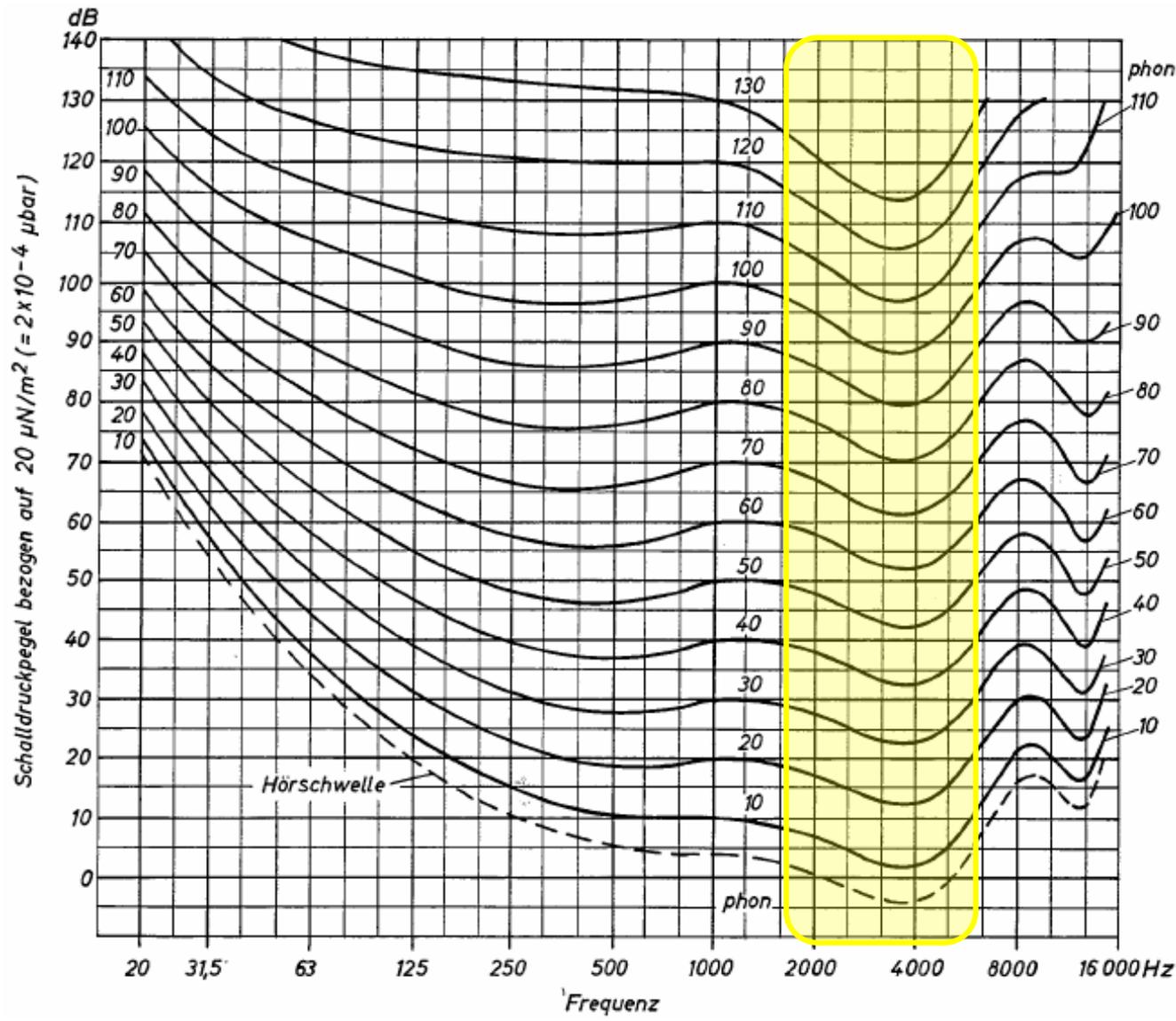


Hörgerechte Barrierefreiheit

Dipl.-Ing. Carsten Ruhe
hörgerecht planen und bauen
Beratungsbüro für Akustik
carsten.ruhe@ hoeren-und-bauen.de
www.carsten-ruhe.de

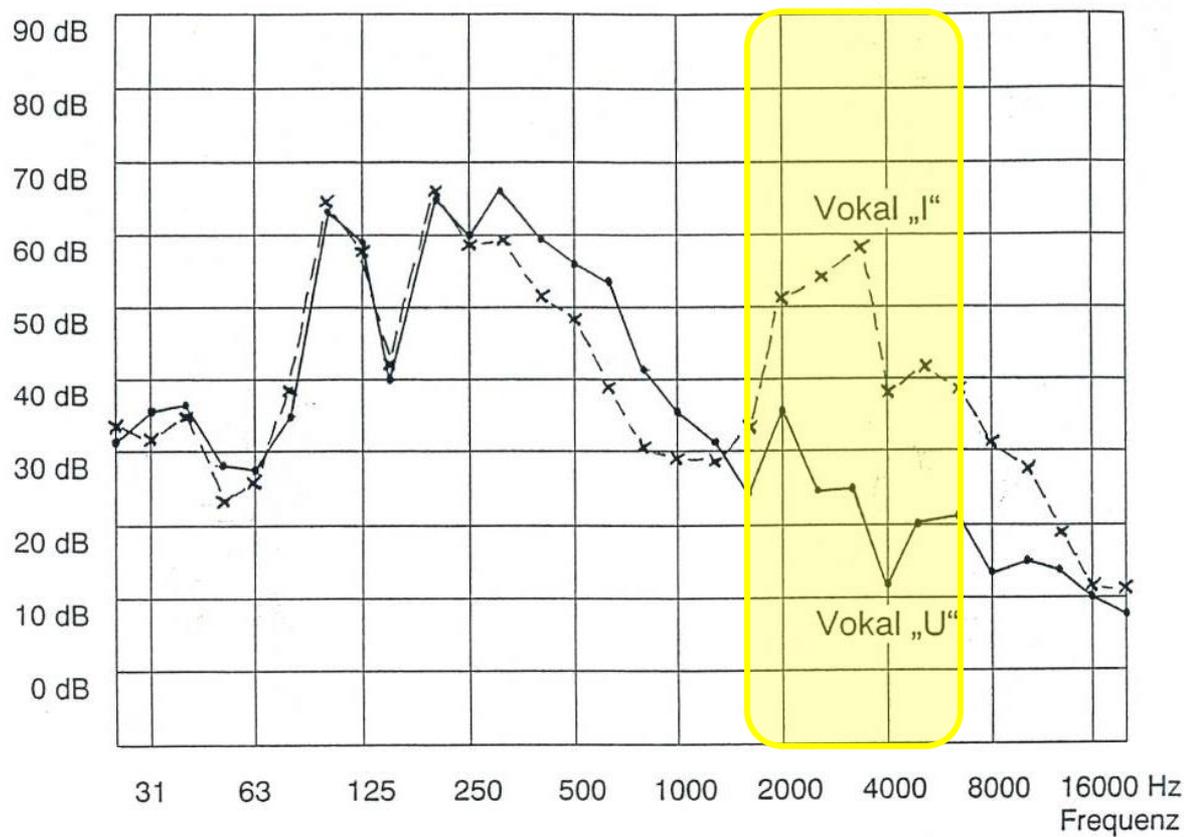
Wie hören Guthörende?



Was kann das menschliche Gehör?

Formanterkennung:

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

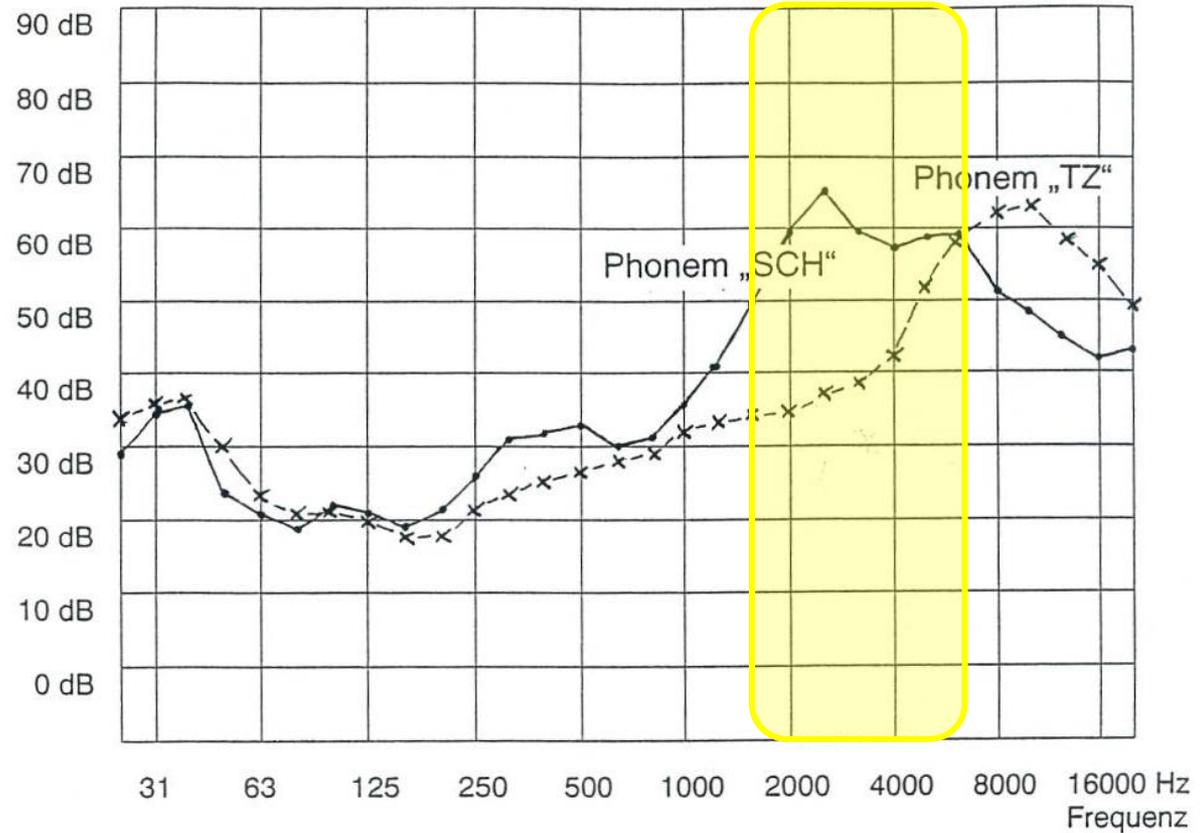


© TuR Schmidt/Ruhe 2002

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.

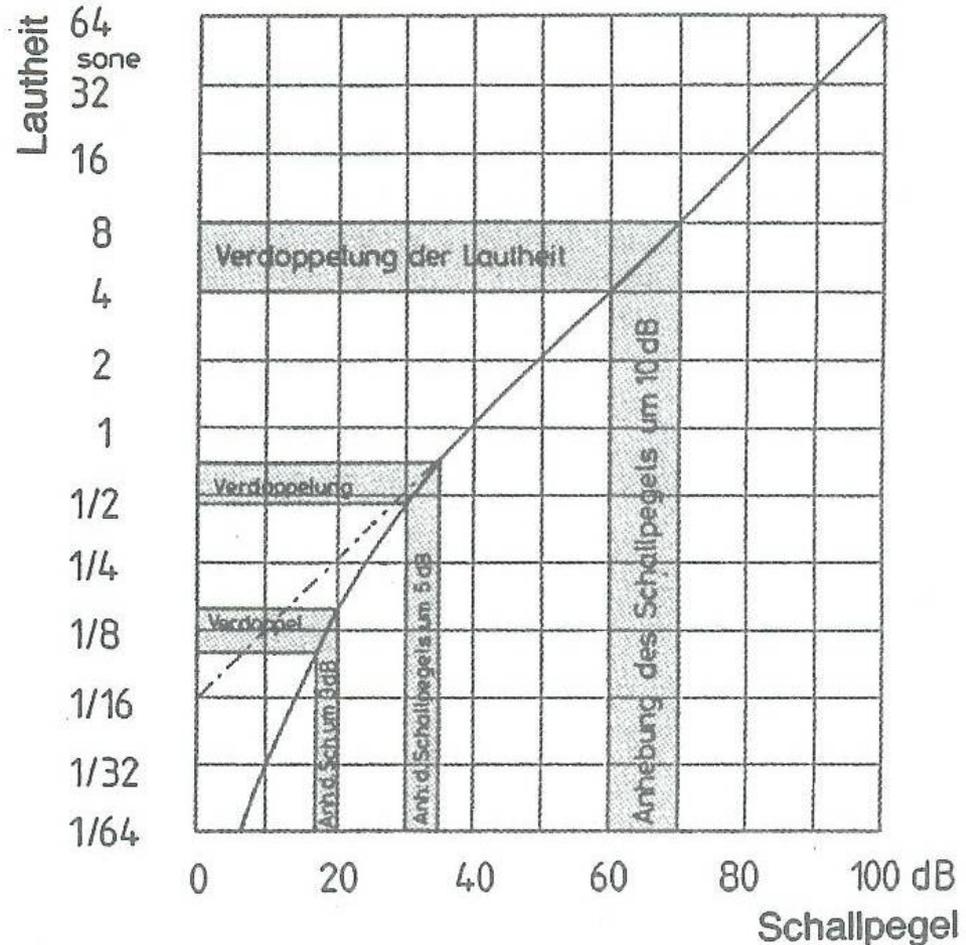


© TuR Schmidt/Ruhe 2002

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
Waru
so sta
Waru
empfi
Waru
Schla

Evolu
Hinwe
oder
z. B.



liche
he G
en?
ehör
empfi
Gege
t“?

er Äst



n
)
m

g)
g)

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!**

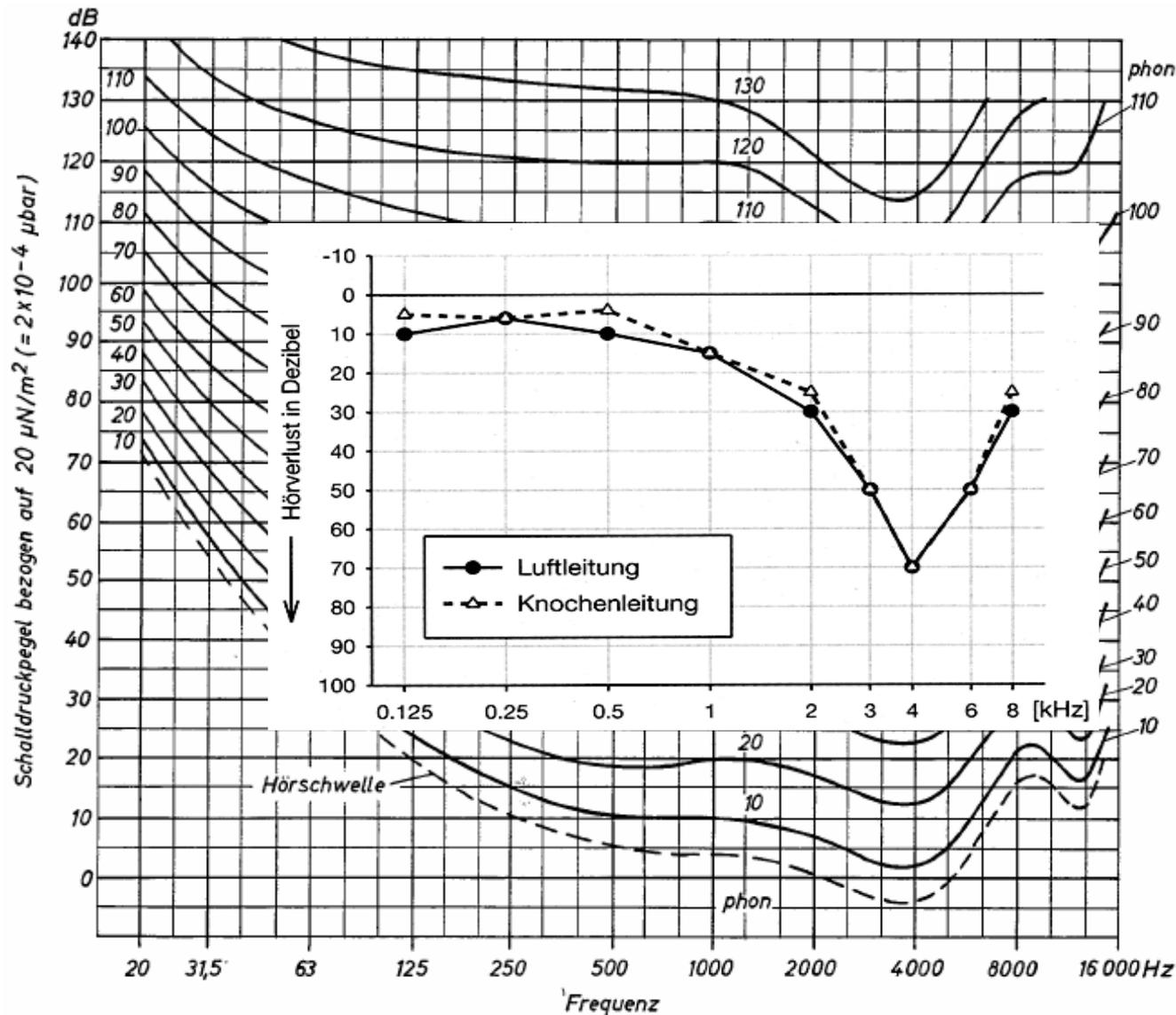
Noch heute wird Adrenalin ausgeschüttet und
kampfbereit gemacht; Marschmusik mit schwerem
Blech und Schlagwerk haben ähnliche Wirkung.

Leben und Arbeiten unter **Lärm** (auch mit **Tinnitus**)
bedeutet

Leben und Arbeiten unter **Stress**
mit erhöhtem **Infarktrisiko**.

Wem erzähl' ich das hier? Das kennen Sie doch!

Lärm- Schwerhörig- keit



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:

..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 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.

Sprache am Nebentisch wird nicht als Störgeräusch erkannt.

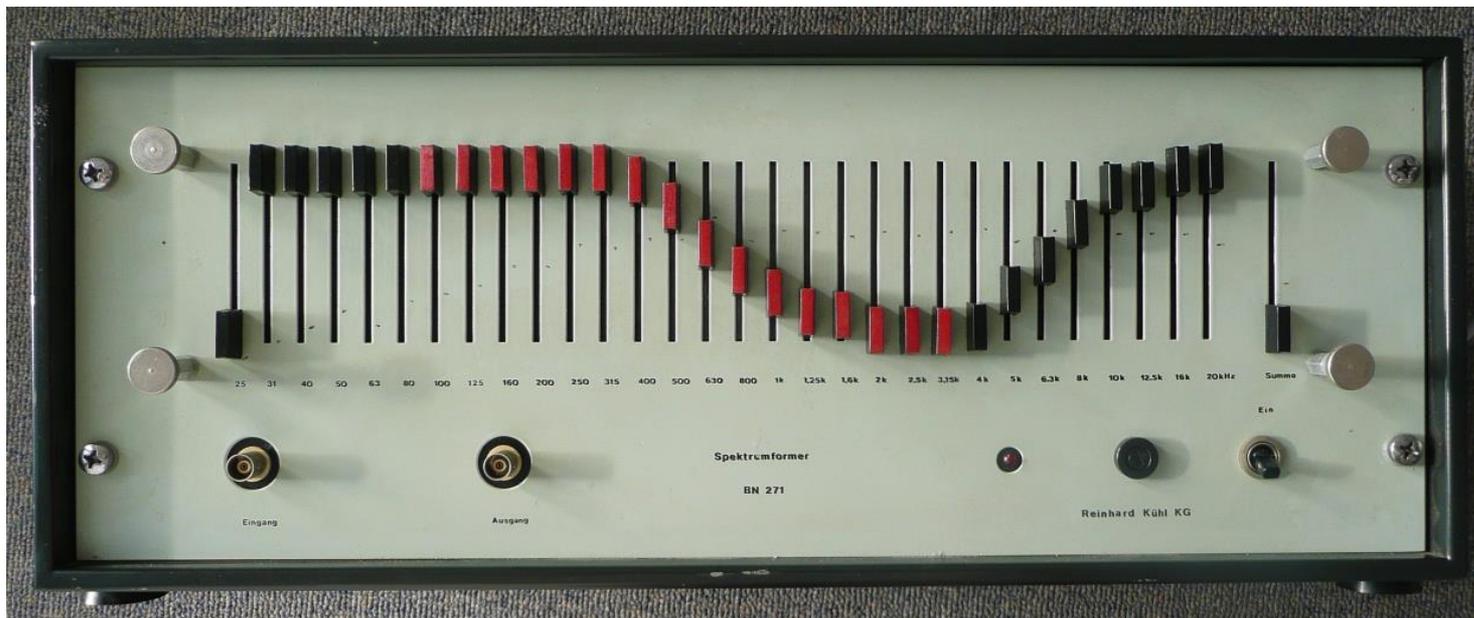
Daraus resultiert die bauliche Ingenieur-Aufgabe, insbesondere diese hochfrequenten Störgeräusche gar nicht erst entstehen zu lassen oder sie zu dämpfen.

SCHALLSCHUTZ

RAUMAKUSIK

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?

Der Ton macht die Musik.

Beim Lesen von Text hört man ihn nicht,
weil er nicht geschrieben werden kann.

Beispiel:

DAS GÖNN' ICH DIR!



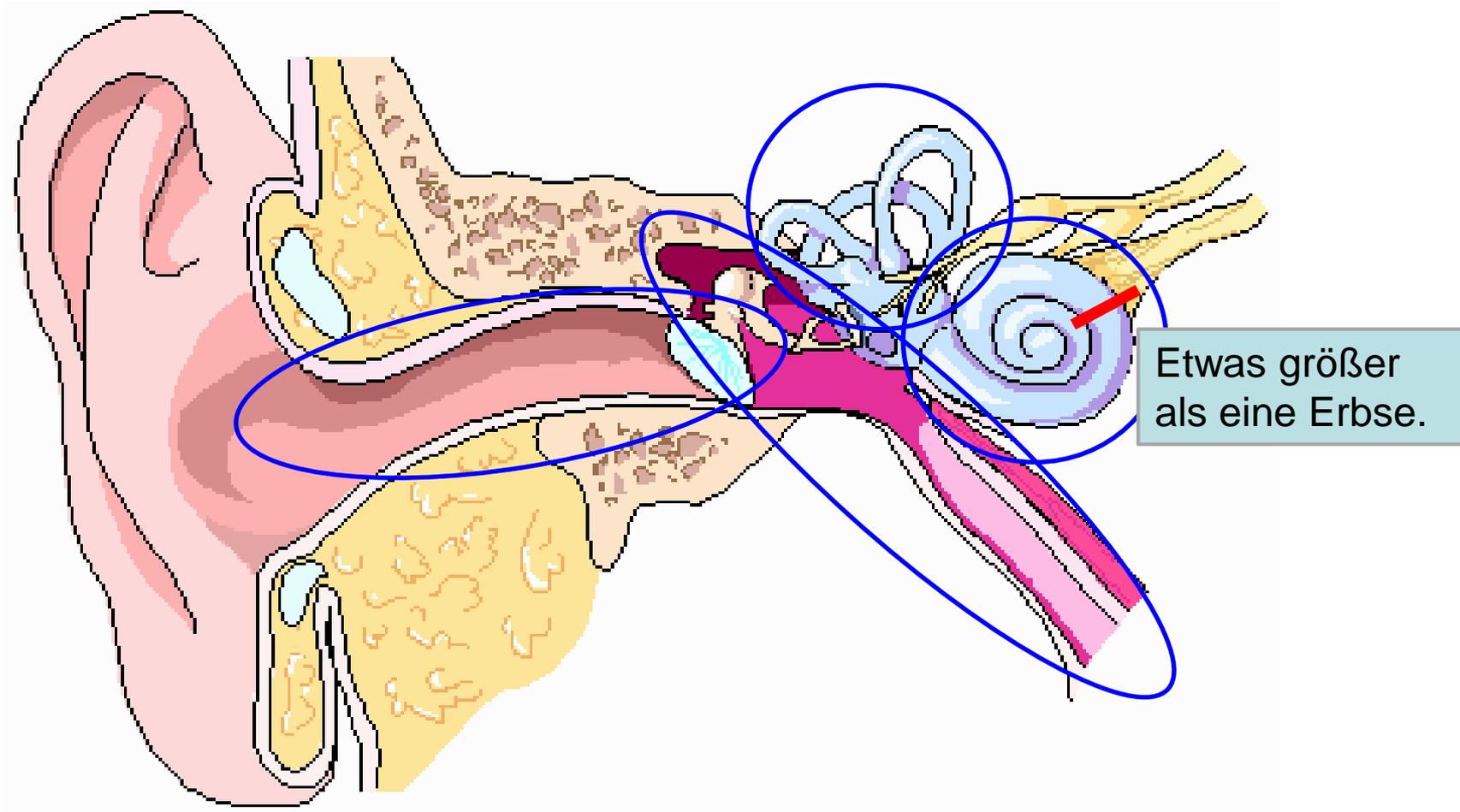
DAS GÖNN' ICH **DIR!**



DAS GÖNN' ICH DIR!

Deshalb gibt es bei Schwerhörenden
so viele Missverständnisse!

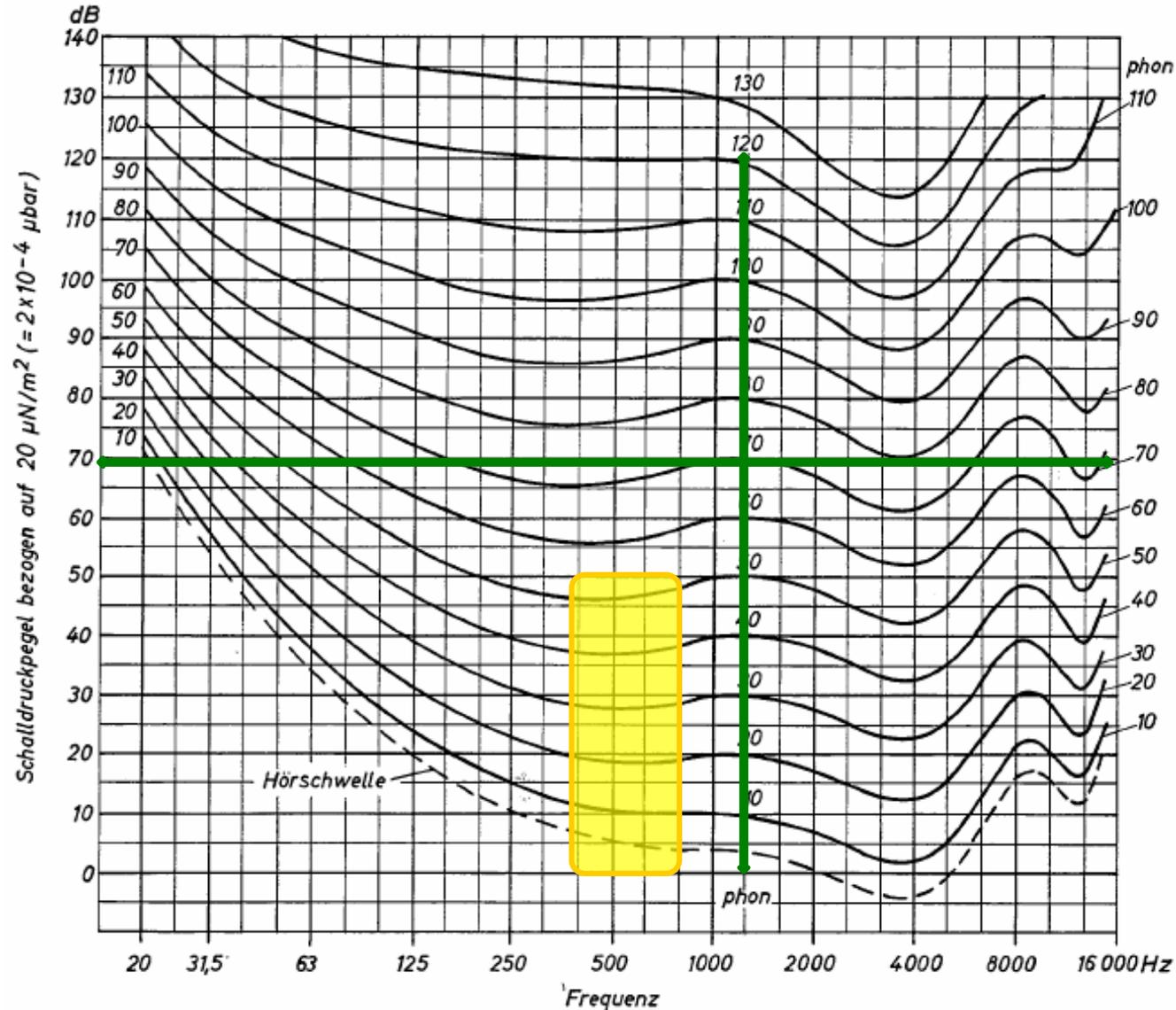
Was kann das menschliche Gehör?



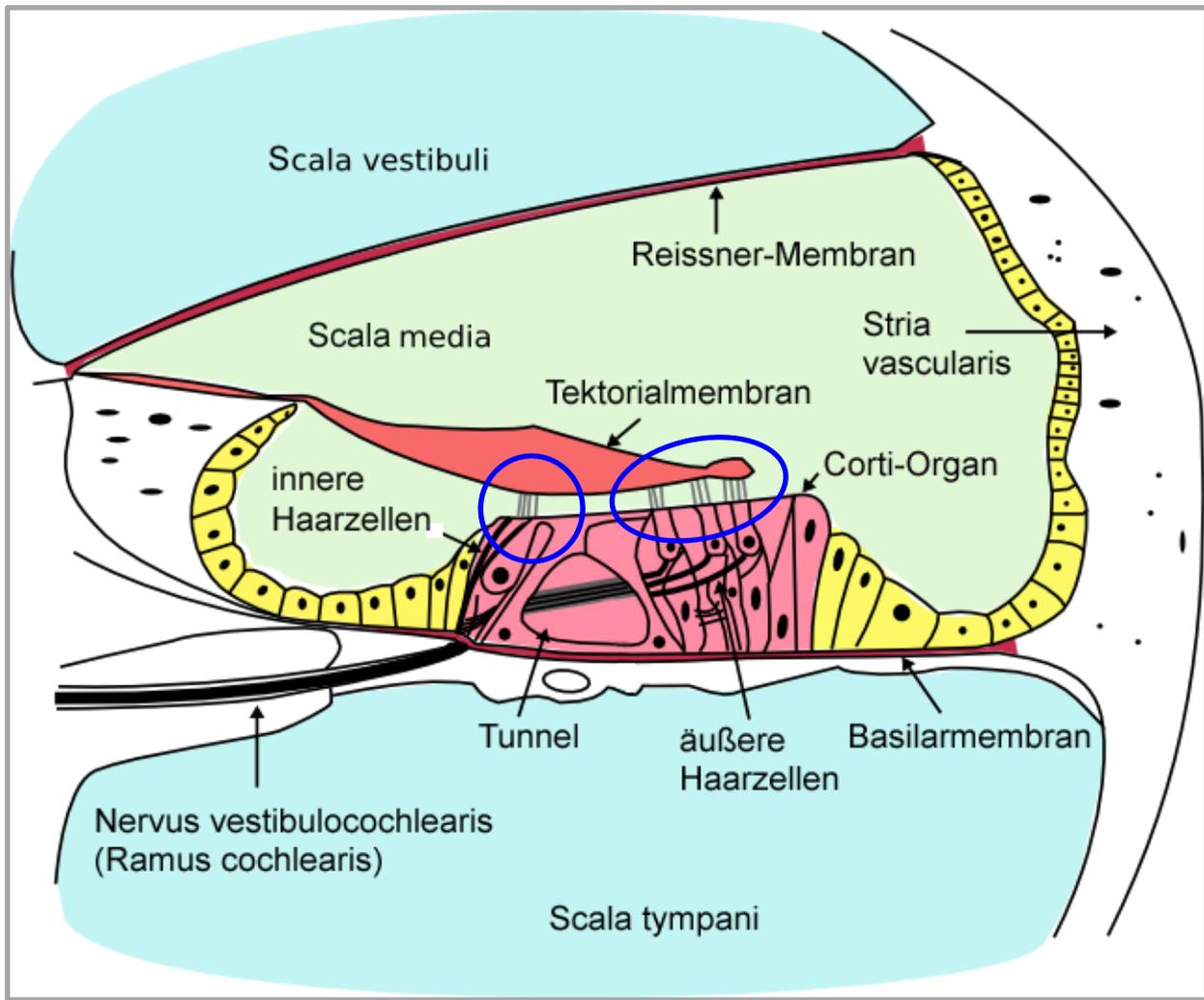
Vergleich
von Frequenz-
und Dynamik-
bereichen

Hören:
10 Oktaven
bis 120 dB

Sehen:
nur 1 Oktave
nur ca. 50 dB



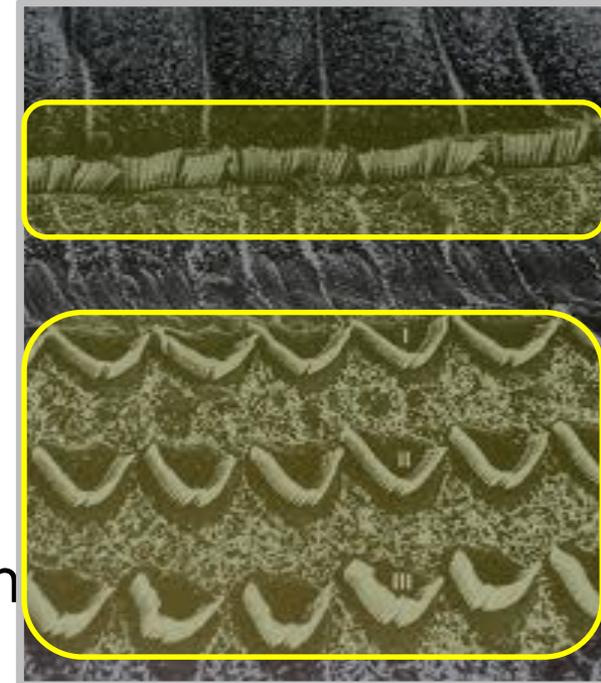
Was kann das menschliche Gehör?



Was kann das menschliche Gehör?

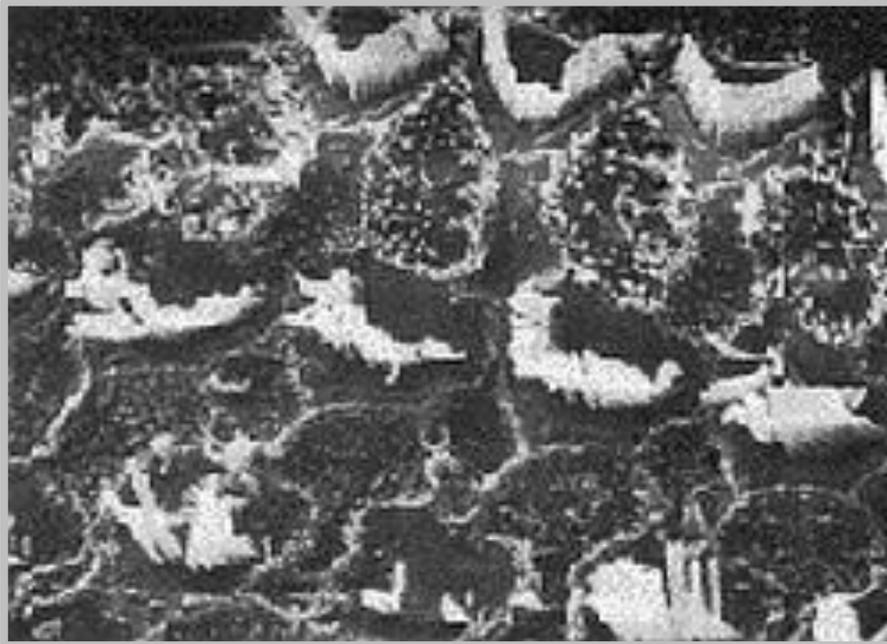
Die *inneren Haarzellen* (eine Reihe) sind die eigentlichen **Rezeptoren**, sie wandeln die mechanischen Schwingungen in Nervenimpulse um, die an das Gehirn weitergeleitet werden.

Die *äußeren Haarzellen* (drei Reihen) sind **Aktoren** (Muskeln). Sie sind für die Motilität der Haarzellen verantwortlich und verstärken oder dämpfen die Schallwandlerwellen innerhalb der Cochlea. Damit sind sie EQ und AGC gleichzeitig.



Was kann das menschliche Gehör?

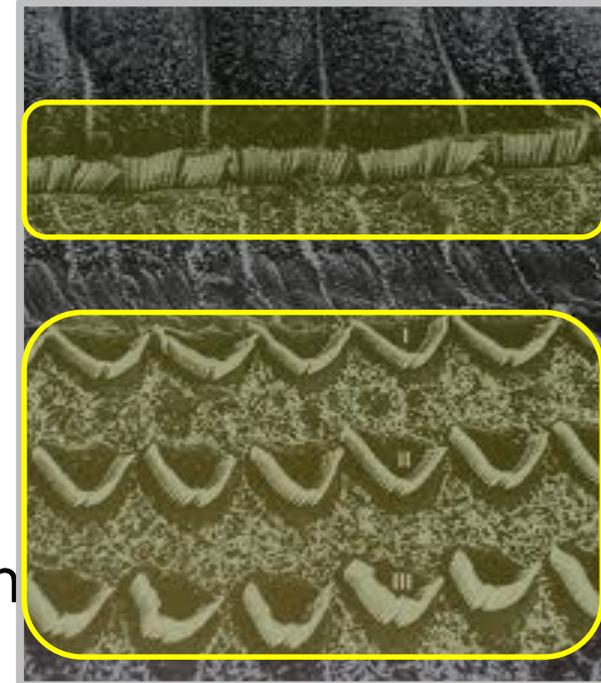
Die *inneren Haarzellen* (eine Reihe) sind die eigentlichen **Rezeptoren**, sie wandeln die mechanischen Schwingungen in



Gehirn

eihen) sind
die Motilität
und verstärken
wellen

nd sie EQ und AGC gleichzeitig.



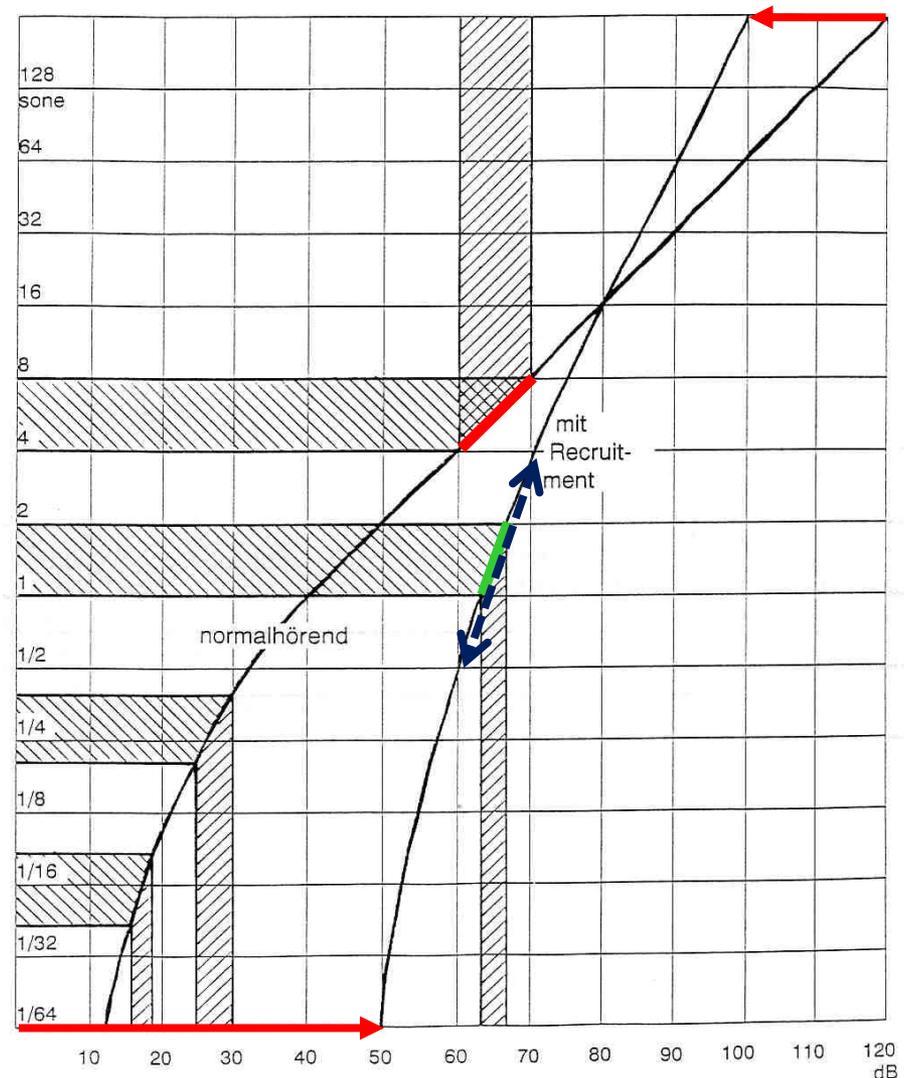
Bei Ausfall der äußeren Haarzellen fehlt diese Regelung.

Was können Schwer- hörende anders?

Durch den Ausfall der
Aussteuerungs-Automatik
verändert sich der Zusammen-
hang zwischen Schallpegel
und empfundener Lautheit.

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

**Du musst doch
nicht gleich schreien!**



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 elektroakustische Aufgabe**, nur **die wichtigen Informationen zu verstärken**, und **die bauliche Aufgabe**, **Störgeräusche vermeiden / Nachhall dämpfen**:

SCHALLSCHUTZ

RAUMAKUSIK

Signal-to-Noise-Ratio SNR > 15 dB

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.	33.000

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

geschätzt 15%

„Die besten Jahre“

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.

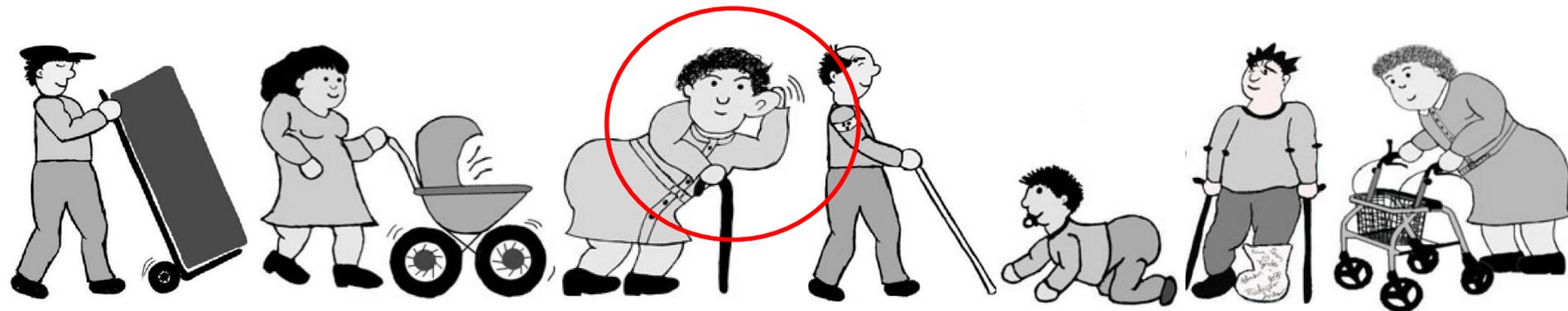
„Ständig erkältete“ Kinder haben deshalb einen schlechteren Lernerfolg!

Nach der Altersstruktur unserer Lehrerschaft unterrichtet in jeder 4. bis 5. Klasse eine schwerhörige Lehrkraft.

Gibt es den „IDEAL-TYPUS NORMAL-MENSCH“?

Wir sind Alle nur darin gleich,
dass wir Alle verschieden behindert sind.

Also: **Barrierefreies Bauen
ist Bauen für Alle.**



Definition von Barrierefreiheit nach BGG §2 (3):

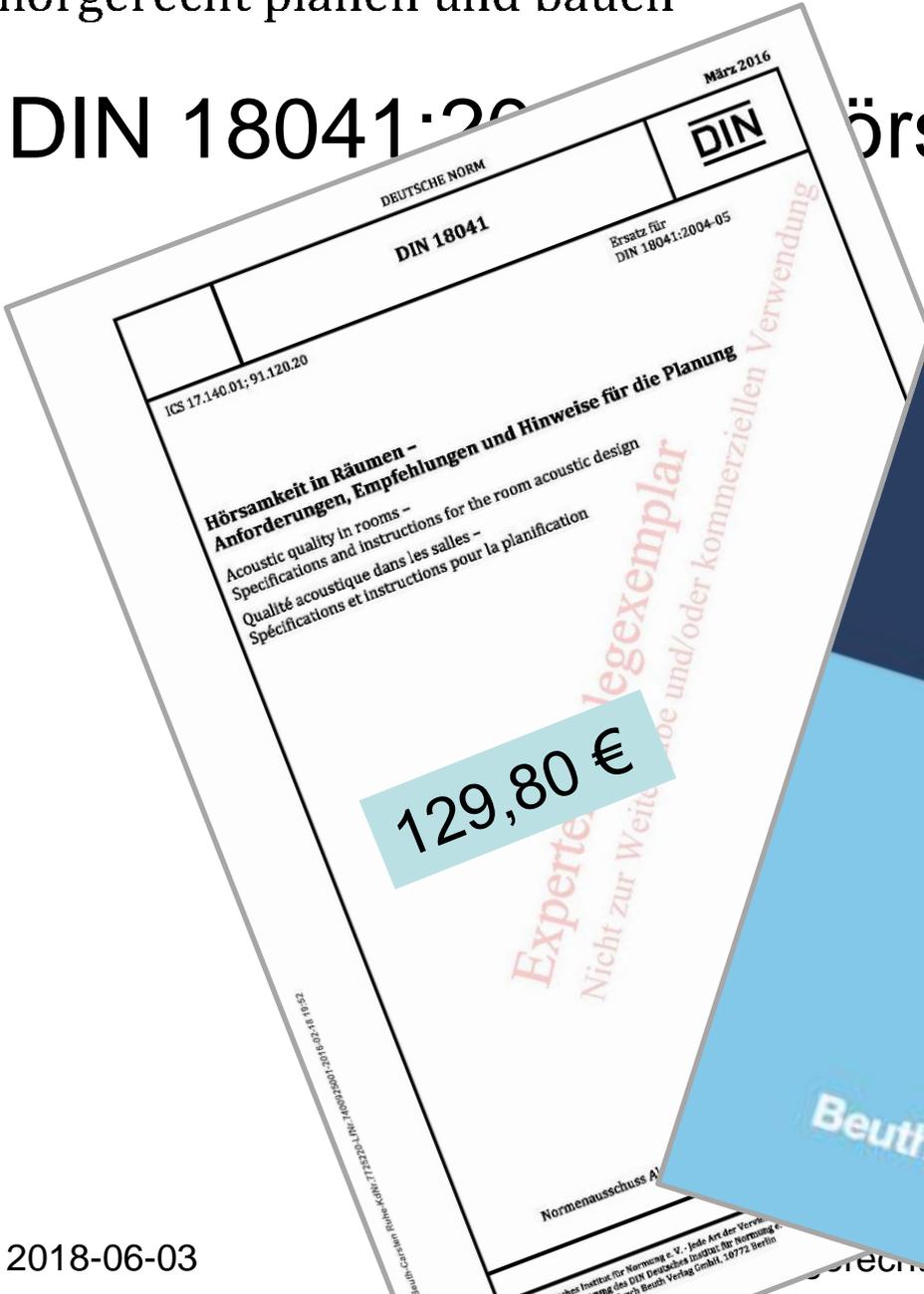
*Barrierefrei sind **bauliche** und sonstige **Anlagen**,
Verkehrsmittel, technische Gebrauchsgegenstände,
Systeme der Informationsverarbeitung, **akustische** und visuelle
Informationsquellen und **Kommunikationseinrichtungen**
sowie andere gestaltete Lebensbereiche,
wenn sie für behinderte Menschen*

- 1. in der allgemein üblichen Weise,*
- 2. ohne **besondere** Erschwernis und*
- 3. **grundsätzlich** ohne fremde Hilfe*

***auffindbar, zugänglich und nutzbar** sind.*

Nicht **Da-Sein**, sondern **Dabei-Sein** ist wichtig!

DIN 18041-20 Hörsamkeit



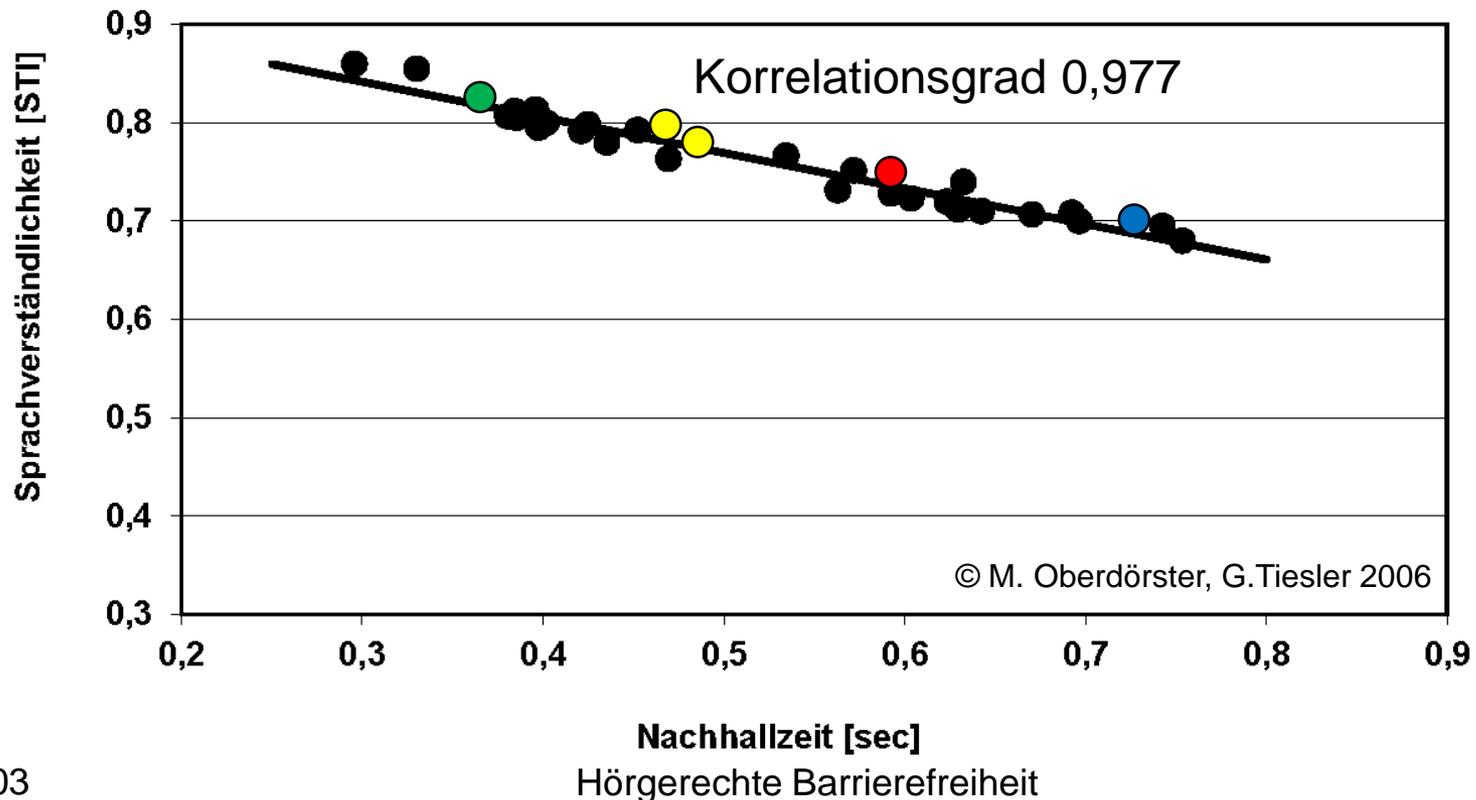
DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen

Im Sinne des inklusiven Bauens sind von Beginn der Planung an die Bedarfe von Personen mit eingeschränktem Hörvermögen zu berücksichtigen.

Nicht nur die typischen „Veranstaltungsräume“ dienen der Kommunikation, sondern Kommunikation findet überall dort statt, wo sich Menschen begegnen, z. B. auch in Fluren, Foyers, Pausenhallen, Mensen u. Ä.

DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen

*Von Personen mit Hörschäden wird die raumakustische Situation für **Sprachkommunikation** umso **günstiger** empfunden, je **kürzer** die **Nachhallzeit** ist.*



DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen

Und weiter heißt es:

*Vergleichbare Anforderungen gelten auch für die Kommunikation in einer Sprache, die **nicht** als **Muttersprache** gelernt wurde, bei der Kommunikation mit Personen, die **Deutsch als Fremdsprache (DaZ)** sprechen, und bei der Kommunikation mit Personen, die auf andere Weise einen **Bedarf nach erhöhter Sprachverständlichkeit** haben, z. B. Personen mit Sprach- oder Sprachverarbeitungsstörungen, Konzentrations- bzw. Aufmerksamkeitsstörungen, Leistungsschwäche.*

Sehbehinderte und Blinde würde ich
in die nächste Norm-Fassung auch mit aufnehmen!

Merke:

**Gute Raum-Akustik ist
inklusiv barrierefrei !**

Sie hilft ALLEN Menschen

1. in der allgemein üblichen Weise
2. ohne jede Erschwernis und
3. **vollständig** ohne fremde Hilfe.



reFeRATgeber 6

HÖRGESCHÄDIGTE KINDER IN REGELSCHULEN



Klassenraum-Akustik
Klassenraum-Gestaltung
Klassenraum-Organisation



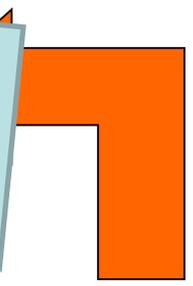
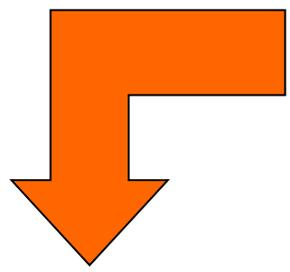
Diese Broschüre wurde gedruckt
mit finanzieller Unterstützung der Firmen:



2. Auflage 2016-08
1. Auflage 2016-02
Weitergabe / Nachdruck gern gestattet

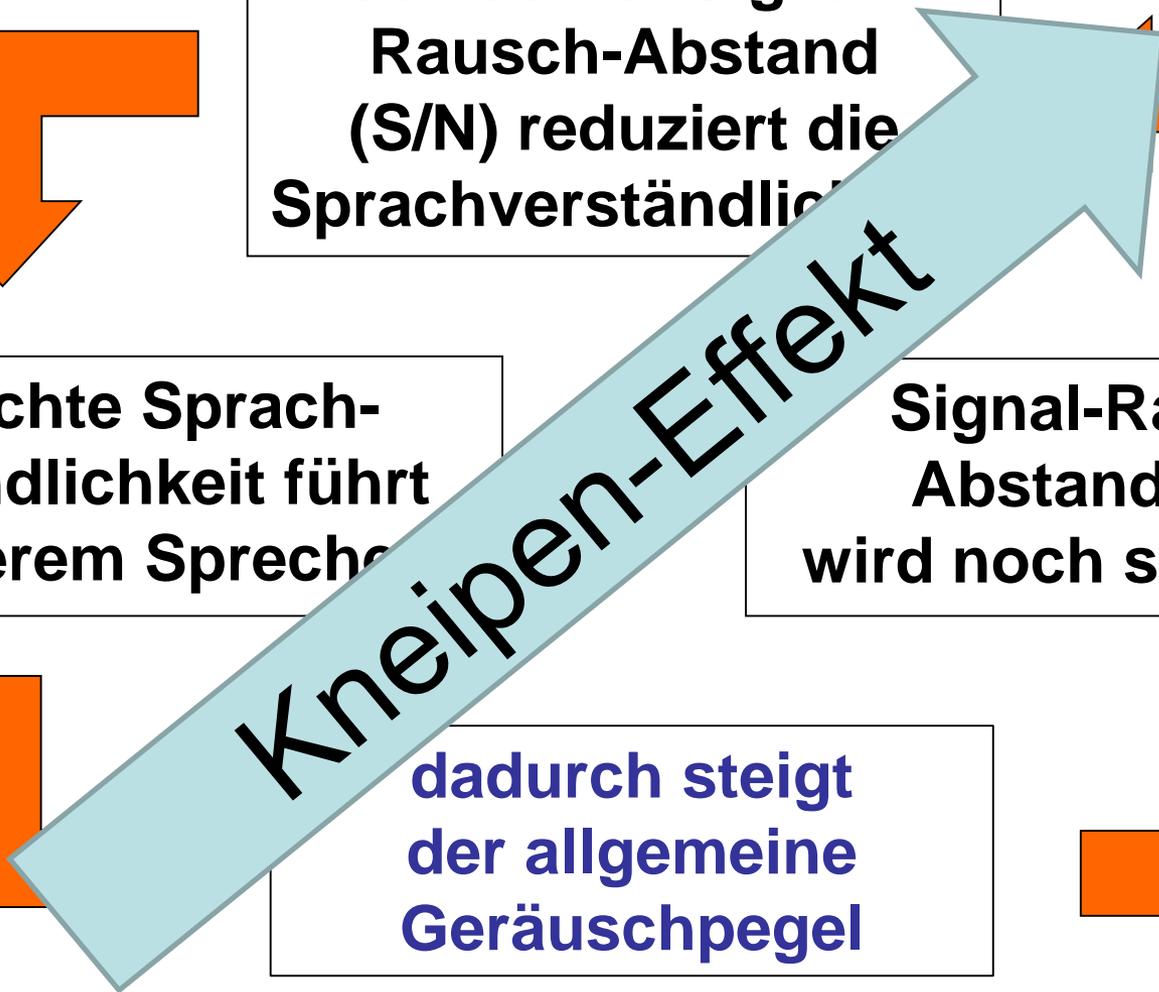
6. bis 10. Tausend
1. bis 5. Tausend
Belegexemplar an Verfasser erbeten

**schlechter Signal-
Rausch-Abstand
(S/N) reduziert die
Sprachverständlichkeit**

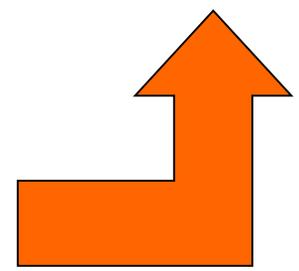


**schlechte Sprach-
verständlichkeit führt
zu lauterem Sprechen**

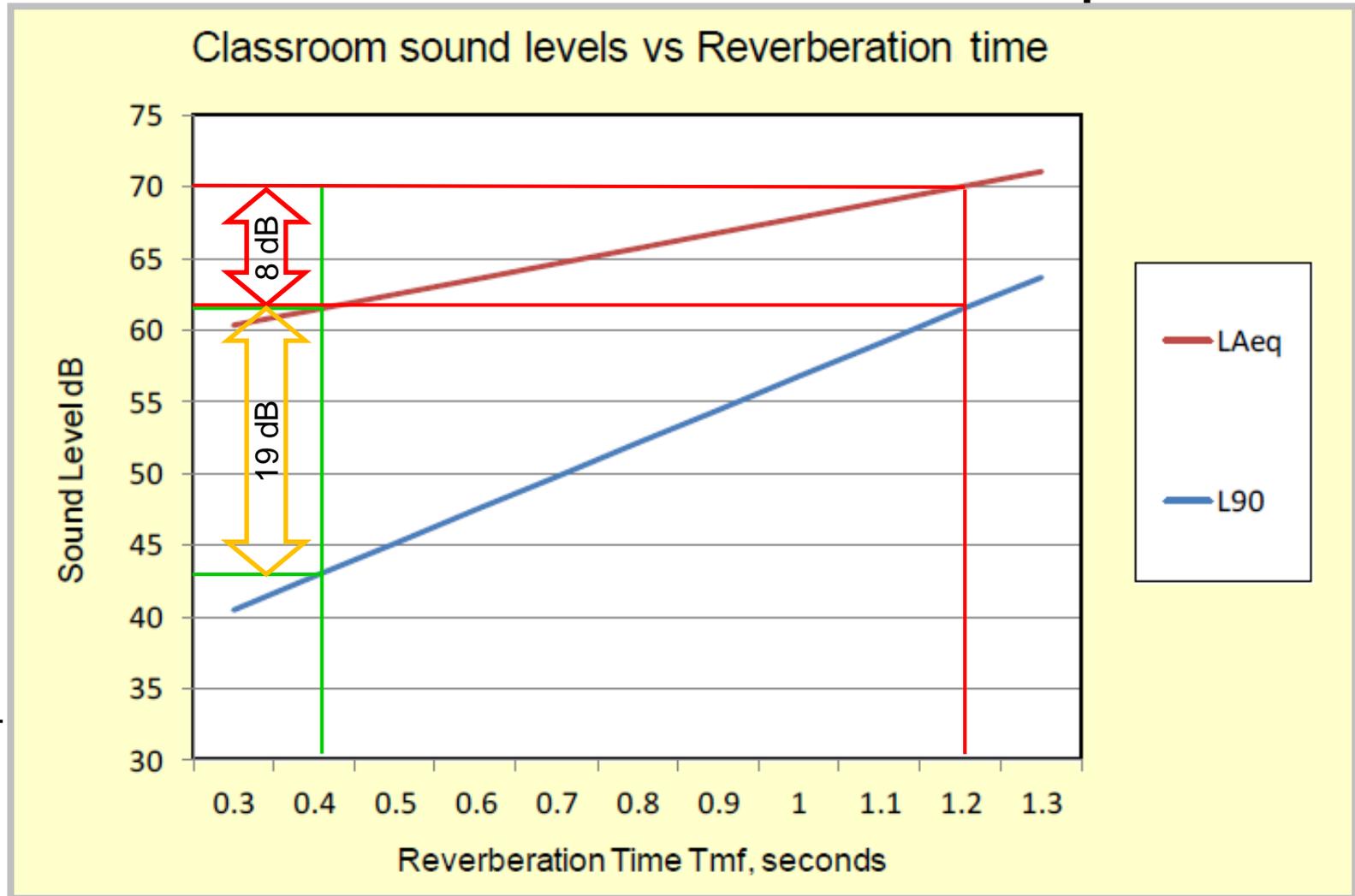
**Signal-Rausch-
Abstand (S/N)
wird noch schlechter**



**dadurch steigt
der allgemeine
Geräuschpegel**



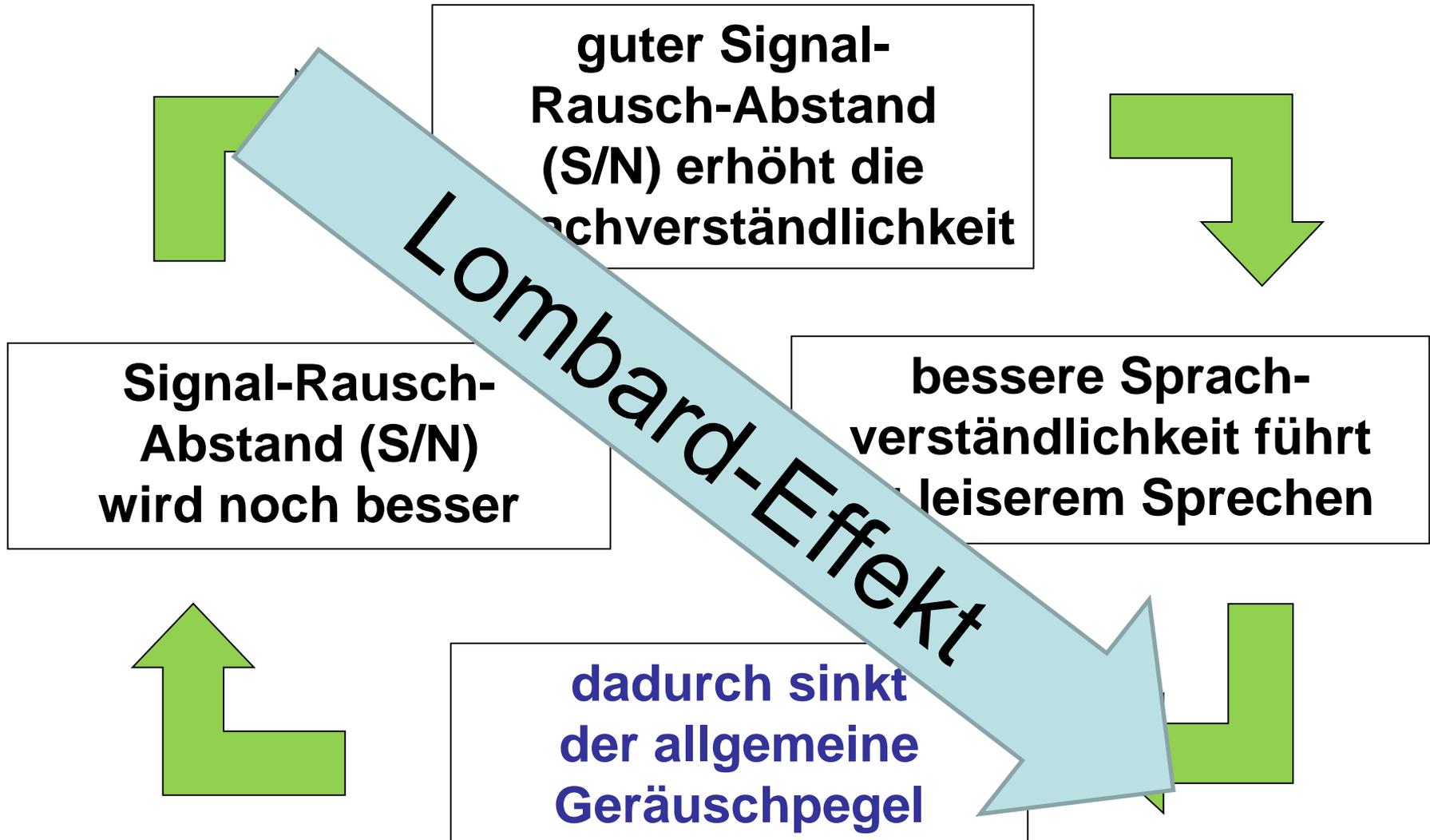
Welche Effekte treten bei Schallabsorption auf?



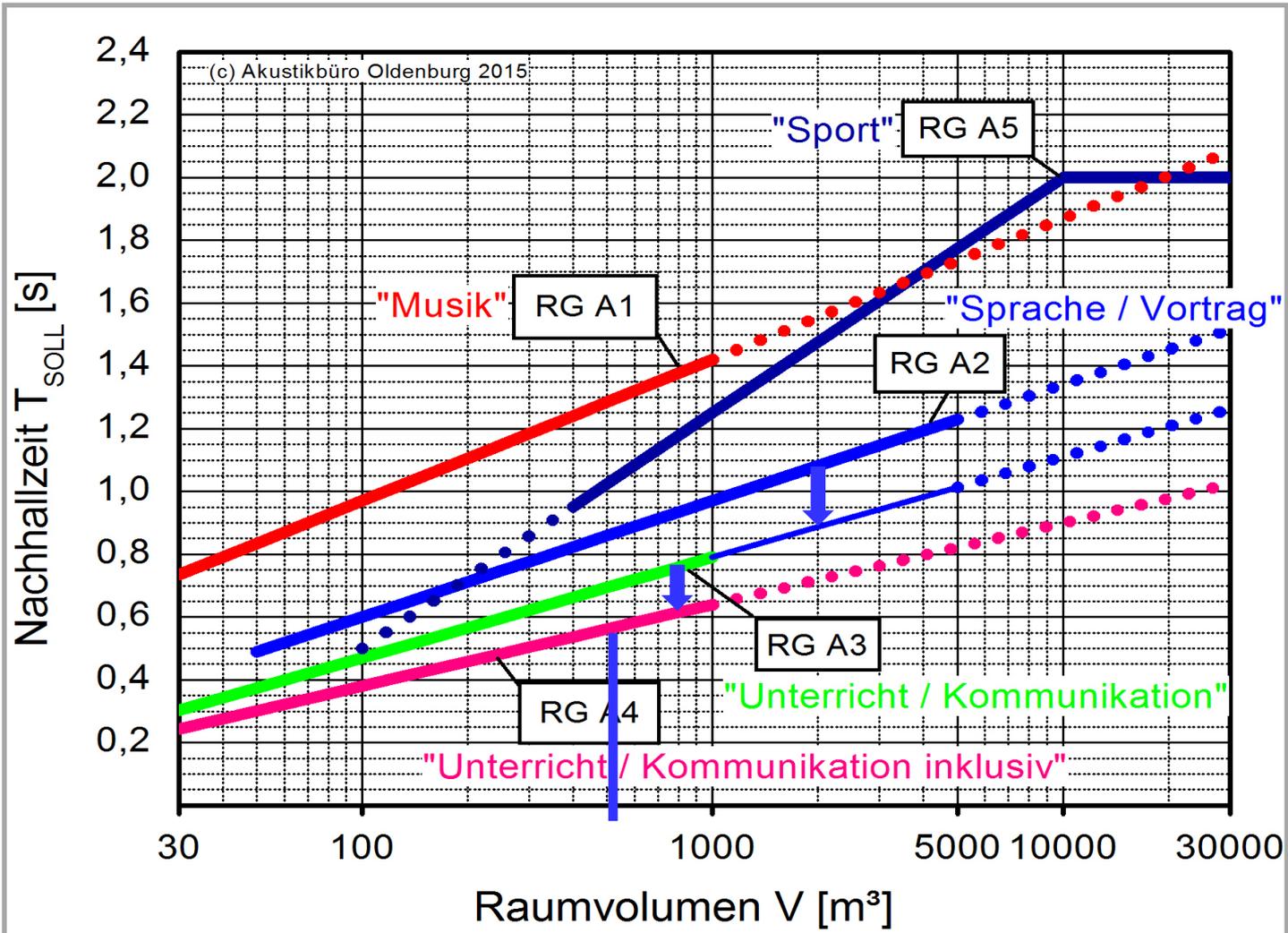
© Essex-
Studie
2012

Welche Effekte treten bei Schallabsorption auf?

- Durch die Schallabsorption verringert sich der **Nutzsignalpegel**. Bei einer Drittelung der Nachhallzeit müsste der Pegel (physikalisch) um 5 dB abnehmen.
- → Alle haben in dem gedämpften Raum im Mittel um 3 dB leiser gesprochen.
- Durch die Schallabsorption verringert sich der **Störgeräuschpegel**. Bei einer Drittelung der Nachhallzeit müsste er (physikalisch) ebenfalls um 5 dB abnehmen.
- → Der „**Lombardeffekt**“ bewirkt, dass die „Störer“ sich im gedämpften Raum selbst auch leiser verhalten und dass der Störgeräuschpegel dadurch überproportional abnimmt. Damit steigen der Signal-Rausch-Abstand SNR von 8 dB auf 19 dB und der Sprachübertragungsindex STI.



Anforderungen Nachhallzeit / Nutzungsart



Schallabsorption (Schalldämpfung)

Die Nachhallzeit ist die wesentliche Kenngröße für den Abbau der Schallenergie im Raum:

Je länger die Nachhallzeit ist, desto länger bleibt die Schall-Energie im Raum erhalten, desto „lauter“ ist der Raum.

Pegelminderung bedeutet also immer, dem Schallfeld durch Reibung die Bewegungs-Energie der Luft zu entziehen und in Wärme-Energie umzuwandeln (Energie-Erhaltungssatz).

Beim Abbremsen eines Autos wird die Scheibenbremse heiß.

Schallabsorption (Schalldämpfung)

Die Bewegungsenergie der schwingenden Luft-Partikel wird durch Reibung in Wärme umgewandelt:

medizinisch-physikalisch- biologischer Selbstversuch!

Pressen Sie den Mund fest auf einen Ärmel.
Pusten Sie kräftig hindurch → es wird warm.

Pusten Sie kräftig auf den Handrücken.
→ es bleibt kalt.

Wie geht man bei der Schalldämpfung vor?

1. möglichst zuerst die **Decke** bekleiden,
sie ist die größte Fläche im Raum und
liegt außerhalb der Handreichweite
man kann also ein weiches,
gut absorbierendes Material verwenden
 2. zweite Raumdimension auch behandeln:
schallabsorbierende **Wand**paneele
 3. ein **Teppich** schluckt viel weniger,
vermeidet aber viele Störgeräusche
- „Raumakustischer Dreiklang“

Anforderungen an das Bekleidungs-Material:

- hoher Schallabsorptionsgrad bei den mittleren und hohen Sprachfrequenzen
- gute Lichtreflexion
- mechanische Robustheit (Vandalismus)
- Brandschutz B1 oder A2
- angemessener Preis (nicht unbedingt „billig“)
- ggf. schnelle Verfügbarkeit
- ggf. Verarbeitung auch in Selbsthilfe möglich?

Oldenburg-Wechloy

© Rockfon



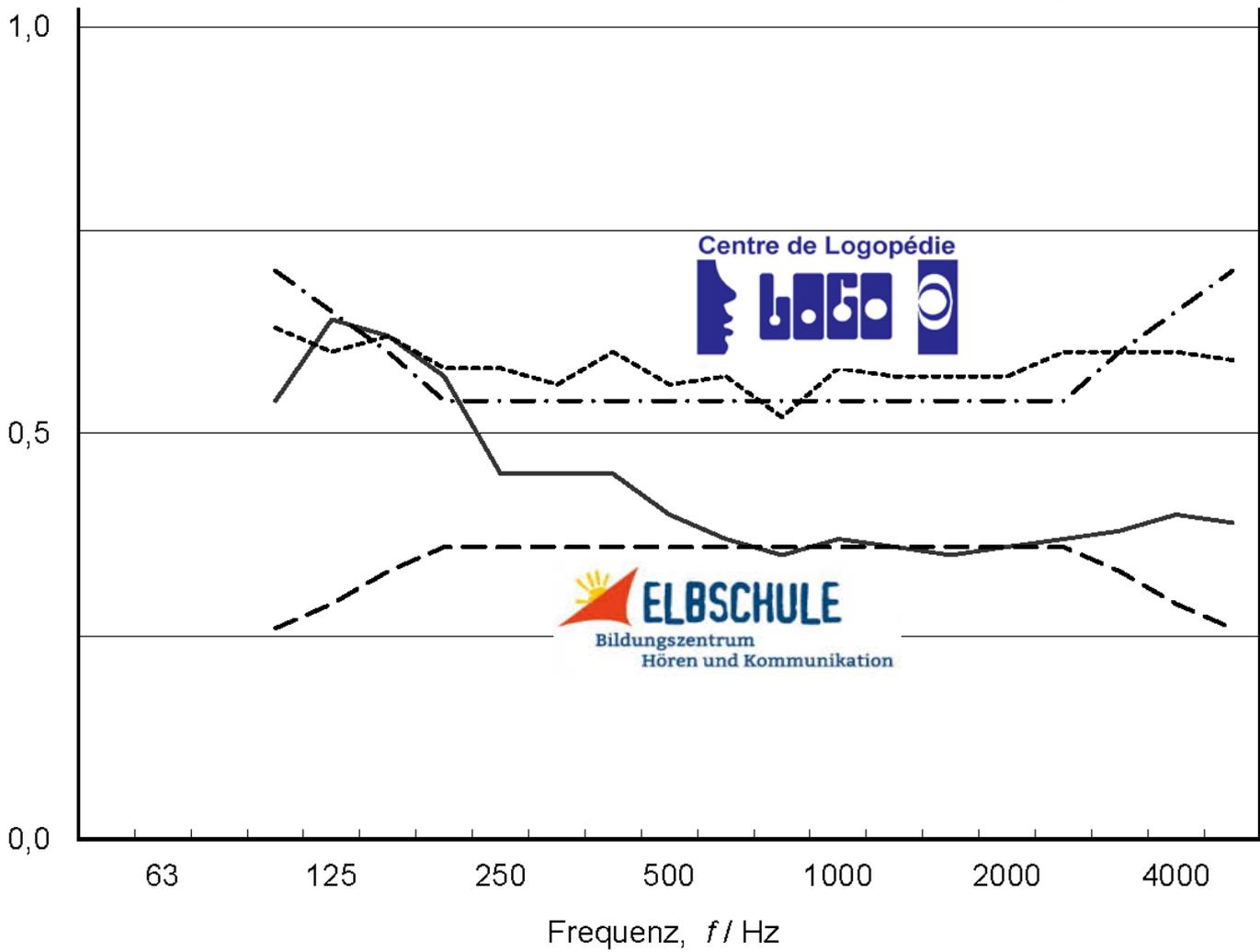
Luxemburg, Centre de Logopédie, Klassenraum



Hamburg, Elbschule, Klassenraum

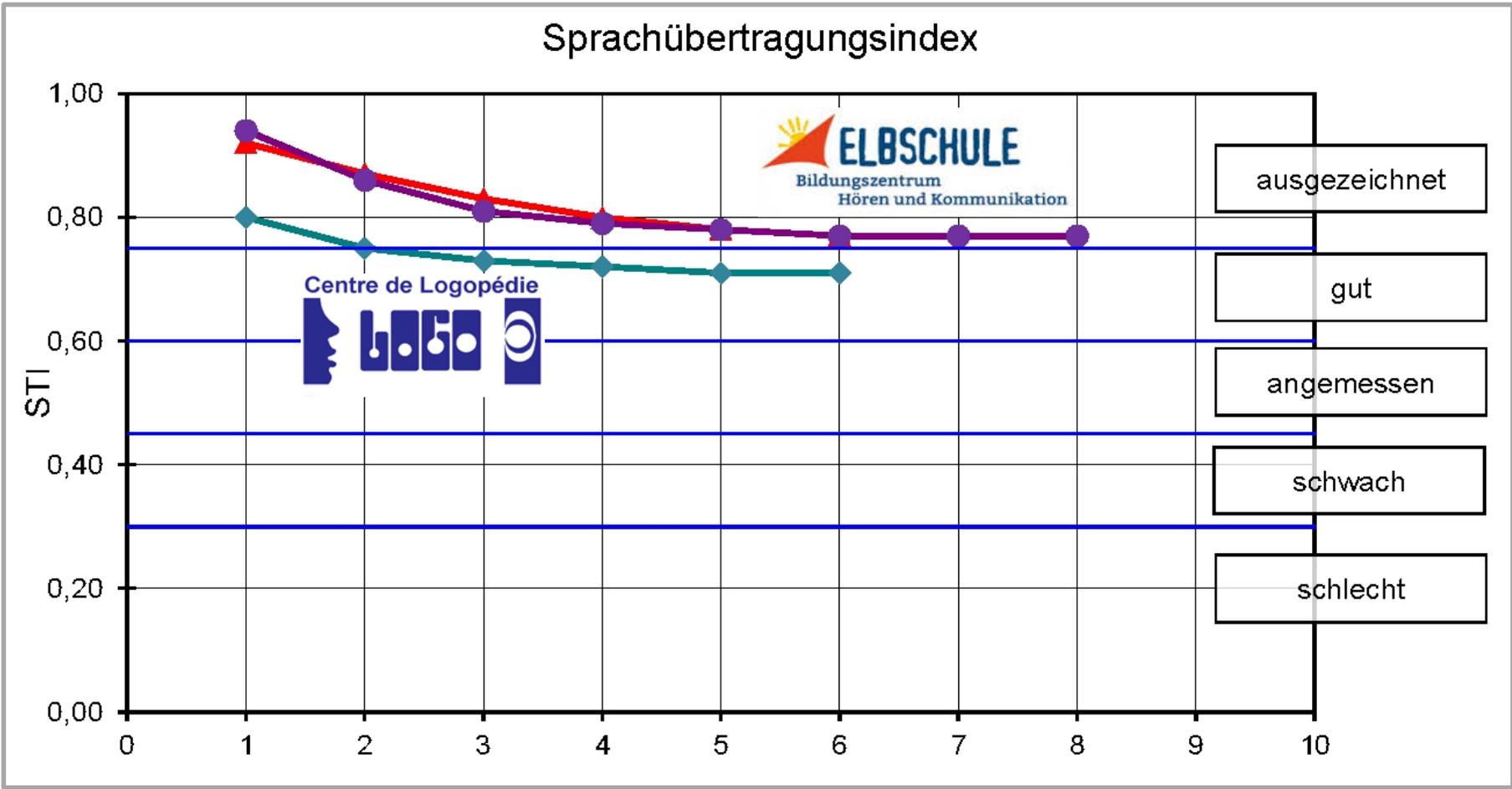


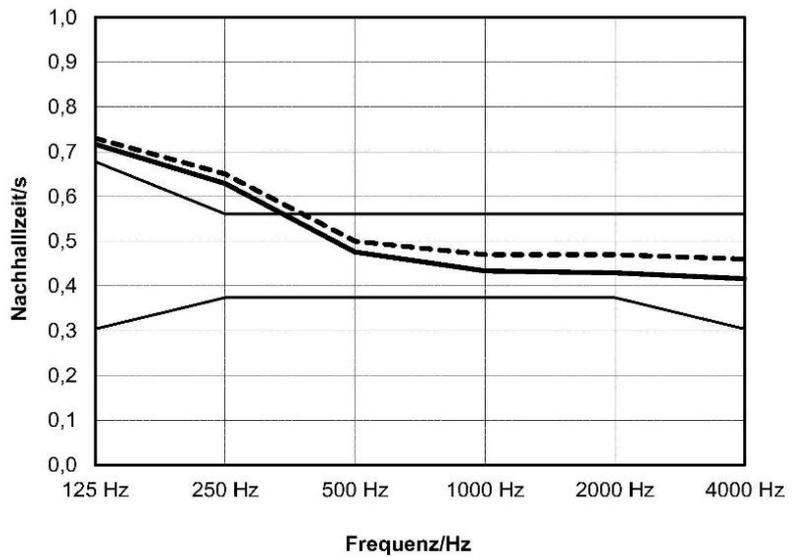
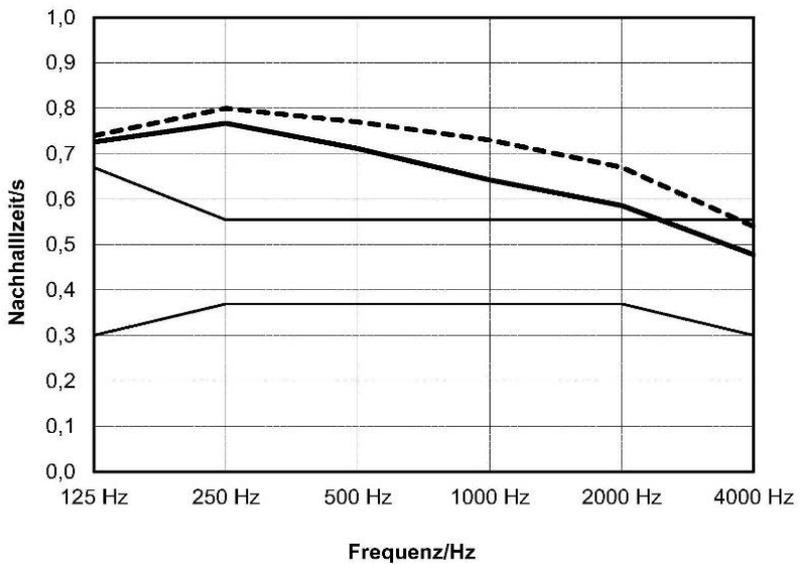
Nachhallzeit-Vergleich Luxemburg - Hamburg



STI-Vergleich

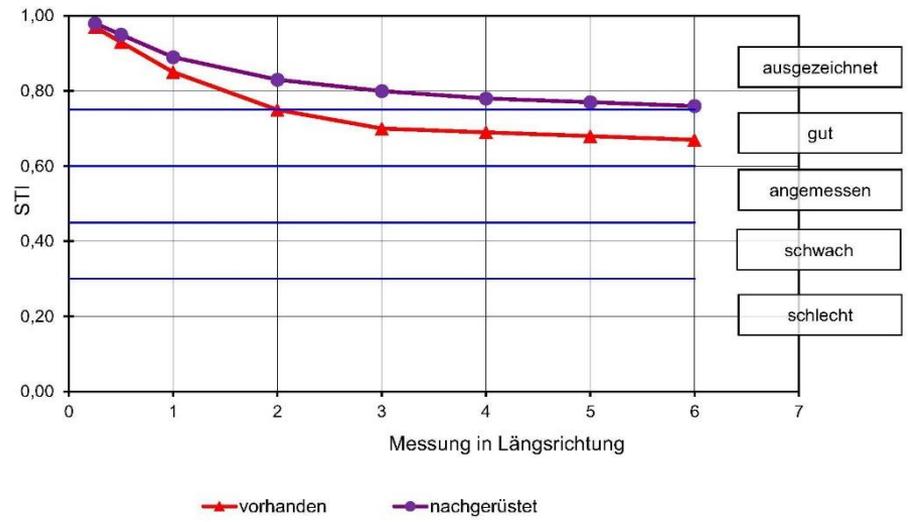
Luxemburg - Hamburg



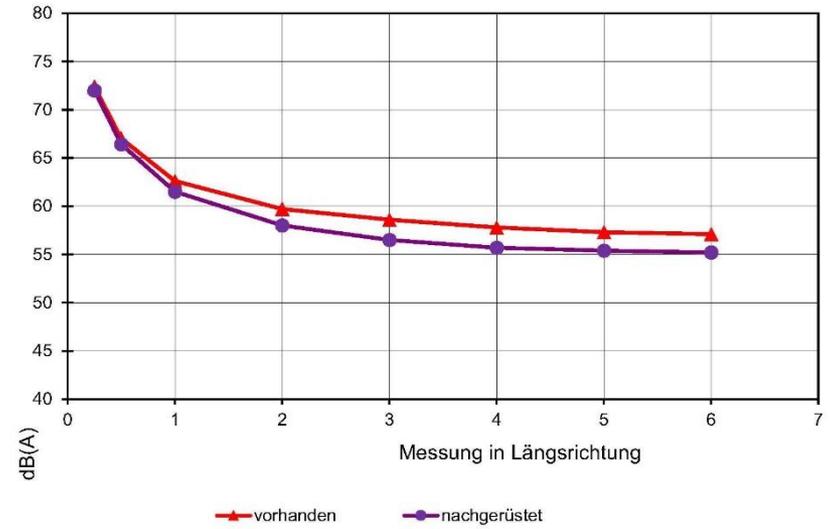




Sprachübertragungsindex



Schallpegelverteilung



Was können Schwerhörende anders?

Durch Entfall der hohen Frequenzen ist das Sprachverstehen eingeschränkt. ✓

Durch den eingeschränkten Dynamikbereich verläuft die Lautheitskurve viel steiler (Recruitment). ✓

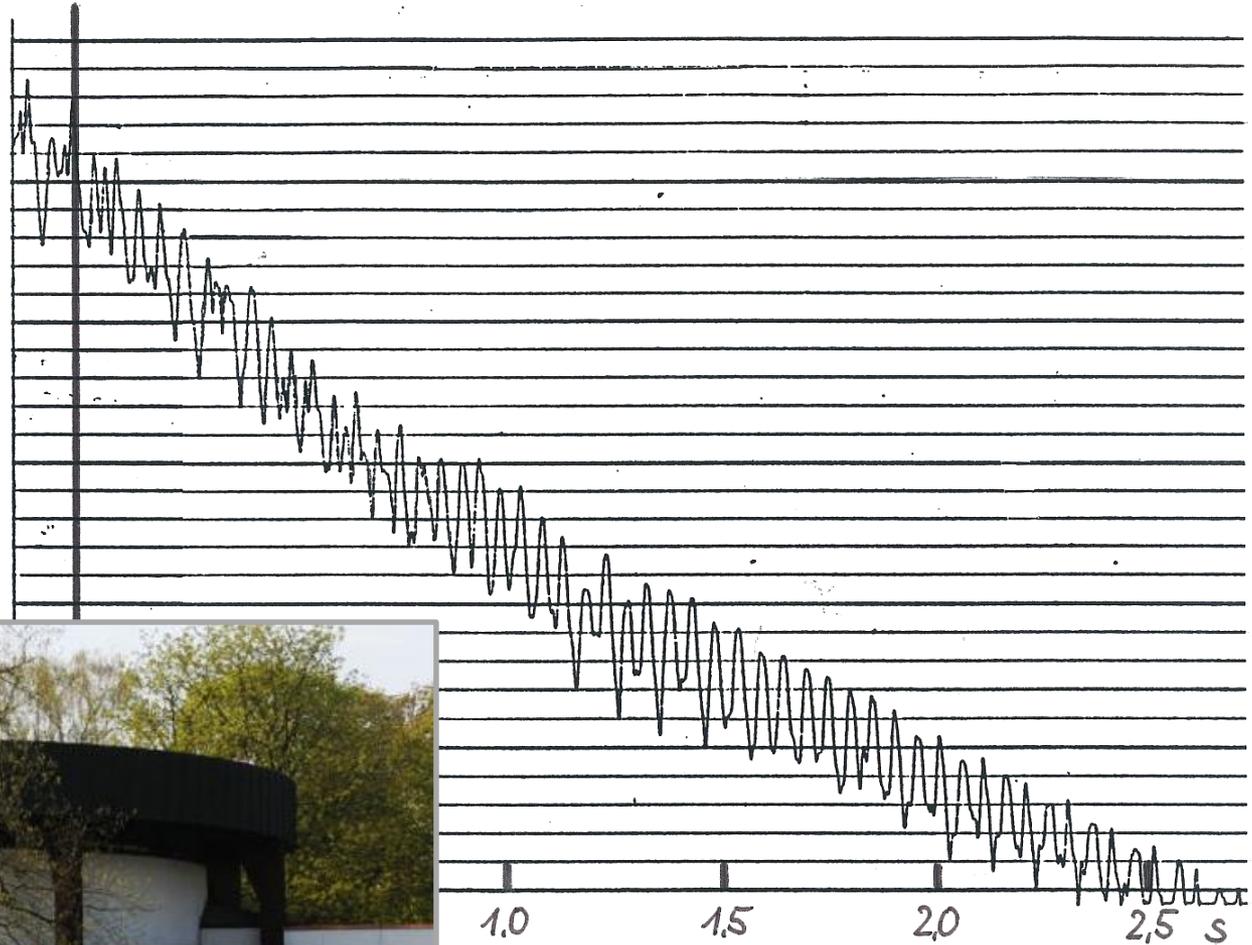
Durch Störgeräusch ist das Sprachverstehen eingeschränkt: erf. SNR > 15 dB. ✓

Durch veränderte Zeitauflösung des Gehörs werden Echos viel eher störend empfunden: auch kurzfristig verzögerte Reflexionen stören. !

Deshalb sind schallabsorbierende Wandpaneele (zusätzlich zur Decke) so hilfreich. !

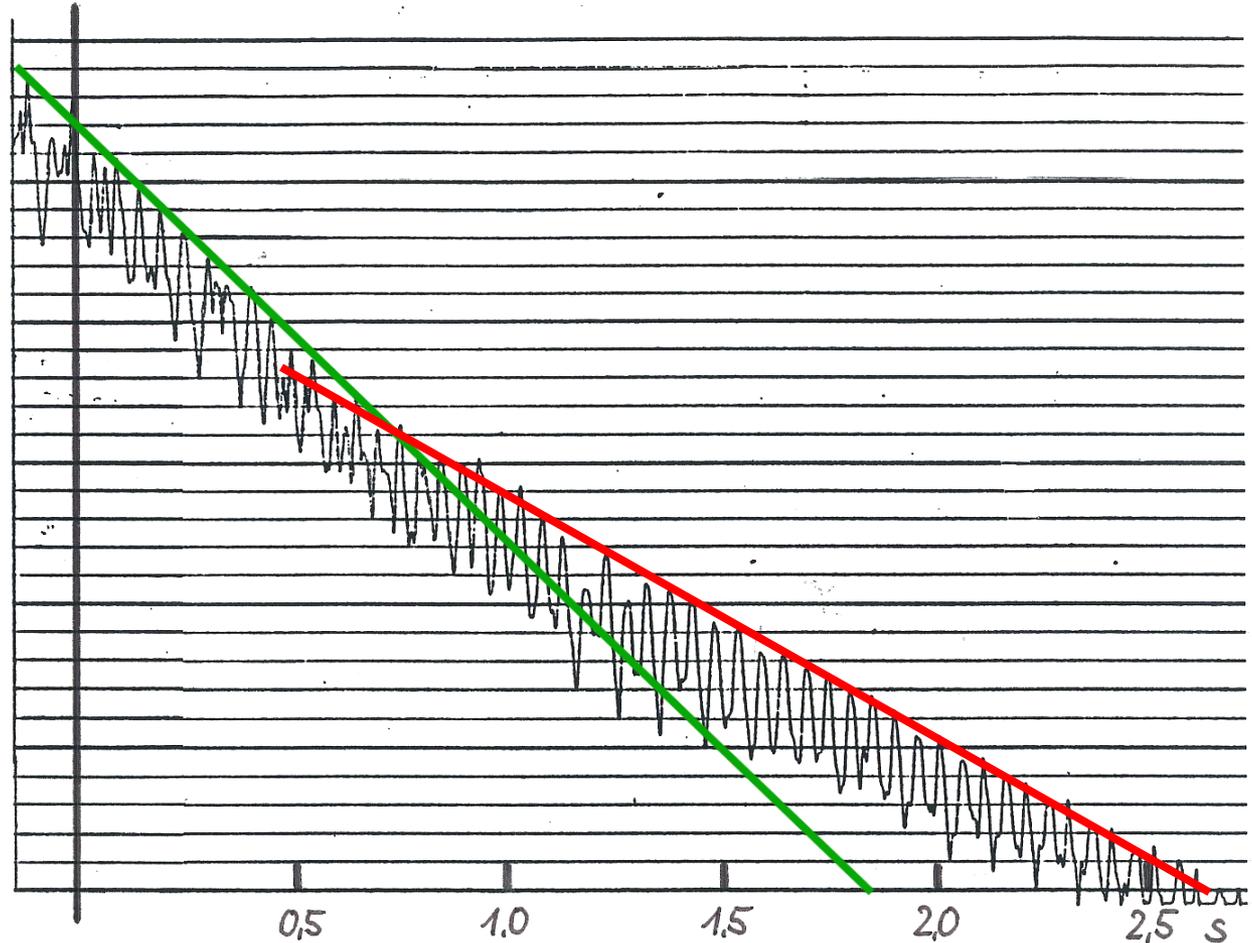
Beispiel einer Nachhallzeit-Auswertung

2,5 s
50 Echos
0,05 s/Echo
340 m/s
17 m Abstand



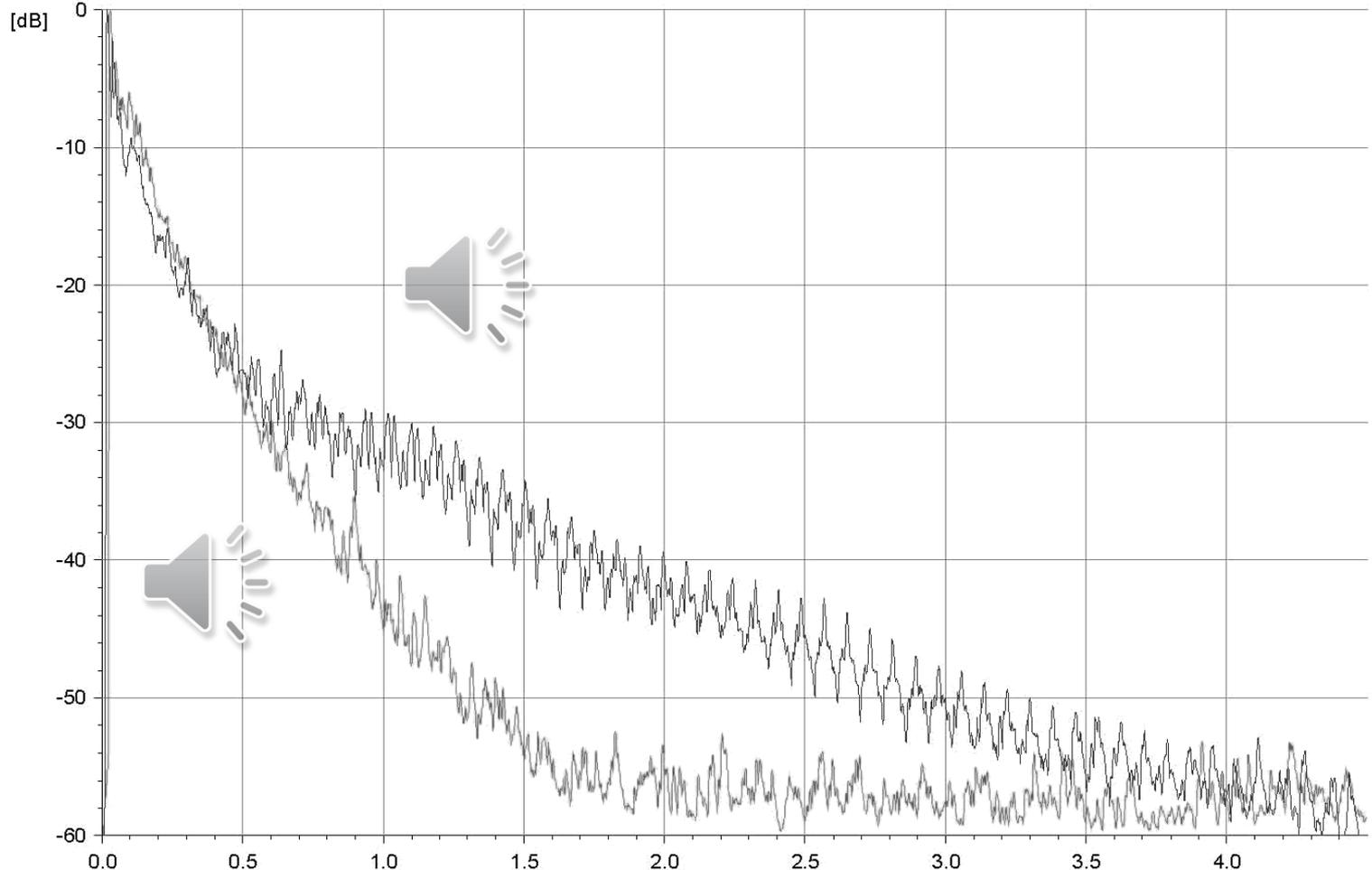
Beispiel einer Nachhallzeit-Auswertung

zwei
verschiedene
Kurven-
Steigungen:
gekoppelte
Räume



Beispiel einer Nachhallzeit-Auswertung

zwei
verschie-
dene
Kurven-
Steigun-
gen:
gekop-
pelte
Räume



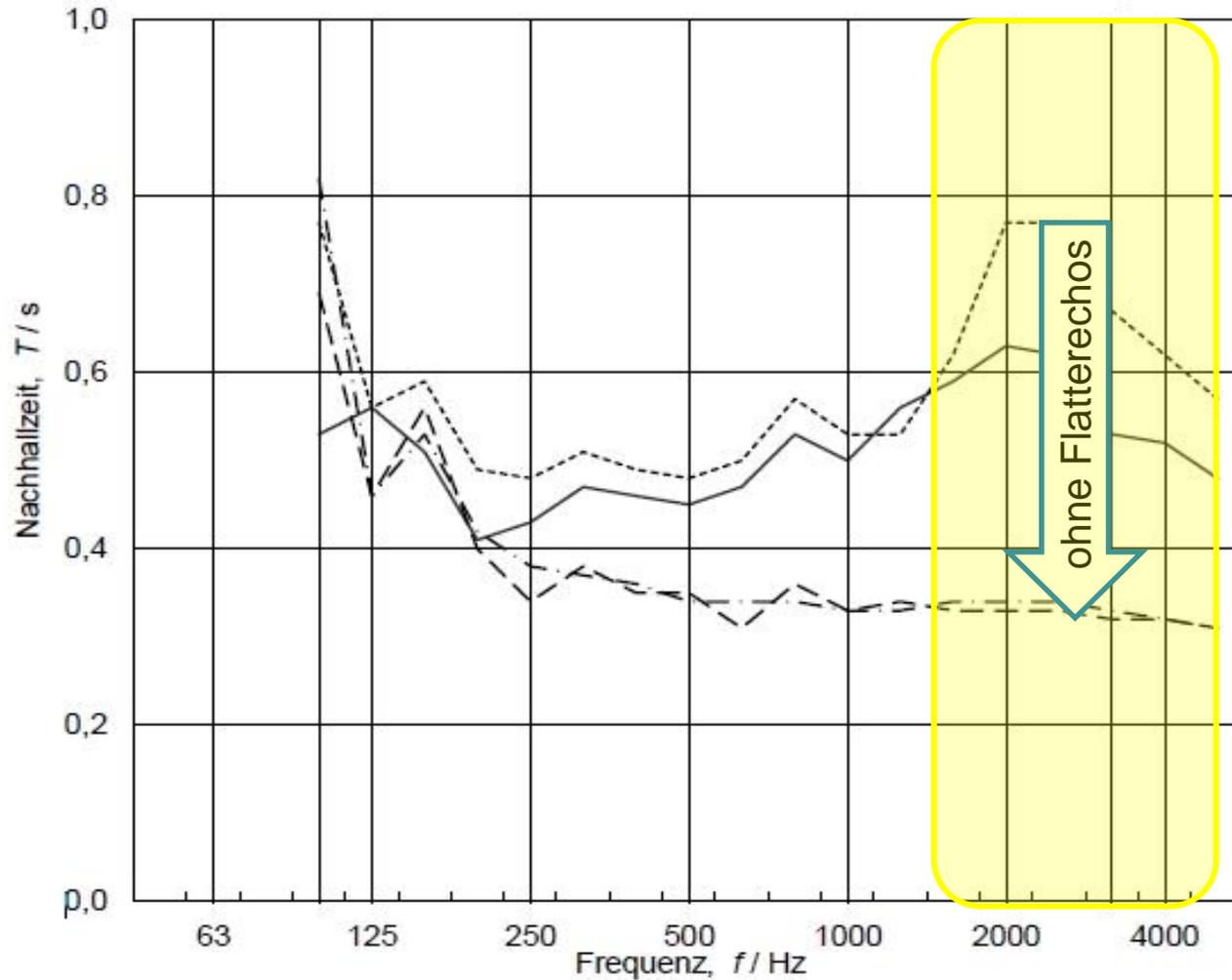
© TuR
König/Ruhe
2007

Beispiel einer Nachhallzeit-Auswertung

Optisches Flatterecho:



Nachhallzeit-Vergleich ohne / mit Wandpaneel





Friedberg, Johannes-Vatter-Schule, Mensa



Friedberg, Johannes-Vatter-Schule, Mensa

© TAUBERT und RUHE



Aus dem Brief eines Architekten:

Im kürzlich fertig gestellten Kinderhaus ist eine Mensa mit einer schlechten Akustik entstanden.

Planer und Bauherr hatten sich die Raumakustik besser erhofft, sind nun aber von der Realität eingeholt worden. Betondecke, große Glasflächen, Linoleum als Bodenbelag, klappernde Teller und Besteckkästen...

Kurz: Kinder und Betreuer fühlen sich nicht wohl.

Was fehlt dieser Mensa?

Aus dem Brief einer

Im kürzlich fertig gestellte



Luxemburg, Centre de Logopédie, Mensa



Hamburg, BZHK Elbschule, Mensa



Hamburg, BZHK Elbschule, Mensa



Fotografie Dortmund | Xlief

Zusammenfassung

Decke vollflächig hochgradig absorbierend

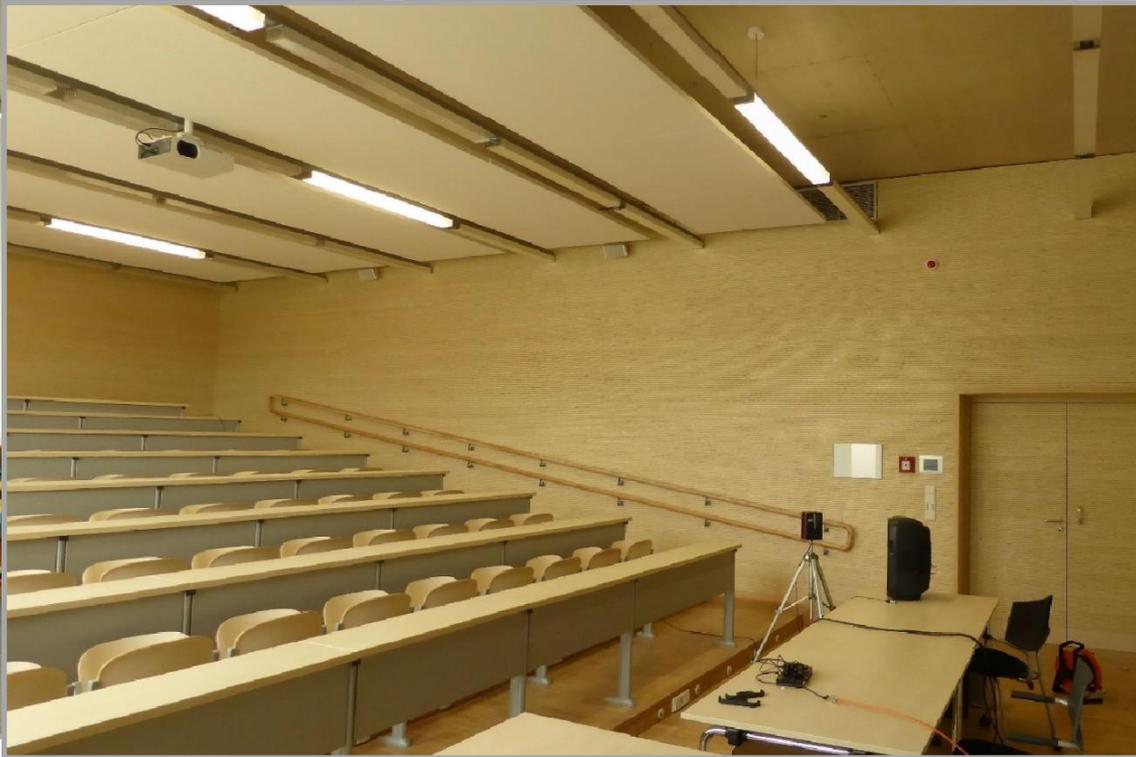
Rückwandpaneel

Teppichboden

Gilt das denn nur für Klassen?



Gilt das denn nur für Klassen?



Gilt das denn nur für Klassen?



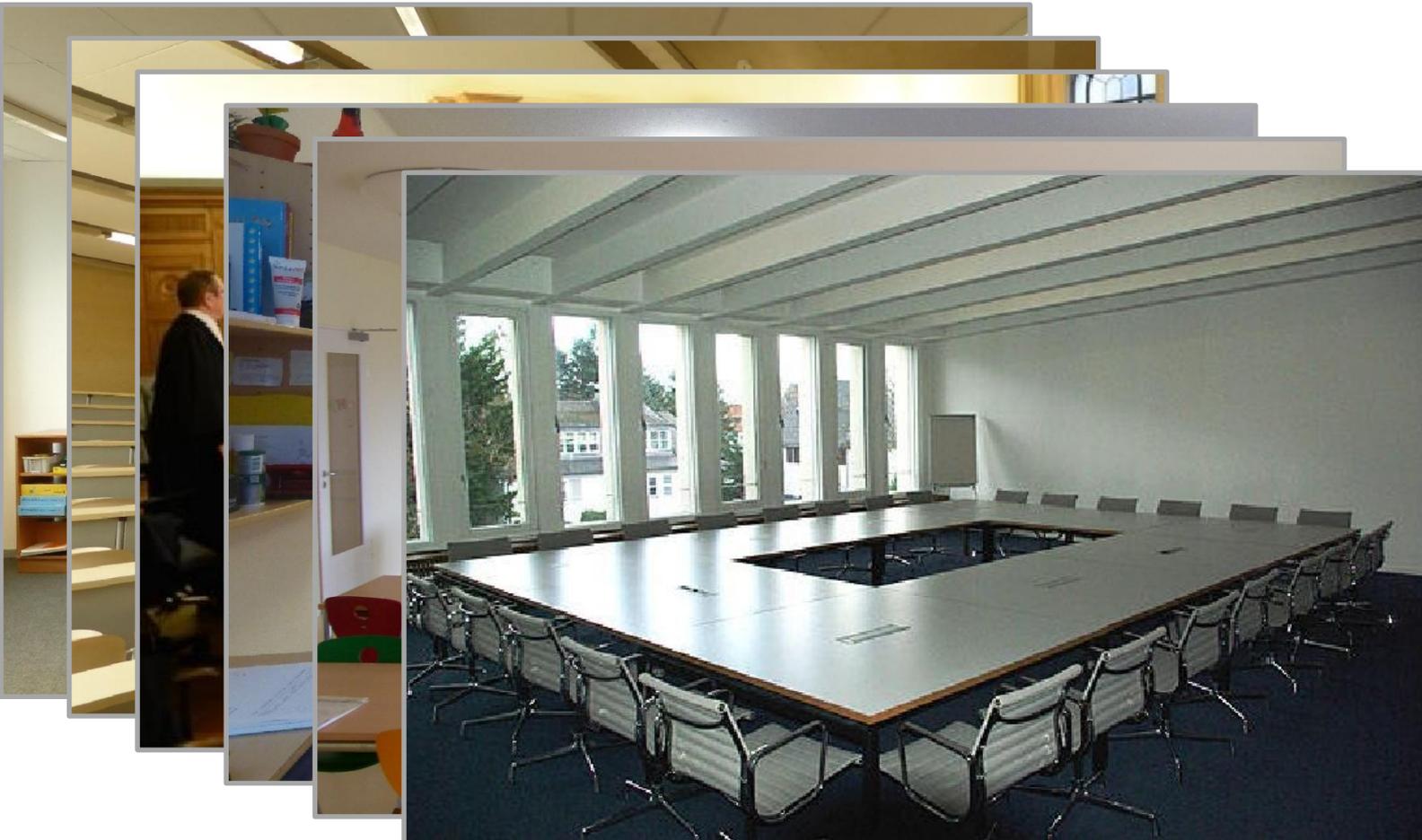
Gilt das denn nur für Klassen?



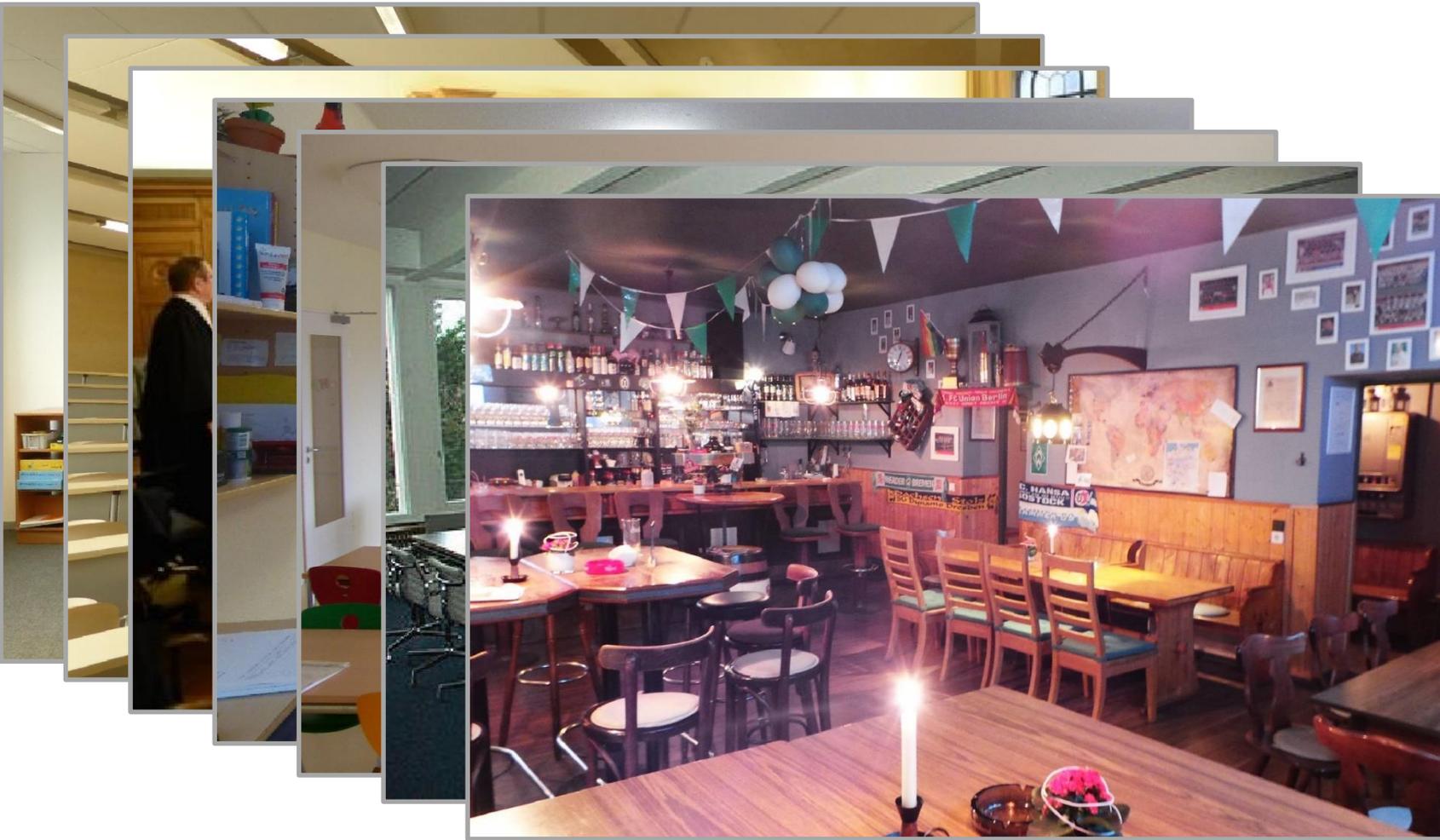
Gilt das denn nur für Klassen?



Gilt das denn nur für Klassen?



Gilt das denn nur für Klassen?



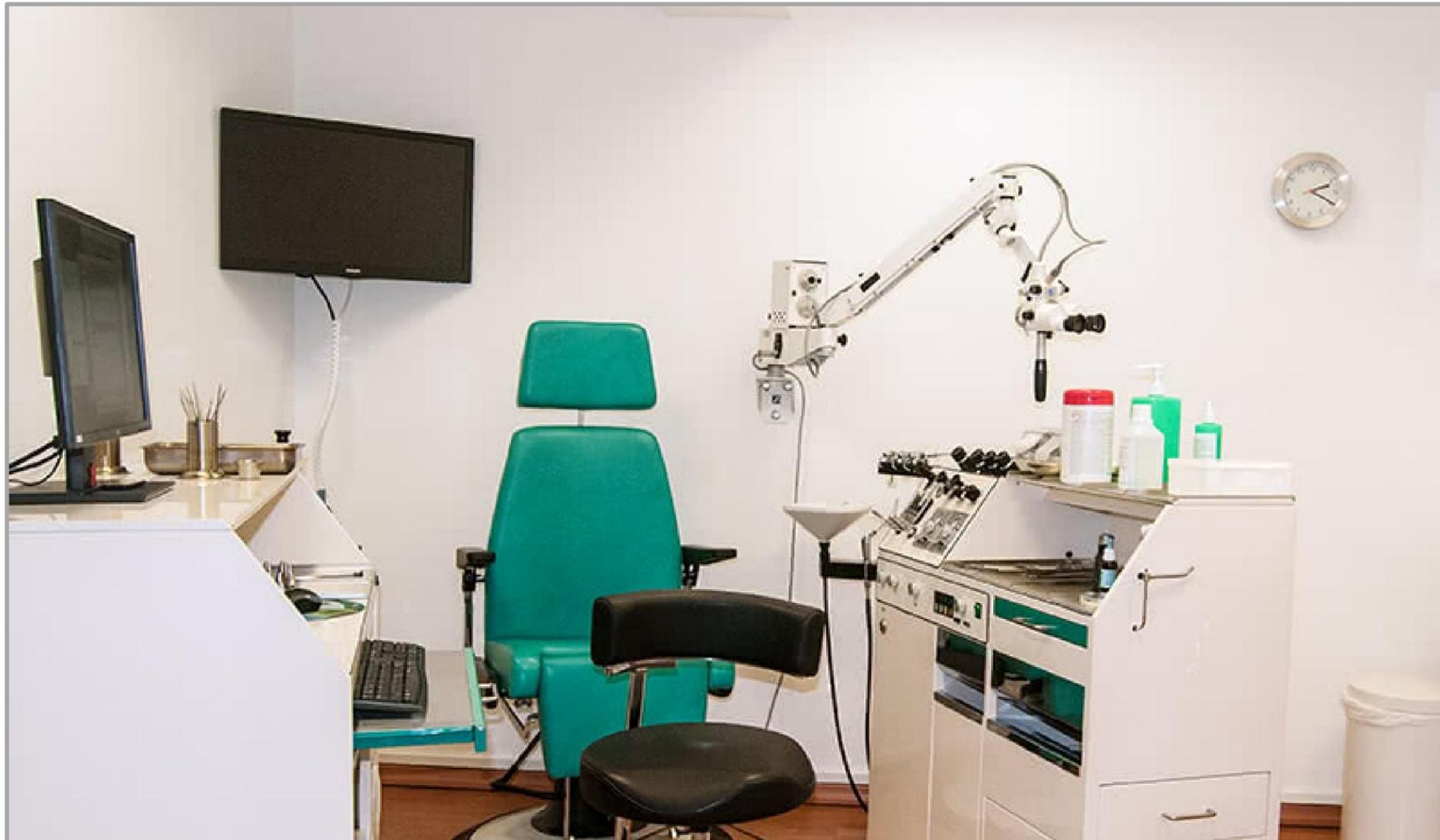
Gilt das denn nur für Klassen?



Gilt das denn nur für Klassen?



Gilt das denn nur für Klassen?



Zusammenfassung nach 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*

- 1. in der allgemein üblichen Weise,*
- 2. ohne **besondere** Erschwernis und*
- 3. **grundsätzlich** ohne fremde Hilfe*

***auffindbar, zugänglich** und **nutzbar** sind.*

Nicht **Da-Sein**, sondern **Dabei-Sein** ist wichtig!