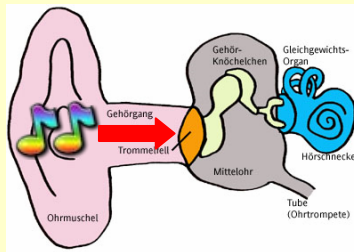
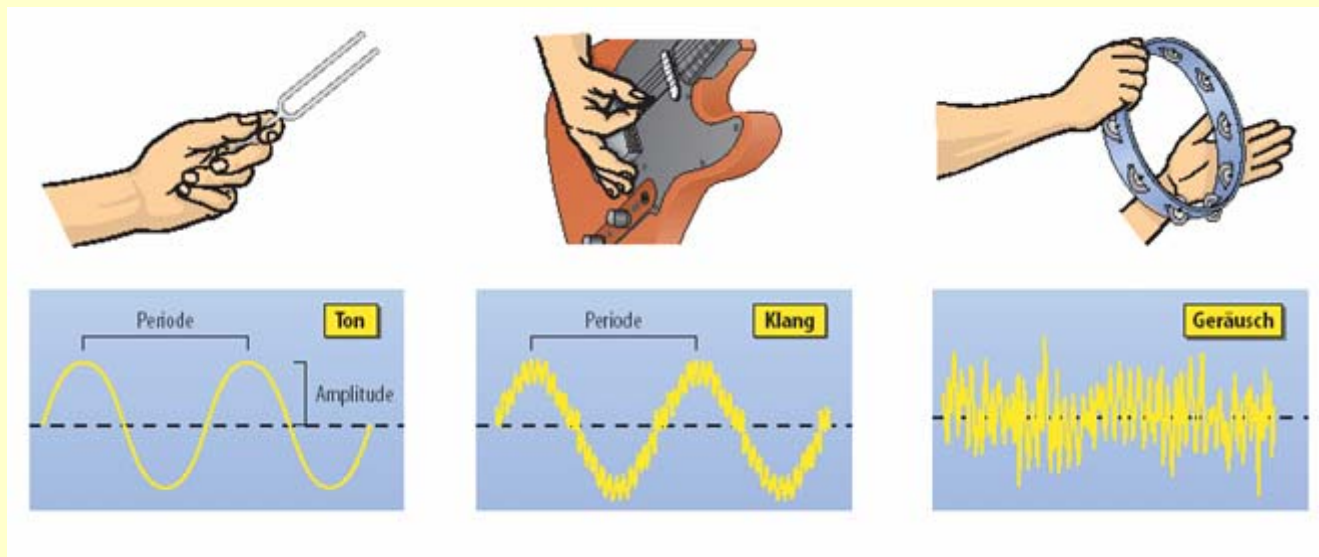
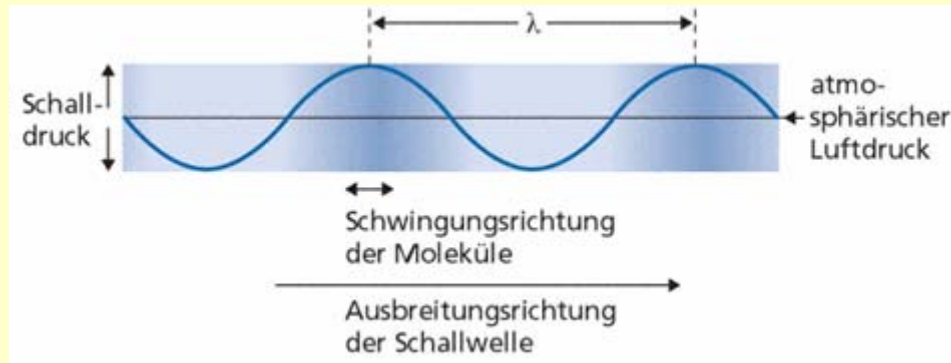


Das Ohr

Horst Pagel
Institut für Physiologie
Universität zu Lübeck



Schall

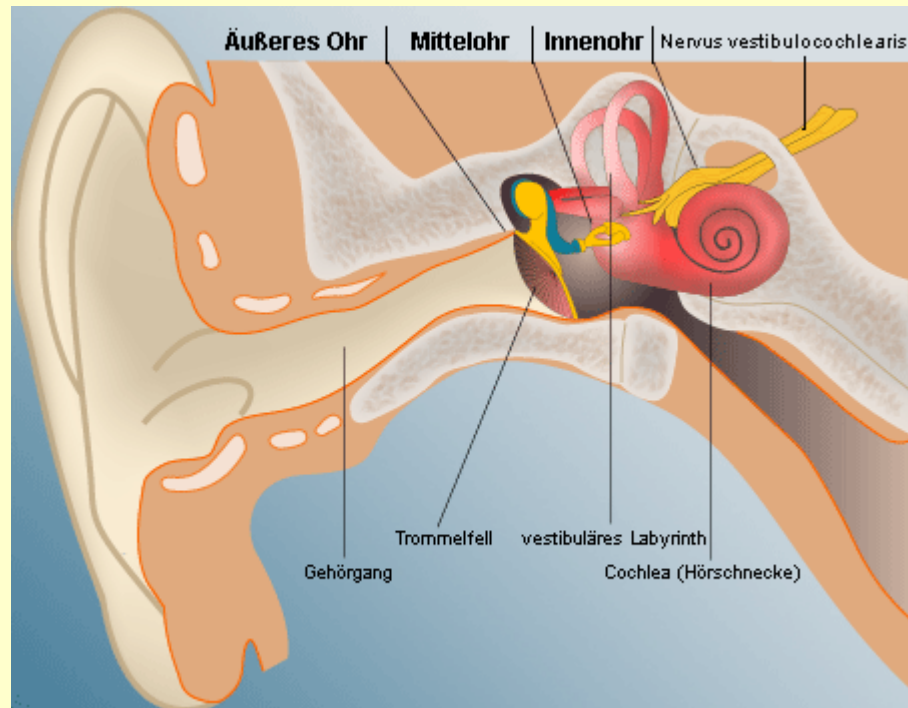


Hörschall - 20 Hz bis 20 kHz

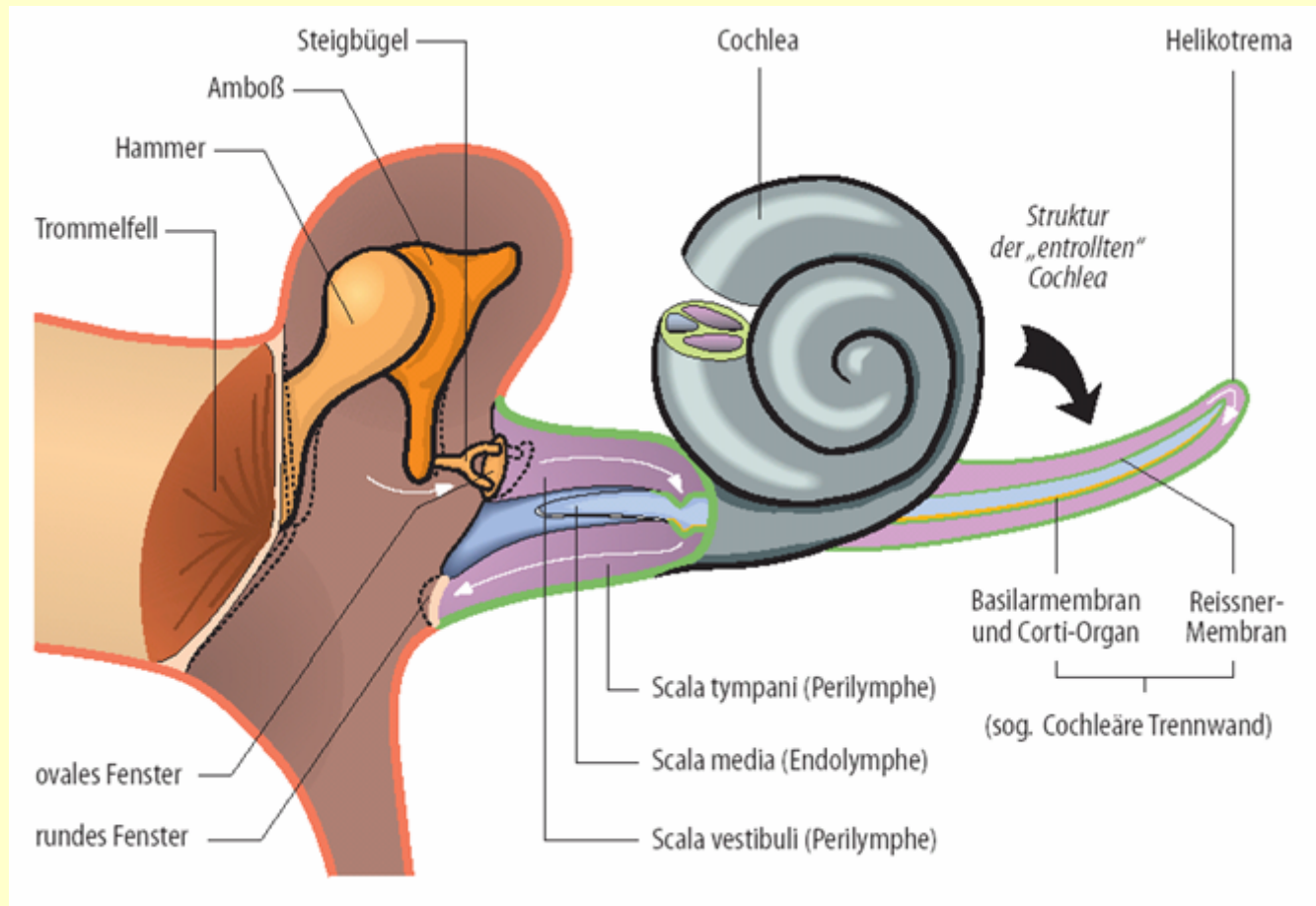
Infraschall - < 16 Hz (Gebäudeschwingungen, Winde, Brandung, etc.)

Ultraschall - 20 kHz bis 10^7 kHz (Sirenen, Pfeifen, Quarze, Medizintechnik, etc.)

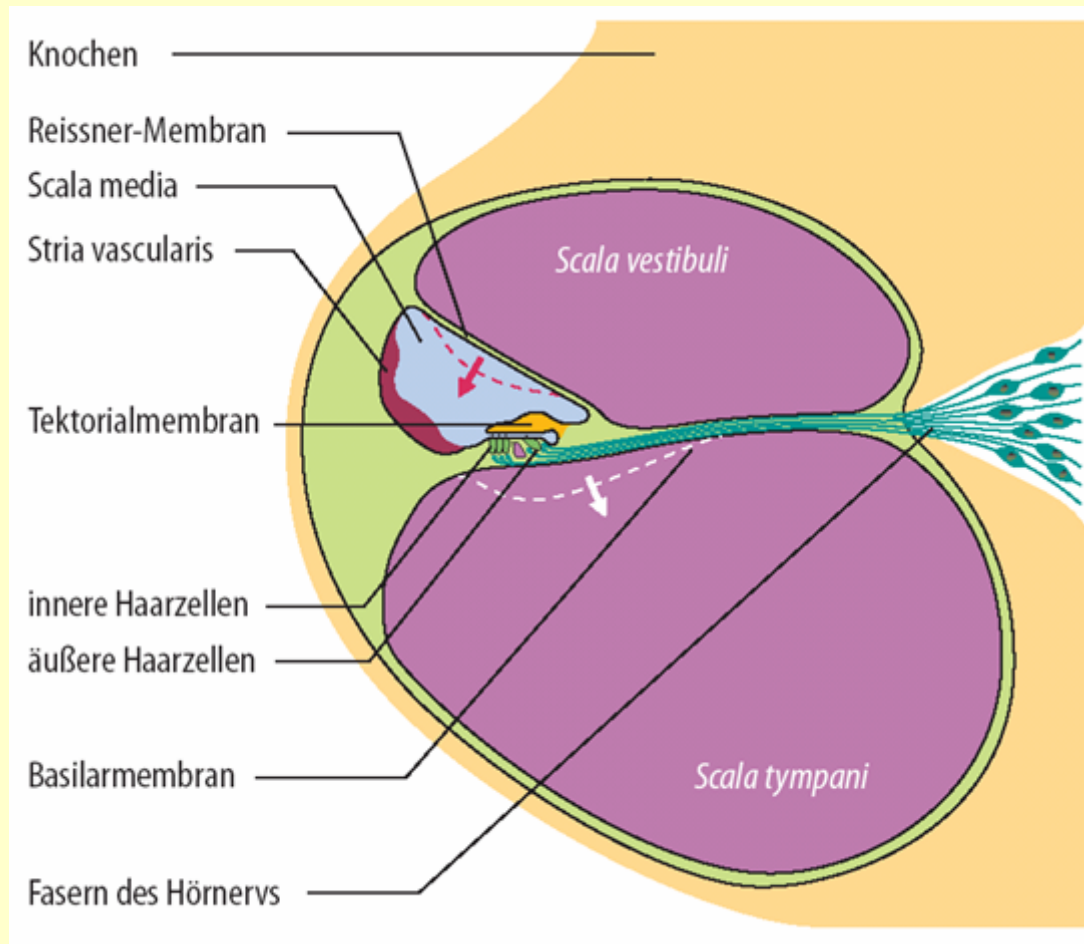
Hyperschall - $> 10^7$ kHz (Wärmeschwingung der Materie, etc.)



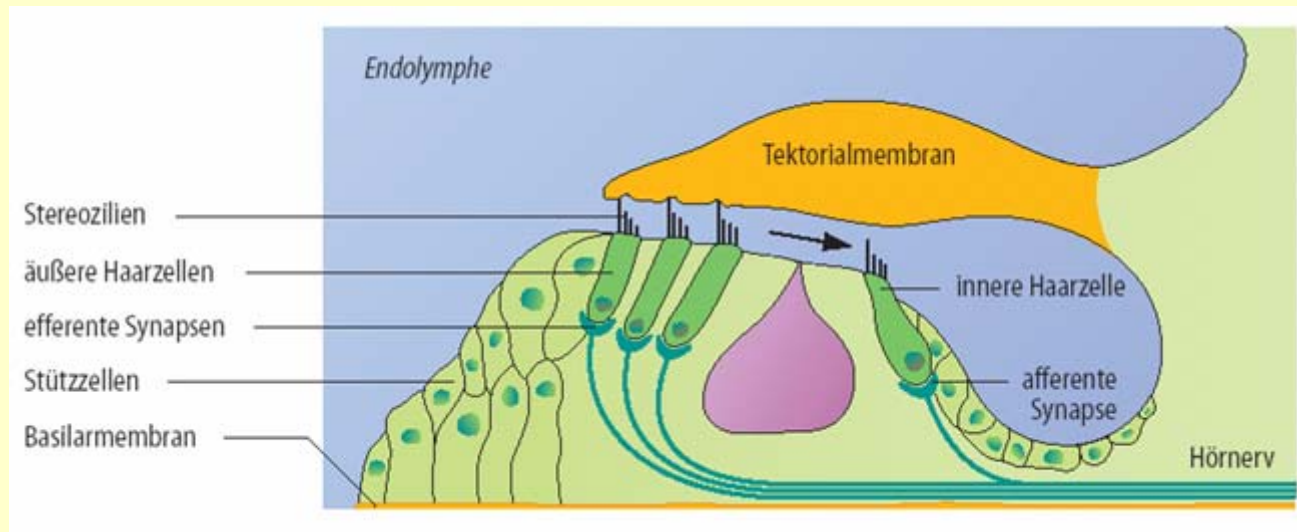
Die 3-Teilung: Außen-, Mittel- und Innenohr



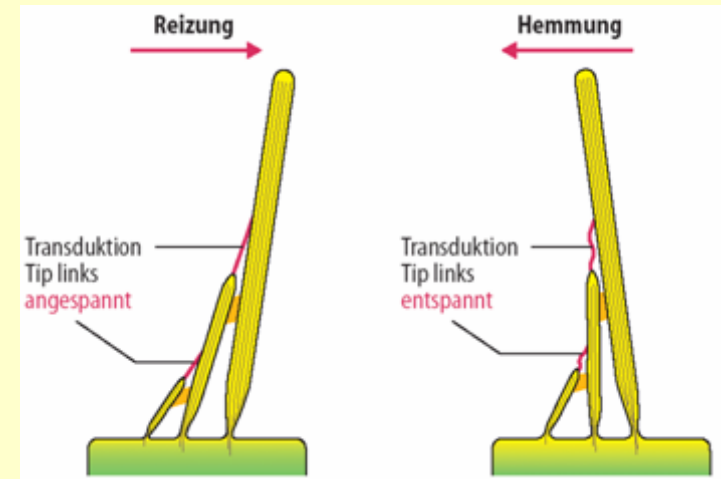
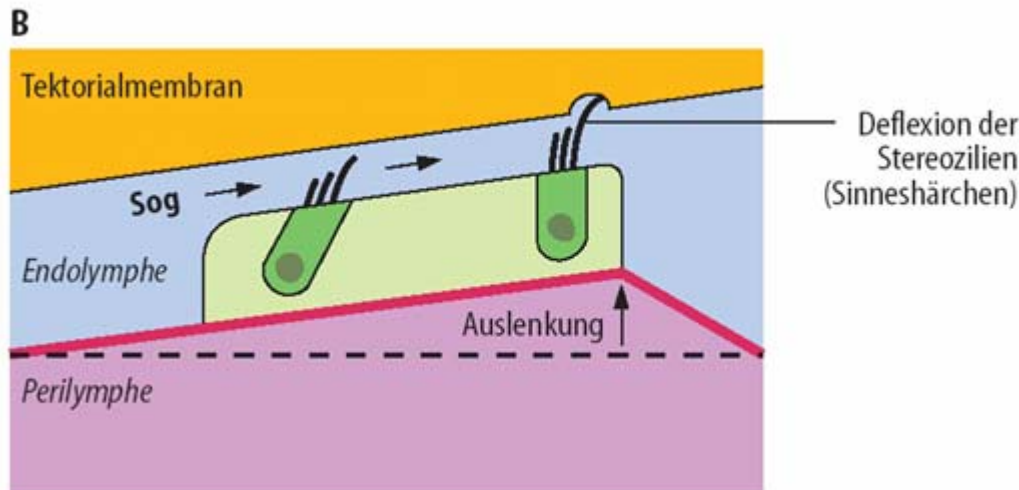
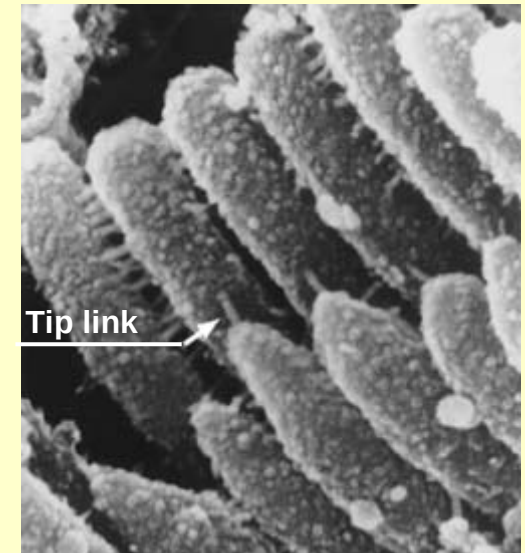
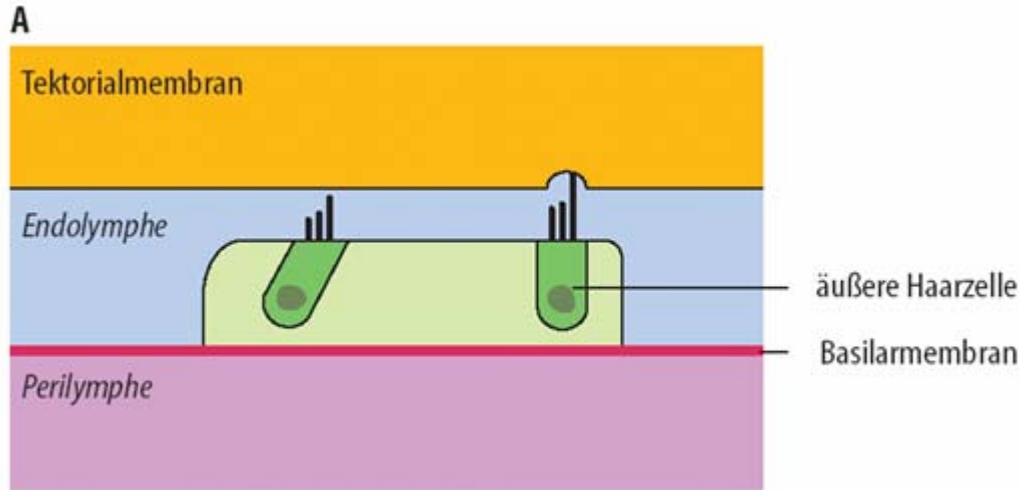
Mittelohr und Kochlea



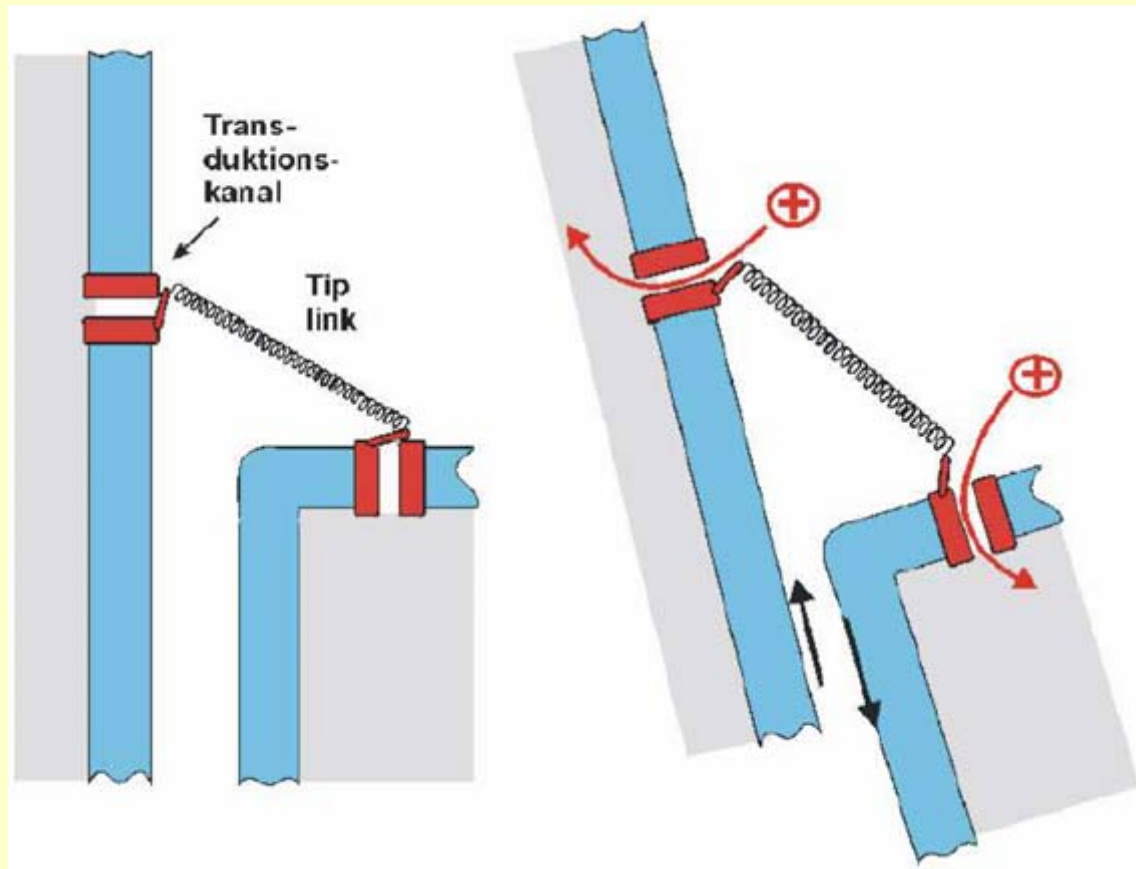
Querschnitt durch die Kochlea



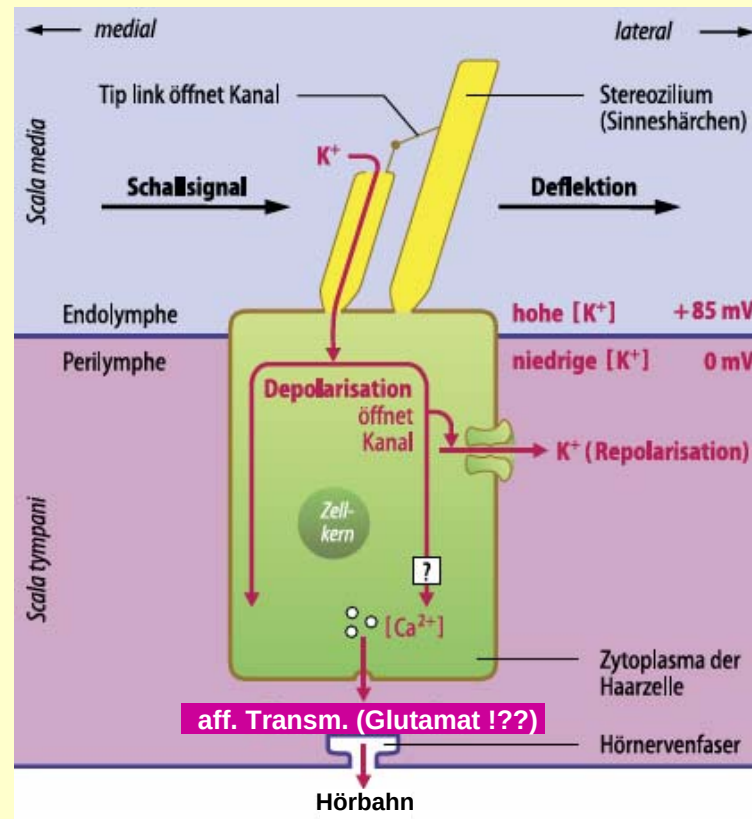
Das CORTI-Organ



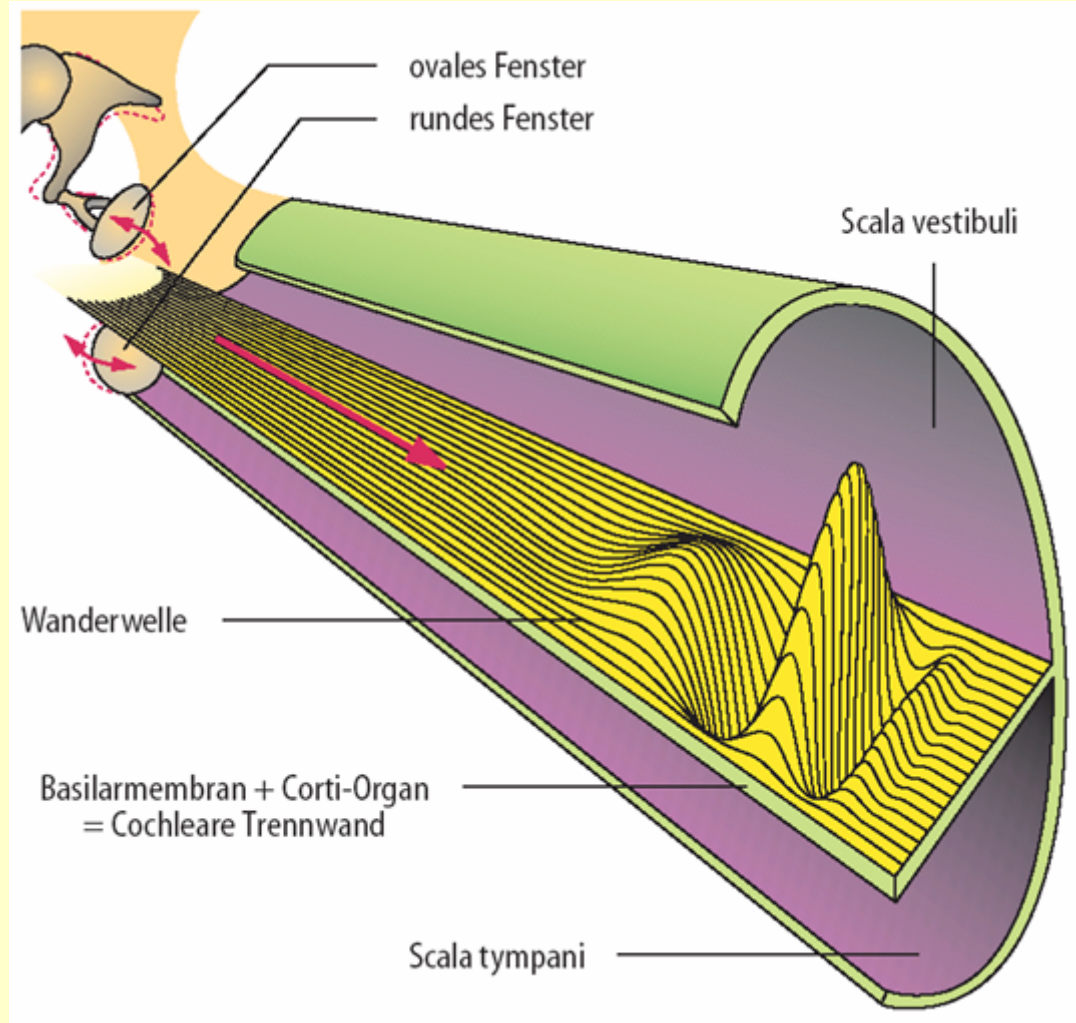
Erregung der Haarzellen



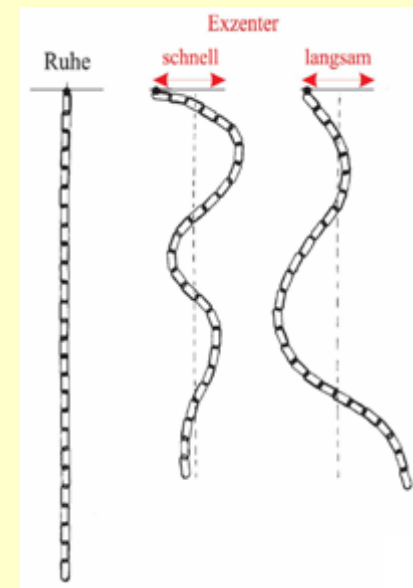
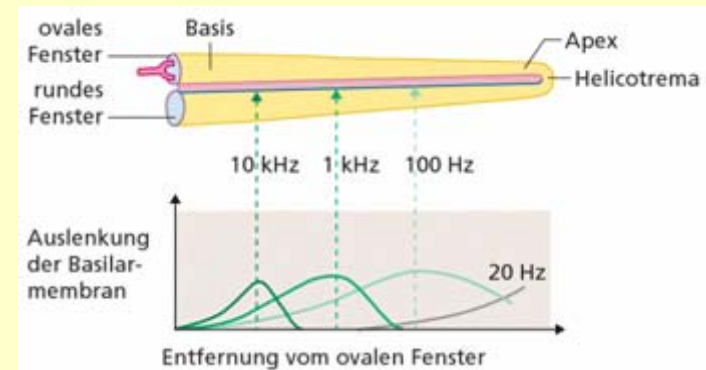
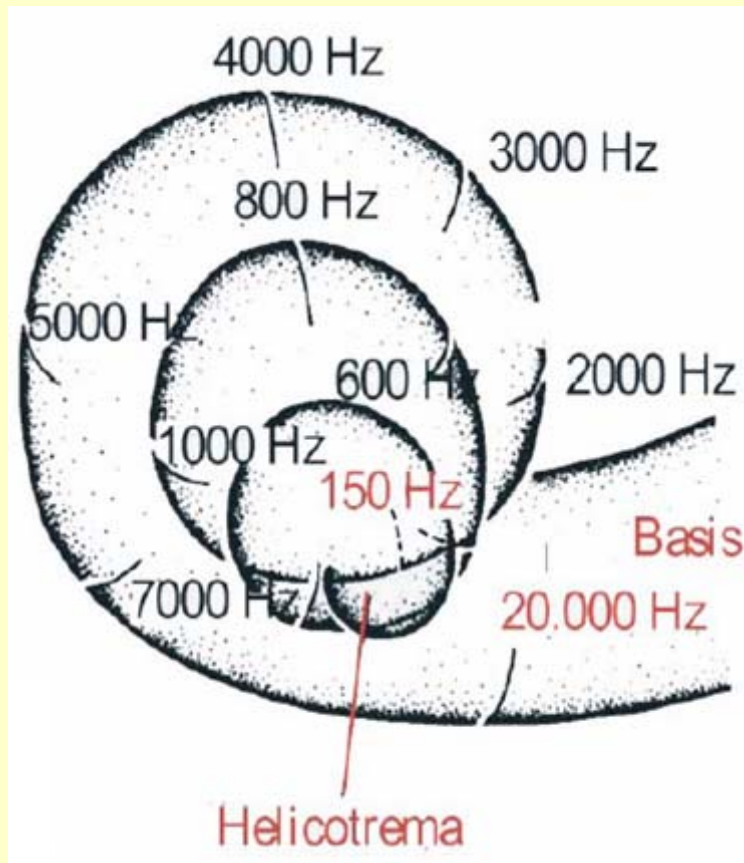
Erregung der Haarzellen



Der Transduktionsprozess

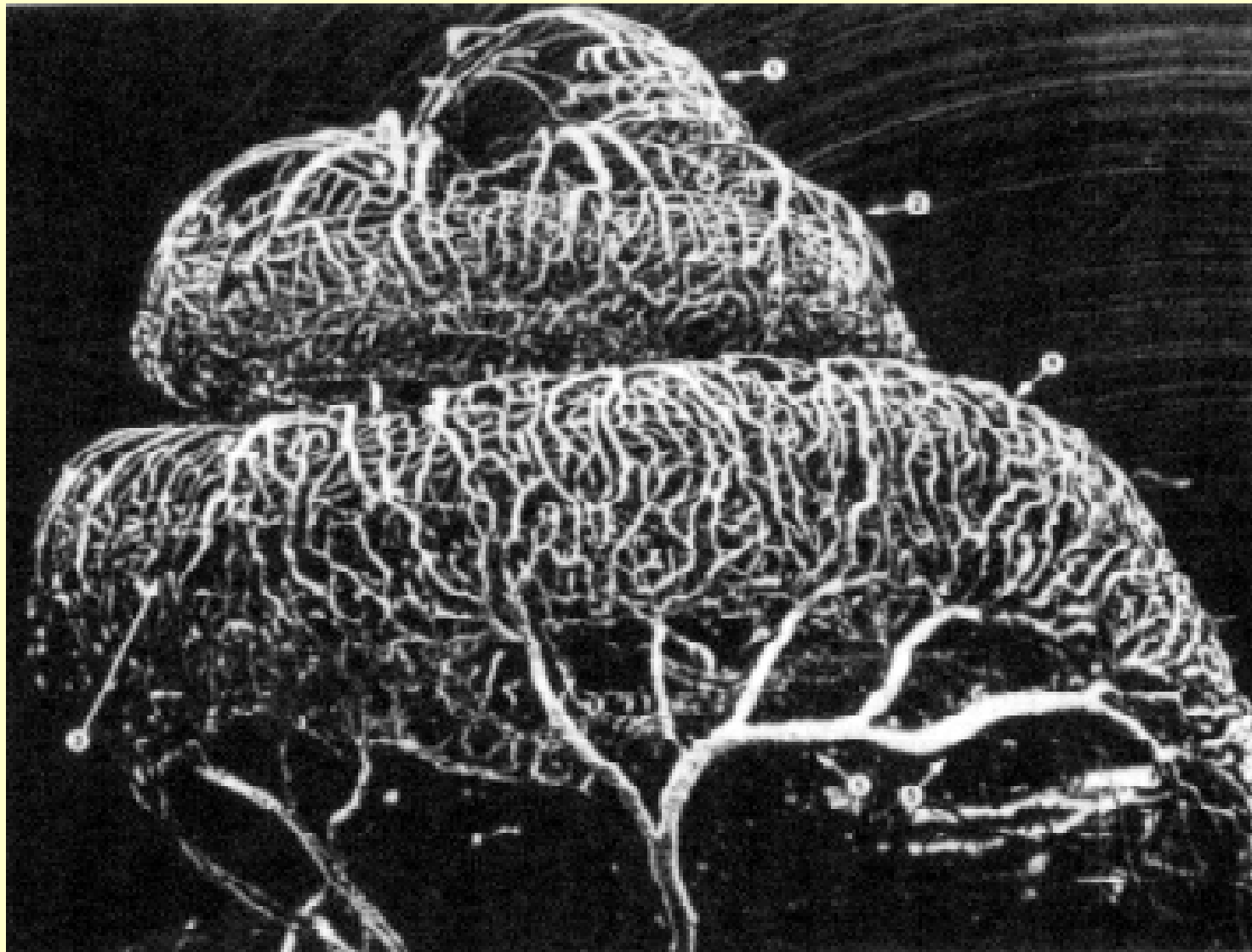


Die Wanderwelle auf der Basilarmembran



Frequenzdisperion:

hohe Frequenzen an der Schneckenbasis
tiefe Frequenzen an der Schneckenspitze
(Wellengeschwindigkeit ist frequenzabh.)

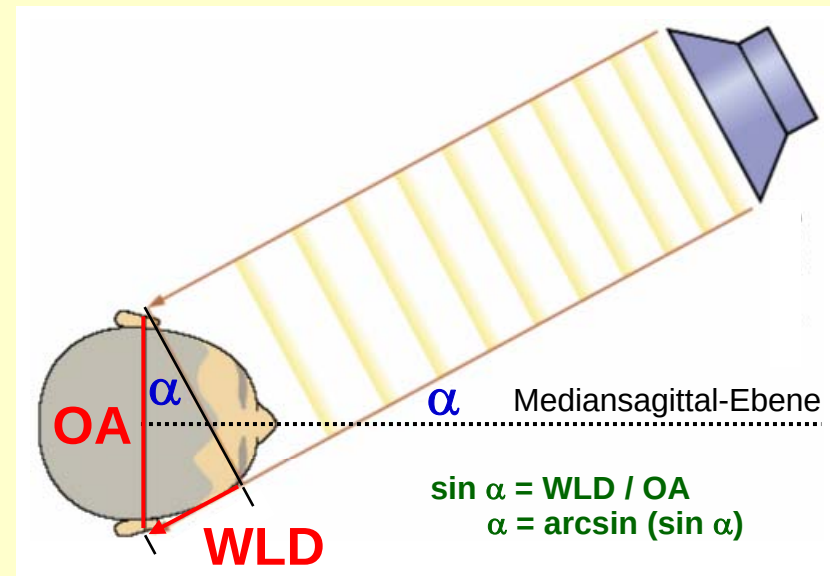


Die cochleären Blutgefäße

Räumliches Hören (binaurales Hören)

1. Laufzeitunterschiede

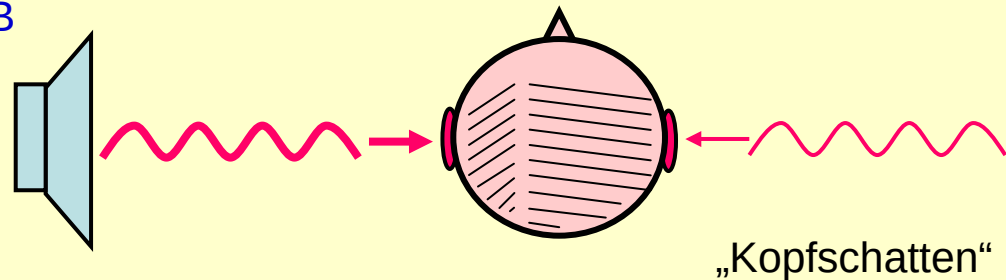
- Schwellenwinkel $\sim 3^\circ$
- min. Laufzeitdifferenz $\sim 30 \mu\text{s}$
($\Rightarrow$ WLD $\approx 1 \text{ cm}$)



2. Intensitätsunterschiede

- Unterschiedsschwelle $< 1 \text{ dB}$
(bei überschwelliger Intensität [z.B. 40 dB])
- für $\nu > 1.700 \text{ Hz}$

$$\nu = \frac{v}{\lambda} = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,2 \text{ m}} = 1.700 \text{ Hz}$$

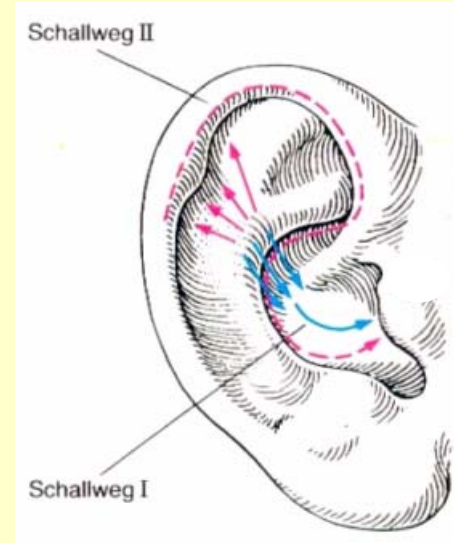


Räumliches Hören (binaurales Hören)

3. Richtcharakteristik der Ohrmuschel:

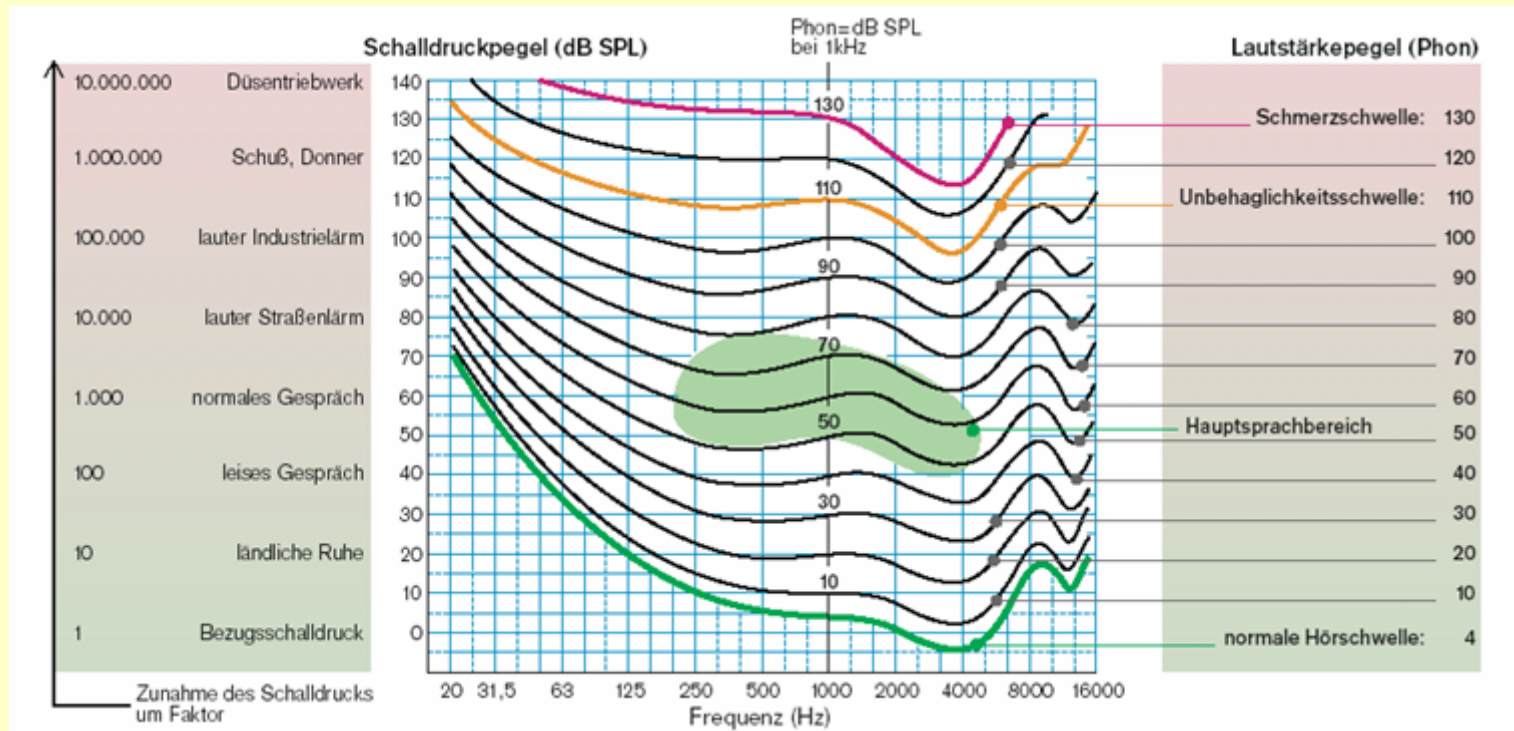
oben - unten

vorn - hinten



außerdem:

Leiserer Schall kommt aus größerer Entfernung.
(Analogie zu Optik)



Schalldruckpegel:

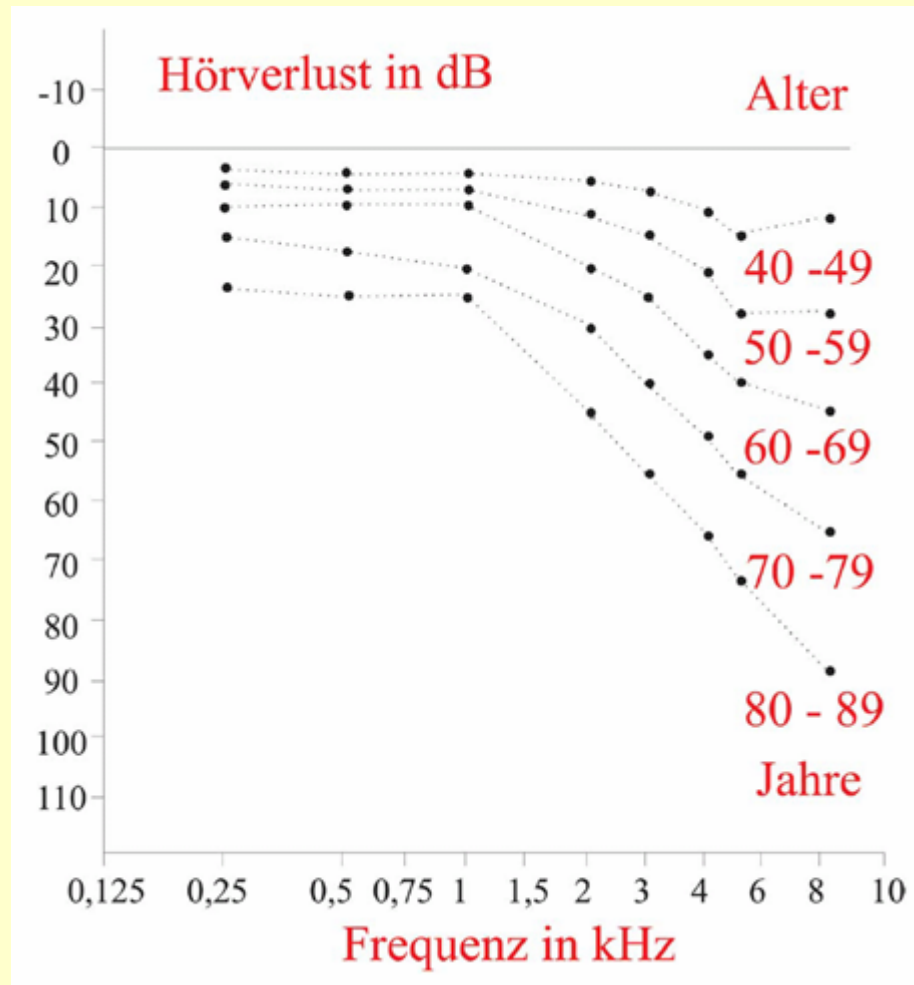
$$L = \log_{10}(I_x/I_0) = \log_{10}(p_x/p_0)^2 \quad [B]$$

$$L = 10 \times \log_{10}(p_x/p_0)^2 = 20 \times \log_{10}(p_x/p_0) \quad [dB \text{ SPL}]$$

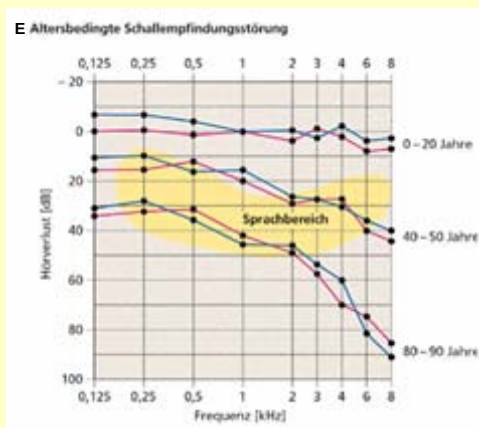
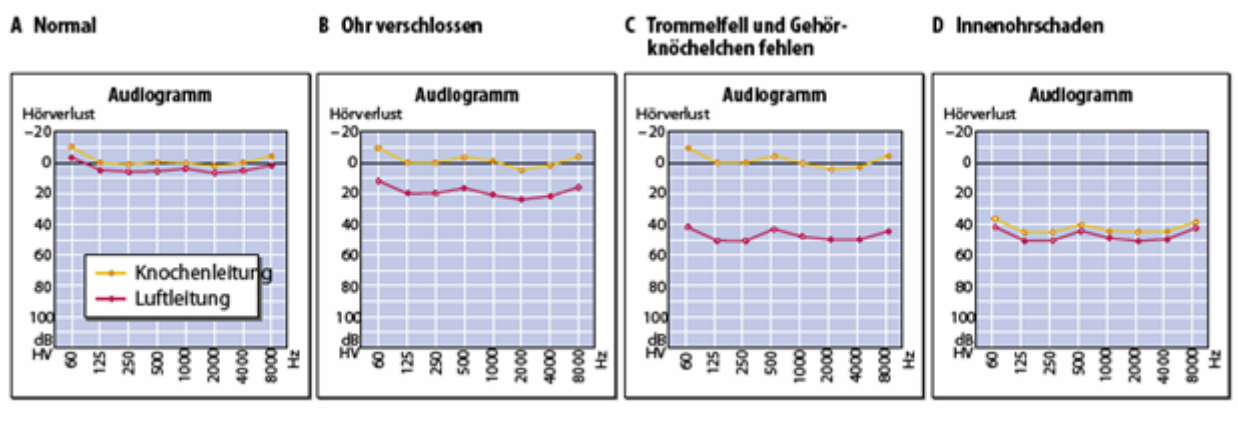
(wobei $p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$)

Das Hörfeld des Menschen

Schallquelle	Schalldruck [Pa]	SPL [dB]
Düsenjet	200	140
Schuss	20	120
Disco	2	100
LKW	2×10^{-1}	80
laute Unterhaltung	2×10^{-2}	60
leise Unterhaltung	2×10^{-3}	40
Geflüster	6×10^{-4}	30
nat. Ruhe	2×10^{-4}	20
Uhricken	6×10^{-5}	10
menschliche Atmung		
Stille	2×10^{-5}	0

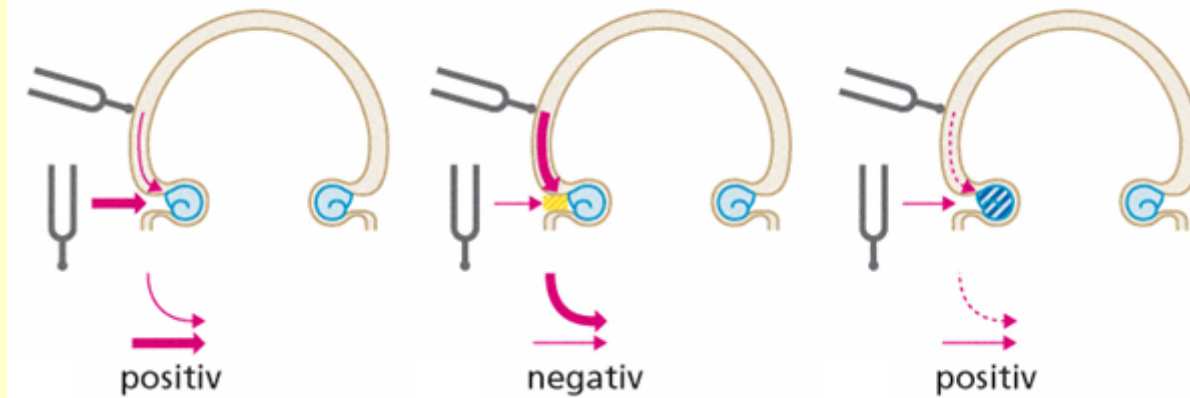


Problem Nr. 1: Schwerhörigkeit

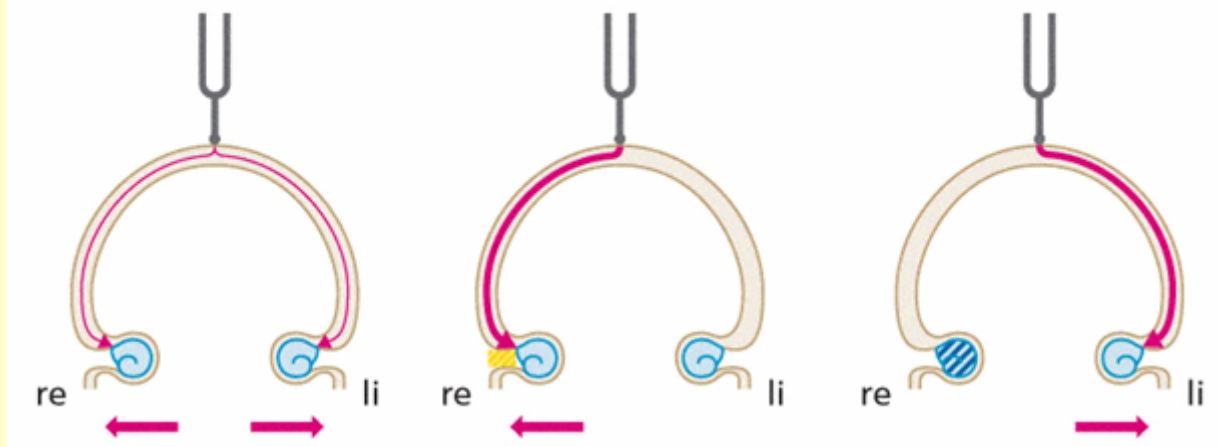


Diagnostik der Schwerhörigkeit: Schwellen-Audiometrie

Rinne-Versuch



Weber-Versuch

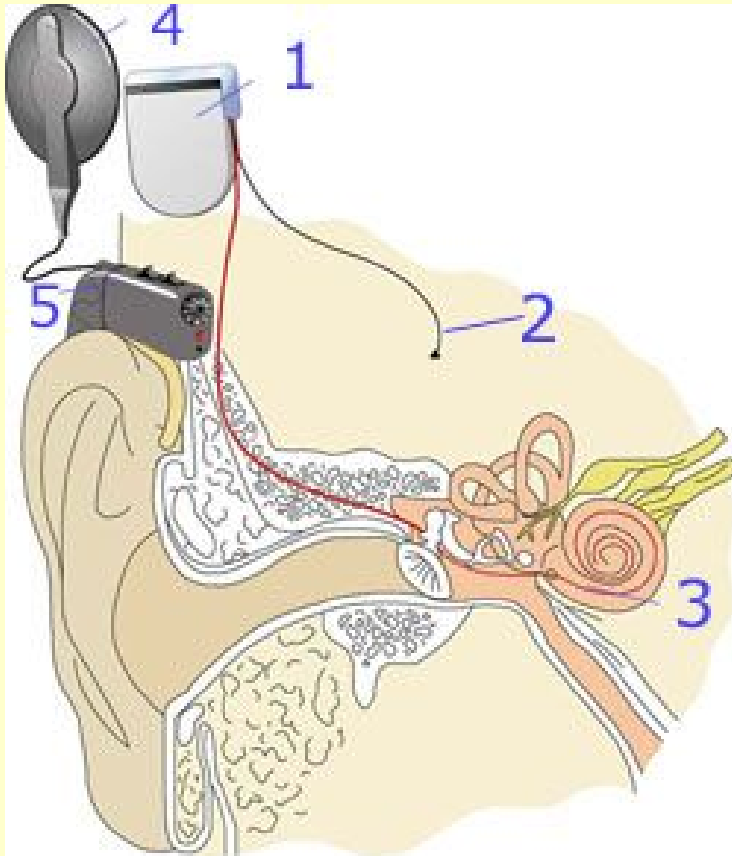


Diagnostik der Schwerhörigkeit: Stimmgabeltests



„Therapie“ der Schwerhörigkeit: Hörgerät





- 1: Implantat (Empfänger)
- 2: Referenzelektrode (Schließen des Stromkreises)
- 3: aktive Elektrode
- 4: Sendespule (Radiowellen)
- 5: Mikrophon & Sprachprozessor

„Therapie“ der Gehörlosigkeit: Cochlea-Implantat

