



# Hören für alle – wie Wissenschaft und Technik uns diesem Ziel näherbringen

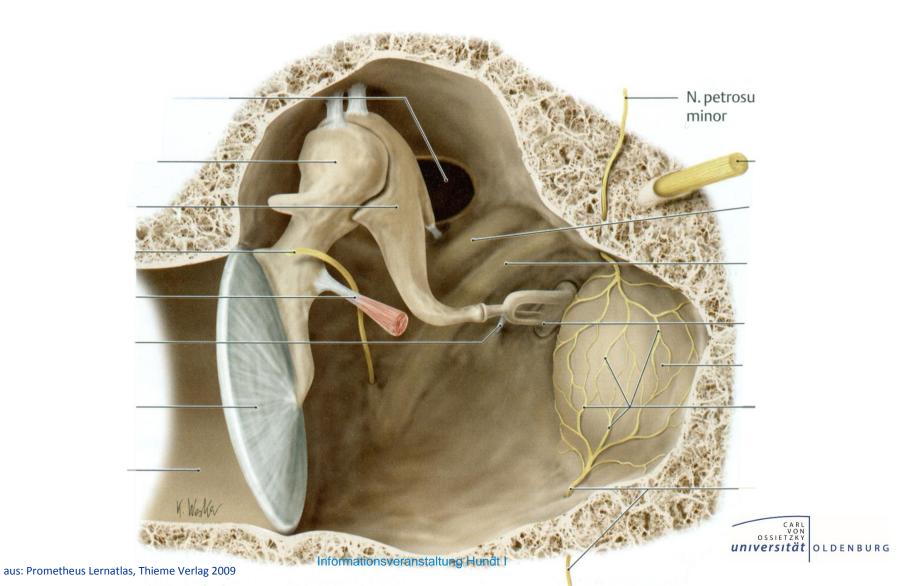
Prof. Dr. A. Radeloff





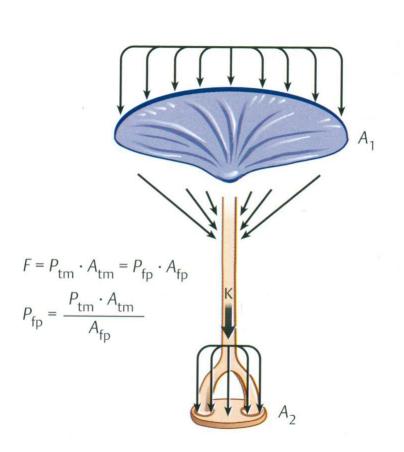
## Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde EVANGELISCHES KRANKENHAUS OLDENBURG UNIVERSITÄT OLDENBURG

#### Wie funktioniert das Ohr?



## Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde EVANGELISCHES KRANKENHAUS OLDENBURG Menschan im immensionen in der school immensionen in der scho

#### Wie funktioniert das Ohr?



#### Impedanzanpassung:

Schall muss von Luft in Flüssigkeit geleitet werden

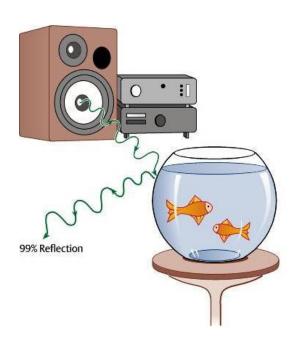
Erhöhung des Druckes

Hebelwirkung der Gehörknöchelchen



#### Wie funktioniert das Ohr?





#### Impedanzanpassung:

Schall muss von Luft in Flüssigkeit geleitet werden

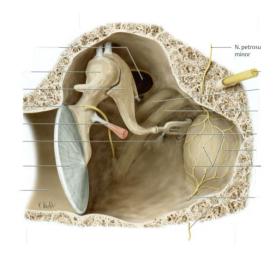
Erhöhung des Druckes

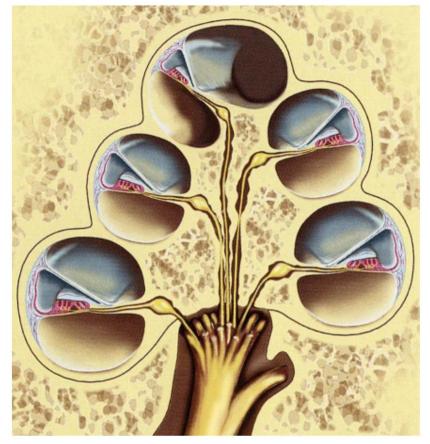
Hebelwirkung der Gehörknöchelchen



#### Wie funktioniert das Ohr?

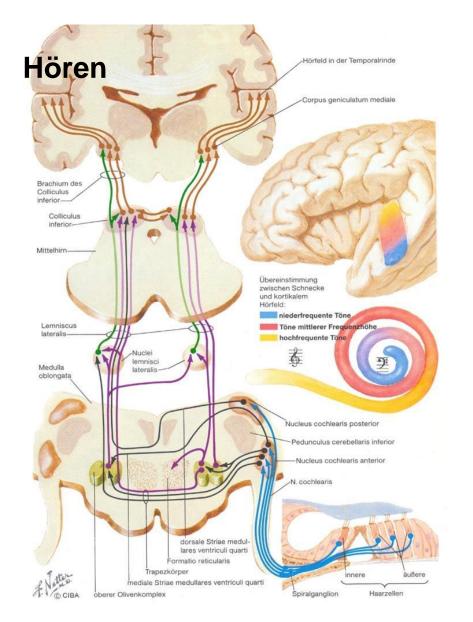


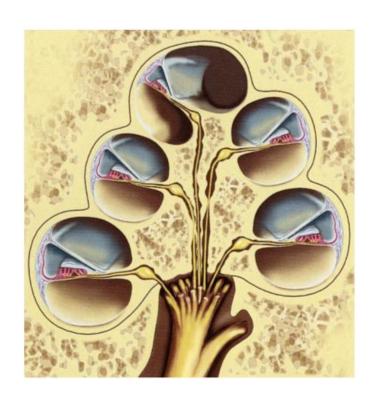














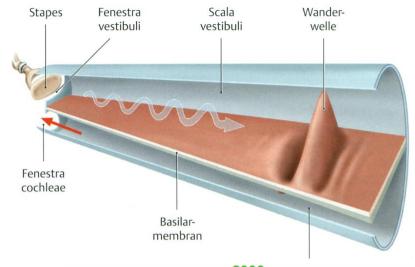


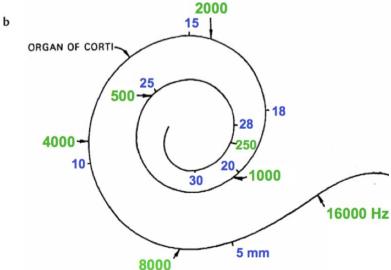
### Innenohr: Erkennung der Tonhöhe

Schallwelle wird im Innenohr nach Frequenzen aufgeteilt:

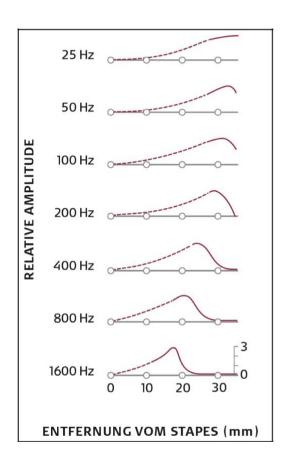
Hohe Töne werden am Hörschneckeneingang,

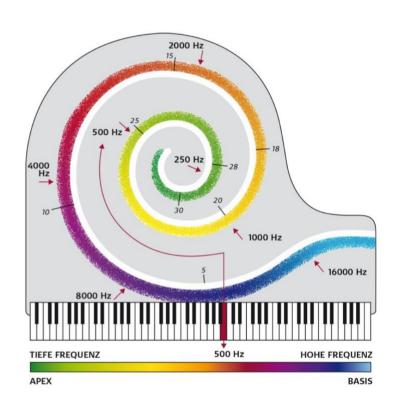
tiefe Töne an der Hörschneckenspitze wahrgenommen











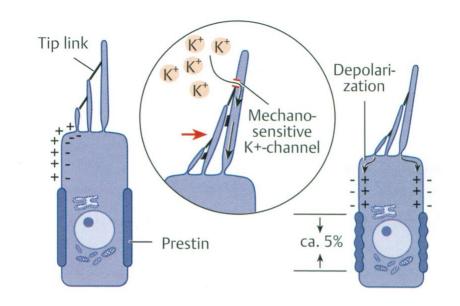
Quelle: Fa. MedEL

$$f_{[Hz]} = 165,4(10^{0,06(x-x)} - 0,88)$$



## Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde EVANGELISCHES KRANKENHAUS OLDENBURG MEDIZINISCHER UNIVERSITÄT OLDENBURG

### Innenohr: Schallverstärkung



Zellen ziehen sich bei Auftreffen von Schallwellen zusammen

Äußere Haarzellen:

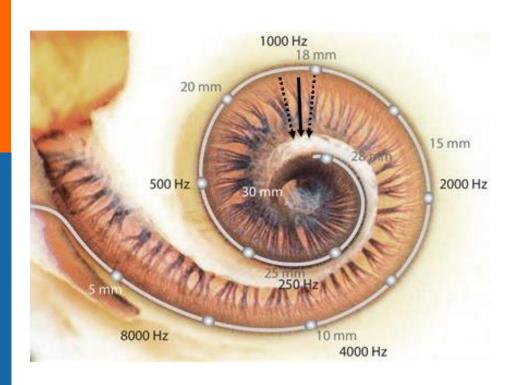
Schwingen aktiv mit der aufgenommenen Frequenz

Schallverstärkung und scharfe Abbildung einzelner Frequenzen!

aus: Radeloff: Physiology of hearing in "Otology, Neurotology..." Adunka and Buchman (eds), Thieme 2010

## Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde EVANGELISCHES KRANKENHAUS OLDENBURG Medizinischer CAMPUS UNIVERSITÄT OLDENBURG

## Innenohr: Schallverstärkung



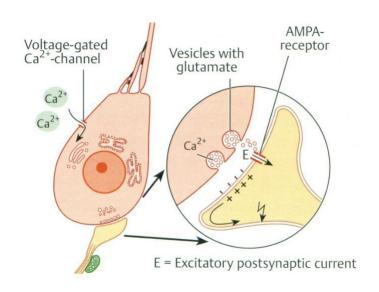
Äußere Haarzellen:

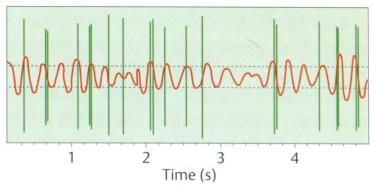
Schwingen aktiv mit der aufgenommenen Frequenz

Schallverstärkung und scharfe Abbildung einzelner Frequenzen!

## Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde EVANGELISCHES KRANKENHAUS OLDENBURG Medizinischer CAMPUS UNIVERSITÄT OLDENBURG

### Innenohr: Signaltransduktion





aus: Radeloff: Physiology of hearing in "Otology, Neurotology..." Adunka and Buchman (eds), Thieme 2010

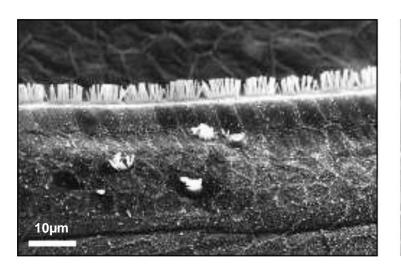
Innere Haarzellen:

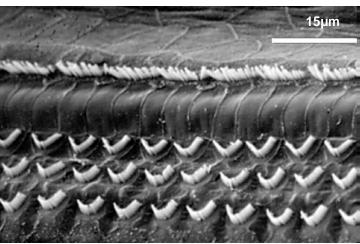
Setzen Schwingungen in Nervenimpulse um.

Phasenkopplung!

#### Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde EVANGELISCHES KRANKENHAUS OLDENBURG MEDELINISCHER CAMPUS UNIVERSITÄT OLDENBURG

#### Hören



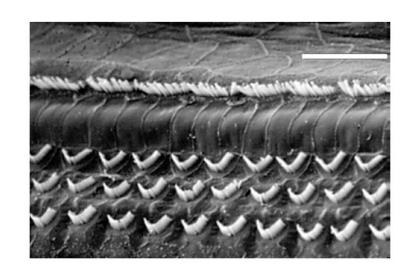


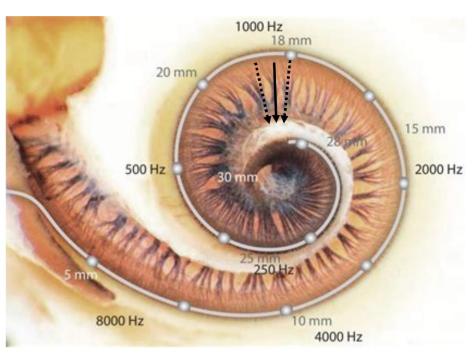
- Verlust des cochleären Verstärkers (ÄHZ)
- Anhebung der Hörschwelle
- Eingeschränkter Dynamikbereich
  - → Lärmempfindlichkeit



## Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde EVANGELISCHES KRANKENHAUS OLDENBURG Merchanik

#### Hören



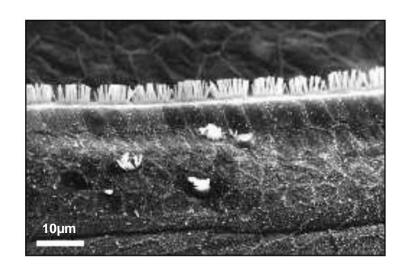


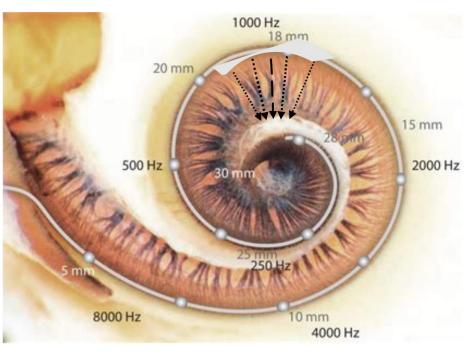
Präzise und scharfe Abbildung der Frequenz in der Hörschnecke



#### Hören







- Frequenzabbildung in der Cochlea "verschmiert"
- Gestörte Quellentrennung (Hören im Störgeräusch)



## Hören im Störgeräusch

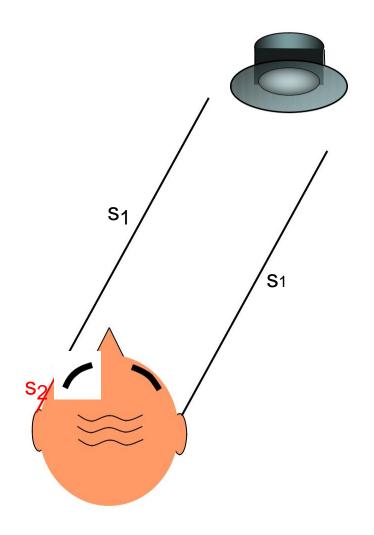


### Richtungshören

- Schall kommt auf einer Seite früher an, als auf der anderen
- Schall ist auf einer Seite <u>lauter</u>, als auf der anderen

Das Gehirn errechnet aus den Unterschieden die Position.

Genauigkeit Normalgehör:
Abweichungen von 3 werden bereits erkannt.



#### Hören mit beiden Ohren

## Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde EVANGELISCHES KRANKENHAUS OLDENBURG UNIVERSITÄT OLDENBURG

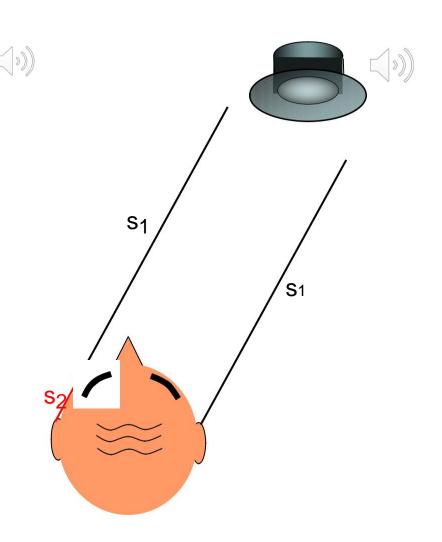
#### **Störschall**

Mit zwei Ohren:

Konzentration auf Schallquellen mit bestimmter Laufzeitdifferenz möglich

Intuitiv erfolgt eine Heraushebung des Nutzschalls um **15 dB** 

Verstehen im Störgeräusch verschlechtert sich als erstes!

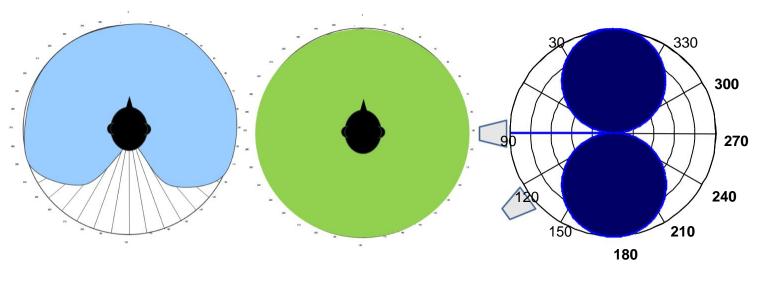


## Technische Lösung



## Hörsysteme mit Richtcharakteristik:

- 2 getrennte Mikrofone nehmen den Schall auf
- Charakteristik kann durch geeignete Verarbeitung eingestellt werden



natürlich

omnidirektional

adaptiv

### Hörstörungen

## Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde EVANGELISCHES KRANKENHAUS OLDENBURG MEDIZINISCHER UNIVERSITÄT OLDENBURG

#### Ursachen von Hörstörungen

- Alter
- Lärmbelastung durch Arbeit, Musik(instrumente), Jagd
- erbliche Veranlagung
- Hörsturz
- Chemotherapie
- ...

Ist es wichtig Hörstörung rechtzeitig zu behandeln?

#### Hören im Alter



#### Hörstörungen und Demenzentwicklung

- Alzheimer-Demenz: Hörstörungen gehäuft (Uhlmann et al. JAMA, 1989)
  - doppelt so oft Hörverlust (200 Patienten)
  - je größer der Hörverlust, desto höher die Alzheimer-Wahrscheinlichkeit
  - → Kausalität oder Koinzidenz?

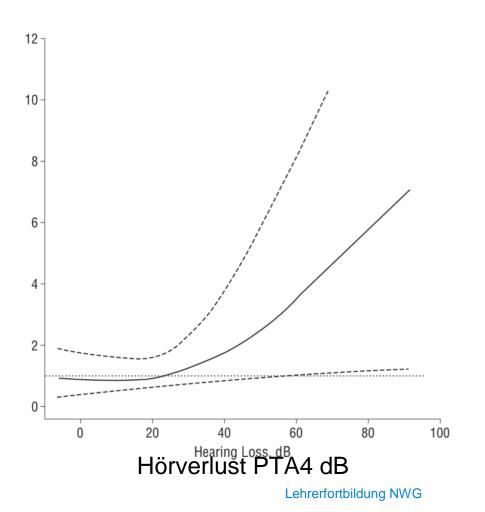


#### Hören im Alter



#### Hörstörungen und Demenzentwicklung

Hörverlust ist Risikofaktor für Demenz (Lin et al., Arch Neurol., 2011)



Prospektive Untersuchung an 631 gesunden Probanden:

Wer entwickelt Demenz?

Milder Hörverlust: ca. 2-faches Risiko

Mittlerer Hörverlust: ca. 3-faches Risiko

Hochgrad. Hörverlust: ca. 5-faches Risiko

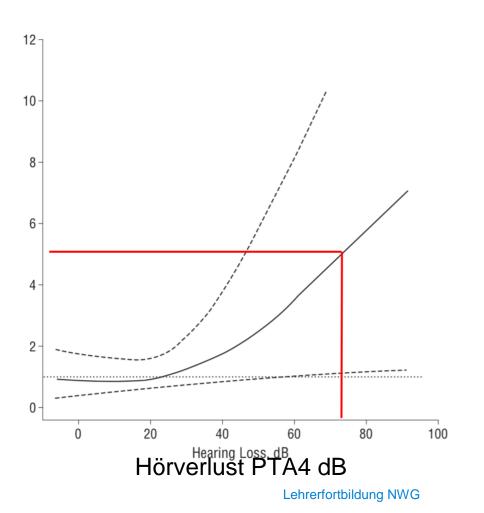
Altersadjustiert!

#### Hören im Alter



#### Hörstörungen und Demenzentwicklung

Hörverlust ist Risikofaktor für Demenz (Lin et al., Arch Neurol., 2011)



Prospektive Untersuchung an 631 gesunden Probanden:

#### Wer entwickelt Demenz?

Milder Hörverlust: ca. 2-faches Risiko

Mittlerer Hörverlust: ca. 3-faches Risiko

Hochgrad. Hörverlust: ca. 5-faches Risiko

Altersadjustiert!

## Hörstörungen

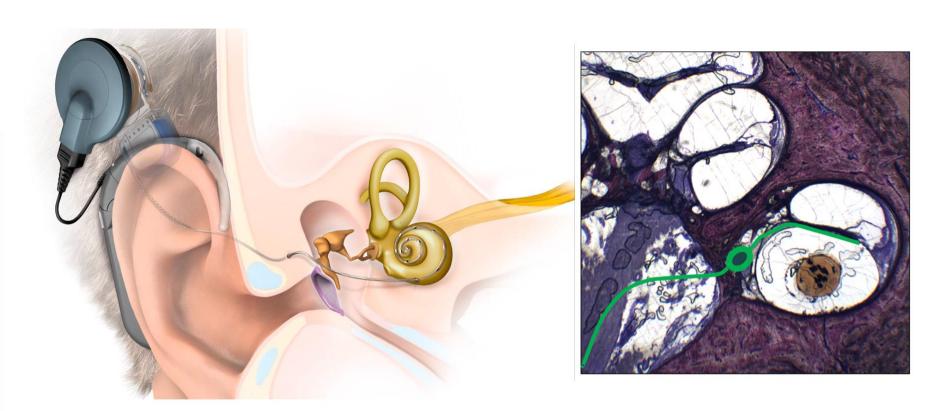


Und wenn Hörgeräte nicht mehr ausreichen?



#### Cochleaimplantat:

Sinnesprothese, welche die Innenohrfunktion ersetzt



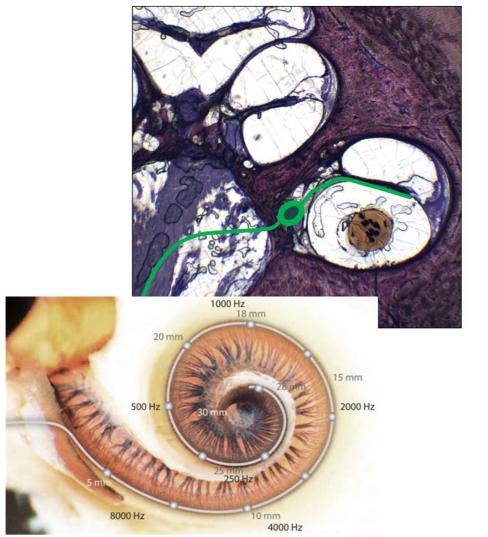


## Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde EVANGELISCHES KRANKENHAUS OLDENBURG Mersta in immersität OLDENBURG

#### **Funktionsprinzip**

- direkte elektrische
   Stimulation des Hörnervs
- Ausnutzung der Ort/Frequenz-beziehung

CI sind Standardtherapie in der Versorgung hochgradig schwerhöriger und ertaubter Menschen





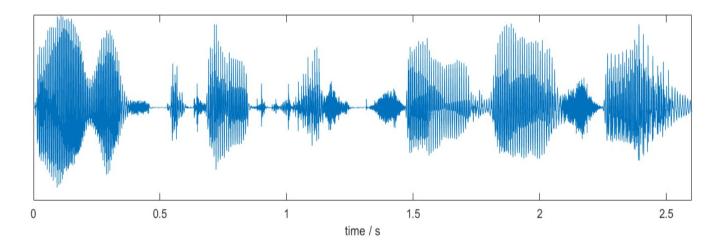








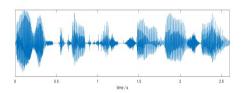


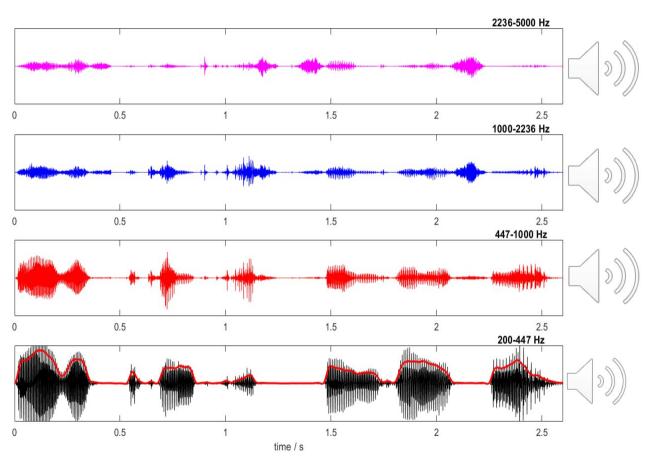






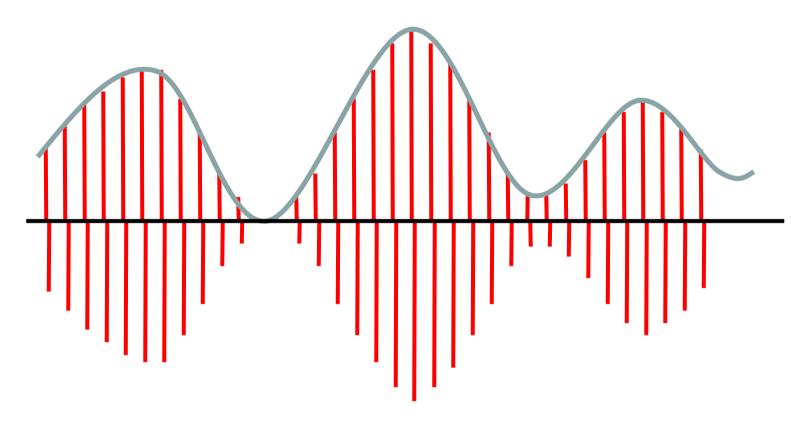






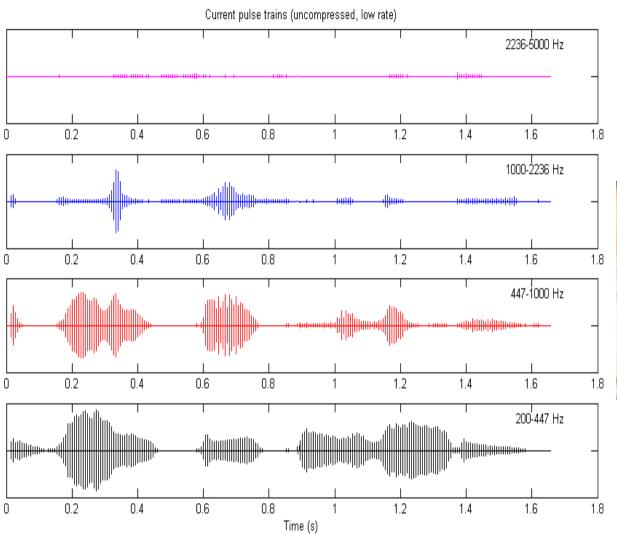


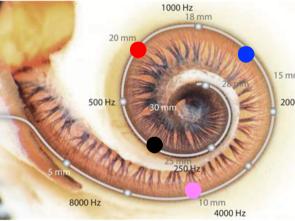












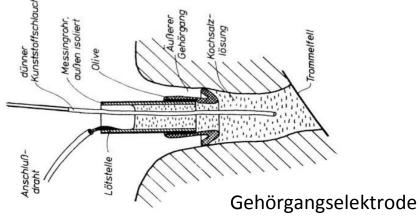
Beispiele: Prof. M. Dietz; Foto: MedEl



### Diagnostik







# Funktioniert die Nervenverbindung?

- Elektr. Reizung im Gehörgang führt zu Höreindruck
- Funktionsfähigkeit des Hörnervs
- Schwelle, Lautheitszuwachs



#### Cochleaimplantate (CI)

- Betreuung von CI-Patienten seit 1990er
- CI-Operationen seit 2006

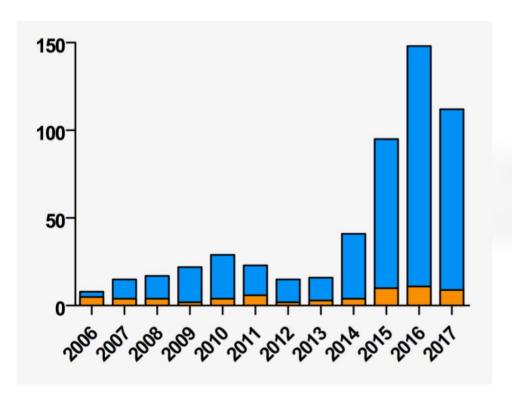






#### Cochleaimplantate (CI)

- Betreuung von CI-Patienten seit 1990er
- CI-Operationen seit 2006



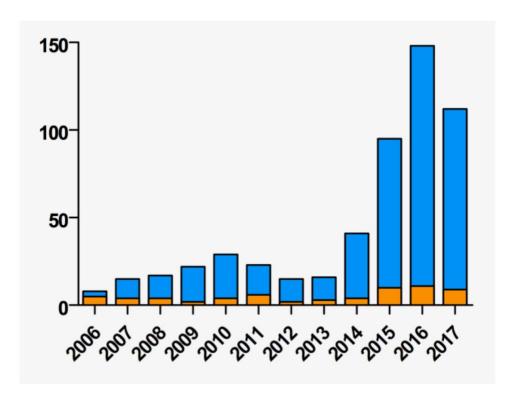






#### Cochleaimplantate (CI)

- Betreuung von CI-Patienten seit 1990er
- CI-Operationen seit 2006





1 Tag nach OP



## Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde EVANGELISCHES KRANKENHAUS OLDENBURG UNIVERSITÄT OLDENBURG

#### Wann implantieren?

"Ein CI kommt nur für vollständig ertaubte Patienten in Frage!"



## Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde EVANGELISCHES KRANKENHAUS OLDENBURG UNIVERSITÄT OLDENBURG

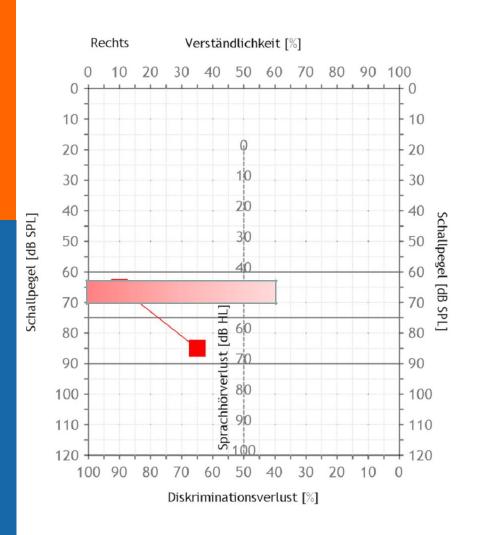
#### Wann implantieren?

"Ein CI kommt nur für vollständig ertaubte Patienten in Frage!"



## Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde EVANGELISCHES KRANKENHAUS OLDENBURG UNIVERSITÄT OLDENBURG

#### Wann implantieren?



#### QuIn-CI (TK):

≤ 60% Einsilberverständnis bei 65 dB (SPL) mit Hörgerät

beide Ohren werden getrennt betrachtet und versorgt

CI bei einseitiger Taubheit (und Tinnitus)











#### Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Erfolg braucht ein gutes Team!





Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde





KompetenznetzCochlea-Impla ntatOldenburg/Weser-Ems