

HÖRSINN

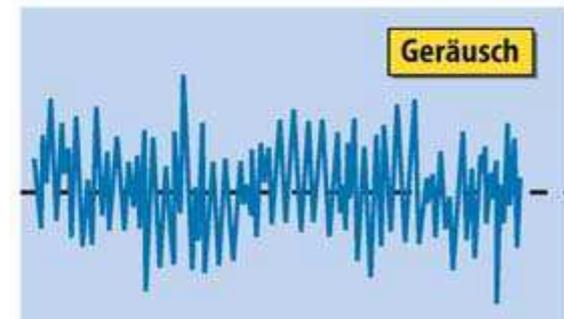
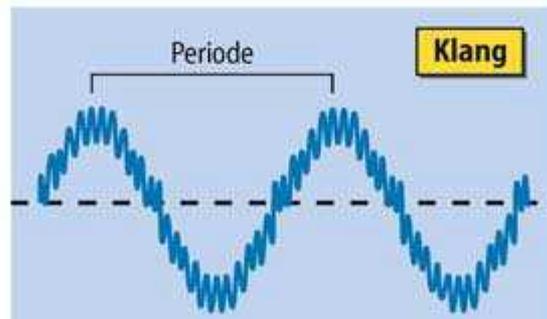
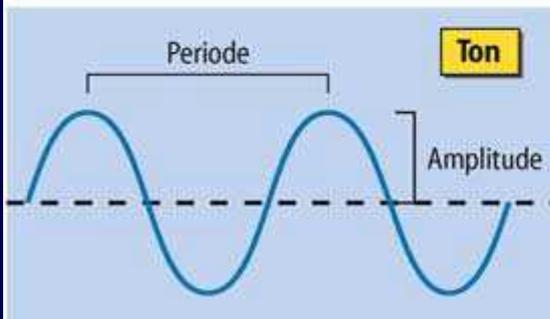
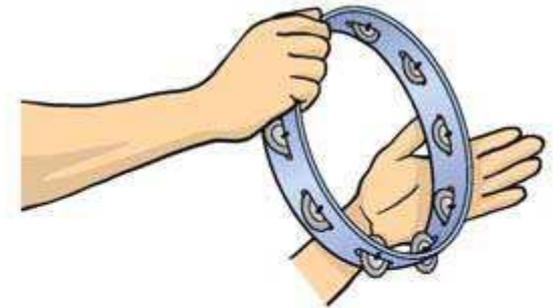
Dr. László Dézsi

Schallwellen

Schall: Schwingungen von Luftmolekülen

Frequenz der Schall: Schwingungen pro Sekunde (Hertz, Hz)

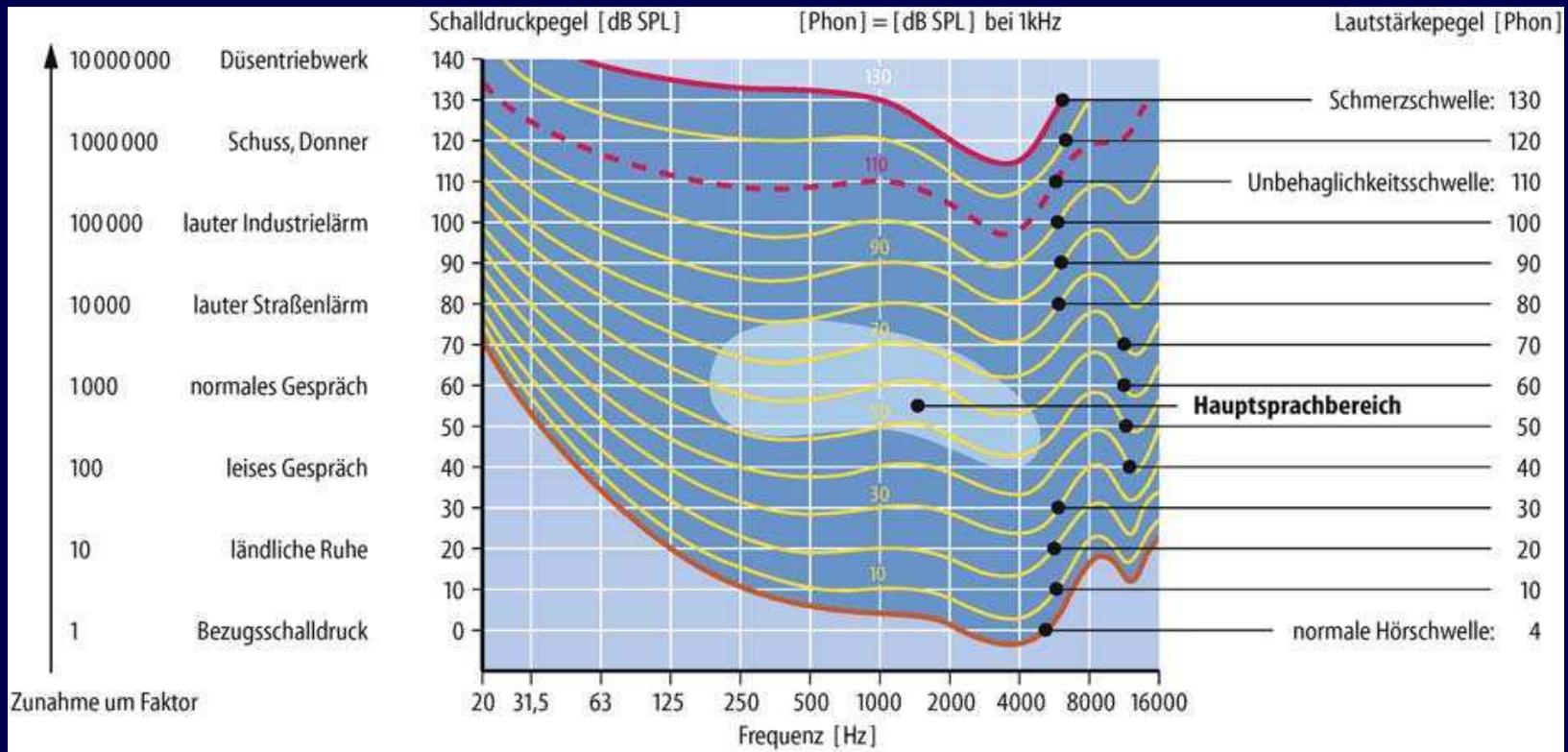
Schalldruck: N/m^2 (Pa)



Der Schalldruckverlauf eines Tons, eines Klangs sowie eines Geräuschs in Abhängigkeit von der Zeit

Schalldruck und Schalldruckpegel

Empfindlichkeit des Hörorgans bei 4.000 Hertz am höchsten
Hörbereich 20–16.000 Hertz
Bei 1.000 Hertz Phon = Dezibel



Isophone (Kurven gleicher Lautstärkepegel in Phon), Hörfläche und Hauptsprachbereich

Definition des Schalldruckpegels

Schalldruckpegels in dB SPL (sound pressure level)

$$L = 20 \log P_x/P_0 \text{ [dB]}$$

Beschreibende Schalldruck P_x , Bezugsschalldruck P_0

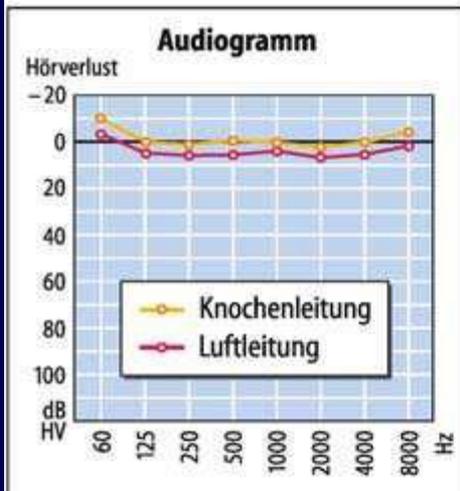
0 dB Schalldruck = 2×10^{-5} Pa

20 dB Verstärkung = Verzehnfachung des Schalldrucks

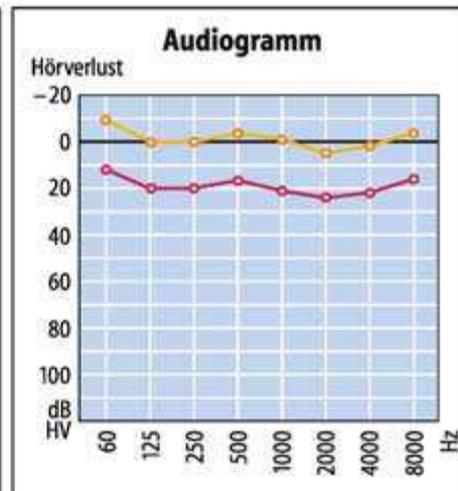
140 dB Schalldruck = Schmerzschwelle und Schädigung

Tonschwellenaudiogramm

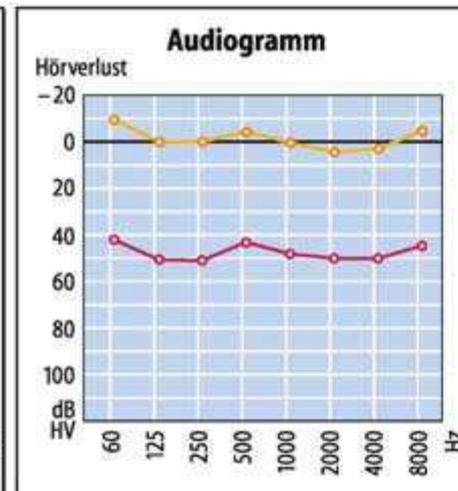
A Normal



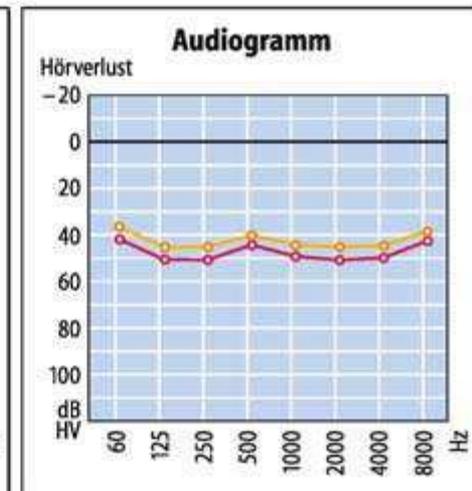
B Ohr verschlossen



C Trommelfell und Gehörknöchelchen fehlen

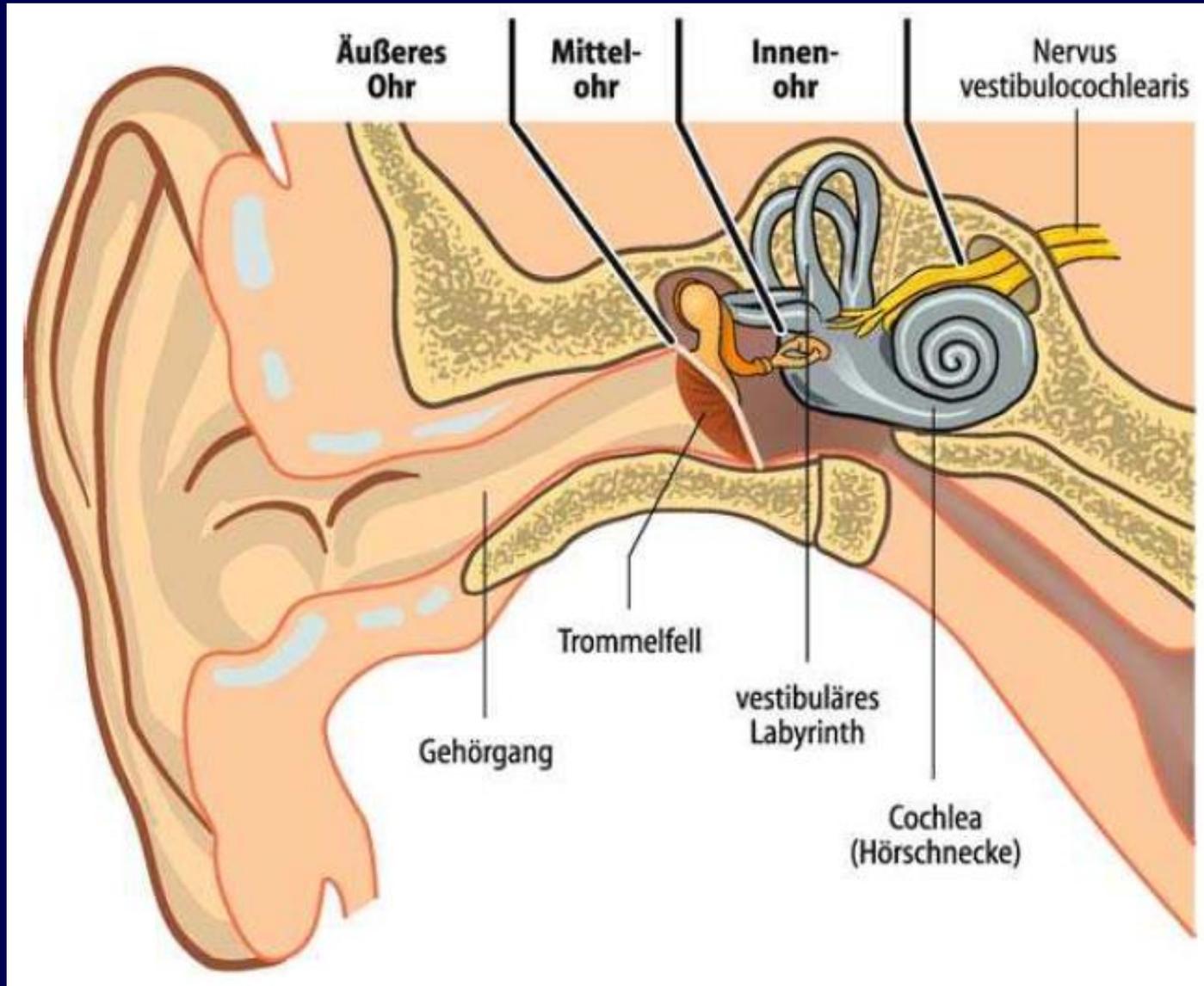


D Innenohrschaden



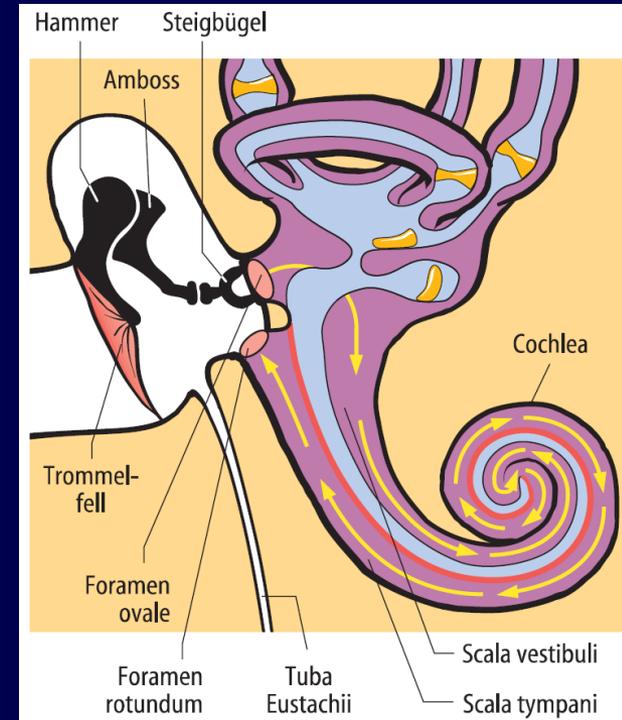
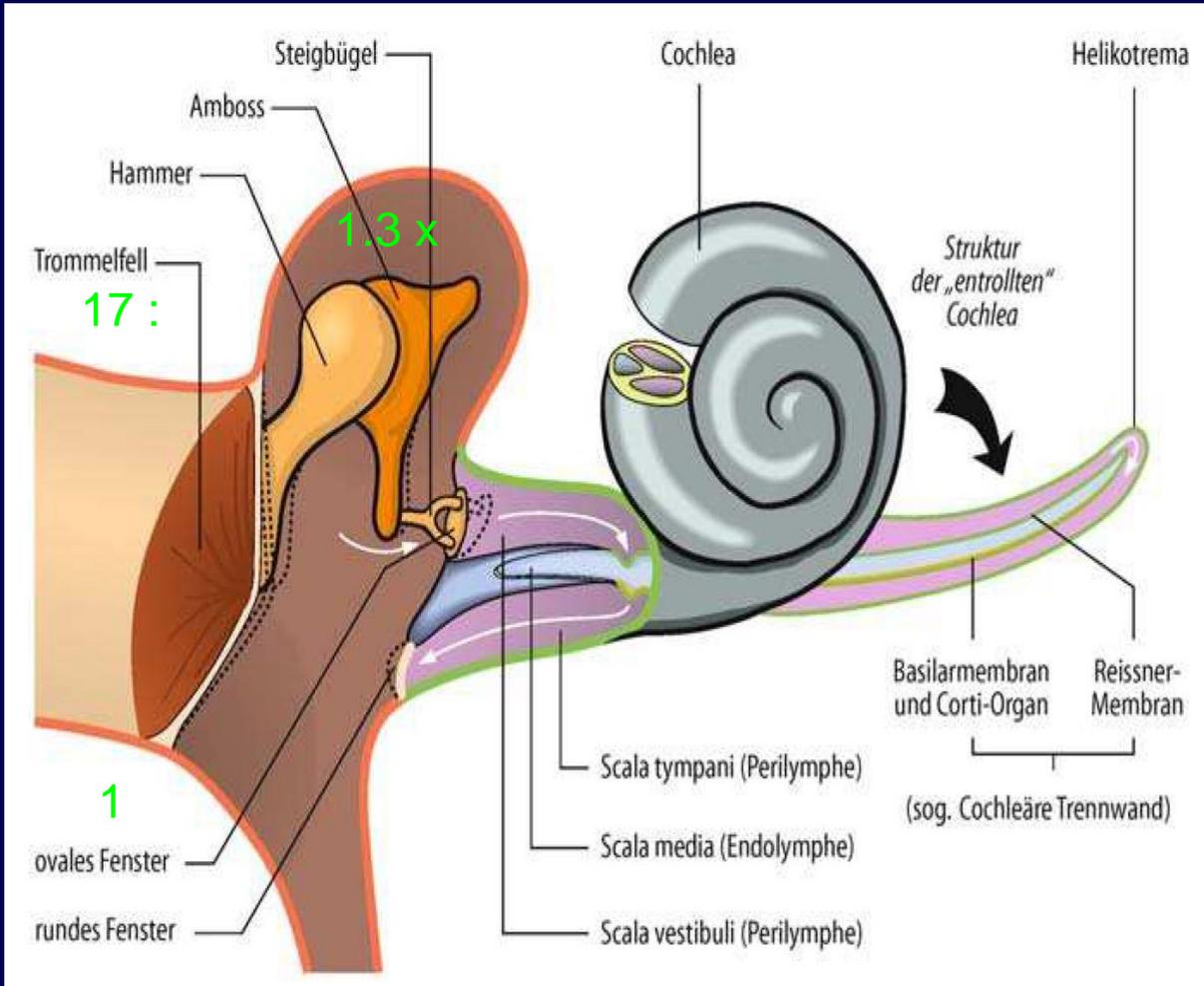
Die Schwelle bei Luftleitung (Kopfhörer) ist rot, die Schwelle bei der Knochenleitung (Vibrator wird auf Mastoidknochen aufgesetzt) ist gelb gezeichnet.

Die Schalleitung zum Innenohr



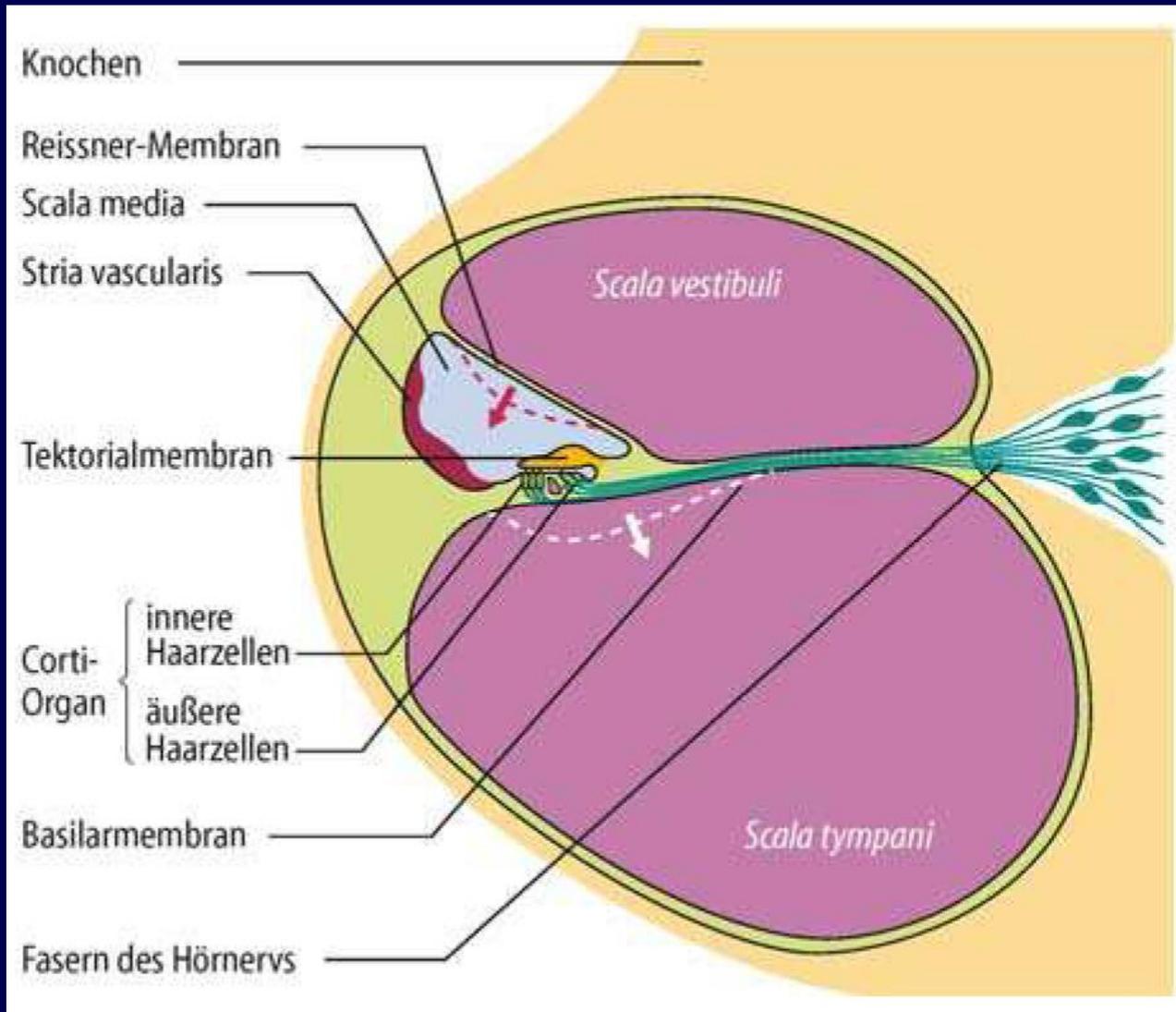
Schematische Darstellung des Ohres

Schema von Mittelohr und Kochlea



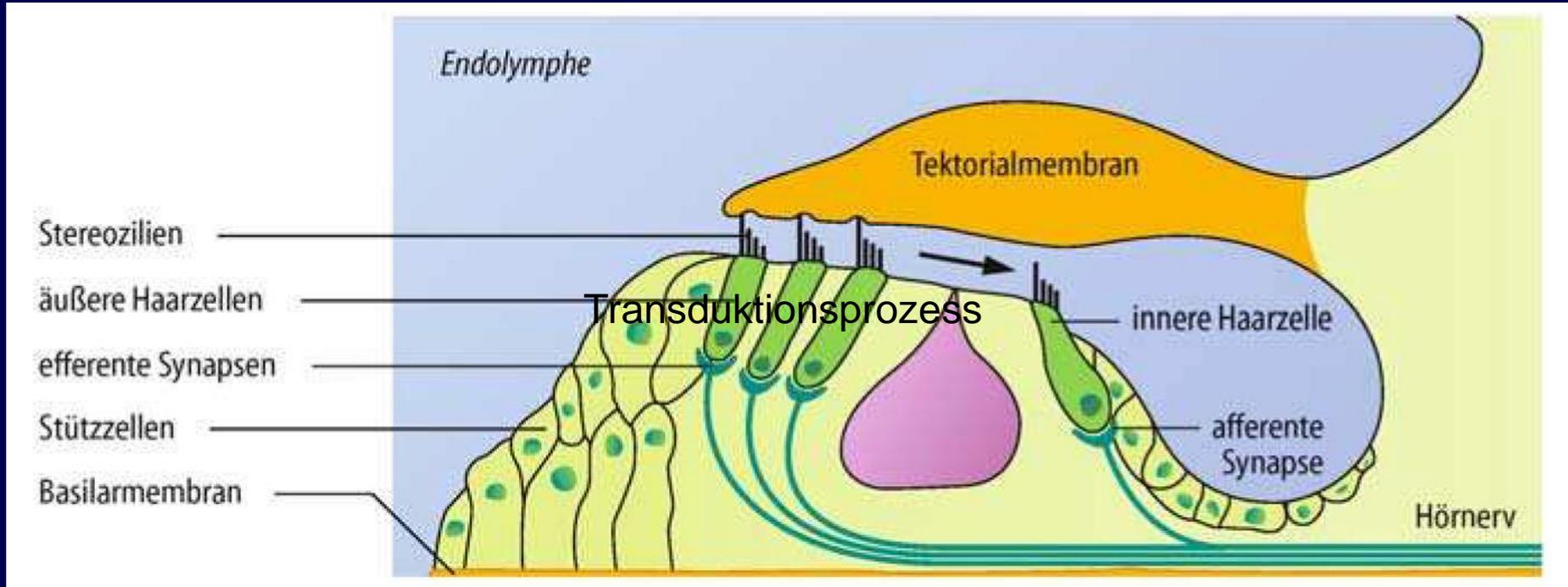
Verstärkungsfaktor im Mittelohr in Total: 22 x

Hörsinnesorgan Innenohr



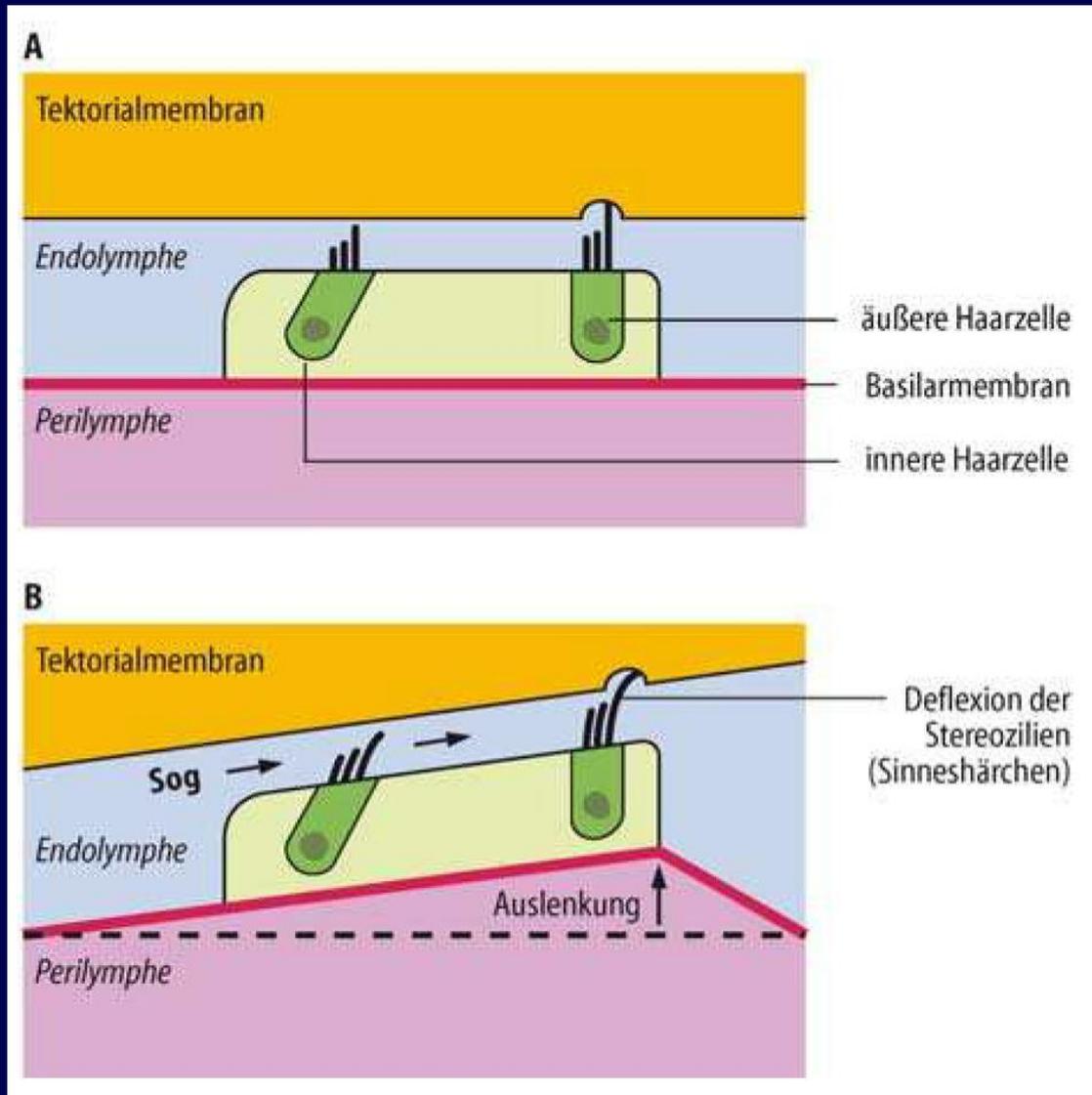
Querschnitt durch die Cochlea

Schwingungen im Innenohr



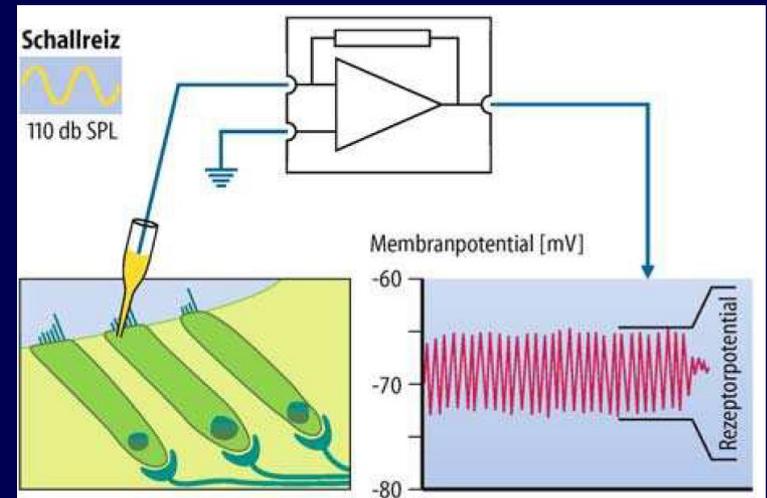
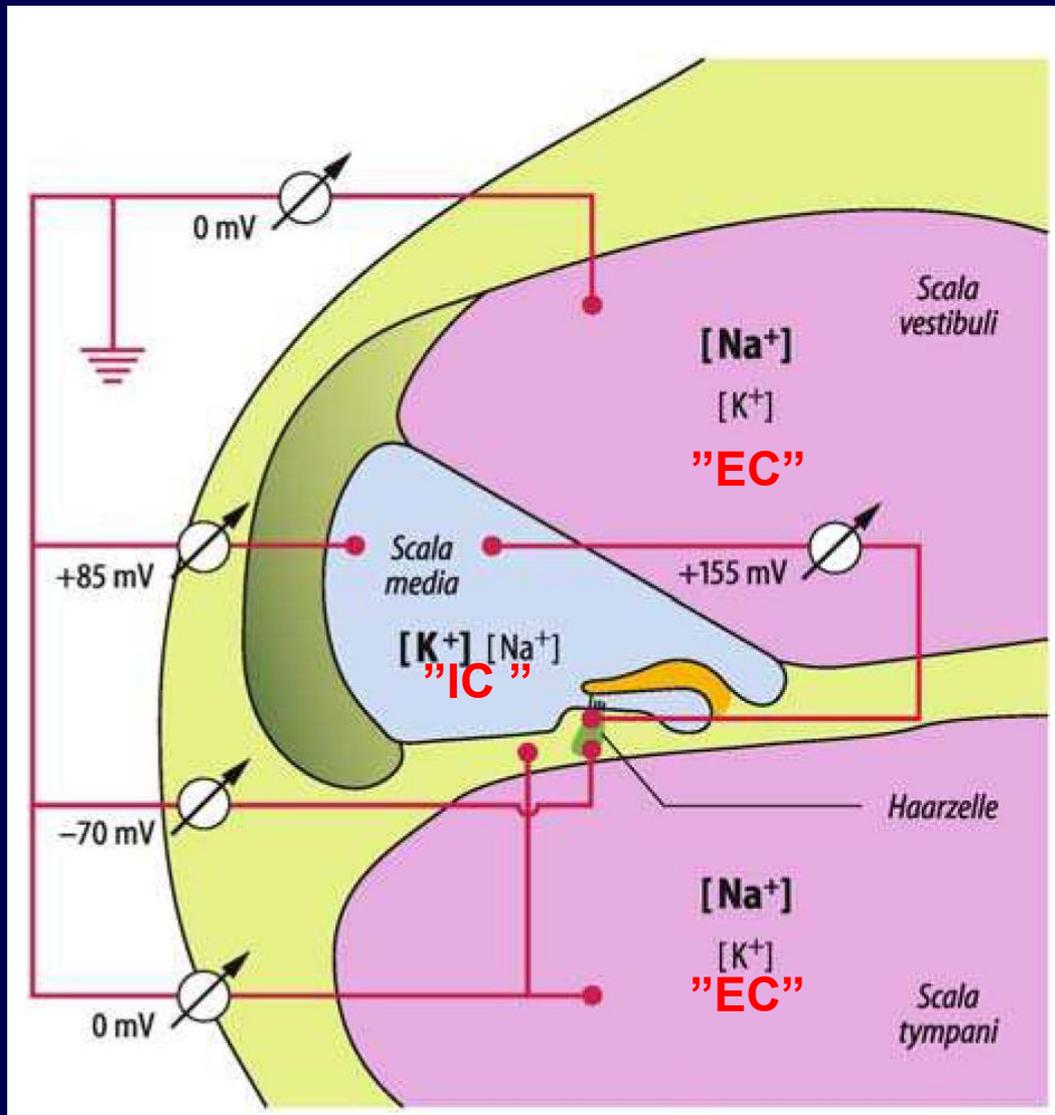
Querschnitt durch das Corti-Organ

Abscherung der Sinneshärchen



Erregungsmechanismus der Haarzellen

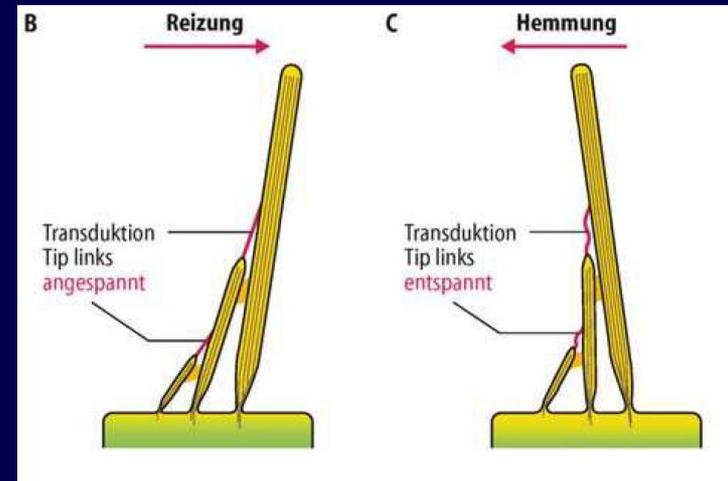
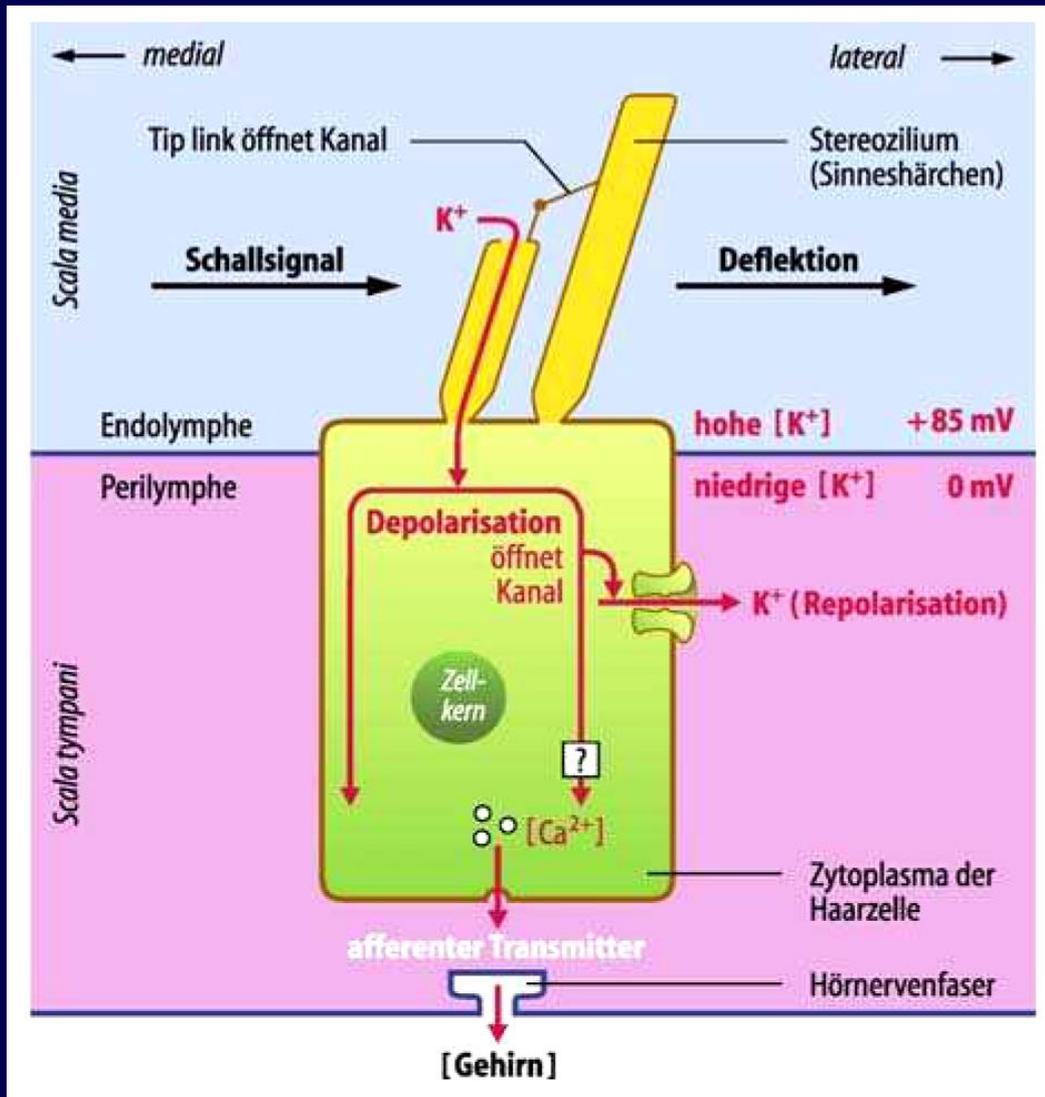
Transduktionsprozess



Potenzialmessungen an Haarzellen mit Mikroelektroden

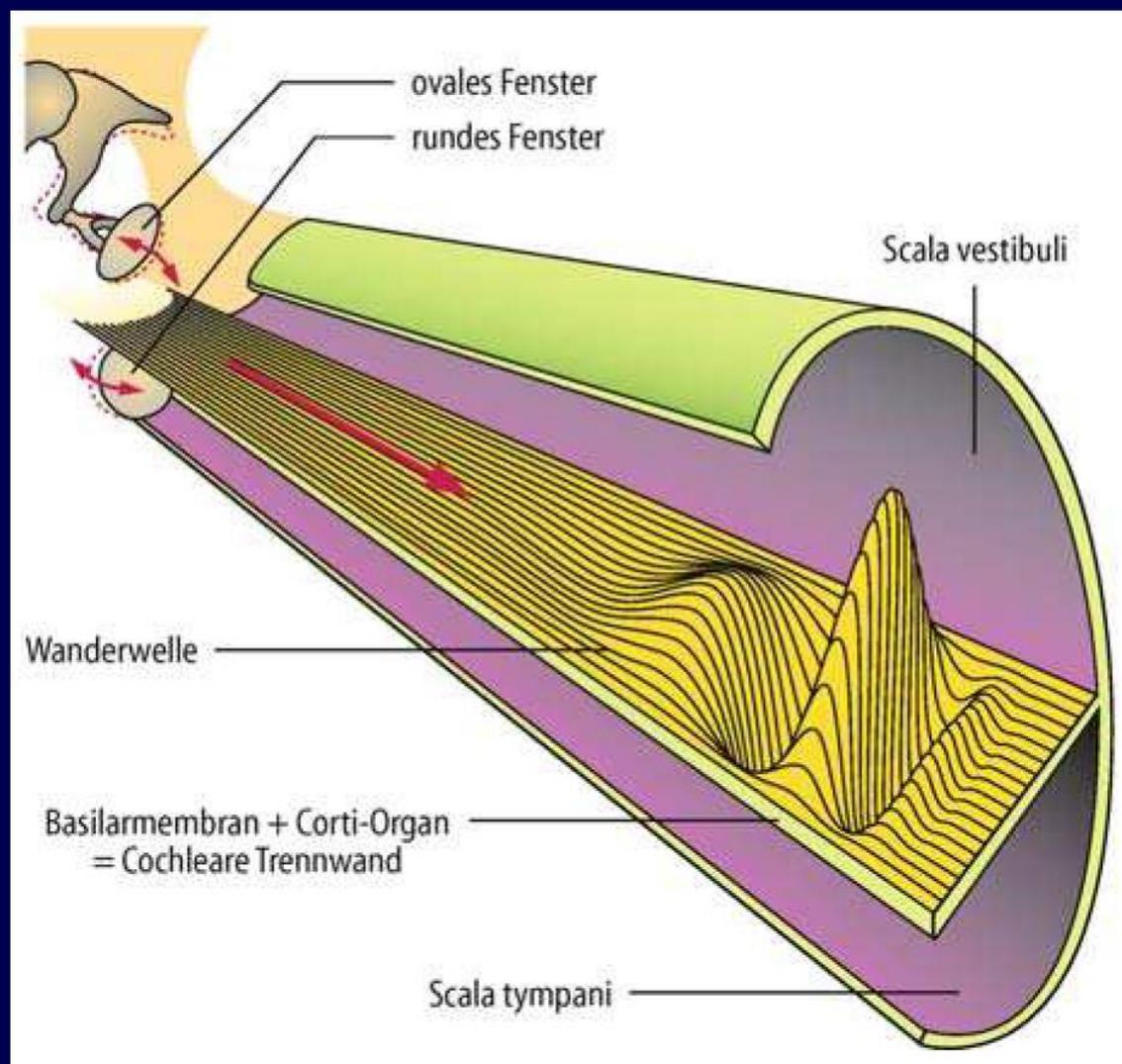
Endokochleäres Potenzial

Transduktionsprozess



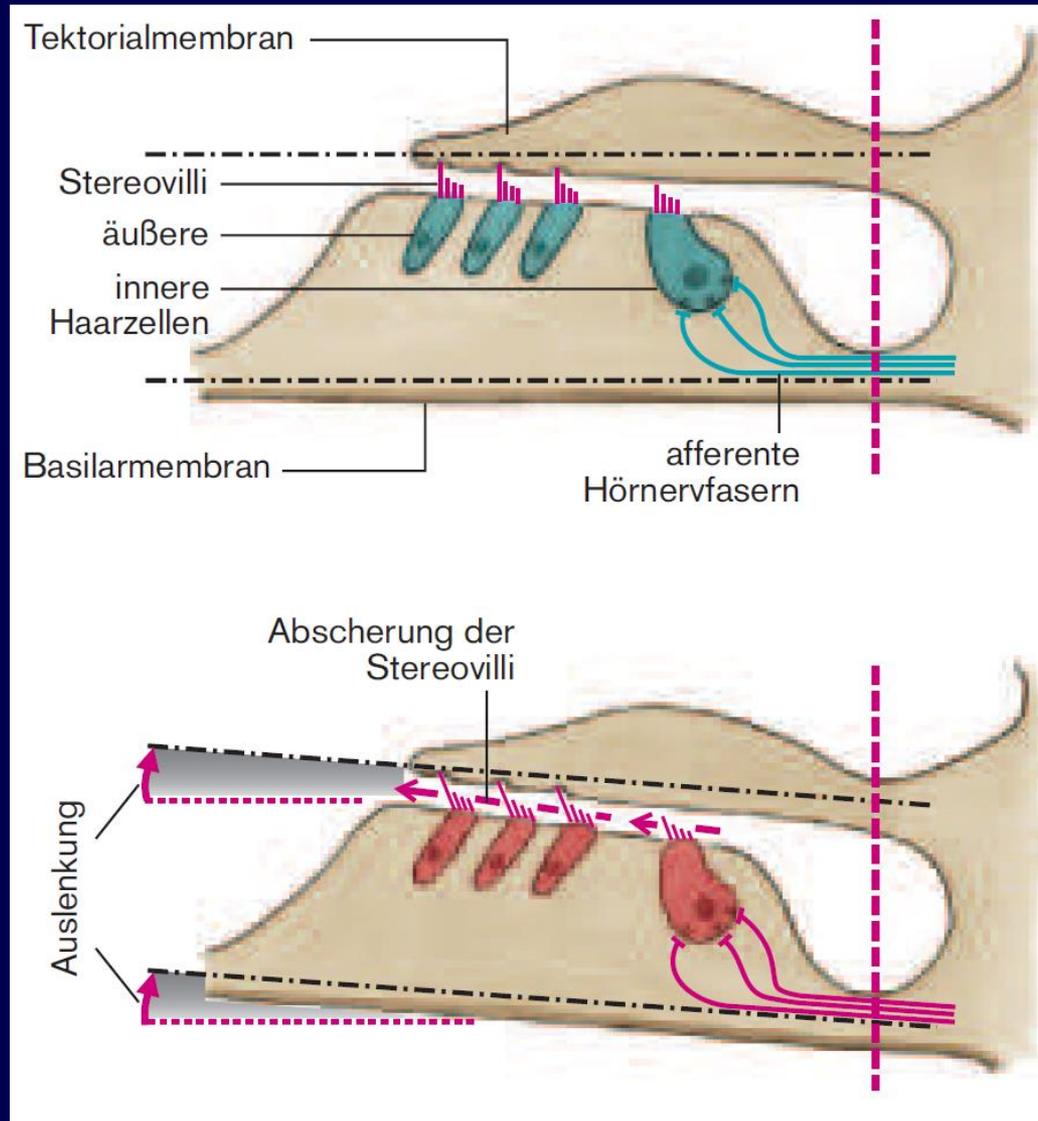
Transduktionschritte von Haarzellen

Frequenzselektivität: Grundlage des Sprachverständnisses



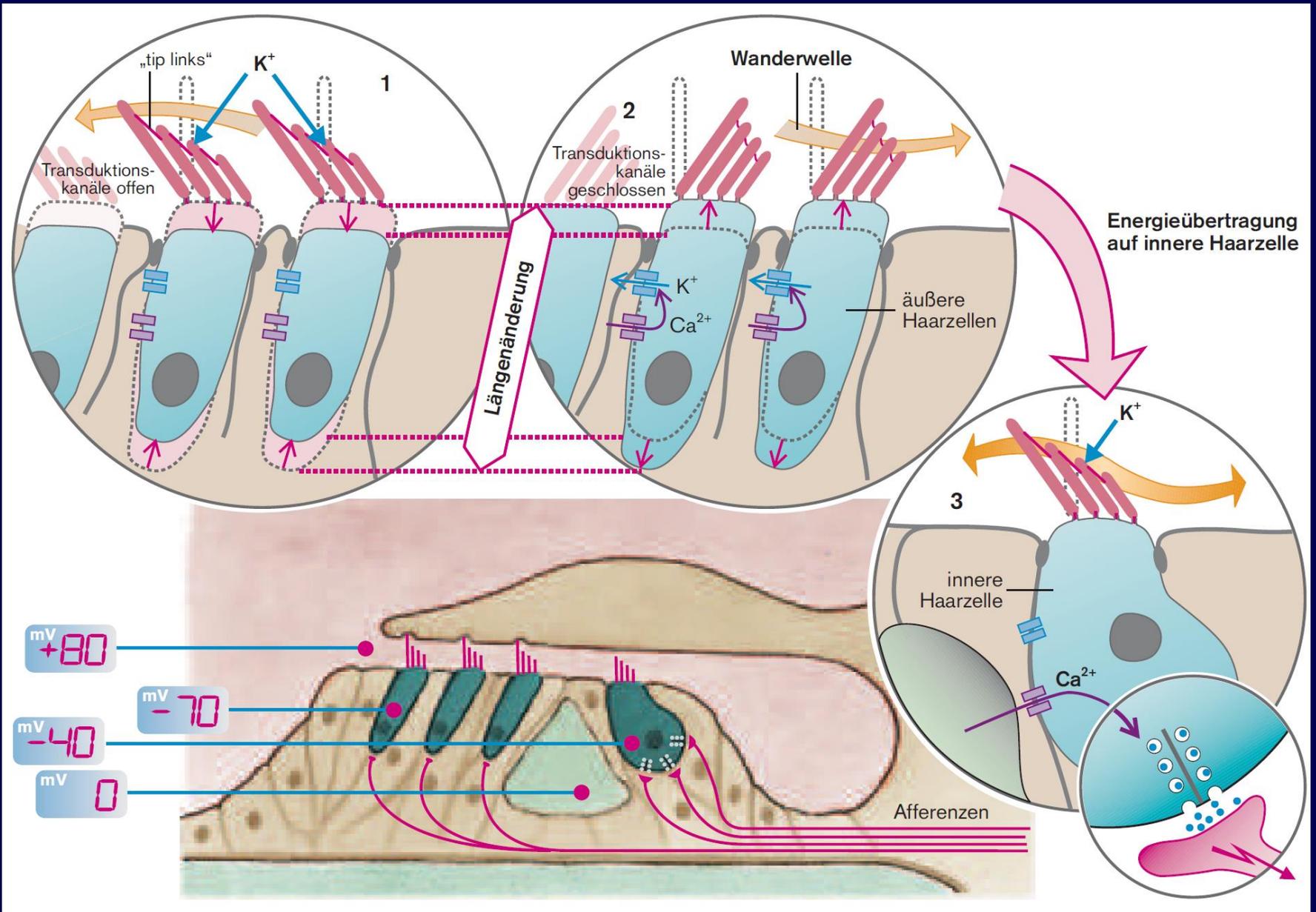
Die Wanderwelle in den kochleären Membranen

Bewegungen der Stereovilli

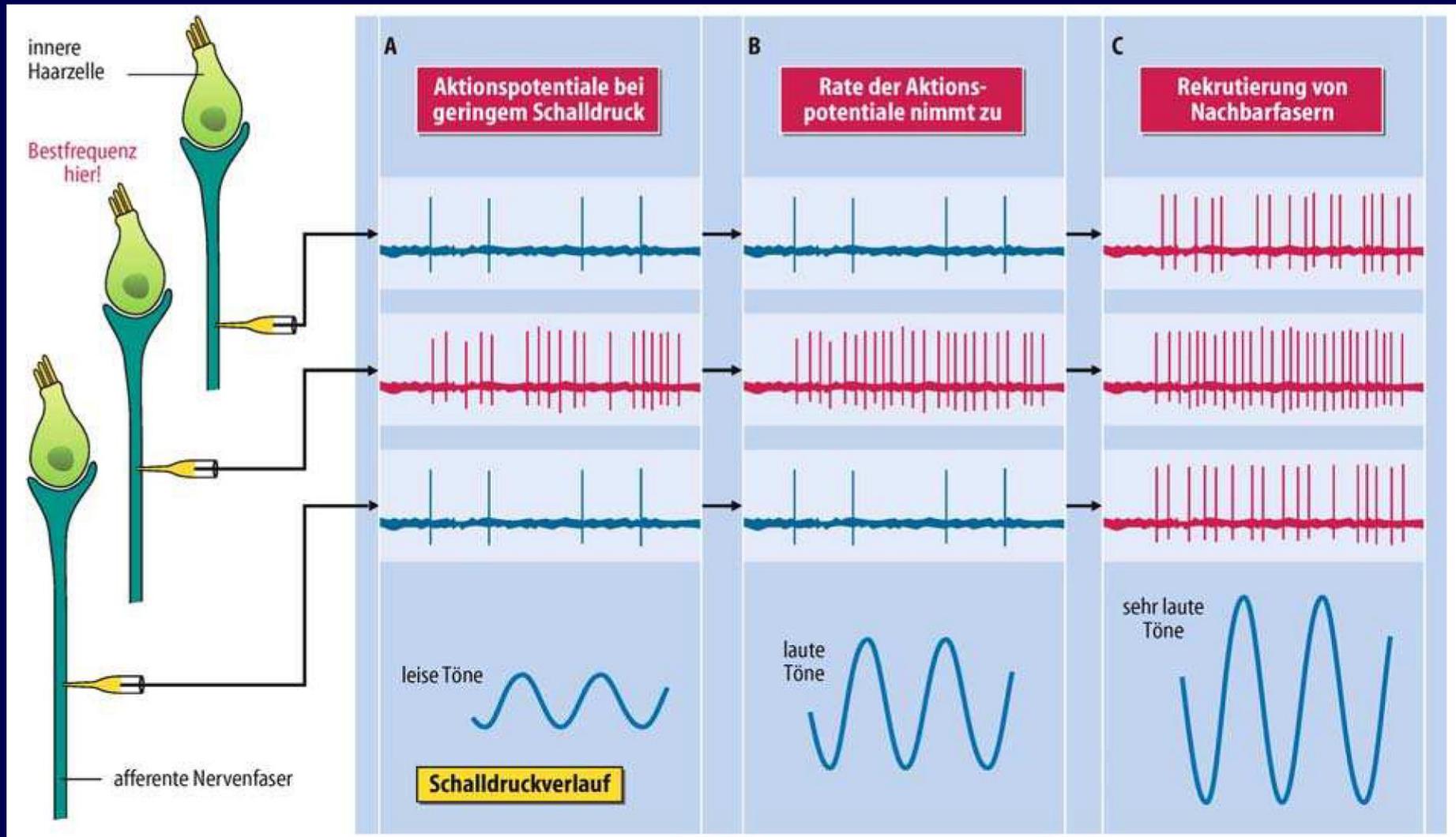


Auf- und Abwärtsschwingungen von Basilarmembran und Tektorialmembran

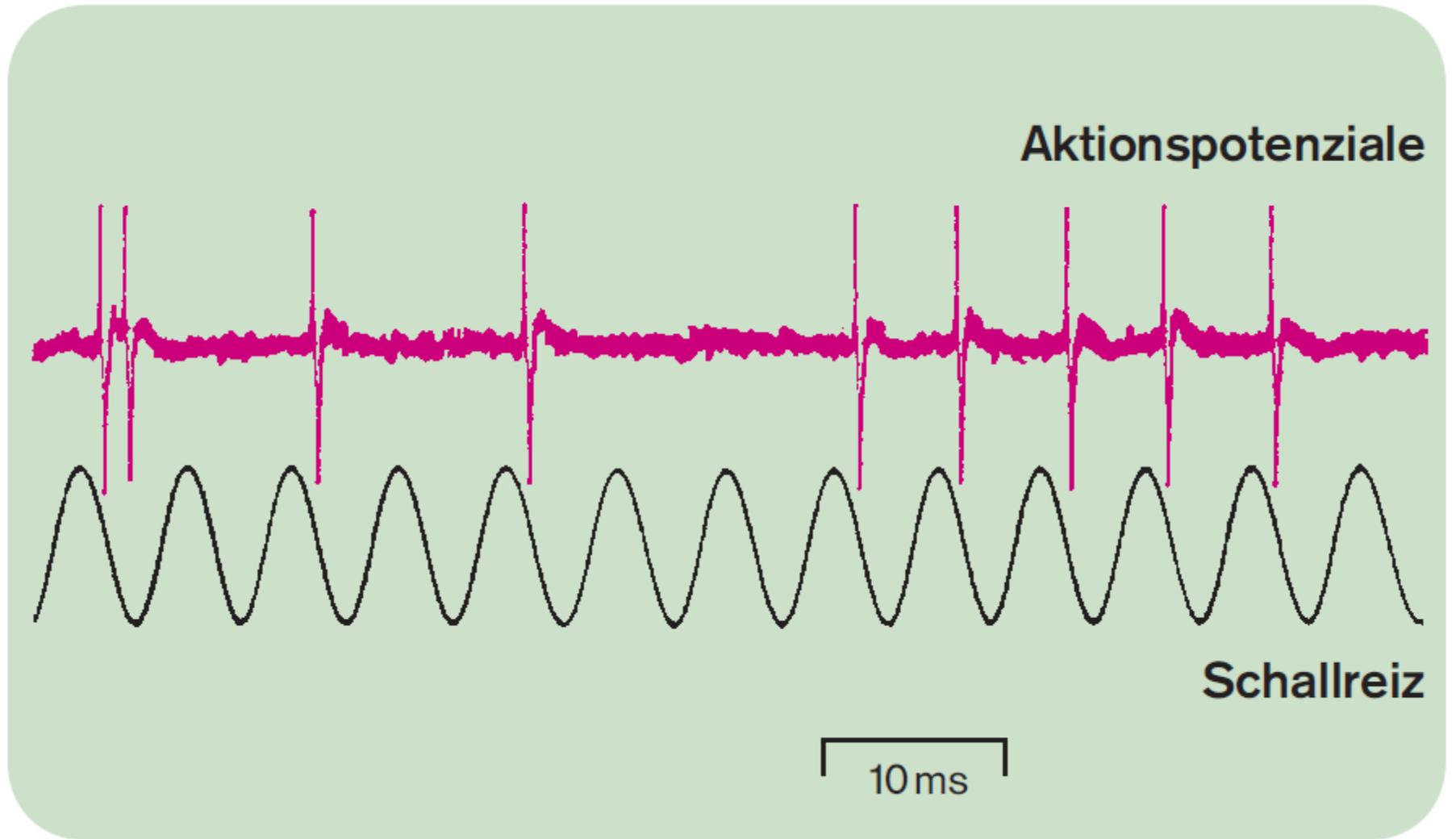
Gesamtschema des Transduktionsmechanismus



Codierung des Schalldrucks im Hörnerv

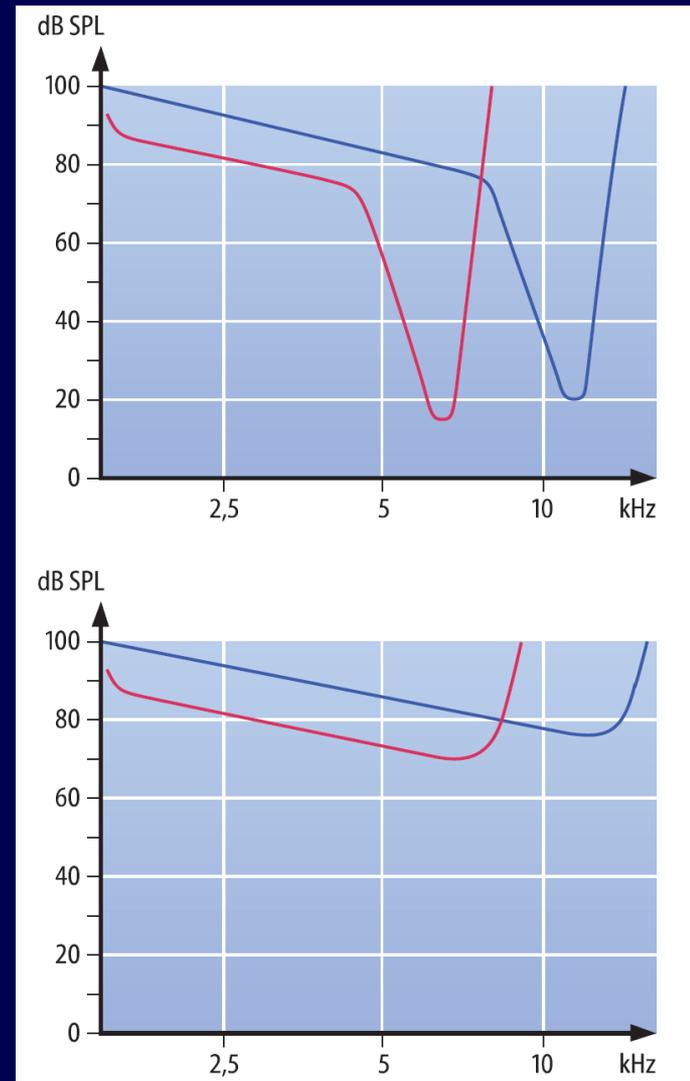
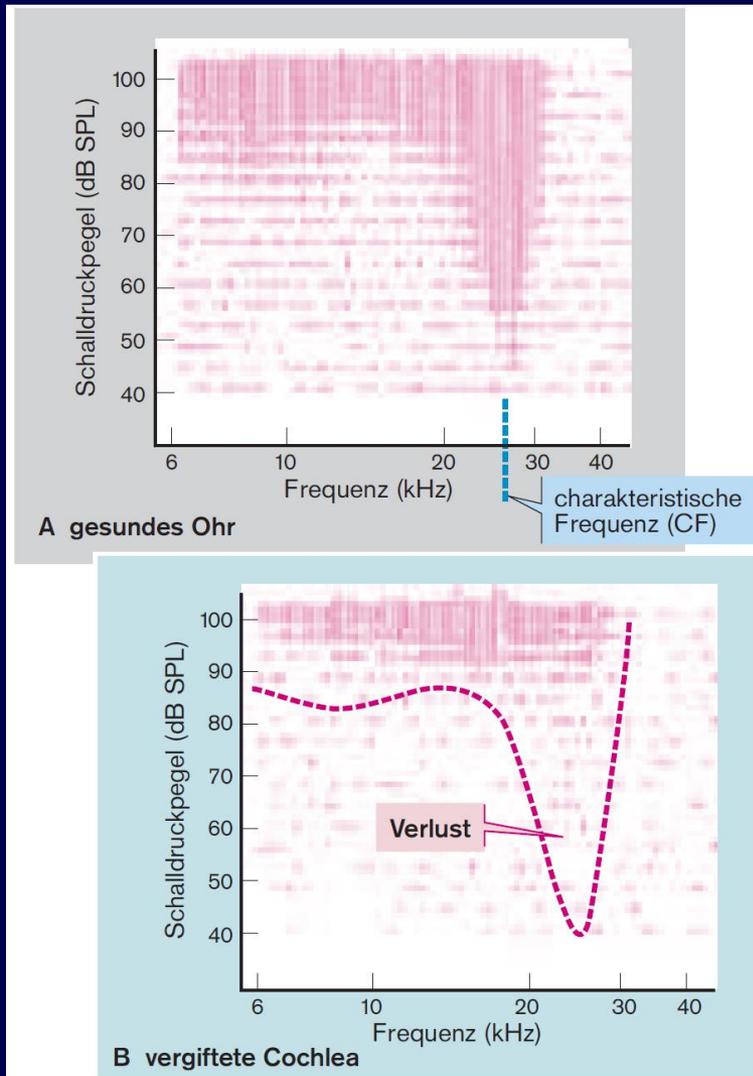


Phasengekoppelte Entladungen



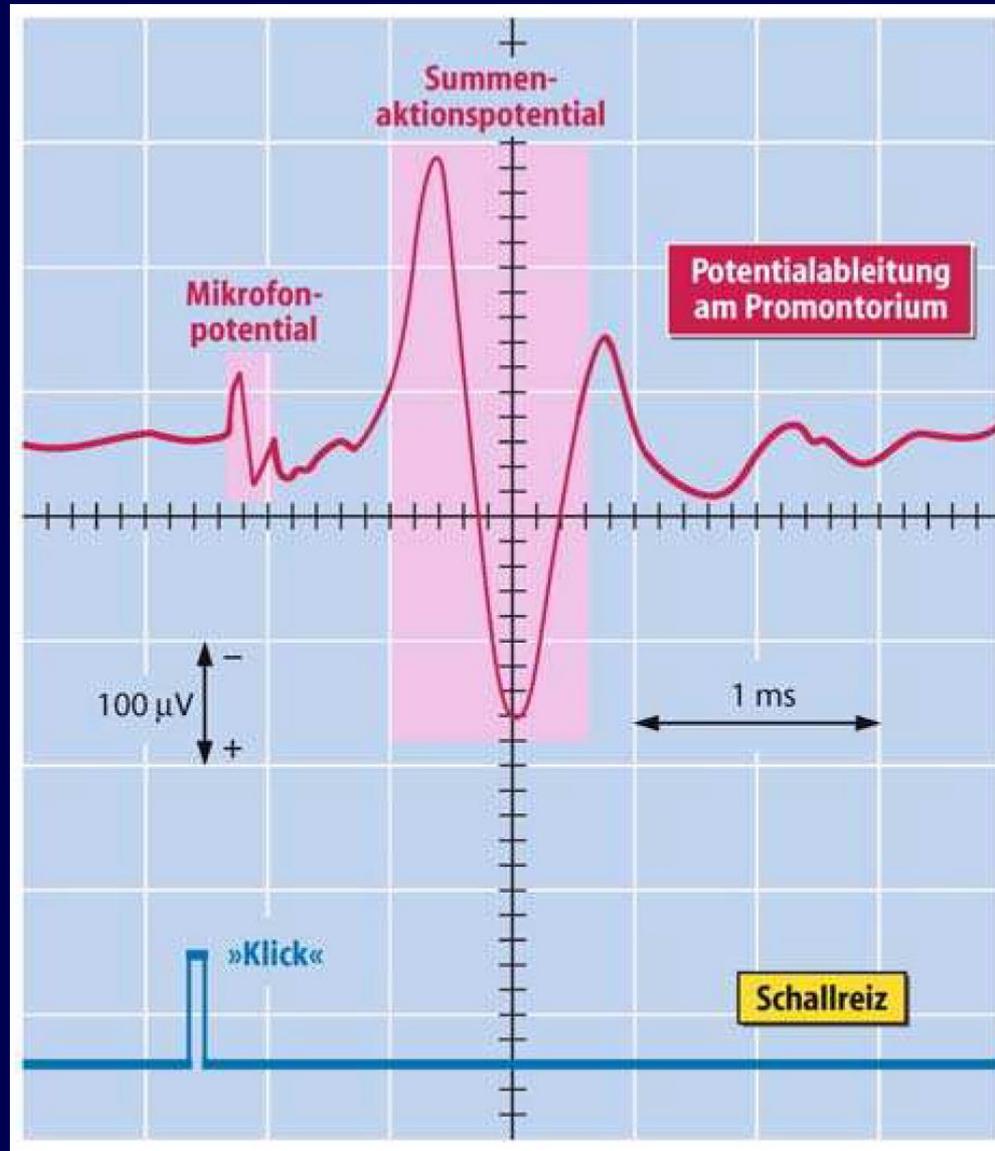
Aktionspotenziale treten immer zu bestimmten Zeiten des Schallreizes auf

Neuronale Antworten einer Hörnervenfaser



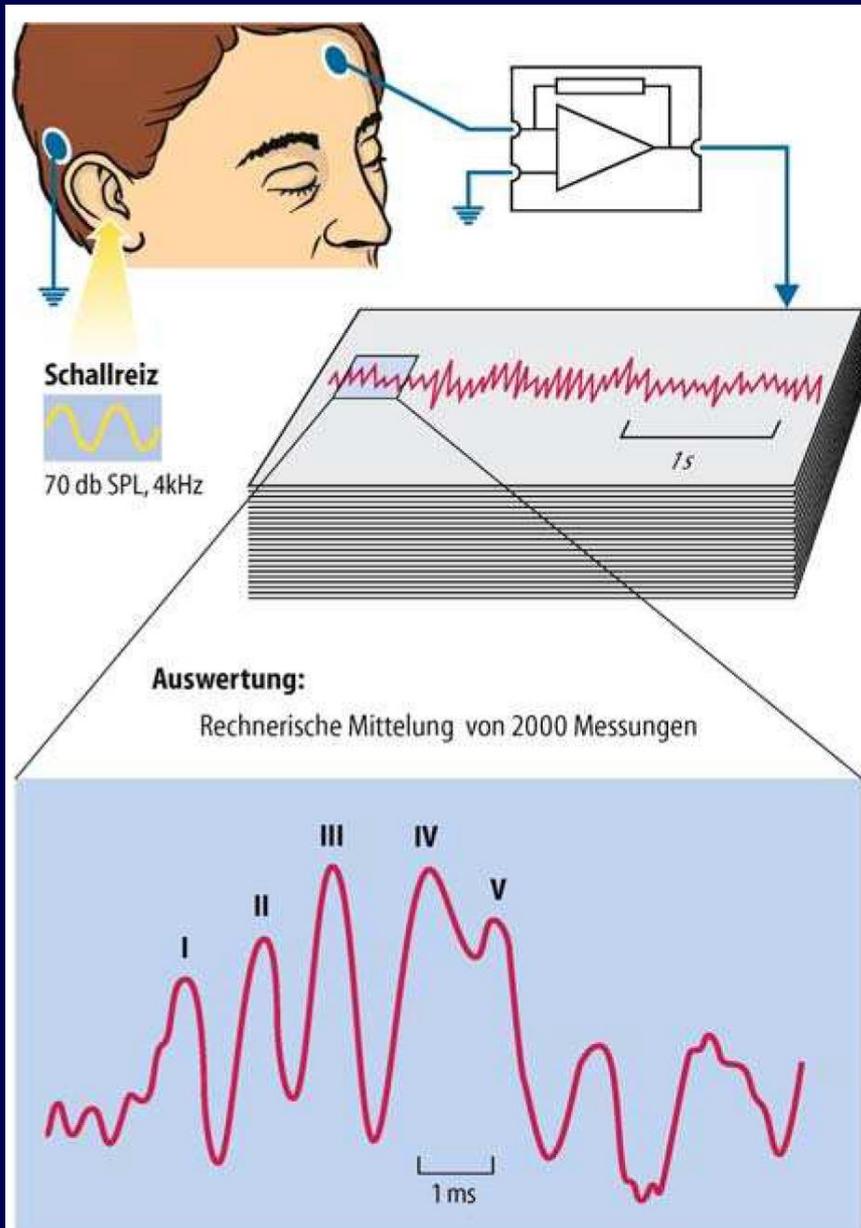
Bei der charakteristischen Frequenz (CF) genügt schon ein geringer Schalldruckpegel, um die Faser zu aktivieren. Normales (oben) und geschädigtes (unten) Innenohr

Signaltransformation von der Sinneszelle zum Hörnerven



Mikrofonpotenzial der Kochlea und Summenaktionspotenzial des Hörnervs nach einem extrem kurzen Schallreiz

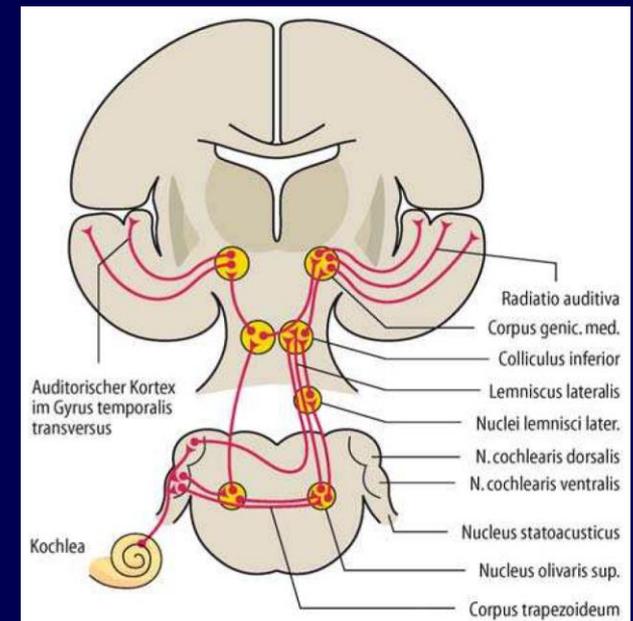
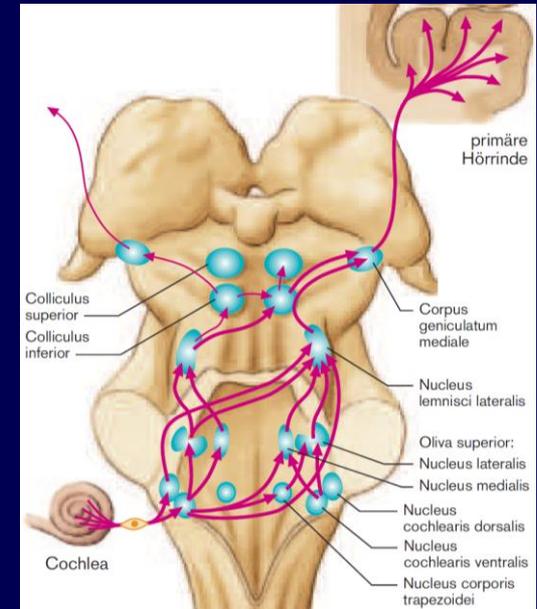
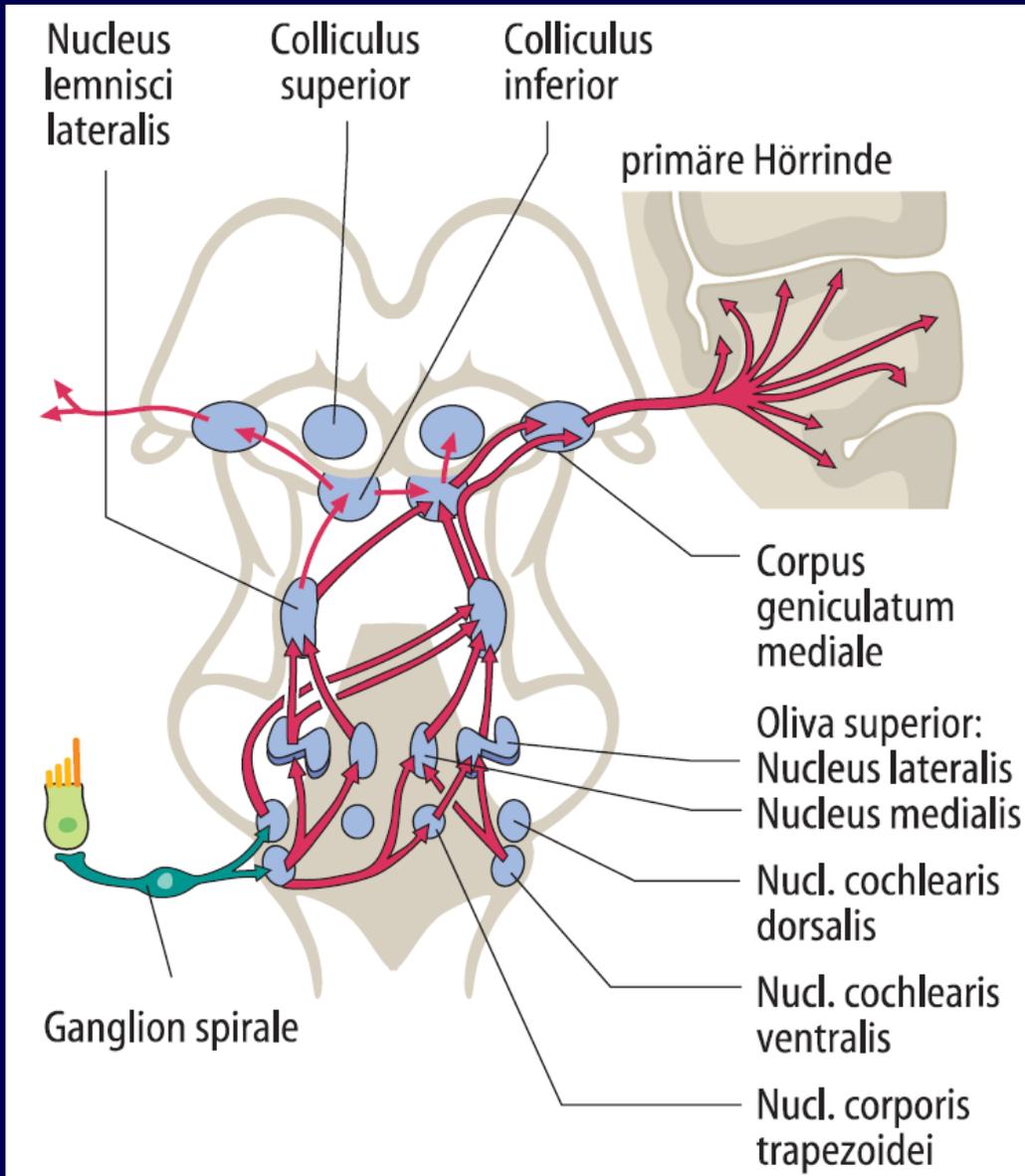
Informationsübertragung und -verarbeitung im ZNS



Akustisch evozierte Potenziale

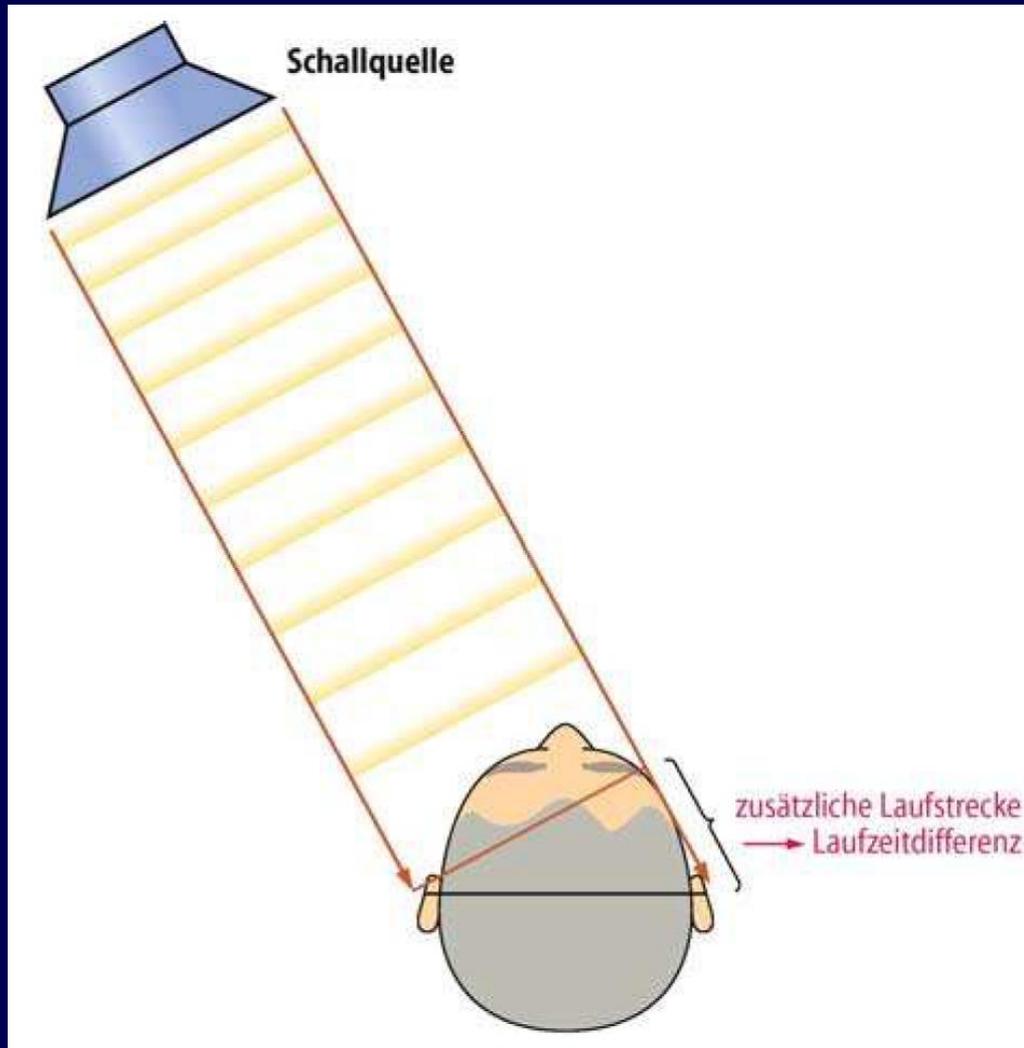
Die Wellen I–V entstehen vermutlich im Verlauf der hintereinander geschalteten Neurone der Hörbahn

Schematische Darstellung der zentralen Hörbahn



Jedes Innenohr ist mit beiden Hirnhälften verbunden

Räumliches Hören



Die Laufzeitdifferenz eines Tons zwischen beiden Ohren wird im zentralen auditorischen System verarbeitet und dient der lateralen Schallquellenlokalisierung.