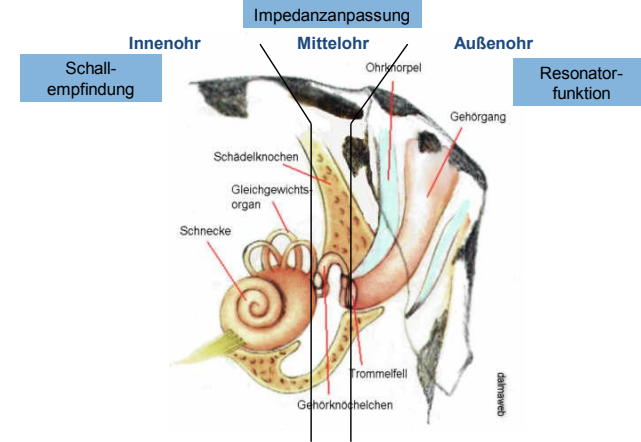


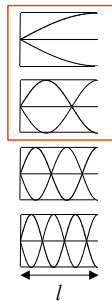
## Das Ohr und das Gehör

- Aufbau des Ohres
- Resonatorfunktion des Außenohres
- Das Mittelohr als Impedanzanpasser
- Aufbau des Innenohres
- Wanderwellen-Theorie von Békésy
- Frequenz- und Intensitätsanalyse
- Umwandlung in elektrische Signale - Haarzellen
- Hörkurven
- Audiometrie, Audiogramm
- Lautstärke – Phon-Skala
- Richtungshören

## Aufbau des Ohres

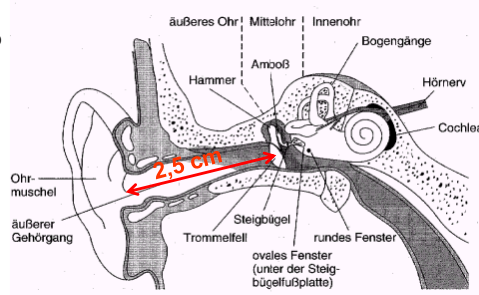


## Resonatorfunktion des Außenohres



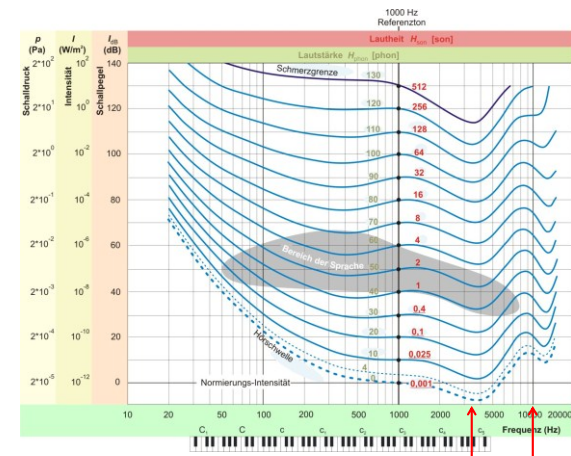
$$f_0 = \frac{c}{4l} = \frac{c}{4 \cdot l}$$

$$f_1 = 3f_0$$



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

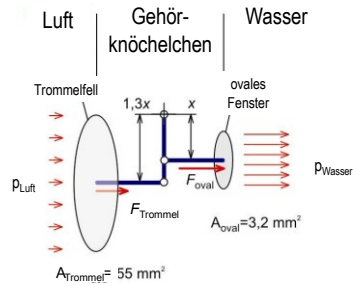
$$f_1 = 9900 \text{ Hz}$$



## Das Mittelohr als Impedanzanpasser

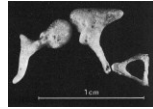
$$R = \frac{J_{\text{refl}}}{J_{\text{cin}}} = \left( \frac{Z_{\text{Wasser}} - Z_{\text{Luft}}}{Z_{\text{Wasser}} + Z_{\text{Luft}}} \right)^2 = 0,9989!$$

### Funktion von Gehörknöchelchen

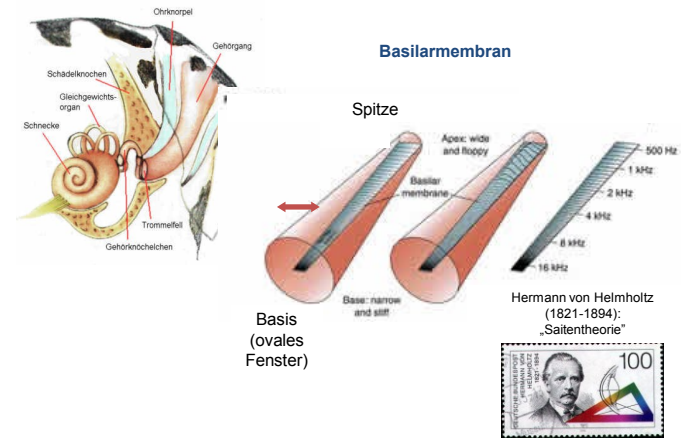


Druckerhöhung:  
(Hebel + Flächenverkleinerung)

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



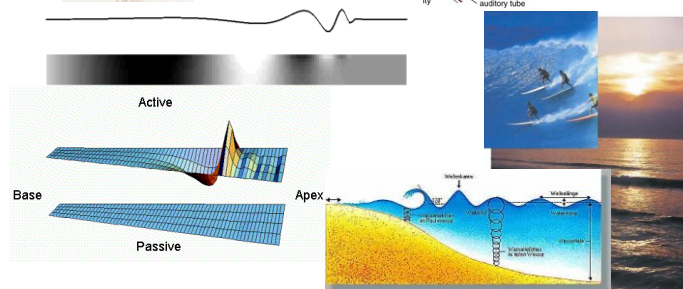
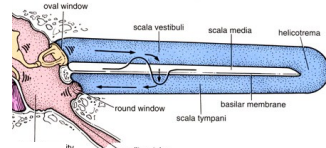
## Aufbau des Innenohres



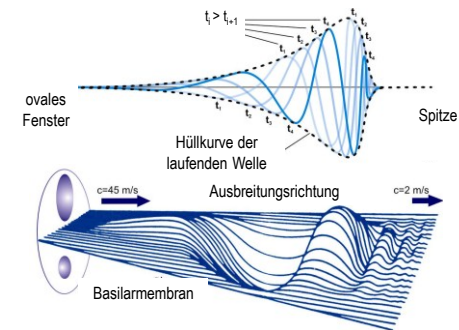
## Wanderwellen-Theorie von Békésy



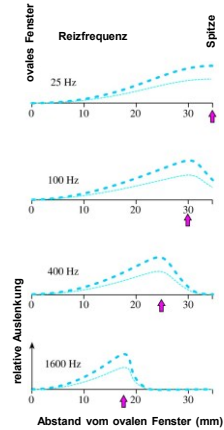
Békésy György  
(1899-1972)  
Nobel-Preis 1961



## Bewegung der Wanderwellen



## Frequenz- und Intensitätsanalyse



Schallreiz → Wanderwellen

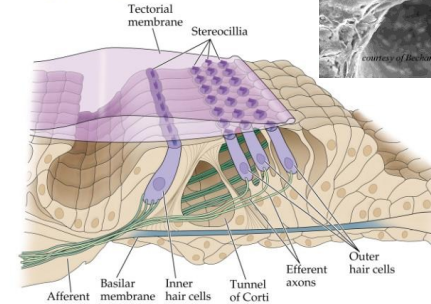
Frequenz ↔ Lokalisation der Hüllkurve

Intensität ↔ Amplitude der Hüllkurve

9

## Umwandlung in elektrische Signale

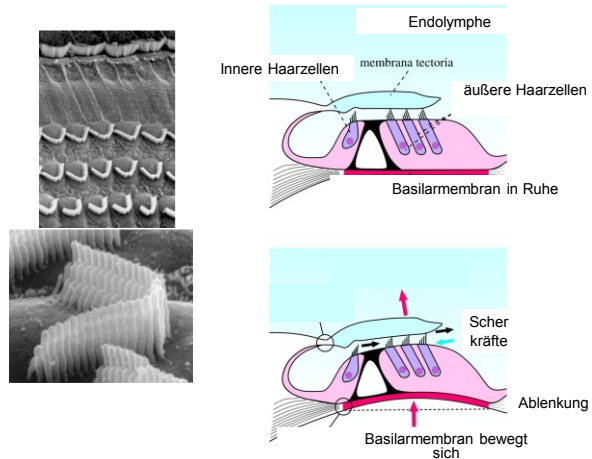
### Organ of Corti



© 2001 Sinauer Associates, Inc.

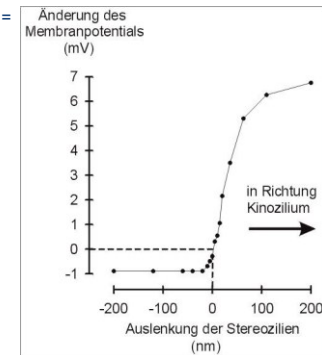
10

## Haarzellen als mechano-elektrische Transducer

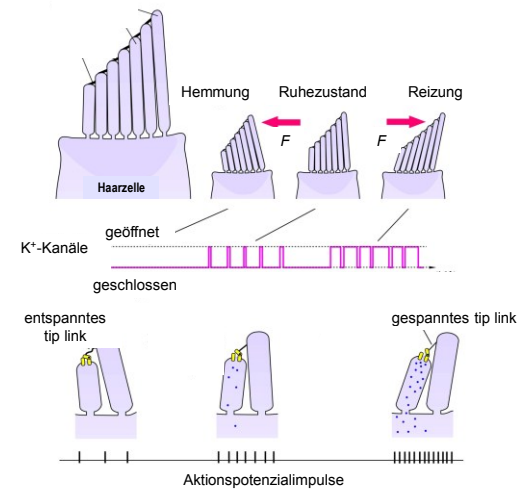
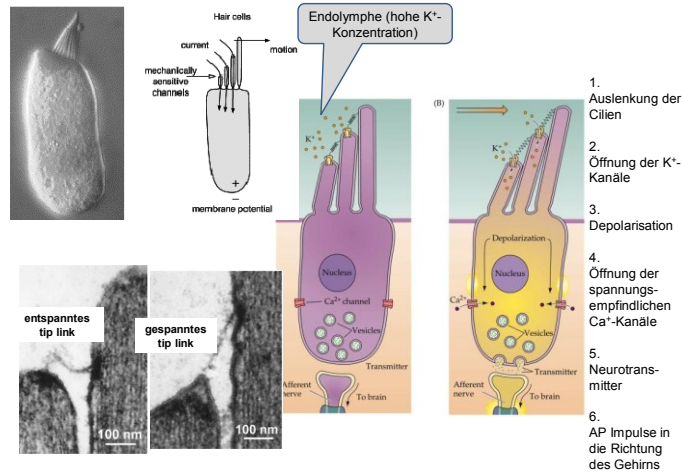


11

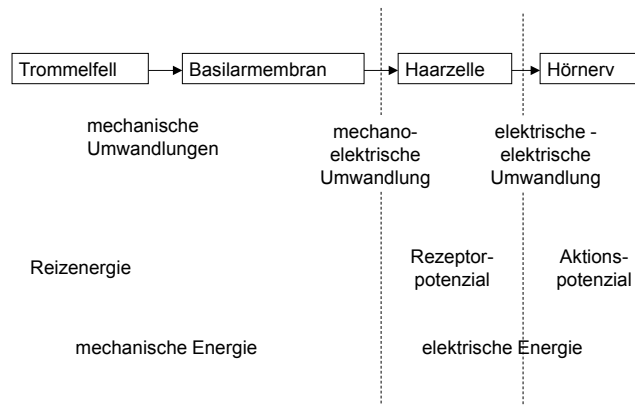
Rezeptorpotenzial  
(Mikrophonpotenzial) =



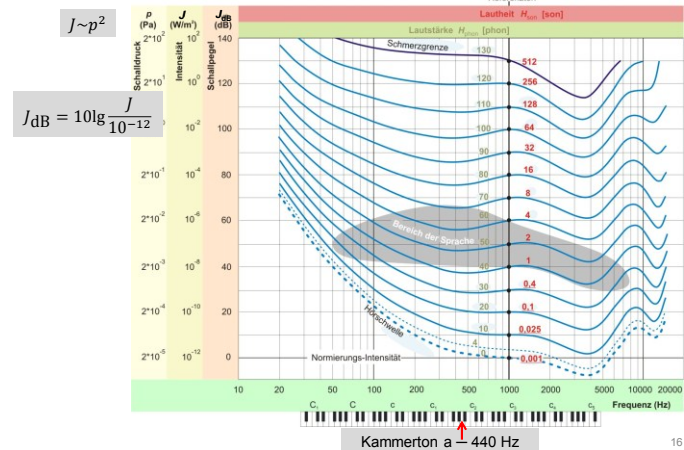
12



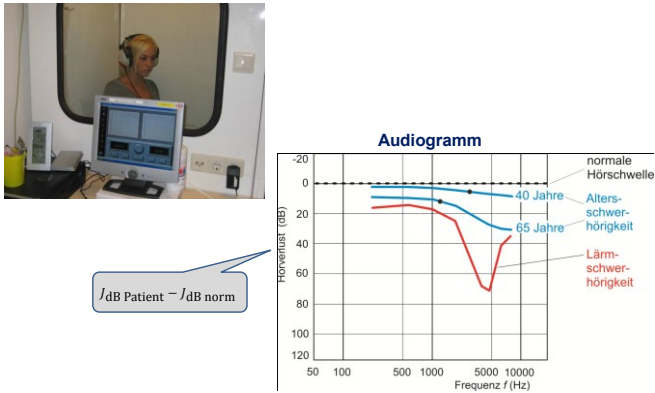
## Signalumwandlungen beim Gehör



## Hörkurven

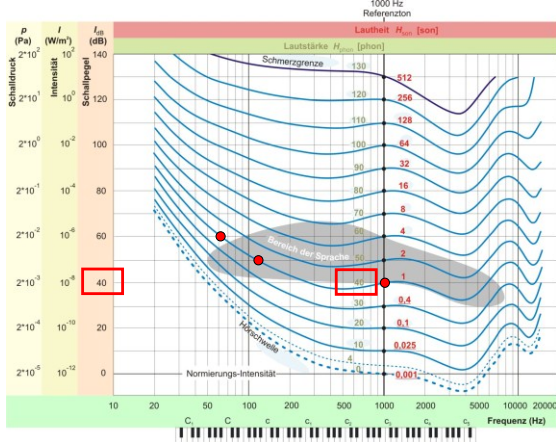


Audiometrie



17

Lautstärke – Phon-Skala



18

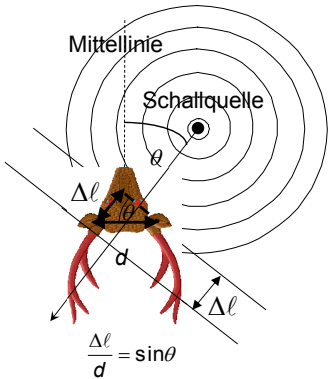
Richtungshören

Richtungsbestimmung 1 - Zeitverzögerung  
(zweiohriges Richtungshören)

Zeitverzögerung ( $\Delta t$ ):

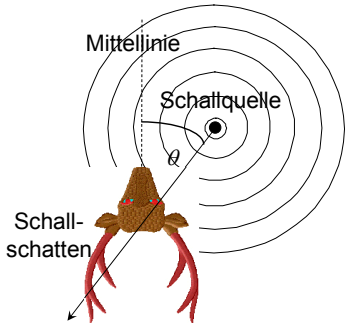
$$\Delta t = \frac{\Delta \ell}{c} = \frac{d \sin \theta}{c}$$

$d$ : Abstand der Ohren



19

Richtungsbestimmung 2 – Intensitätsunterschied  
(zweiohriges Richtungshören)



Hausaufgaben: Neue Aufgabensammlung 5. Teil 4.17-18 und 20-26

20