

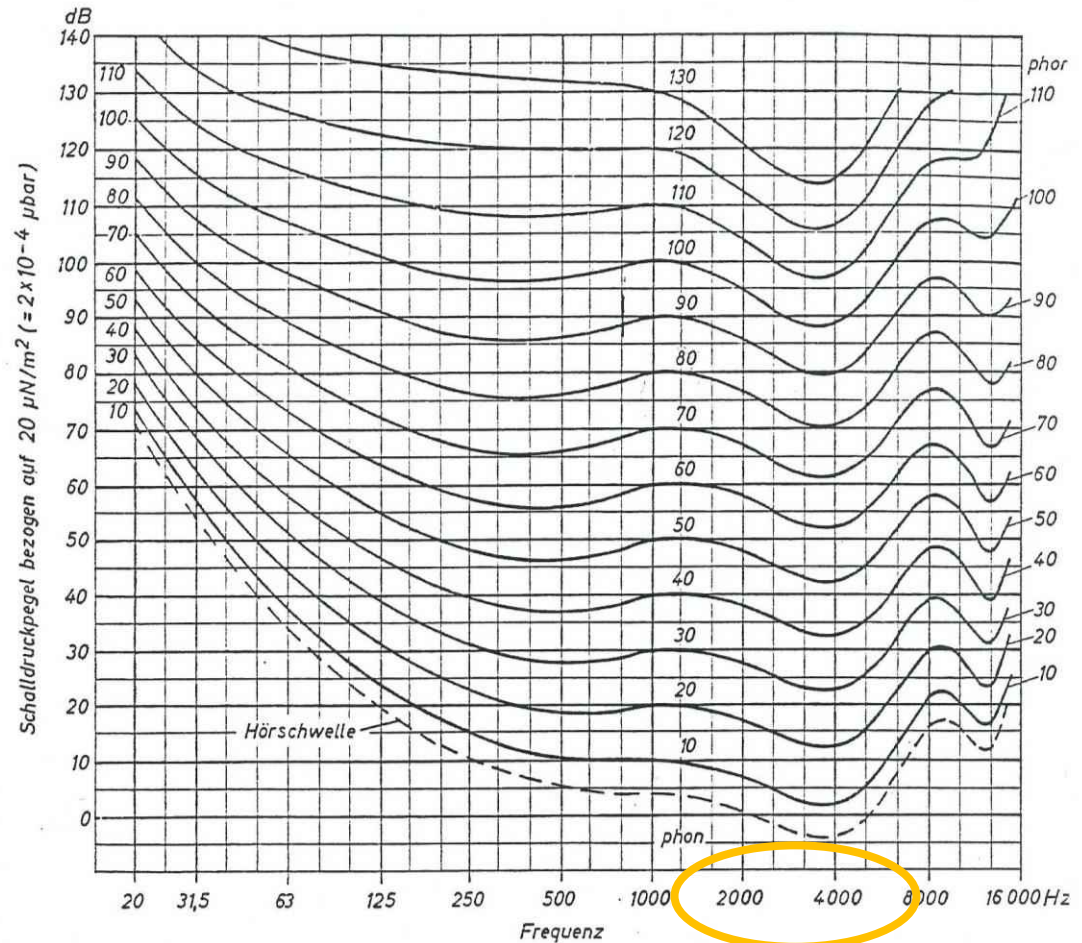
Inklusive Raumakustik



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

Was kann das menschliche Gehör?

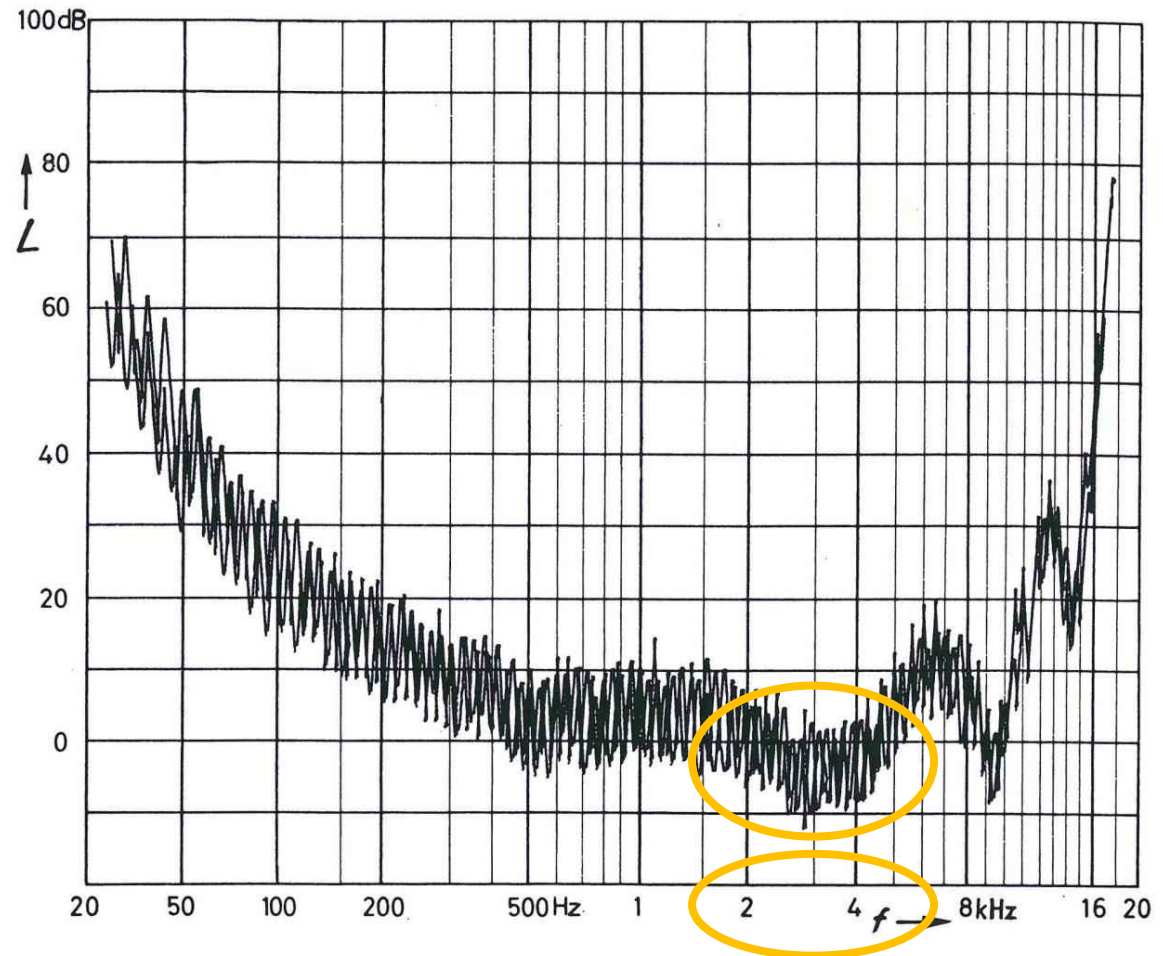
Kurven
gleicher
Lautstärke
Ermittelt an
70 guthörenden
Personen unter
25 Jahren



Was kann das menschliche Gehör?

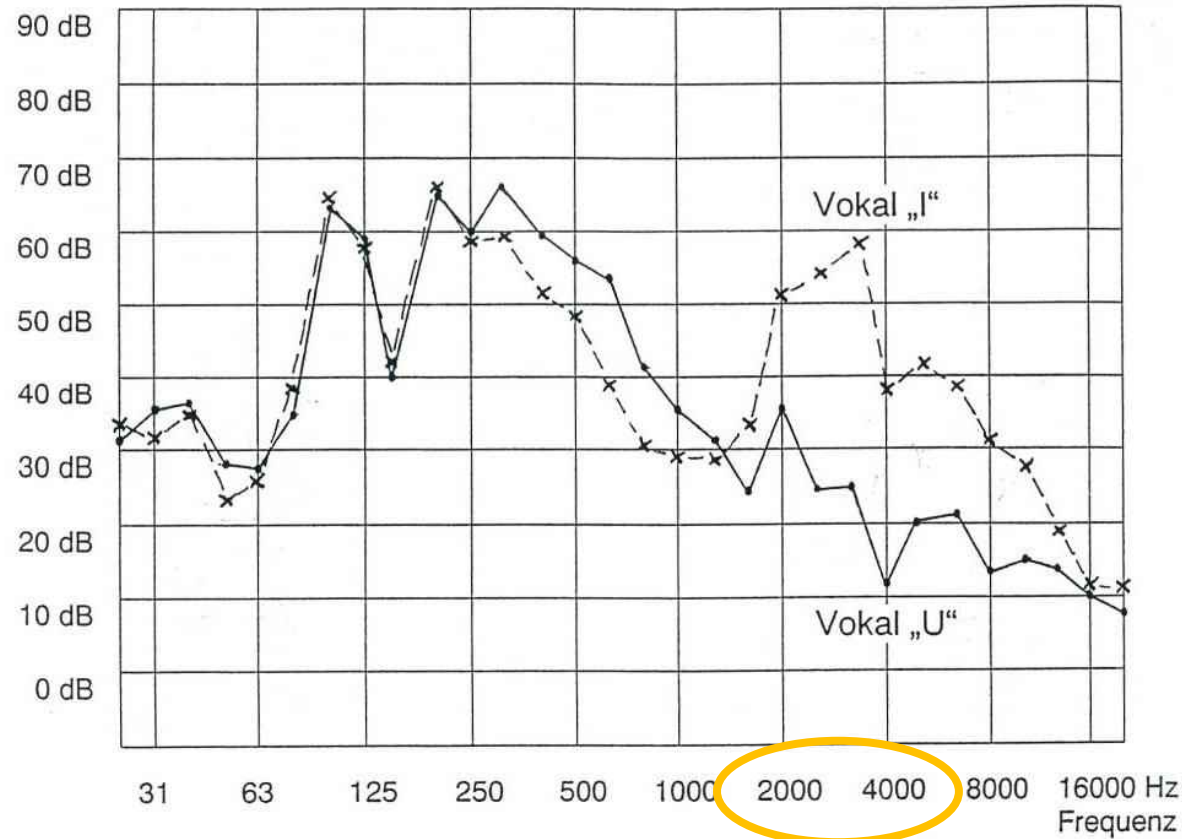
Beispiel zweier
Hörschwellen-
Kurven
ermittelt
mit einem
Békésy-
Audiometer

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



Was kann das menschliche Gehör?

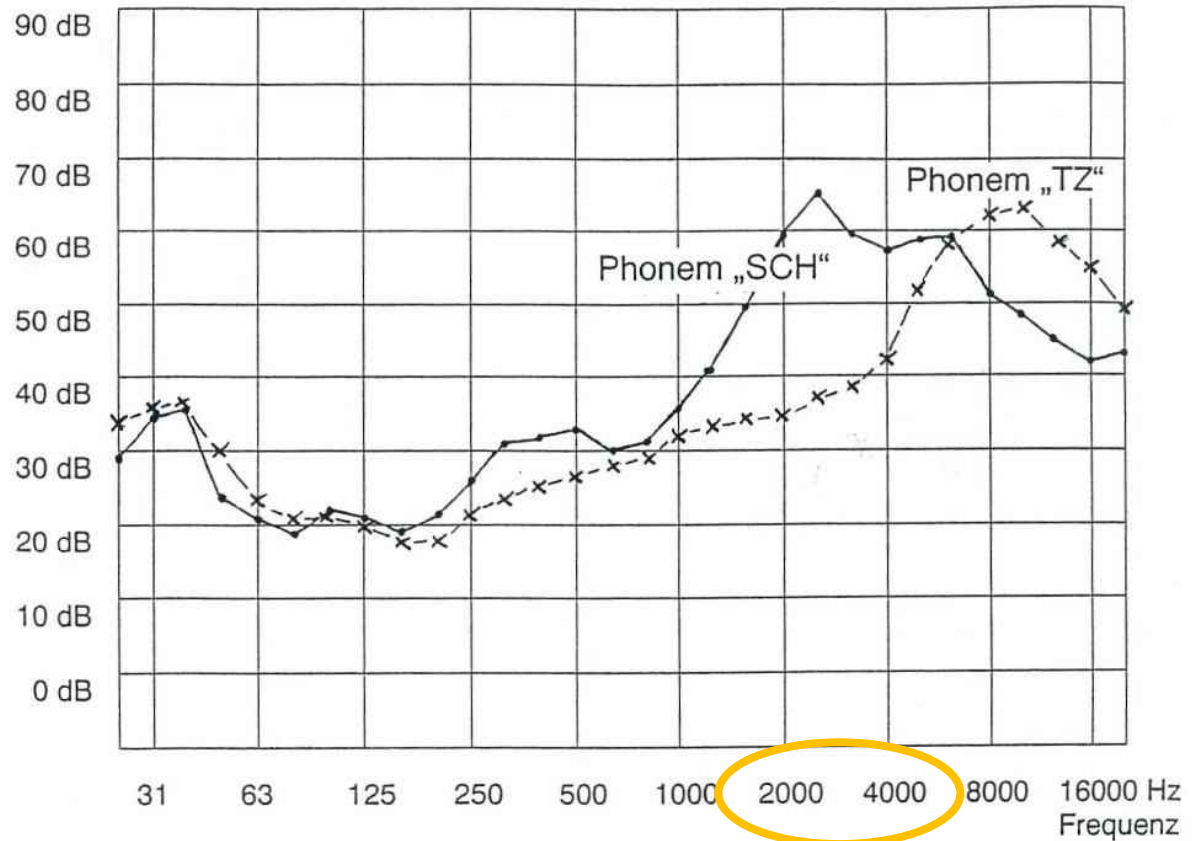
Formanterkennung:
Die Vokale I und U unterscheiden sich im tieffrequenten Bereich kaum, sondern vorrangig oberhalb von 2000 Hz.



© 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.

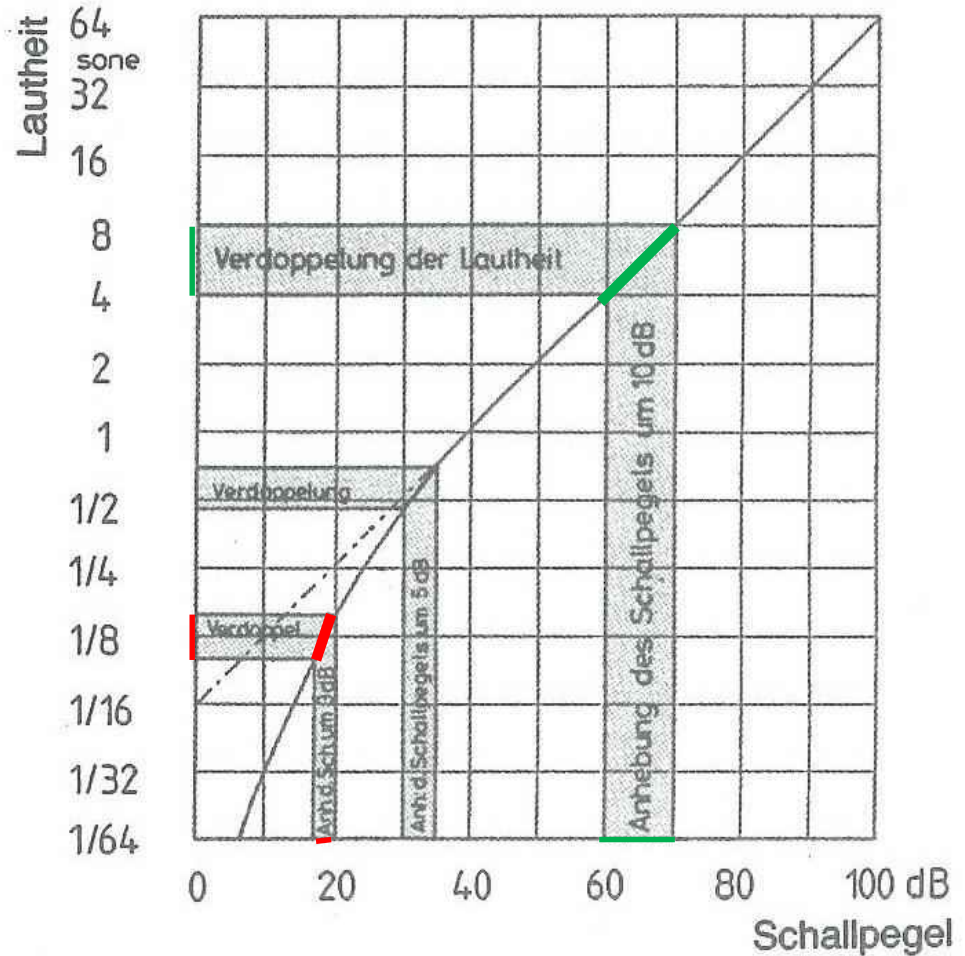


© TuR Schmidt/Ruhe 2002

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?

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

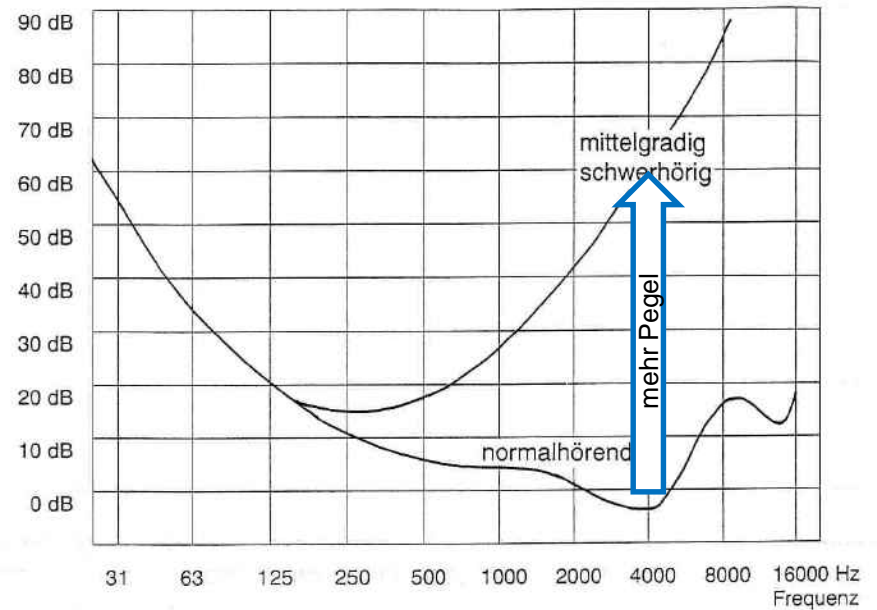
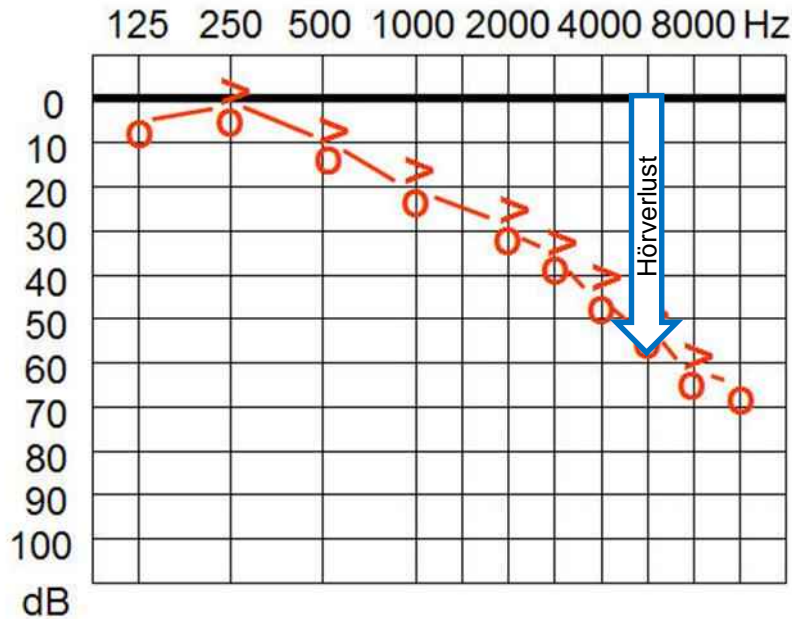
Noch heute wird Adrenalin ausgeschüttet und
kampfbereit gemacht; Marschmusik mit schwerem
Blech und Schlagwerk haben ähnliche Wirkung.

Leben und Arbeiten unter **Lärm**
bedeutet

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

Was können Schwerhörende anders?

typische Schallempfindungs-Schwerhörigkeit:



Was können Schwerhörende anders?

Ein Satz mit sehr vielen Zisch- und Explosivlauten, den ich bereits in meiner Diplomarbeit verwendet habe:

..ie ..u..o.. ..o.....e ei..e ..oä..i..e
..e.....ä..i..u..... ..ü.. Ei.....ei.....
.....eo..ie ..e..e..e.. ..e.....e.. .

Jeweils zwei Punkte entsprechen einem fehlenden Konsonanten.

Was können Schwerhörrende anders?

Ein Satz mit sehr vielen Zisch- und Explosivlauten, den ich bereits in meiner Diplomarbeit verwendet habe:

Nie zuvor konnte eine so präzise
Bestätigung für Einsteins
Theorie gegeben werden.

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

Was können Schwerhörende anders?

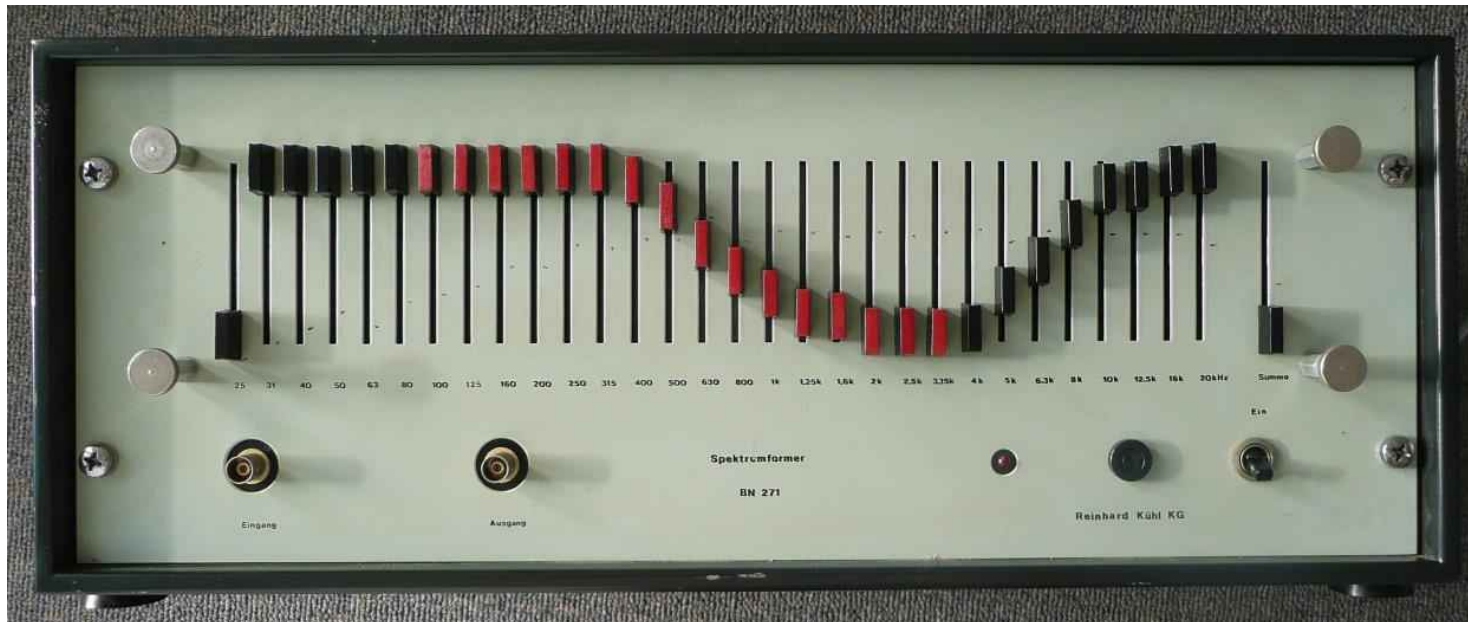
Die hochfrequenten Sprach-Anteile müssen deshalb in den Hörgeräten besonders kräftig verstärkt werden.

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.

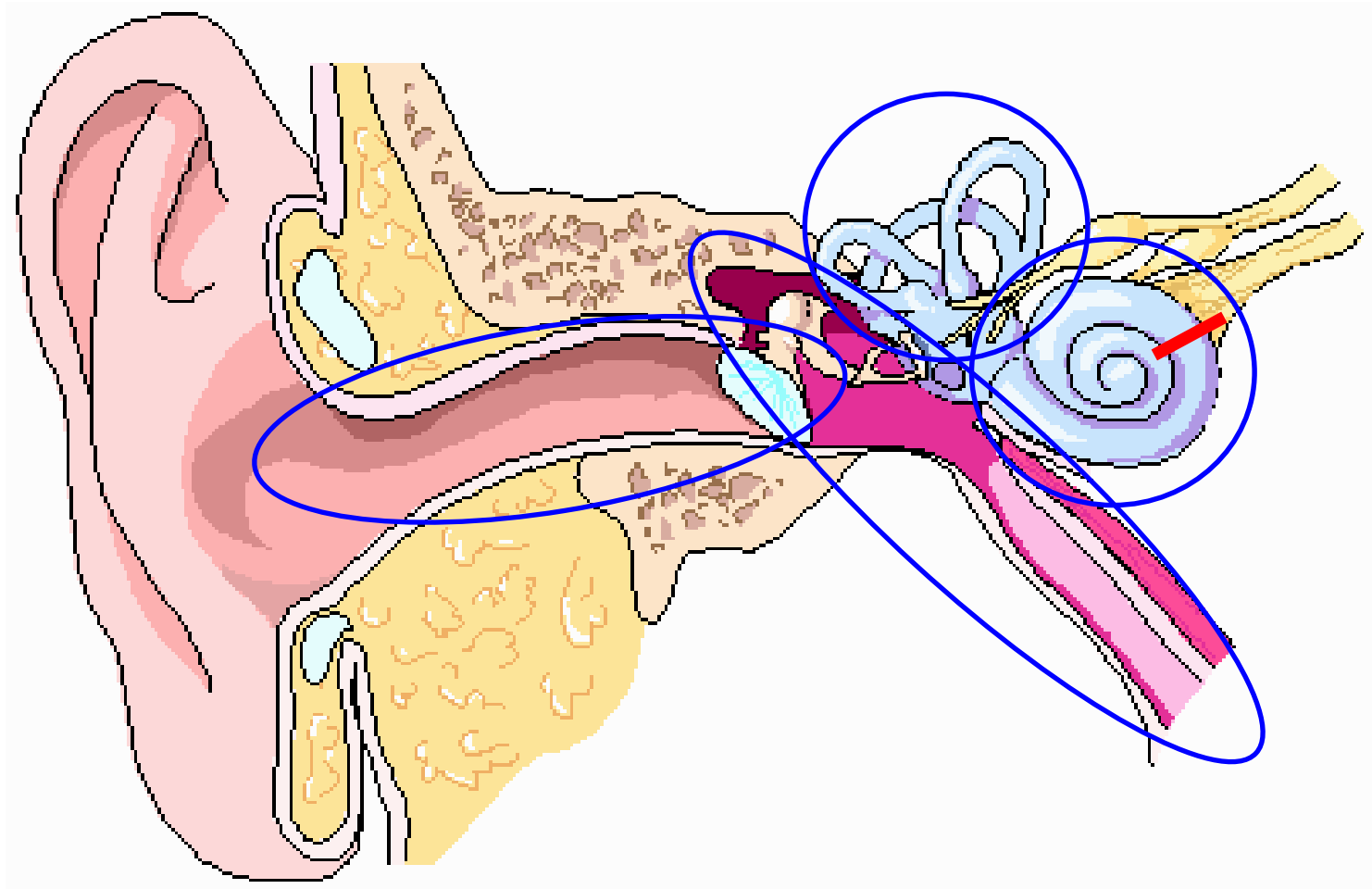
Was können Schwerhörende anders?

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



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

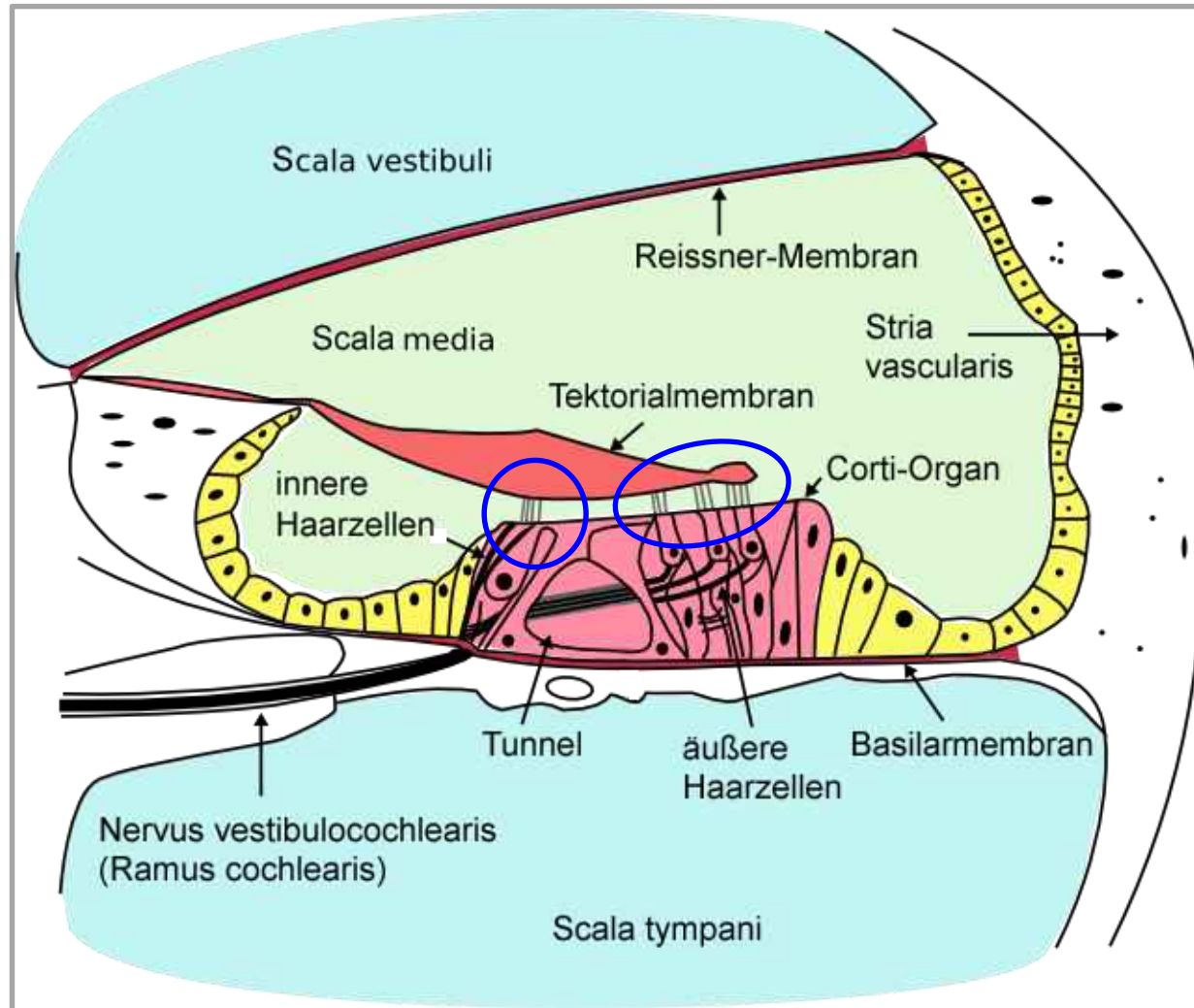
Was kann das menschliche Gehör?



Was kann das menschliche Gehör?



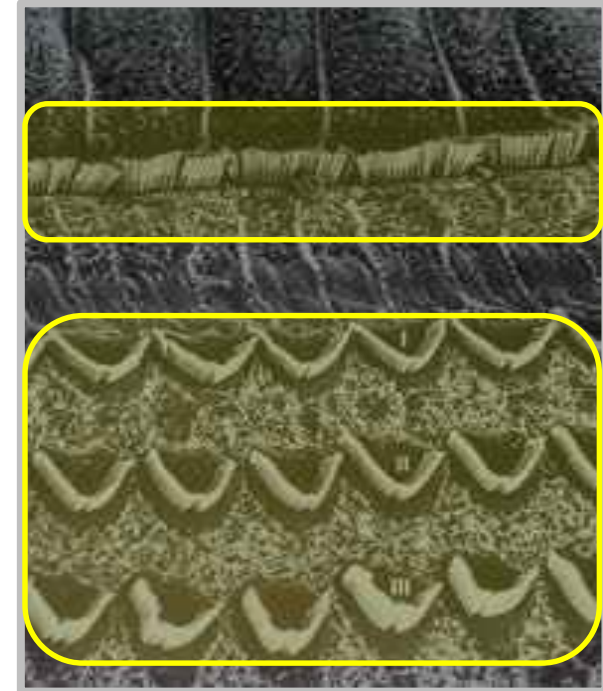
Was kann das menschliche Gehör?

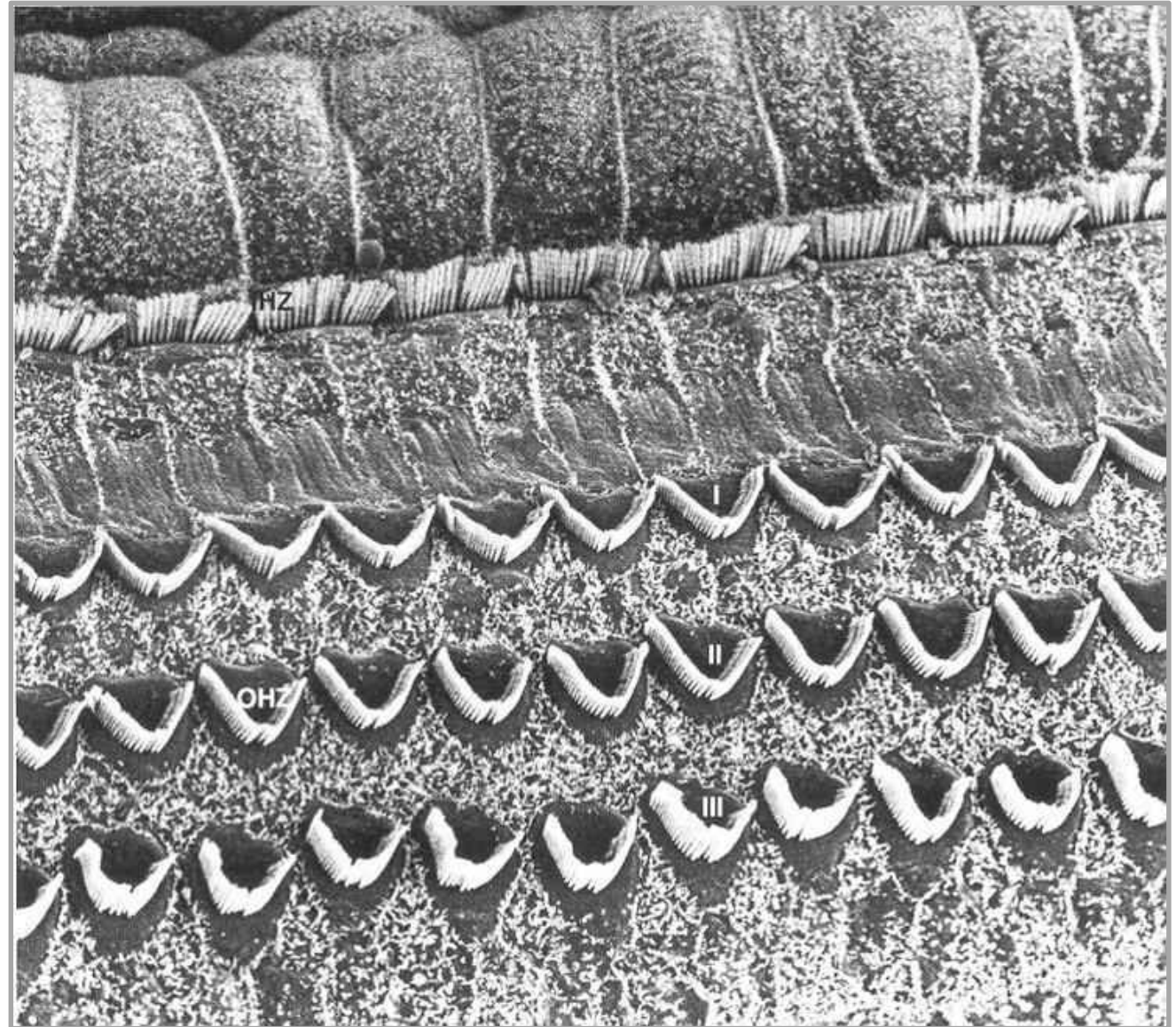


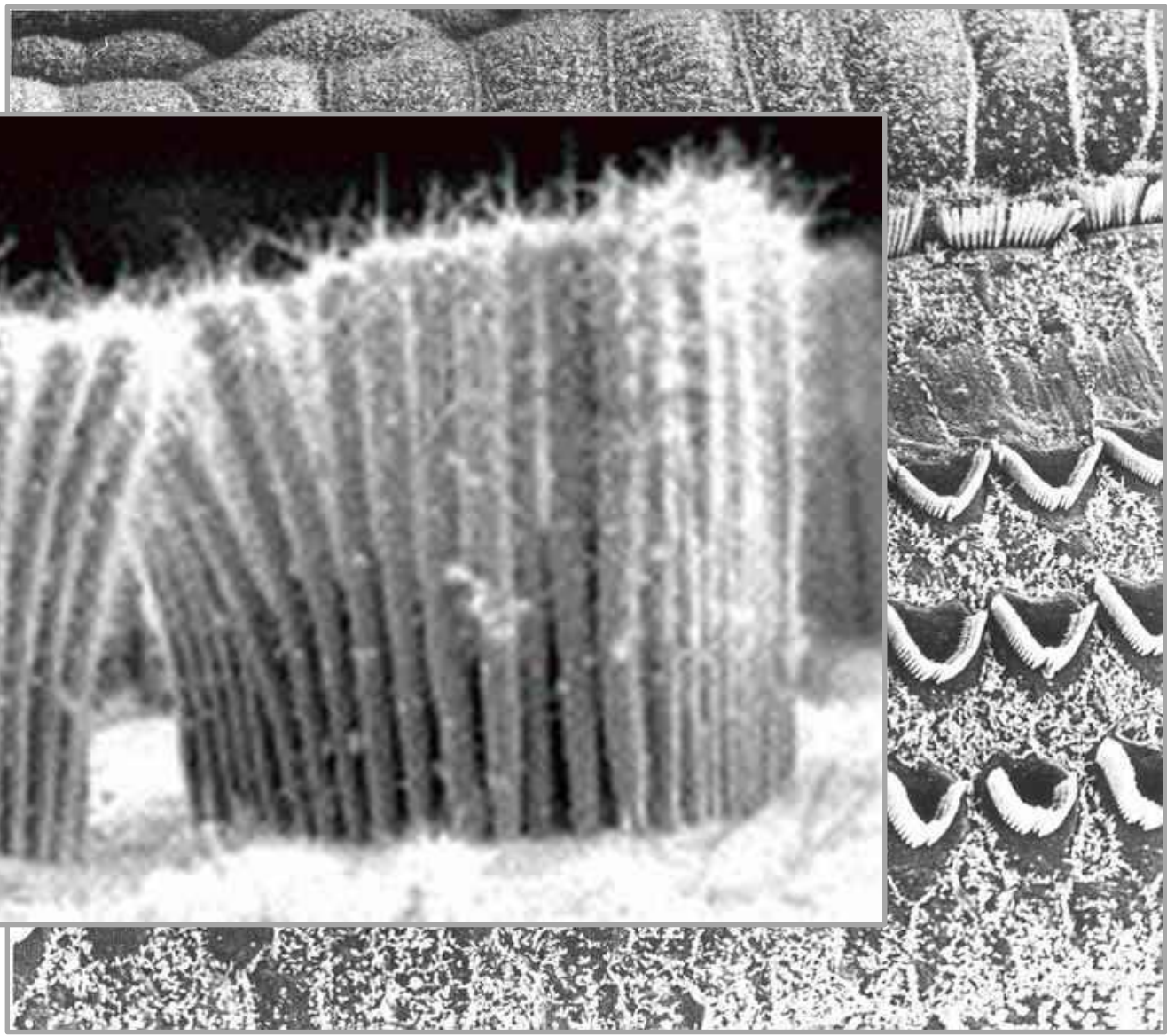
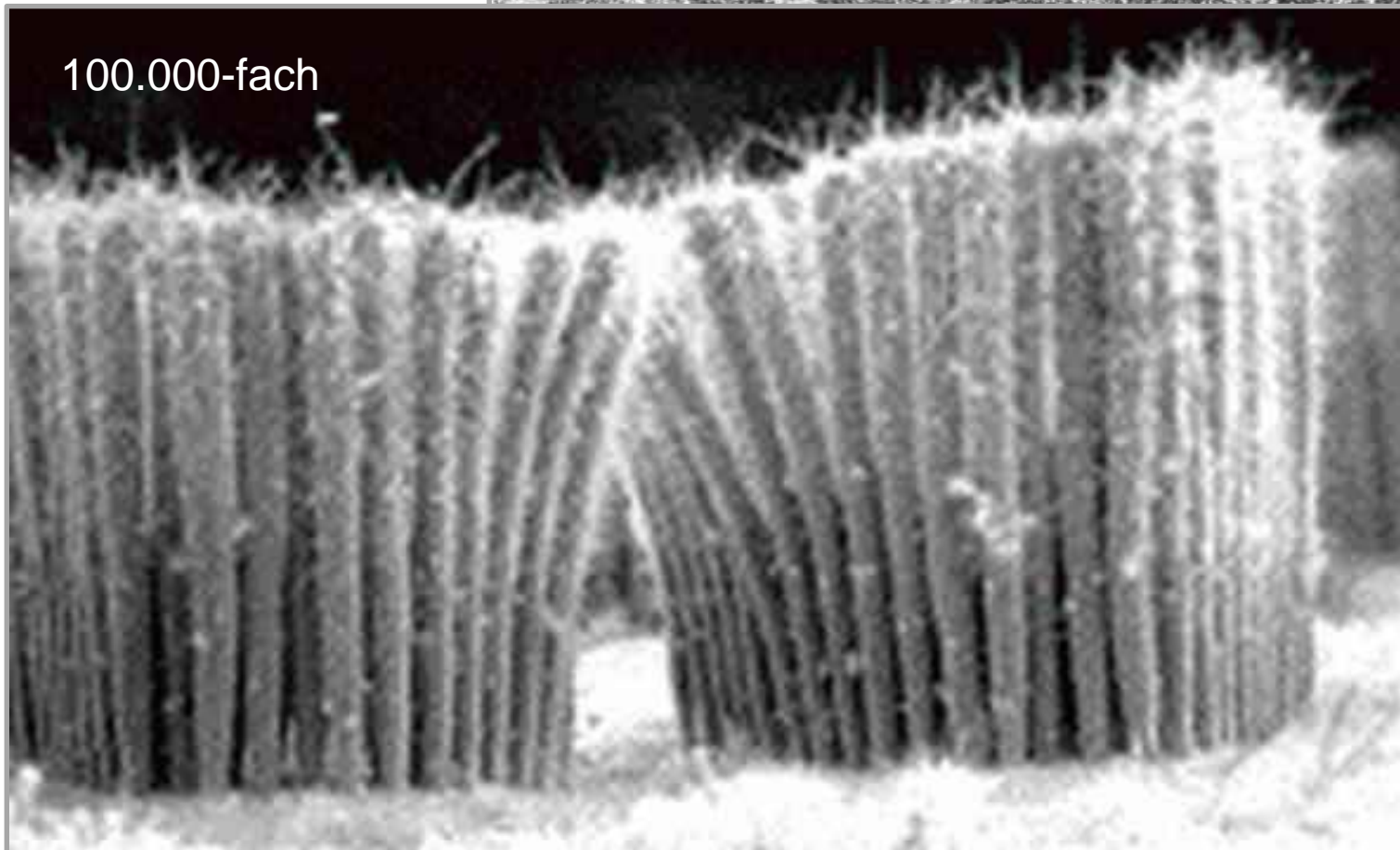
Was kann das menschliche Gehör?

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

Die 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 die Schallwanderwellen innerhalb der Cochlea. Damit sind sie Equalizer und Aussteuerungs-Automatik gleichzeitig.







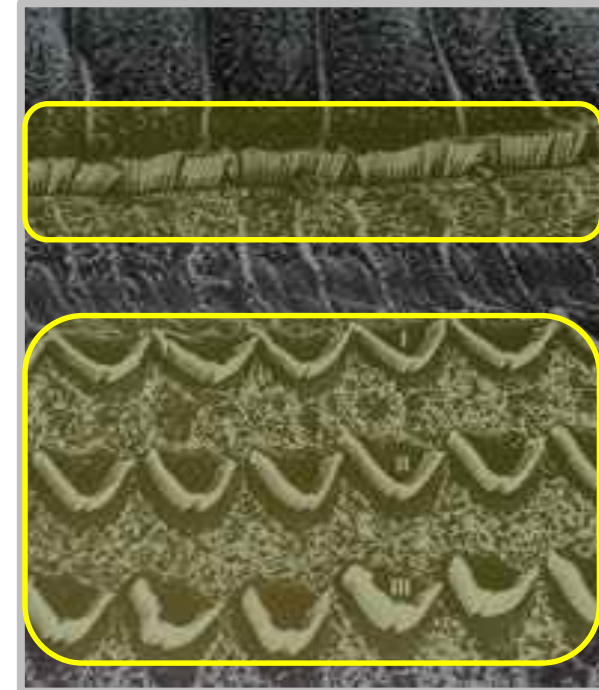
Was können Schwerhörende anders?

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



zellen (drei
) aus Actin
tilität der
erstärken

Schallwanderwellen innerhalb der
zer und Aussteuerungs-Automatik



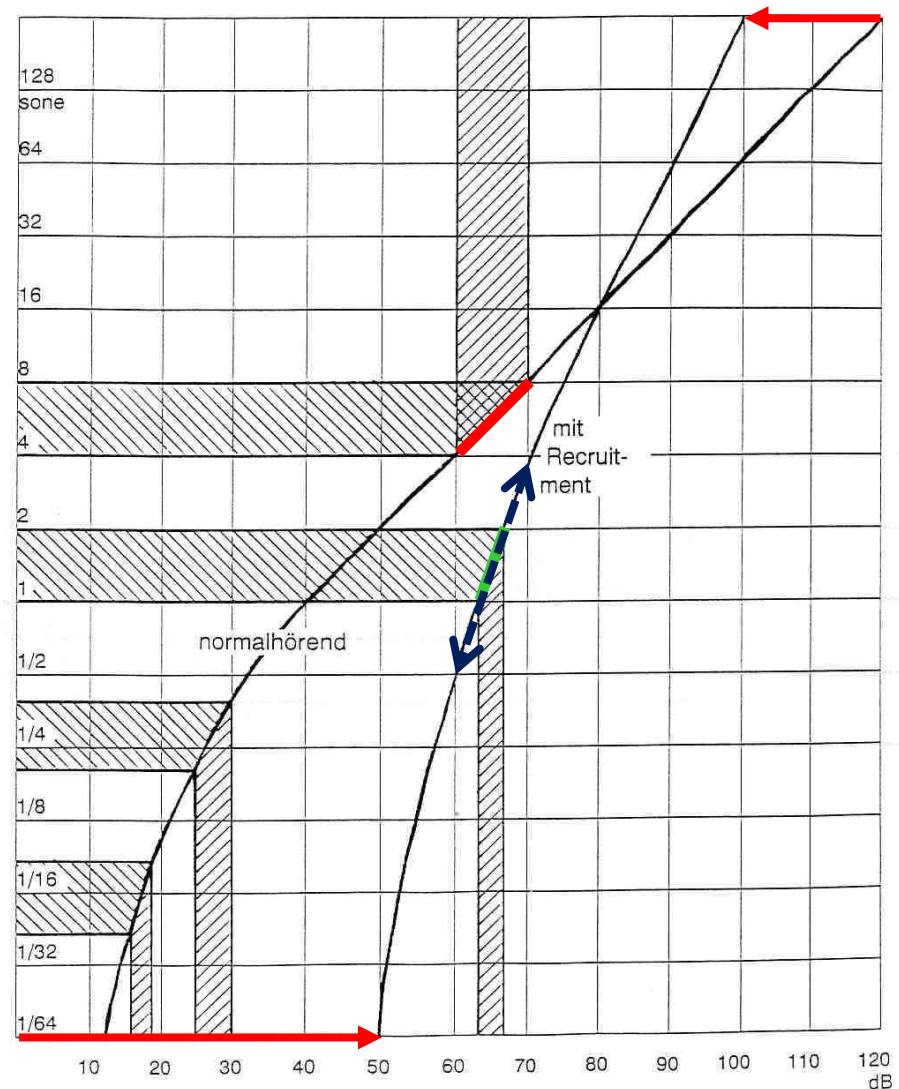
Bei Ausfall der äußeren Haarzellen fehlt diese Regelung.

Was können Schwerhörige 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).

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 resultieren

die bauliche/elektroakustische Aufgabe,
nur die wichtigen Informationen zu verstärken und
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 Guthörende stattdessen?

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:



A SOUND EFFECT ON PEOPLE



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

Weitergabe / Nachdruck gern gestattet

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



Grundgesetz für die
Bundesrepublik Deutschland
in Kraft getreten am 23.05.1949,
geändert am 11.07.2012, Art. 3 (3):



Gesetz zur Gleichstellung von Menschen mit
Behinderung in Schleswig-Holstein (LBGG)
vom 16. Dezember 2002
geändert am 18. November 2008



UN-Konvention über die Rechte
von Menschen mit Behinderungen
für die BRD in Kraft getreten am 26.03.2009
Inklusion ist Menschenrecht, kein Almosen!

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!

Landesbauordnung Hessen (HBO)

vom 3. Dezember 2010

§ 46 Barrierefreies Bauen

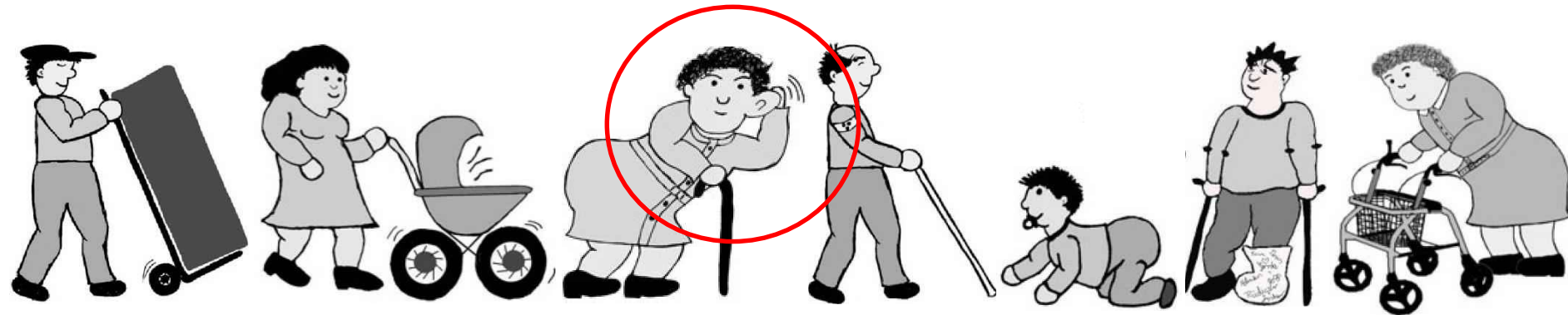
(2) Bauliche Anlagen, die öffentlich zugänglich sind, müssen ... **barrierefrei erreicht** und ohne fremde Hilfe **zweckentsprechend genutzt** werden können. Diese Anforderungen gelten insbesondere für:

1. **Einrichtungen** der Kultur und **des Bildungswesens**,
2. Sport- und Freizeitstätten,
3. Einrichtungen des Gesundheitswesens,
4. Büro-, Verwaltungs- und Gerichtsgebäude,
5. Verkaufs-, Gast- und Beherbergungsstätten

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.**





Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

Allgemein anerkannte Regeln der Technik

Auf die nachfolgenden DIN Normen und technischen Regelwerke möchte der Bund als allgemein anerkannte Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) im Bereich des barrierefreien Bauens aufmerksam machen (Stand Februar 2014, bitte auf Aktualität prüfen):

- DIN 18040-1:2010-10 Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude, wobei diese:
- DIN 18040-2:2011-09 Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 2: Wohnungen
- DIN 18024-1:1998-01 Barrierefreies Bauen (Straßen, Plätze, Wege, öffentliche Verkehrs- und Grünanlagen sowie Spielplätze)
- DIN 18040-3, 05–2013, liegt im Entwurf vor
- DIN EN 81-70;2005-09 Aufzüge: Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen
- ~~DIN 1450:1993-07 Leserlichkeit~~
- DIN 18041:2004-05 Hörsamkeit in kleinen und mittelgroßen Räumen

Leitfad



DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen

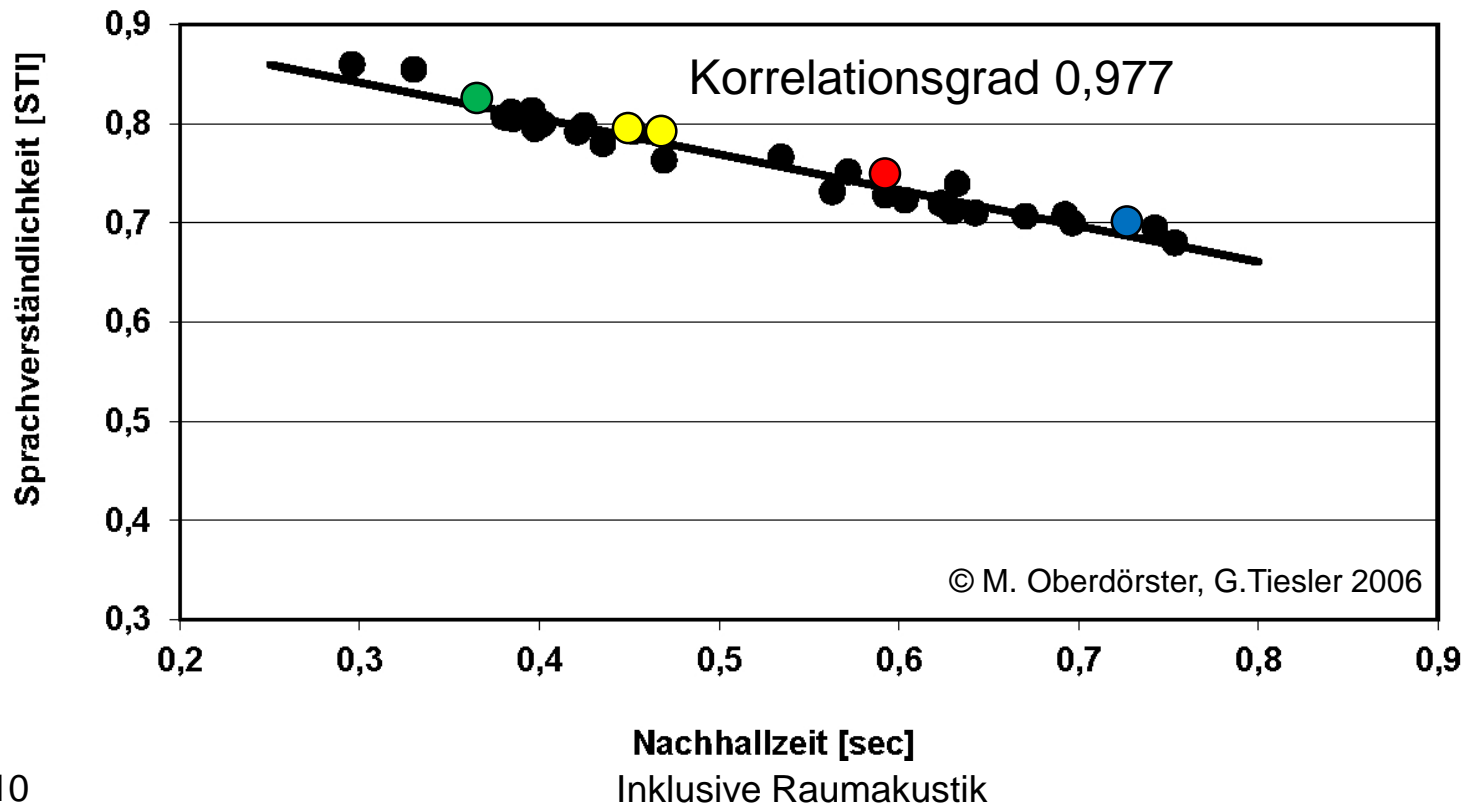
Im Sinne des inklusiven Bauens sind von Beginn der Planung an die Bedarfe von Personen mit eingeschränktem Hörvermögen zu berücksichtigen.

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.

Die Norm berücksichtigt den aktuellen Kenntnisstand bezüglich Hörsamkeit und Inklusion.

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** 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.

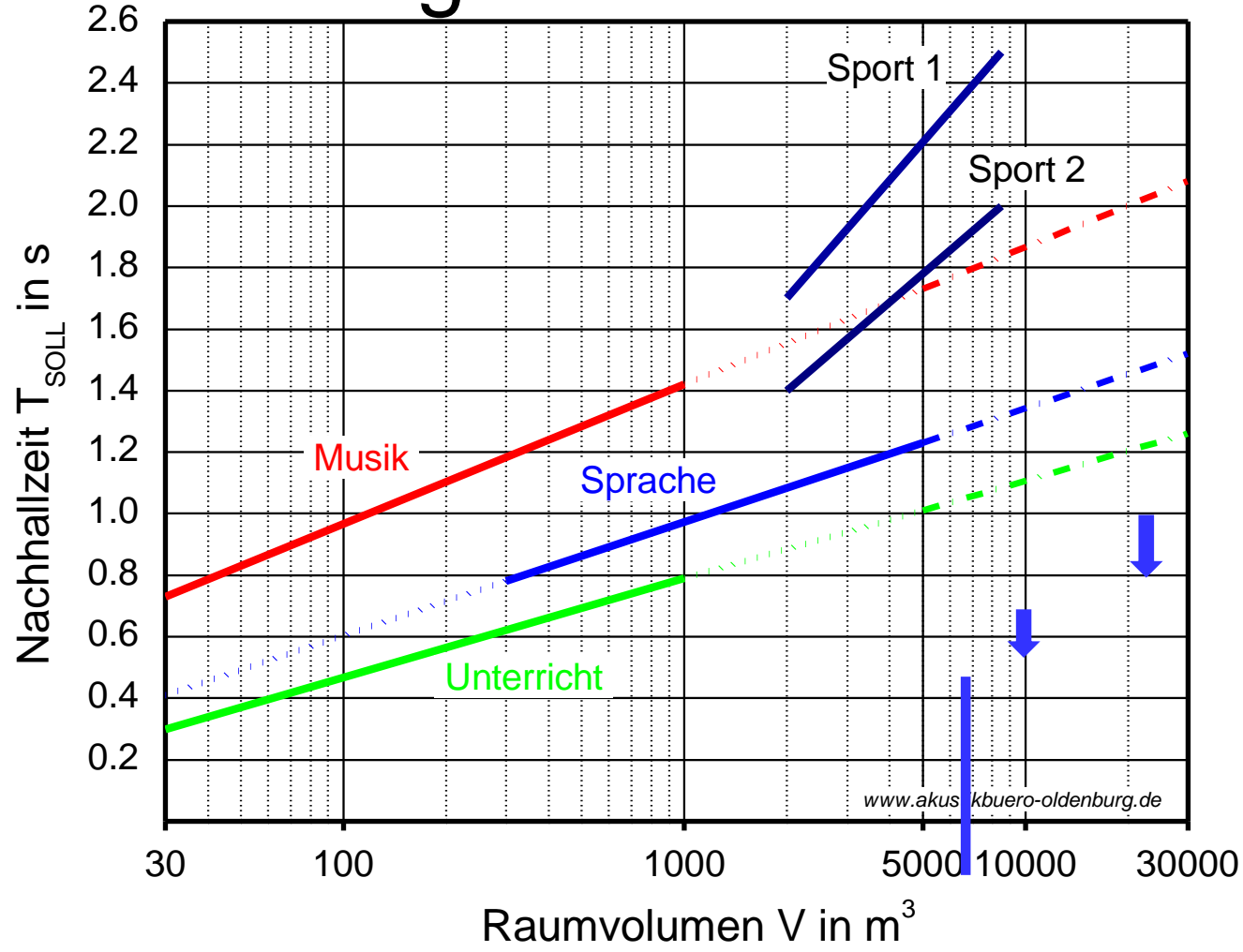
Tabelle 1 — Beschreibung der Nutzungsarten der Räume der Gruppe A

Raum-Gruppe	Kurzbezeichnung und Beschreibung der Nutzungsart	Subjektive Wahrnehmung	Beispiele
RG A1	<p>Kurzbezeichnung: „Musik“</p> <p>Vorwiegend musikalische Darbietungen</p>	<p>Gute Hörsamkeit für unverstärkte Musik.</p> <p>Sprachliche Darbietungen sind nur mit gewissen Einschränkungen der Sprachverständlichkeit möglich.</p>	<p>Musikraum mit aktivem Musizieren und Gesang</p> <p>Aufführungsraum für klassische Musik</p>
RG A2	<p>Kurzbezeichnung: „Sprache / Vortrag“</p> <p>Sprachliche Darbietungen stehen im Vordergrund, in der Regel von einer (frontalen) Position.</p> <p>Gleichzeitige Kommunikation zwischen mehreren Personen an verschiedenen Stellen im Raum wird selten durchgeführt.</p>	<p>Sprachliche Darbietungen einzelner Sprecher erzielen eine hohe Sprachverständlichkeit.</p> <p>Musikalische Darbietungen werden in der Regel als zu transparent und klar empfunden, jedoch günstig für musikalische Probenarbeit.</p>	<p>Gerichts- und Ratssaal, Gemeindesaal, Versammlungsraum, Sport- und Schwimmhallen mit Publikum oder zeitweiser Nutzung als Versammlungsstätte</p> <p>Nicht geeignet für inklusive Nutzung</p>
RG A3	<p>Kurzbezeichnung: „Sprache / Vortrag inklusiv“</p> <p>Räume der RG A2 für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind</p>	<p>Sprachliche Darbietungen einzelner Sprecher erzielen eine hohe Sprachverständlichkeit, auch für Personen mit Höreinschränkungen oder bei (z.B.) fremdsprachlicher Nutzung.</p>	<p>Gerichts- und Ratssaal, Gemeindesaal, Hörsaal, Versammlungsraum, Sport- und Schwimmhallen mit Publikum oder zeitweiser Nutzung als Versammlungsstätte</p> <p>Erforderlich für inklusive Nutzung^a</p>
	<p>Kurzbezeichnung: „Unterricht / Kommunikation“</p> <p>Kommunikationsintensive Nutzungen mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum</p>	<p>Sprachliche Kommunikation ist mit mehreren (teilweise gleichzeitigen) Sprechern möglich.</p>	<p>Unterrichtsraum, Hörsaal, Tagungsraum, Seminarraum, Gruppenraum in Kindergärten und Kindertagesstätten, Seniorenheimen.</p> <p>Nicht geeignet für inklusive Nutzung</p>

Tabelle 1 — Beschreibung der Nutzungsarten der Räume der Gruppe A

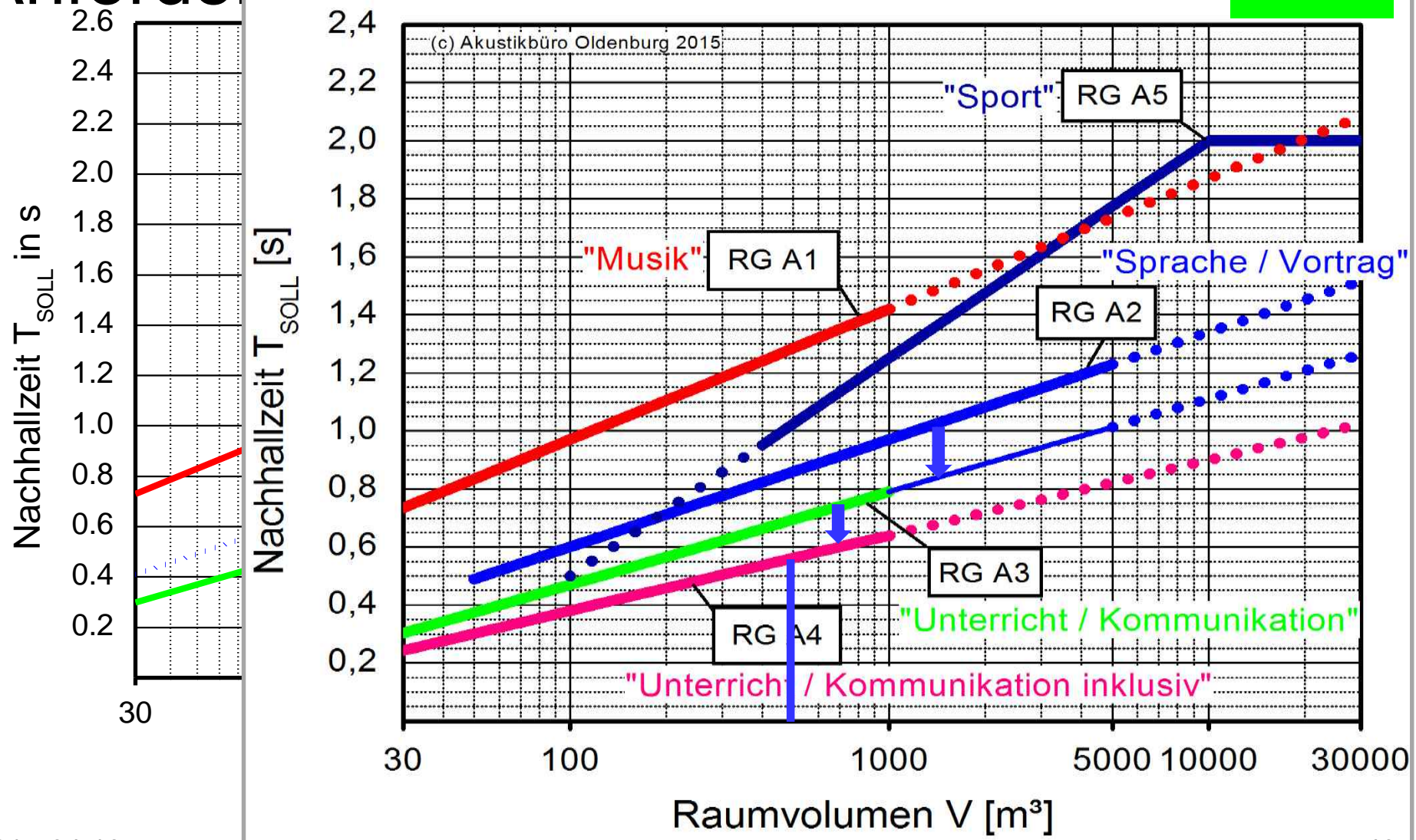
Raum-Gruppe	Kurzbezeichnung und Beschreibung der Nutzungsart	Subjektive Wahrnehmung	Beispiele
	<p>Kurzbezeichnung: „Unterricht / Kommunikation“</p> <p>Kommunikationsintensive Nutzungen mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum</p>	<p>Sprachliche Kommunikation ist mit mehreren (teilweise gleichzeitigen) Sprechern möglich.</p>	<p>Unterrichtsraum, Hörsaal, Tagungsraum, Seminarraum, Gruppenraum in Kindergärten und Kindertagesstätten, Seniorenheimen</p> <p>Nicht geeignet für inklusive Nutzung</p>
RG A4	<p>Kurzbezeichnung: „Unterricht / Kommunikation inklusiv“</p> <p>Kommunikationsintensive Nutzungen mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum entsprechend RG A3, jedoch für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind</p> <p>Für Räume größer als 500 m³ und für musikalische Nutzungen ist diese Nutzungsart nicht geeignet.</p>	<p>Sprachliche Kommunikation ist mit mehreren (teilweise gleichzeitigen) Sprechern möglich, auch für Personen mit Höreinschränkungen oder bei (z.B.) fremdsprachlicher Nutzung.</p>	<p>Unterrichtsraum, Differenzierungsraum, Seminarraum, Tagungsraum, Gruppenraum in Kindergärten, Kindertagesstätten, Seniorenheimen, Video-Konferenzraum, Bürgerbüro</p> <p>Erforderlich für inklusive Nutzung^a</p>
RG A5	<p>Kurzbezeichnung: „Sport“</p> <p>In Sport- und Schwimmhallen für ein breites Publikum kommunizieren mehrere Gruppen (auch gleichzeitig) mit unterschiedlichen Inhalten</p>	<p>Sprachliche Kommunikation über Kommunikationstechnologien ist im Allgemeinen gut möglich.</p>	<p>Sport- und Schwimmhallen für ausschließliche Sportnutzung</p>
<p>^a Gemäß Bundesgleichstellungsgesetz und vergleichbarer Landesregelungen und der UN-Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderungen sind Neubauten inklusiv zu errichten.</p>			

Anforderungen Nachhallzeit / Nutzungsart



www.akustikbuero-oldenburg.de

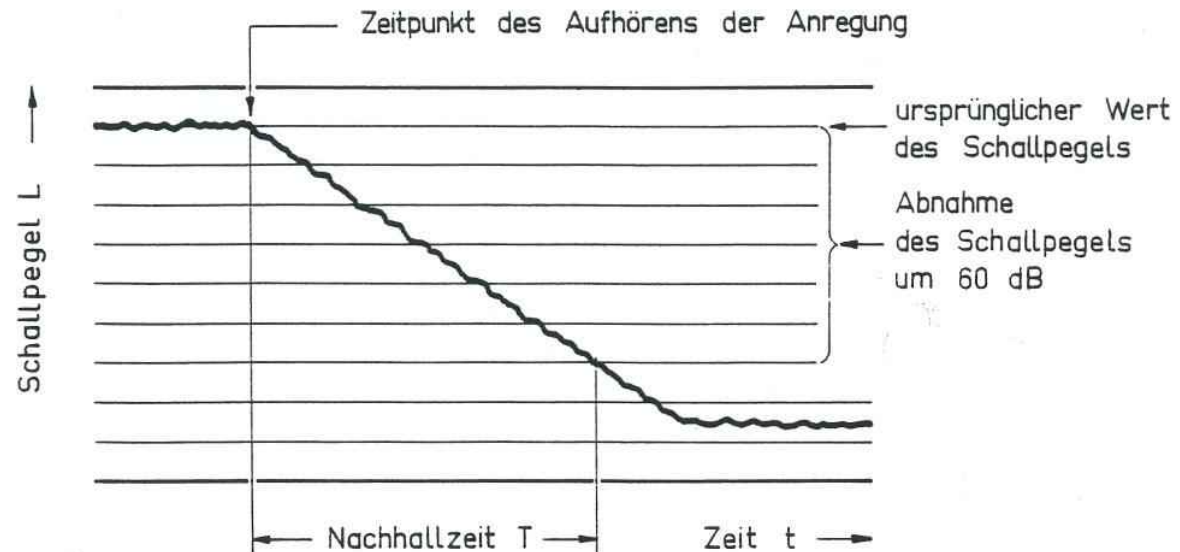
Anforderungen Nachhallzeit / Nutzung 2016



DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen

Definition der Nachhallzeit:

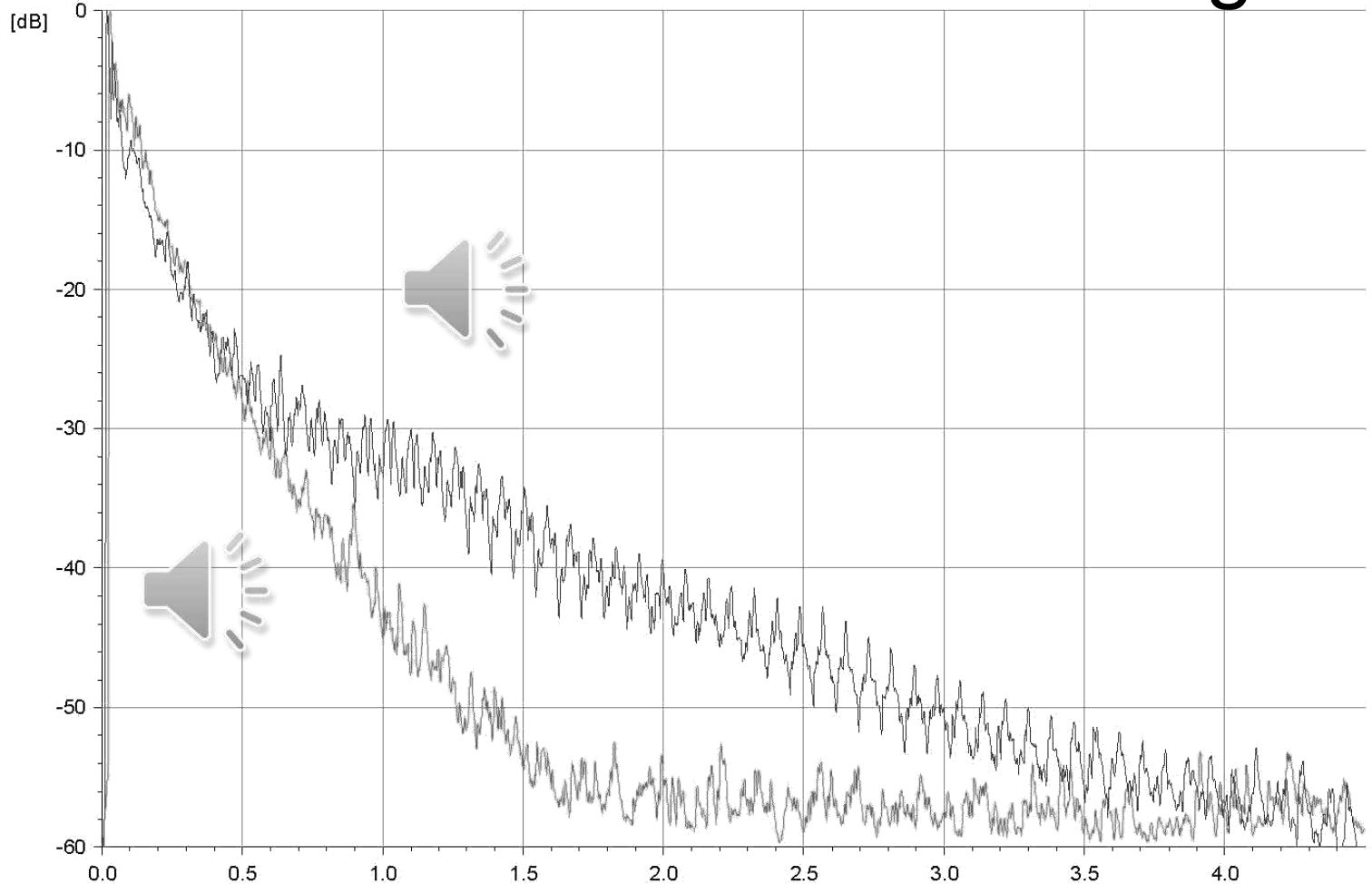
Die Nachhallzeit ist diejenige Zeitspanne, in der der Schallpegel nach Abschalten der Schallquelle um 60 dB abnimmt.



Definition und Messung der Nachhallzeit T

Beispiel einer Nachhallzeit-Auswertung

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



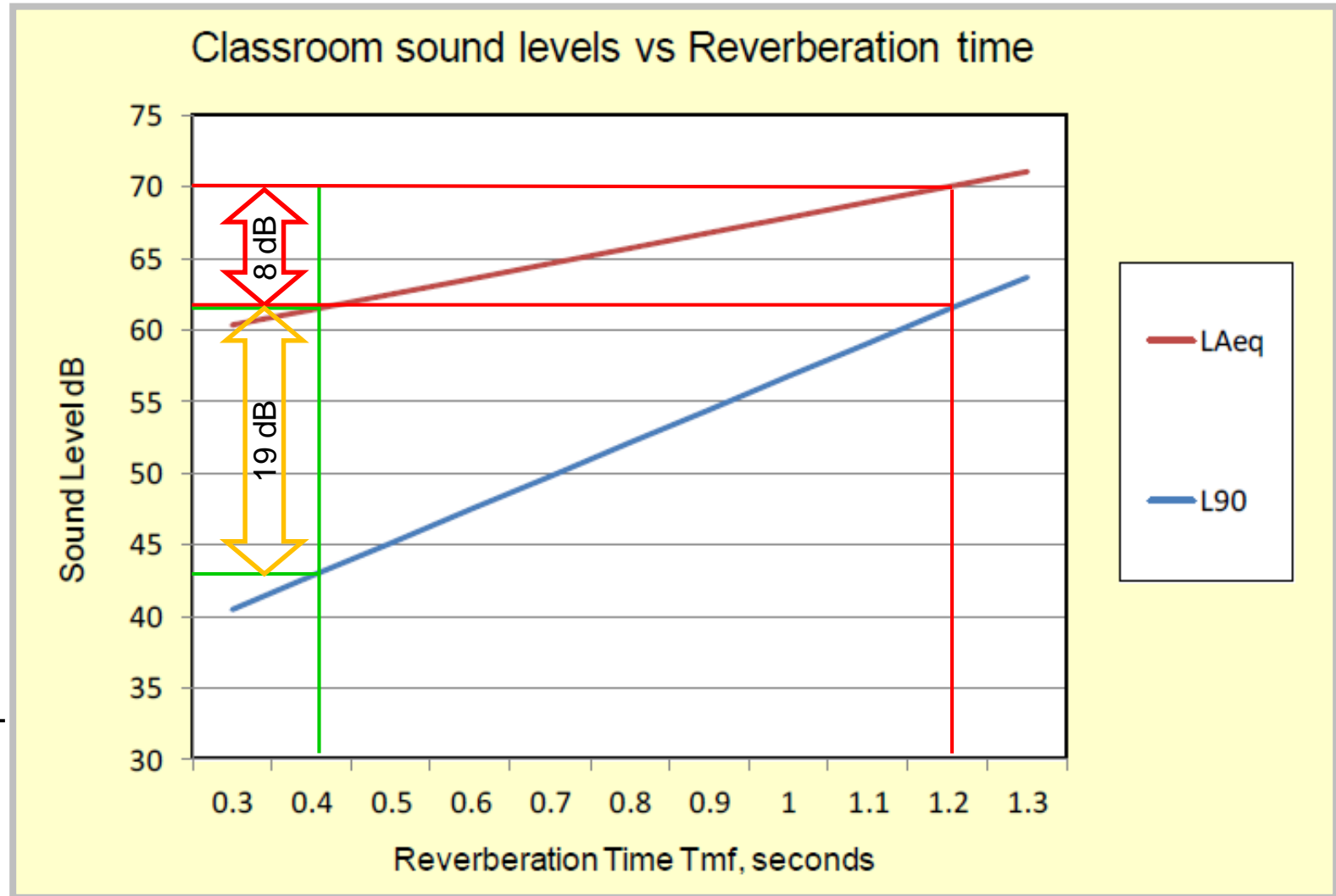
© TuR
König/Ruhe
2007

Beispiel einer Nachhaltigkeit-Auswertung

Optisches Flatterecho:



Effekte bei verkürzter Nachhallzeit



© Essex-
Studie
2012

Effekte bei verkürzter Nachhallzeit

- Durch die Schallabsorption verringert sich der **Nutzsignalpegel**. Bei einer Drittelung der Nachhallzeit müsste der Pegel (physikalisch) um 5 dB abnehmen.
 - → Wenn er hier um 8 dB leiser ist, dann haben alle 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**.

Förderzentrum Augsburg – Schwerpunkt Hören



Michael Pasemann, Sonderschulrektor:

Schüler mit AVWS fahren täglich bis zu 200 km, um in unserer akustisch gut ausgestatteten Schule unterrichtet zu werden, weil es wohnortnah keine vergleichbar ausgestattete Schule gibt.

Jährlicher Aufwand/Schüler: etwa **30.000,00 €**

Was heißt AVWS?

Auditives Verarbeitungs- und Wahrnehmungs-Syndrom

Meine Frage: Müsste es nicht eigentlich AWVS heißen, erst wahrnehmen und dann verarbeiten?

Pasemann: Nein, denn der Vorgang verläuft anders:
erst hören,
dann verarbeiten,
dann wahr-nehmen.

Deshalb benötigen Diktate schwerhörender Kinder etwa die dreifache Zeit: hören und dabei absehen, verarbeiten (verstehen), dann erst aufschreiben.

Ernst-Ludwig-Schule - Bad Nauheim



Ausstattung eines Klassenraumes für eine beidseitig
CI-Implantierte Lehrerin von 45 Jahren

Austausch der Deckenplatten im T-Schienen-Raster durch
hochgradig schallabsorbierendes Material.

Einbau eines schallabsorbierenden Rückwand-Paneels.

Aufwand: **keine 3.000,- €**

Ernst-Ludwig-Schule - Bad Nauheim



Ernst-Ludwig-Schule
Bad Nauheim

seitig

Raster durch

-Paneeels.

Ernst-Ludwig-Schule - Bad Nauheim



Ist eine beidseitig CI-Implantierte Lehrerin etwas Besonderes?

Nein!

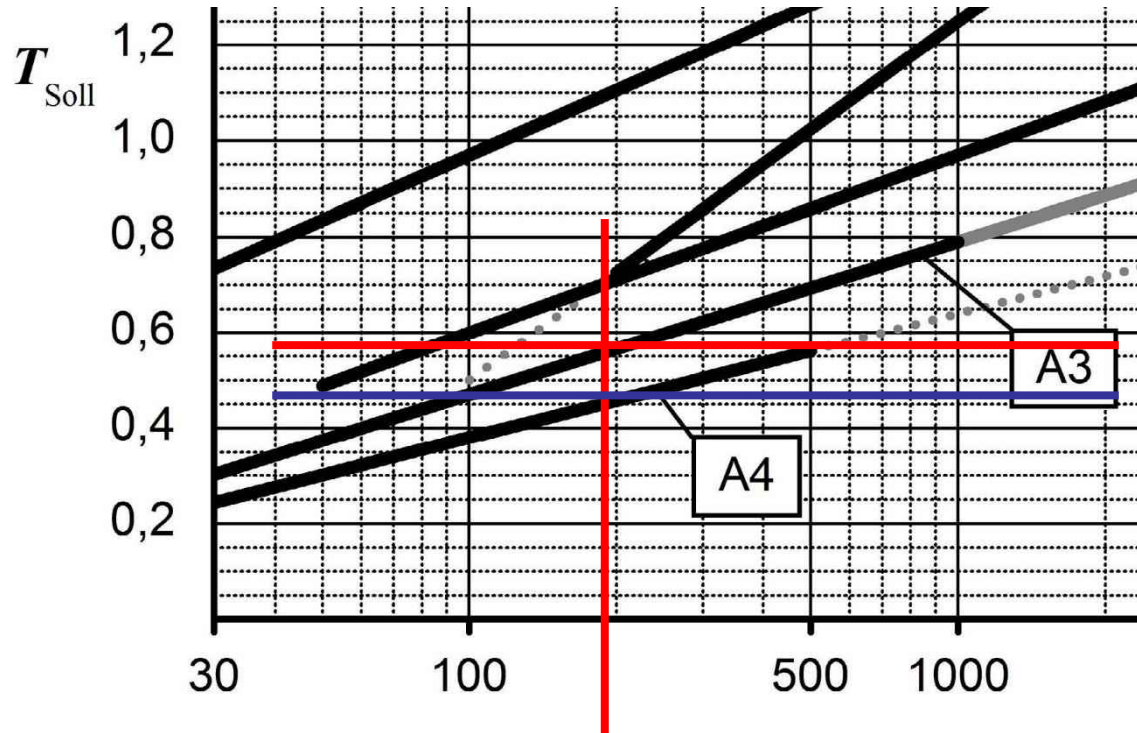
1. Sie ist ein Mensch wie Du und ich.
2. Lehrer_innen werden wegen Burnout, Lärmstress und Tinnitus häufig zwischen 57 und 58 Jahren frühpensioniert, das sind ca. 100 Monate Frührente. Eine akustische Klassenraumsanierung kostet etwa die Frührente von 3 Monaten.

Baut endlich leise Klassen!

Was kann man zur Verbesserung tun?

Welche Anforderungen bestehen für Klassenräume?

Typische Klassenräume sind etwa 8 m x 8 m x 3 m groß,
entsprechend knapp 200 m³.



bisher:

$$T_m = 0,57 \text{ s}$$

jetzt inklusiv:

$$T_m = 0,45 \text{ s}$$

Was kann man zur Verbesserung tun?

Berechnung der Nachhallzeit T nach W. C. Sabine:

$$T(f) = \frac{0,163 \cdot V}{\sum \alpha_i(f) \cdot S_i + \cancel{A_{diss}(f)}}$$

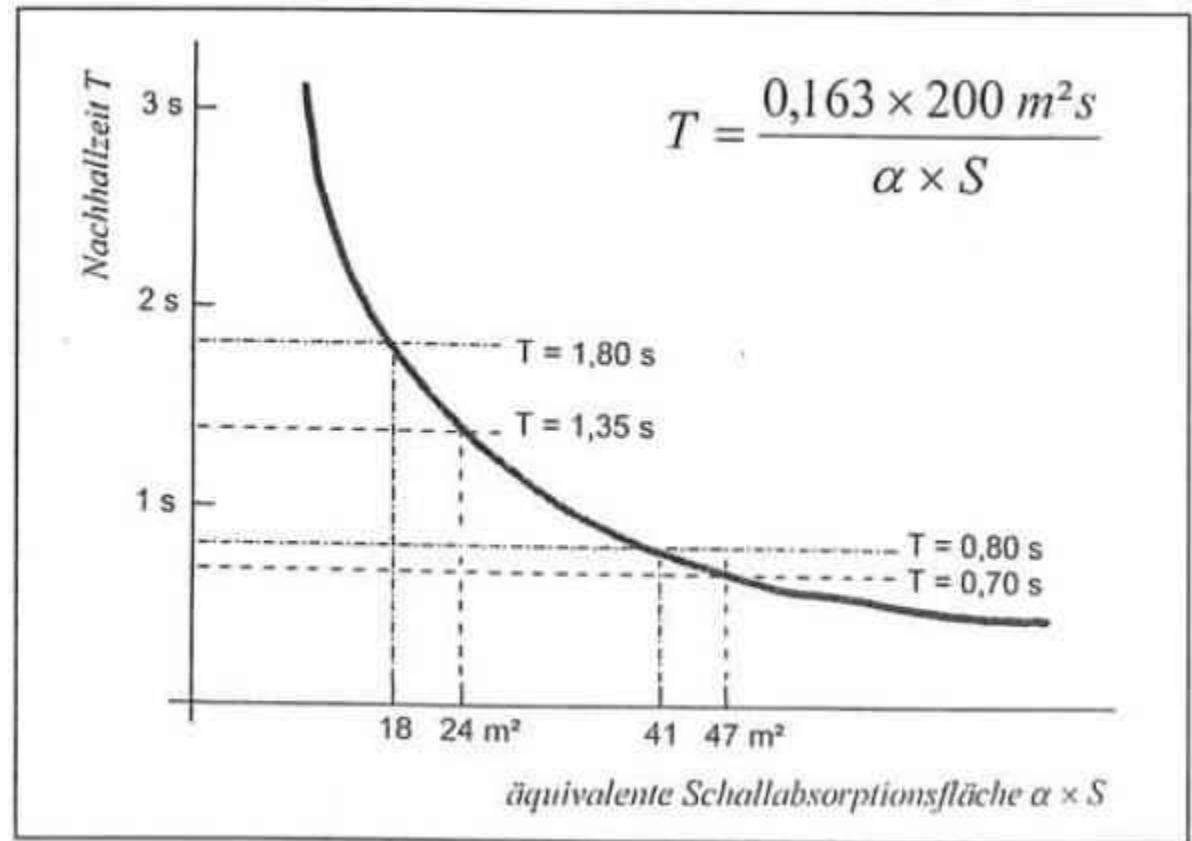
- T = Nachhallzeit
- V = Raumvolumen
- α = Schallabsorptionsgrad
- S = Auskleidungsfläche
- A_{diss} = Absorption in Luft (Dissipation) nahe bei 0

Was kann man zur Verbesserung tun?

Berechnung der Nachhallzeit T nach W. C. Sabine:

$$T \approx \frac{0,163 \cdot V}{\Sigma \alpha \cdot S + 0}$$
$$= c \cdot \frac{1}{A_{ges}}$$

Der Graph
der Funktion
ist eine Hyperbel:



Wie geht man zur Verbesserung vor?

- 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.
- Zweite Raumdimension auch behandeln: schallabsorbierendes **Wandpaneel** einbauen.
- Ein **Teppich** schluckt viel weniger, vermeidet aber viele Störgeräusche.

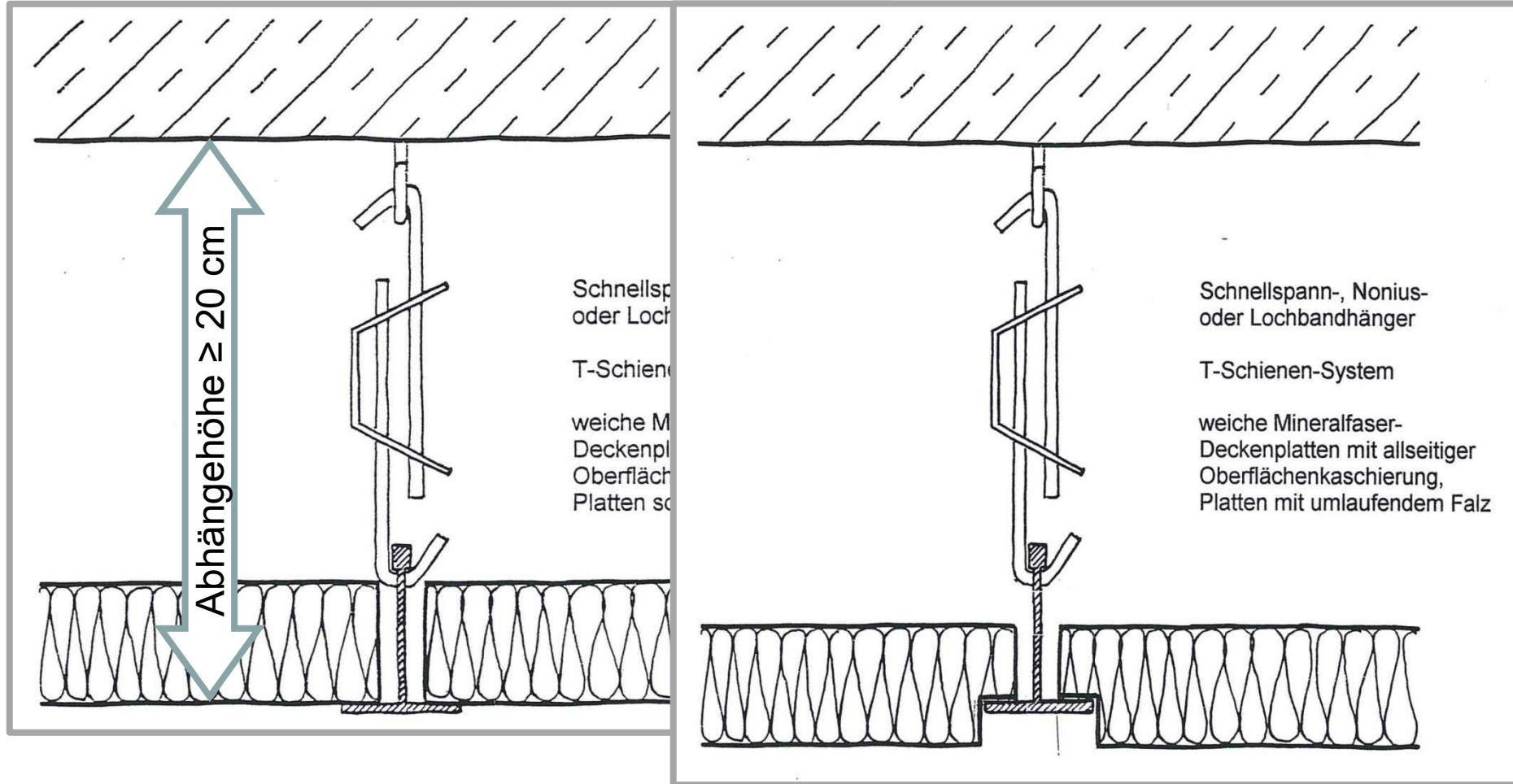
Anforderungen an das Bekleidungs-Material:

- 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?

Anforderungen an das Bekleidungs-Material:



Abgehängte schallabsorbierende Decken:

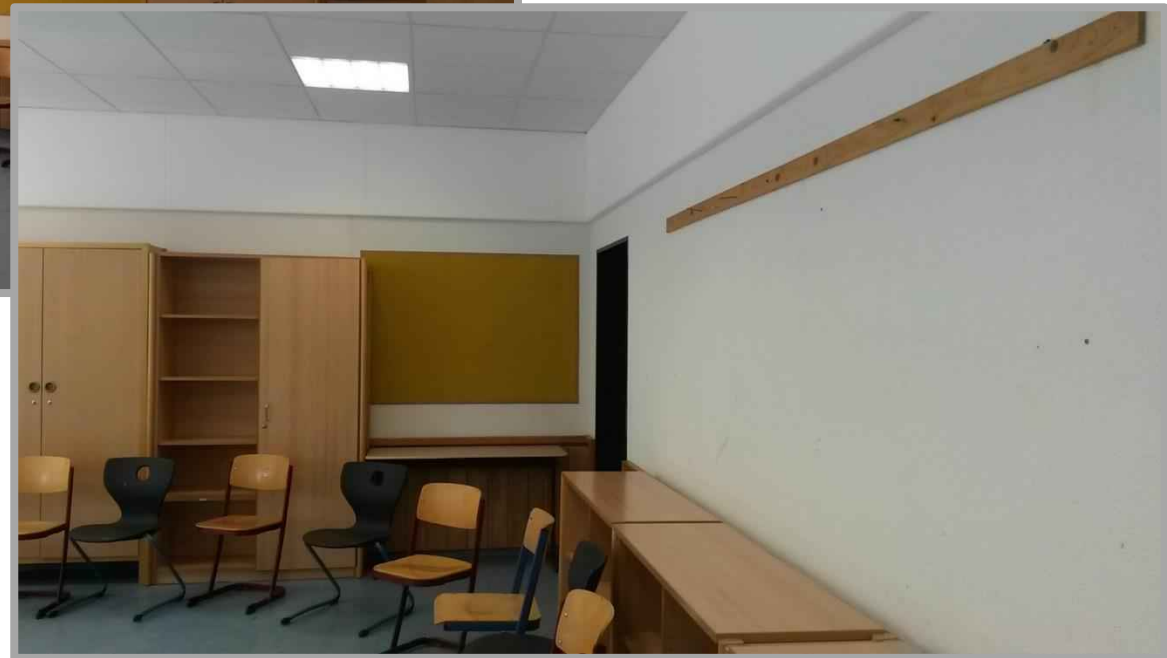


Oldenburg-Wechloy

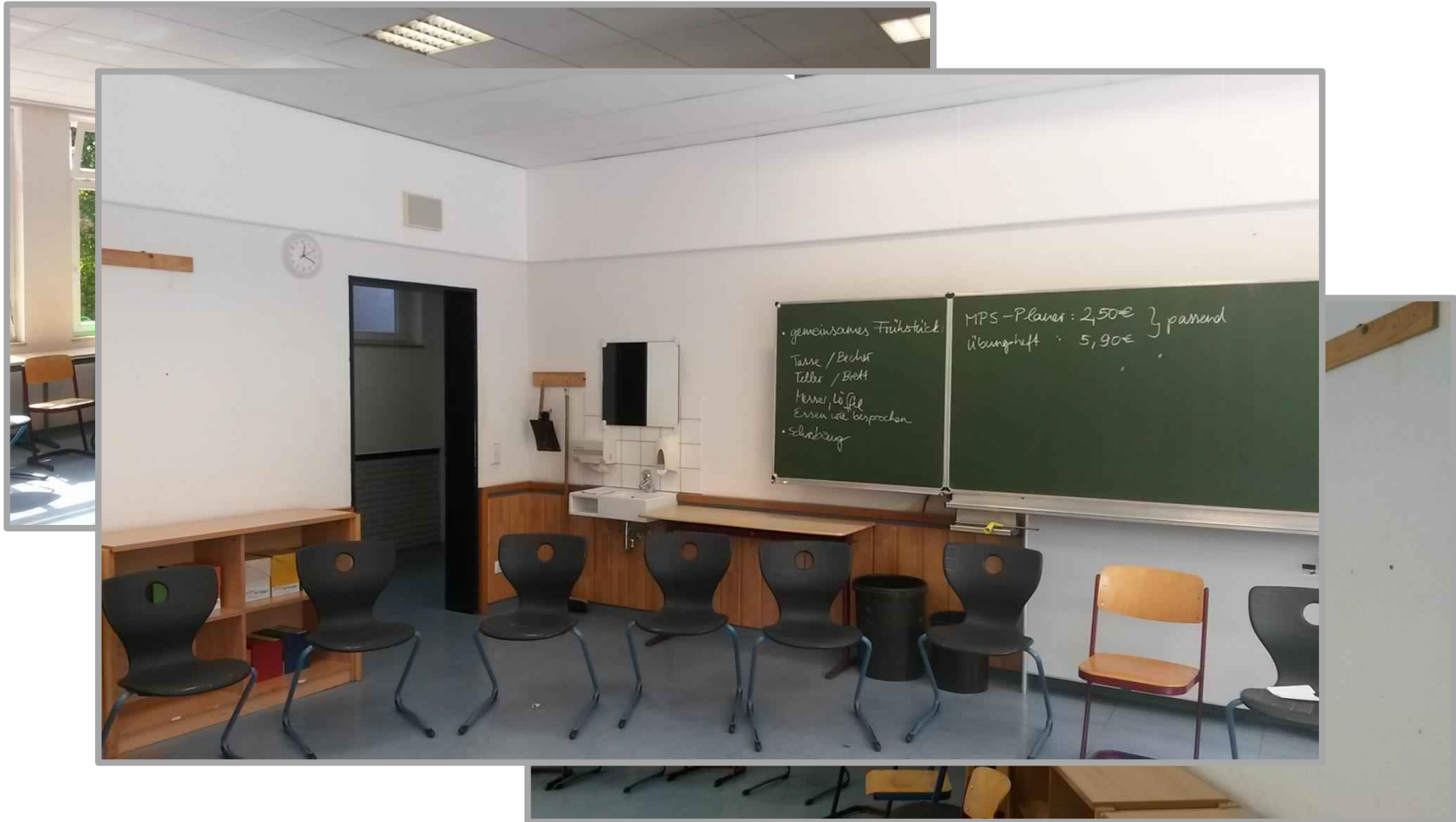
© Rockfon



Beispiel: Wohratal-Halsdorf b. Marburg



Beispiel: Wohratal-Halsdorf b. Marburg



Beispiel: Wohratal-Halsdorf b. Marburg



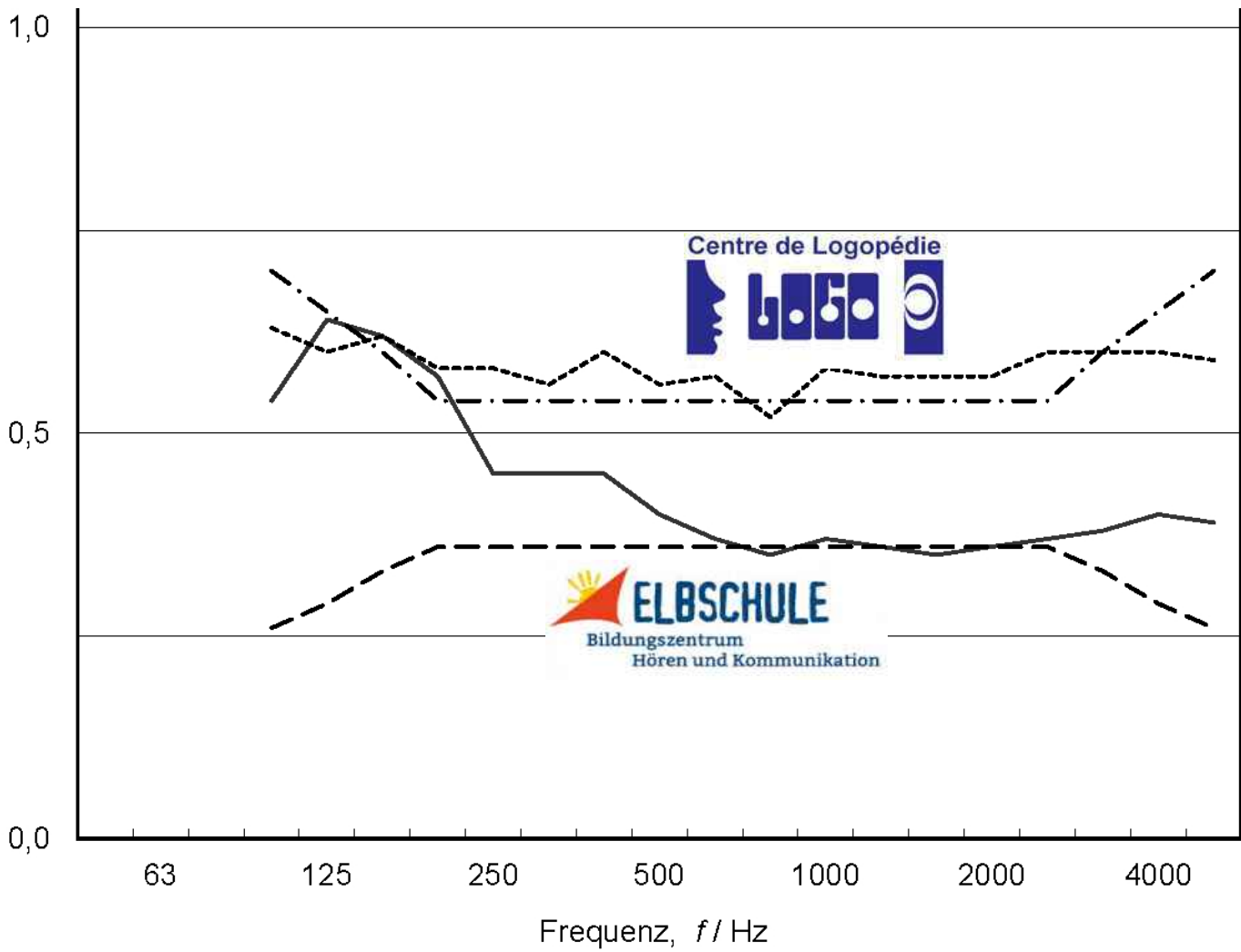
Luxemburg, Centre de Logopédie, Klassenraum



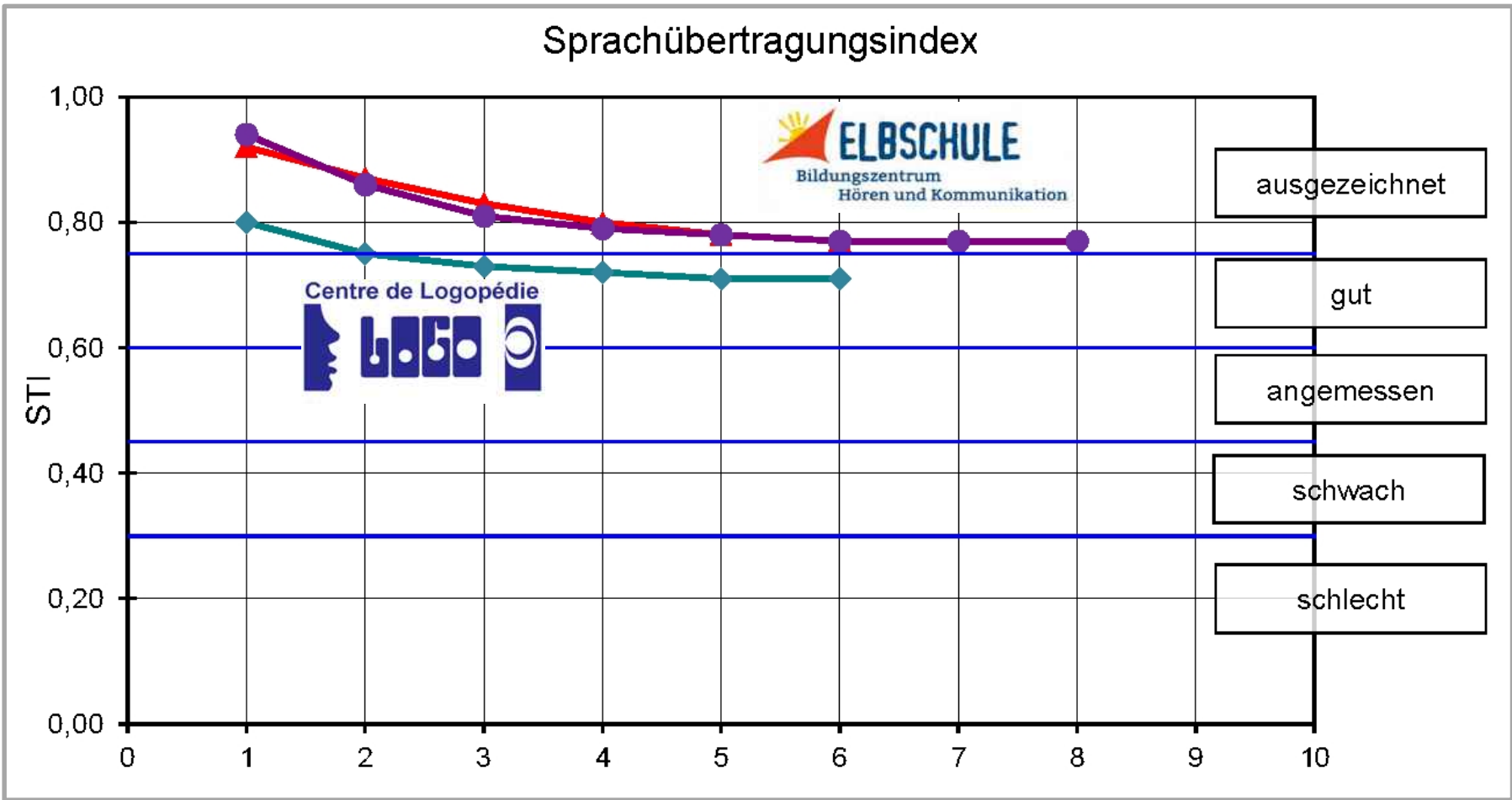
Hamburg, Elbschule, Klassenraum



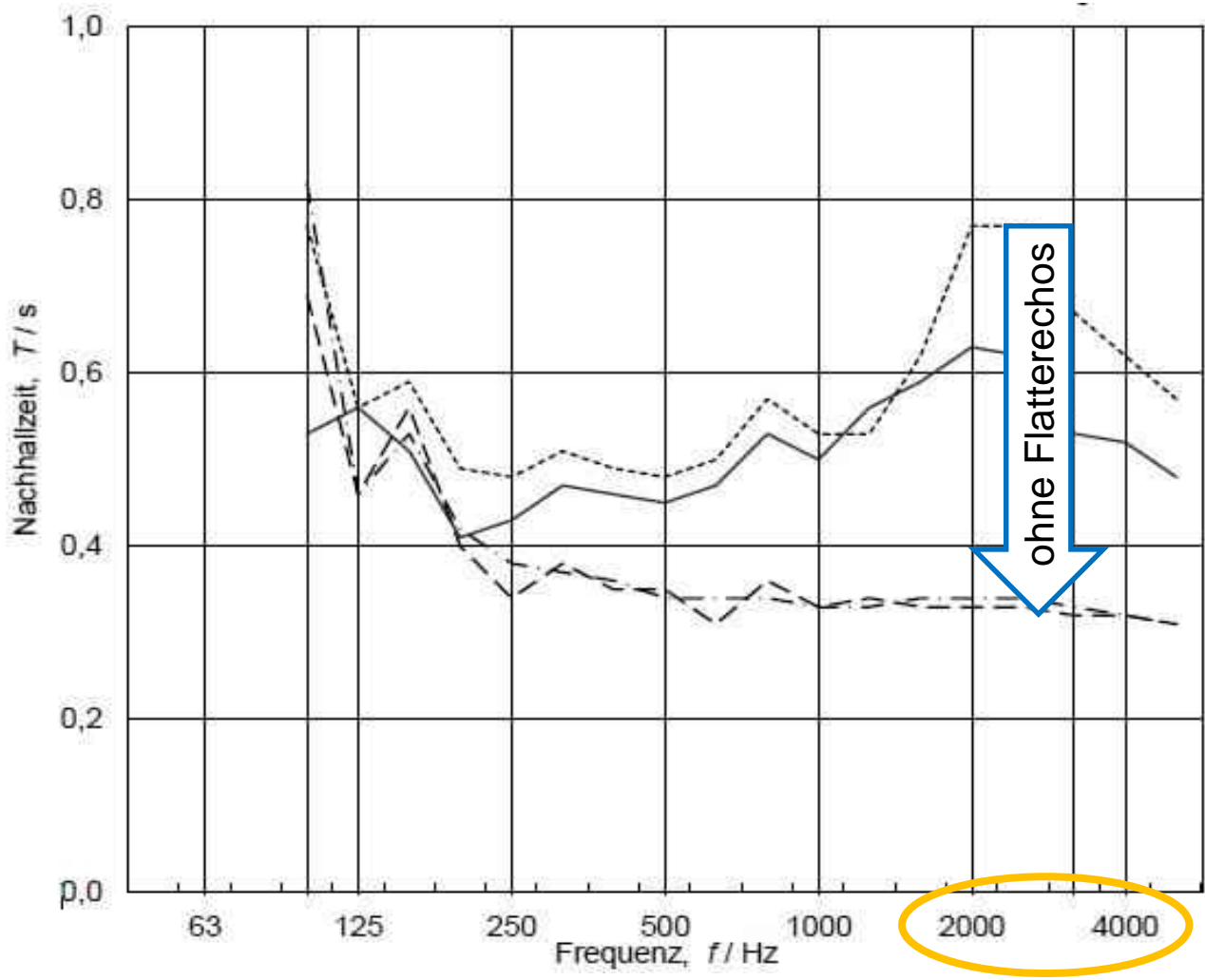
Nachhallzeit-Vergleich Luxemburg - Hamburg

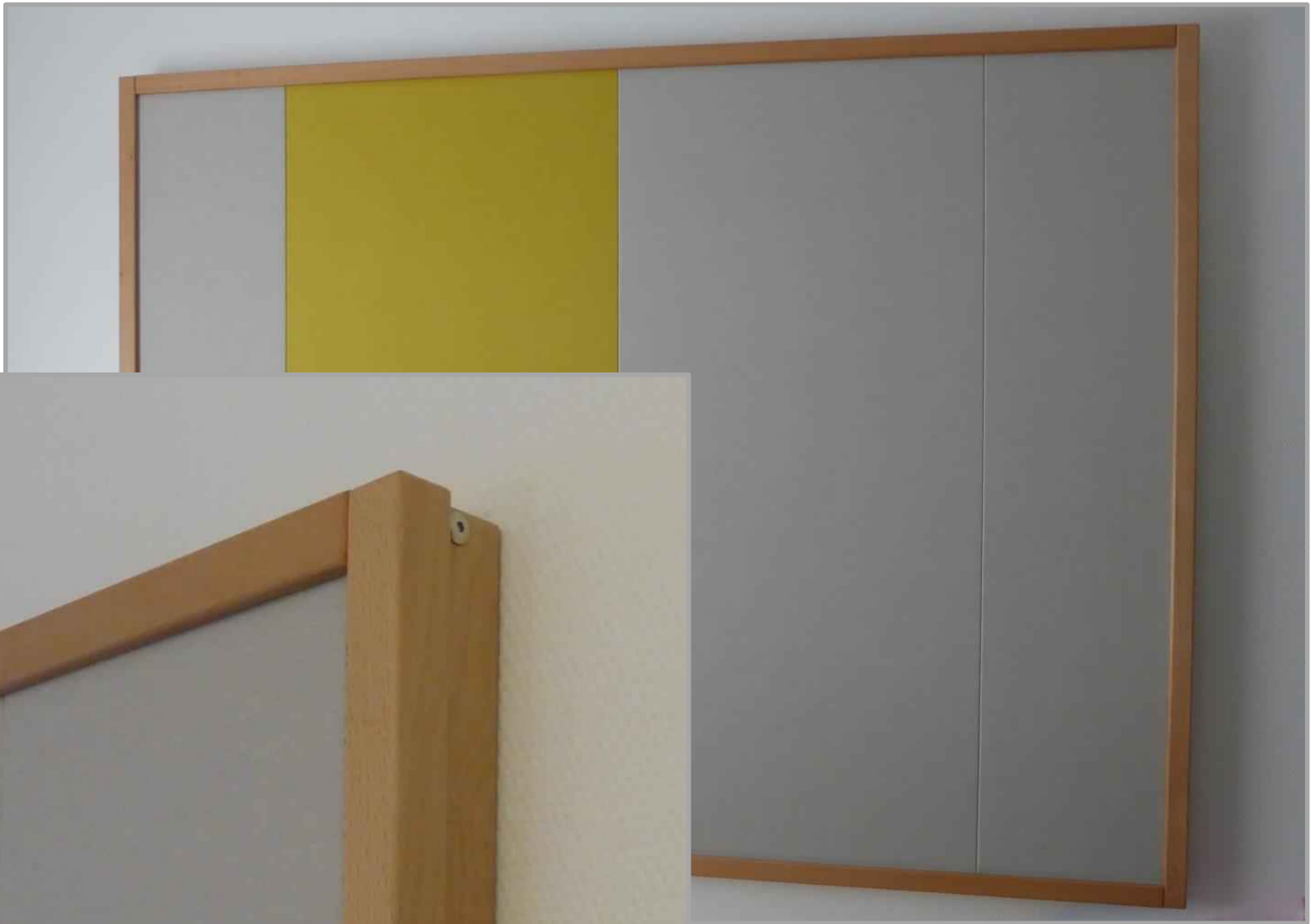


STI-Vergleich Luxemburg - Hamburg

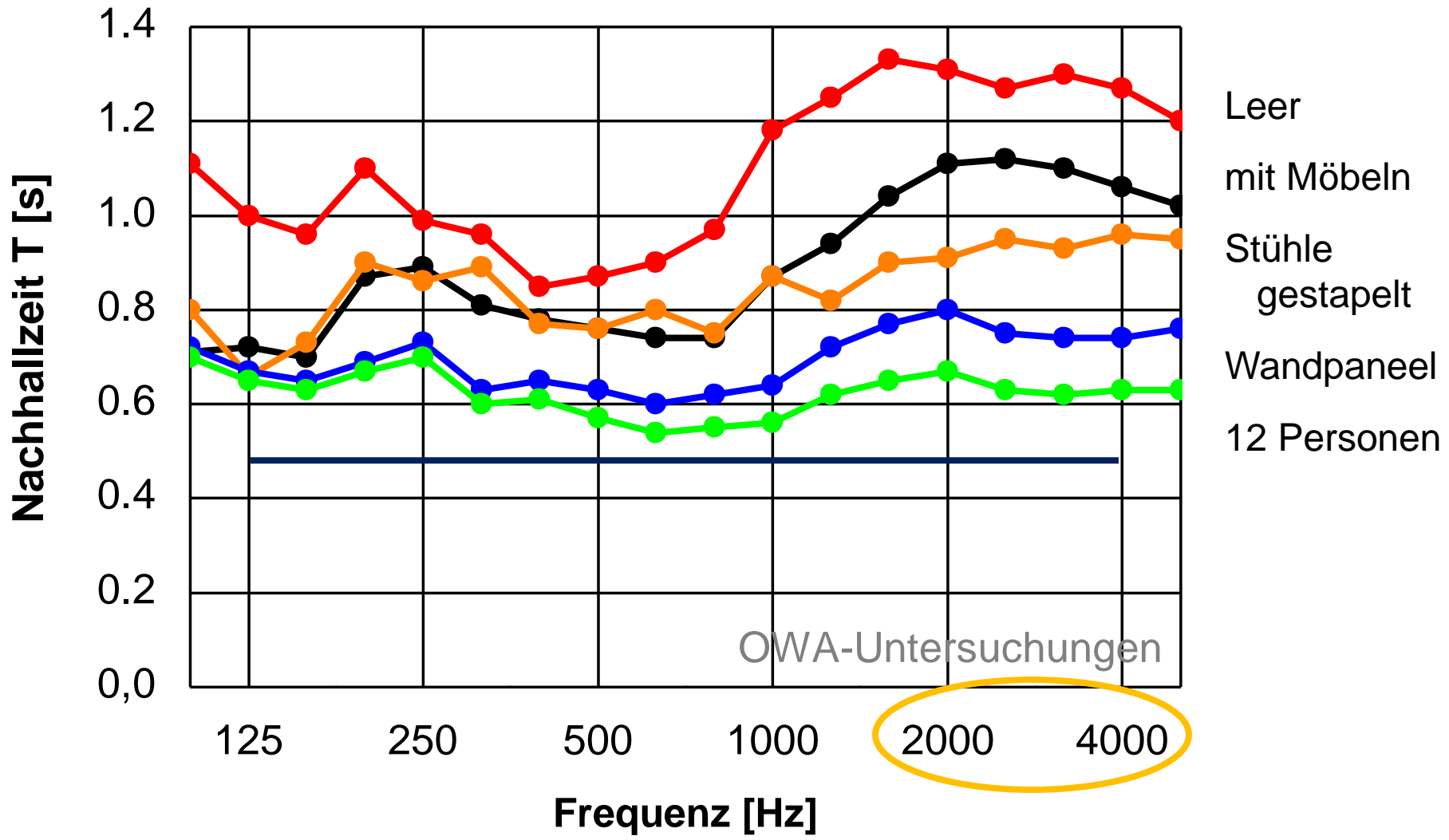


Nachhallzeit-Vergleich ohne / mit Wandpaneel





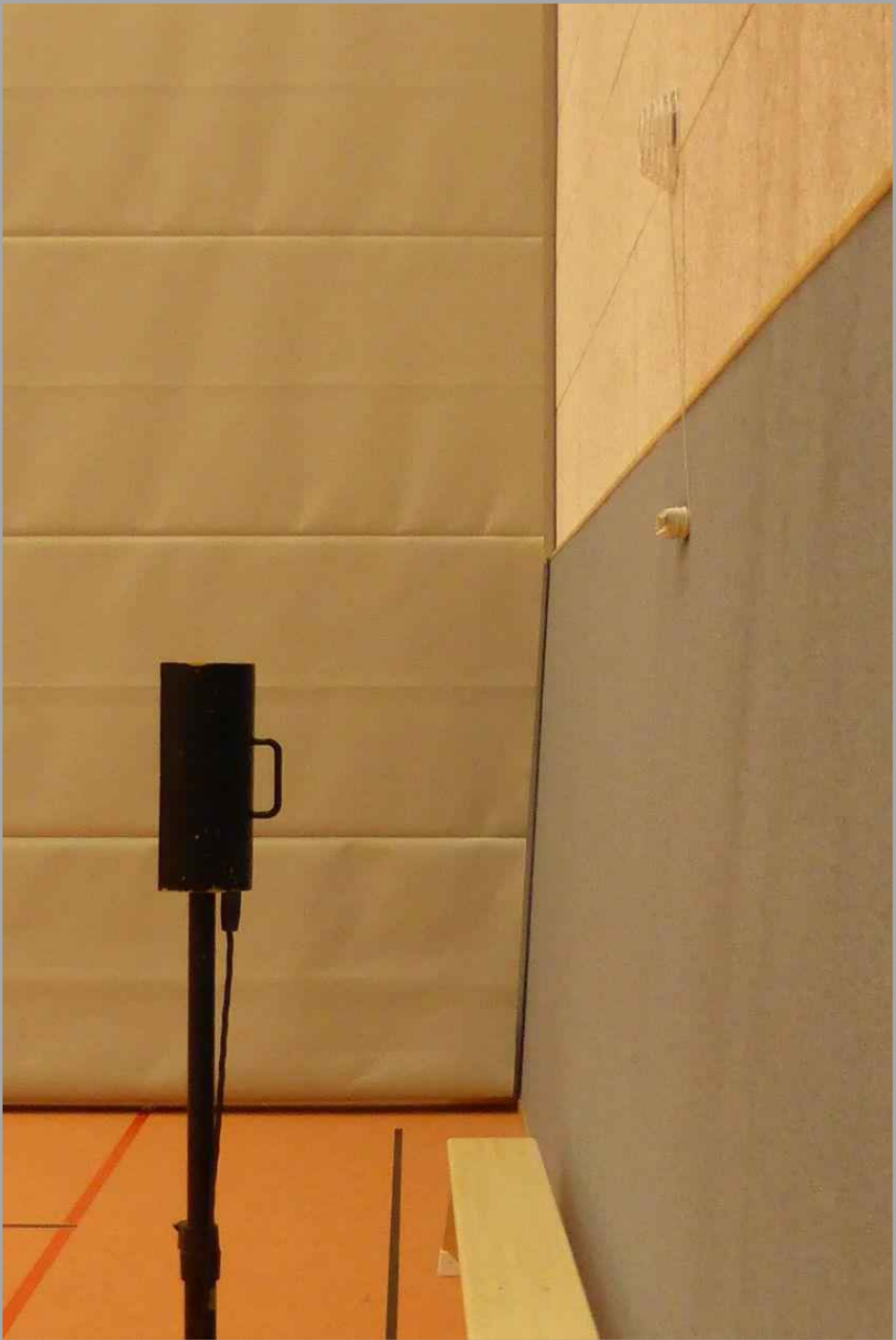
Helmut-von-Bracken-Schule in Gießen

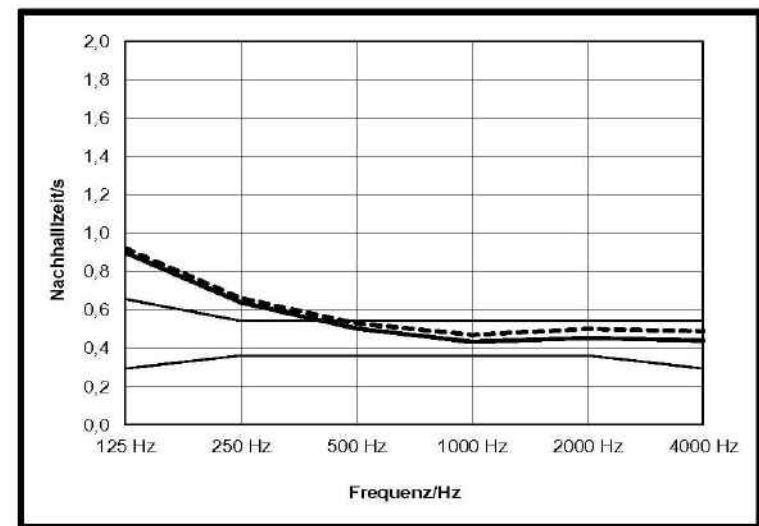
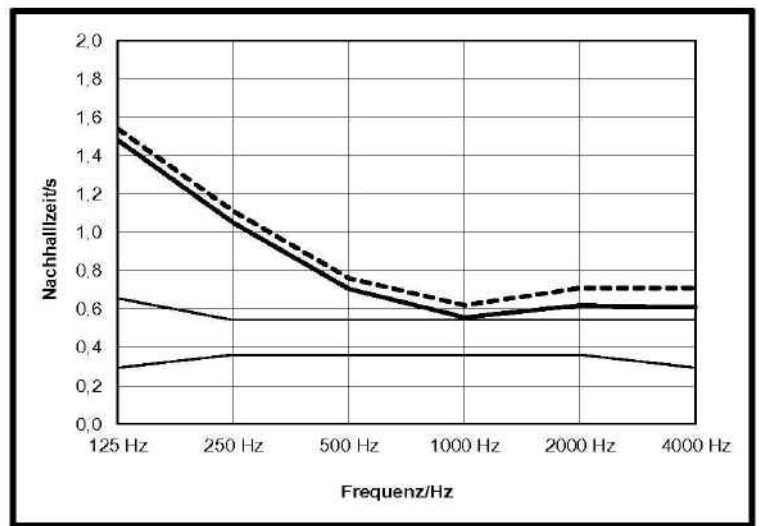


Verbesserung der Diffusität



Verbesseru





Aus dem Brief eines Orthopäden:

In den neugebauten Praxisräumen profitieren alle – Patienten (vor Allem ältere), Angehörige, Mitarbeiter **und ich als Arzt** – von den guten Schall-Qualitäten.

Hierbei sind vor allem die Schallschluckdecken und Teppiche als Änderungen gegenüber den alten Räumen zu nennen.

Bisher hatten wir Betondecken und an den Wänden Raufaser-Tapeten.

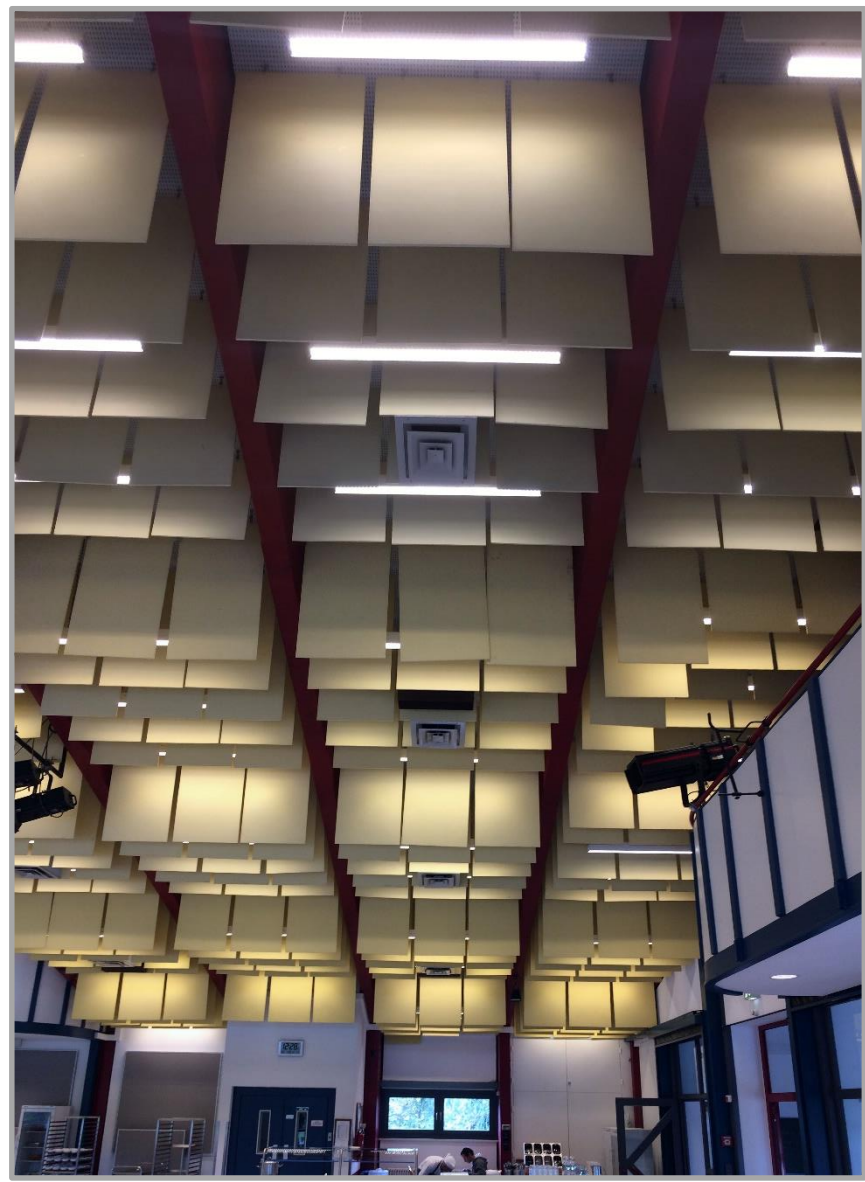
Sehr häufig kam es **zu Nachfragen seitens der Patienten** oder deren Angehörigen, sicherlich aber **auch zu Missverständnissen meinerseits.**

Räume der Gruppe B (RG B1 bis RG B5)

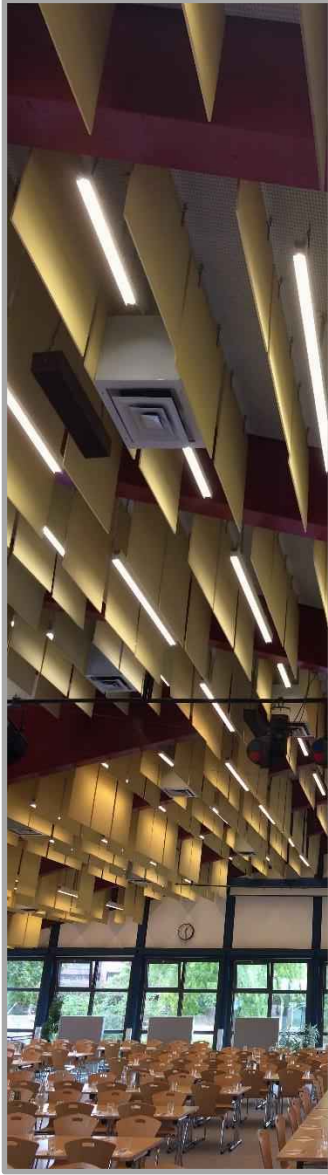
Für Raumgruppe B (RG B) sind Maßnahmen der Raumbedämpfung zu empfehlen. Damit werden eine Senkung des mittleren Grundgeräuschpegels im Raum und eine Begrenzung der Halligkeit erreicht.

Tabelle 2 — Nutzungsarten mit Kurzbeschreibung und Beispiele für Räume der Gruppe B

Raum-Gruppe	Beschreibung der Nutzungsart	Beispiele
RG B5	Räume mit besonderen Anforderungen an Lärminderung und Raumkomfort	<ul style="list-style-type: none">— Speiseräume und Kantinen in Schulen, Kindertagesstätten (Kindergarten, Kinderkrippe, Hort etc.), Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen— Spielfläure und Umkleiden in Schulen und Kindertagesstätte (Kindergarten, Kinderkrippe, Hort etc.)

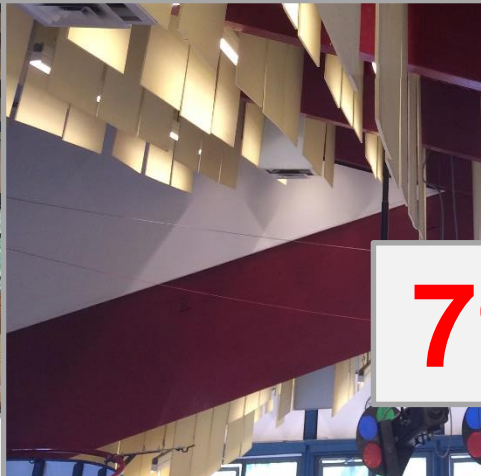


Dipl.-Ing. CAF hörergerecht plat



2017-04-10

Kommentar zu DIN 18041:
In „Speiseräumen in Schulen“
ist von wesentlich höheren
verhaltensbedingten
Schallpegeln auszugehen, als
dies in einer „Speisegaststätte“
(Nutzung maßgeblich durch
erwachsene Personen) zu
erwarten ist.



79 dB(A)

Friedberg, Johannes-Vatter-Schule, Mensa



© TAUBERT und RUHE

Friedberg, Johannes-Vatter-Schule, Mensa

© TAUBERT und RUHE



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!

Merke:

**Gute Raum-Akustik
ist barrierefrei !**

Sie hilft Allen

1. in der allgemein üblichen Weise
2. ohne besondere Erschwernis und
3. ~~nicht nur grundsätzlich, sondern~~
vollständig ohne fremde Hilfe.

Was kann man zur Verbesserung tun?

Drei Absorbertypen

1. Helmholtz-Resonator

Die Luft in einem abgestimmten Hohlraum schwingt gegenphasig zu der einfallenden Schallwelle.

→ Einzelfrequenz,
sehr selektiv,
selten anwendbar



Was kann man zur Verbesserung tun?

Drei Absorbertypen

2. Platten-Resonator

Eine Platte vor einem geschlossenen Hohlraum ist auf eine Masse-Feder-Resonanz abgestimmt.

→ begrenzter Frequenzbereich, vorrangig bei tiefen Tönen anwendbar

→ Leichtbauwände dämpfen tiefe Töne (günstig)



Was kann man zur Verbesserung tun?

Drei Absorbertypen

3. **Strömungs-Absorber**

Die bewegte Luft reibt sich an dem „Gerüst“ einer offenporigen Struktur, z.B. Mineralwolle.

→ breitbandig
wirksam,
vorrangig
mittlere und
hohe Töne



Was kann man zur Verbesserung tun?

Drei Absorbertypen

3. **Strömungs-Absorber**

Die bewegte Luft reibt sich an dem „Gerüst“
einer offenporigen Struktur, z.B. offenporiger Schaumstoff.

→ breitbandig
wirksam,
vorrangig
mittlere und
hohe Töne



Schallabsorption (Schalldämpfung)

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

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

Pegelminderung bedeutet also immer, dem Schallfeld die Schallenergie zu entziehen (durch Umwandlung in Wärmeenergie, 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.

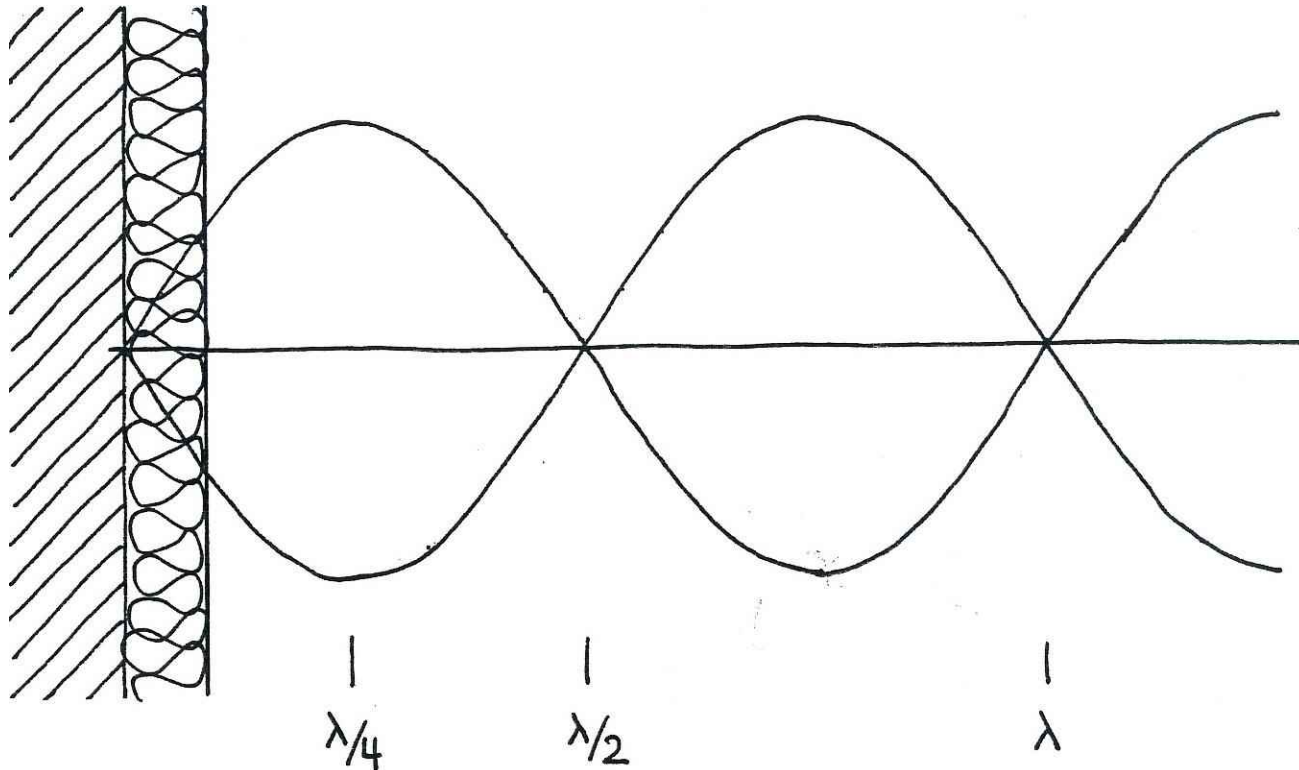
Pusten Sie kräftig → es wird warm.

Pusten Sie kräftig auf den Handrücken.

→ es bleibt kalt.

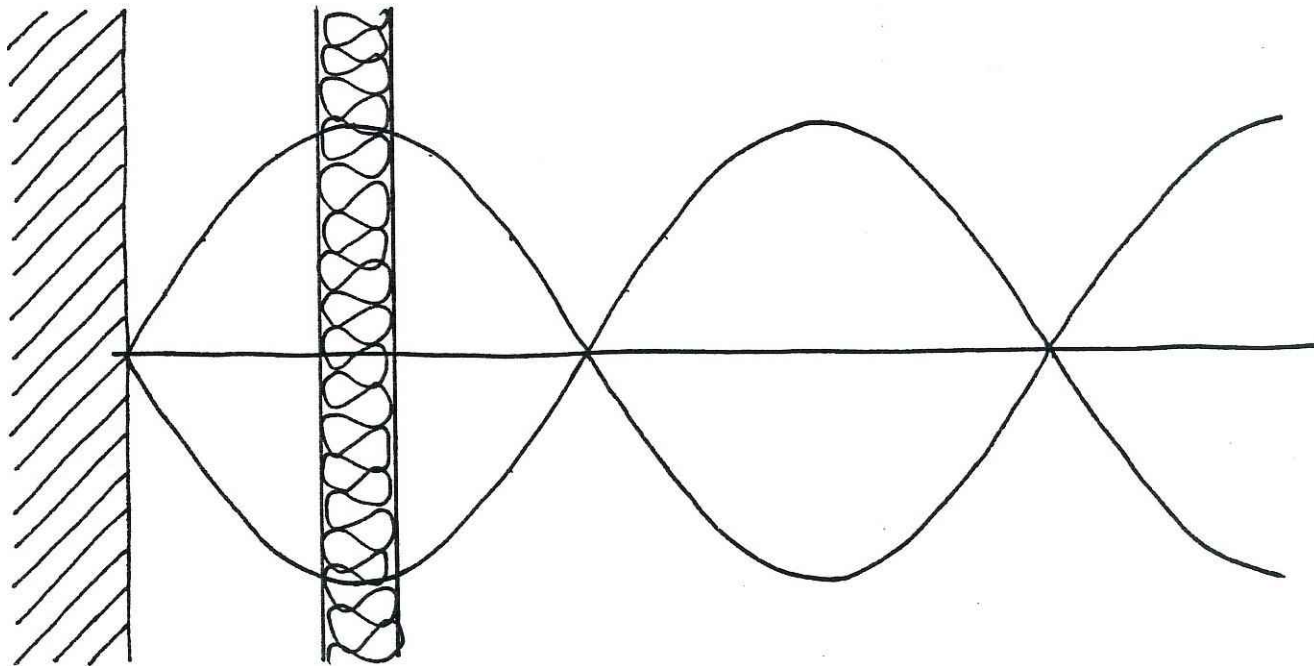
Was kann man zur Verbesserung tun?

Die **Schichtdicke** des Strömungsabsorbers muss zu der Wellenlänge passen:



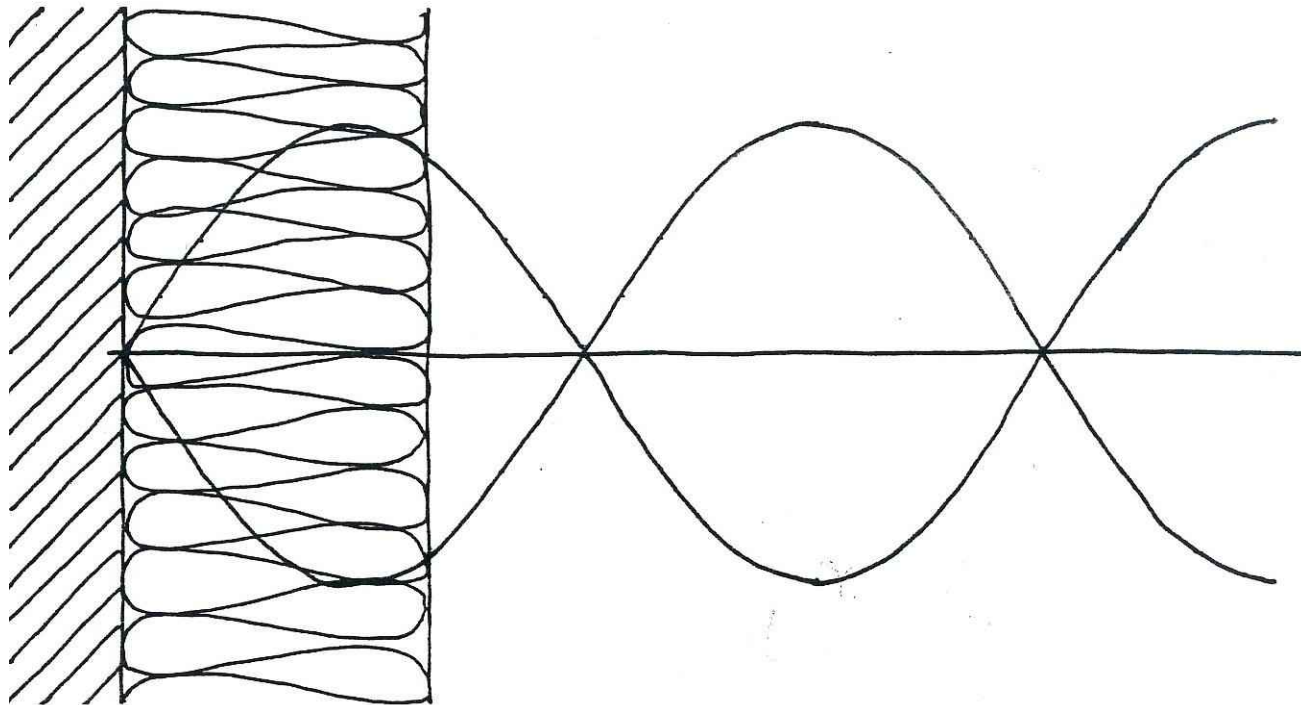
Was kann man zur Verbesserung tun?

Die **Anbringung** des Strömungsabsorbers muss zu der Wellenlänge passen:



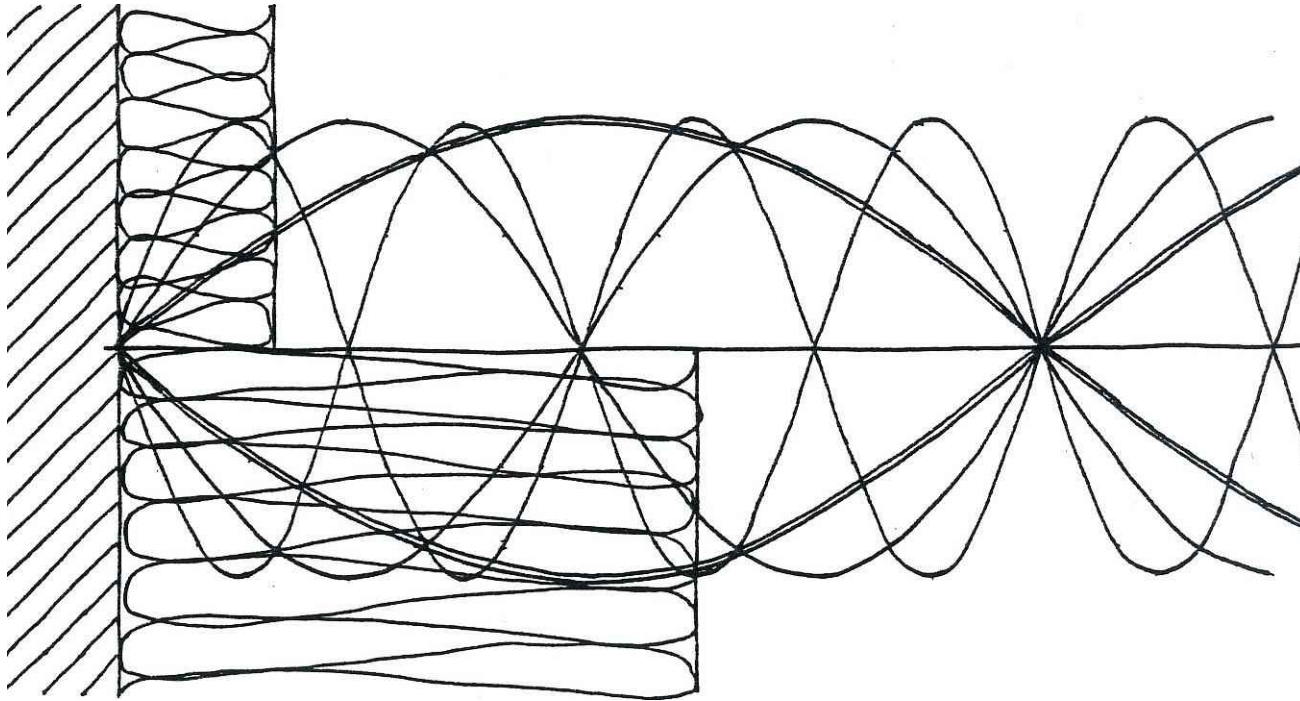
Was kann man zur Verbesserung tun?

Die **Anbringung** des Strömungsabsorbers muss zu der Wellenlänge passen:



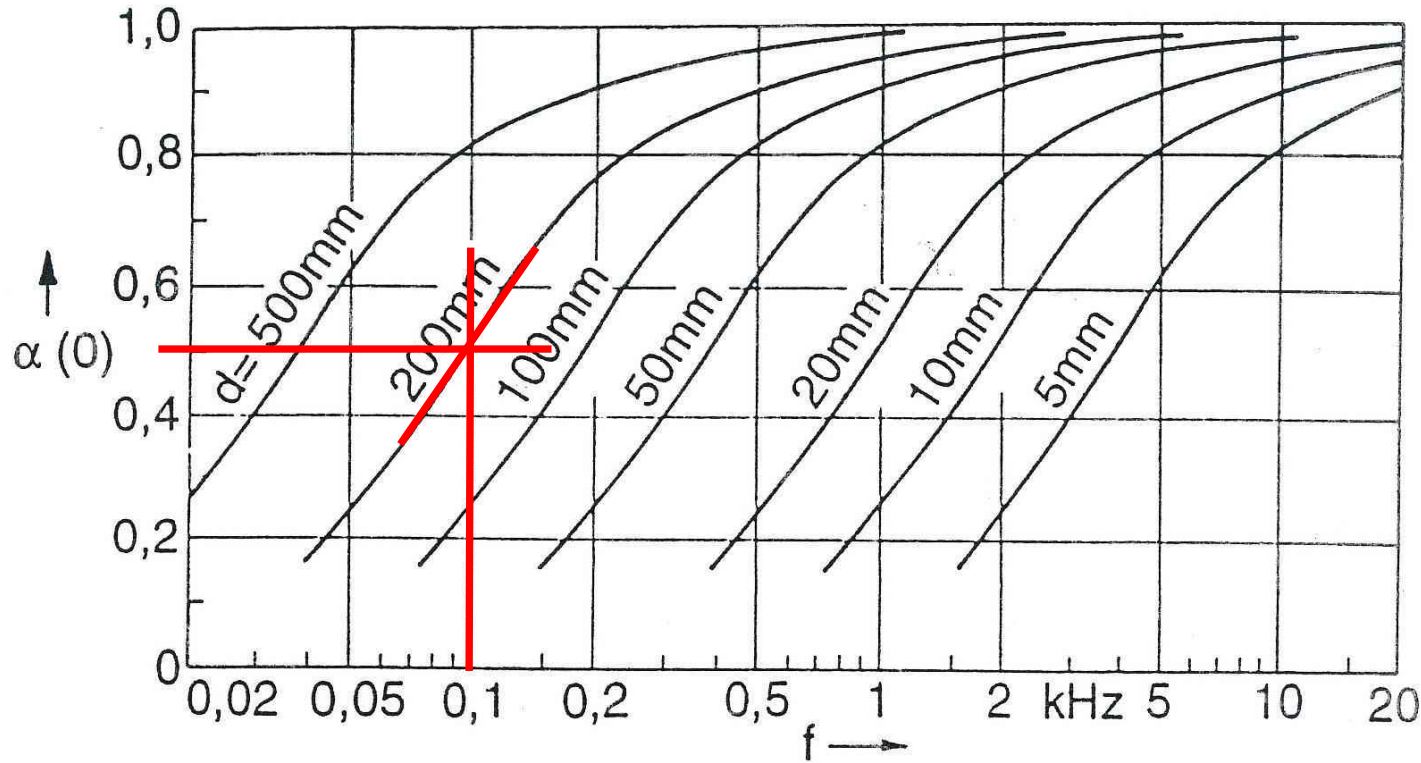
Was kann man zur Verbesserung tun?

Dickere Strömungsabsorber decken
einen großen Bereich der Wellenlängen ab:



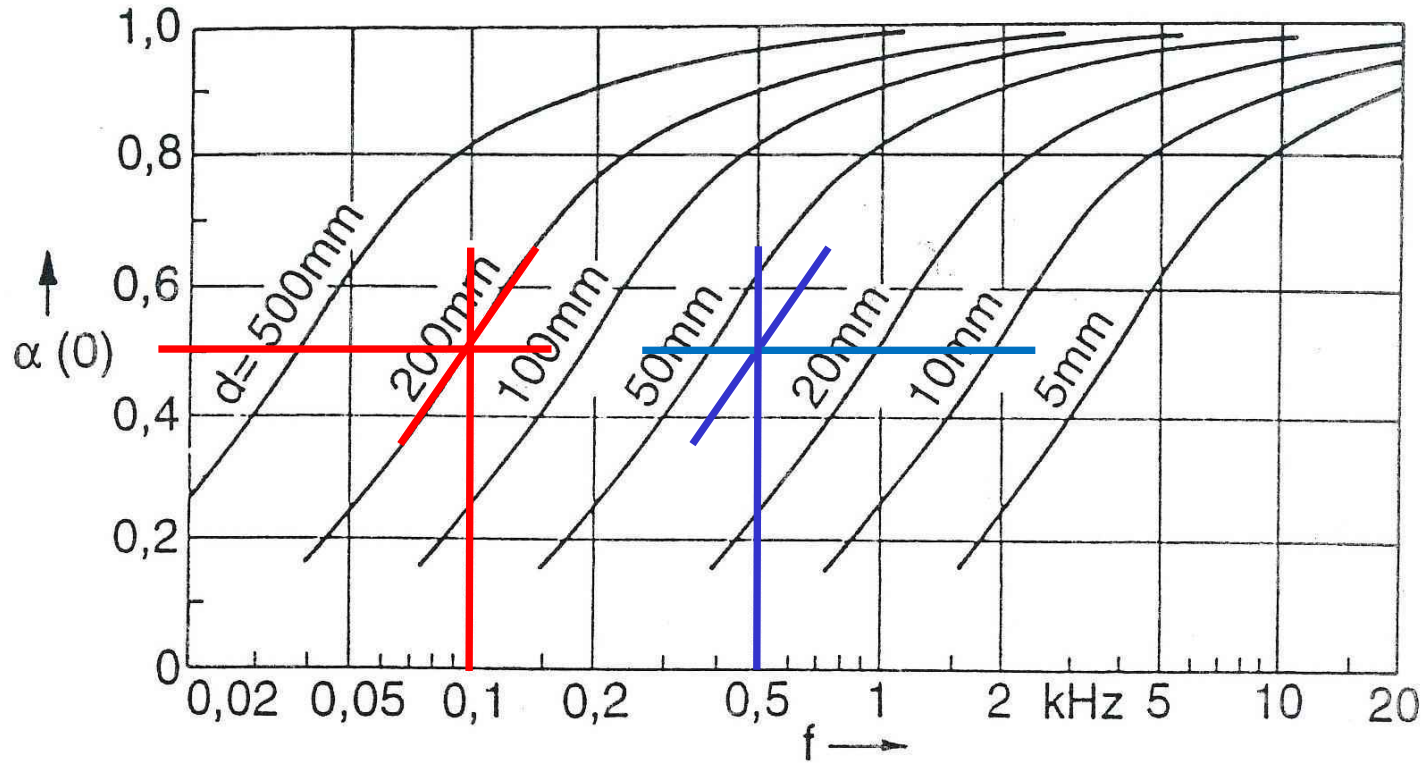
Was kann man zur Verbesserung tun?

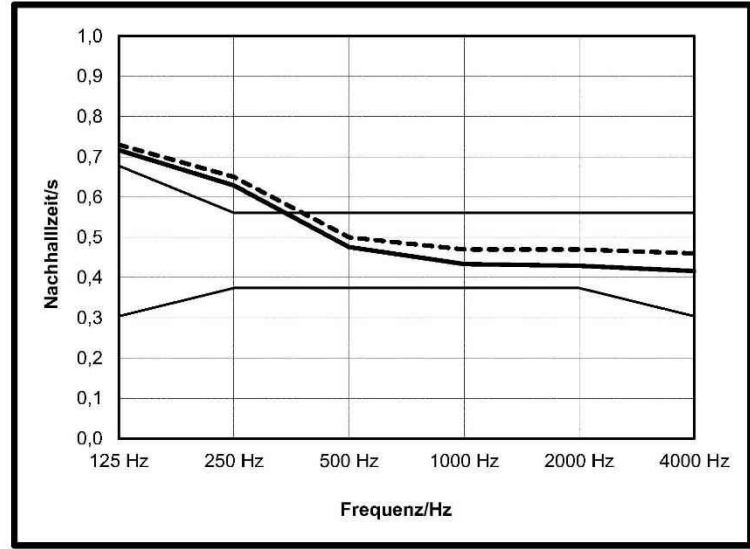
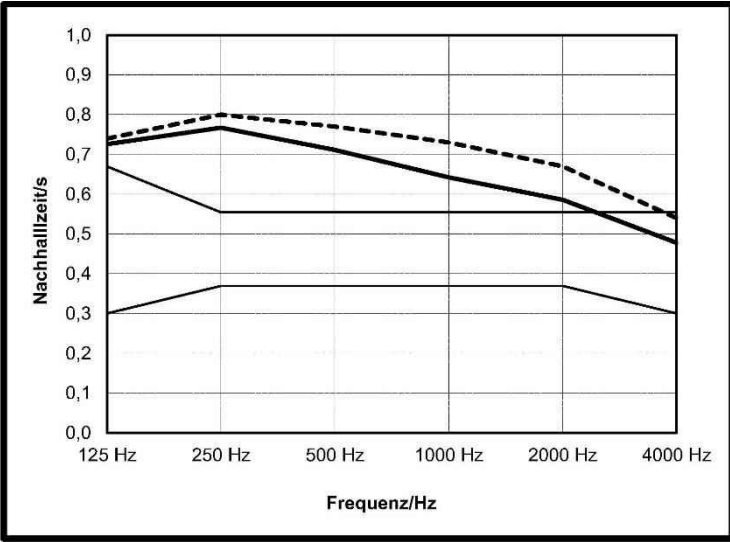
Veränderung des Schallabsorptionsgrades bei tiefen Frequenzen bei unterschiedlichen Schichtdicken

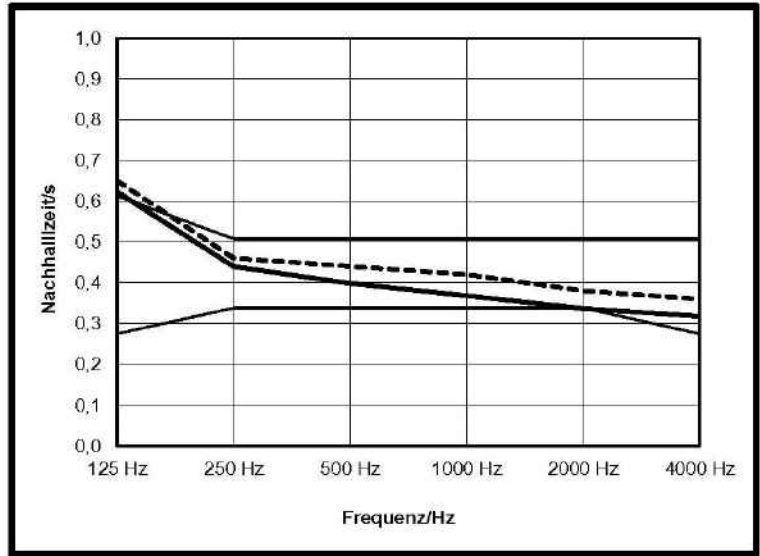
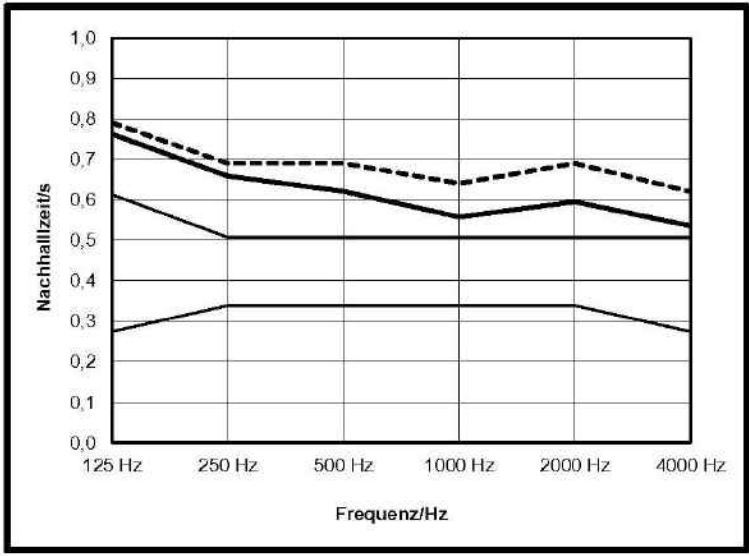


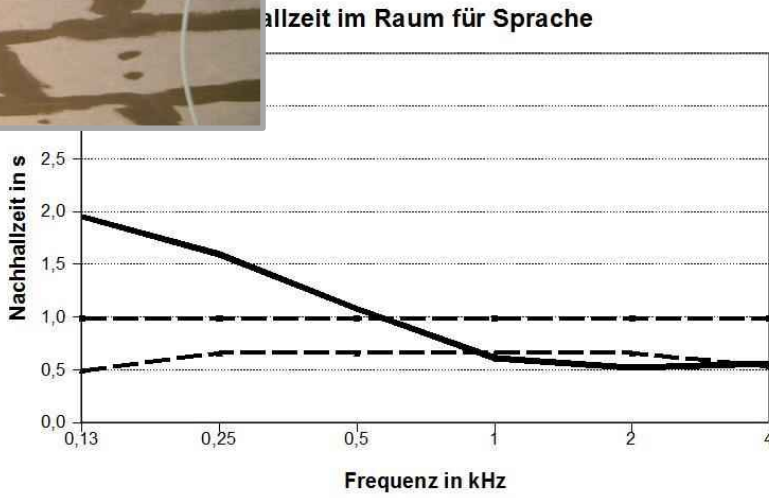
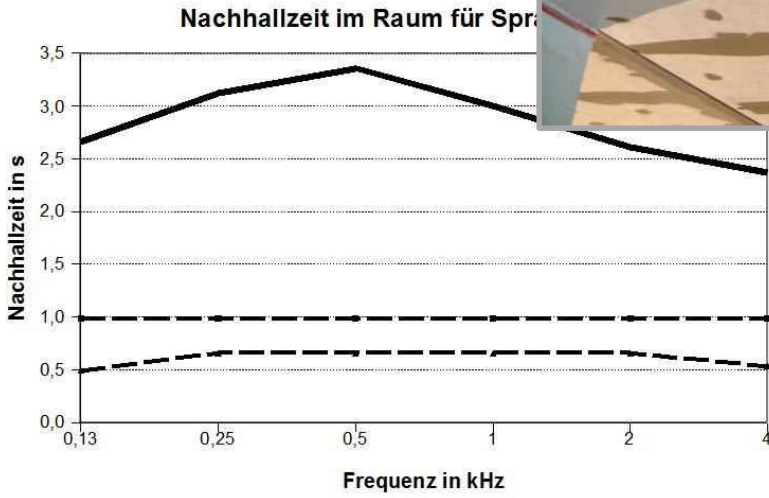
Was kann man zur Verbesserung tun?

Veränderung des Schallabsorptionsgrades bei tiefen Frequenzen bei unterschiedlichen Schichtdicken



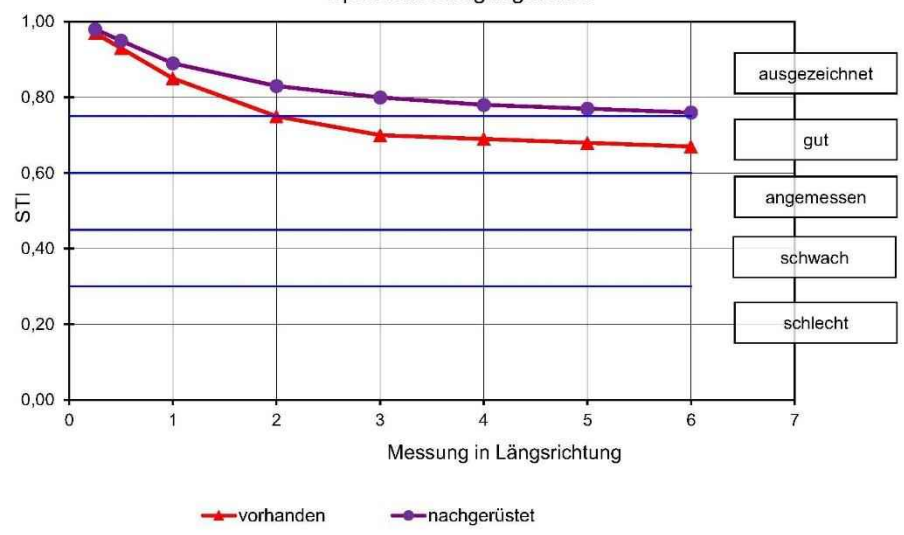




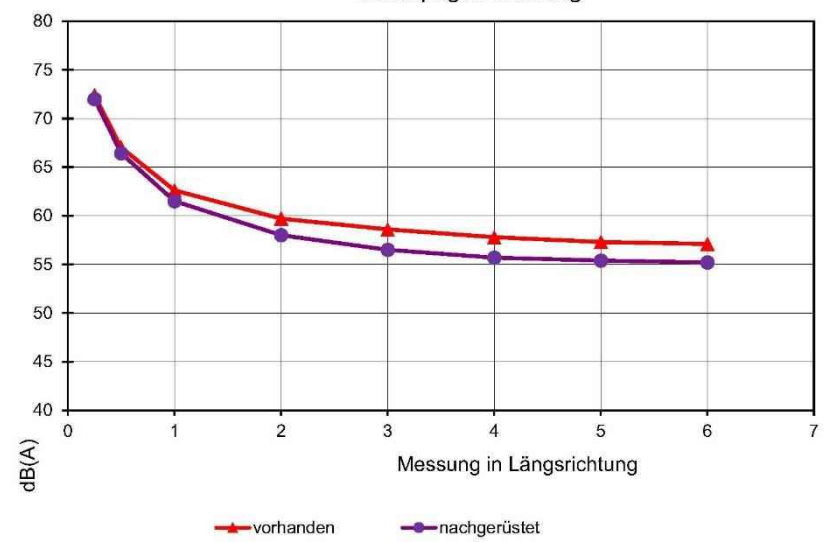




Sprachübertragungsindex

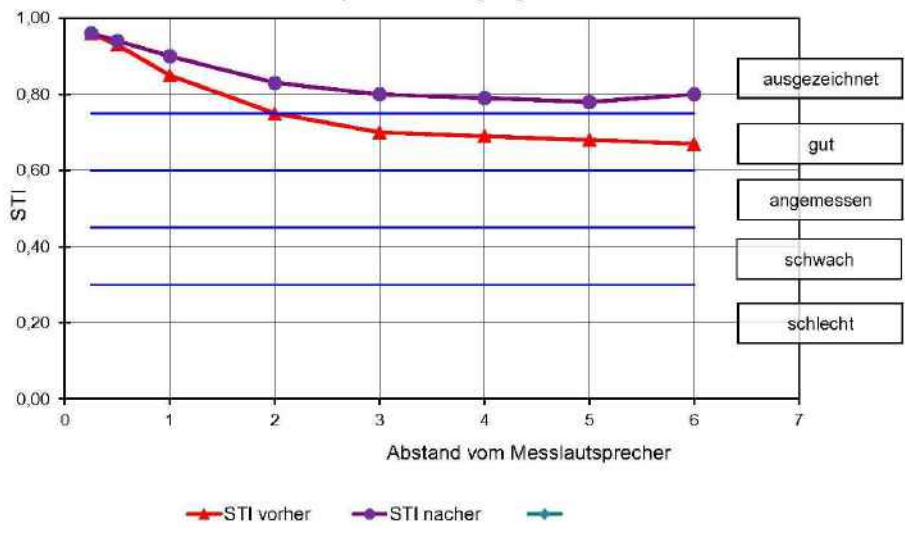


Schallpegelverteilung

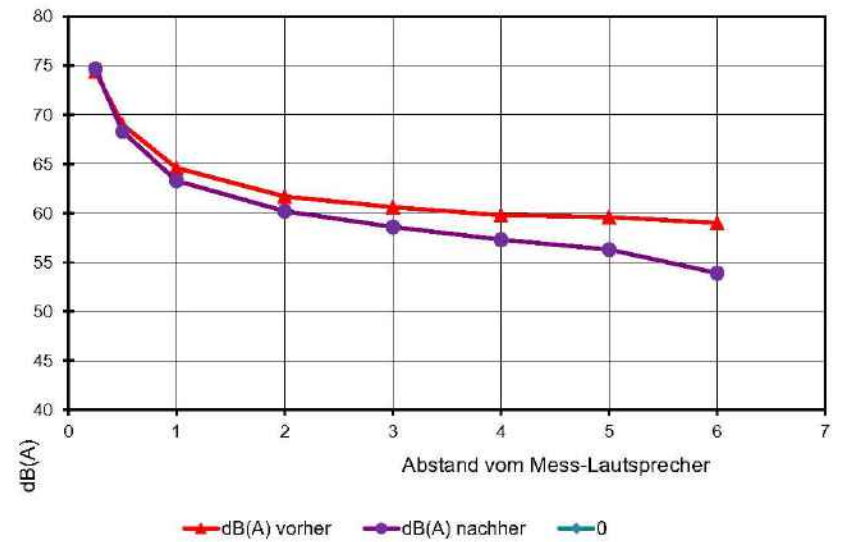




Sprachübertragungsindex

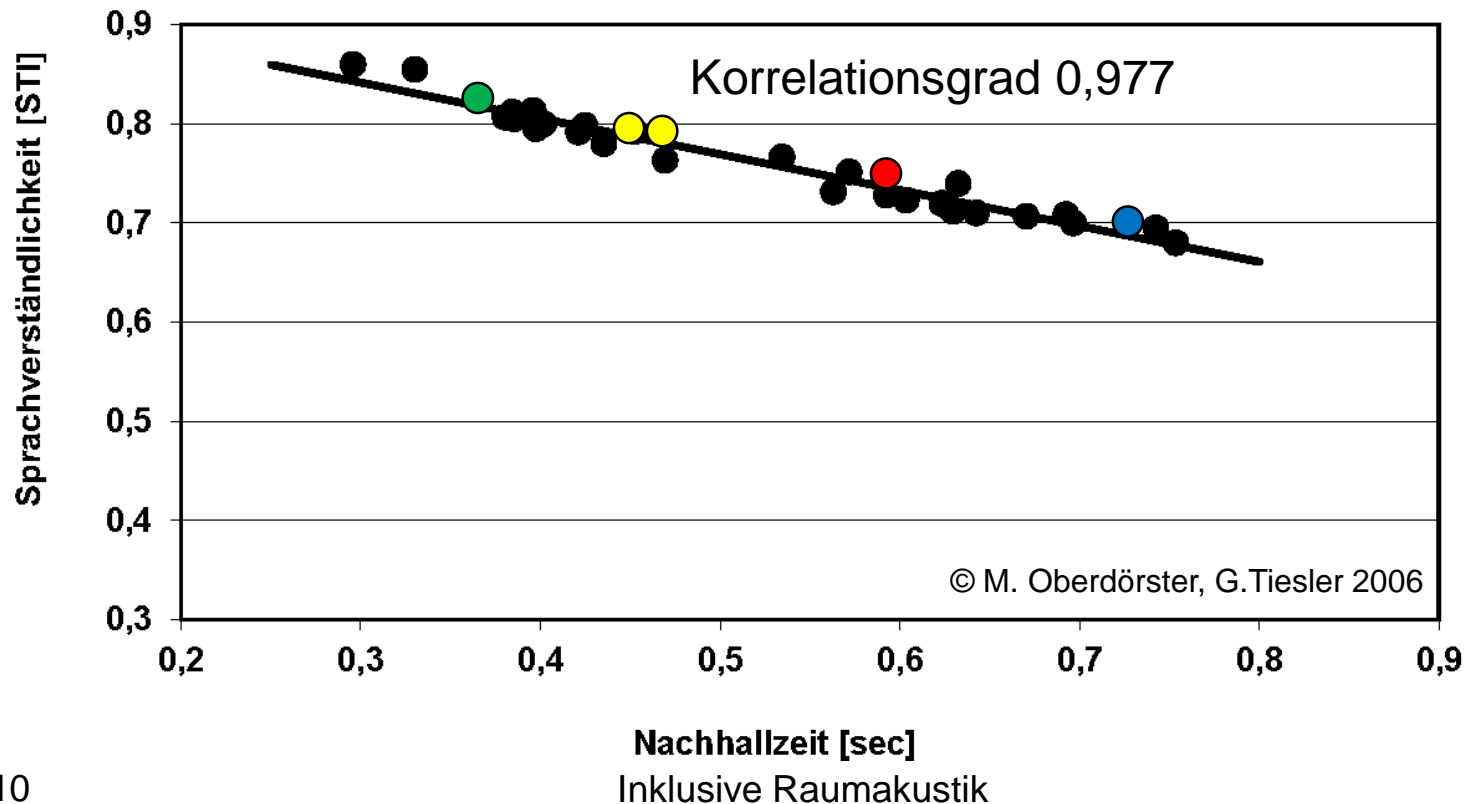


Schallpegelverteilung



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.



Räume ohne Hör-Barrieren (Reihenfolge beachten)

- Baulicher Schallschutz (Geräusche von außen)
- Lärminderung (Störgeräusche im Raum)
Lüftungsanlage, Beamer, Teppichboden
- Raumakustik (Verständlichkeit des Sprechers)
mit Decke und Wandpaneel
- Beleuchtung (Sichtbarkeit des Sprechermundes)
- Möblierung (Sichtbarkeit aller Sprecher)
- Elektroakustik (Hörunterstützungsanlagen)
- ggf. **Gebärdensprache** und **Schrift**dolmetschung
- **Notrufe und Alarmierungen (2-Sinne-Prinzip)**

Sichtbarkeit des Sprecher-Mundes



Sichtbarkeit des Sprecher-Mundes



Möblierung - (Sichtbarkeit aller Sprecher)



Möblierung - (Sichtbarkeit aller Sprecher)



Elektroakustik / Beschallung: DIN 18040-1 Barrierefreies Bauen

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

ANMERKUNG 3

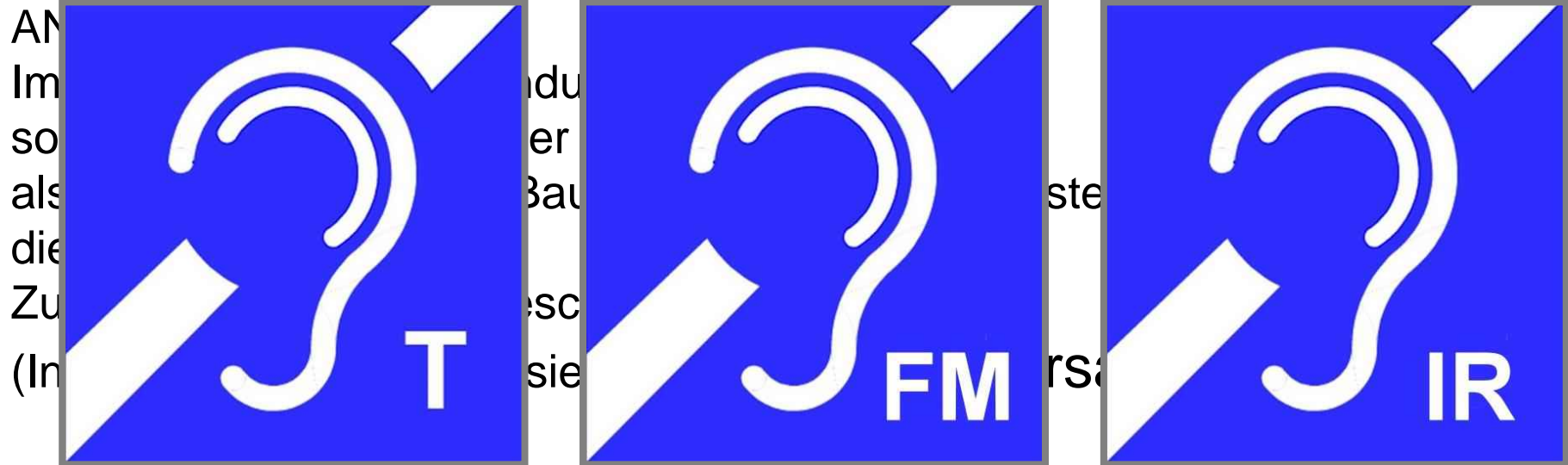
Im Allgemeinen ist eine indukTive Höranlage sowohl für die Nutzer in der Anwendung als auch hinsichtlich der Bau- und Unterhaltungskosten die günstigste Lösung.

Zu den verschiedenen Beschallungssystemen

(IndukTiv, Funk, Infrarot) siehe DIN 18041, Hörsamkeit.

Elektroakustik / Beschallung: DIN 18040-1 Barrierefreies Bauen

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





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:

Über die Lautsprecher 
→ immer noch Klang-Brei

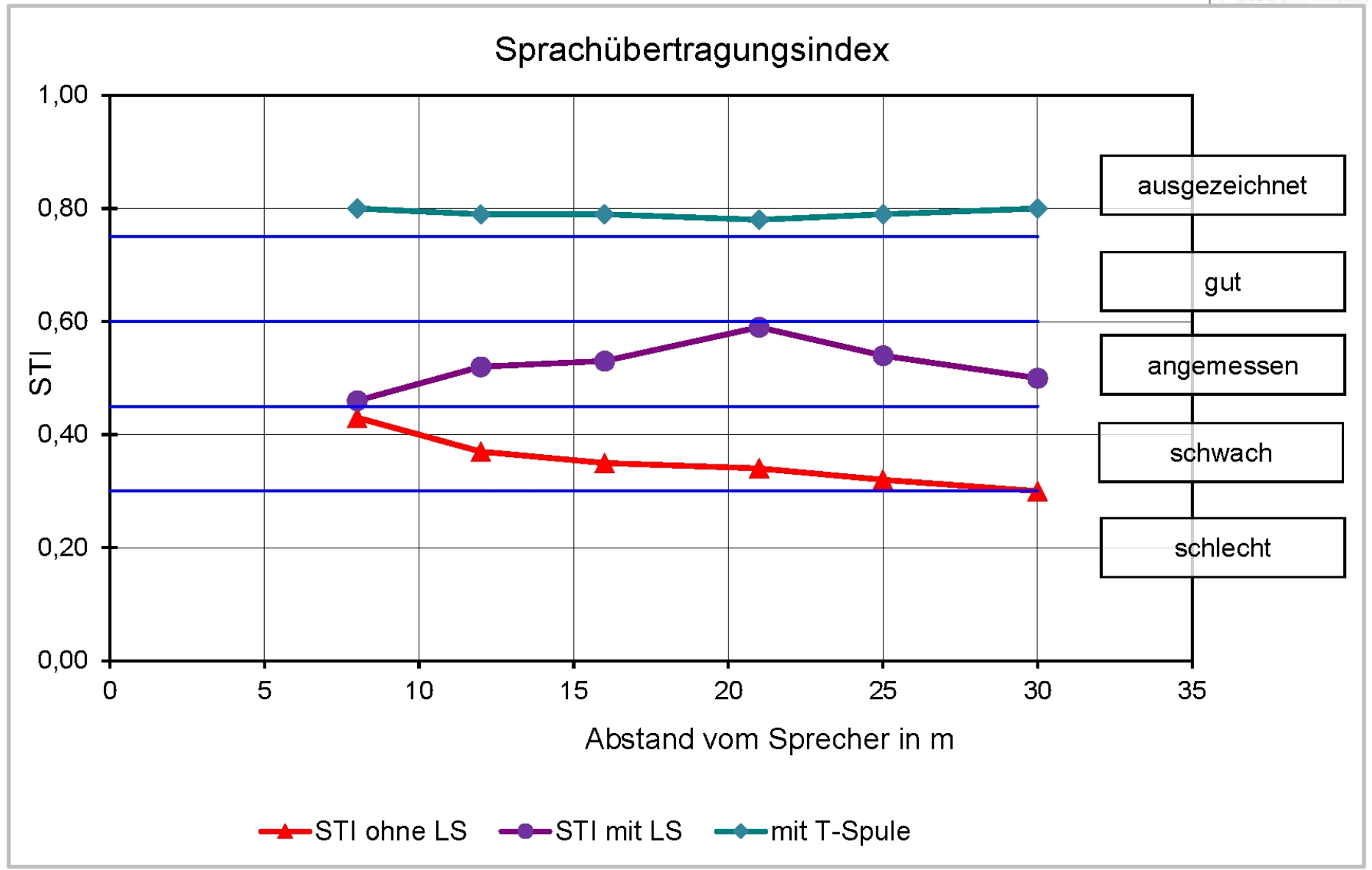


IndukTive Höranlage

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!

Merke: **Aller guten Dinge**
sind drei:
Decke ganz
Wandpaneel
Teppichboden