

Medizinische Biophysik

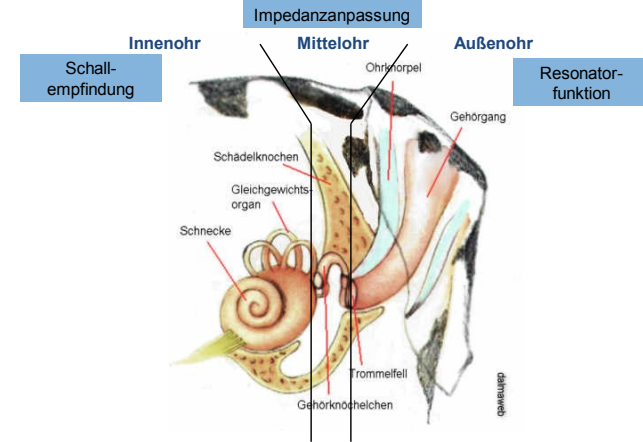
2013.
05. 13.

Das Ohr und das Gehör



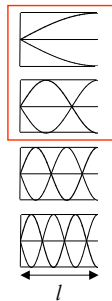
1

Aufbau des Ohres



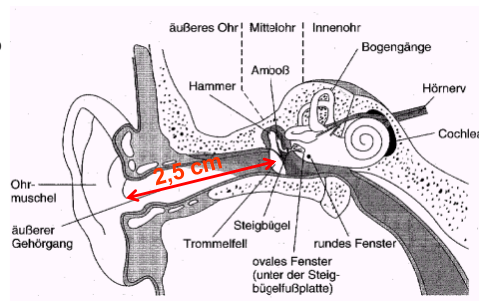
2

Resonatorfunktion des Außenohres



$$f_0 = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{4 \cdot l}$$

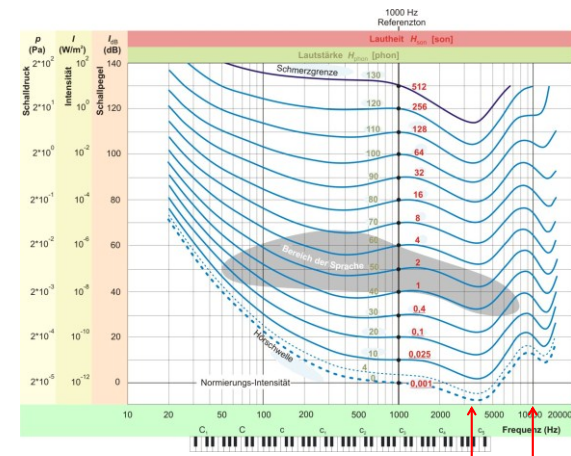
$$f_1 = 3f_0$$



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

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

3

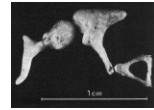
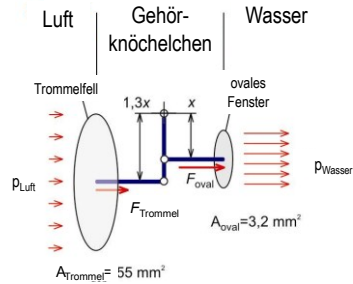


4

Mittelohr als Impedanzanpasser

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

Funktion von Gehörknöchelchen

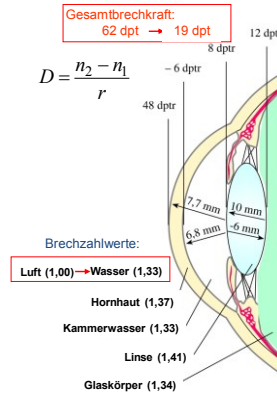


Druckerhöhung:
(Hebel + Flächenverkleinerung)

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

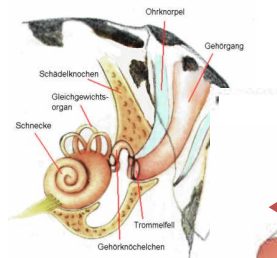
5

Hören (und Sehen) unter Wasser?

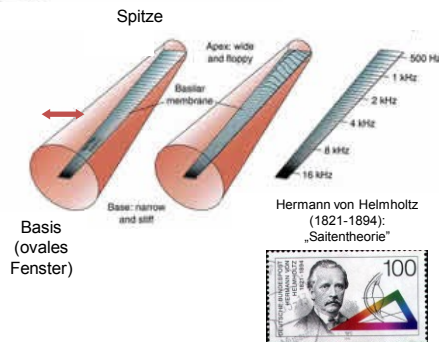


6

Aufbau des Innenohres



Basilar membrane

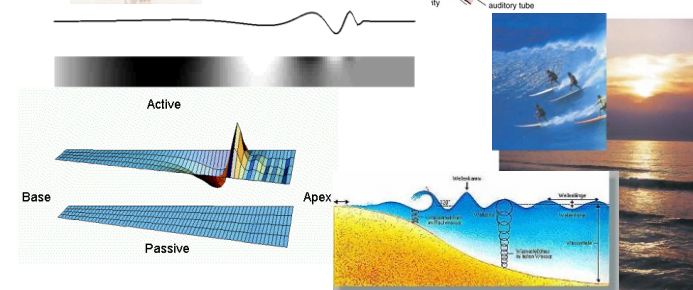
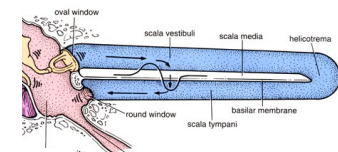


7

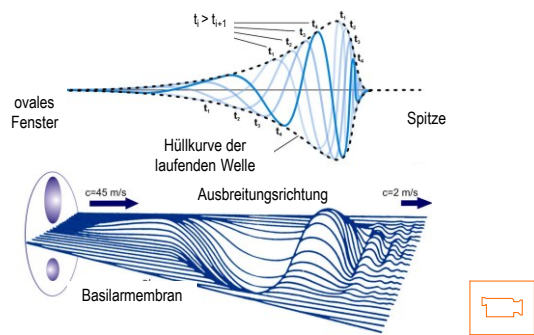
Wanderwellen-Theorie von Békésy



Békésy György
(1899-1972)
Nobel-Preis 1961

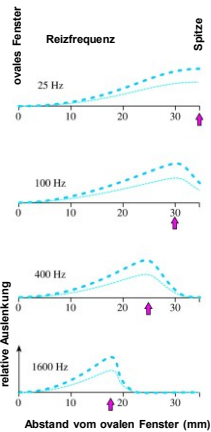


Bewegung der Wanderwellen



9

Frequenz- und Intensitätsanalyse



Schallreiz → Wanderwellen

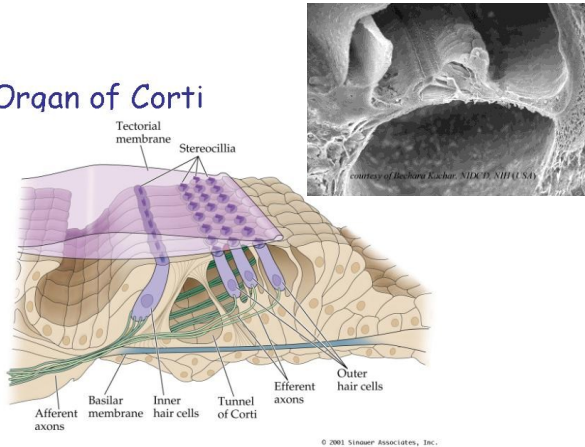
Frequenz ↔ Lokalisation der Hüllkurve

Intensität ↔ Amplitude der Hüllkurve

10

Umwandlung in elektrische Signale

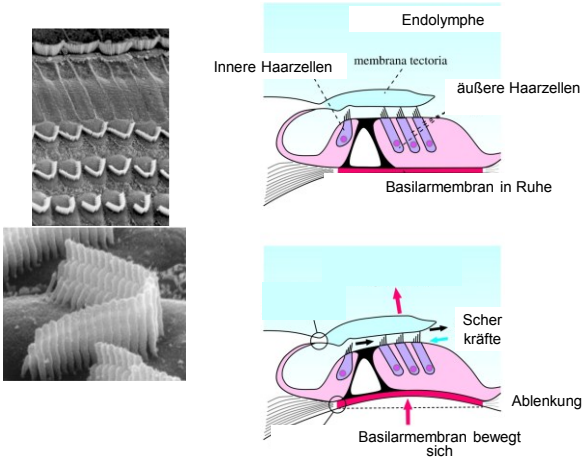
Organ of Corti



© 2001 Sinauer Associates, Inc.

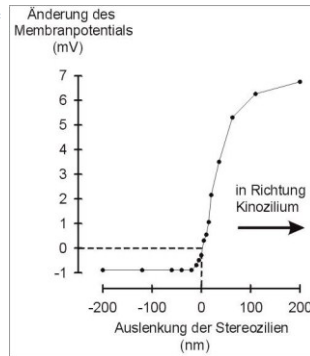
11

Haarzellen als mechano-elektrische Transducer

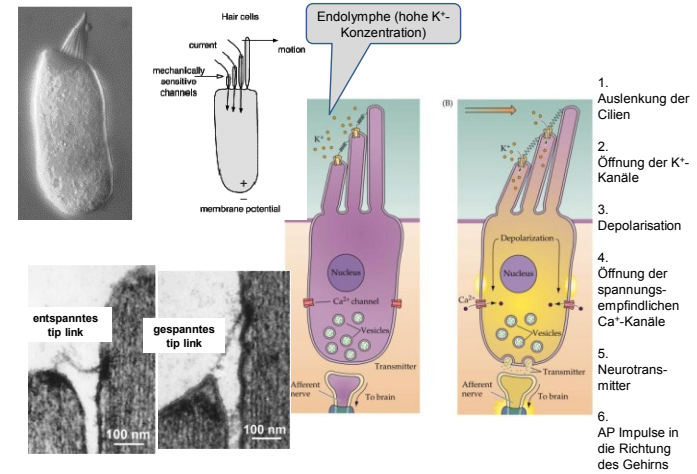


12

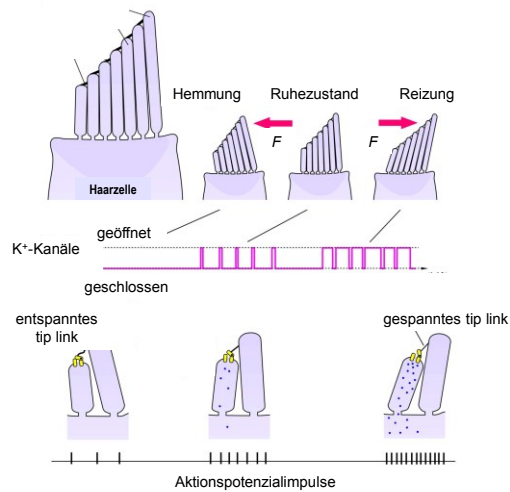
Rezeptorpotenzial
(Mikrophonpotenzial) =



13

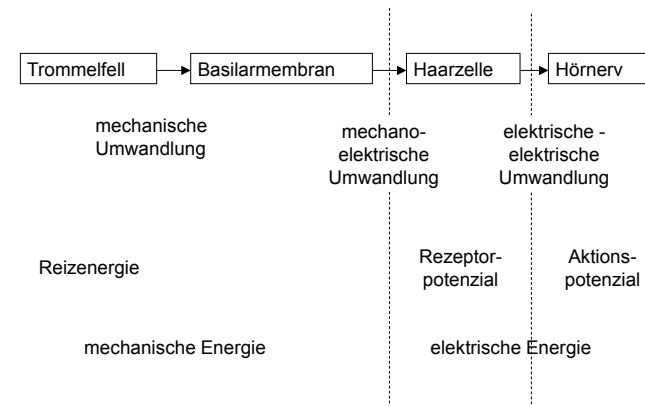


14



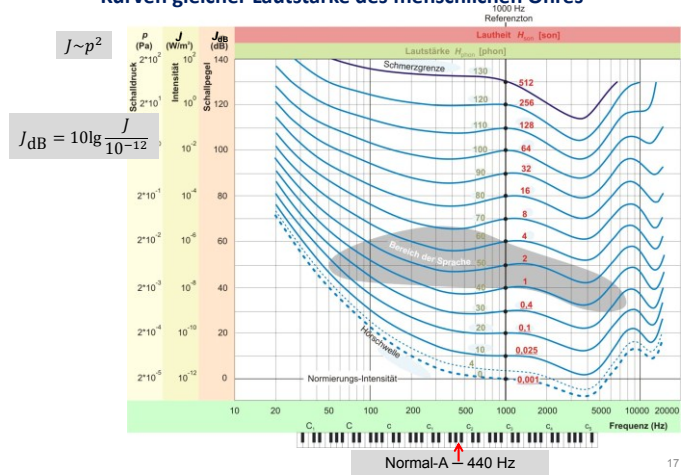
15

Signalumwandlungen beim Gehör

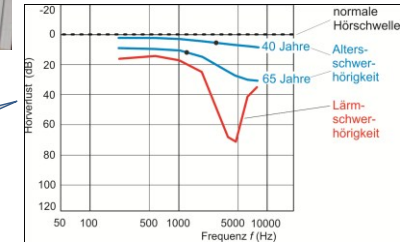
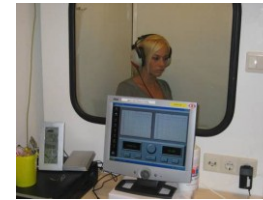


16

Kurven gleicher Lautstärke des menschlichen Ohres

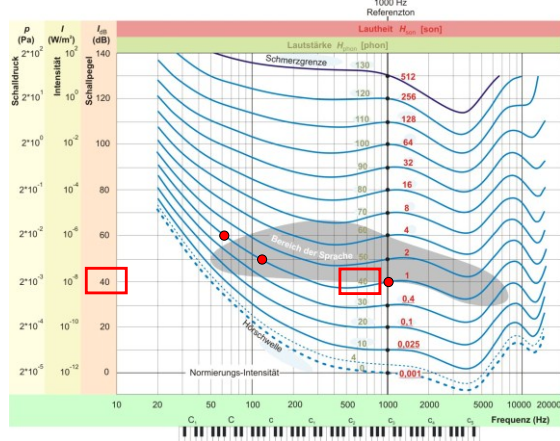


Audiometrie



$J_{\text{dB Patient}} - J_{\text{dB norm}}$

Lautstärke – Phon-Skala



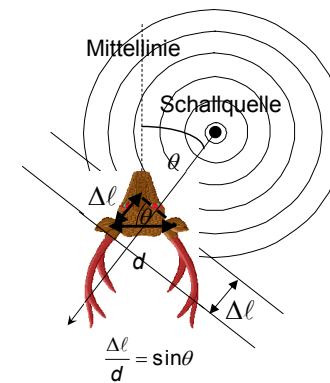
Richtungshören

Richtungsbestimmung 1 - Zeitverzögerung (zweiohriges Richtungshören)

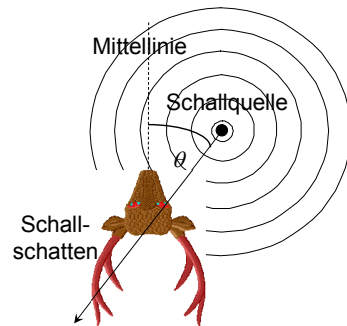
Zeitverzögerung (Δt):

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

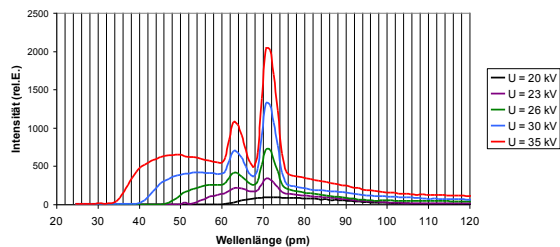
d : Abstand der Ohren



Richtungsbestimmung 2 – Intensitätsunterschied (zweiohriges Richtungshören)



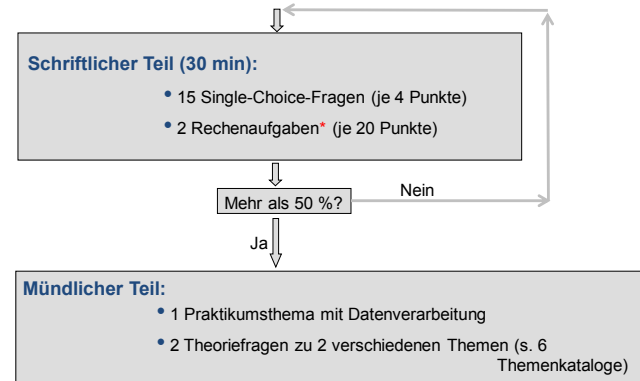
Zum Beispiel 6. Röntgen_1



Die Spektren einer Röntgenröhre sind bei verschiedenen Beschleunigungsspannungen zu sehen. Aufgrund der Abbildung konstruieren Sie eine weitere Abbildung, die das Duane–Hunt-Gesetz beweist.

21

Rigorosum (aus dem ganzjährigen Stoff!)



* s. Aufgaben in den Themenkatalogen und in den Vorlesungsskripten + **ähnliche!**

22

Zum Beispiel

40	Physikalische Grundlagen der Nuklearmedizin	Wechselwirkungen der Kernstrahlungen mit der Materie; Elementarprozesse der Schwächung: Photoeffekt, Compton-Streuung, Paarbildung, elastische Streuung; Massenschwächungskoeffizienten, Energieabhängigkeit
92	Transportprozesse	Diffusion: brownische Bewegung Stoffstromstärke (-dichte), 1. Ficksches Gesetz, Diffusionskoeffizient, Einstein–Stokes-Gleichung chemisches Potenzial

23

24