

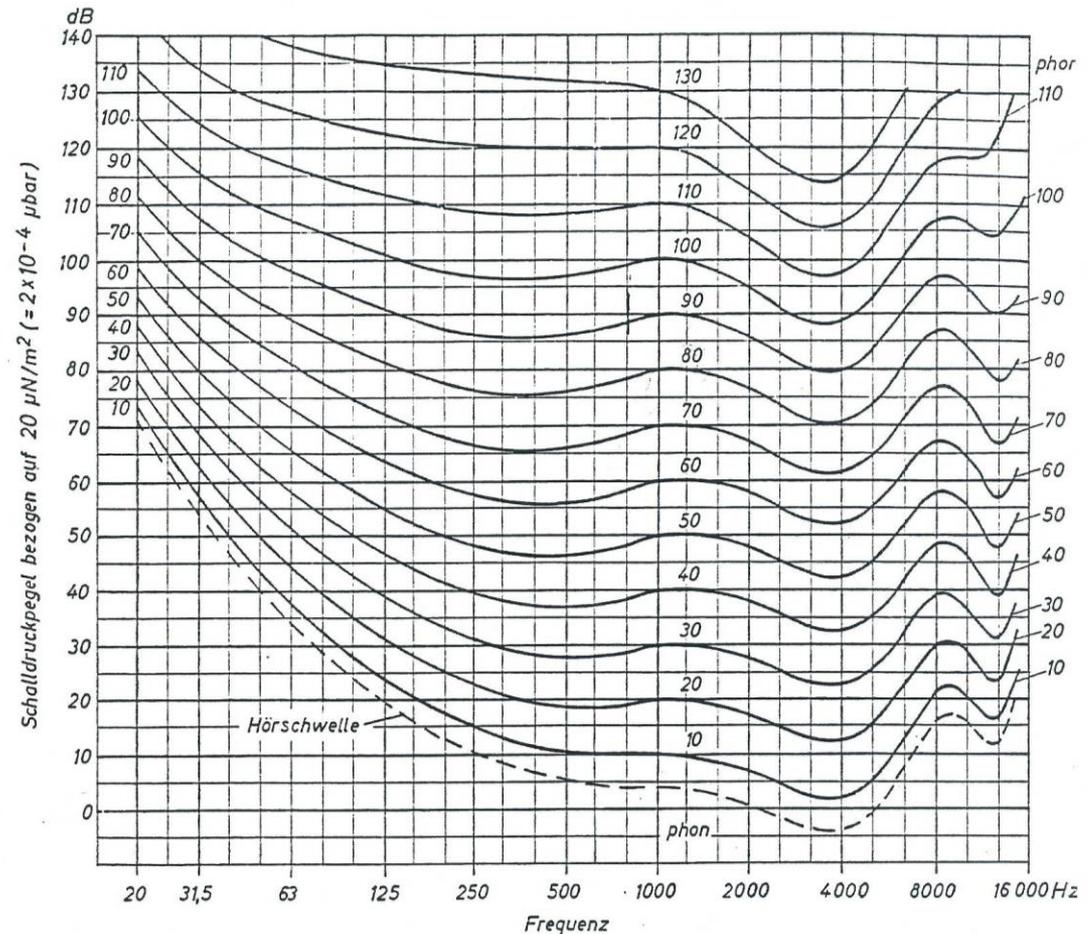
# Das Zwei-Sinne-Prinzip beim Planen und Bauen

$$3 + 2 = 1$$

Dipl.-Ing. CARSTEN RUHE  
Beratungsbüro für Akustik  
hörgerecht planen und bauen  
[carsten.ruhe@ hoeren-und-bauen.de](mailto:carsten.ruhe@ hoeren-und-bauen.de)

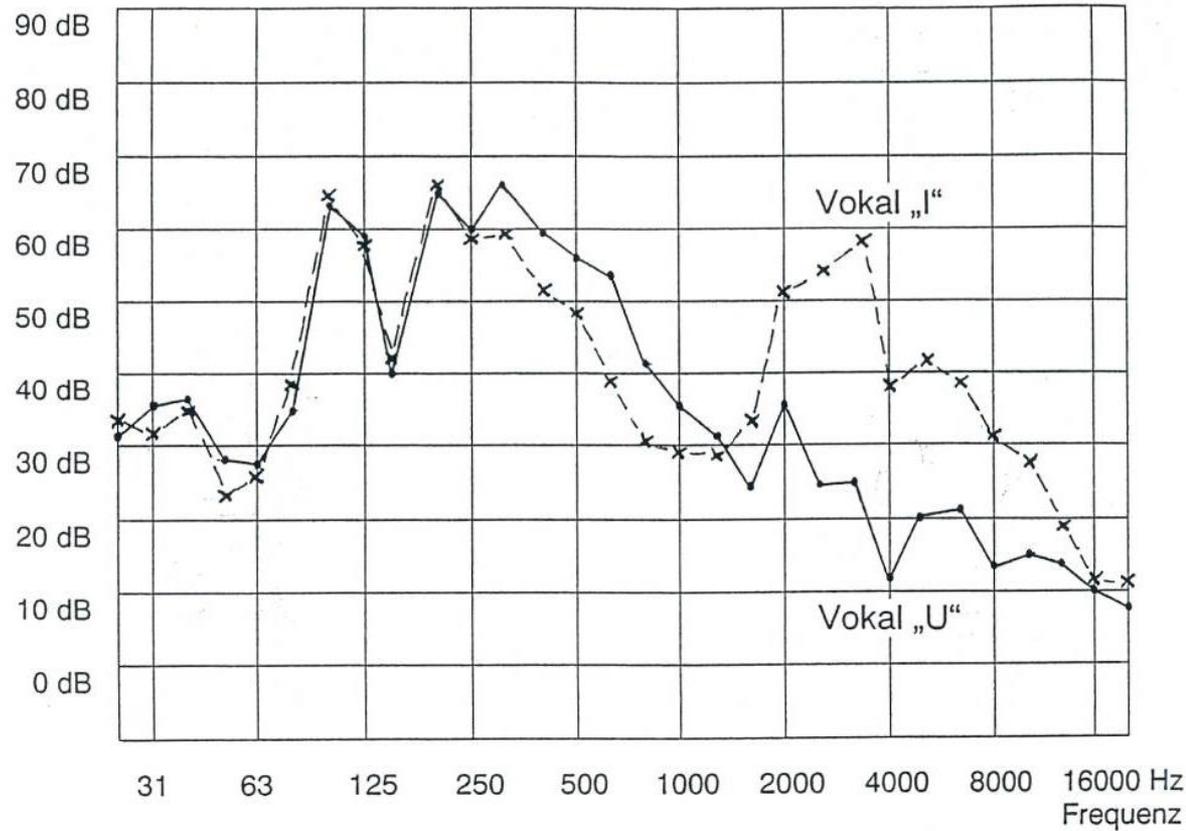
# Was kann das menschliche Gehör?

Normal-Kurven  
gleicher  
Lautstärke  
ermittelt an  
70 guthörenden  
Probanden  
unter 25 Jahren



# Was kann das menschliche Gehör?

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

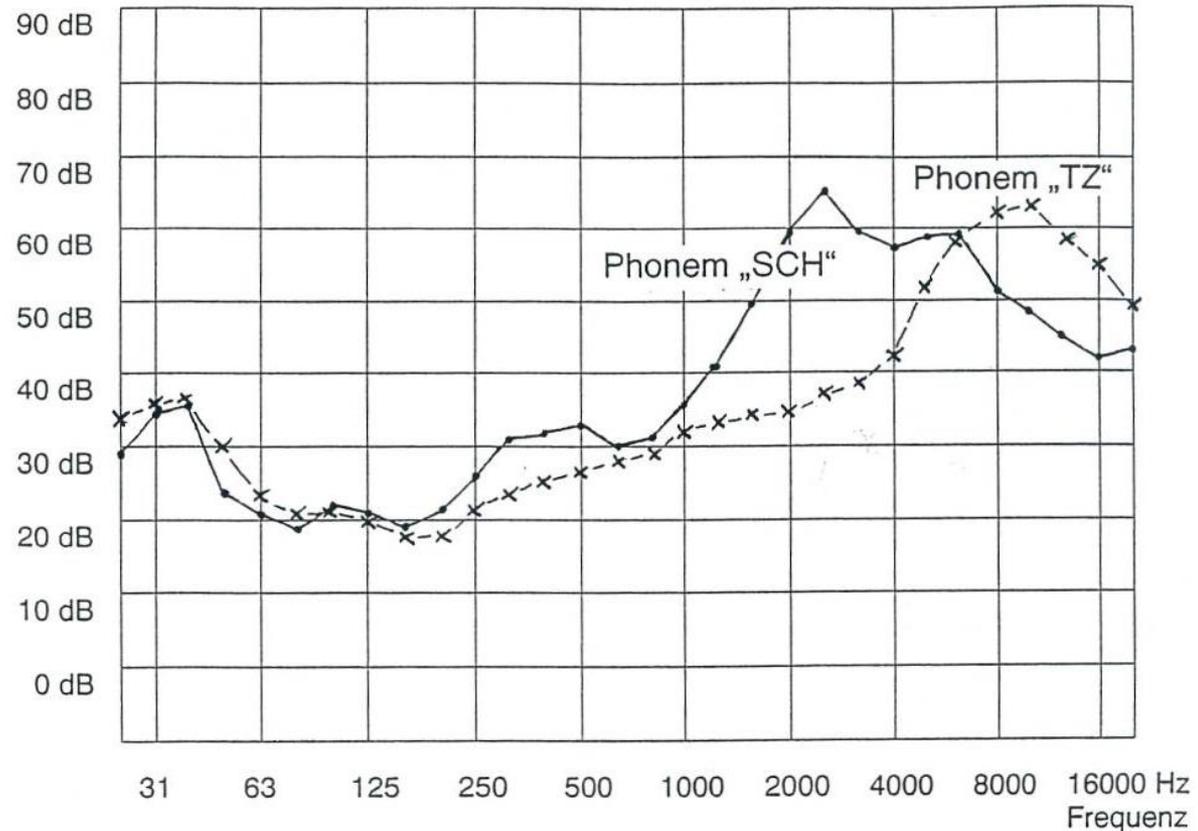


© TuR Schmidt/Ruhe 2002

# 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.

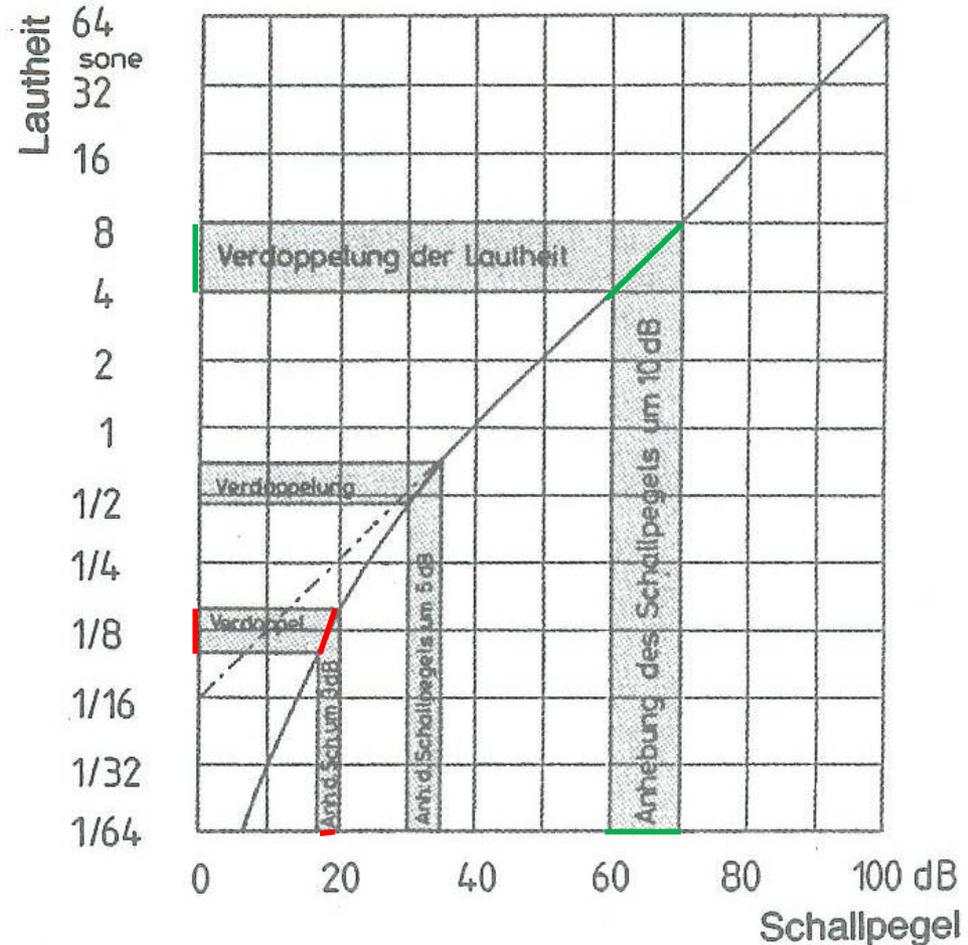


© TuR Schmidt/Ruhe 2002

# 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.

Wa  
Waru  
stark  
Waru  
empf  
Waru  
Schla  
  
Evolu  
Hinw  
oder  
z. B.



h  
e C  
ör  
ap  
eg  
p  
  
Äs



SO  
  
)

# Was können Schwerhörende anders?

Die tieffrequenten Vokale bewirken die Lautstärke.

Die hochfrequenten Anteile der 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?

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

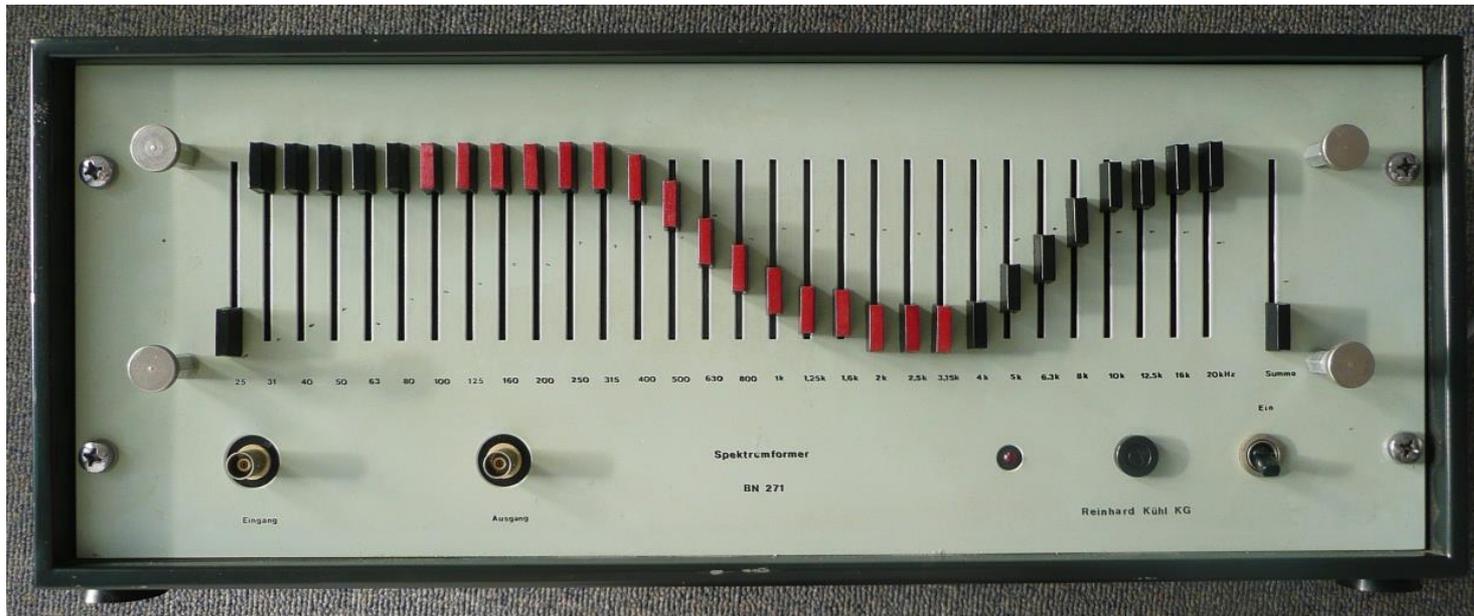
Diese hochfrequenten Sprach-Anteile müssen in den Hörgeräten besonders kräftig verstärkt werden.

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.**

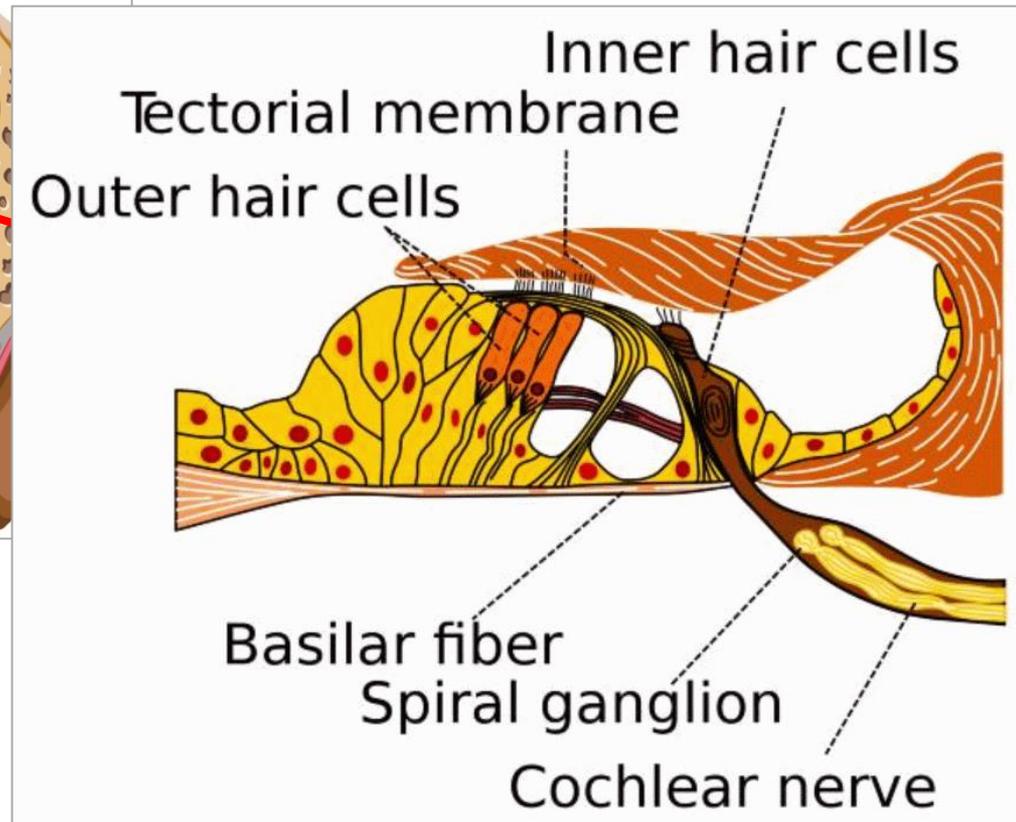
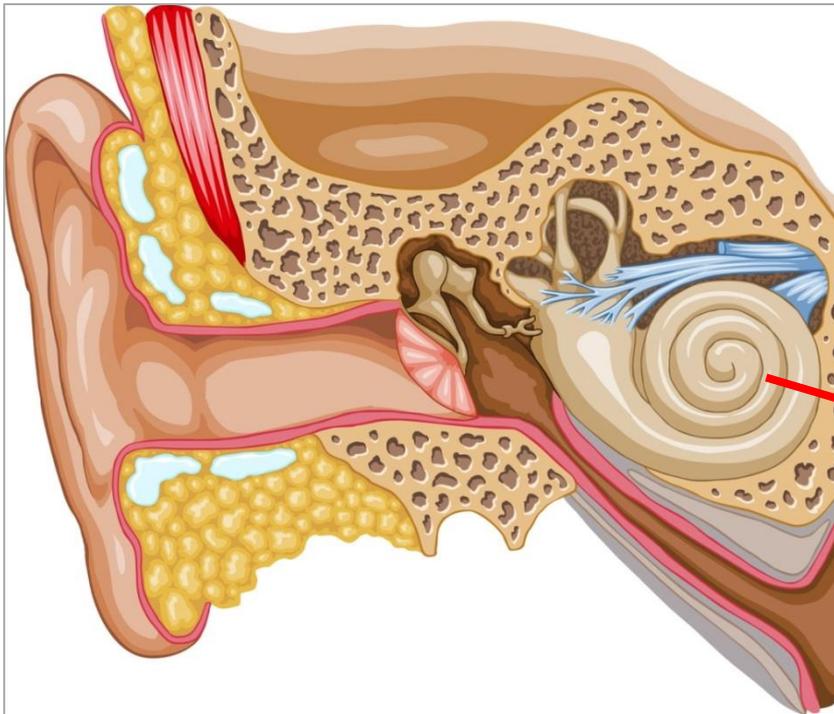
# Was können Schwerhörende anders?

Hördemonstration: Veränderung der Sprachverständlichkeit bei Entfall der hohen Frequenzen



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

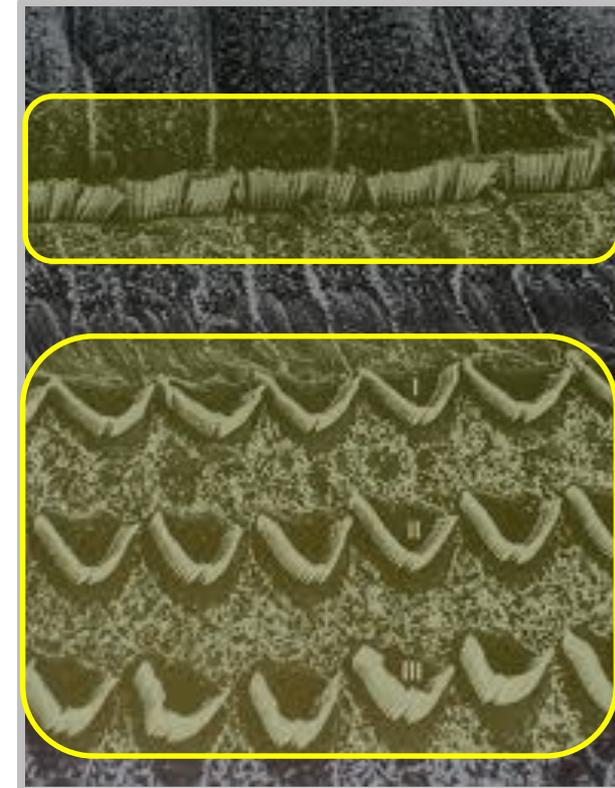
# Was können Schwerhörende anders?



# Was können Schwerhörrende anders?

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

Die *äußeren Haarzellen* (drei Reihen) verstärken oder dämpfen die Schallwandlerwellen innerhalb der Cochlea (Hörschnecke). Sie sind so Equalizer und Automatic Gain Control gleichzeitig.



hö

W

Di

wa

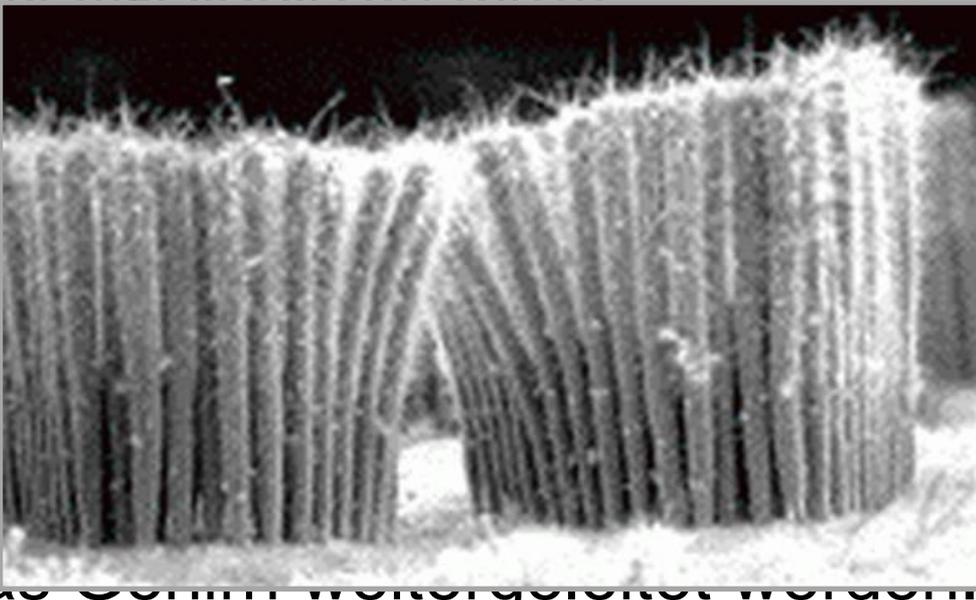
gu

das

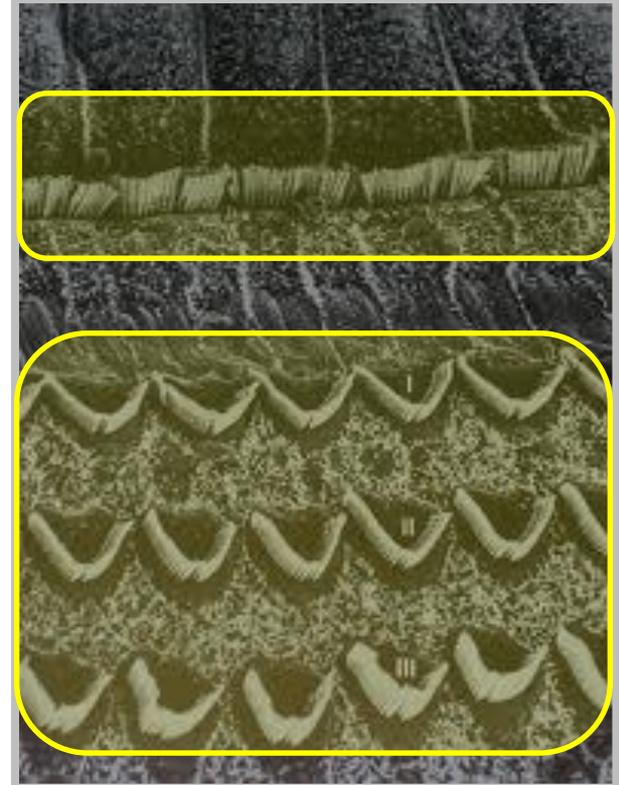
ende anders?

e)

n-



Die *äußeren Haarzellen* (drei Reihen) verstärken oder dämpfen die Schallwandlerwellen innerhalb der Cochlea (Hörschnecke). Sie sind so Equalizer und Automatic Gain Control gleichzeitig.



hö

W

Di

wa

gu

das

Di

ve

di

de

Si

Ar

ende anders?

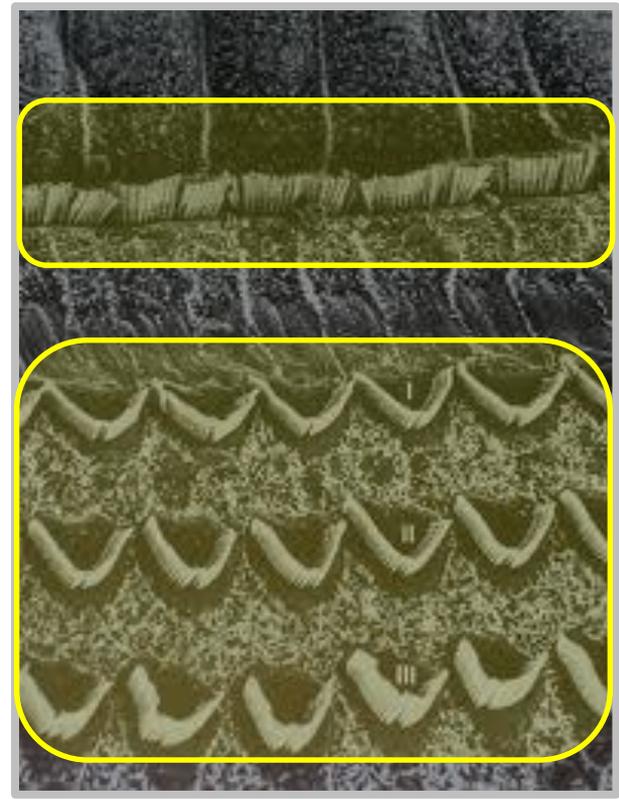
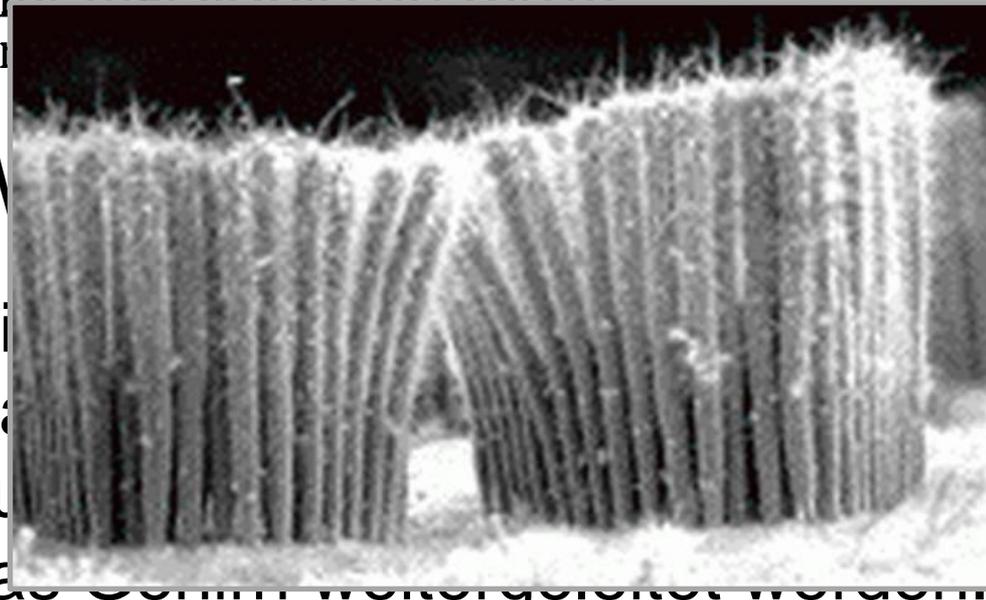
e)  
n-

(drei Reihen)

nerhalb  
e).

eichzeitig.

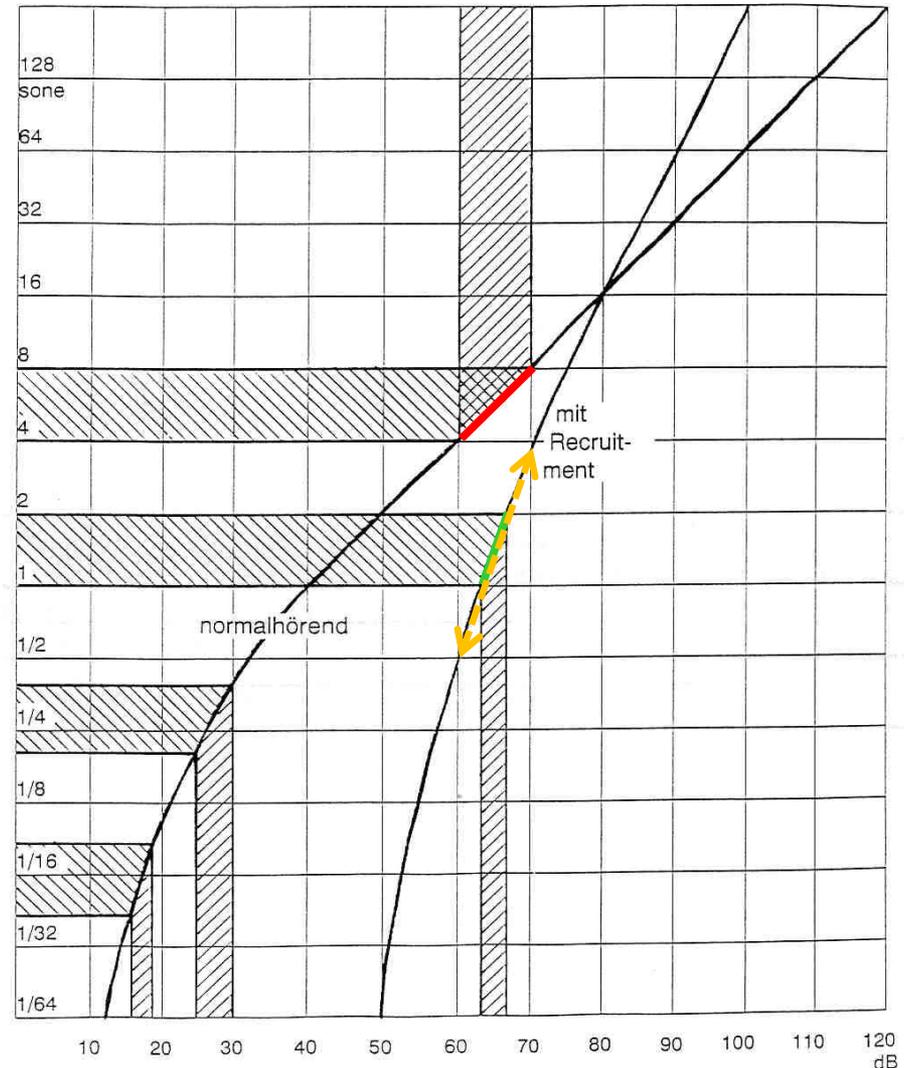
Bei Ausfall der äußeren Haarzellen fehlt diese Regelung.



# 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 **Pegelbereich** 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**



# Sprichwörter:

Volksmund:

Wer nicht **hören** will, muss **fühlen**.

Otto Taubert:

Wer nicht **s hören** will, muss **zahlen**.

(Damit begründete er sein Akustiker-Honorar.)

Barrierefreiheit:

Wer nicht **hören** kann, muss **sehen/tasten**.

Wer nicht **sehen** kann, muss **hören/tasten**.



Barrierefreiheit benötigt nicht nur guten  
sondern optimalen Ausgleich:

Wer nicht **hören** kann, muss **gut sehen**.

Wer schlecht **hören** kann, muss **gut sehen**.



Barrierefreiheit benötigt nicht nur guten  
sondern optimalen Ausgleich:

Wer nicht **hören** kann, muss **gut sehen**.

Wer schlecht **hören** kann, muss **gut sehen**.

Wer gut **hören** kann, will auch **gut sehen**.

Oder gefällt Ihnen  
mein Vortrag auch so?



ALSO...



Barrierefreiheit benötigt nicht nur guten  
sondern optimalen Ausgleich:

Wer nicht **hören** kann, muss **gut sehen**.

Wer schlecht **hören** kann, muss **gut sehen**.

Wer gut **hören** kann, will auch **gut sehen**.

Wer nicht **sehen** kann, muss **gut hören**.

Wer schlecht **sehen** kann, muss **gut hören**.

Wer gut **sehen** kann, will auch **gut hören**.

**Barrierefreiheit ist für Alle da!**

## 4.4 Warnen / Informieren / Leiten

Informationen für die Gebäudenutzung, die warnen, der Orientierung dienen oder leiten sollen, müssen auch für Menschen mit sensorischen Einschränkungen geeignet sein. Die Vermittlung von wichtigen Informationen muss für mindestens zwei Sinne erfolgen (Zwei-Sinne-Prinzip).



## 4.4 Warnen / Informieren / Leiten

Akustische Informationen müssen auch für Menschen mit eingeschränktem Hörvermögen hörbar und verstehbar sein.

Die wichtigsten Einflussfaktoren sind:

- das Verhältnis zwischen Nutzsignal S (Signal) und Störgeräusch N (Noise);
- die Nachhallzeit und die Lenkung der Schallenergie zum Hörer.

Der Abstand zwischen Nutzsignal S (Signal) und Störgeräusch N (Noise) **sollte**  $S-N = 10$  dB nicht unterschreiten.

## 4.4 Warnen / Informieren / Leiten

Die automatische Anpassung des Nutzsignalpegels (von Sprach-Informationen) an wechselnde Störschallpegel ist anzustreben.

Priorität 2

Akustische Informationen als Töne oder Tonfolgen müssen bei Alarm- und Warnsignalen  
(also bei Gefahr für Leib und Leben)  
eindeutig erkennbar und unterscheidbar sein.

Priorität 1

## 4.5 Bedienelemente, Kommunikationsanlagen

### 4.5.3 Kommunikationsanlagen (z. B. **Aufzug**)

Kommunikationsanlagen, z. B. Türöffner- und Klingelanlagen, Gegensprechanlagen und **Notrufanlagen**, Telekommunikationsanlagen, sind in die barrierefreie Gestaltung einzubeziehen.

Bei **Gegensprechanlagen** ist die Hörbereitschaft der Gegenseite optisch anzuzeigen.

## 4.5 Bedienelemente, Kommunikationsanlagen

4.5.3 Kommunikationsanlagen (z.  
Kommunikationsanlagen, z. B. Tü  
Gegensprechanlagen und **Notrufa**  
Telekommunikationsanlagen, sind  
einzubeziehen.

Bei **Gegensprechanlagen** ist die  
Gegenseite optisch anzuzeigen.



## 4.5 Bedienelemente, Kommunikationsanlagen

### 4.5.3 Kommunikationsanlagen (z. B. **Aufzug**)

Kommunikationsanlagen, z. B. Türöffner- und Klingelanlagen, Gegensprechanlagen und **Notrufanlagen**, Telekommunikationsanlagen, sind in die barrierefreie Gestaltung einzubeziehen.

Bei **Gegensprechanlagen** ist die Hörbereitschaft der Gegenseite optisch anzuzeigen.

## 4 5 Bedienelemente Kommunikationsanlagen

4  
K  
G  
T  
e  
B  
G



(z. B. **Aufzug**)

Türöffner- und Klingelanlagen,  
**ufanlagen,**

nd in die barrierefreie Gestaltung

ie Hörbereitschaft der

## 4.5 Bedienelemente Kon

4  
K  
G  
T  
e  
B  
G



(z.  
Für  
ufa  
nd  
ie l  
.

### In Notfällen:

- Ruhe bewahren
- **Alarmknopf mindestens 3 Sekunden betätigen**
- Sprechverbindung mit der Notrufzentrale erfolgt automatisch
- Weitere Anweisungen der Notrufzentrale beachten

Schindler ©



# Beispiel **Priorität 1**: Aufzug steckt fest



# Beispiel **Priorität 1**: Aufzug steckt fest



Dieser Aufzug ist mit einem  
hörbehindertengerechten  
Notrufsystem ausgestattet !



# Beispiel **Priorität 1**: Aufzug steckt fest



Dipl.-Ing. CARSTEN RUHE  
hörigerecht planen und bauen

# Beispiel **Priorität 1**: Au



## 4.5 Bedienelemente, Ko

4.5.3 Kommunikationsanlagen (H  
Kommunikationsanlagen, z. B. **Tür**  
Gegensprechanlagen und Notrufa  
Telekommunikationsanlagen, sind  
einzubeziehen.

Bei **Gegensprechanlagen** ist die  
Gegenseite optisch anzuzeigen.

Bei manuell betätigten Türen  
ist die Freigabe optisch zu signalis

© Klaus-Dieter Wüstermann





# Optische Anforderungen für Zwei-Sinnes-Texte

- Gute Leuchtdichtekontraste
- **Gute Farbkontraste**
- Ausreichende Schriftgröße
- *Gut* lesbarer Schrifttyp
- Nur **wenige**  
wichtige **Informationen**  
auf einmal
- **Rot-Grün-Blind**heit

- Gute Leuchtdichtekontraste
- **Gute Farbkontraste**
- Ausreichende Schriftgröße
- *Gut* lesbarer Schrifttyp
- Nur **wenige**  
wichtige **Informationen**  
auf einmal
- **Rot-Grün-Blind**heit



# Optische Anforderungen für Zwei-Sinnes-Texte

**wo immer möglich:  
Kontrast erhöhen  
durch Kontur**



## Optische Anforderungen für Zwei-Sinnes-Texte

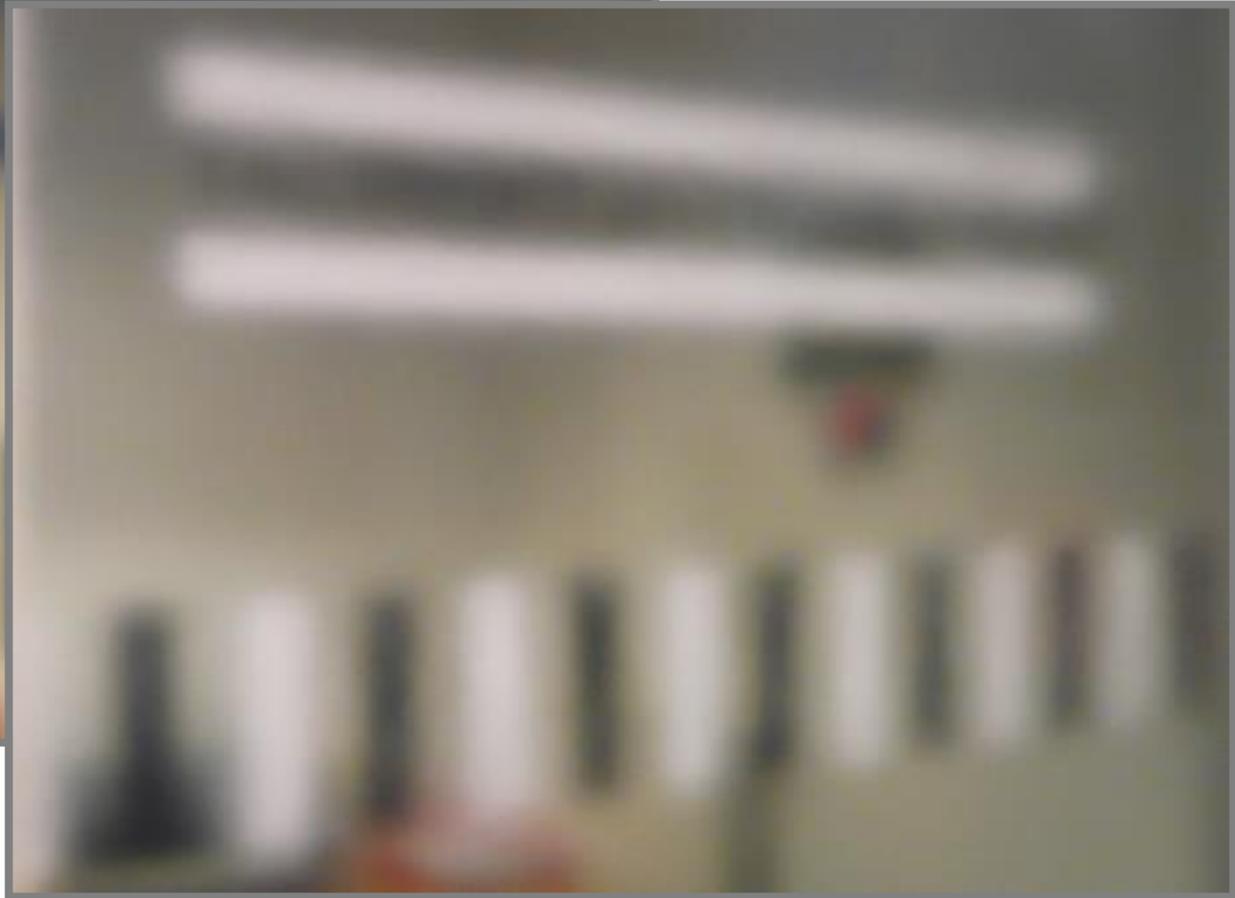
**wo immer möglich:  
Kontrast erhöhen  
durch Kontur**

# Beispiele





iele





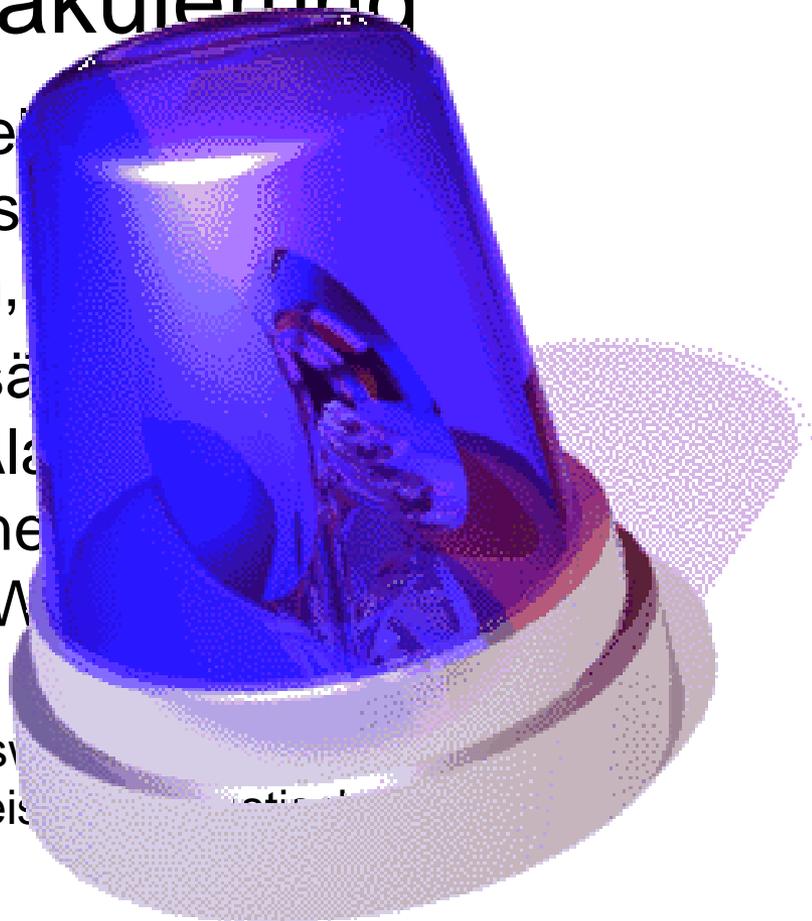
## 4.7 Alarmierung und Evakuierung

In Brandschutzkonzepten sind die Belange von Menschen mit motorischen und sensorischen Einschränkungen zu berücksichtigen, beispielsweise - durch die Gewährleistung einer zusätzlichen visuellen Wahrnehmbarkeit akustischer Alarm- und Warnsignale vor allem in Räumen, in denen sich Hörgeschädigte allein aufhalten können (WC-Räume)

**ANMERKUNG** Es wird empfohlen, in Rettungswegen mit optischen Rettungszeichen zusätzliche in Fluchtrichtung weisende akustische Systeme vorzusehen (vorzugsweise Sprachdurchsagen).

# 4.7 Alarmierung und Evakuierung

In Flucht- und Rettungsplänen sind die Befehls- und Signalwege vorzusehen und sind für die Evakuierung zu berücksichtigen. Die Alarmierung erfolgt durch die Einsatzkräfte der Feuerwehr, die durch die Alarmierung der Mitarbeiter die Wahrnehmung der Alarmierungssignale vor allen anderen Signalen zu gewährleisten. Die Alarmierungssignale sind durch die Einsatzkräfte der Feuerwehr (W)



**ANMERKUNG** Es wird empfohlen, in Rettungsplänen zusätzliche in Fluchtrichtung weisende Pfeile vorzusehen (vorzugsweise Sprachdurchsagen).

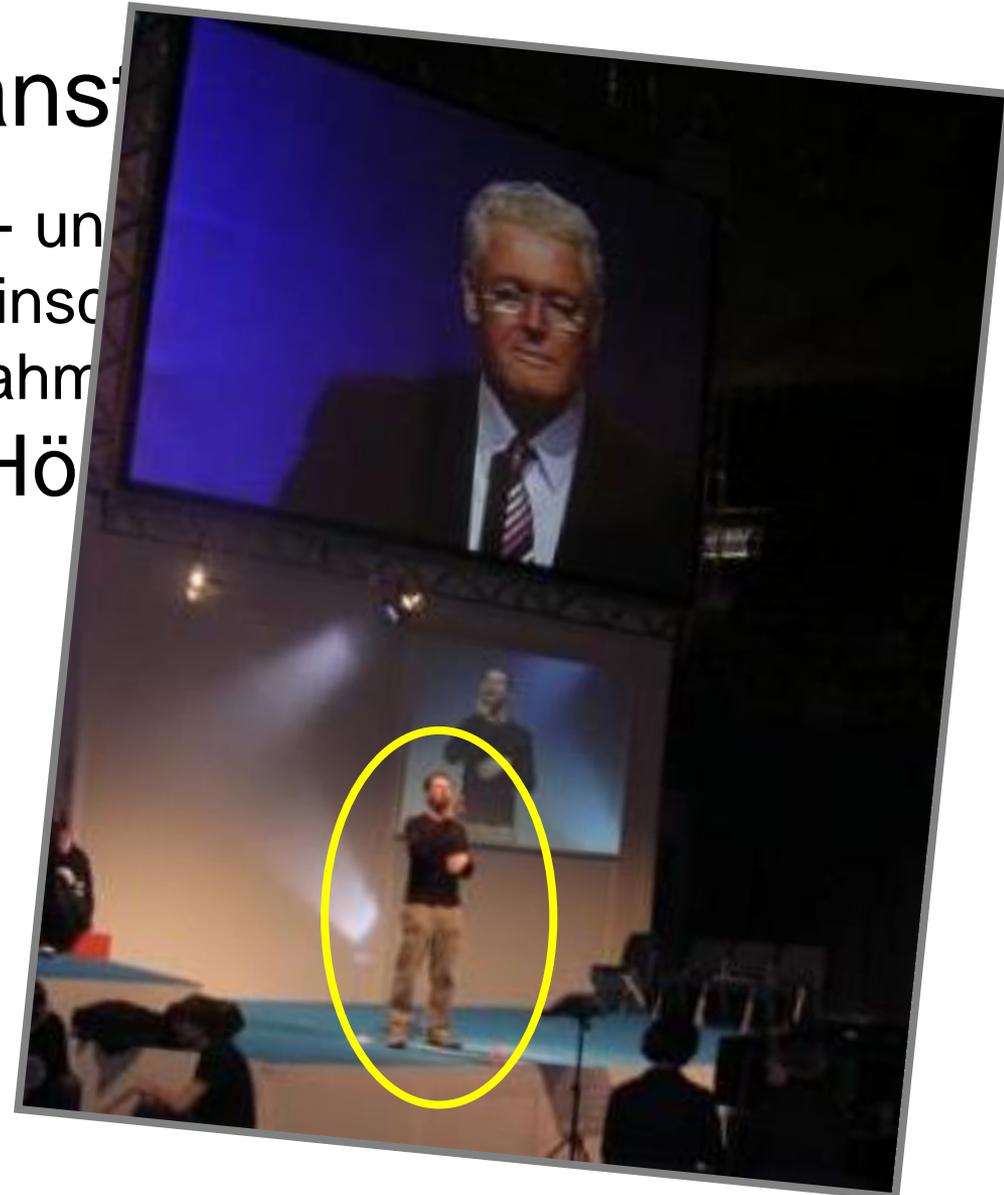
## 5.2 Räume für Veranst

In Versammlungs-, Schulungs- und  
Menschen mit sensorischen Einschränkungen  
barrierefreie Informationsaufnahme  
Siehe hierzu **DIN 18041, Hö**

### ANMERKUNG 1

Der Standplatz  
für den Gebärdensprachen-  
dolmetscher muss gut  
einsehbar sein und ist  
speziell zu beleuchten.

Warum ?



## 5.2 Räume für Veranstaltungen

### Sichtbarkeit des Sprecher-Mundes



## 5.2 Räume für Veranstaltungen

In Versammlungs-, Schulungs- und Seminarräumen...

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

AN  
Im  
so  
als  
die  
Zu  
(In



dul  
er A  
au  
sch  
sieh



ster  
sa





# IndukTive Höranlagen

Welche Vorteile bringt  
die direkte Übertragung?

Hören Sie selbst:

Natürliche Sprache



[Klangbeispiel](#)

→ 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



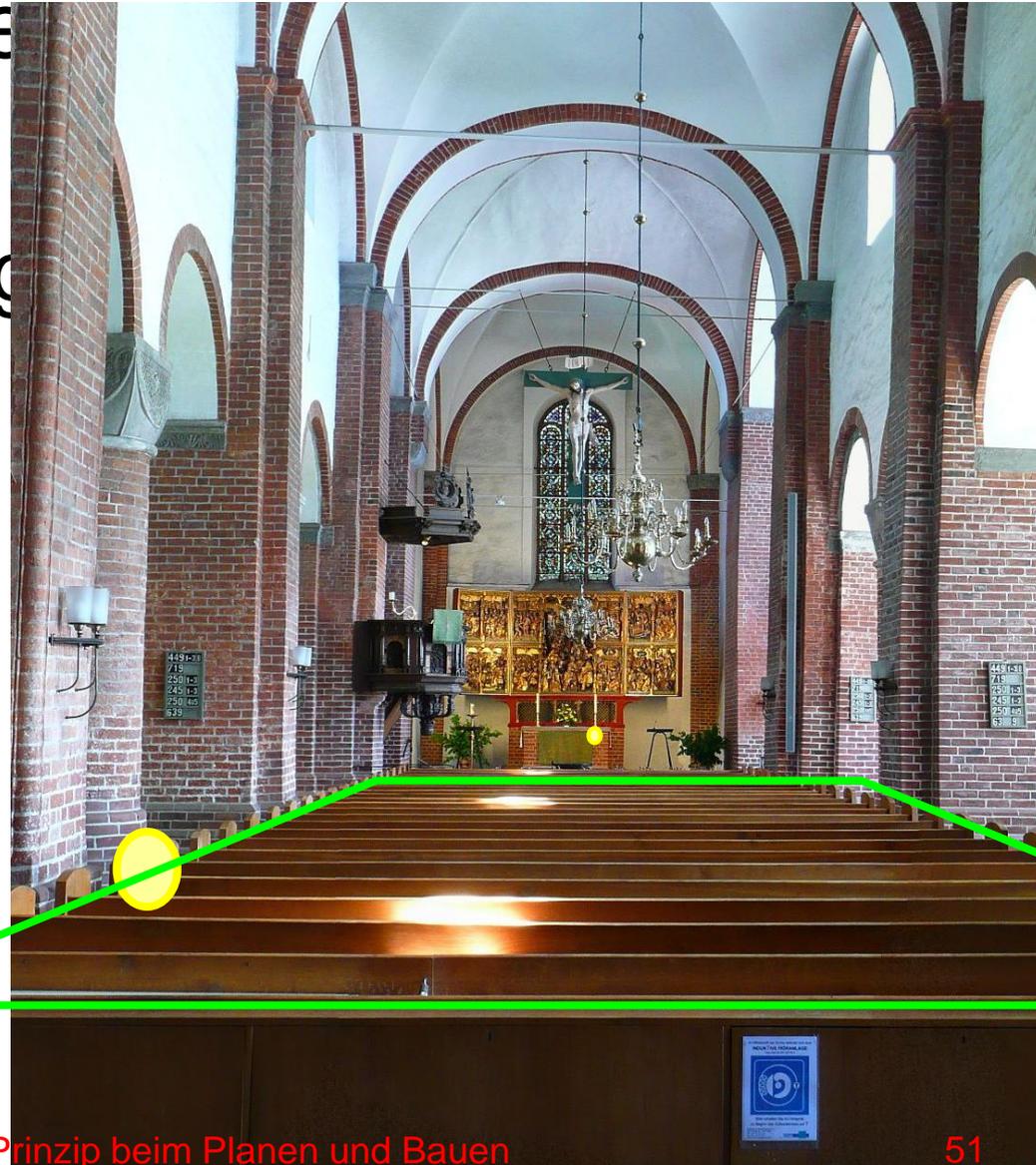
# IndukTive Höranlage

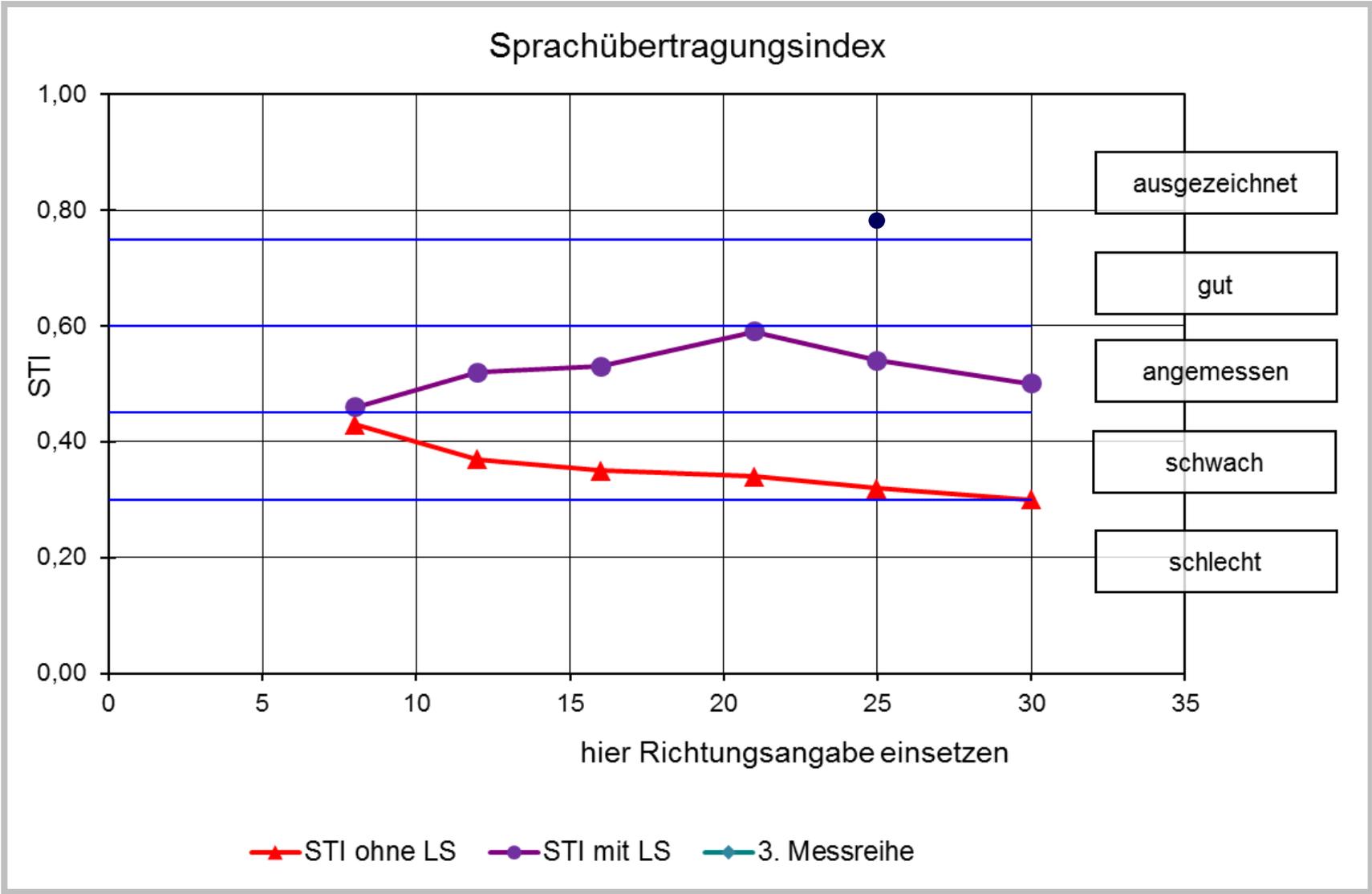
Welche Vorteile bringt  
die direkte Übertragung  
Hören Sie selbst:

Über die indukTive  
Höranlage



→ Klang-Kontrast !!!





# IndukTive Höranlagen

Welche Vorteile bringt die direkte Übertragung?

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

**Auch ganz hinten!**

# Übergeordnete Aspekte (1)

- **Priorität 1:** Alarm- und Warnsignale bei Gefahr für Leib und Leben haben die oberste Priorität:  
Das Fehlen dieser Informationen ist lebensgefährlich!
- **Priorität 2:** Informationen, die Entscheidungen vorbereiten oder ohne Rückfragemöglichkeit dargeboten werden, haben mittlere Priorität:  
Das Fehlen dieser Informationen ist ärgerlich.
- **Priorität 3:** Informationen, die unterstützend dargeboten werden oder bei denen Rückfragen möglich sind (Kommunikation), haben die niedrigste Priorität.  
Ein Ausgleich ist „mit Bordmitteln“ möglich.



## Übergeordnete Aspekte (2)



In der **Priorität 1** ist das Zwei-Sinne-Prinzip  
**IMMER UND UNMISSVERSTÄNDLICH** notwendig.

In der **Priorität 2** ist das Zwei-Sinne-Prinzip  
**GRUNDSÄTZLICH** und **SO GUT WIE MÖGLICH**  
anzubieten und der erste Sinn zu unterstützen.

In der **Priorität 3** sind der erste Sinn und das  
Zwei-Sinne-Prinzip **ETWA GLEICHRANGIG**.

**Merke:**

**3 Prioritäten +**

**2 Sinne =**

**1-fach für Alle**

**3 + 2 = 1**