

IndukTive Höranlagen Ein Schritt zu barrierefreien Kirchen

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

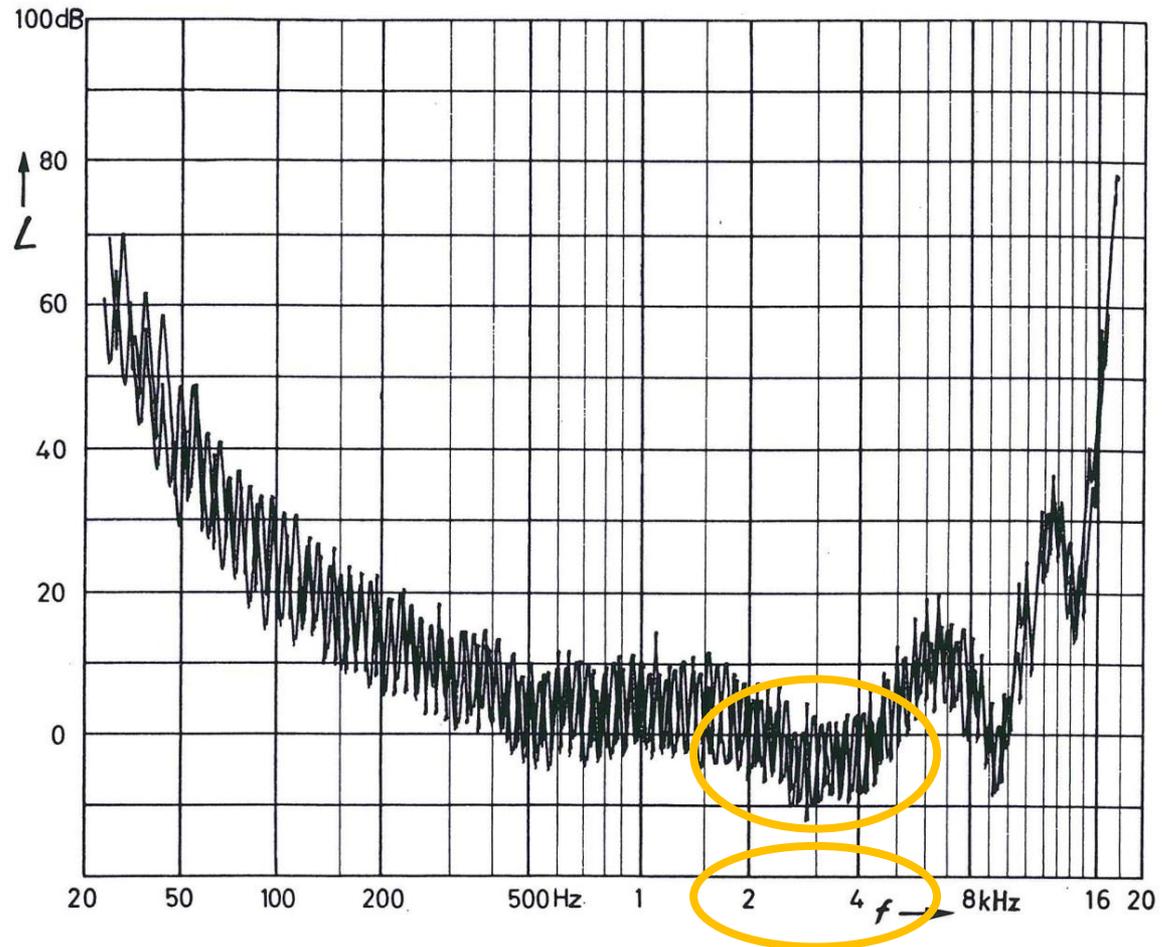
- Muss man in öffentlichen Gebäuden wirklich IndukTive Höranlagen oder andere geeignete Hörhilfsmittel für schwerhörende Personen einbauen oder nicht?
- Gibt es gesetzliche Muss- oder Soll-Vorschriften, welche den Einbau von Anlagen zur Hörunterstützung in Kirchen, Theatern, Hörsälen, Kinos oder anderen öffentlichen Gebäuden fordern?

Gegenfrage:

Muss man denn gesetzlich gezwungen werden,
Gutes zu tun?

Was kann das menschliche Gehör?

Beispiel zweier
 Hörschwellen-
 Kurven
 ermittelt
 mit einem
 Békésy-
 Audiometer

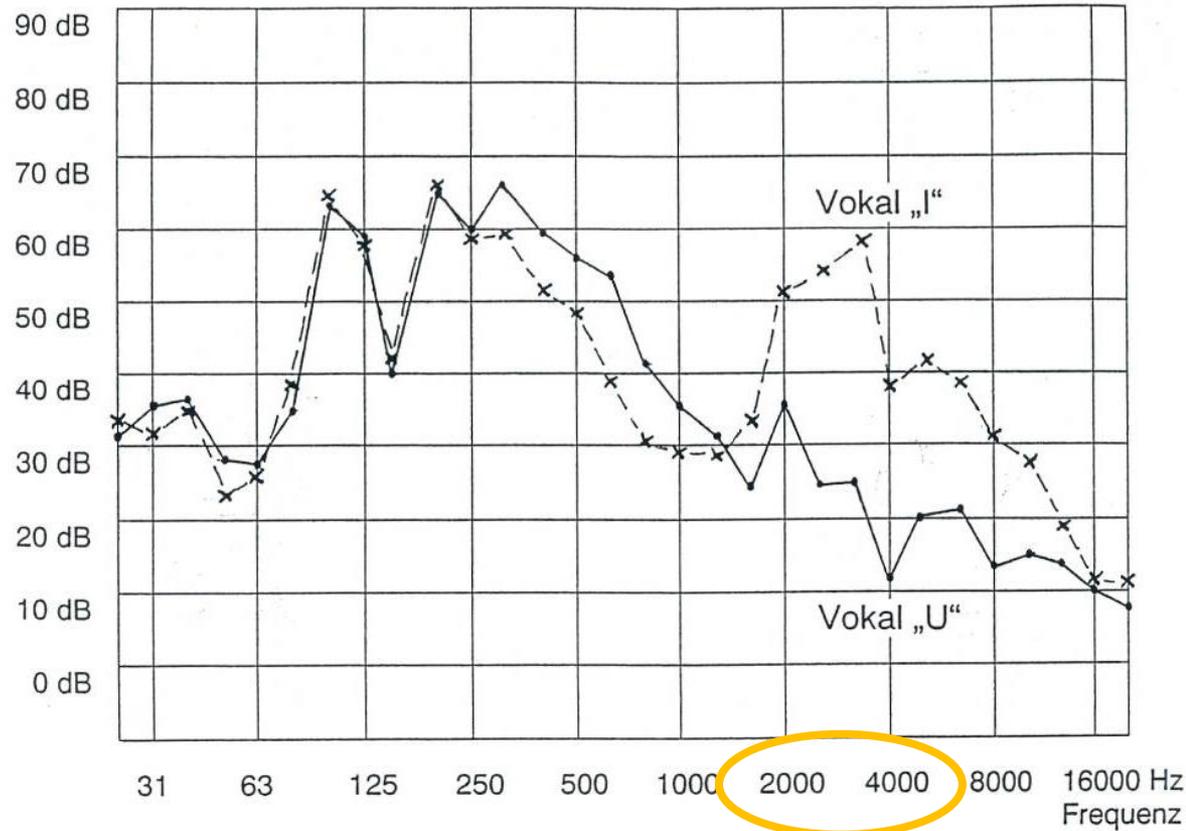


© Zwicker-Feldtkeller:
 Das Ohr als Nachrichten-
 Empfänger, Hirzel, 1967

Was kann das menschliche Gehör?

Formant-Erkennung:

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

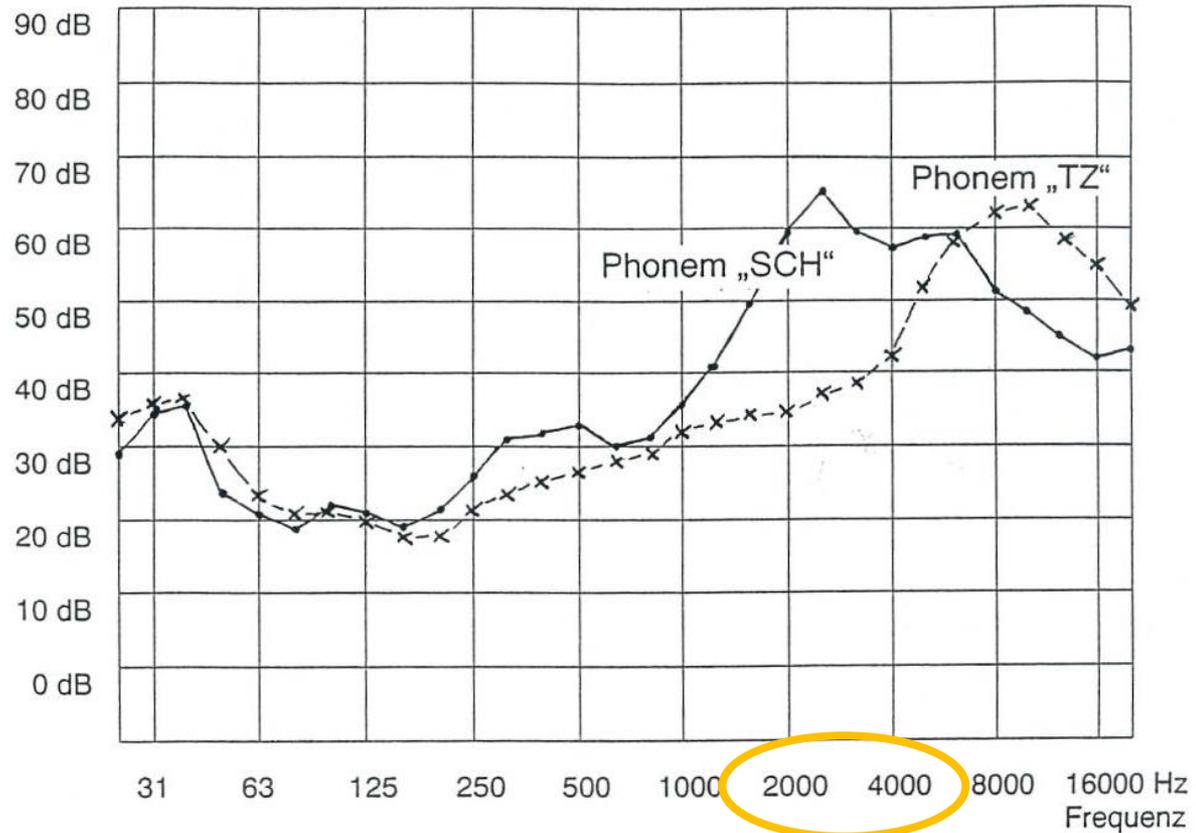


© TuR Schmidt/Ruhe 2002

Was kann das menschliche Gehör?

Formant-Erkennung:

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

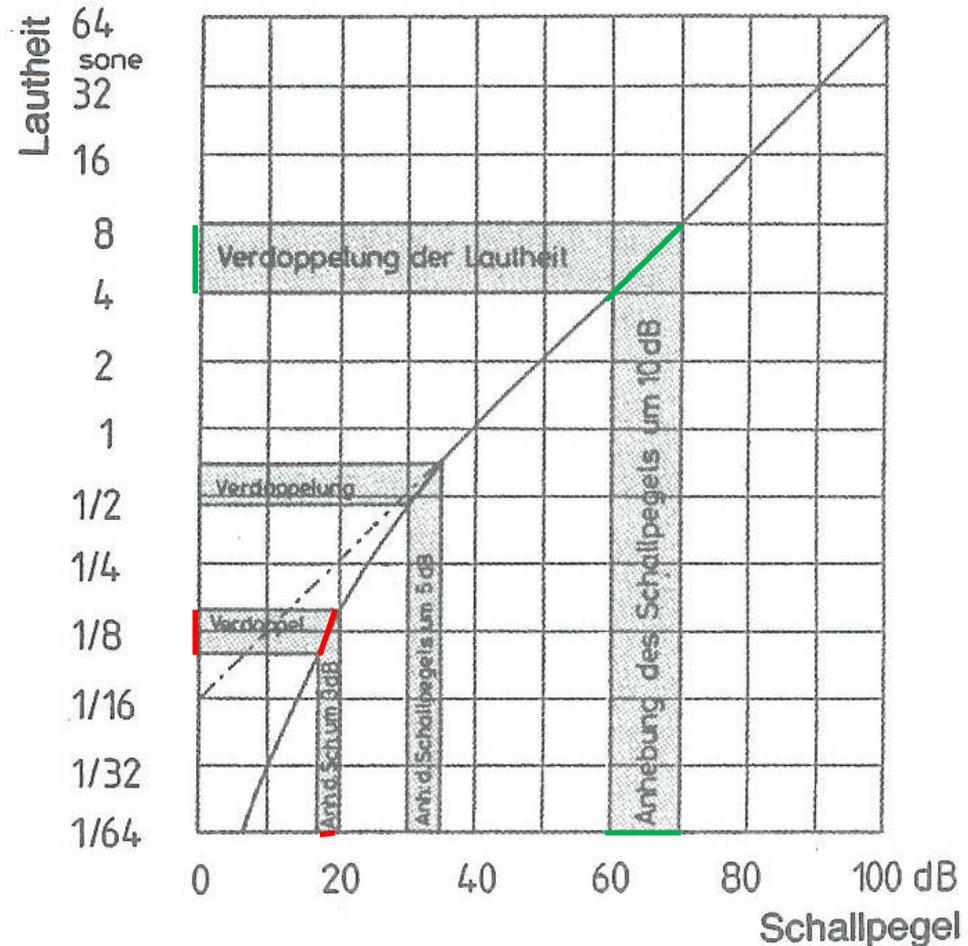


© TuR Schmidt/Ruhe 2002

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.

Waru
 Warum
 stark
 Warum
 empfi
 Warum
 Schla

 Evolu
 Hinwe
 oder
 z. B.



chl
 he G
 ?
 ehör
 empfi
 Gege
 t“?

 er Äst



n so
)
 n
 g)
 g)

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 kann das menschliche Gehör?

Die tieffrequenten Vokale bewirken die Lautstärke.

Die hochfrequenten Anteile der Konsonanten (Zisch- und Explosivlaute) übertragen den Sprach-Inhalt.

Das lässt sich auch optisch belegen:

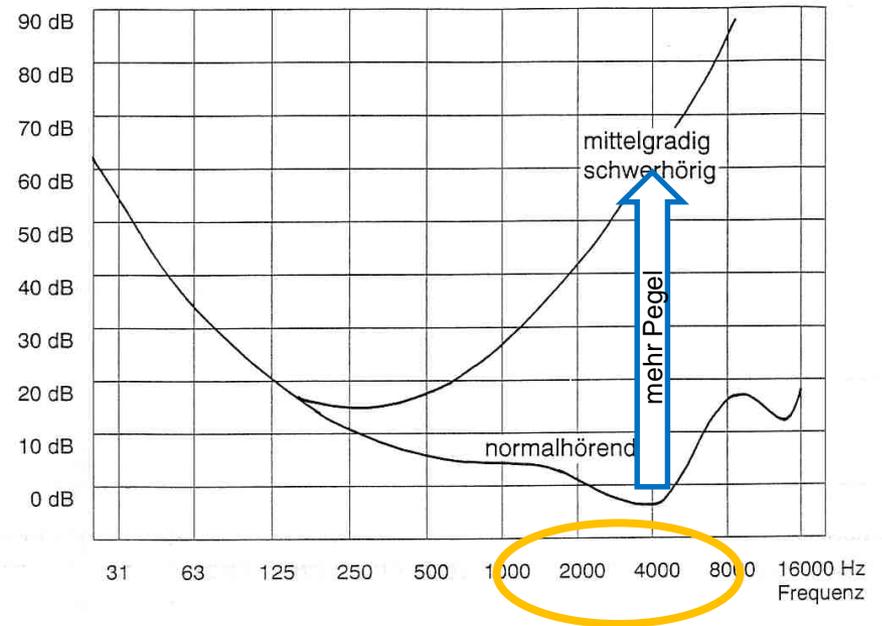
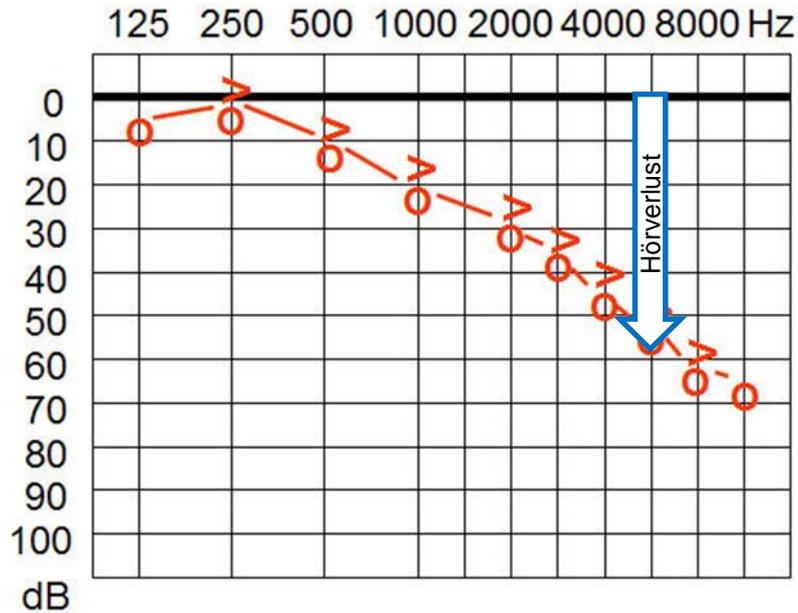
..ie ..o....o..a....e.. e.....a....e.. ..ie l....o....a..io...

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

Die Konsonanten enthalten die Information.

Was können Schwerhörende anders?

typische Schallempfindungs-Schwerhörigkeit:



Was können Schwerhörende anders?

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

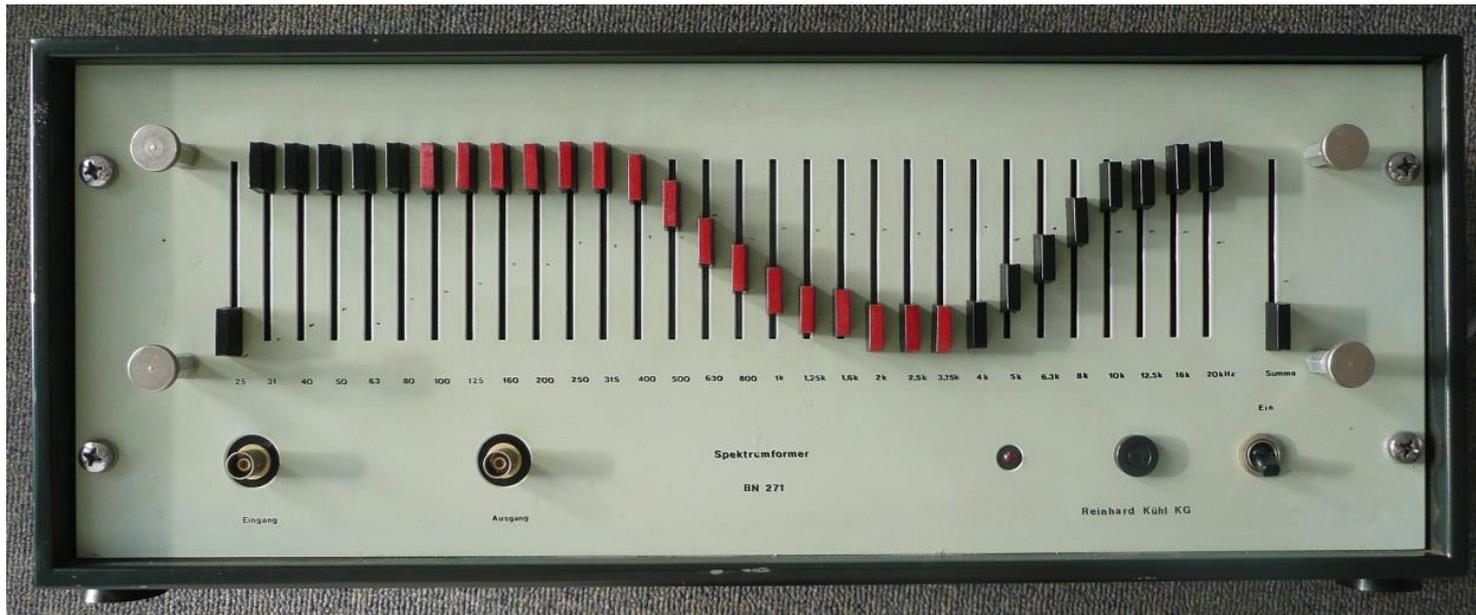
Diese hochfrequenten Sprach-Anteile müssen in den Hörgeräten besonders kräftig verstärkt werden.

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: Verschlechterung der Sprachverständlichkeit bei Entfall der hohen Frequenzen



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

Was können Schwerhörende anders?

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

Original



MW-Rundfunk



Telefon



Bässe raus bis 300 Hz



Leichtgradig schwerhörend ab 2kHz



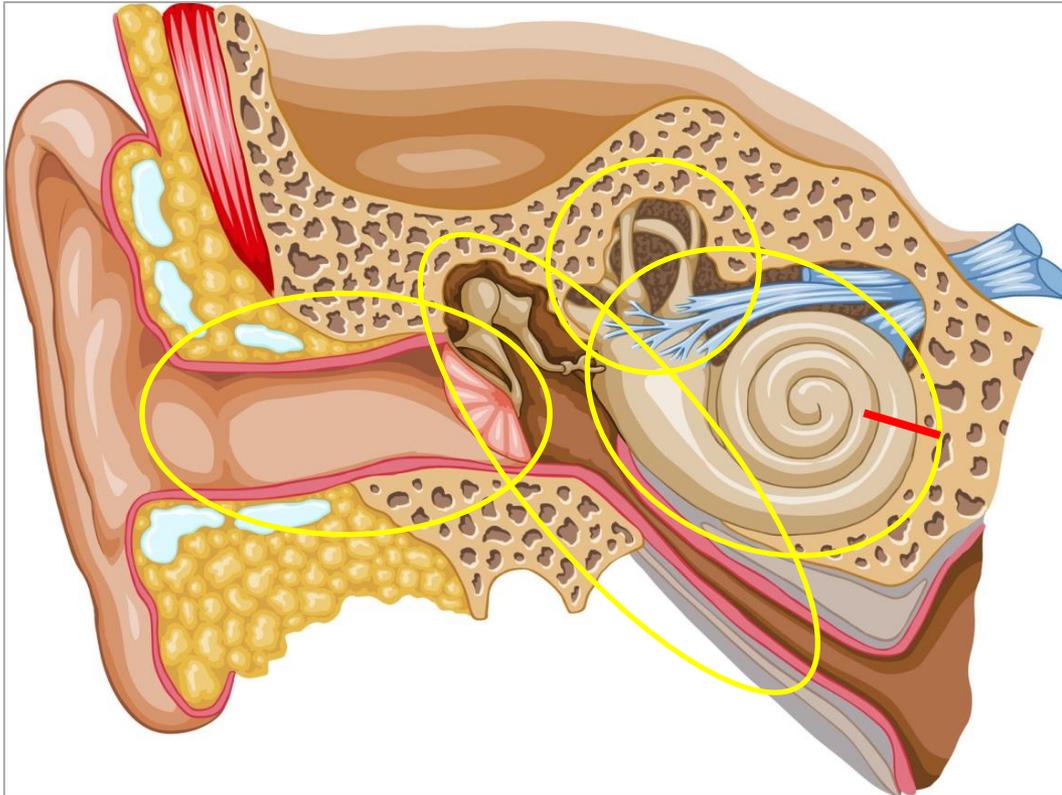
Mittelgradig schwerhörend ab 1 kHz



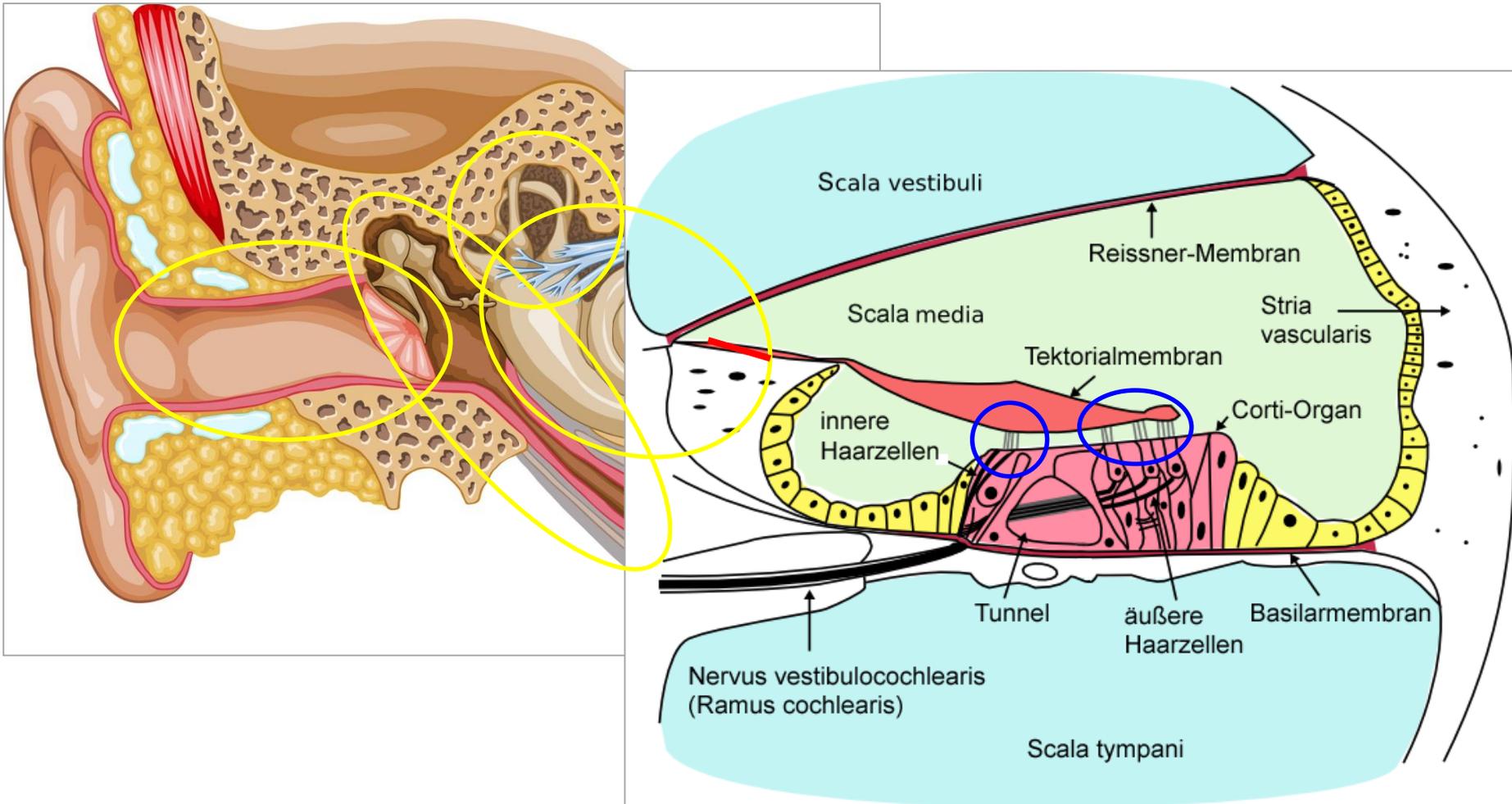
Hochgradig schwerhörend ab 400 Hz



Was können Schwerhörende anders?



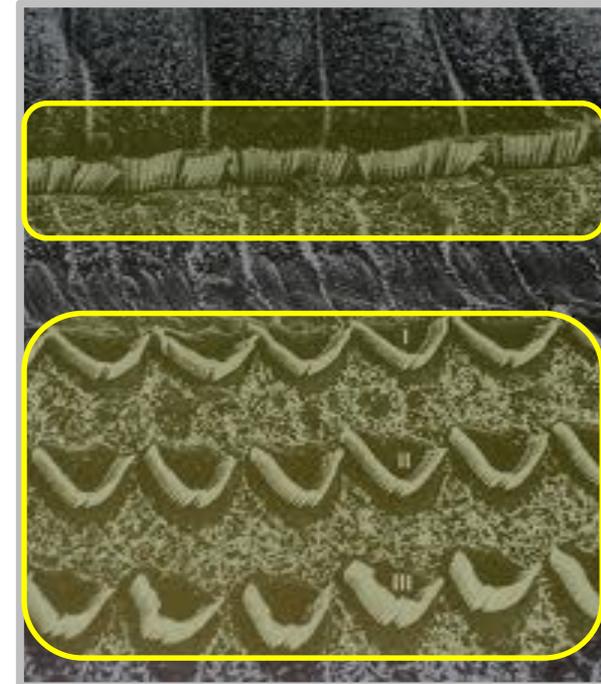
Was können Schwerhörende anders?



Was können Schwerhörende anders?

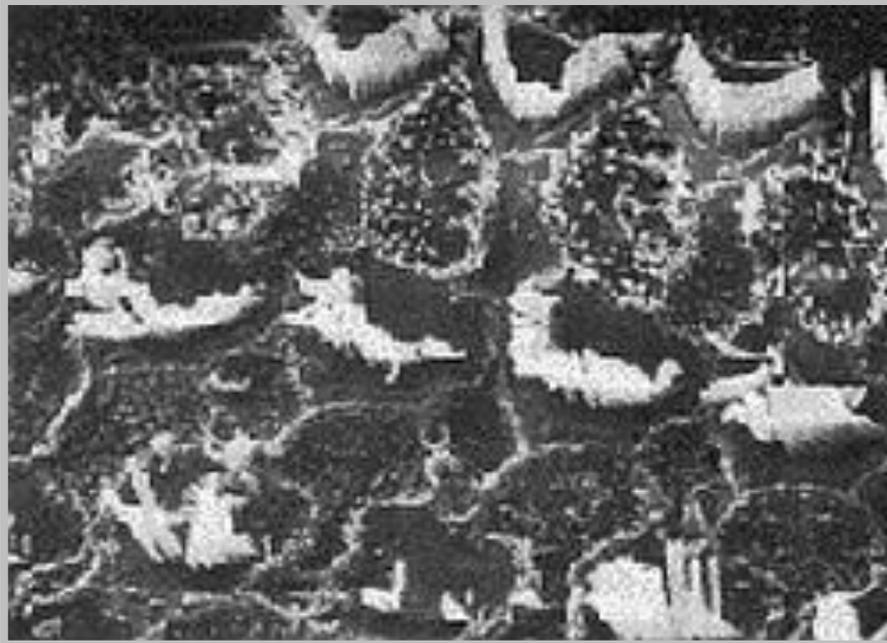
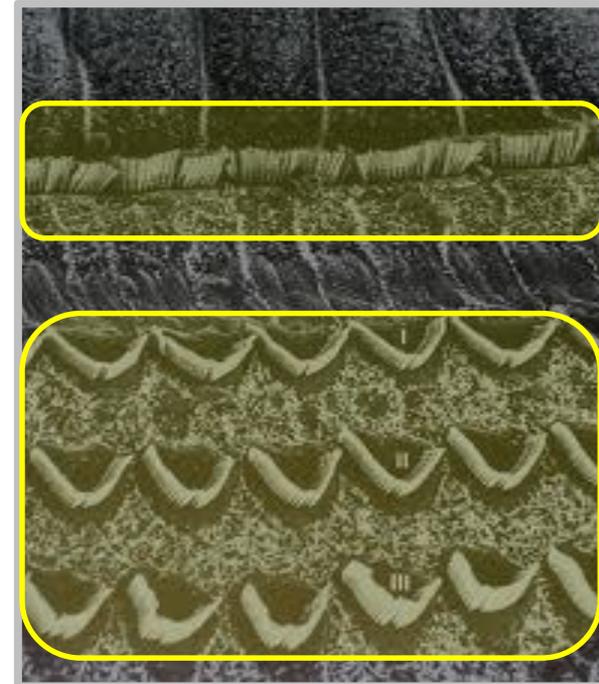
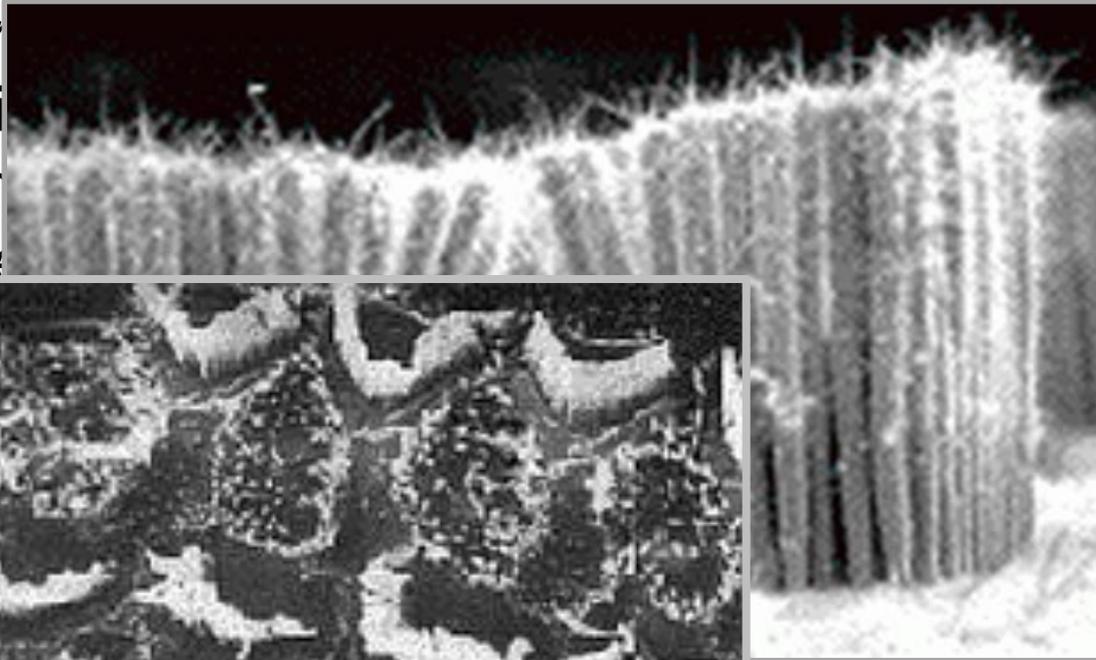
Die *inneren Haarzellen* (eine Reihe) sind die eigentlichen **Rezeptoren**, sie wandeln die mechanischen Schwingungen in Nervenimpulse um, die an das Gehirn weitergeleitet werden.

Die Härchen der *äußeren Haarzellen* (drei Reihen) sind **Aktoren** (Muskeln) aus Actin und Myosin. Sie sind für die Motilität der Haarzellen verantwortlich und verstärken bis zu 40 dB oder dämpfen frequenzabhängig die Schallwandlerwellen innerhalb der Cochlea. Sie sind Equalizer und Aussteuerungs-Automatik gleichzeitig.



Was können Schwerhörende anders?

Die inneren
 die e...
 die m...
 Nerve...



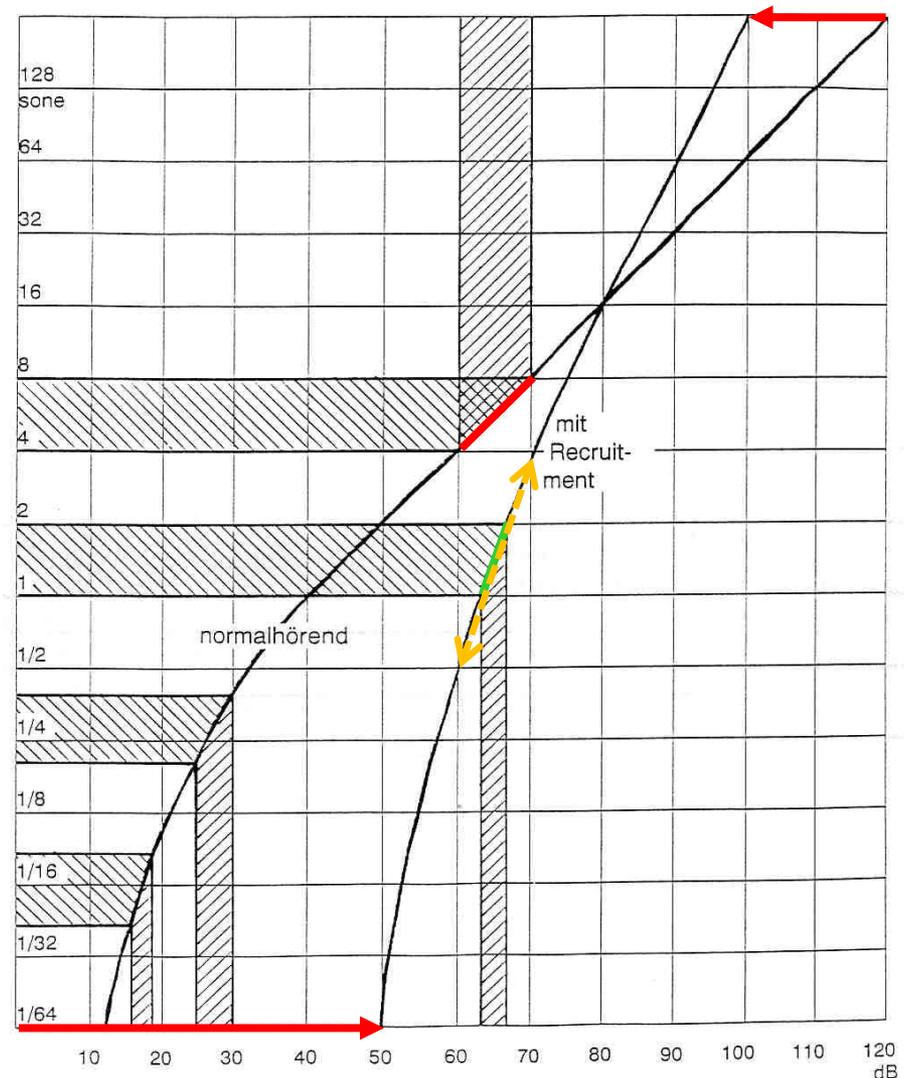
erstarren
 uenzabhängig die Schall-
 chlea.
 erungs-Automatik gleichzeitig.

Bei Ausfall der äußeren Haarzellen fehlt diese Regelung.

Was können Schwerhörende anders?

Durch den Ausfall der Aussteuerungs-Automatik 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 **Störgeräusche und Nachhall zu dämpfen / auszublenden**:

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



UN-Konvention

über die
Rechte von Menschen mit Behinderungen
Für die BRD
in Kraft getreten am 26.03.2009



Grundgesetz für die
Bundesrepublik Deutschland
in Kraft getreten am 23.05.1949,
zuletzt geändert am 11.07.2012, Art. 3 (3):
**Niemand darf wegen seiner Behinderung
benachteiligt werden (15. November 1994)**



Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen

(Behindertengleichstellungsgesetz – BGG) vom
27.04.2002,

in Kraft getreten am 1. Mai 2002, geändert am 19.
Dezember 2007.



Landesgesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen

(LGGBehM) vom 04.12.2002, in Kraft getreten
am 01.01.2003.

Behindertengleichstellungsgesetz BGG §2 (3):

Barrierefrei sind **bauliche** und sonstige **Anlagen**, Verkehrsmittel, technische Gebrauchsgegenstände, Systeme der Informationsverarbeitung, **akustische** und visuelle **Informationsquellen** und **Kommunikationseinrichtungen** sowie andere gestaltete Lebensbereiche, wenn sie für behinderte Menschen

- in der allgemein üblichen Weise,
- ohne besondere Erschwernis
- und grundsätzlich ohne fremde Hilfe

auffindbar, zugänglich und **nutzbar** sind.

Landesbauordnung RLP (LBauO) Art. 51 vom 1. August 2015

Barrierefreie Zugänglichkeit und Benutzbarkeit baulicher Anlagen

(3) Folgende allgemein zugängliche bauliche Anlagen oder Teile baulicher Anlagen müssen **barrierefrei** sein:

1. Versammlungsstätten, Kultureinrichtungen, Anlagen für den **Gottesdienst**,
2. Verkaufsstätten; Läden und ähnliche Geschäftsräume in Erdgeschossen,
3. Gebäude der öffentlichen Verwaltung und Gerichte,
4. Schalter- und Abfertigungsräume der Verkehrseinrichtungen, ...
5. Gaststätten, Kantinen, Beherbergungsbetriebe,
6. Schulen, Hochschulen, Weiterbildungseinrichtungen, Forschungsinstitute,
7. Kindertagesstätten und sonstige Einrichtungen für Kinder und Jugendliche,
8. Krankenhäuser, Rehabilitationseinrichtungen, Arztpraxen und ähnliche Einrichtungen der Gesundheitspflege,

DIN 18040-1:2010-10 Barrierefreies Bauen
DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen

Öffentlich-rechtlich (Baugenehmigung) müssen nur
bauaufsichtlich eingeführte Normen beachtet werden.

Zivilrechtlich kann es aber durchaus sinnvoll sein,
auch andere Regelwerke zu beachten (Mängelfreiheit).

**Zivilrechtlich ist es jedenfalls
NICHT VERBOTEN,
etwas Gutes, Richtiges und Sinnvolles
zu planen!**

Räume ohne Hör-Barrieren (Reihenfolge beachten)

- **Notruf- und Alarmierungsanlagen (2-Sinne-Prinzip)**
- **Baulicher Schallschutz** (Geräusche von außen)
- **Lärminderung** (Störgeräusche im Raum)
Lüftungsanlage, Beamer, Teppichboden
- **Raumakustik** (**Verständlichkeit der Sprecher**)
mit Decke und Wandpaneel
- **Möblierung** (Sichtbarkeit der Sprecher)
- **Beleuchtung** (Sichtbarkeit des Sprechermundes)
- **Elektroakustik (Hörunterstützungsanlagen)**
- ggf. Gebärdensprache und Schriftdolmetschung

Möblierung - (Sichtbarkeit aller Sprecher)



Sichtbarkeit des Sprecher-Mundes



Sichtbarkeit des Sprecher-Mundes



Elektroakustik / Beschallung: DIN 18040-1

Sind elektroakustische Beschallungsanlagen vorgesehen, so ist auch ein gesondertes Übertragungssystem für Menschen mit eingeschränktem Hörvermögen einzubauen, **das den gesamten Zuhörerbereich umfasst.**

ANMERKUNG 3

Im Allgemeinen ist eine indukTive Höranlage sowohl für die Nutzer in der Anwendung als auch hinsichtlich der Bau- und Unterhaltungskosten die günstigste Lösung.

Zu den verschiedenen Beschallungssystemen (IndukTiv, Funk, Infrarot) siehe DIN 18041, Hörsamkeit.

Elektroakustik / Beschallung: DIN 18040-1

Sind elektroakustische Beschallungsanlagen vorgesehen, so ist auch ein gesondertes Übertragungssystem für Menschen

mit eingeschränktem Hörvermögen einzubauen,

das die folgenden Anforderungen umfasst.



Zu den verschiedenen Übertragungssystemen (IndukTiv, Funk, Infrarot) siehe DIN 18041,



IndukTive Höranlagen

Welche Vorteile bringt
die direkte Übertragung?

Hören Sie selbst:

Natürliche Sprache



→ Klang-Brei



IndukTive Höranlagen

Welche Vorteile bringt
die direkte Übertragung?

Hören Sie selbst:

Natürliche Sprache



→ Klang-Brei

Aufnahme 1:

Die folgende Aufnahme entstand während der Einmessarbeiten an der Beschallungsanlage der St. Marien-Kirche in Bad Segeberg am 5. Mai 2006. Bei der ersten Aufnahme hören Sie zunächst die Sprachdarbietung vom Taufbecken bei ausgeschalteter Lautsprecheranlage und ohne IndukTive Höranlage in der Weise, wie sie ein schwerhörender Gottesdienstteilnehmer hören würde...

IndukTive Höranlagen

Welche Vorteile bringt
die direkte Übertragung?

Hören Sie selbst:

Über die Lautsprecher 
→ immer noch Klang-Brei



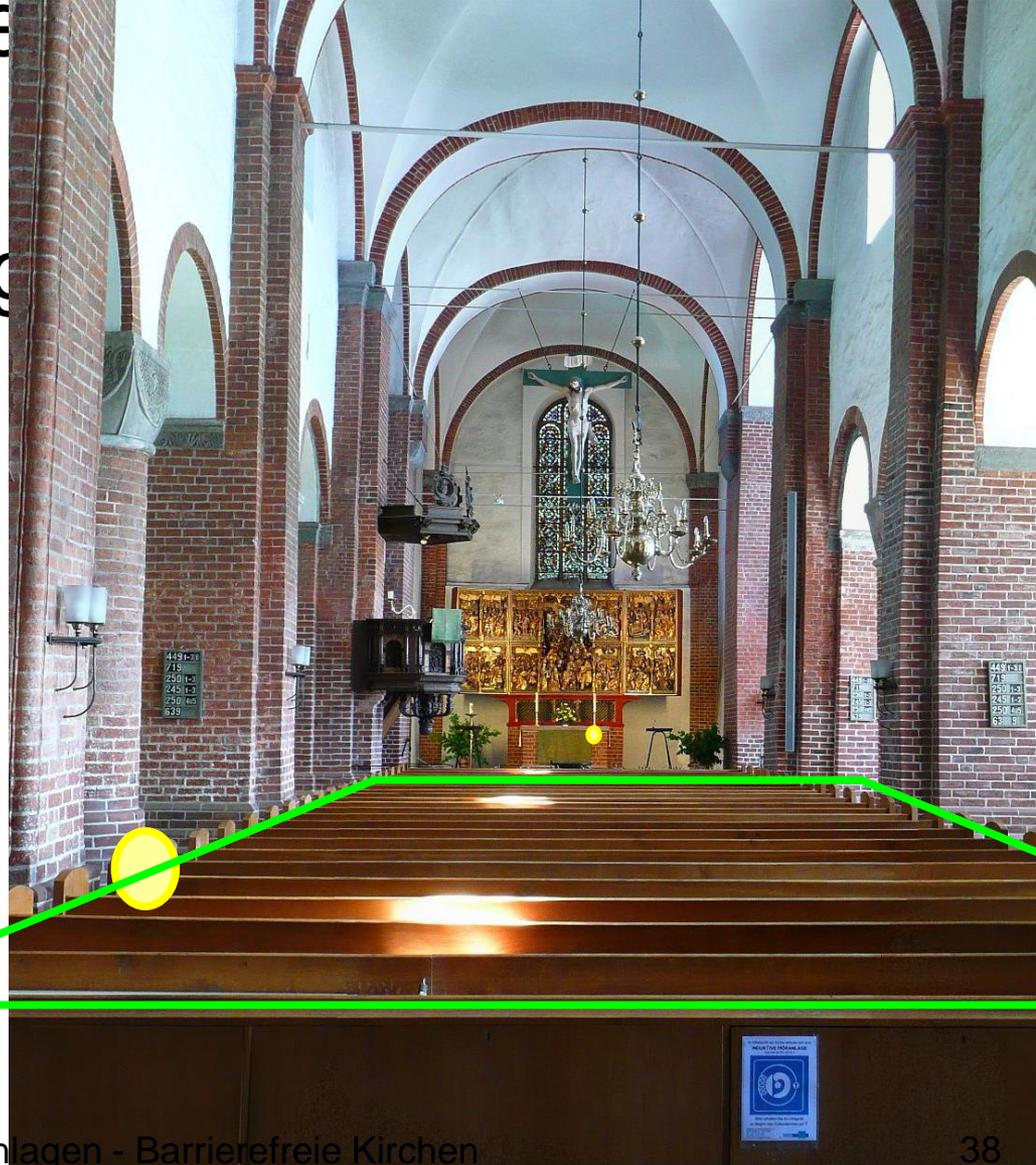
IndukTive Höranlage

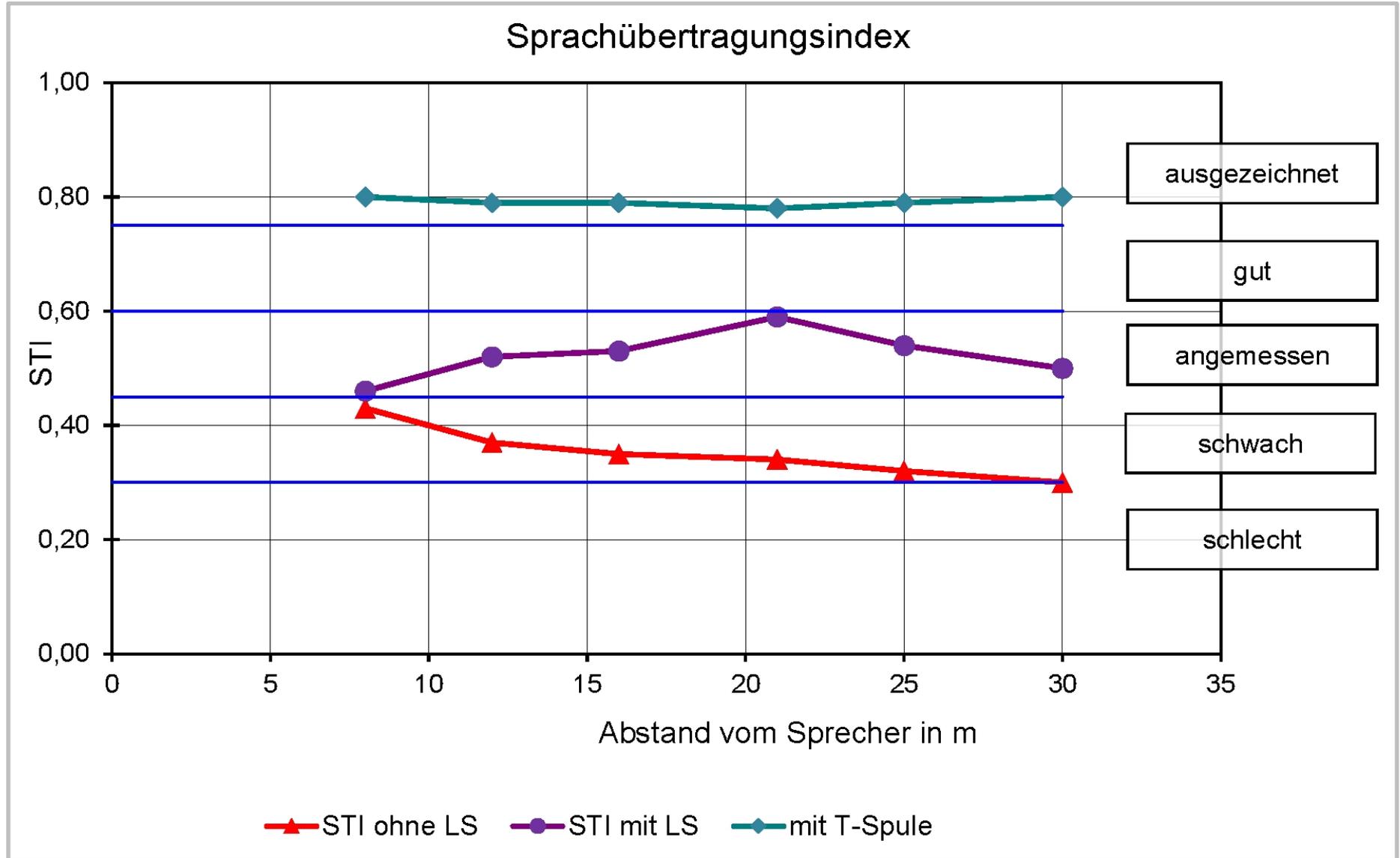
Welche Vorteile bringt
die direkte Übertragung
Hören Sie selbst:

Über die indukTive
Höranlage

→ Klang-Kontrast !!!

www.hob-ev.de





IndukTive Höranlagen

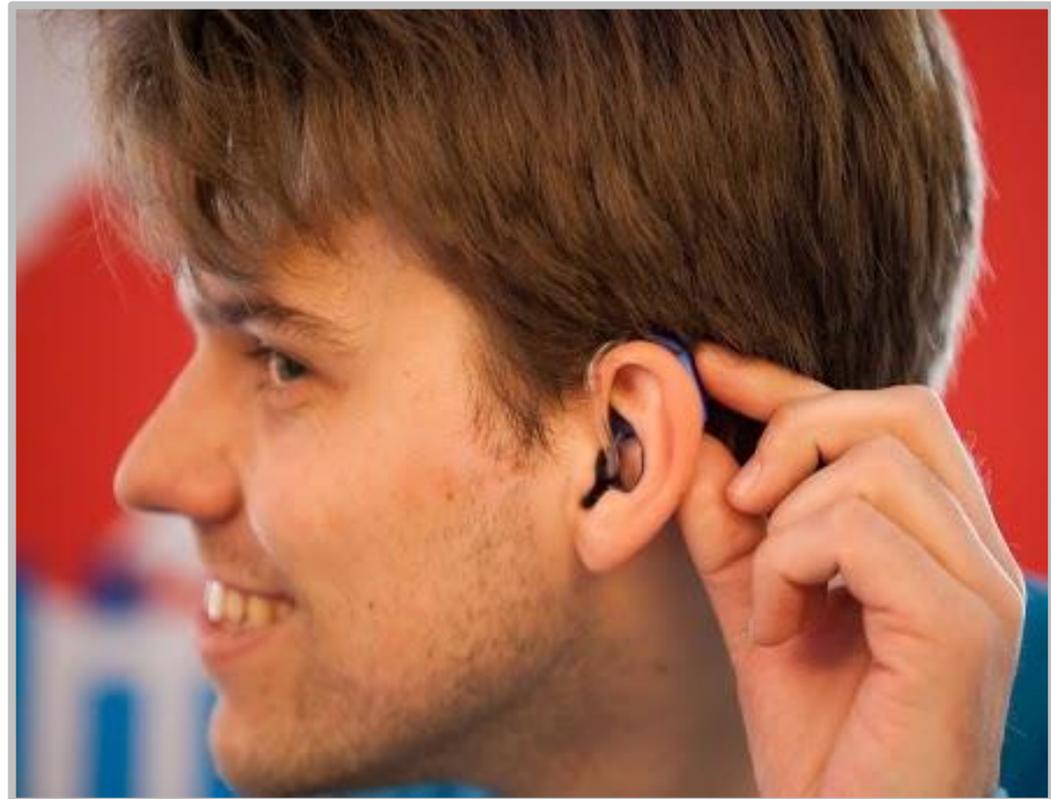
Welche Vorteile bringt die direkte Übertragung?

Mit einer
IndukTiven Höranlage
sitzen Sie akustisch
in der ersten Reihe.

Auch ganz hinten!

Mit der IndukTiven Höranlage sind wir jetzt auf Sendung

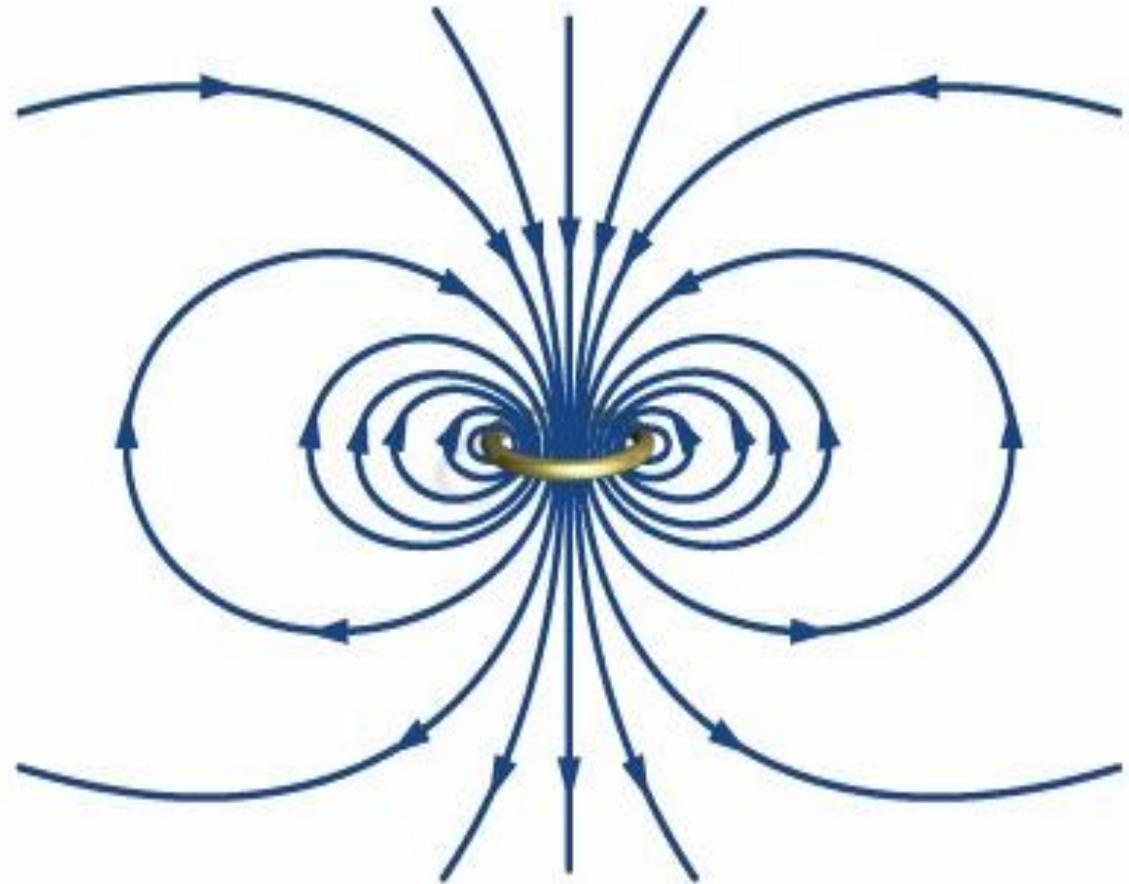
**Gehen
Sie auf
Empfang!**



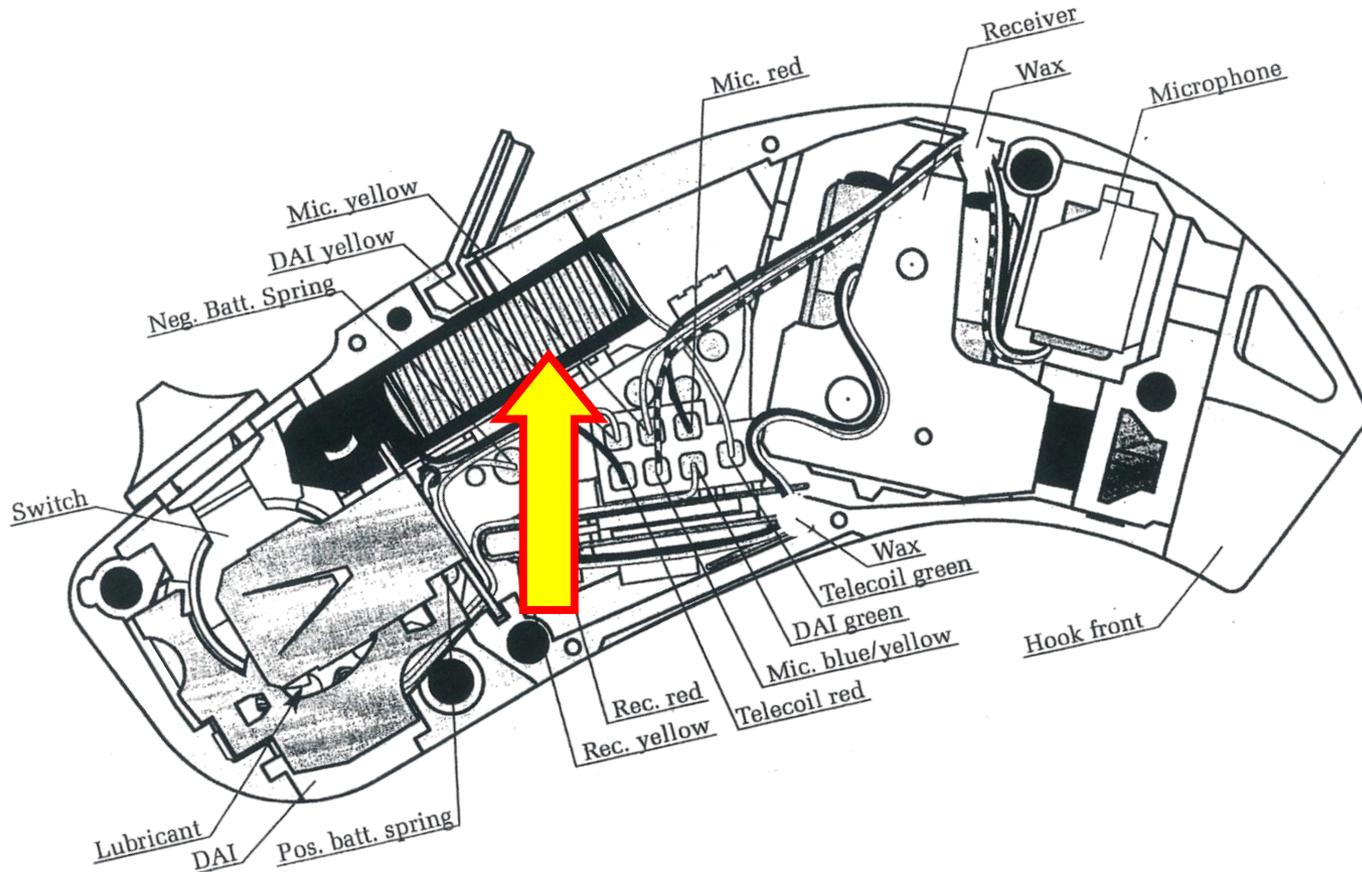
© Bela Biank

Funktionsprinzip

Ringschleife:
Primärspule

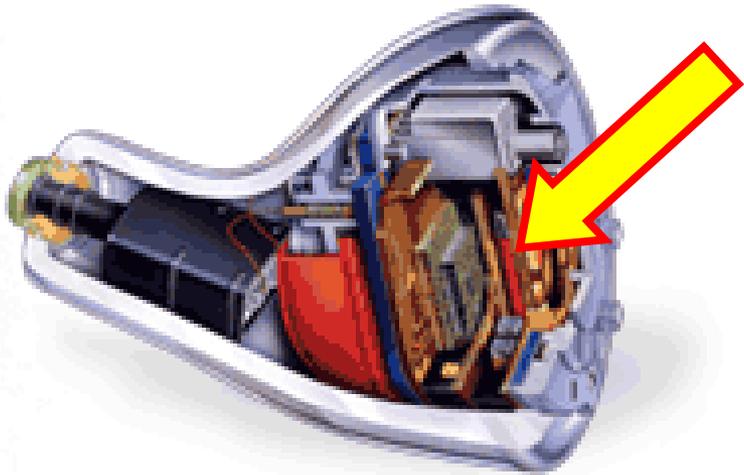


Wo befindet sich die „Telefonspule“?

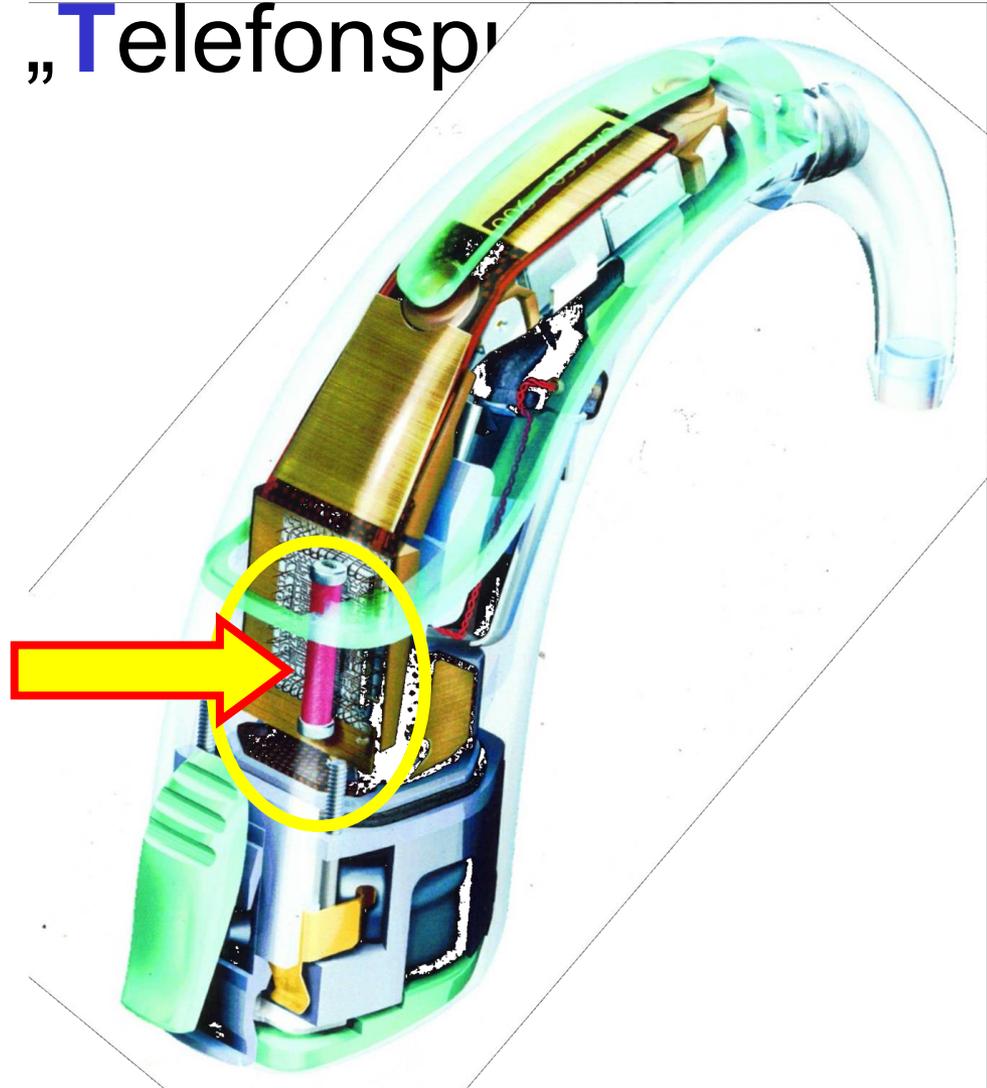


Oticon ©

Wo befindet sich die „Telefonsp



Phonak ©

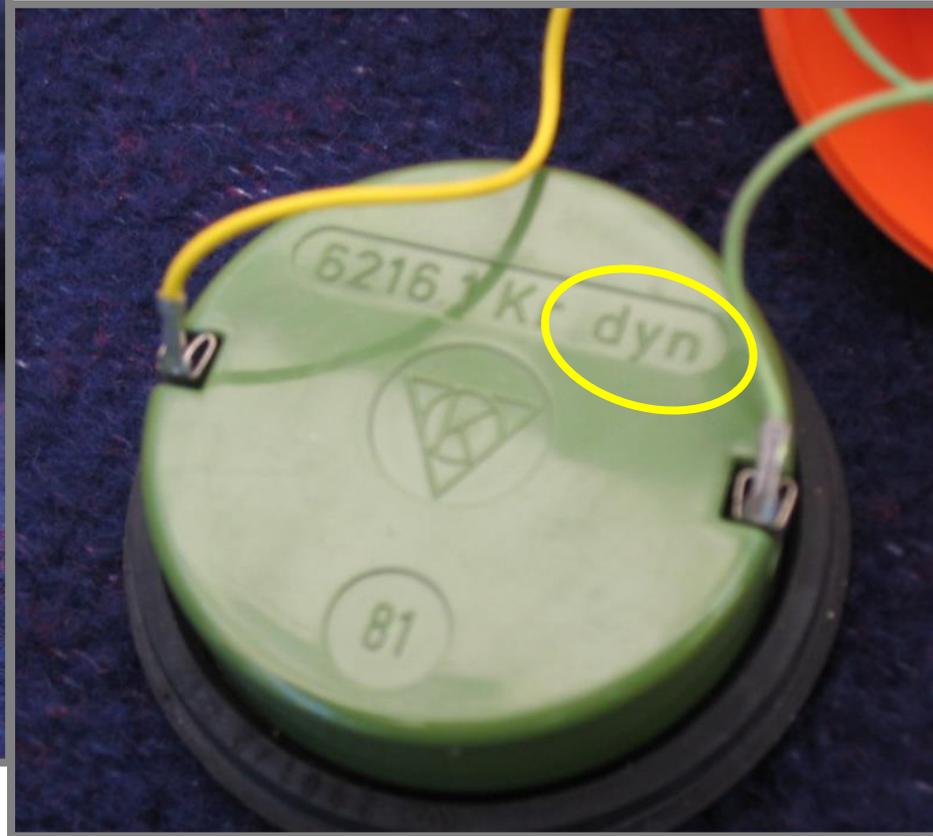


Schon sehr frühe Hörgeräte
hatten eine Telefonspule

Taschen-
Hörgerät
etwa 1962



Warum heißt sie „Telefonspule“?



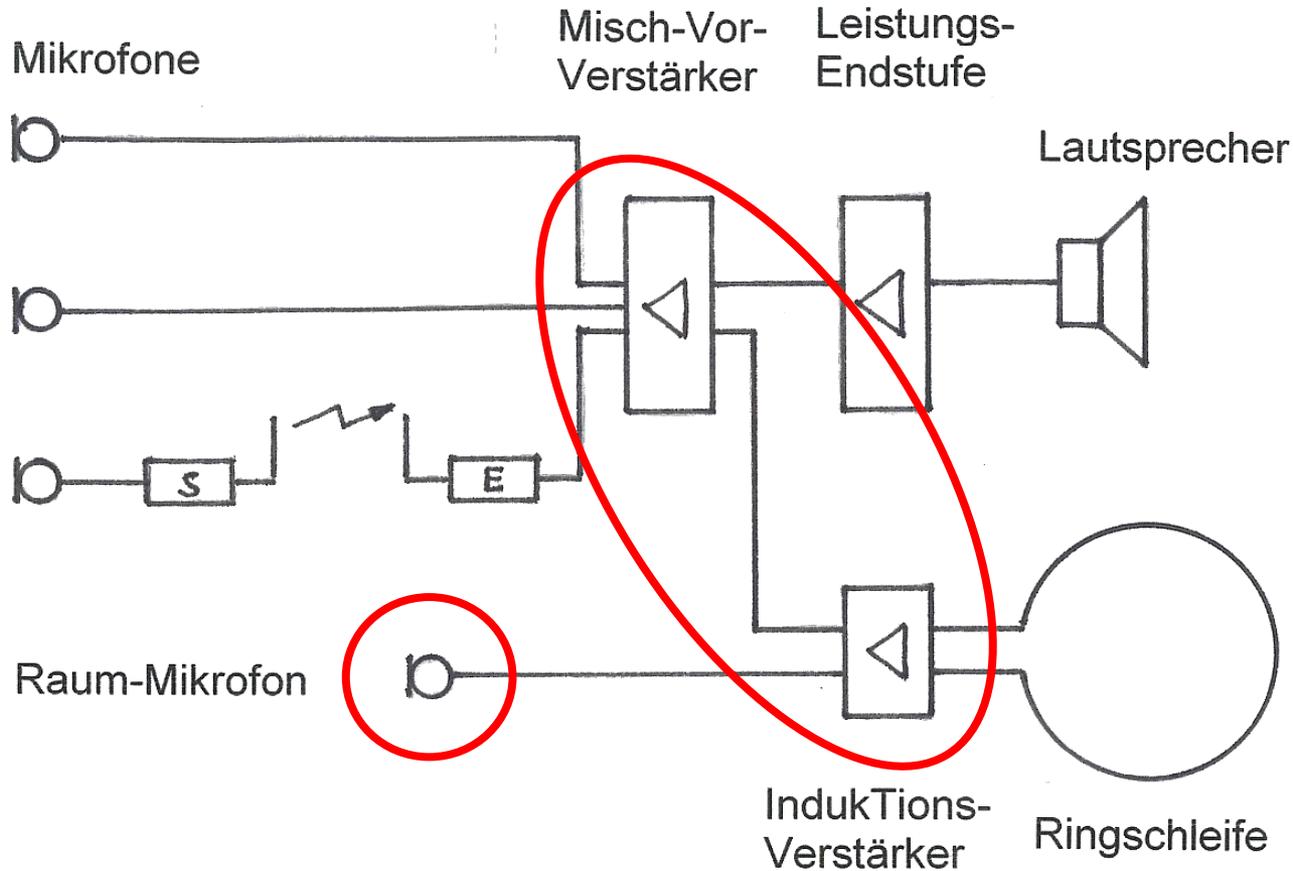
Ursprüngliche Wirkungsweise

Die dynamischen Hörer der alten analogen Telefone haben ein elektromagnetisches Streufeld. Dieses erzeugt in der Telefonspule im Hörgerät einen Strom, der verstärkt und hörbar gemacht werden kann.

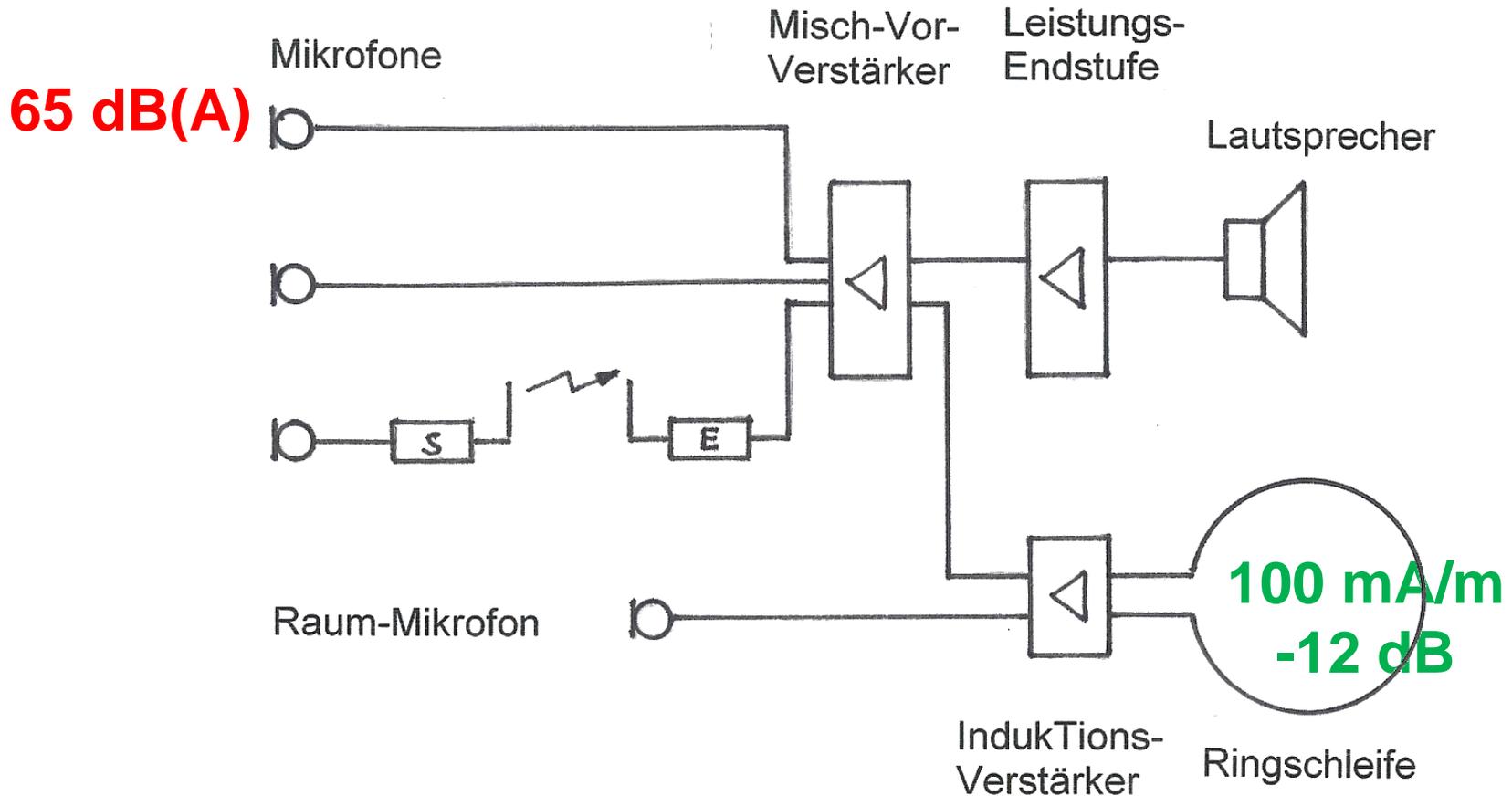
Wegen der typischen Streufeldstärke hat man die Empfindlichkeit der Telefonspulen in den Hörgeräten genormt und diese dann später auch als Soll-Feldstärke für die IndukTiven Höranlagen festgelegt:

im Mittel 100 mA/m, maximal 400 mA/m.

Wie muss man die Anlagen anschließen?



Wie muss man die Anlagen einstellen?

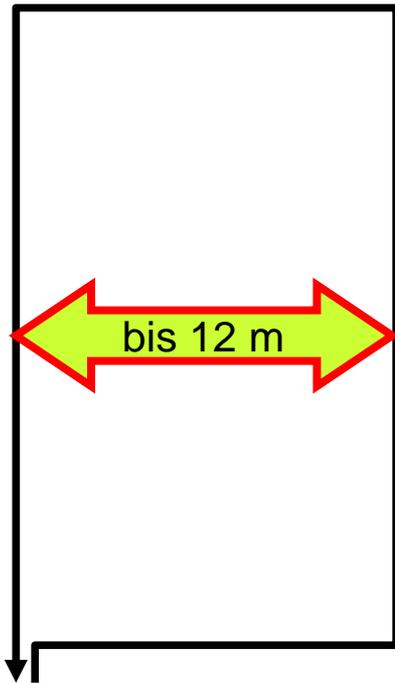


Wie muss man die Anlagen einstellen?

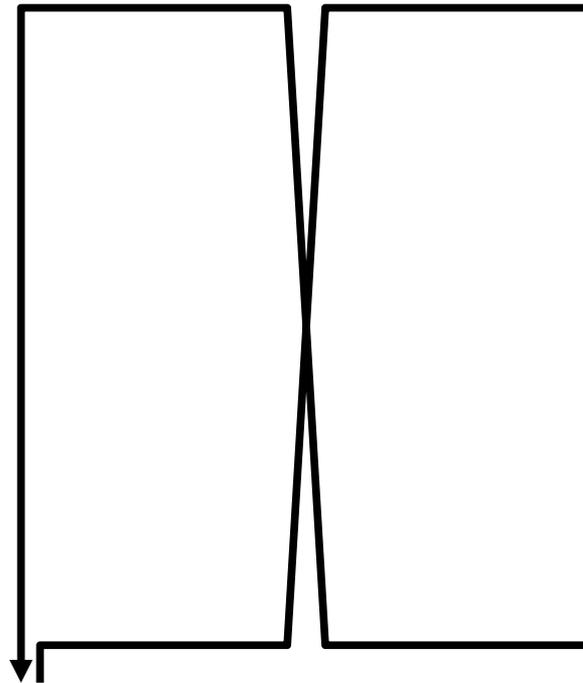


Ungünstige und günstige Schleifen-Designs

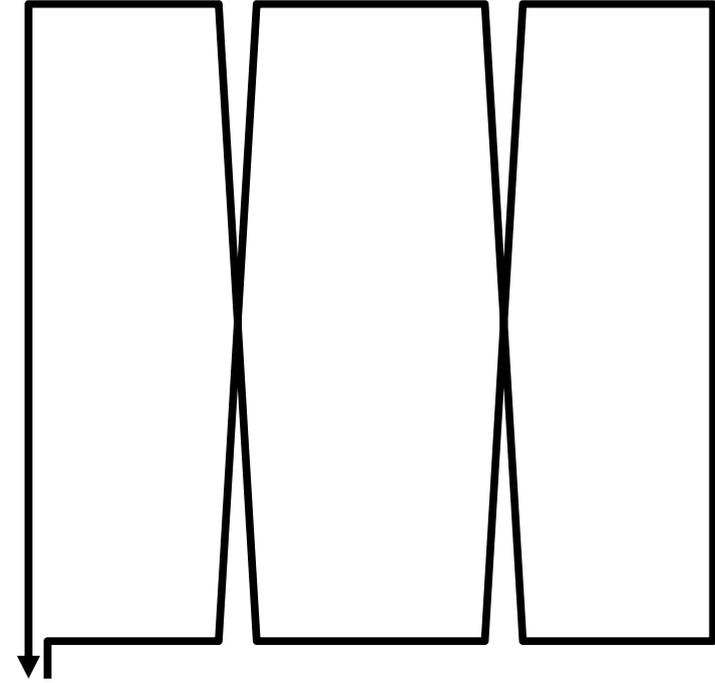
Wie muss die Schleife aussehen?



Perimeter-



Achter-Schleife



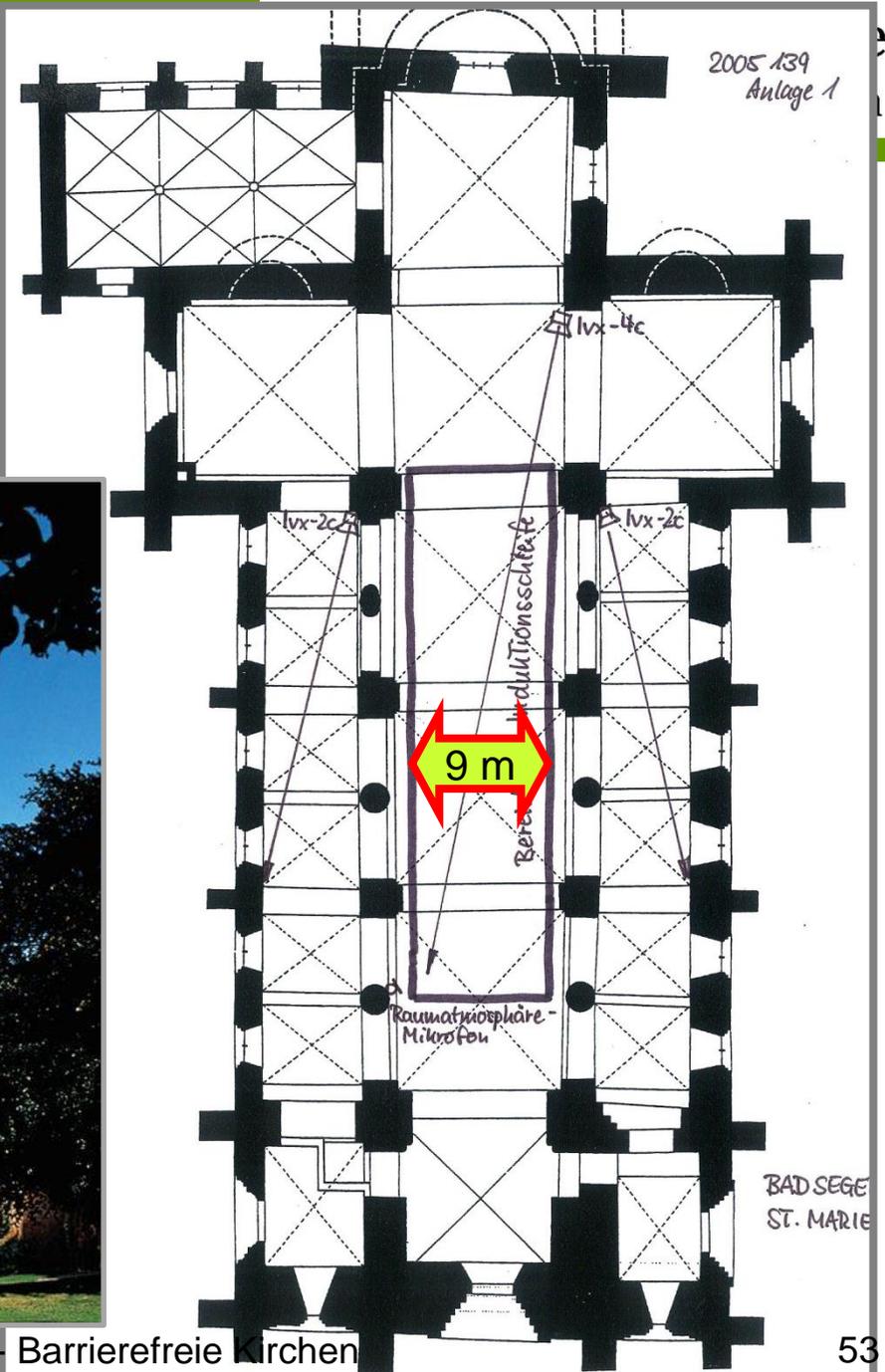
Mehrfach-Schleife

Ungünstige und günstige

Wie muss die Schleife aussehen?

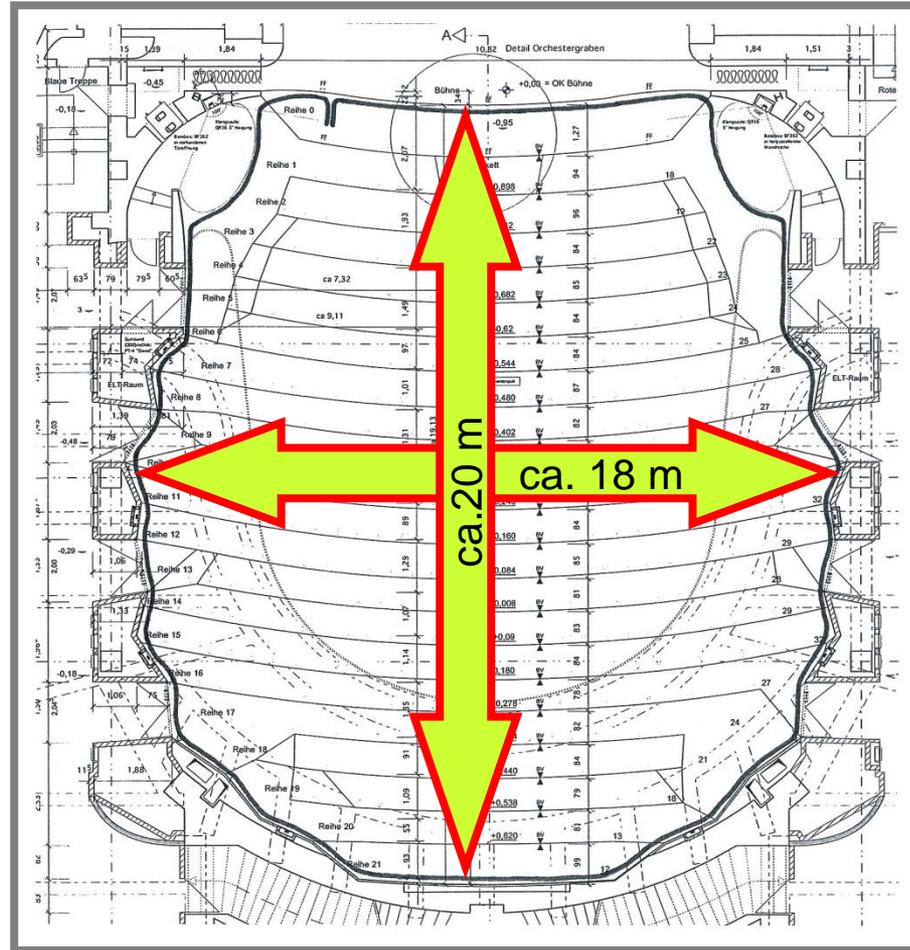
Bad Segeberg
 St. Marien

Einfachschleife
 im Mittelschiff



Ungünstige und günstige Schleifen-Designs

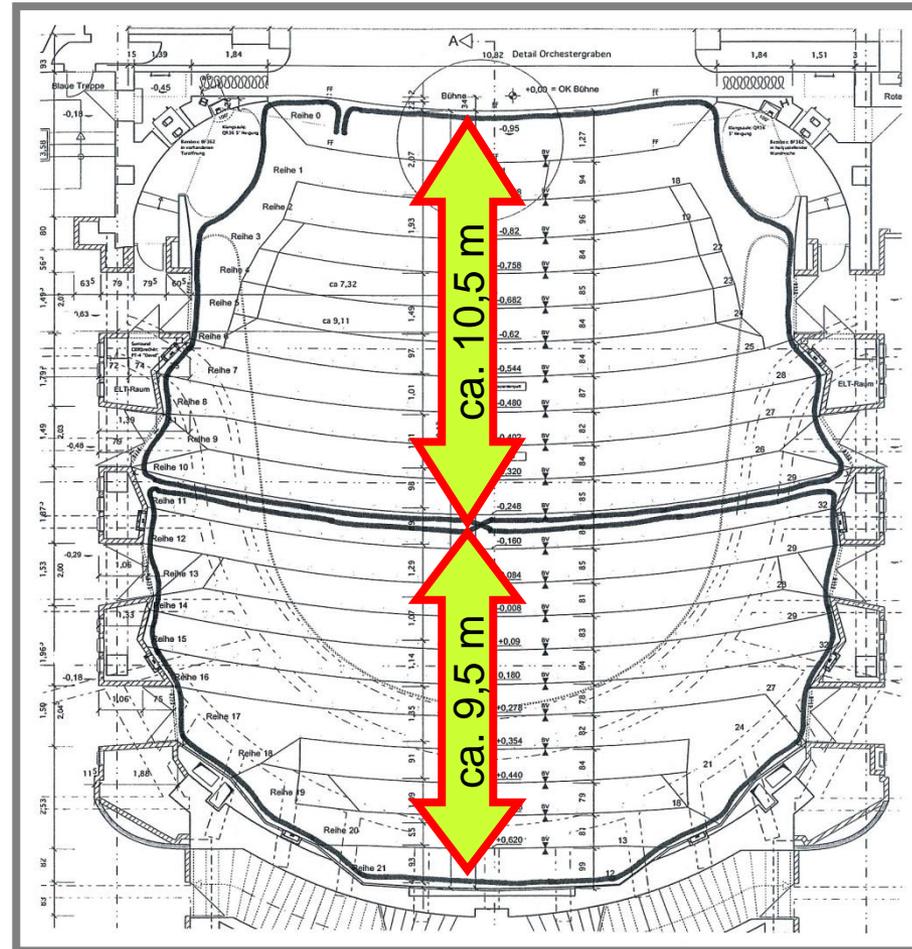
Hamburg
 Thalia-Theater
 Einfachschleife
 „Ringschleife“
 Perimeterschleife



Ungünstige und günstige Schleifen-Designs

Hamburg
Thalia-Theater

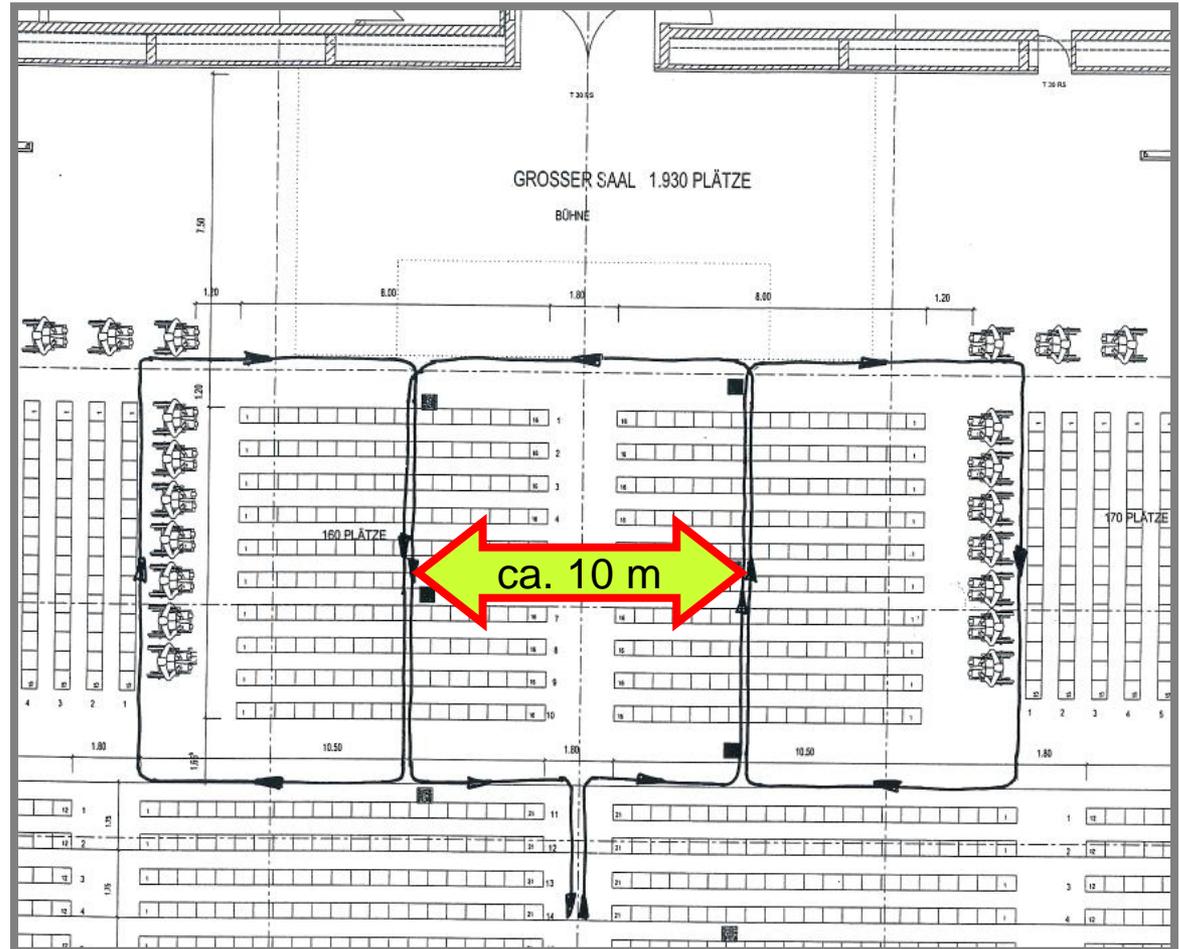
Achter-Schleife



Ungünstige und günstige Schleifen-Designs

Siegen
Siegerlandhalle

Dreifach-Schleife





Dombaumeisterin Prof. Dr. Barbara Schock-Werner:

Wir haben jedes Jahr 3.000.000 Besucher im Dom,
also etwa 500.000 Schwerhörige.

Da müssen wir doch was tun!

Einwand: Dann müssen wir aber in den Boden.

BSW: Der steht nicht unter Denkmalschutz. Der ist von
'88, als wir über den Ausgrabungen in der
Krypta die Betondecke eingezogen haben.

Baukosten IndukTion: 20.000 €

Baukosten Beschallung: 550.000 €

Demnach Anteil Barrierefreiheit: **4%**



integrativ
inklusiv
indukTiv

