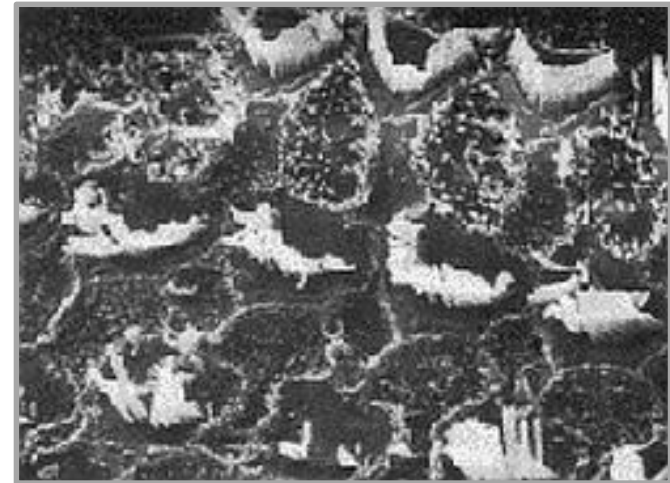
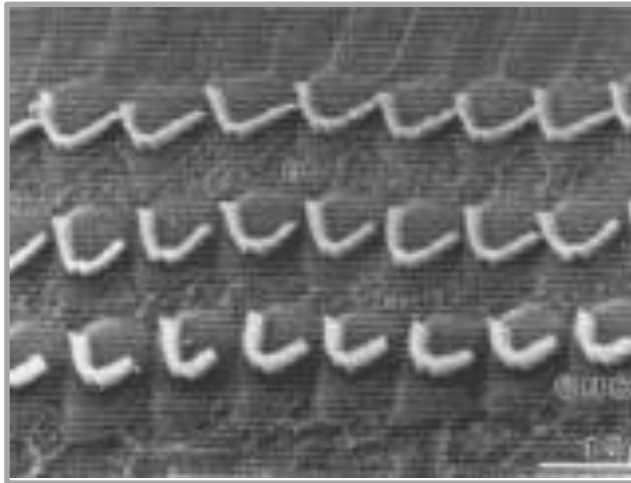


Hören und Hörschädigung aus der Sicht eines Ingenieurs



Dipl.-Ing. CARSTEN RUHE
Beratungsbüro für Akustik
hörgerecht planen und bauen
carsten.ruhe@ hoeren-und-bauen.de

WELCHE HINWEISE geben NORMEN/REGELWERKE?

Die Barrierefrei-Norm DIN 18040 gilt für Neubauten.
Sie sollte sinngemäß für die Planung von Umbauten
und Modernisierungen angewendet werden.

Die Norm stellt dar, unter welchen technischen Voraussetzungen
bauliche Anlagen barrierefrei sind.

Sie berücksichtigt dabei insbesondere die Bedürfnisse von
Menschen mit Sehbehinderung, Blindheit, Hörbehinderung
(Gehörlose, Ertaubte, Schwerhörige) oder motorischen
Einschränkungen
und von Personen, die Mobilitätshilfen und Rollstühle benutzen.

WELCHE HINWEISE geben NORMEN/REGELWERKE?

Die mit den Anforderungen nach dieser Norm verfolgten
Schutzziele
können auch auf andere Weise erfüllt werden
als in der Norm festgelegt.

ANMERKUNG: In der Regel nennen die einzelnen Abschnitte
zunächst jeweils die zu erreichenden Schutzziele
als Voraussetzung für die Barrierefreiheit.

Danach wird aufgezeigt, wie das Schutzziel erreicht werden kann.

Bei Bauvorhaben für spezielle Nutzergruppen
können zusätzliche oder andere Anforderungen
notwendig sein.

Was heißt eigentlich **not-wendig**?

Entschuldigung...

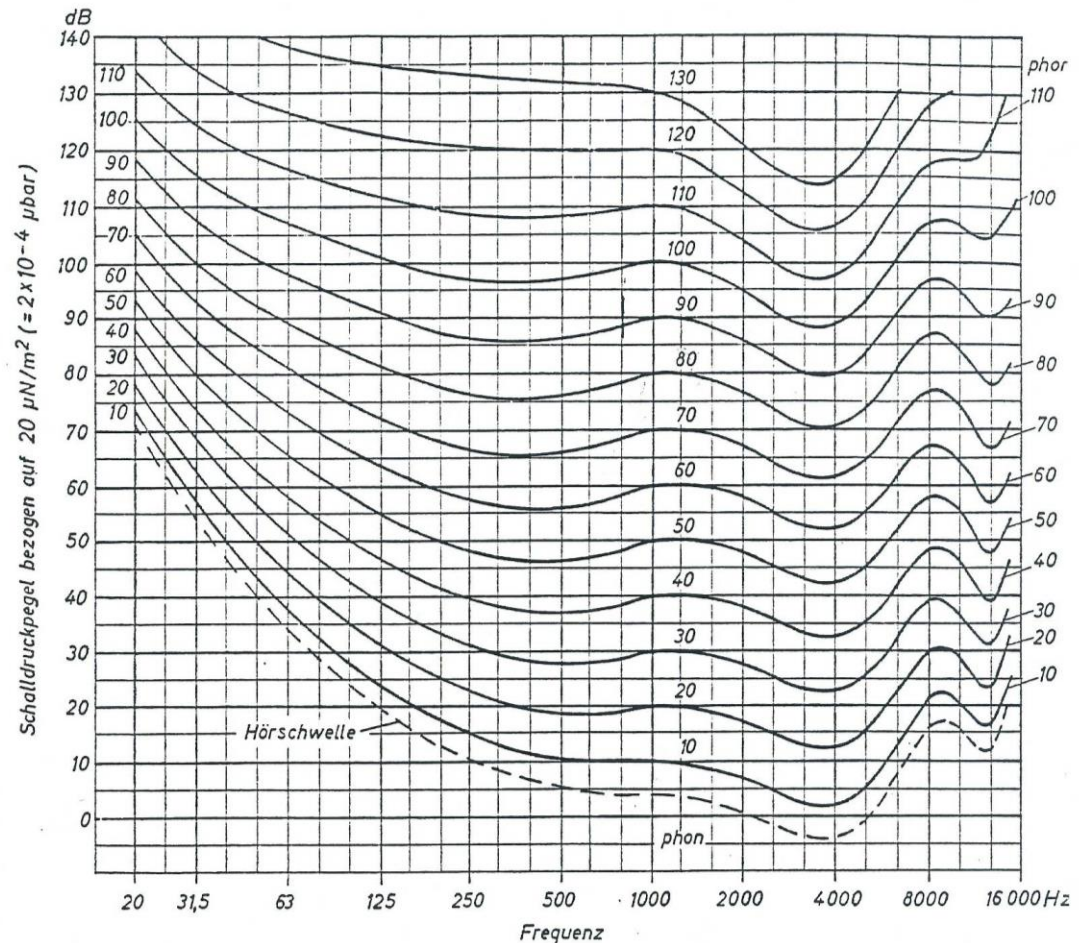
- ...ich bin schwerhörig. Können Sie bitte etwas langsamer und deutlicher sprechen?
- ...ich habe nicht LAUTER gesagt, Sie brauchen mich nicht anzuschreien!
- ...ich weiß genau, dass taub, thumb, dumm, stumm, deaf, taff und doof denselben Wortstamm haben; ich bin aber wirklich nur schwerhörig und nicht doof.

Warum muss ich solche Sätze immer mit „Entschuldigung“ (ENT-SCHULDIGUNG) beginnen?

Welche SCHULD habe ich denn daran?

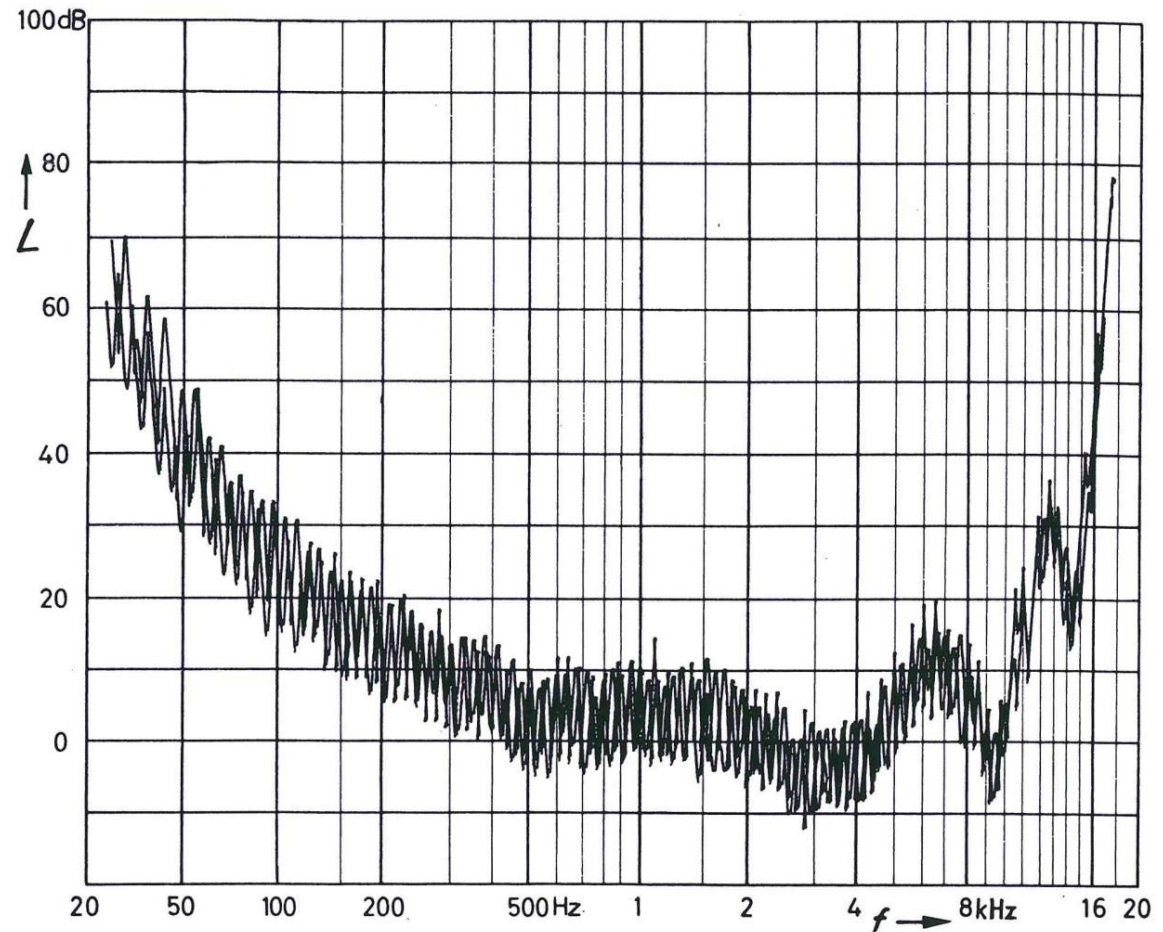
Was kann das menschliche Gehör?

Kurven
gleicher
Lautstärke
Ermittelt an
70 guthörenden
Personen unter
25 Jahren



Was kann das menschliche Gehör?

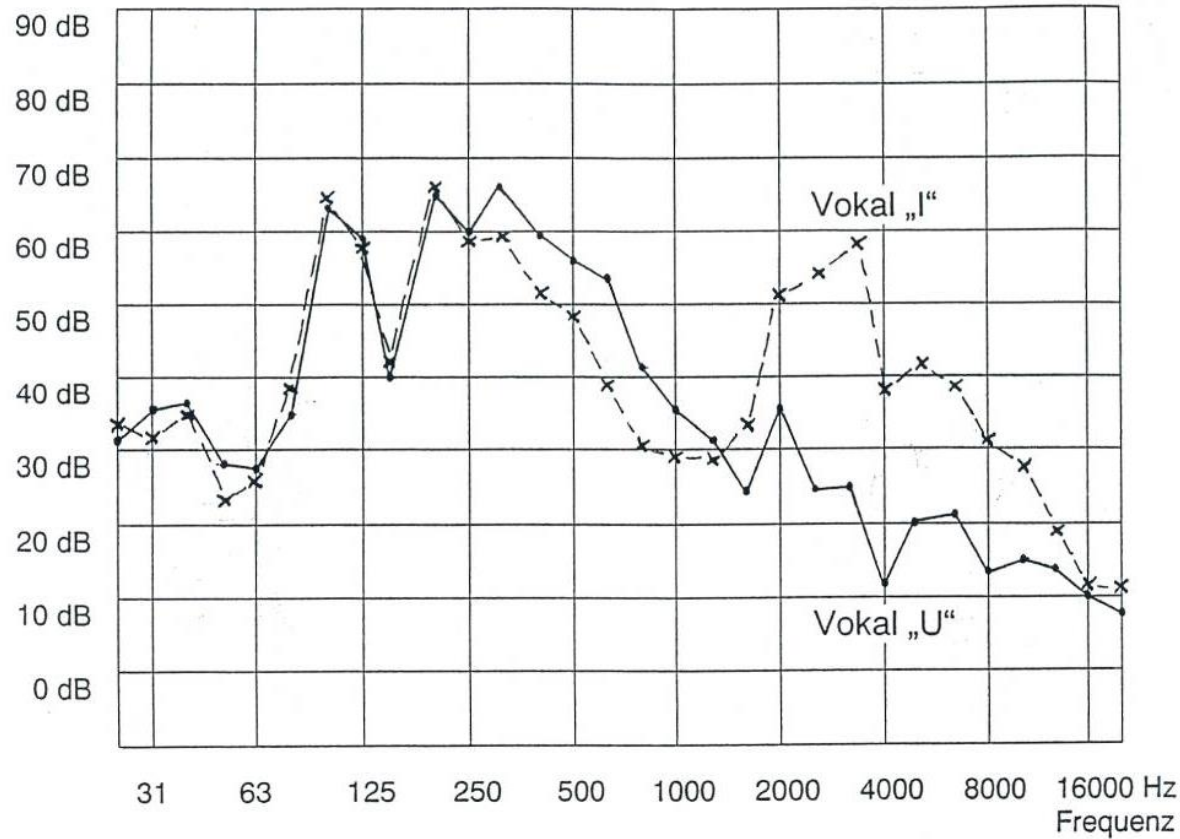
Beispiel zweier
Hörschwellen-
Kurven
ermittelt
mit einem
Békésy-
Audiometer



© Zwicker-Feldtkeller:
Das Ohr als Nachrichten-
Empfänger, Hirzel, 1967

Was kann das menschliche Gehör?

Formanterkennung:
Die Vokale I und U unterscheiden sich im tieffrequenten Bereich kaum, sondern vorrangig oberhalb von 2000 Hz.

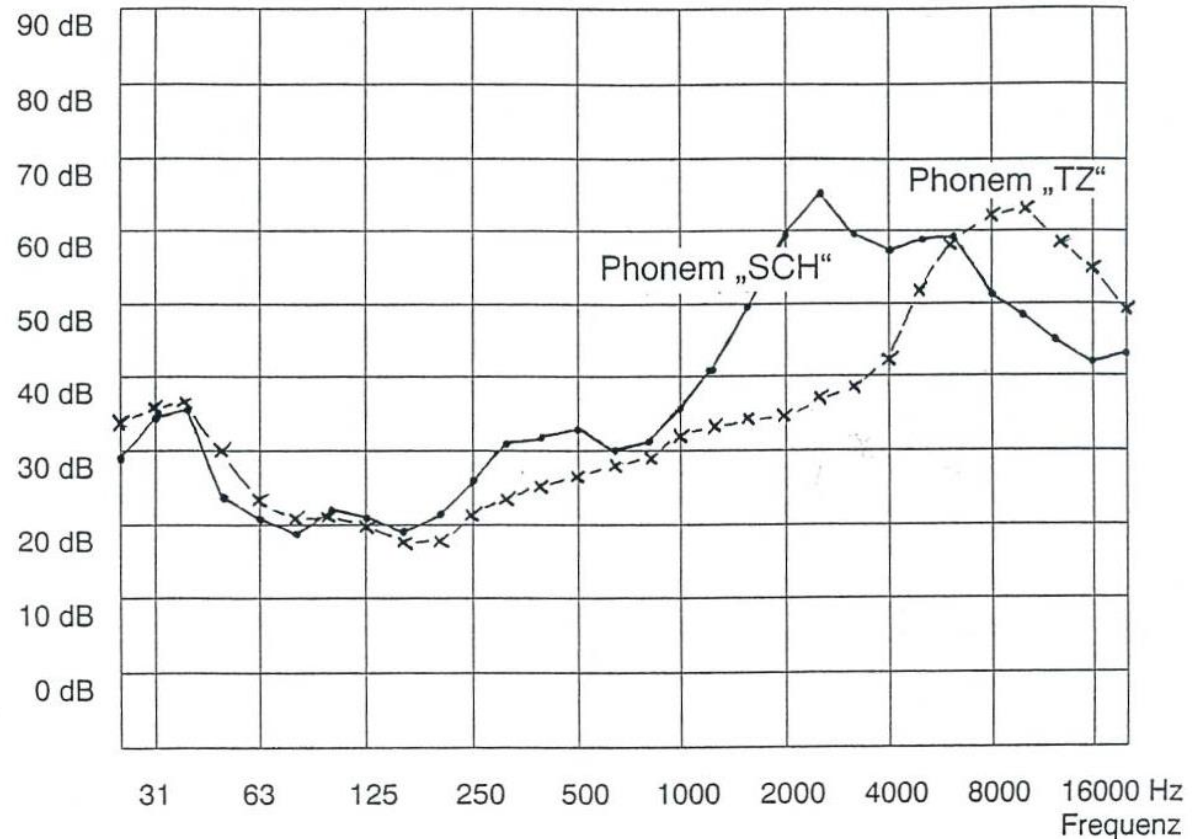


© TuR Schmidt/Ruhe 2002

Was kann das menschliche Gehör?

Formanterkennung:

Die Konsonanten
SCH und TZ
unterscheiden sich
im tieffrequenten
Bereich kaum,
sondern vorrangig
oberhalb von
2000 Hz. TZ reicht
bis 16.000 Hz.

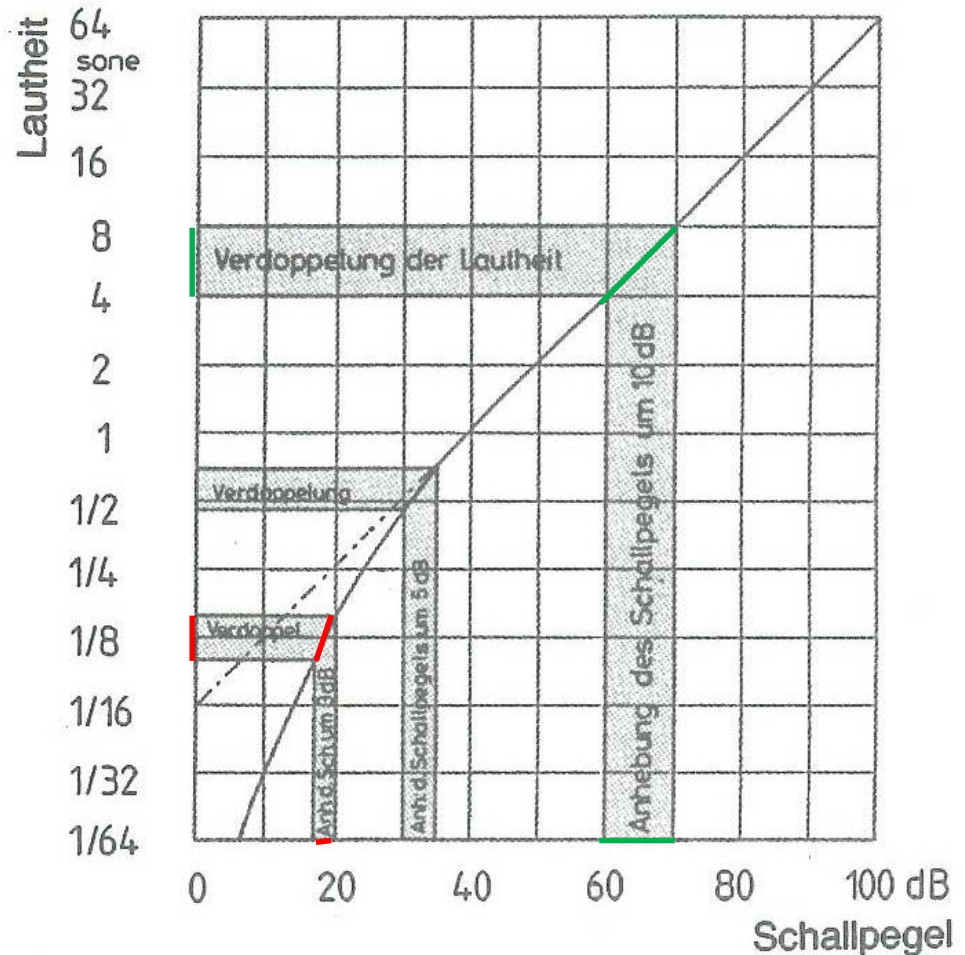


© TuR Schmidt/Ruhe 2002

Was kann das menschliche Gehör?

Zusammenhang
zwischen
Schallpegel und
empfundener
Lautstärke
(Lautheit)

nach Zwicker-Feldtkeller:
Das Ohr als Nachrichten-
Empfänger, Hirzel, 1967



Was kann das menschliche Gehör?

Warum reagiert das menschliche Gehör bei niedrigen Pegeln so stark auf kleinste Änderungen?

Warum ist das menschliche Gehör bei hohen Frequenzen so empfindsam (und damit auch empfindlich)?

Warum macht das Gehör - im Gegensatz zum Auge - auch im Schlaf nicht „die Schotten dicht“?

Evolution:

Hinweis auf **Beute** (lebenswichtig)
oder Warnung vor **Gefahren** (über-lebenswichtig)
z. B. durch Blätterrascheln oder Ästeknacken.

Was kann das menschliche Gehör?

Es besteht ein etymologischer Sprachzusammenhang
zwischen einerseits
LÄRM
und andererseits

ALARM !!!

Was kann das menschliche Gehör?

Bei **Alarm** würde früher **Lärm** geschlagen
und so „zu den Waffen“ gerufen: ad armas, **al arme!**

Noch heute wird Adrenalin ausgeschüttet und
kampfbereit gemacht; Marschmusik mit schwerem
Blech und Schlagwerk haben ähnliche Wirkung.

Leben und Arbeiten unter Lärm
bedeutet

Leben und Arbeiten unter Stress
mit erhöhtem Infarkttrisiko.

Was können Schwerhörrende anders?

Die tieffrequenten Vokale bewirken die Lautstärke.
Die hochfrequenten Anteile der Konsonanten (Zisch-
und Explosivlaute) übertragen den Sprach-Inhalt.

Das lässt sich auch optisch belegen:

..ie ..o....o..a....e.. e.....a....e.. ..ie l....o....a..io...

Was können Schwerhörende anders?

Die tieffrequenten Vokale bewirken die Lautstärke.
Die hochfrequenten Anteile der Konsonanten (Zisch-
und Explosivlaute) übertragen den Sprach-Inhalt.

Das lässt sich auch optisch belegen:

D.... K..ns..n..nt..n ..nth..lt..n d.... ..nf..rm..t....n.

Was können Schwerhörrende anders?

Die tieffrequenten Vokale bewirken die Lautstärke.
Die hochfrequenten Anteile der Konsonanten (Zisch-
und Explosivlaute) übertragen den Sprach-Inhalt.

Das lässt sich auch optisch belegen:

Die Konsonanten enthalten die Information.

Was können Schwerhörende anders?

Die hochfrequenten Anteile der Zisch- und Explosiv-Laute übertragen den Inhalt der Sprache.

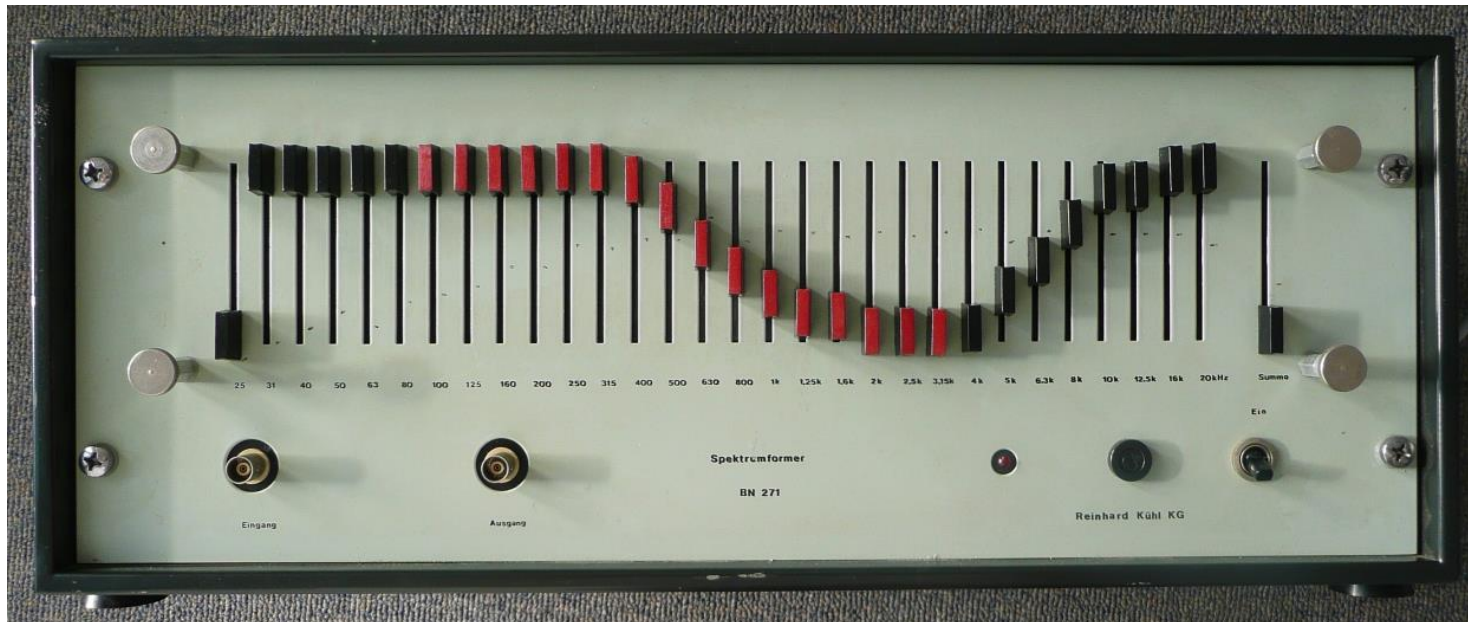
Diese hochfrequenten Sprach-Anteile müssen in den Hörgeräten besonders kräftig verstärkt werden.

Sehr viele Störgeräusche sind ebenfalls stark hochfrequent und werden (bei etlichen Geräten) mit verstärkt.

Daraus resultiert die bauliche Ingenieur-Aufgabe, insbesondere diese hochfrequenten Störgeräusche gar nicht erst entstehen zu lassen oder sie zu dämpfen.

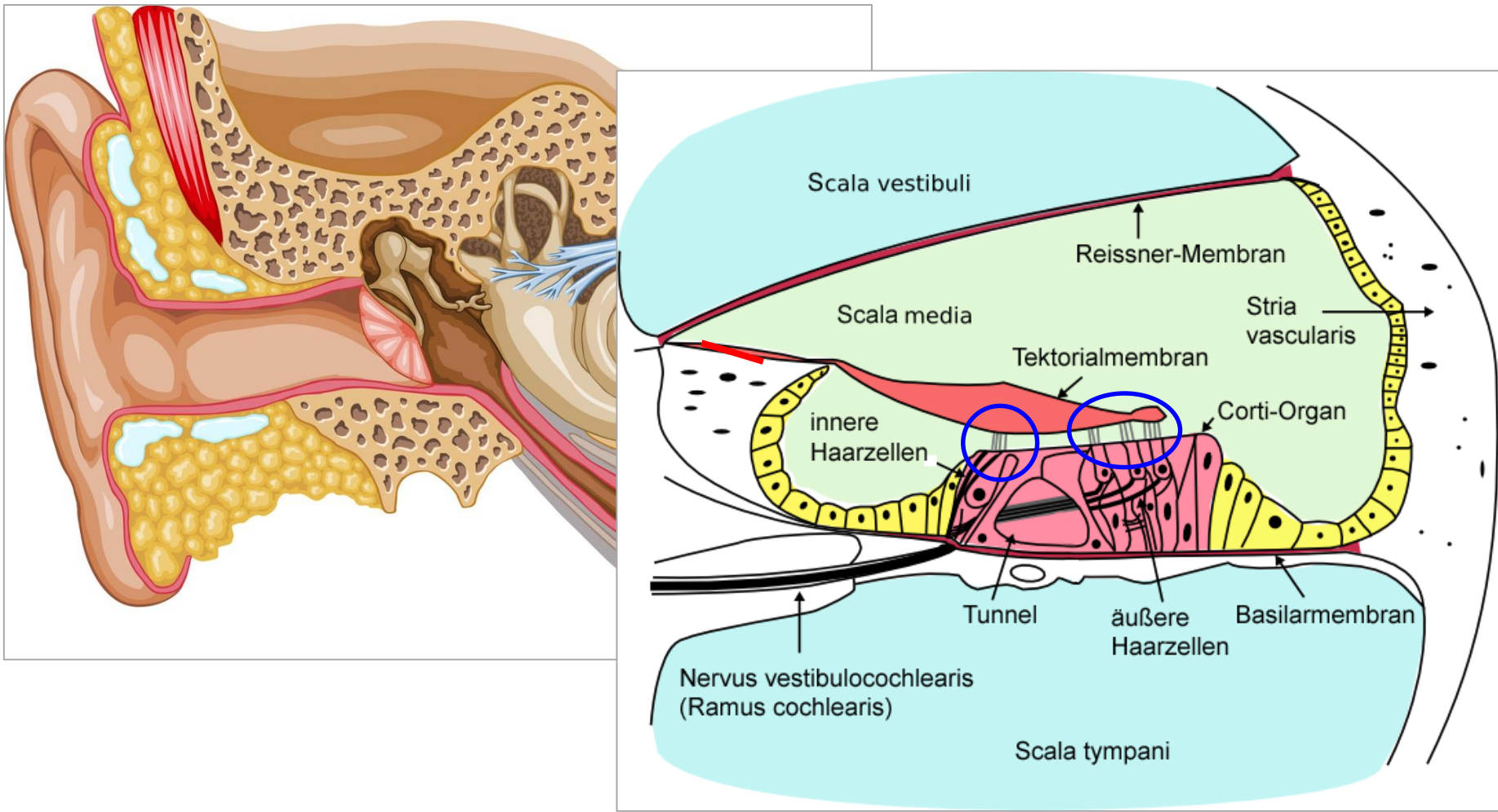
Was können Schwerhörende anders?

Hör-Demonstration: Veränderung der Sprachverständlichkeit
bei Entfall der hohen Frequenzen



Daraus resultiert die **elektroakustische Aufgabe**,
insbesondere die hohen Frequenzen zu verstärken.

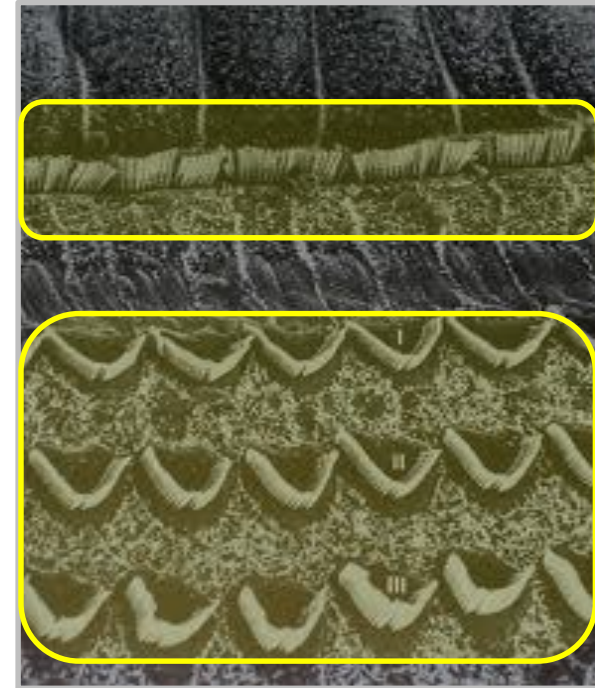
Was können Schwerhörende anders?



Was können Schwerhörrende anders?

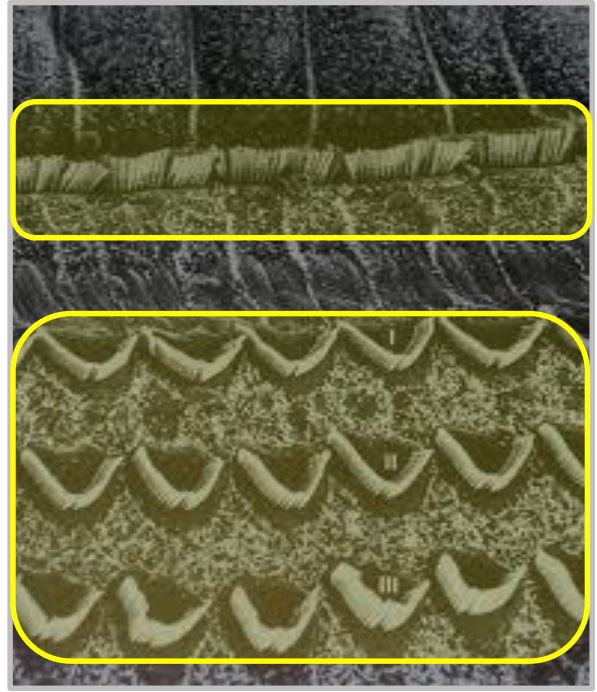
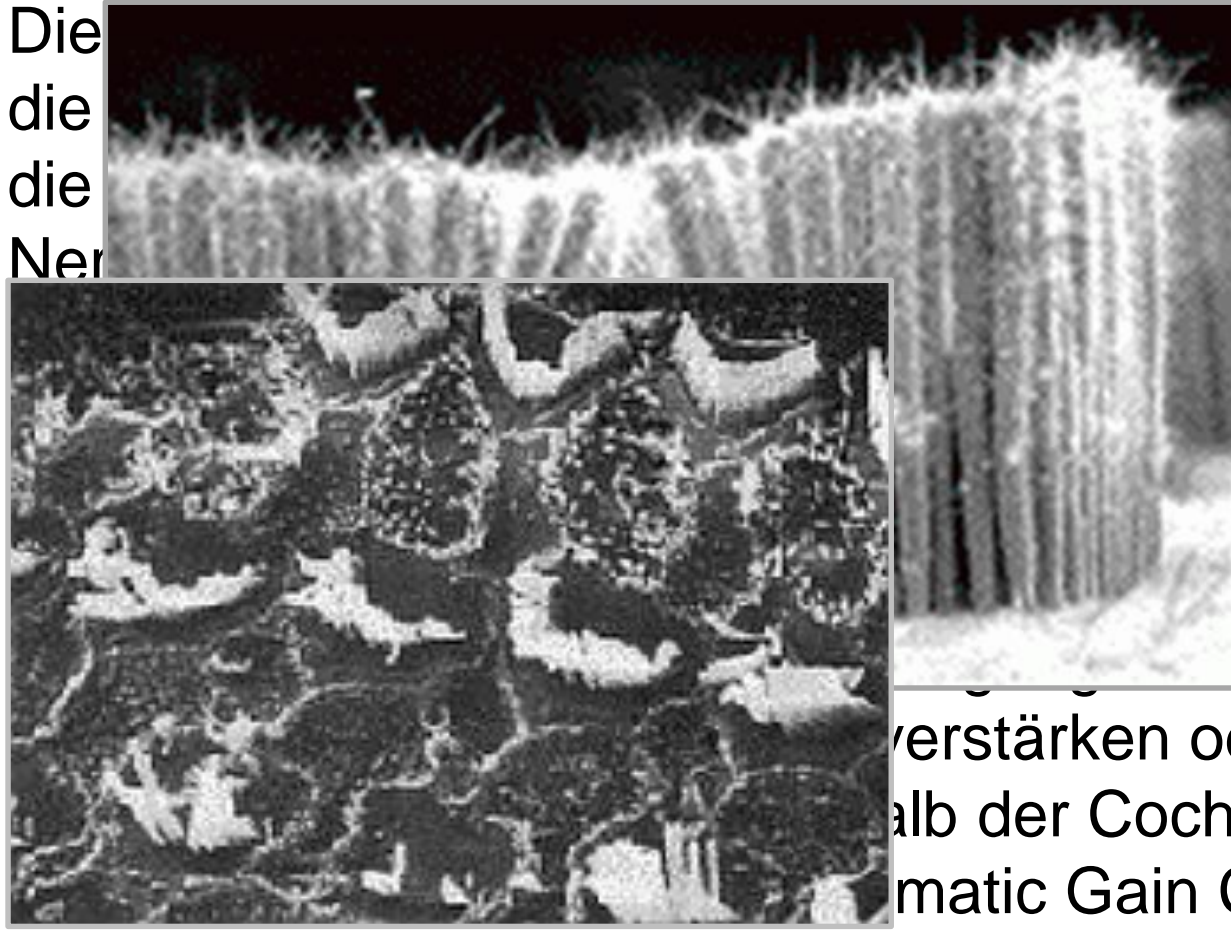
Die *inneren Haarzellen* (eine Reihe) sind die eigentlichen Rezeptoren, sie wandeln die mechanischen Schwingungen in Nervenimpulse um, die an das Gehirn weitergeleitet werden.

Die Härchen der *äußeren Haarzellen* (drei Reihen) sind aus Protein-Filamenten aufgebaut. Die Proteine Actin und Myosin sind (wie Muskeln) für die aktive Bewegung der Haarzellen verantwortlich. Sie verstärken oder dämpfen die Schallwanderwellen innerhalb der Cochlea (Hörschnecke) und sind so Equalizer und Automatic Gain Control gleichzeitig. Bei Ausfall der äußeren Haarzellen fehlt diese Regelung.



Was können Schwerhörrende anders?

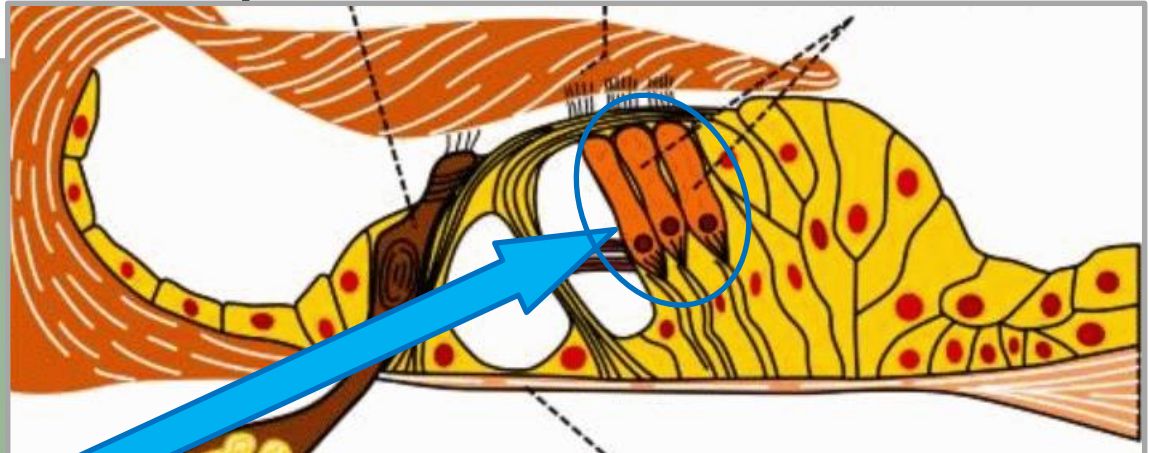
Die
die
die
Ner



verstärken oder dämpfen
halb der Cochlea (Hörschnecke)
Automatic Gain Control gleichzeitig.

Bei Ausfall der äußeren Haarzellen fehlt diese Regelung.

Die tanzende (äußere) Haarzelle

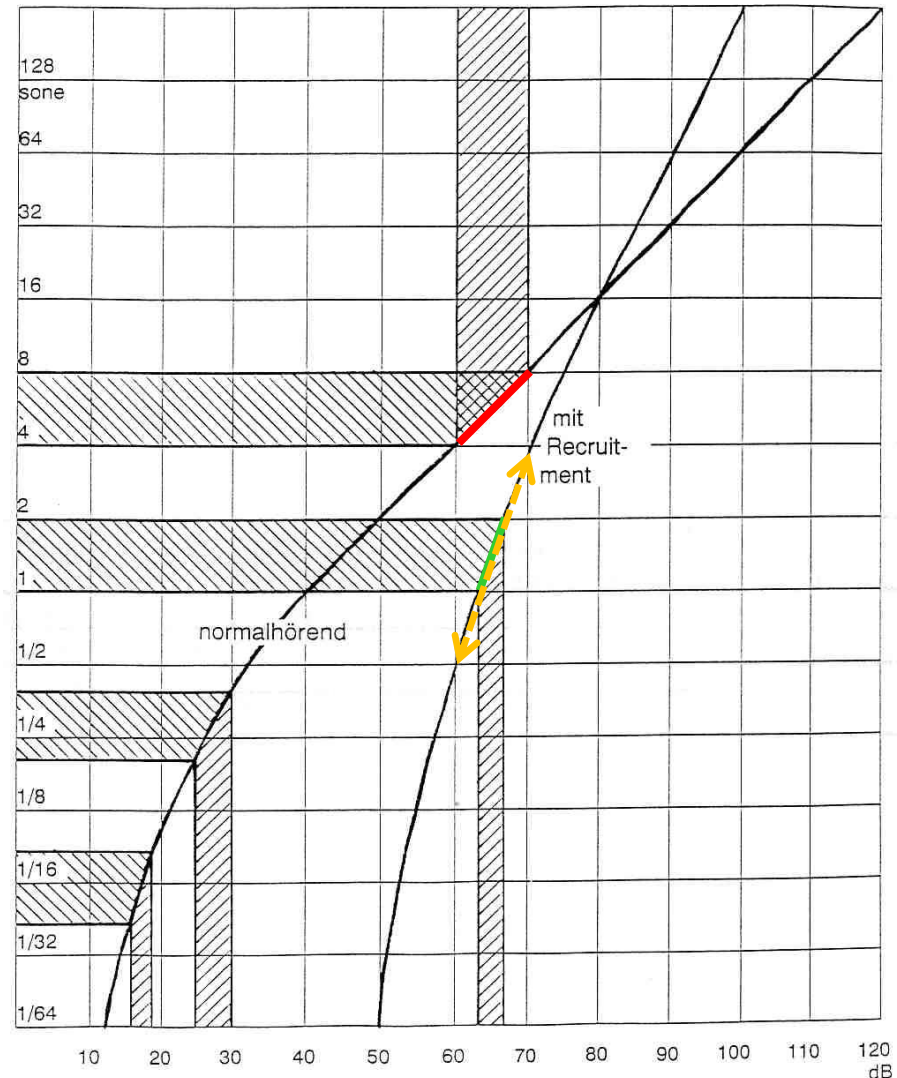


<https://www.youtube.com/watch?v=Xo9bwQuYrRo>

Was können Schwer- hörende anders?

Durch den Ausfall dieser
AGC verändert sich der
Zusammenhang zwischen
Schallpegel und
empfundener Lautheit.

Der Dynamikbereich
wird eingeschränkt,
deshalb verläuft
die Lautheitskurve
viel steiler (Recruitment)



Was muss man deshalb tun?

Durch den Lautheitsausgleich steht nur ein deutlich eingeschränkter Pegelbereich zwischen „nicht hören“ und „zu laut“ zur Verfügung.

In einem **Dynamikbereich** von **etwa 30 dB** müssen die akustischen Informationen angeboten werden.

Daraus resultiert **die bauliche/elektroakustische Aufgabe**, nur **die wichtigen Informationen zu verstärken**, aber die **Störgeräusche** und den **Nachhall** zu dämpfen: **Signal-to-Noise-Ratio**

SNR > 15 dB

Was können Schwerhörende anders?

HÖREN

HÖREN

HÖREN

ohne Störgeräusch

HÖREN

HÖREN

HÖREN

mit Störgeräusch

Was können Schwerhörende anders?

HÖREN

HÖREN

HÖREN

ohne Störgeräusch

HÖREN

HÖREN

HÖREN

mit Störgeräusch

Anteile der Hörgeschädigten in Deutschland

Gehörlose		ca.	80.000
Schwerhörige	17%	ca.	13.700.000
davon mit Hörgeräten		ca.	2.500.000
mit Innenohr-Implantaten		ca.	28.000

Altersverteilung:	14-19 Jahre	1%	
	20-29 Jahre	2%	
	30-39 Jahre	5%	
	40-49 Jahre	6%	
	50-59 Jahre	25%	-> jeder vierte
	60-69 Jahre	37%	-> jeder dritte
	> 70 Jahre	54%	-> jeder zweite

Anteile der Hörgeschädigten in Deutschland

Für den Lebensaltersbereich unter 14 Jahren gibt es keine statistische Untersuchung.

Man geht aber davon aus, dass im Grundschulalter in jeder Klasse - wechselnd – etwa 3 Kinder (das sind mehr als 10%) aufgrund von Infektionskrankheiten eine „temporäre Hörschwellenverschiebung“ haben.

„Ständig erkältete“ Kinder haben deshalb einen schlechteren Lernerfolg!

reFeRATgeber 6

HÖRGESCHÄDIGTE KINDER IN REGELSCHULEN



Klassenraum-Akustik
Klassenraum-Gestaltung
Klassenraum-Organisation

Diese Broschüre wurde gedruckt
mit finanzieller Unterstützung der Firmen:



2. Auflage 2016-08
1. Auflage 2016-02

Weitergabe / Nachdruck gern gestattet

6. bis 10. Tausend
1. bis 5. Tausend
Belegexemplar an Verfasser erbeten