

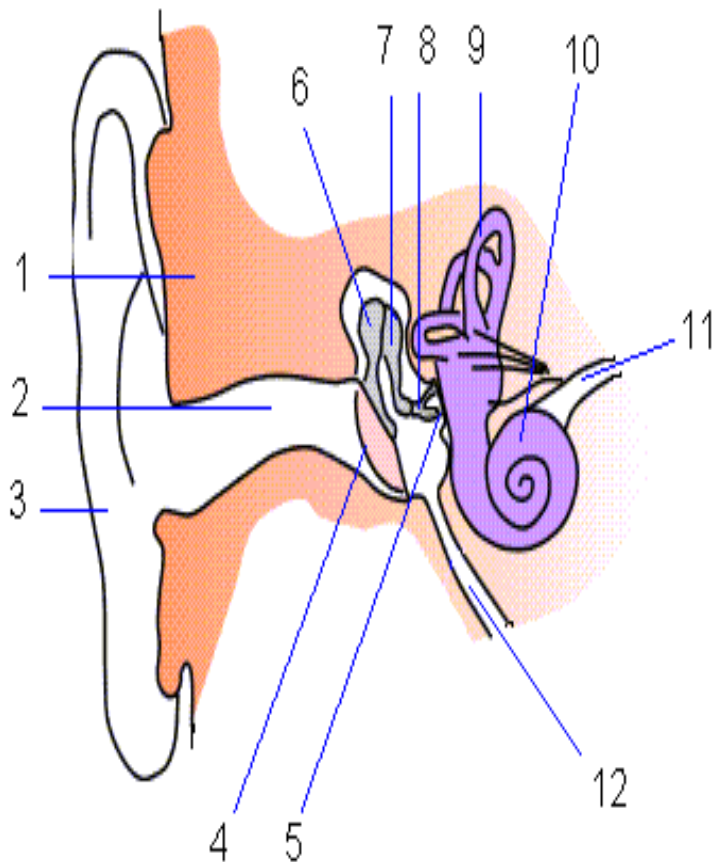
**K3.1**  
**Phonetik und Phonologie II**

**5. Sitzung**

**Das menschliche Ohr**

**Anatomie und Funktion**

## Der Aufbau des menschlichen Ohrs



2 Gehörgang

3 Ohrmuschel

4 Trommelfell

5 Ovales Fenster

6 Hammer

7 Amboss

8 Steigbügel

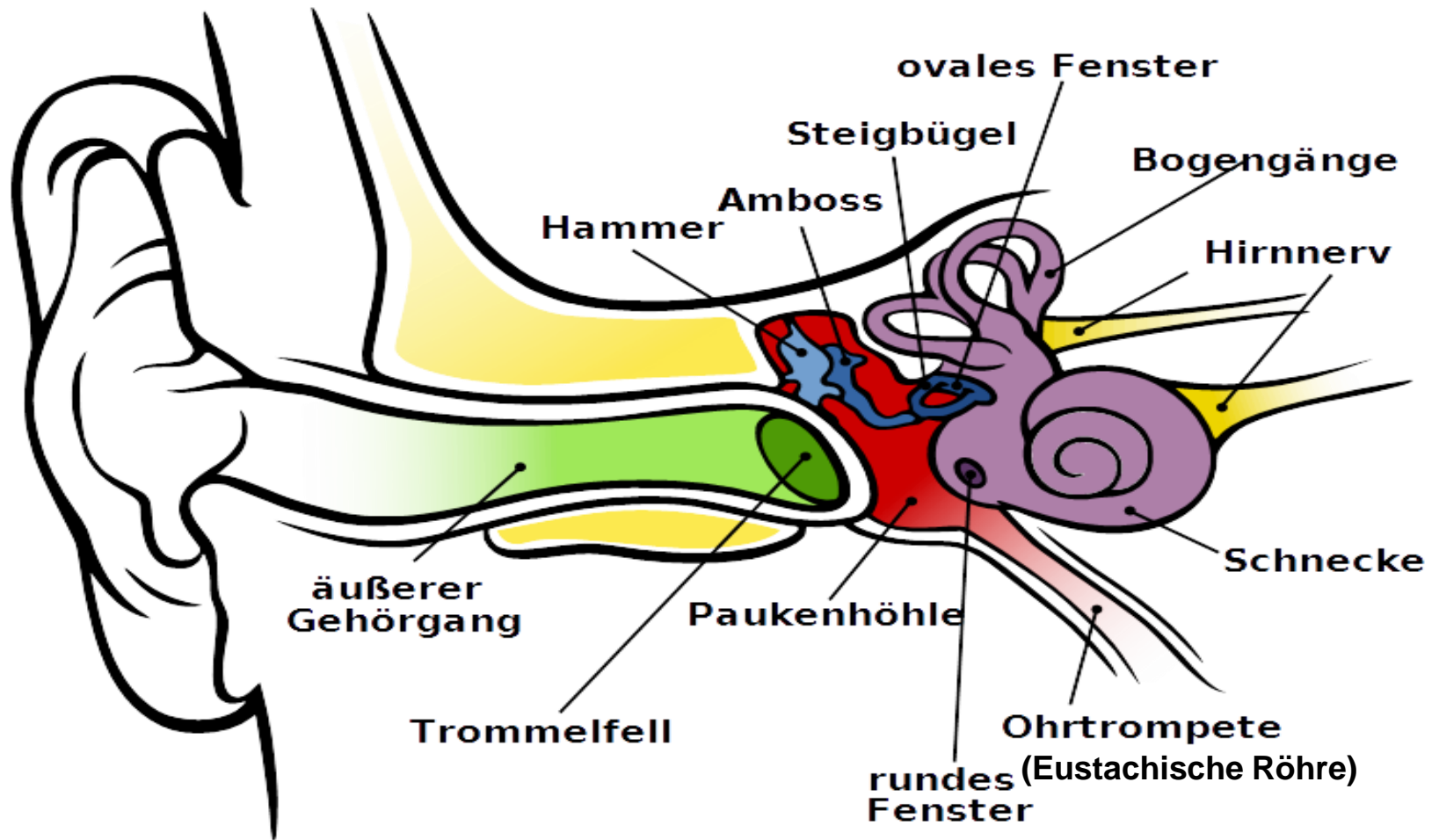
9 Bogengänge

10 Gehörschnecke

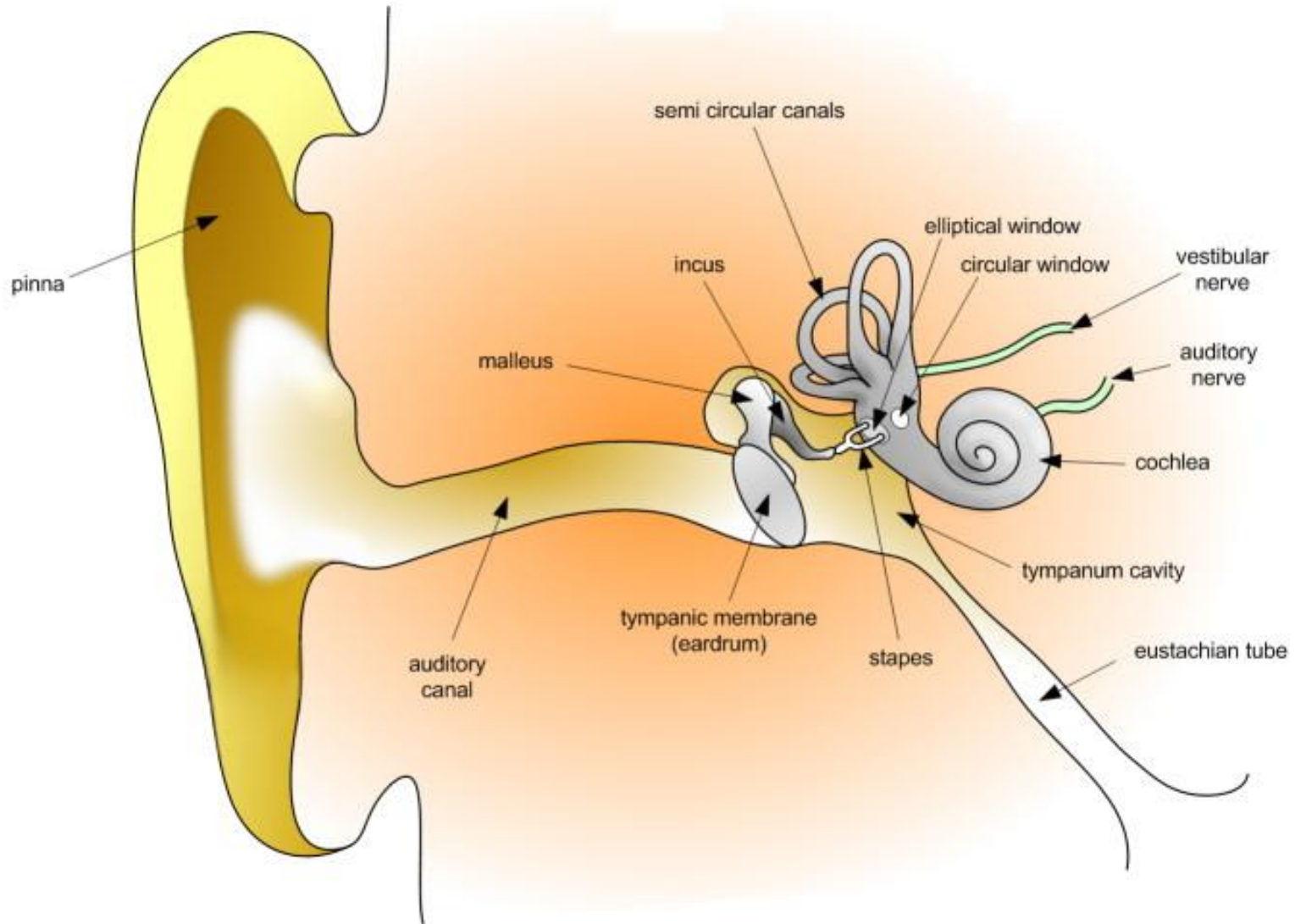
11 Hörnerv

12 Eustachische Röhre

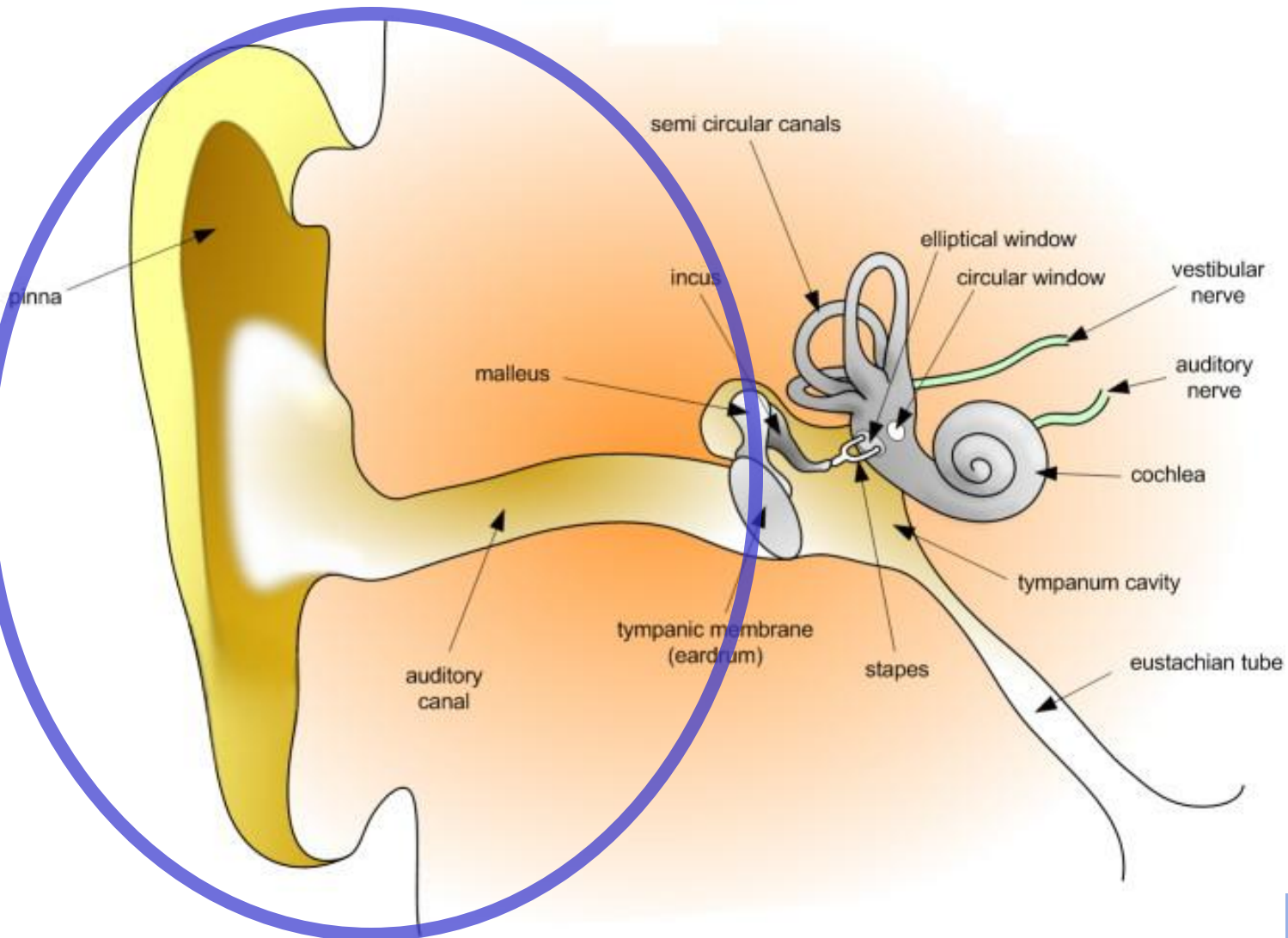
## Der Aufbau des menschlichen Ohrs



# Menschenohr (Human ear)



# Äußeres Ohr



# Äußeres Ohr

**Ohrmuschel**

**Gehörgang**

**Trommelfell**

# Äußeres Ohr

## Ohrmuschel

Dient der Lokalisation eines Geräuschs  
Richtungshören vorne vs. hinten

## Gehörgang

## Trommelfell

## Die Ohrmuschel





# Äußeres Ohr

## Ohrmuschel

Dient der Lokalisation eines Geräuschs,  
2 „Gewinde“ für Richtungshören vorne  
vs. hinten

## Gehörgang

Ca. 25-35 mm lang, 6.5-8 mm breit,  
Filter lässt Frequenzen von 2-5 kHz bis  
zu 15 dB besser durch,  
Resonanzfrequenz von 3400 Hz

## Trommelfell

## Äußeres Ohr

### Ohrmuschel

Dient der Lokalisation eines Geräuschs  
Richtungshören vorne vs. hinten

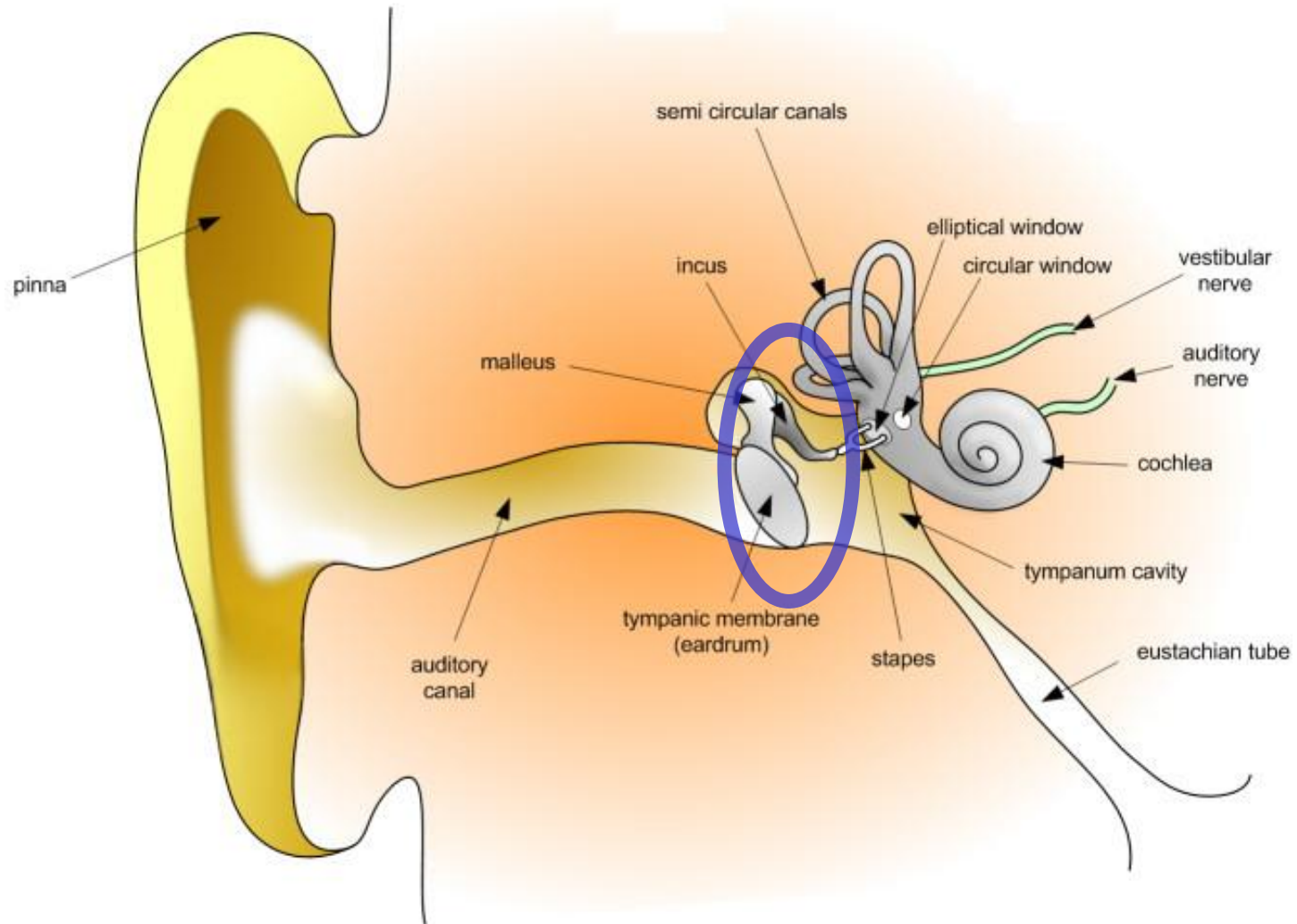
### Gehörgang

Ca. 25-35 mm lang, 6.5-8 mm breit,  
Filter lässt Frequenzen von 2-5 kHz bis zu  
15 dB besser durch, Resonanzfrequenz  
von 3400 Hz

### Trommelfell

Dünne durchblutete Membran ca. 55 mm<sup>2</sup> (~ 0.074 mm dick)  
Trennt Äußeres Ohr vom Mittelohr luftdicht ab, reagiert auf  
Druckschwankungen

# Mittelohr



**Mittelohr**

**Paukenhöhle**

**Gehörknöchelchen**

## Mittelohr

### **Paukenhöhle**

fast vollständig luftdicht abgeschlossen

hat Verbindung zum Rachen/Nasenraum durch Eustachische Röhre

### **Gehörknöchelchen**

## Mittelohr

### Paukenhöhle

Durchmesser 2-4 mm, 15 mm lang

fast vollständig luftdicht abgeschlossen

hat Verbindung zum Rachen/Nasenraum durch Eustachische Röhre

### Gehörknöchelchen

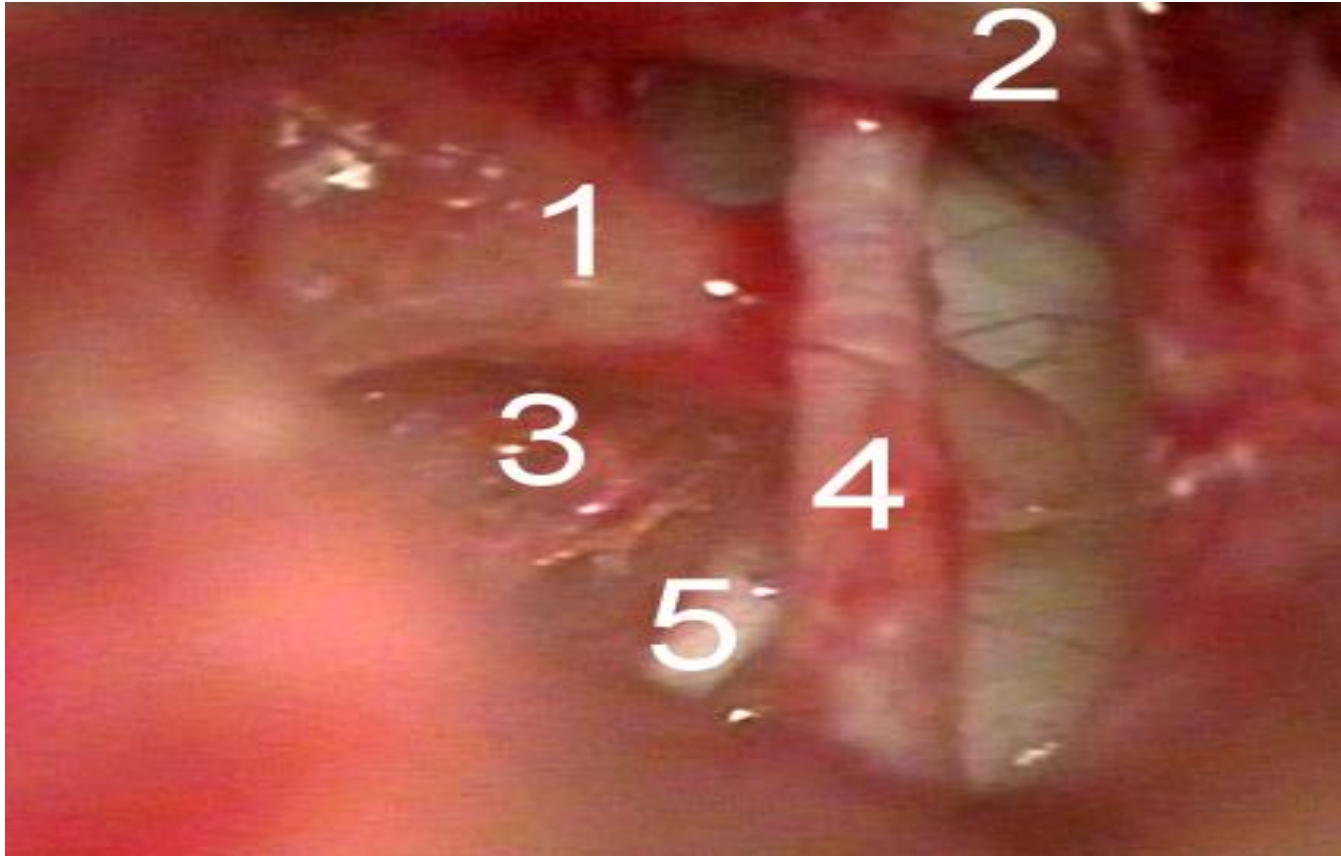
übertragen mechanisch die Schwingungen des Trommelfells, können mechanisch versteift werden, um Lautstärkeübertragung zu reduzieren (bis 20 dB):

**Hammer (liegt auf Trommelfell)**

**Amboss**

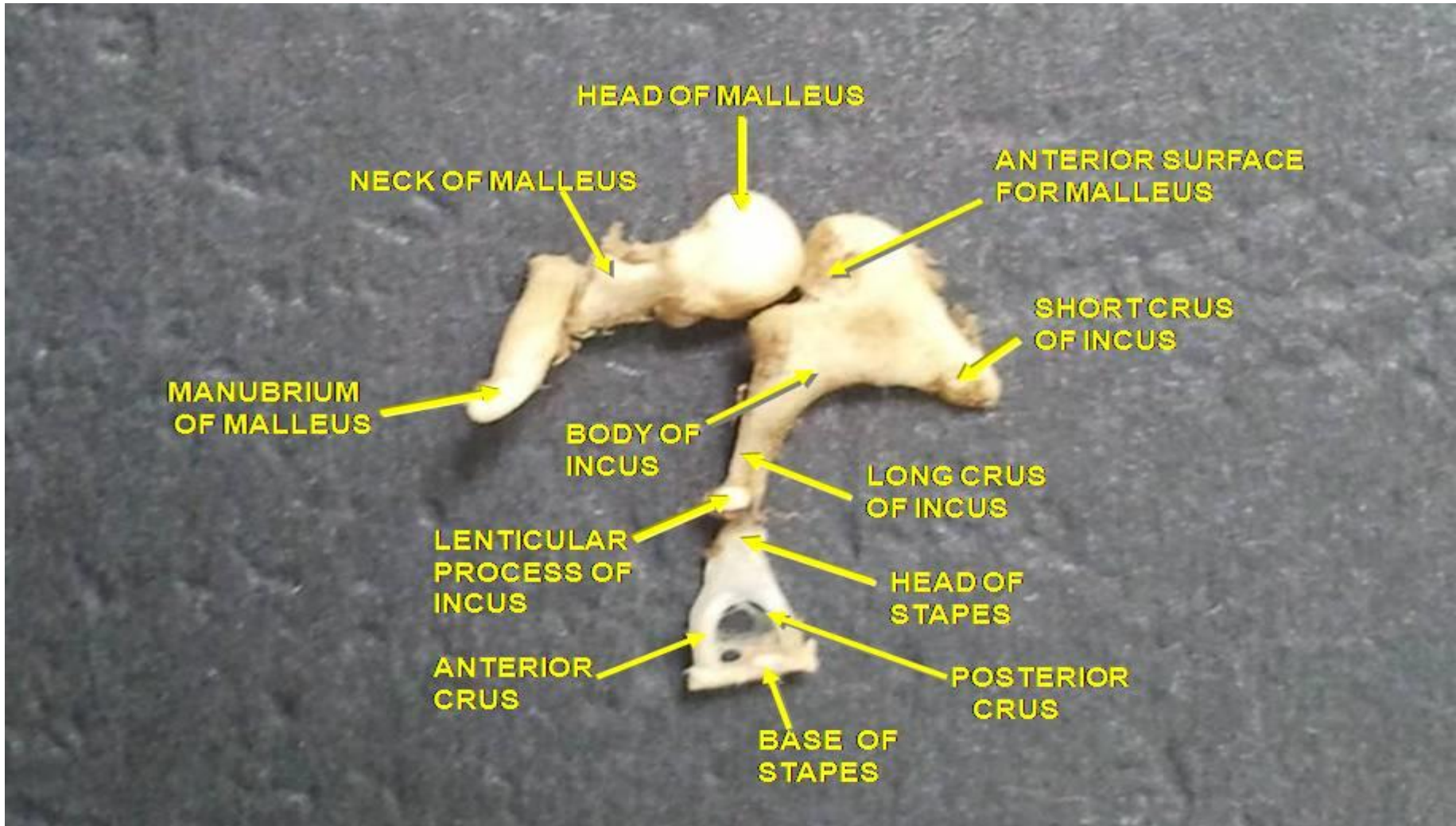
**Steigbügel (liegt auf ovalem Fenster)**

## Mittelohr



1 – Amboss, 2 – Hammer, 3 – Steigbügel, 4 – Chorda Tympani  
5 – Sehne des Steigbügelmuskels

## Gehörknöchelchen





## Mittelohr

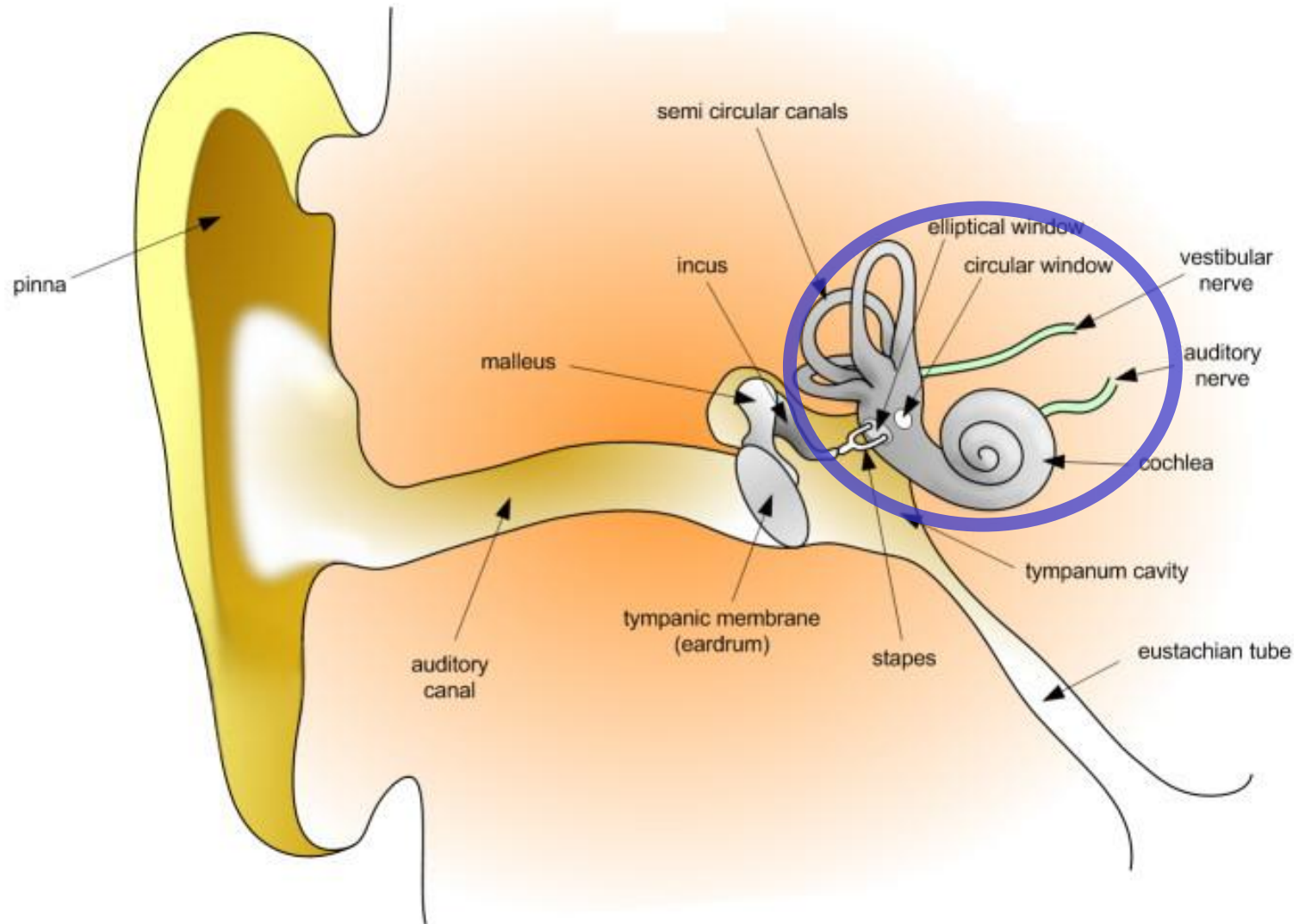
### **Eustachische Röhre**

Geht 3.5-3.8 cm zum Nasenrachen

1-2 mm breit am Isthmus, 3-6 mm anderswo

Funktioniert als Abfluss für Schleim im Mittelohr und reguliert den Luftdruck an beiden Seiten des Trommelfells – z.B. durch Gähnen oder Schlucken

# Innenohr



## Innenohr

### Bogengänge

Gleichgewichtsorgan

Keine Funktion beim Hören

### Gehörschnecke (Cochlea)

3-5mm groß, ausgerollt 35 mm lang

Durch Basilarmembran in 2 Gänge geteilt, die am oberen dünnen Ende (Apex) verbunden sind.

Setzt Schallwellen in Nervenimpulse um

## Cochlea

**Schallwellen lassen den Trommelfell nach außen und innen wölben, was den Hammer, Amboss und Steigbügel in Bewegung setzt**

**Mechanischer Druck vom Steigbügel auf das ovale Fenster wird in Bewegungen der Flüssigkeit in der Cochlea übertragen  
(Geschwindigkeit von 1500 m/s, im Vergleich Schallgeschwindigkeit in Luft 344 m/s)**

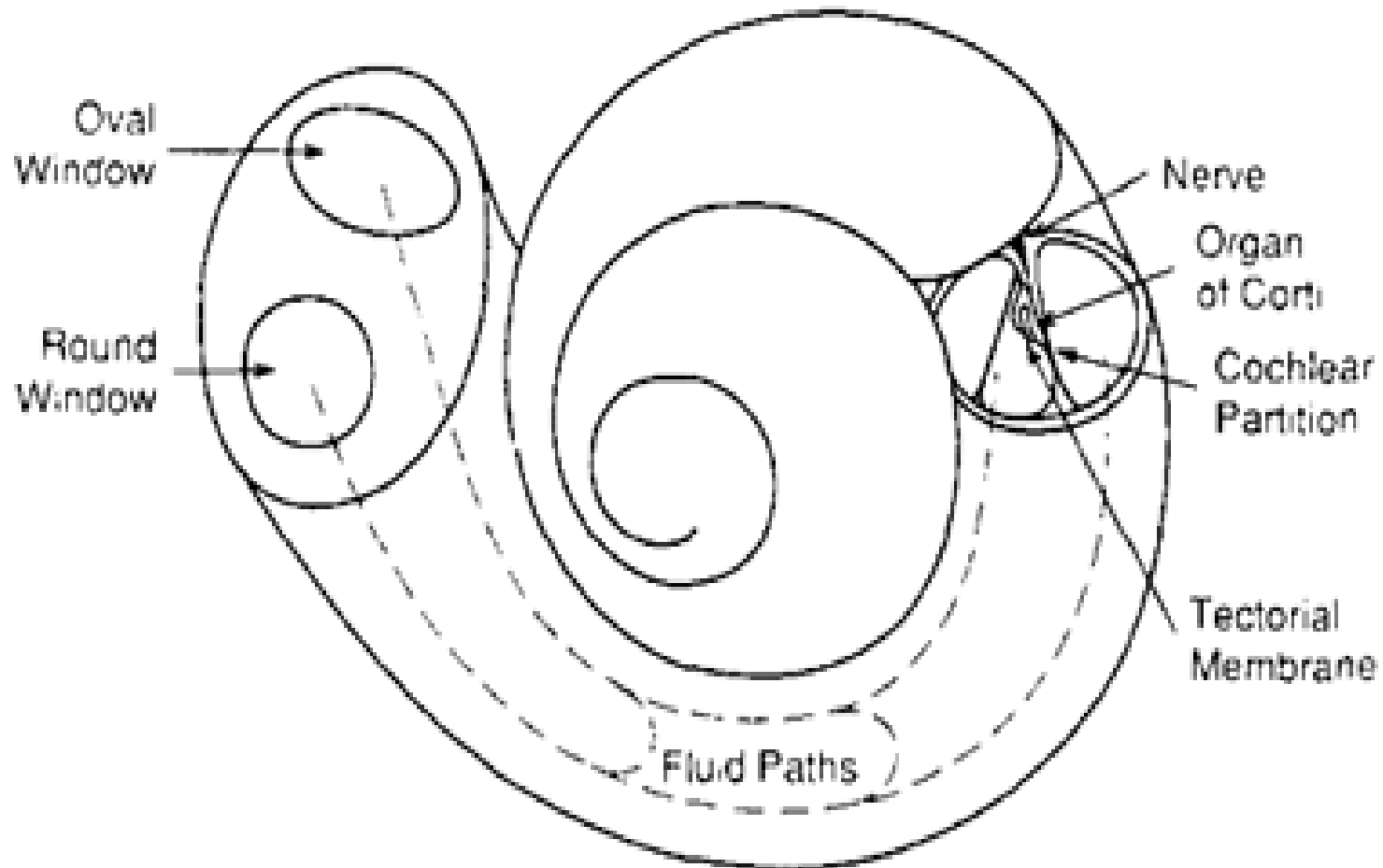
**Schallwellen werden hauptsächlich dank dem Flächenunterschied zwischen dem Trommelfell (55 mm<sup>2</sup>) und dem ovalen Fenster (3.2 mm<sup>2</sup>) verstärkt**

**Flüssigkeitswellen sorgen für mechanische Bewegungen der Basilarmembran:**

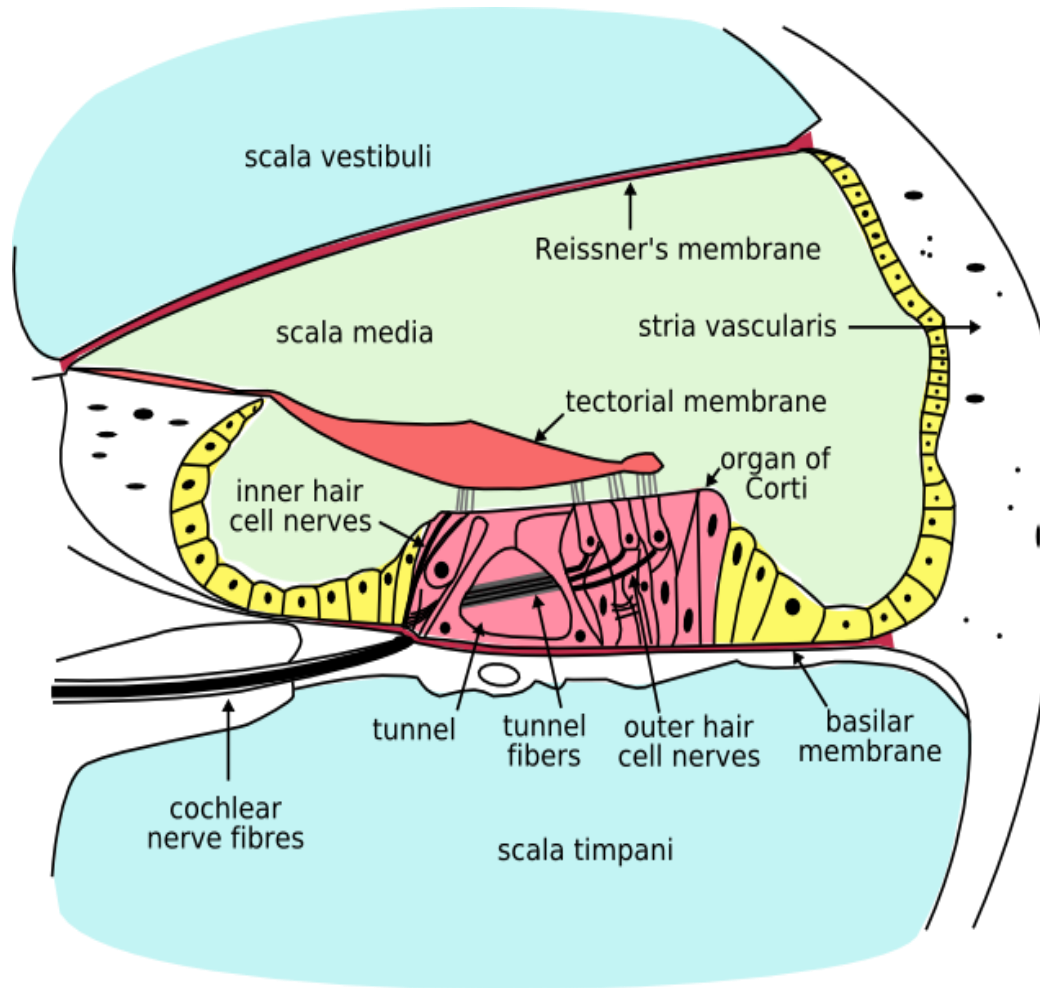
**Hohe Frequenzen nahe am Ovalen Fenster (weil straffer und schmaler)**

**Niedrige Frequenzen nahe Apex**

## Innenohr - Querschnitt durch Cochlea



## Querschnitt durch Cochlea - Vergrößerung



## Cochlea - Basilarmembran

**Zur Funktion der Basilarmembran gibt es zwei Theorien:**

### **Resonanztheorie (Helmholtz 1863)**

einzelne Bänder auf der Basilarmembran haben Resonanz für spezifische Frequenz, Ort markiert Frequenzhöhe, Stärke der Auslenkung Intensität.

### **Wanderwellentheorie (Békésy 1928)**

Wanderwelle wandert über gesamte Basilarmembran, ist an einer Stelle am stärksten (Kritische Frequenz)

Schwingung der Basilarmembran vermutlich ein aktiver Prozess.

**Mechanische Schwingungen der Basilarmembran werden über Haarzellen im Corti'schen Organ in Nervenimpulse übersetzt**

## **Cochlea – Corti'sches Organ und Haarzellen**

**Das Corti'sche Organ befindet sich in der Scala Media**

**Am äußeren Rande sind ca. 20,000 äußere Haarzellen, die die Signale in der Cochlea verstärken. Sie sind auch unterschiedlicher Länge – die langen Haarzellen verbiegen sich besser bei niedrigen Frequenzen**

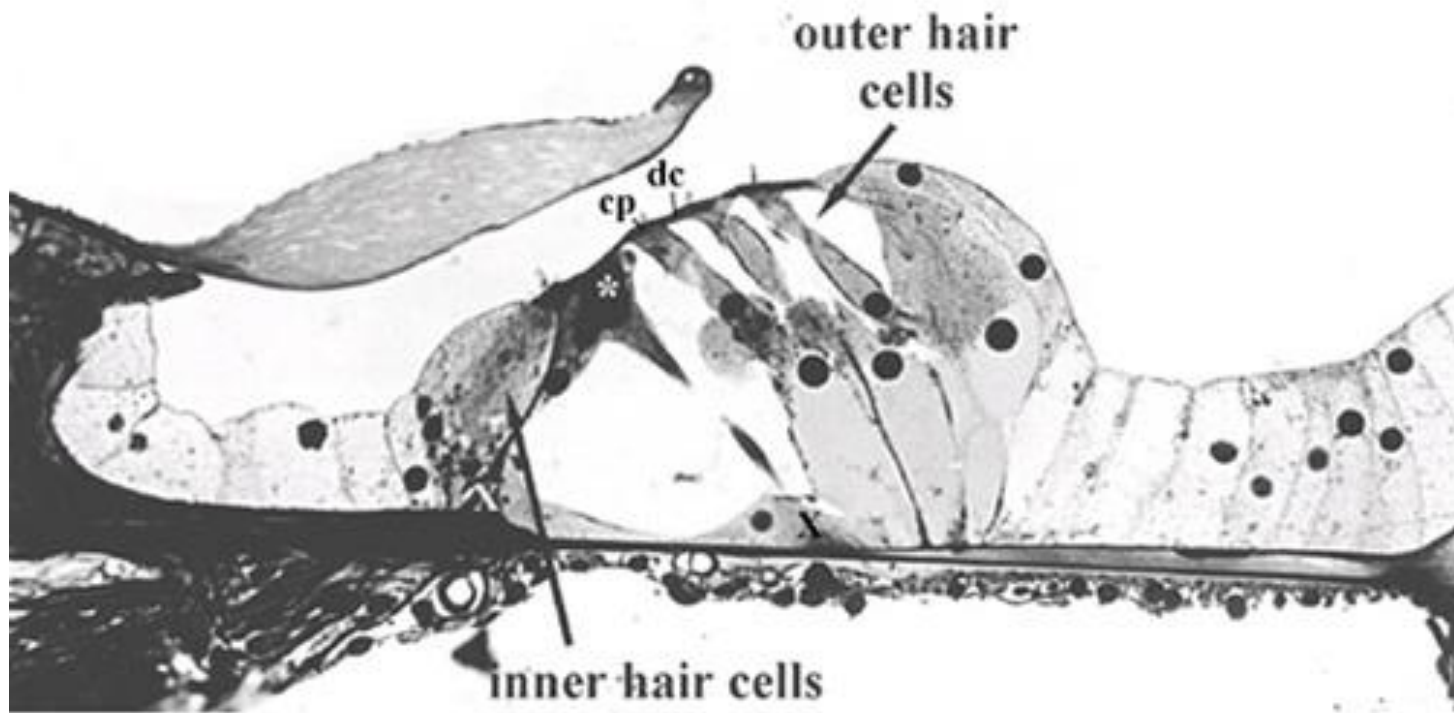
**Die inneren Haarzellen (ca. 3500) wandeln die mechanische Bewegung der Membranen in Nervenimpulse durch Veränderung der elektrischen Ladung um**

**Diese Nervenimpulse werden im Hörnerv ins Gehirn übertragen**

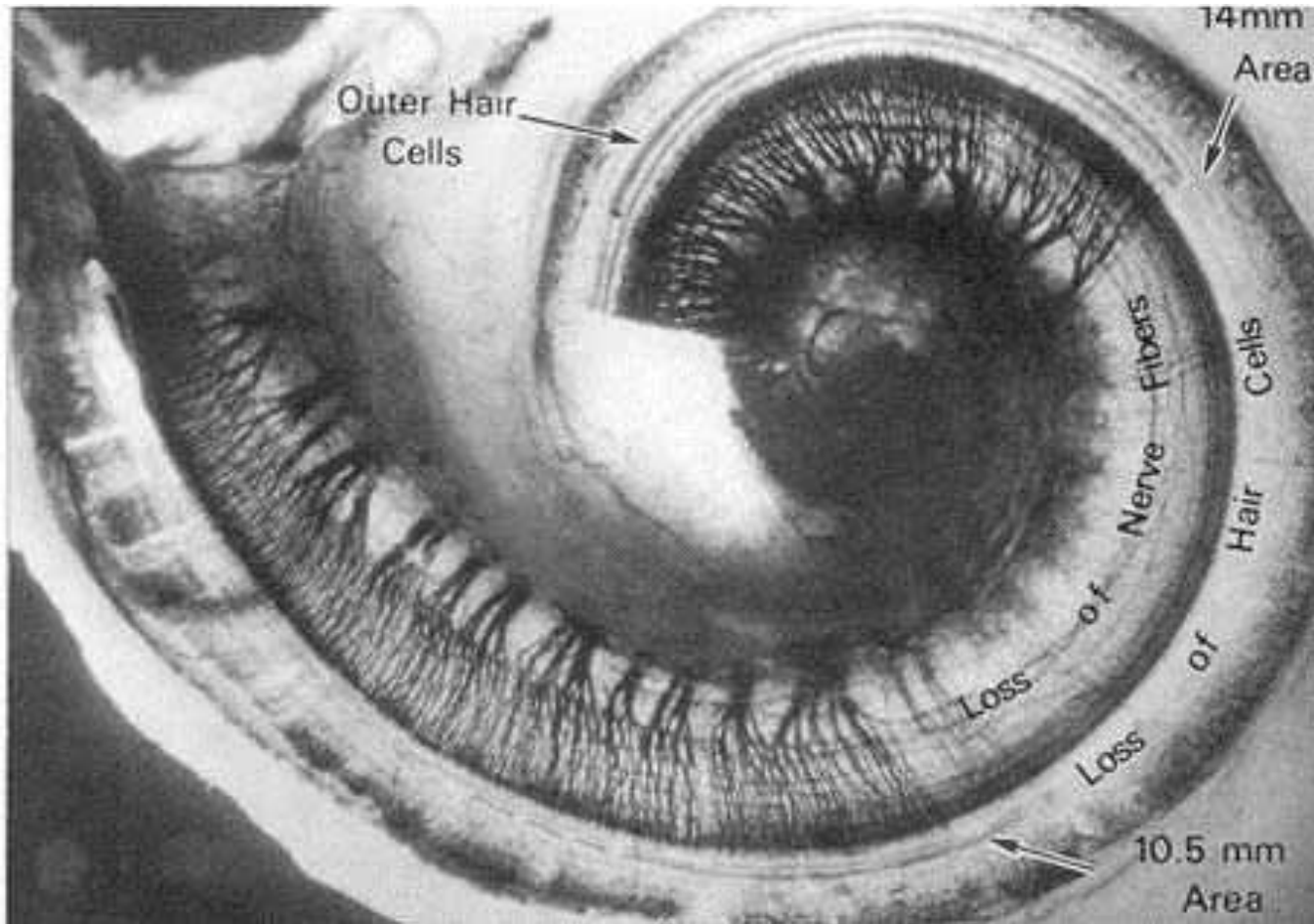
**Eine rasche und starke Bewegung der Membranen (d.h. sehr hohe Lautstärke) kann die Haarzellen beschädigen und zu Hörverlust führen**



# Haarzellen



# Haarzellen



## Oto-akustische Emissionen (OAE)

***Durch das runde Fenster werden niederfrequente Schwingungen wieder aus der Cochlea in die Paukenhöhle zurückgegeben.***

***Diese oto-akustischen Emissionen können im Gehörgang gemessen werden und sind ein einfach messbarer Wert, der als Nachweis für ein funktionstüchtiges Mittel- und Innenohr ohne Gefahr oder großen Aufwand schon bei praktisch allen Neugeborenen gemessen werden kann.  
(Neugeborenen Hörscreening)***

## Weitere Infos online

<http://www.campbellmedicalillustration.com/blog/2016/1/18/3d-interactive-model-of-the-inner-ear-anatomy>

<http://www.healthline.com/human-body-maps/ear-canal>

**Einfache Hörtests online:**

<http://www.kind.com/de/hoertest/online-hoertest.html>

<http://www.german.hear-it.org/Hoertest>