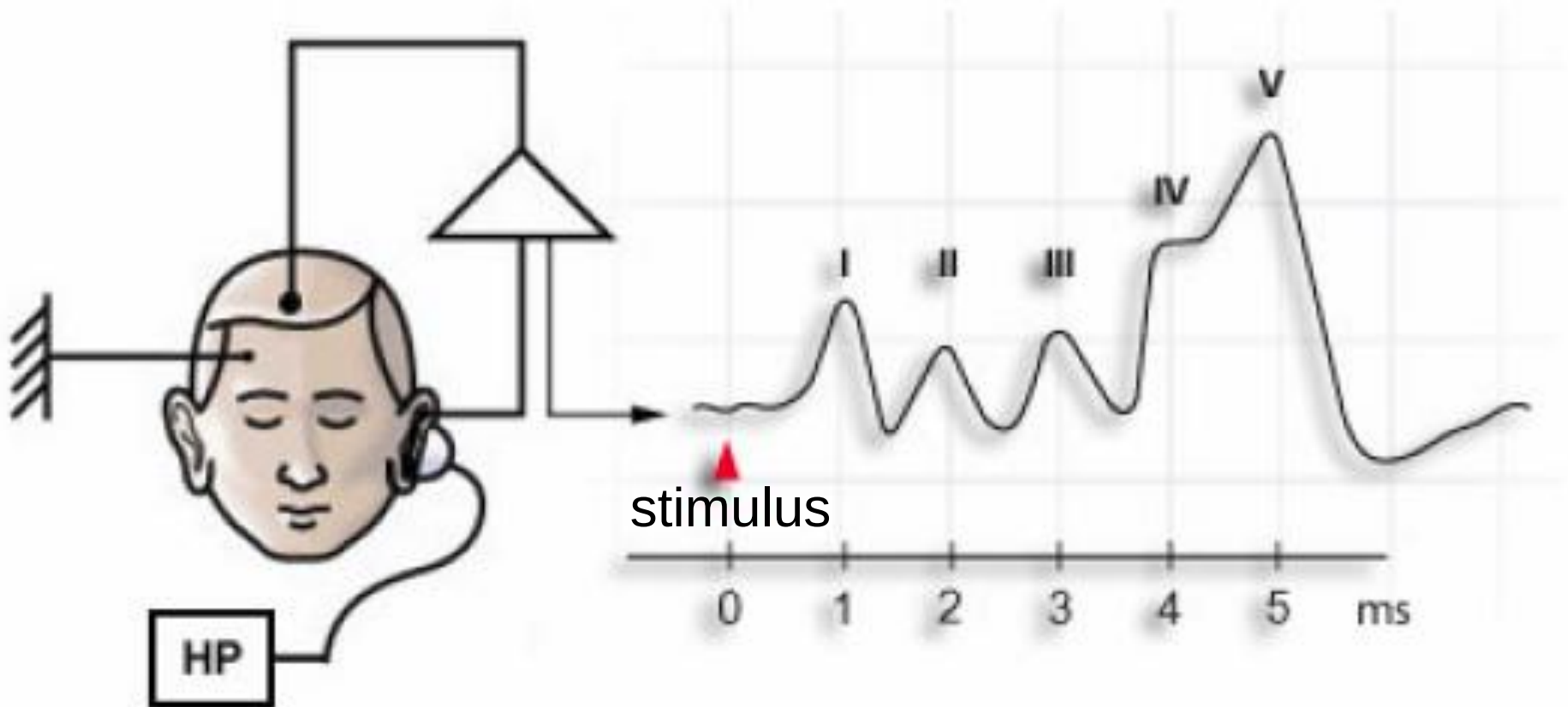
Hörschwelle

Antwort

Latenzzeiten

Nachweisbarkeit

Frühe Akustisch Evozierte Potentiale

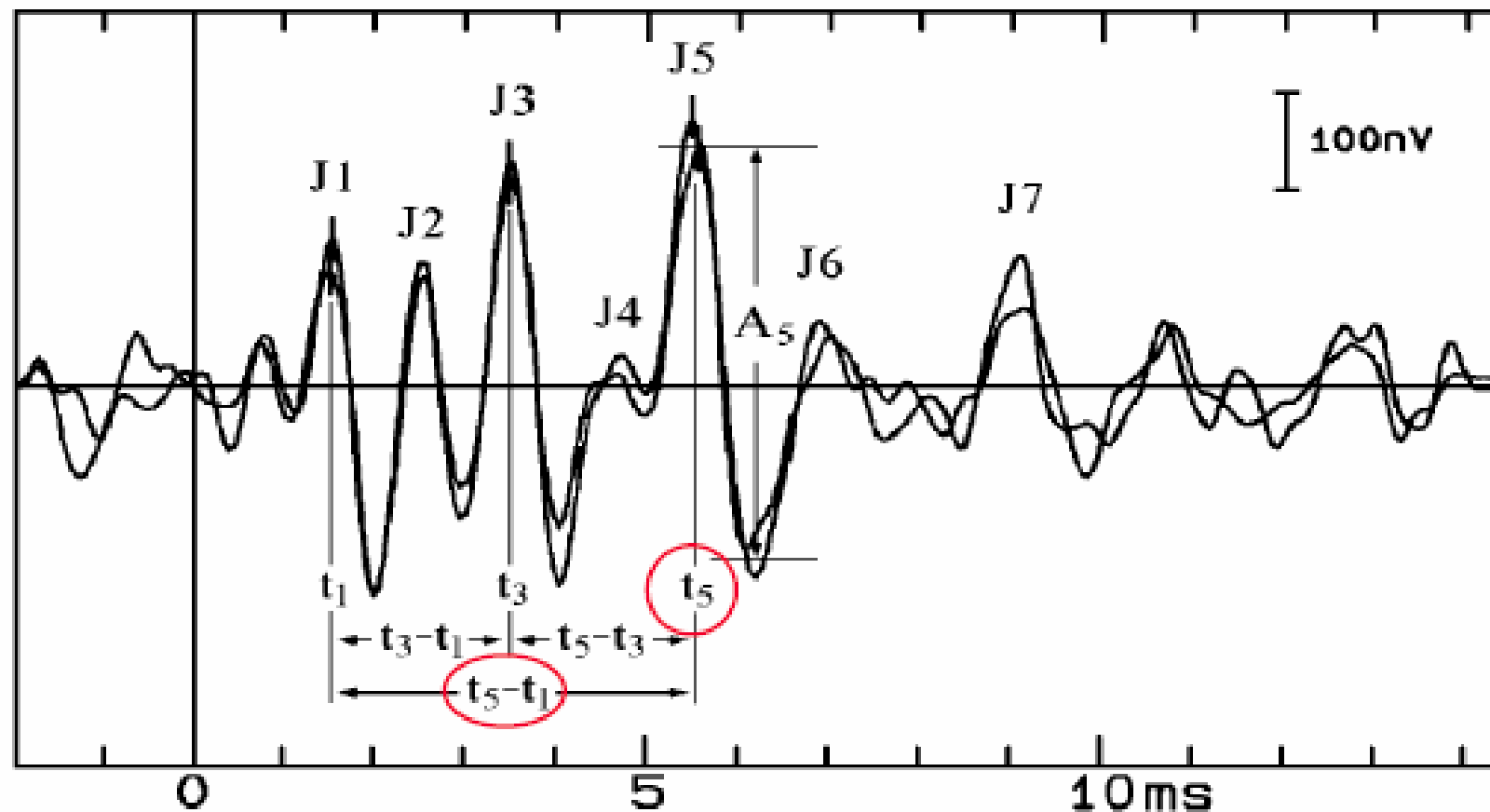


FAEP mit Click-Reizen:

- Energiemaximum des Clickreizes 1 - 4 kHz
- Reizantwort nicht frequenzspezifisch
- nur ein bestimmter Frequenzbereich der Cochlea um 2 kHz trägt zur Antwort bei
- tieffrequente Reizantworten werden nicht erfasst

Mit einem Clickreiz bei $L = 70$ dB nHL gemessene frühe akustisch evozierte Potentiale (FAEP)

Click 100 dB spl p.e.



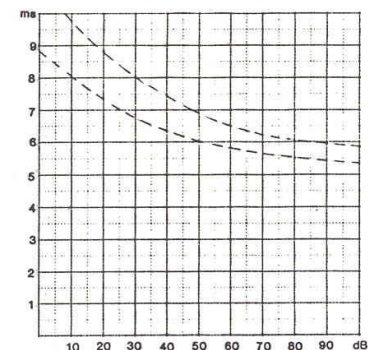
Frühe Akustisch Evozierte Potentiale (FAEP)

Wellen I – V (nach Jewett)

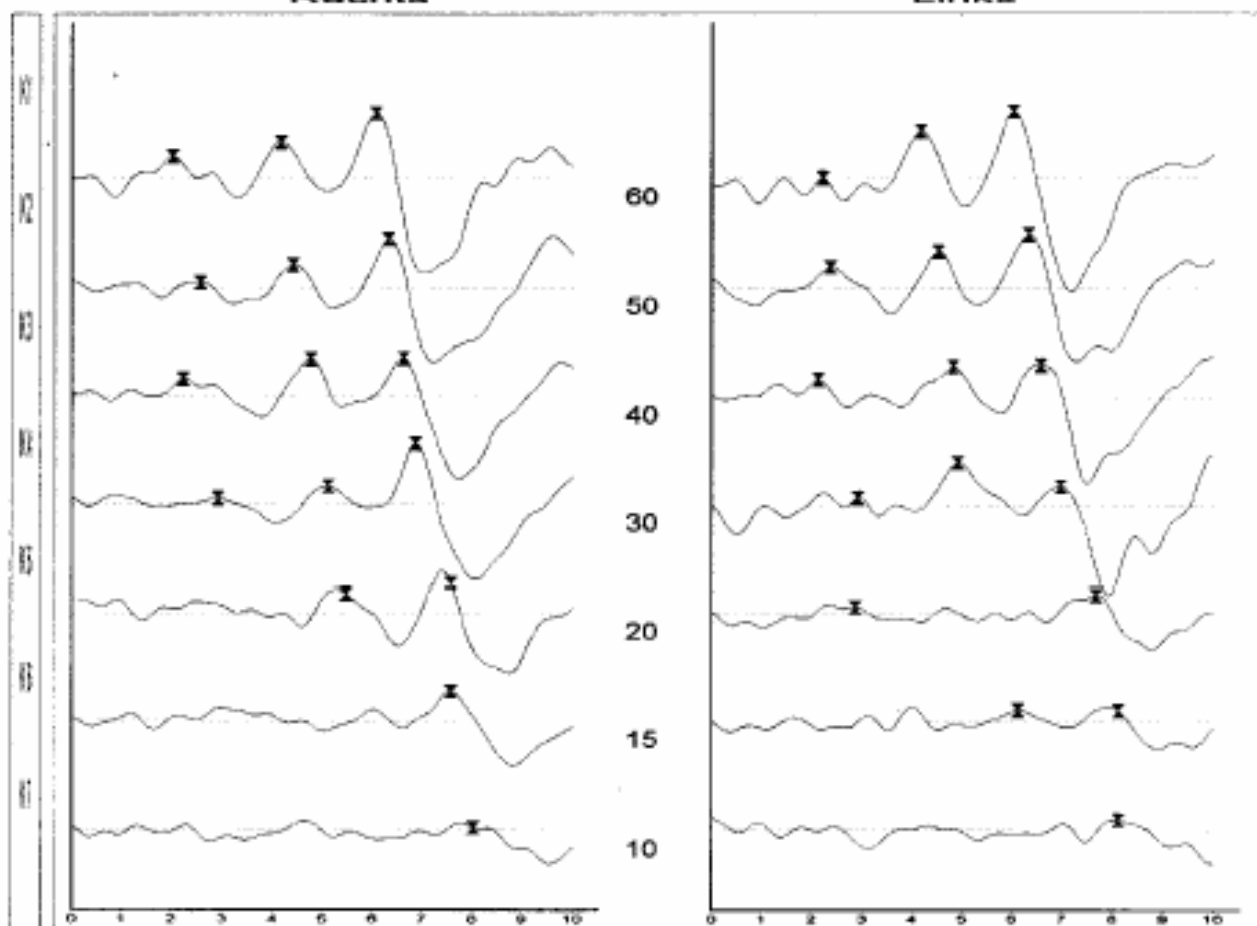
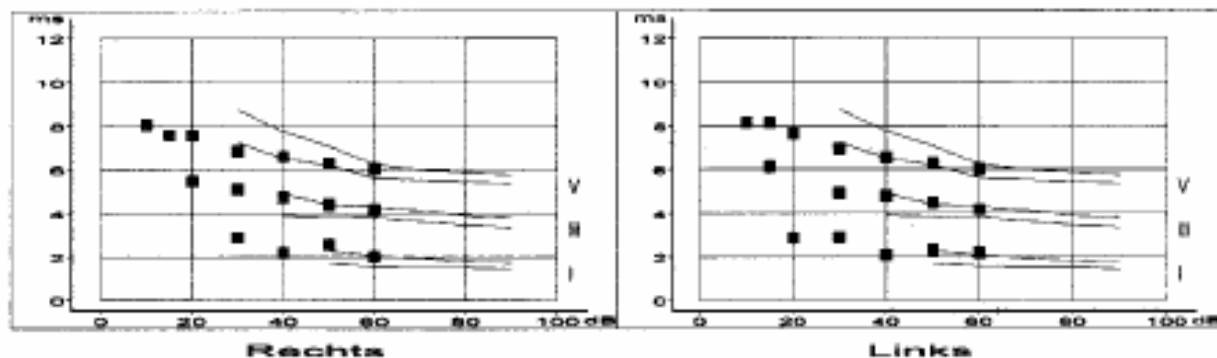
Welle I peripher, Aktionspotential, > 50 dB HL nachweisbar
Welle II bis V: zentral, well V bis zur Hörschwelle nachweisbar

Reiz: Klicks, Reizfolge 10 – 50 Hz
 Sog: Latenz I gering verkürzt, Amplitude IV höher
 Druck: Amplitude I größer

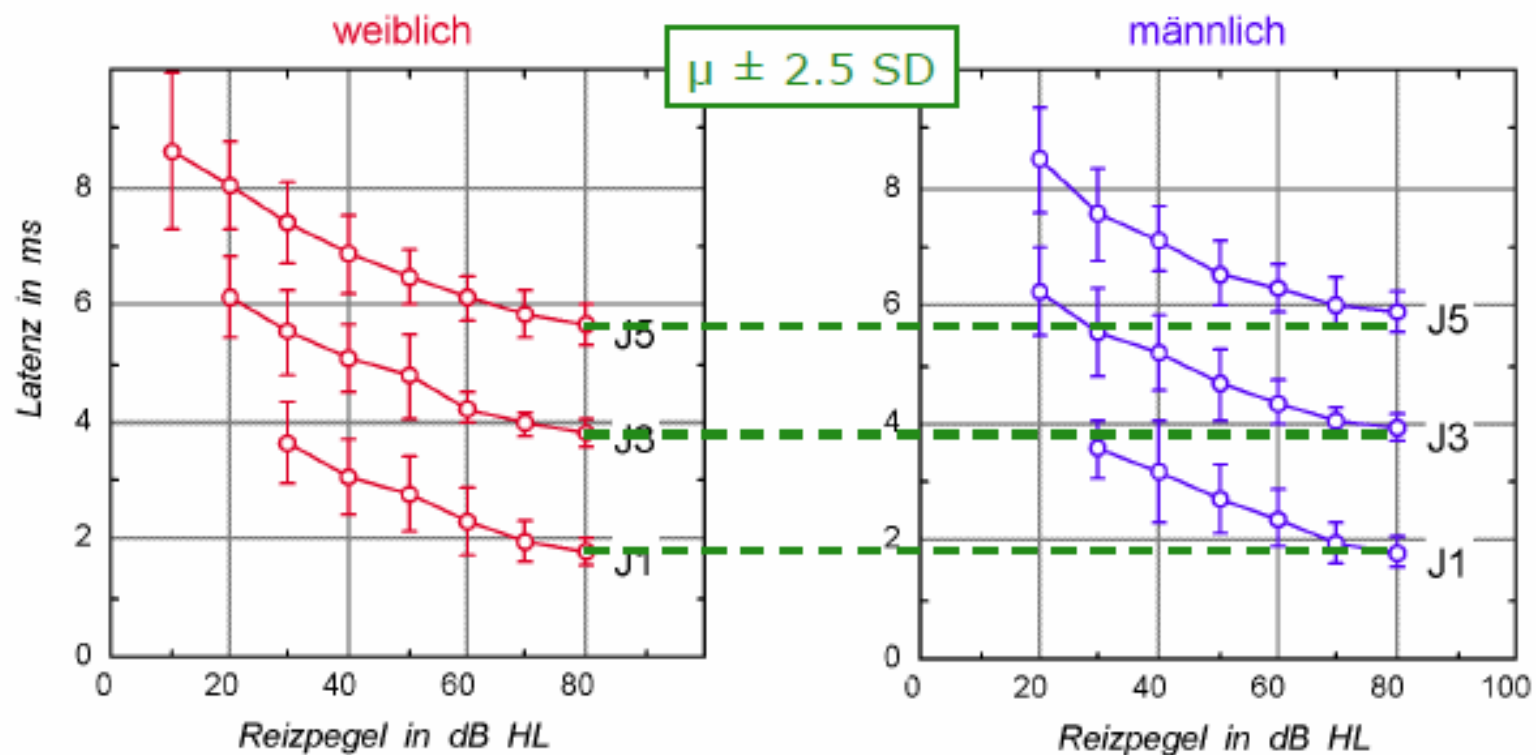
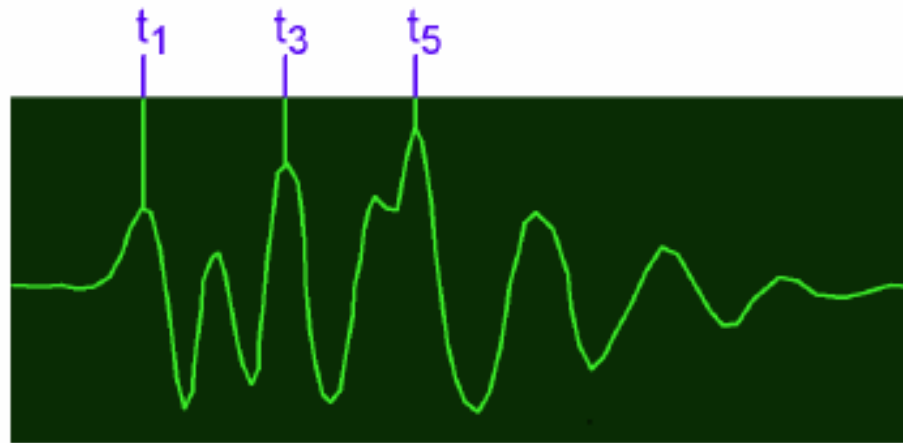
Messgrößen: Latenz I, III, V
 Zwischenlaufzeit 1 – III, I – V
 Amplitude I, III, V
Kenlinie Reizlautstärke – Latenz V
 Seitenvergleich



Klick-BERA, Normalbefund



Abhängigkeit der Latenzzeit vom Reizpegel (Latenzkennlinien)



Reifung früher akustisch evozierter Potentiale: Latenzen und Amplituden bzw. Schwellen

Eggermont JJ: J Speech Lang Pathol Audiol 13 (1989)

Wave V latency - adult

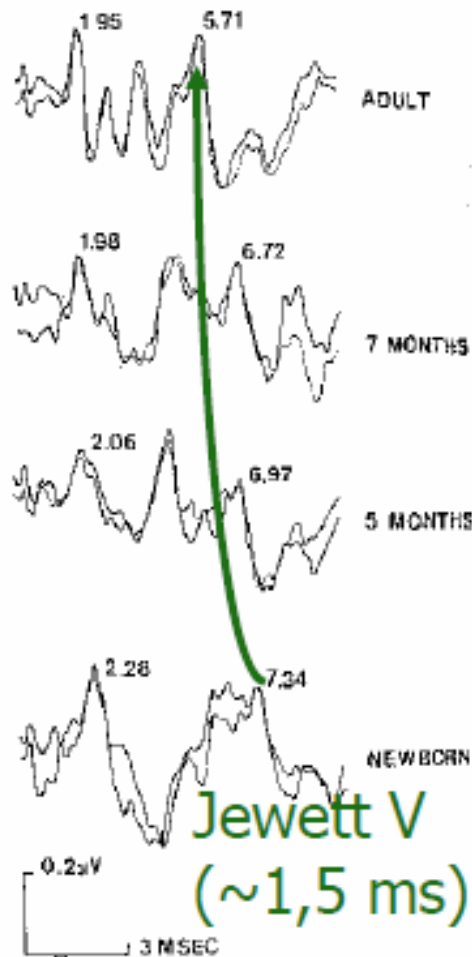
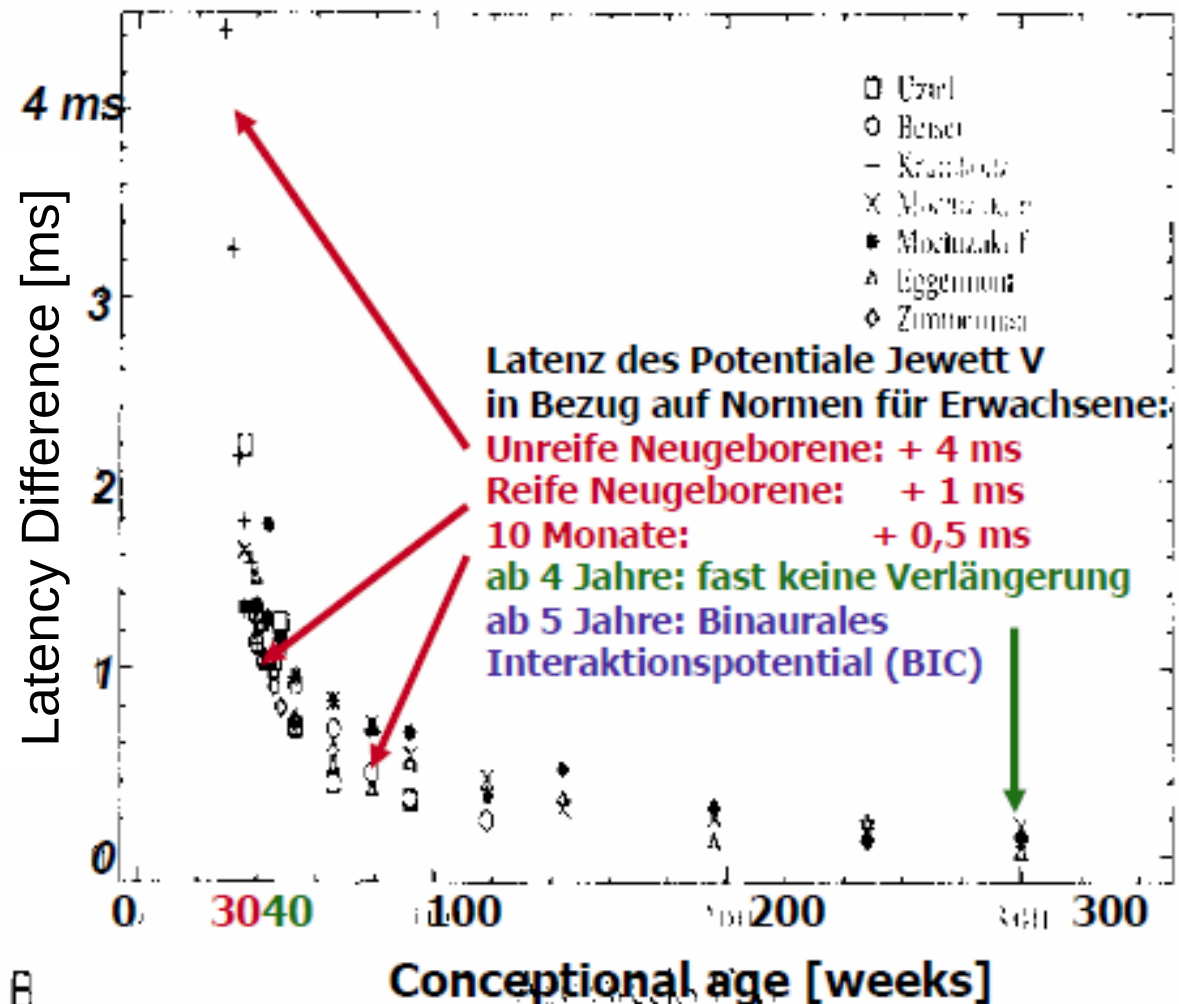


Figure 7-22. Maturation of the auditory brainstem response from postnatal newborn period to adulthood. (Reprinted with permission from Hecox, K. & Janssen, J. (1984). Auditory evoked potentials. In J. L. Northern (Ed.), Hearing disorders. Boston: Little, Brown & Co.)



Typische Bedienungsfehler

Elektrodenwiderstand zu hoch ($>5\text{ k}\Omega$)
akzeptabel ist $1\text{-}2\text{ k}\Omega$, realisierbar ist $<1\text{ k}\Omega$!

Noch schlimmer: Elektrodenwiderstand ungleichmäßig
Nicht ausreichende Ruhigstellung

Kopfhörer oder Sonden nicht korrekt platziert

Gehörgangskollaps durch Kopfhörer
(bei Säuglingen Einsteckkopfhörer!)

Zu geringe Vertäubung (Folge: Überhören),
Übervertäubung

Kontinuierliche Störgeräusche in der Umgebung
 $>40\text{ dB (A)}$, gepulste Geräusche stören nicht!

Seiten verwechselt

Epochen zu kurz (z.B. 10 statt 15 oder 20 ms)

Typische Probleme

Elektroden(-kabel) lösen sich während der Messung

Zunehmende Artefakte

Großer Qualitätsunterschied zwischen ipsi- und kontralateraler Kurvenmorphologie

Lösung: Elektrodenimpedanzen erneut prüfen, ggf. Elektroden tauschen, Steckkontakte prüfen, Kabel prüfen

Kopfhörer(-kabel)defekt während Messung bemerkt

Unglaubliche Schwellen bzw. unerwartete „Taubheit“

Bei Wackelkontakten unglaubliche Schwellensprünge

Lösung: Kopfhörersignal selbst abhören, Kabel prüfen, Ersatzhörer verwenden

Erfassung biologischer Signale

Bildverarbeitung

Zwei- oder dreidimensionale Darstellung mittels Grau- oder Farbewerten von Raumforderungen oder Gewebeveränderungen

Detektor: Datenakquirierung

Rechner: Bildrekonstruktion, Bildoptimierung

- gefilterte Rückprojektion
- iterative Rekonstruktion

Monitor: Bilddarstellung