

Medizinische Biophysik

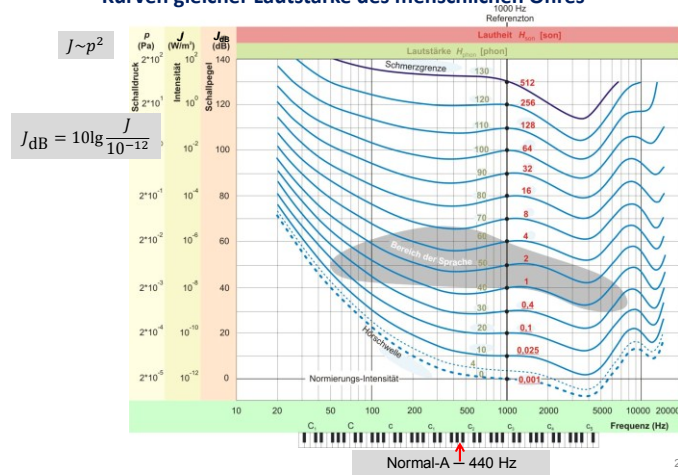
26

Das Ohr und das Gehör



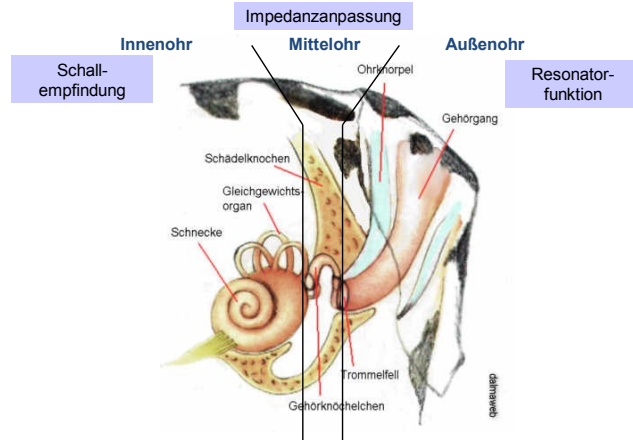
1

Kurven gleicher Lautstärke des menschlichen Ohres



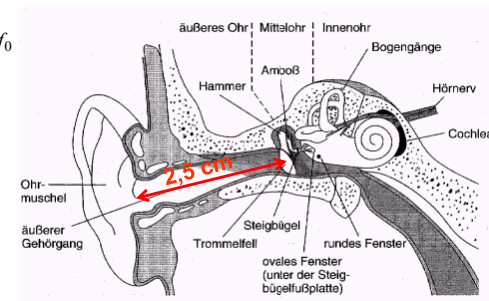
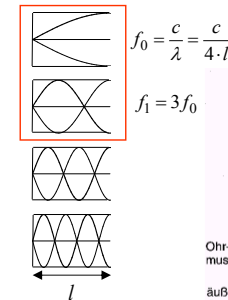
2

Aufbau des Ohres



3

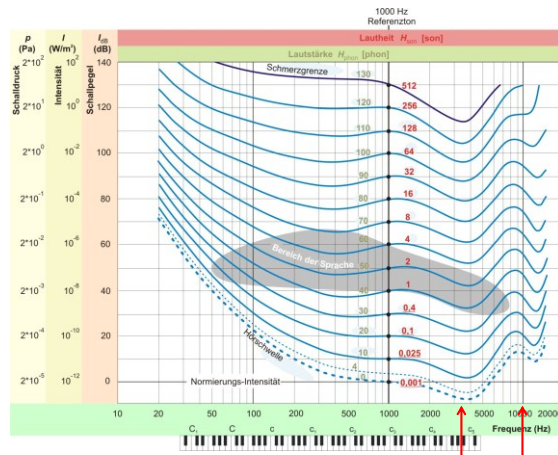
Resonatorfunktion des Außenohres



$$f_0 = 3300 \text{ Hz}$$

$$f_1 = 9900 \text{ Hz}$$

4

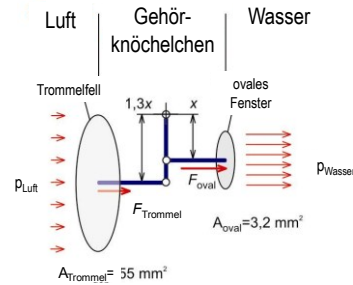
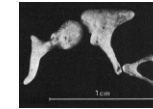


5

Mittelohr als Impedanzanpasser

$$R = \frac{J_{\text{refl}}}{J_{\text{ein}}} = \left(\frac{Z_{\text{Wasser}} - Z_{\text{Luft}}}{Z_{\text{Wasser}} + Z_{\text{Luft}}} \right)^2 = 0,9989!$$

Funktion von Gehörknöchelchen

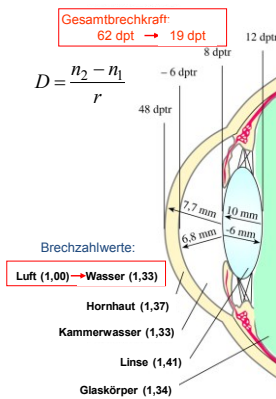


Druckerhöhung:
(Hebel + Flächenverkleinerung)

$$P_{\text{Wasser}}/P_{\text{Luft}} = 22,3$$

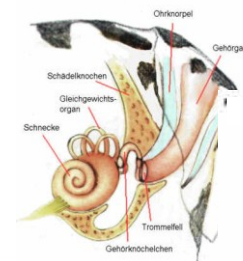
6

Hören (und Sehen) unter Wasser?

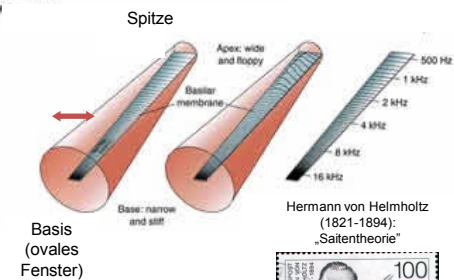


7

Aufbau des Innenohres



Basilarmembran

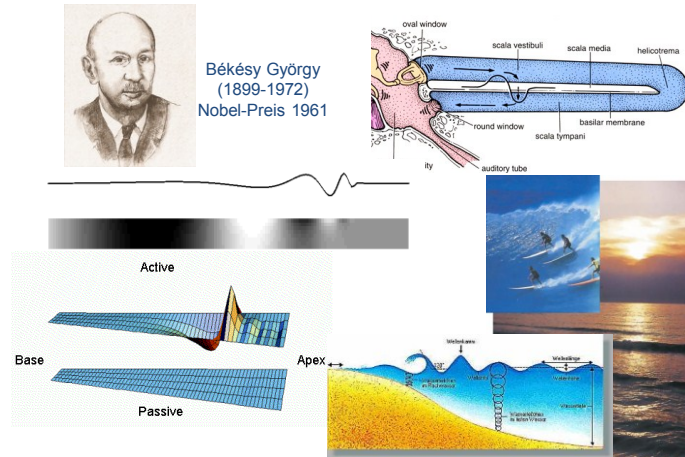


Hermann von Helmholtz
(1821-1894):
„Saitentheorie“

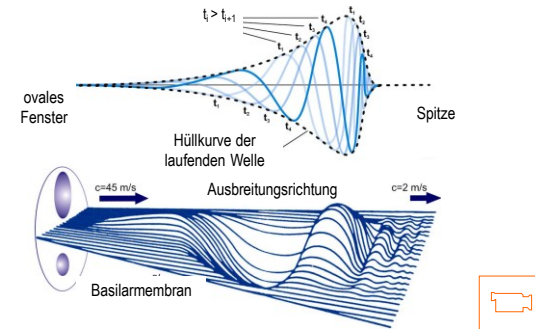


8

Wanderwellen-Theorie von Békésy

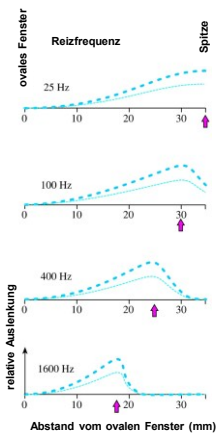


Bewegung der Wanderwellen



10

Frequenz- und Intensitätsanalyse



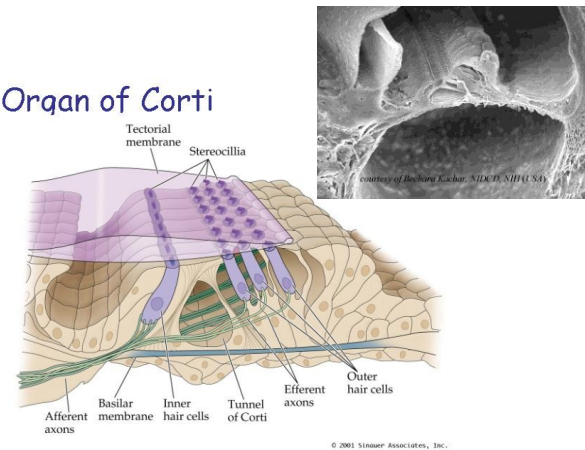
Schallreiz → Wanderwellen

Frequenz ↔ Lokalisation der Hüllkurve
Intensität ↔ Amplitude der Hüllkurve

11

Umwandlung in elektrische Signale

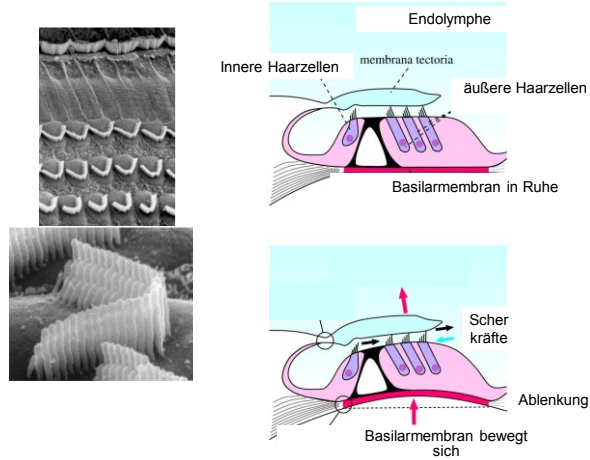
Organ of Corti



© 2001 Sinauer Associates, Inc.

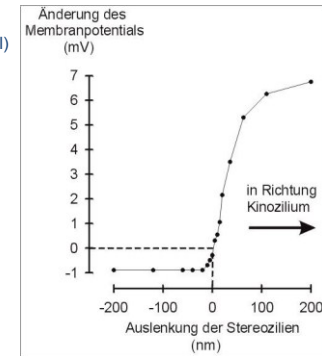
12

Haarzellen als mechano-elektrische Transducer

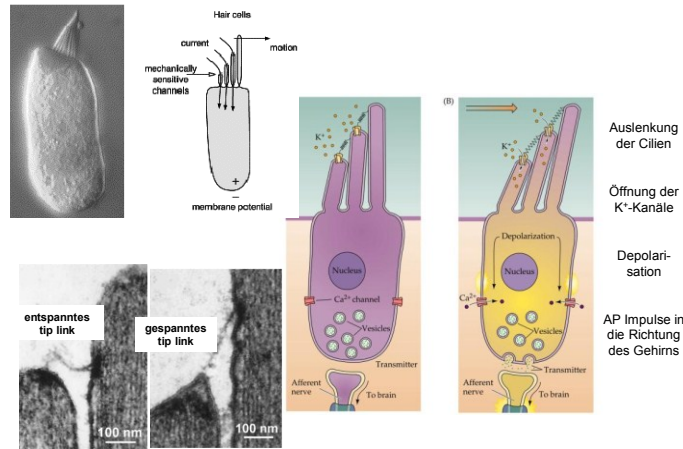


13

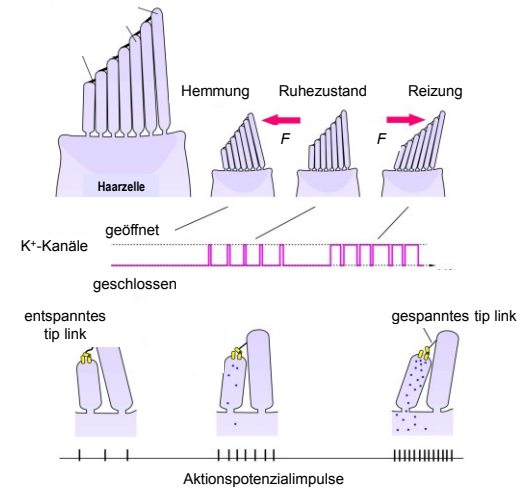
Rezeptorpotenzial (Mikrophonpotenzial)



14

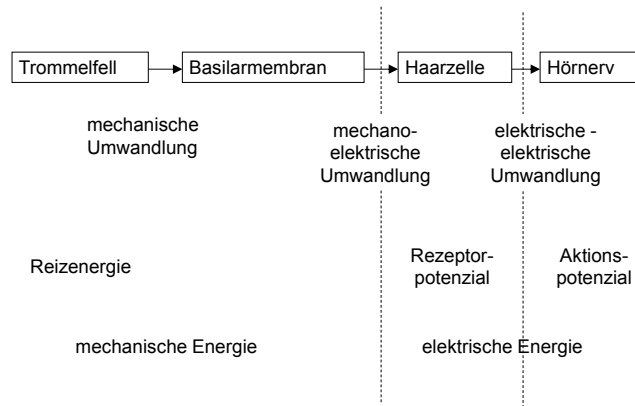


15



16

Signalumwandlungen beim Gehör



17

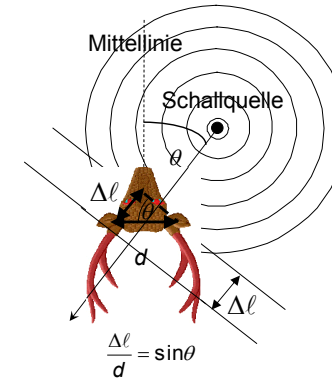
Richtungshören

Richtungsbestimmung 1 - Zeitverzögerung (zweiöhriges Richtungshören)

Zeitverzögerung (Δt):

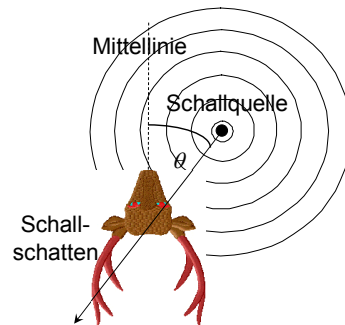
$$\Delta t = \frac{\Delta \ell}{c} = \frac{d \sin \theta}{c}$$

d : Abstand der Ohren



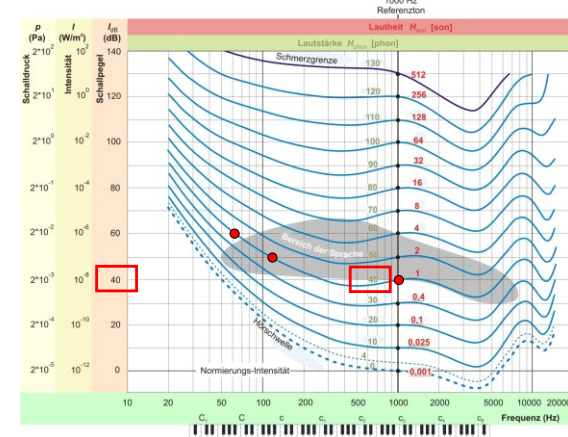
18

Richtungsbestimmung 2 – Intensitätsunterschied (zweiöhriges Richtungshören)



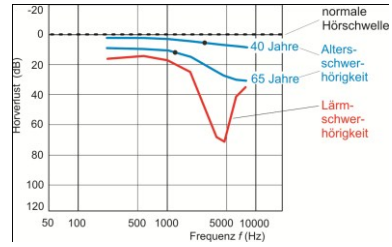
19

Lautstärke - Lautheit



20

Audiometrie



21

Biophysik für Mediziner: ■ IV/3
■ VII/3

22