

Raumakustik in der Schule

Hörgeschädigte Kinder in Regelschulen
Neue Raumakustik-Norm DIN 18041

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



Grundgesetz für die

Bundesrepublik Deutschland

in Kraft getreten am 23.05.1949, geändert am
11.07.2012, Art. 3 (3):

Niemand darf wegen seines Geschlechtes, seiner Abstammung,
seiner Rasse, seiner Sprache, seiner Heimat und Herkunft,
seines Glaubens, seiner religiösen oder politischen
Anschaungen benachteiligt oder bevorzugt werden. **Niemand
darf wegen seiner Behinderung benachteiligt werden.**



Gesetz zur Gleichstellung
behinderter Menschen
(Behindertengleichstellungsgesetz – BGG)
vom 27.04.2002,
in Kraft getreten am 1. Mai 2002, geändert
am 19. Dezember 2007.



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

Art. 24: Bildung

(1) Die Vertragsstaaten anerkennen das Recht von Menschen mit Behinderungen auf Bildung. Um dieses Recht ohne Diskriminierung und auf der Grundlage der Chancengleichheit zu verwirklichen, gewährleisten die Vertragsstaaten ein inklusives Bildungssystem auf allen Ebenen und lebenslanges Lernen...

Inklusion ist Menschenrecht, kein Almosen!

Inklusion ist Menschenrecht:

Alle Menschen haben das Recht,
unabhängig von ihren Fähigkeiten
oder Beeinträchtigungen sowie
ihrer ethischen, kulturellen oder sozialen Herkunft
einen gleichberechtigten Zugang
zu allen relevanten Teilhabebereichen
einer Gesellschaft zu haben.
Dies gilt für/über die gesamte Lebensspanne.

Ohne WENN und ABER!

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 Schleswig-Holstein (LBO)

vom 22. Januar 2009

§ 52 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- und Gaststätten

Baurecht nach BGB § 633 und VOB/B, § 13

Danach übernehmen der Planer (BGB, § 633) und der Auftragnehmer (VOB-B, § 13) die Gewähr dafür, dass das Werk zum Zeitpunkt der Abnahme

- (1.) die vertraglich zugesicherten Eigenschaften hat,
- (2.) den anerkannten Regeln der Technik entspricht,
- (3.) nicht mit Fehlern oder Mängeln behaftet ist, die den Wert oder die Tauglichkeit zu dem gewöhnlichen oder nach dem Vertrag vorausgesetzten Gebrauch aufheben oder mindern.

(Gewährleistung)

Wer nicht sachgerecht plant, begeht eine positive Vertragsverletzung und haftet dafür!

Welche Hinweise geben Normen / Regelwerke?

Eine Norm ist kein „Baugesetz“, auch dann nicht, wenn sie bauaufsichtlich eingeführt ist.

Eine Norm beschreibt nur das richtige Verhalten im Regelfall.

Eine Norm **kann** auch eine „allgemein anerkannte Regel der Technik“ sein.

Wer eine „allgemein anerkannte Regel der Technik“ nicht beachtet, begeht einen Planungsfehler (Gewährleistung und Haftung).



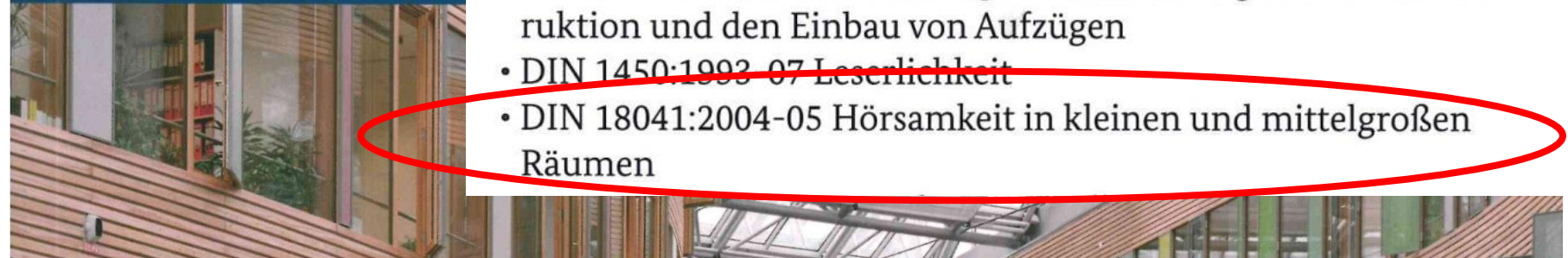
Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

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 18040-1:2010-10 Barrierefreies Bauen

DIN 18041 :2016-03 Hörsamkeit in Räumen

Öffentlich-rechtlich (Baugenehmigung) müssen
Normen, die nicht bauaufsichtlich eingeführt sind,
nicht beachtet werden.

Zivilrechtlich kann es aber durchaus sinnvoll sein
(Mängelfreiheit).

**Zivilrechtlich ist es jedenfalls
nicht verboten,
etwas richtiges und sinnvolles zu planen!**

DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen

Bei der Planung von Räumen für sprachliche Kommunikation sind auch Personen mit einem erhöhten Bedürfnis nach guter Hörsamkeit zu berücksichtigen.

Hier gelten das Benachteiligungsverbot aus Art. 3, Abs. 3 **Grundgesetz**, die Vorgaben des **Bundesgleichstellungsgesetzes § 4** und der **UN-Konvention** über die Rechte von Menschen mit Behinderungen ...

In der Normfassung von 2004 waren diese Belange noch nicht umfassend für alle Nutzer berücksichtigt (zukünftig Inklusion anstelle von Integration).

DIN 18040-1 und DIN 18040-3 verweisen hinsichtlich der akustischen Anforderungen auf DIN 18041.

DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen

Welche Norm-Teile betreffen die Inklusion?

Die verschärften Anforderungen an die Nachhallzeit gelten zukünftig nicht nur in besonderen Fällen.

Sie sind vielmehr bei Neubauten immer anzuwenden und sollten bei Umbauten auch berücksichtigt werden.

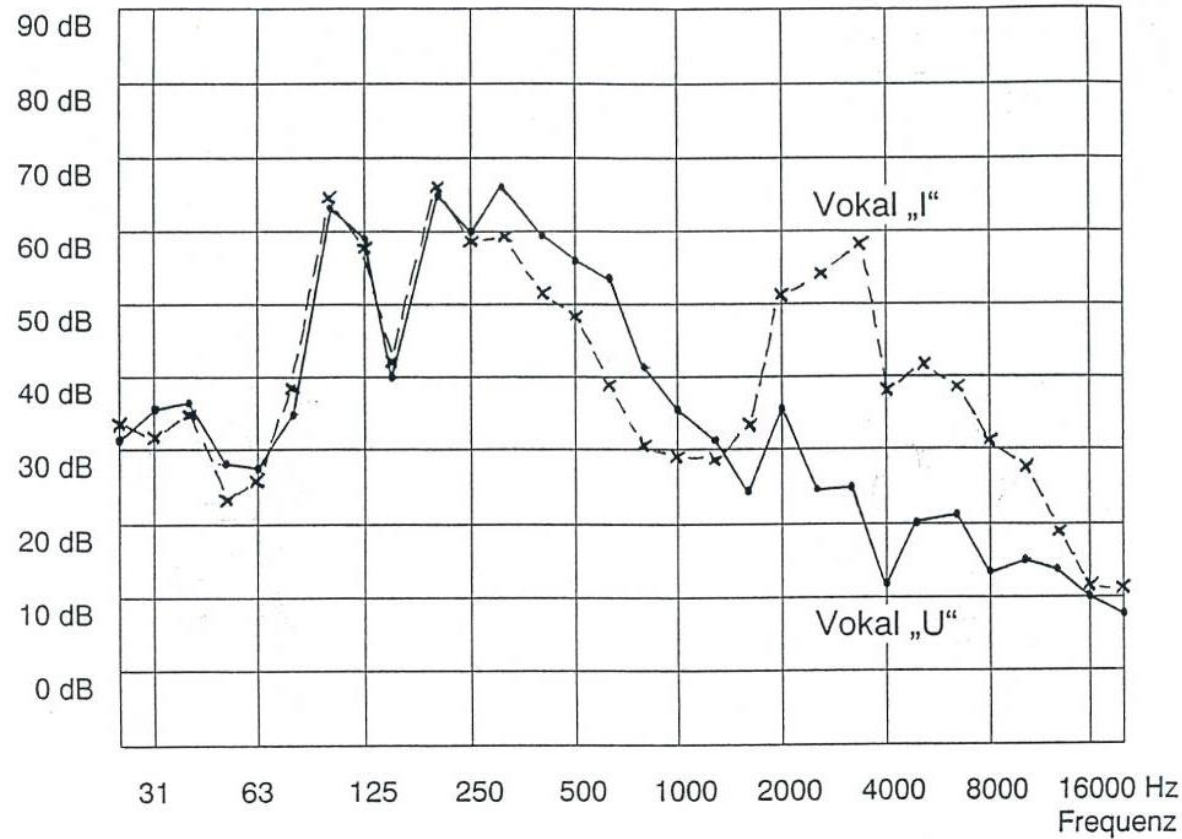
In Räumen mit elektroakustischer Unterstützung ist nach DIN 18040-1 Ziffer 5.2.2 auch ein spezielles Beschallungs-System für Hörgeschädigte vorzusehen.

DIN 18041 benennt dazu Auswahlkriterien.

Was kann das menschliche Gehör?

Formanterkennung:

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

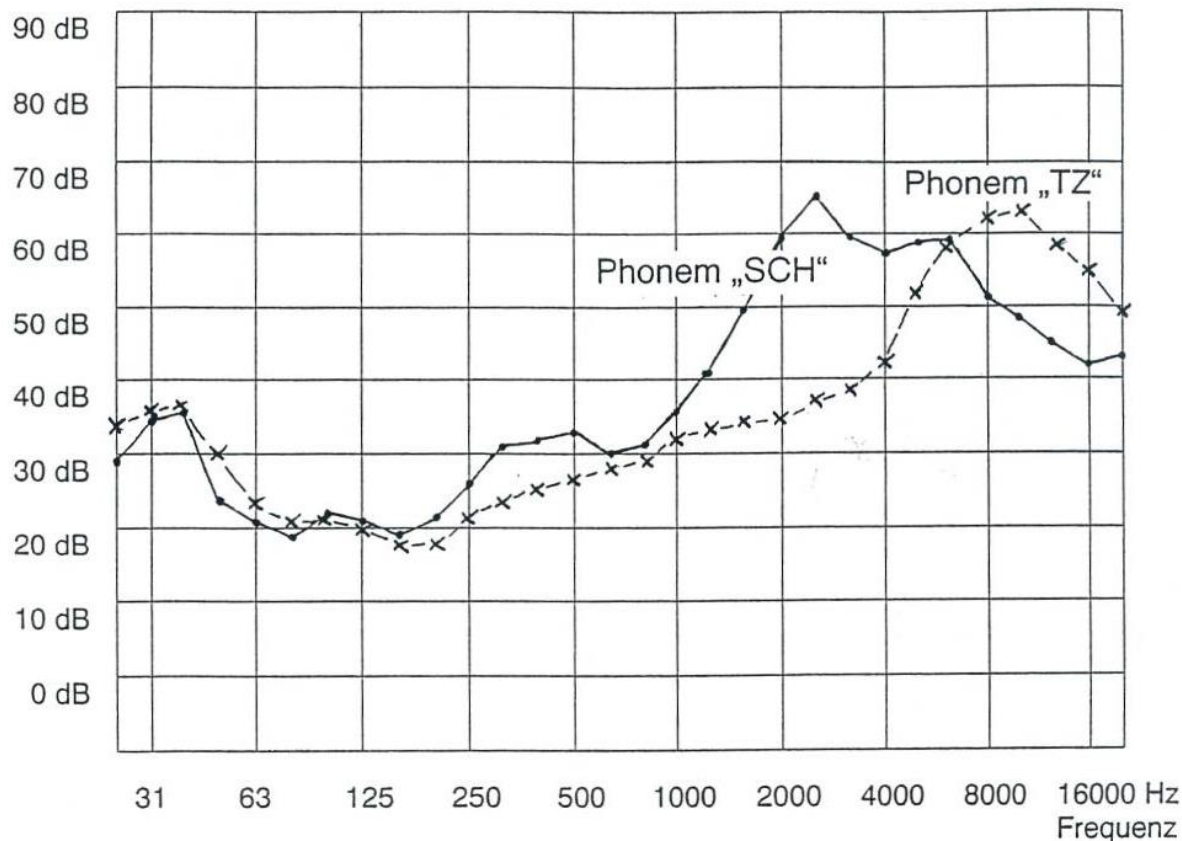


© TuR Schmidt/Ruhe 2002

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.

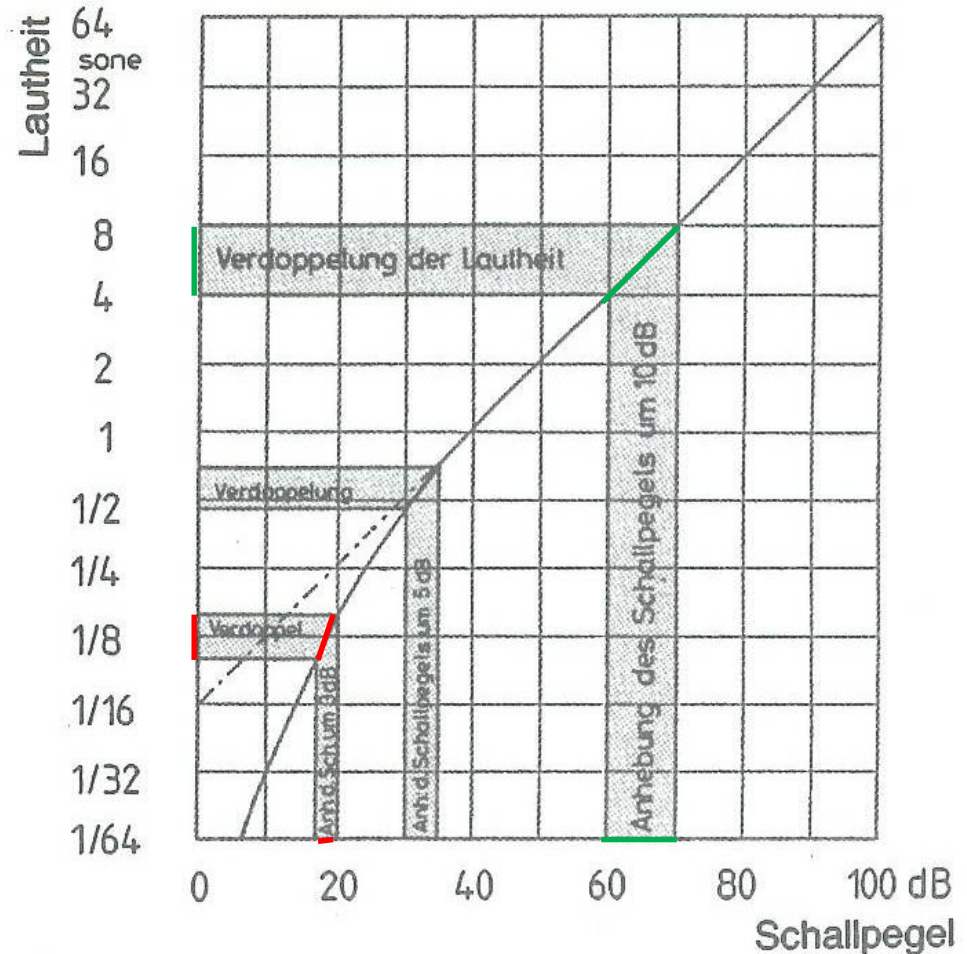


© TuR Schmidt/Ruhe 2002

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.

Waru
stark
Waru
empfi
Waru
Schla

Evolu
Hinwe
oder
z. B.



chl
he G
?
ehör
empfi
Gege
t“?

er Äst



n so

n

g)
g)

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...

Was können Schwerhörende anders?

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

Das lässt sich auch optisch belegen:

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

Was können 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:

Die Konsonanten enthalten die Information.

Was können Schwerhörende anders?

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

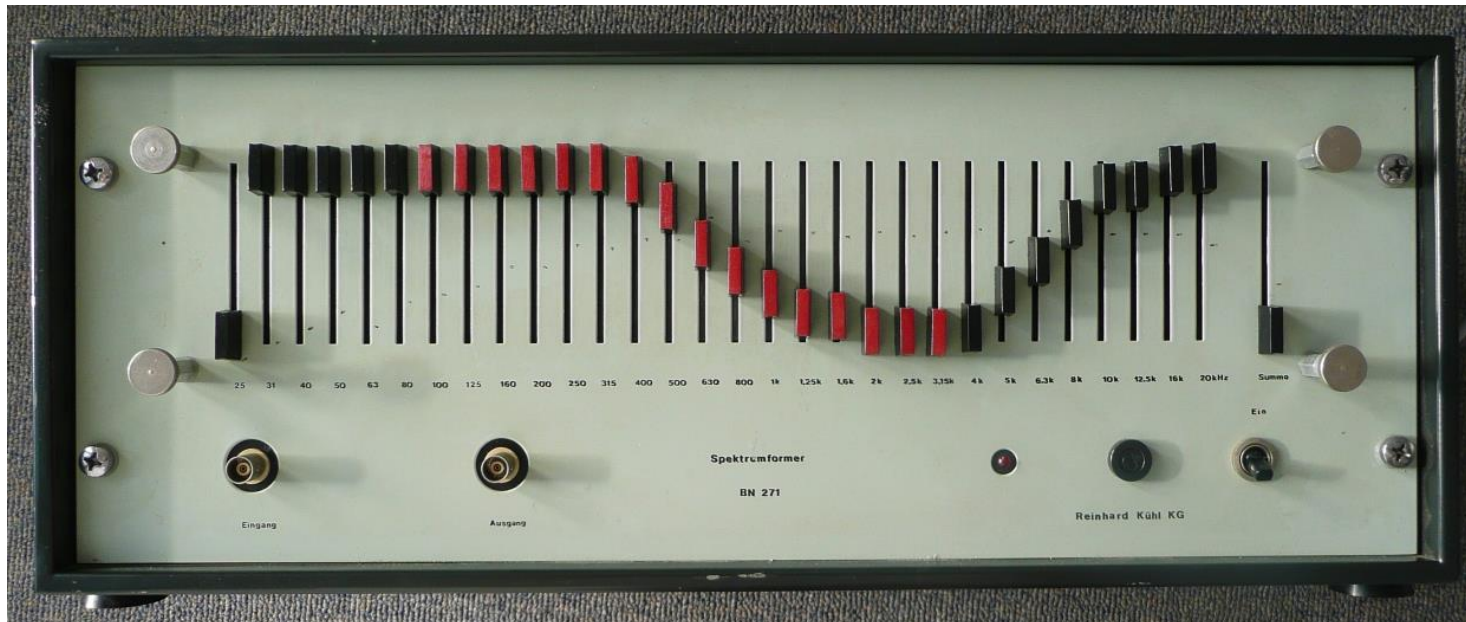
Diese hochfrequenten Sprach-Anteile müssen in den Hörgeräten besonders kräftig verstärkt werden.

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

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

Was können Schwerhörende anders?

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



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

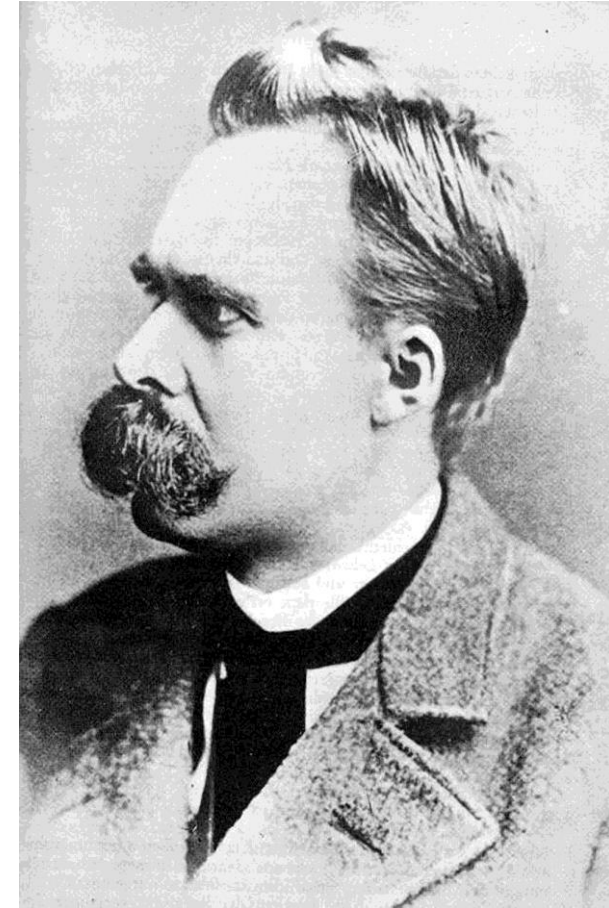
Was können Schwerhörende anders?

Das Verständlichste an der Sprache ist nicht das Wort selbst, sondern Ton, Stärke, Modulation, Tempo, mit denen eine Reihe von Wörtern gesprochen wird – kurz die Musik hinter den Worten, die Leidenschaft hinter dieser Musik, die Person hinter dieser Leidenschaft; also alles das, was nicht geschrieben werden kann.

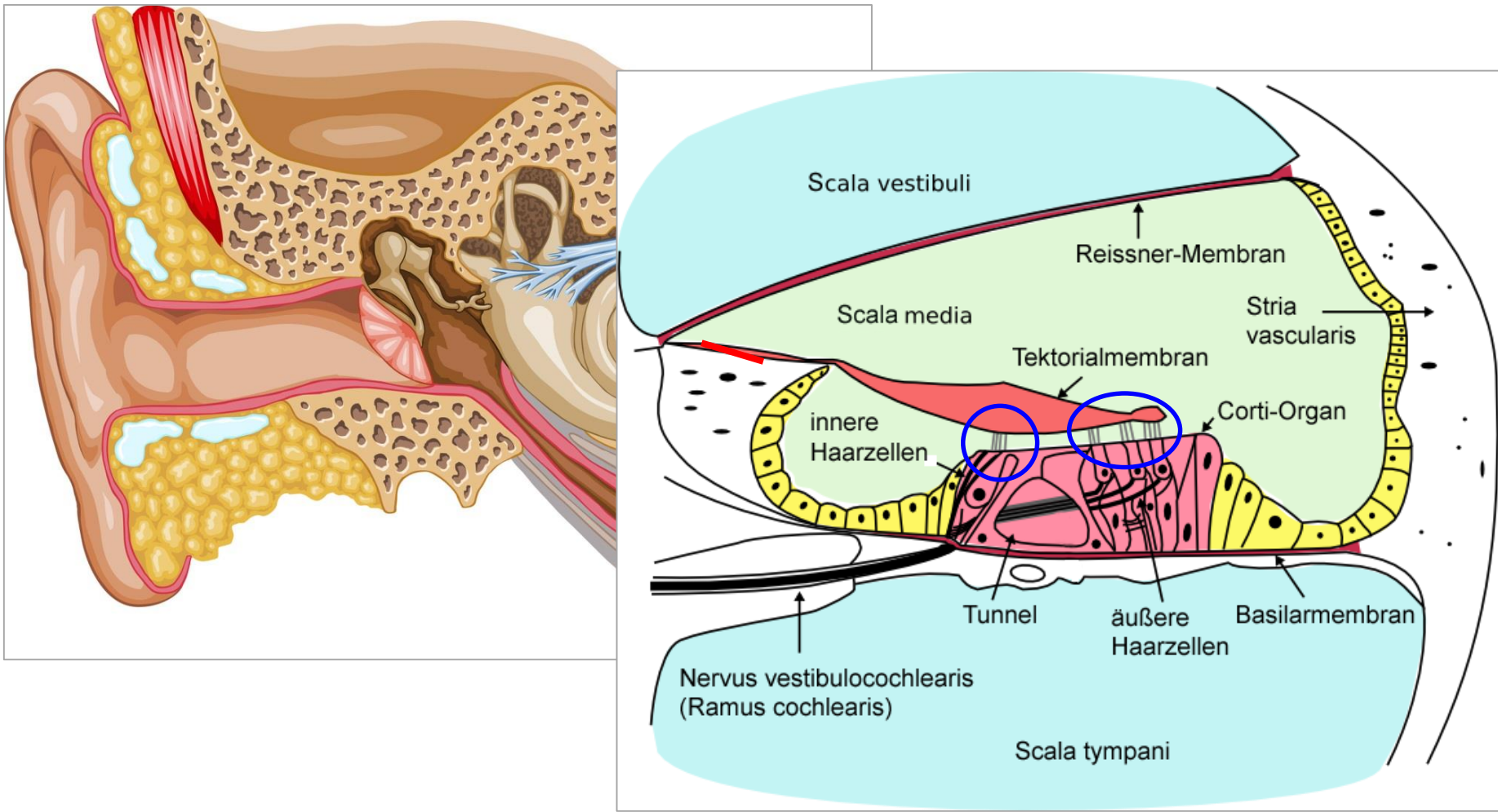
Friedrich Nietzsche (1844-1900)

Der Ton macht die Musik.

Die Sprache macht die Musik, nicht die Schrift.



Was können Schwerhörende anders?

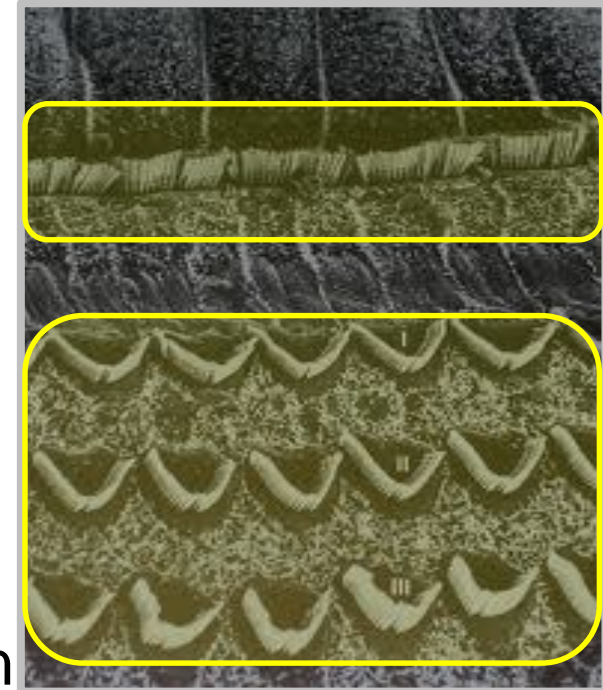


Was können Schwerhörrende anders?

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

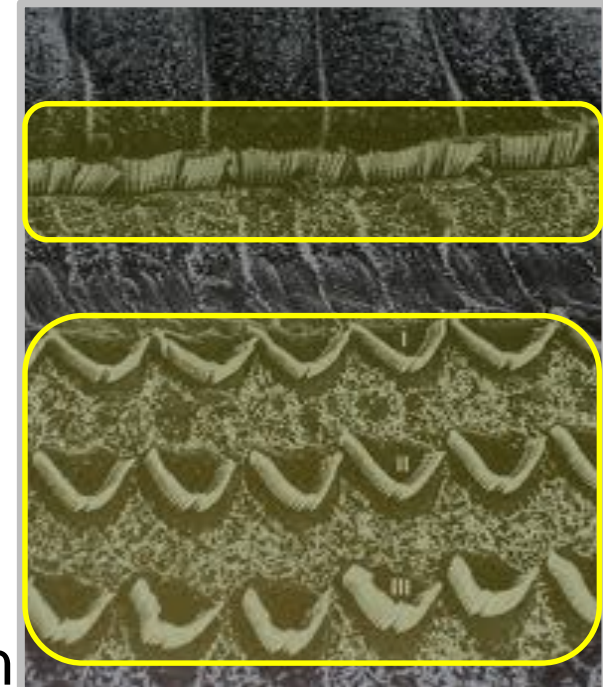
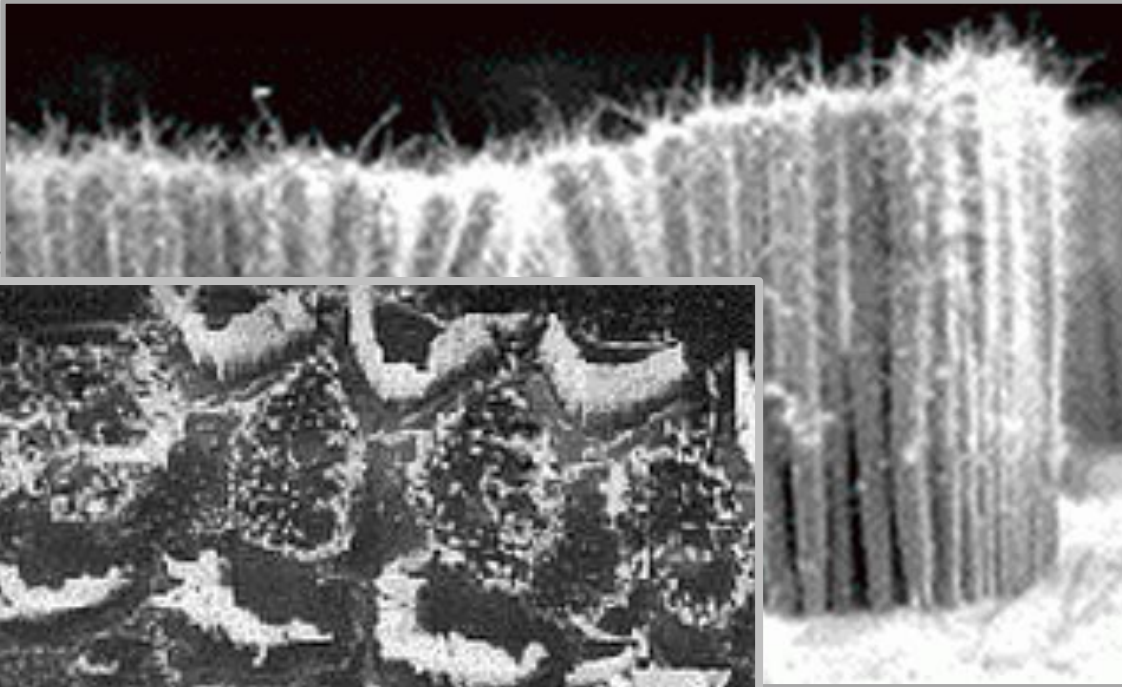
Die Härchen der *äußeren Haarzellen* (drei Reihen) sind aus Protein-Filamenten aufgebaut. Die Proteine Actin und Myosin sind (wie Muskeln) für die Motilität der Haarzellen verantwortlich. Sie verstärken oder dämpfen die Schallwandlerwellen innerhalb der Cochlea (Hörschnecke) und sind so Equalizer und Aussteuerungs-Automatik gleichzeitig.

Bei Ausfall der äußeren Haarzellen fehlt diese Regelung.



Was können Schwerhörrende anders?

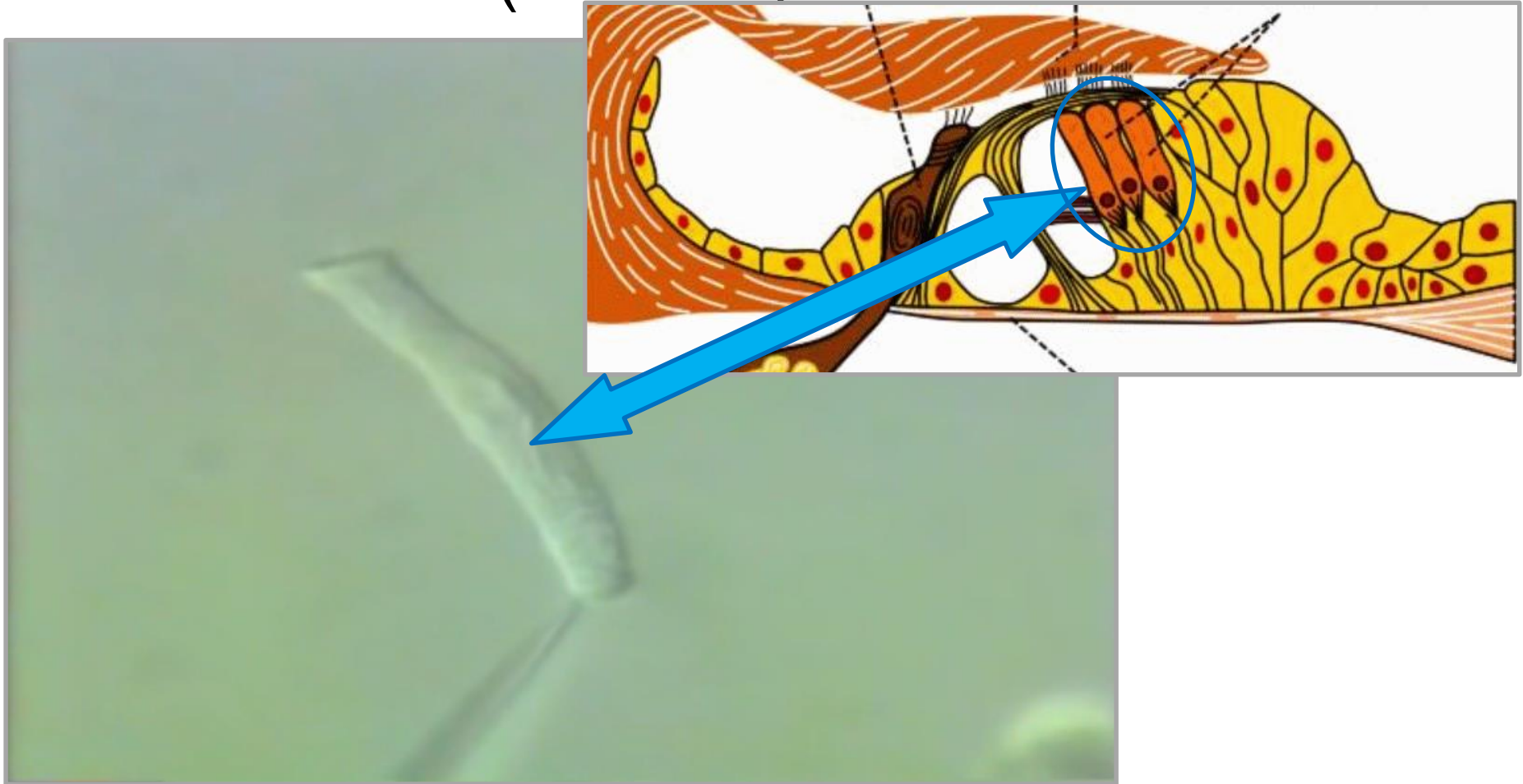
Die
die
die
Ner



oder dämpfen die Schallwandler-
(Hörschnecke) und sind so
Automatik gleichzeitig.

Bei Ausfall der äußeren Haarzellen fehlt diese Regelung.

Die tanzende (äußere) Haarzelle

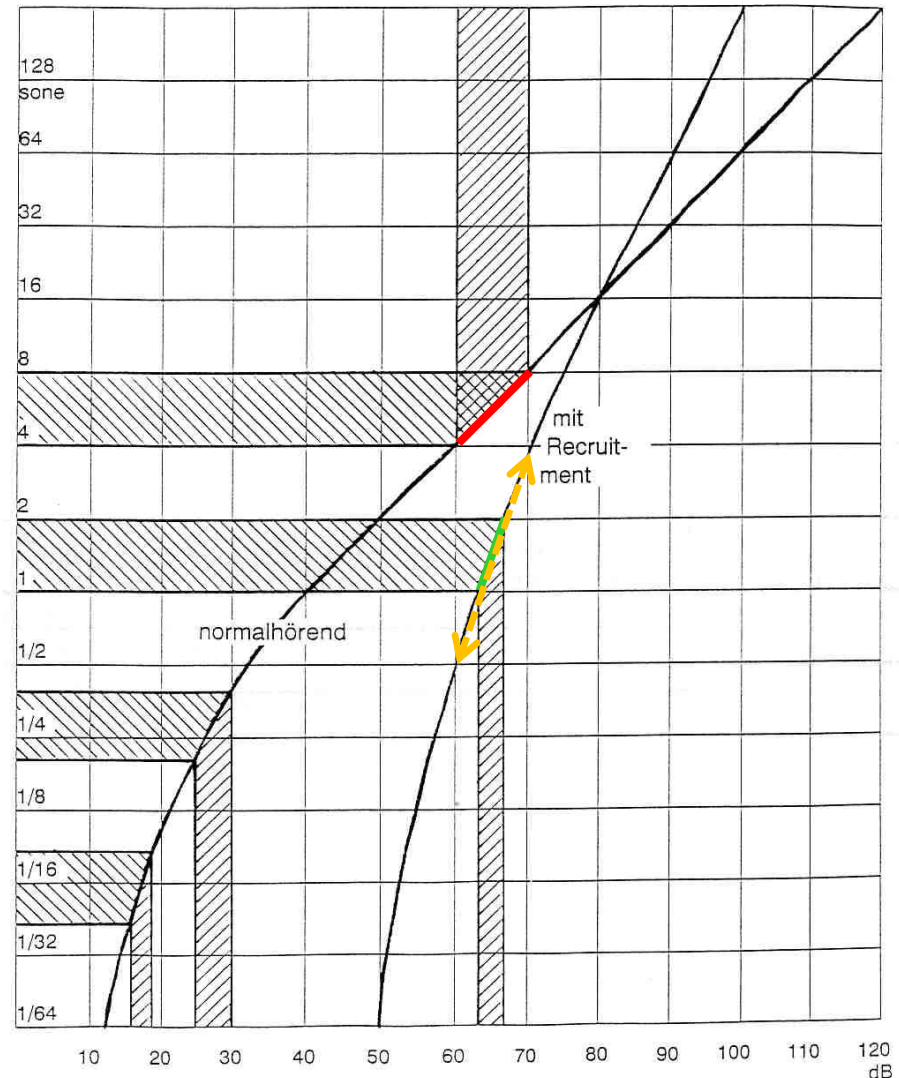


<https://www.youtube.com/watch?v=Xo9bwQuYrRo>

Was können Schwer- hörende anders?

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

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



Was muss man deshalb tun?

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

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

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

SNR > 15 dB

Anteile der Hörgeschädigten in Deutschland

Gehörlose		ca.	80.000
Schwerhörige	17%	ca.	13.700.000
davon mit Hörgeräten		ca.	3.500.000
mit Innenohr-Implantaten		ca.	50.000

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!

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,

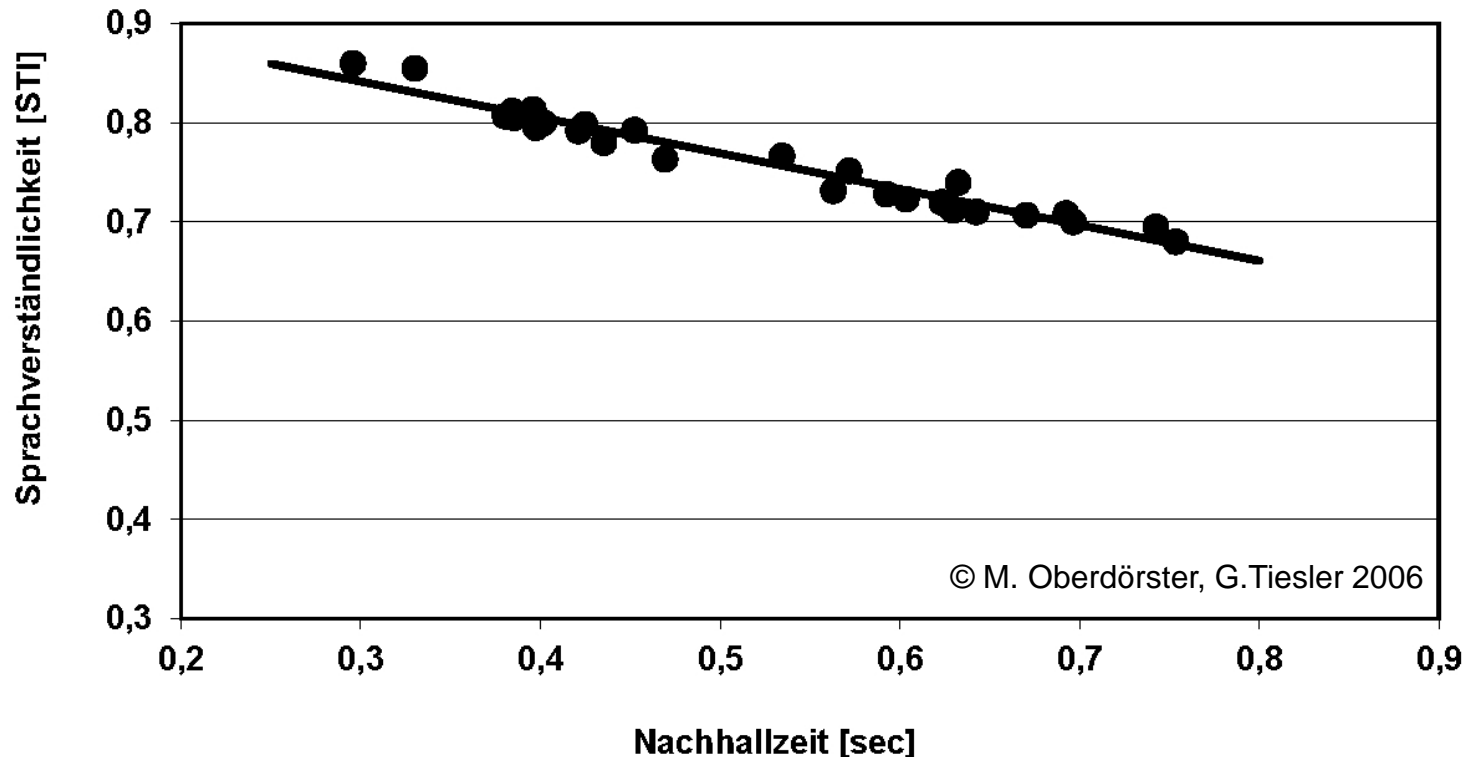
sondern Kommunikation findet überall dort statt, wo sich Menschen begegnen,

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.

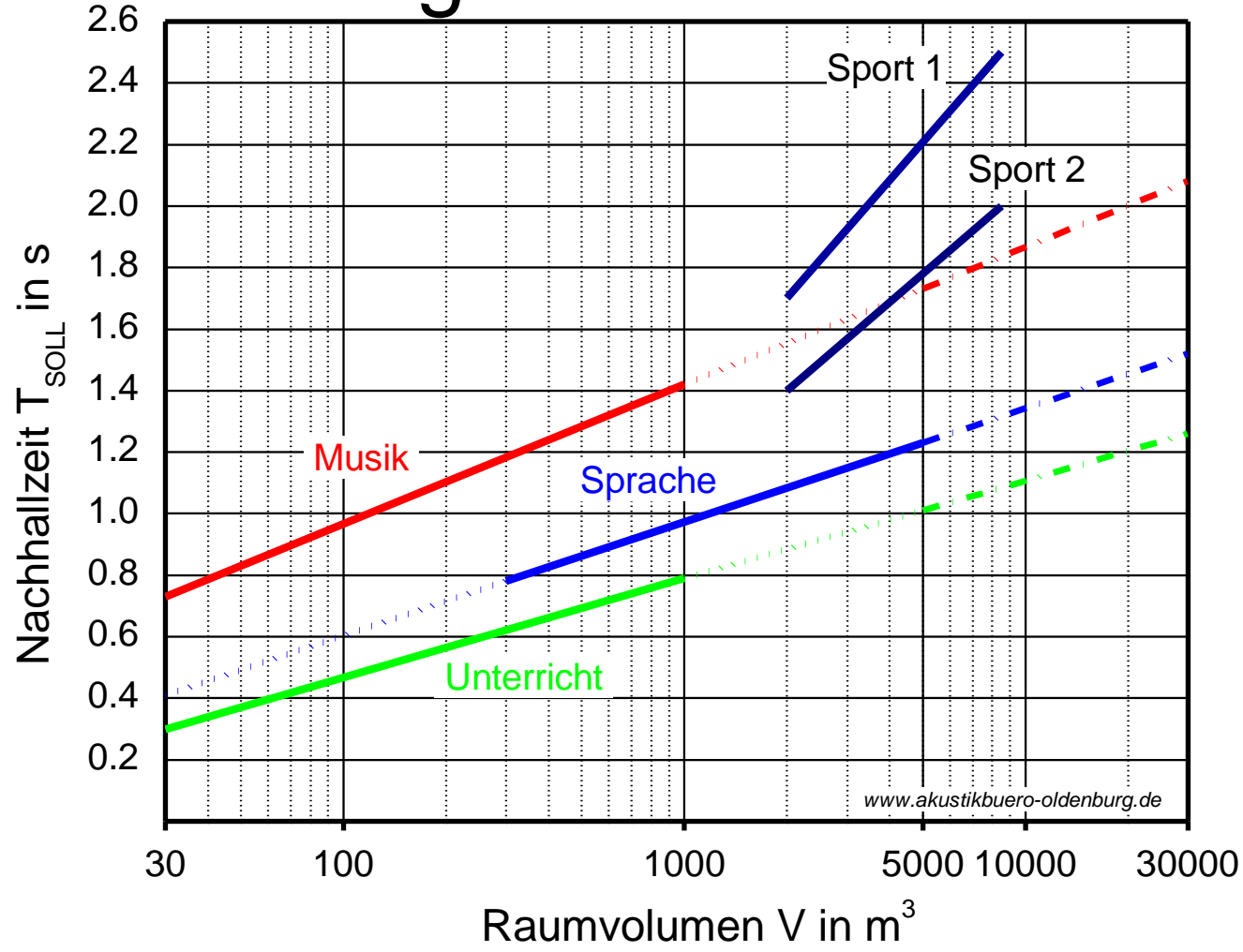
Tabelle 1 — Beschreibung der Nutzungsarten der Räume der Gruppe A

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

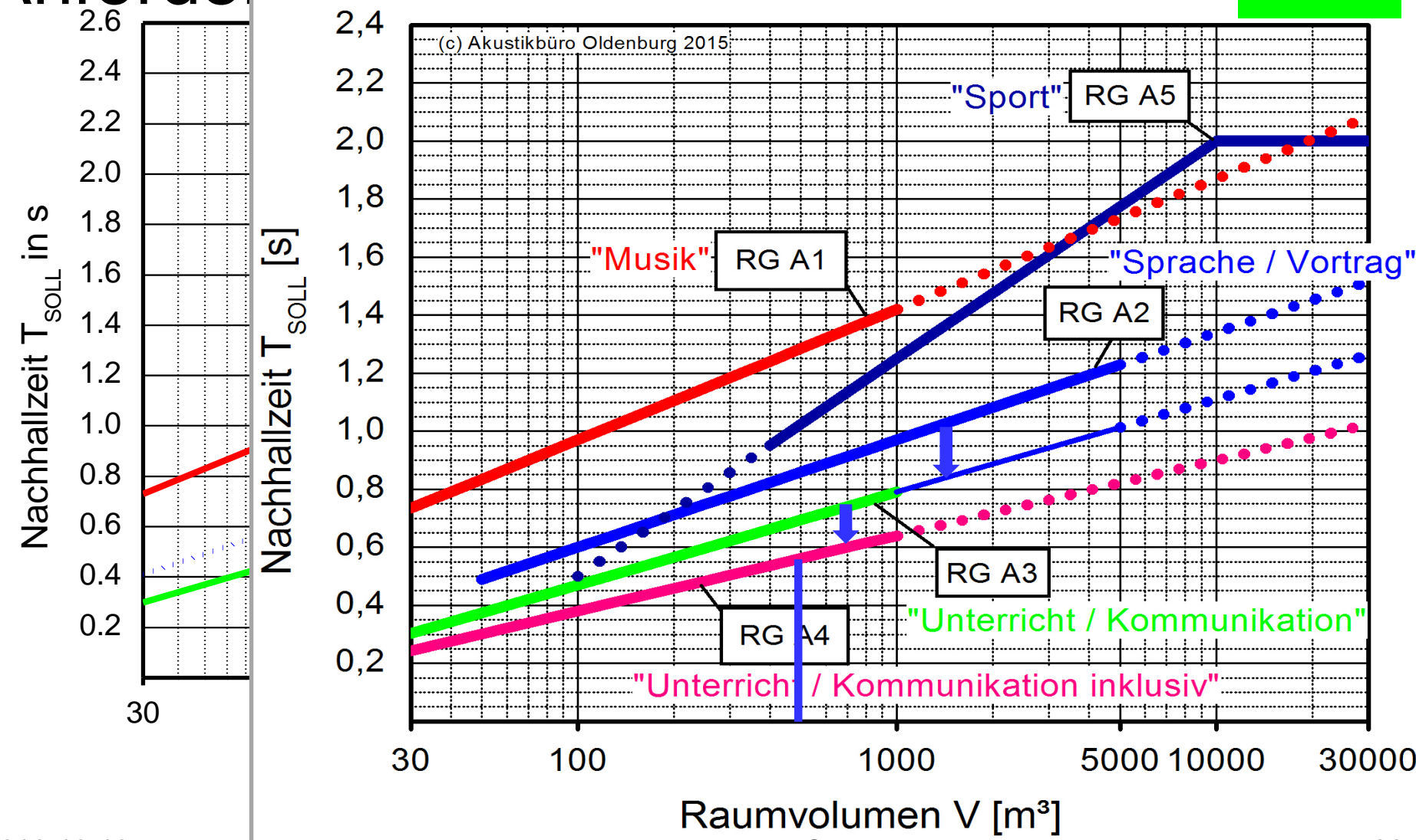
Tabelle 1 — Beschreibung der Nutzungsarten der Räume der Gruppe A

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



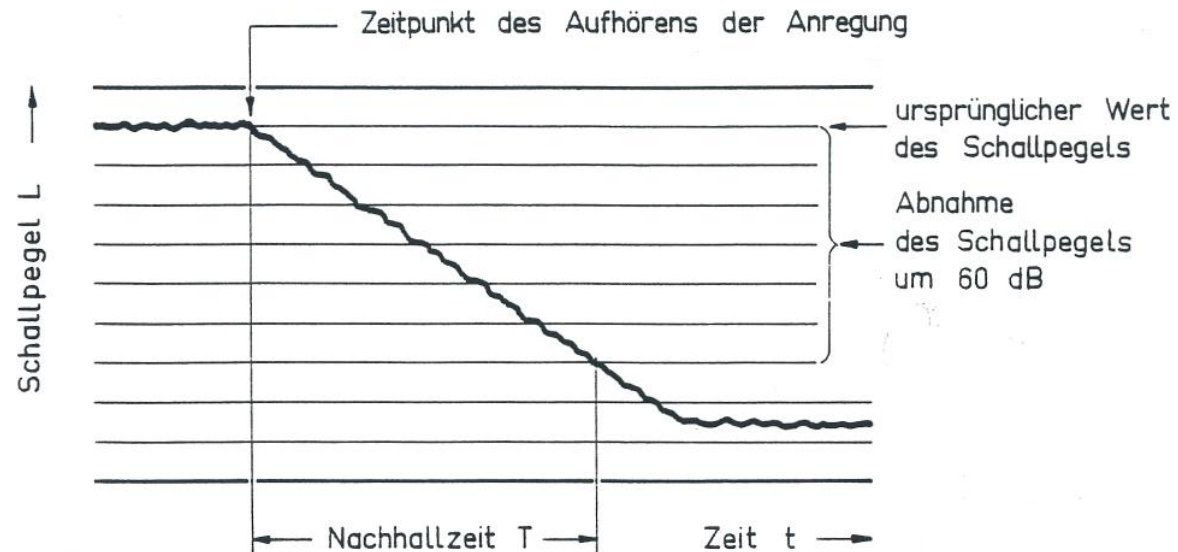
Anforderungen Nachhallzeit / Nutzung 2016



DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen

Definition der Nachhallzeit:

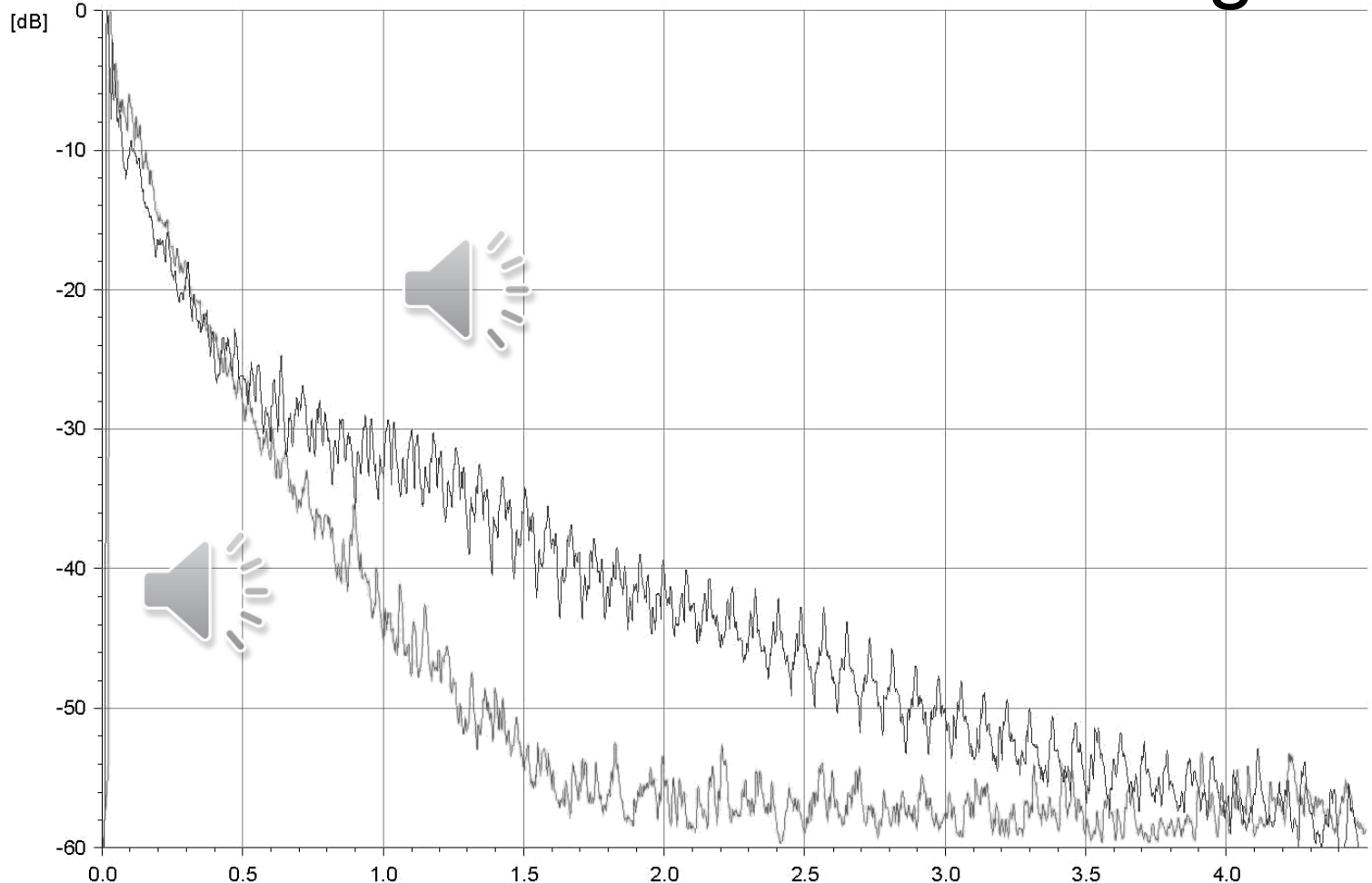
Die Nachhallzeit ist diejenige Zeitspanne, in der der Schallpegel nach Abschalten der Schallquelle um 60dB abnimmt.



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:



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 durch Umwandlung in Wärmeenergie zu entziehen (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!

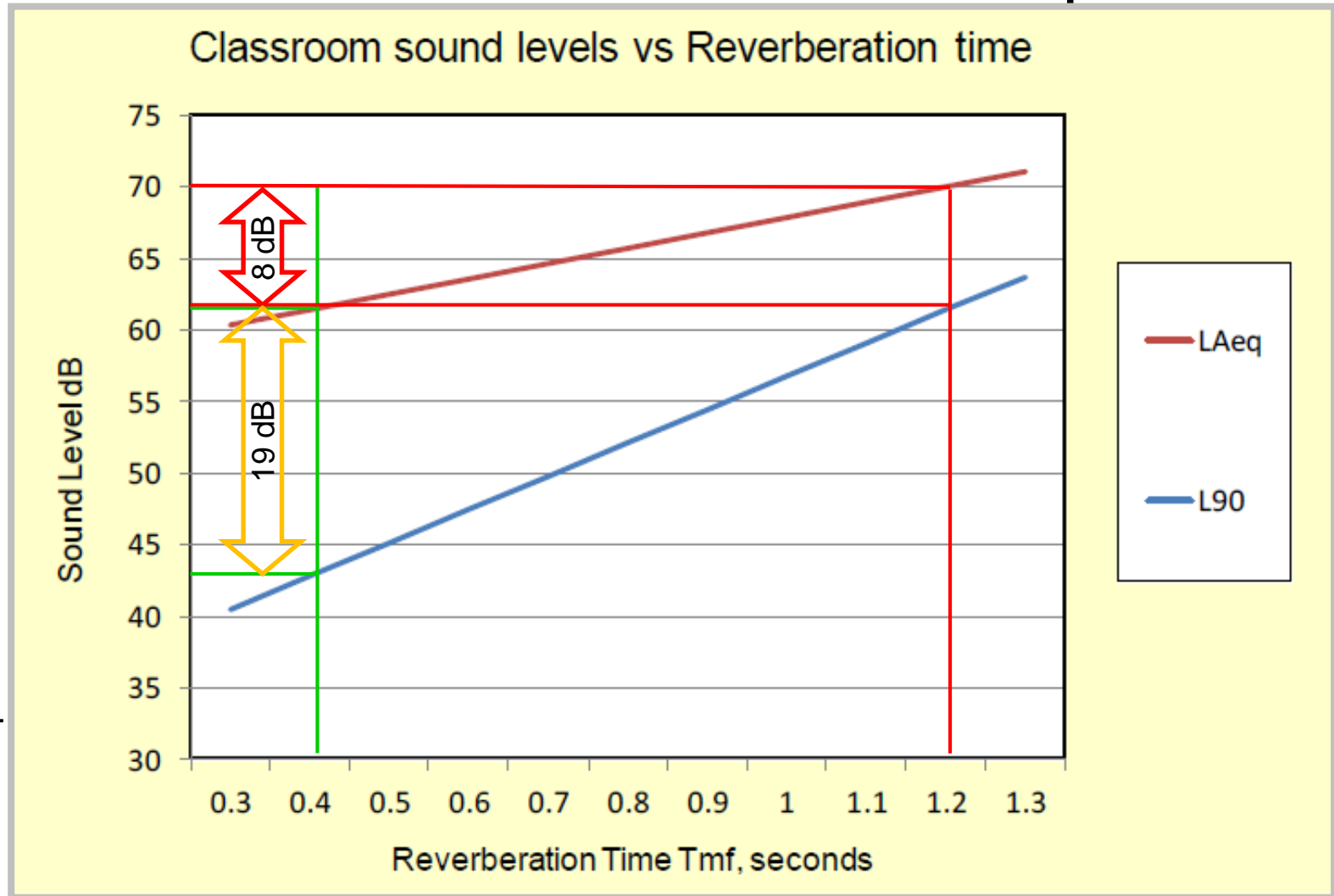
Pressen Sie den Mund fest auf einen Ärmel.

Pusten Sie kräftig → es wird warm.

Pusten Sie kräftig auf den Handrücken.

→ es bleibt kalt.

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.

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 €**

Ernst-Ludwig-Schule - Bad Nauheim



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



Ist eine beidseitig CI-Implantierte Lehrerin etwas Besonderes?

Nein!

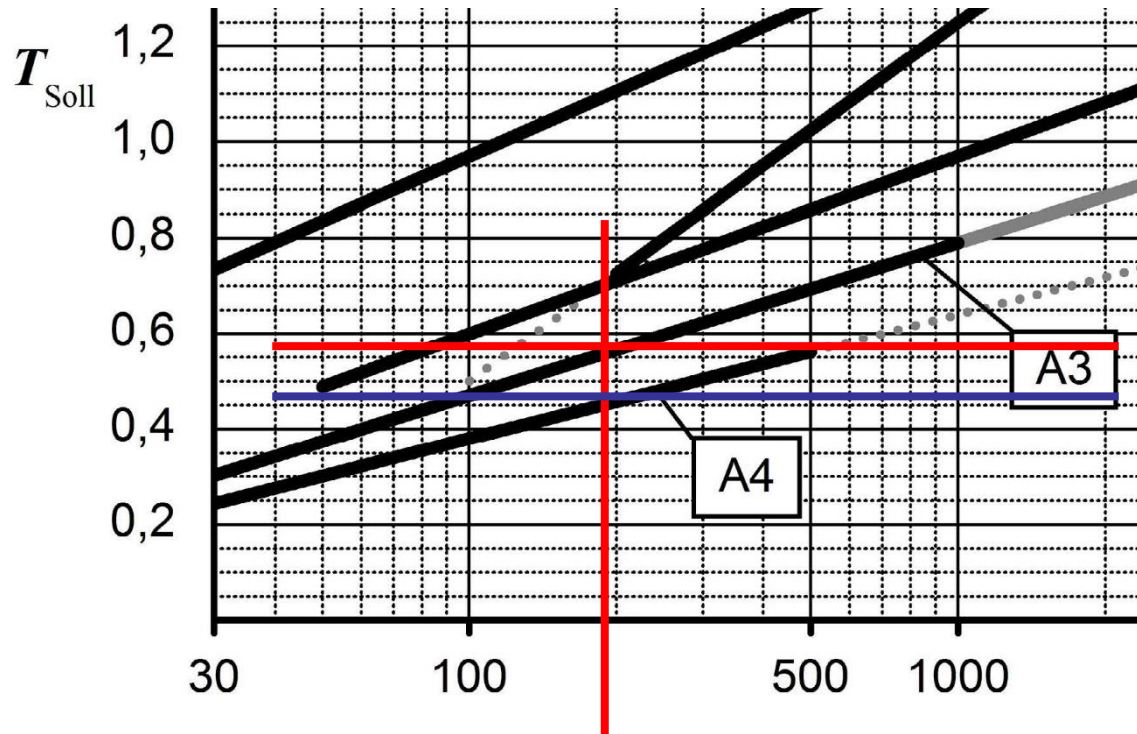
1. Sie ist ein Mensch wie Du und ich.
2. Lehrer_innen werden wegen Burnout, Lärmstress und Tinnitus häufig zwischen 57 und 58 Jahren frühpensioniert, das sind ca. 100 Monate Frührente. Eine akustische Klassenraumsanierung kostet etwa die Frührente von 3 Monaten.

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:

$$T_m = 0,58 \text{ s}$$

jetzt inklusiv:

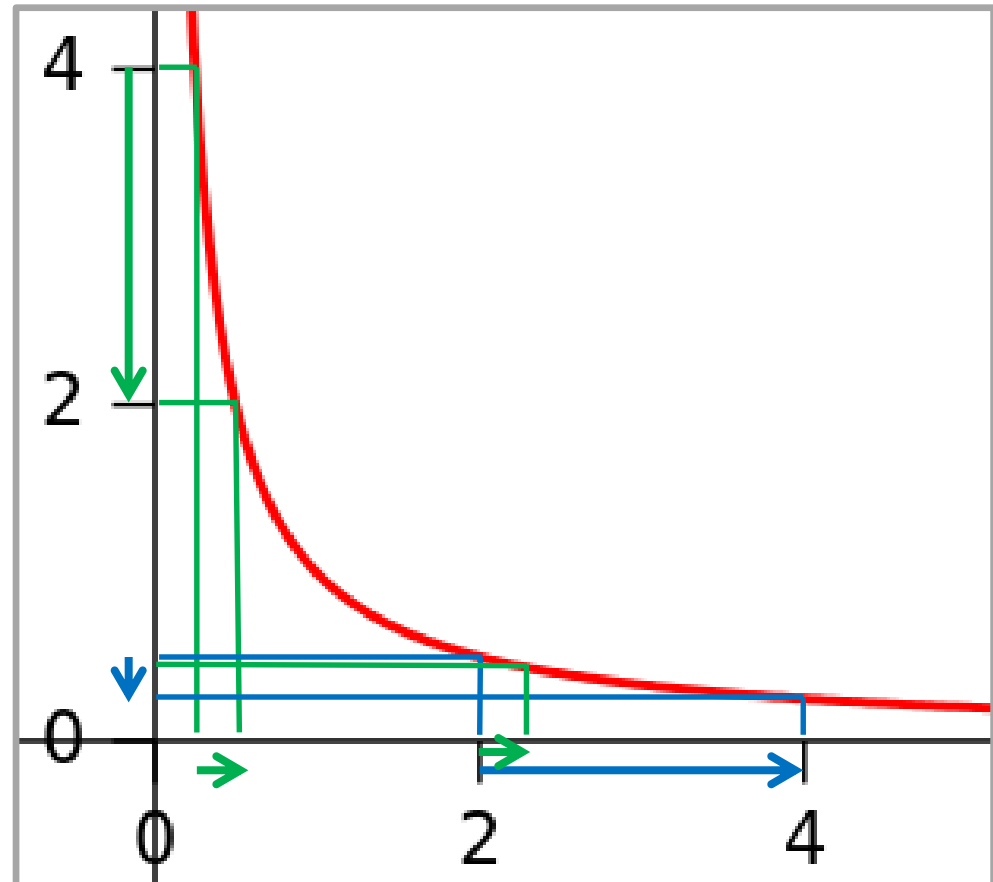
$$T_m = 0,47 \text{ s}$$

DIN 18041:2016-06 Hörsamkeit in Räumen

Berechnung der Nachhallzeit T nach W. C. Sabine:

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

Der Graph
der Funktion
ist eine Hyperbel:



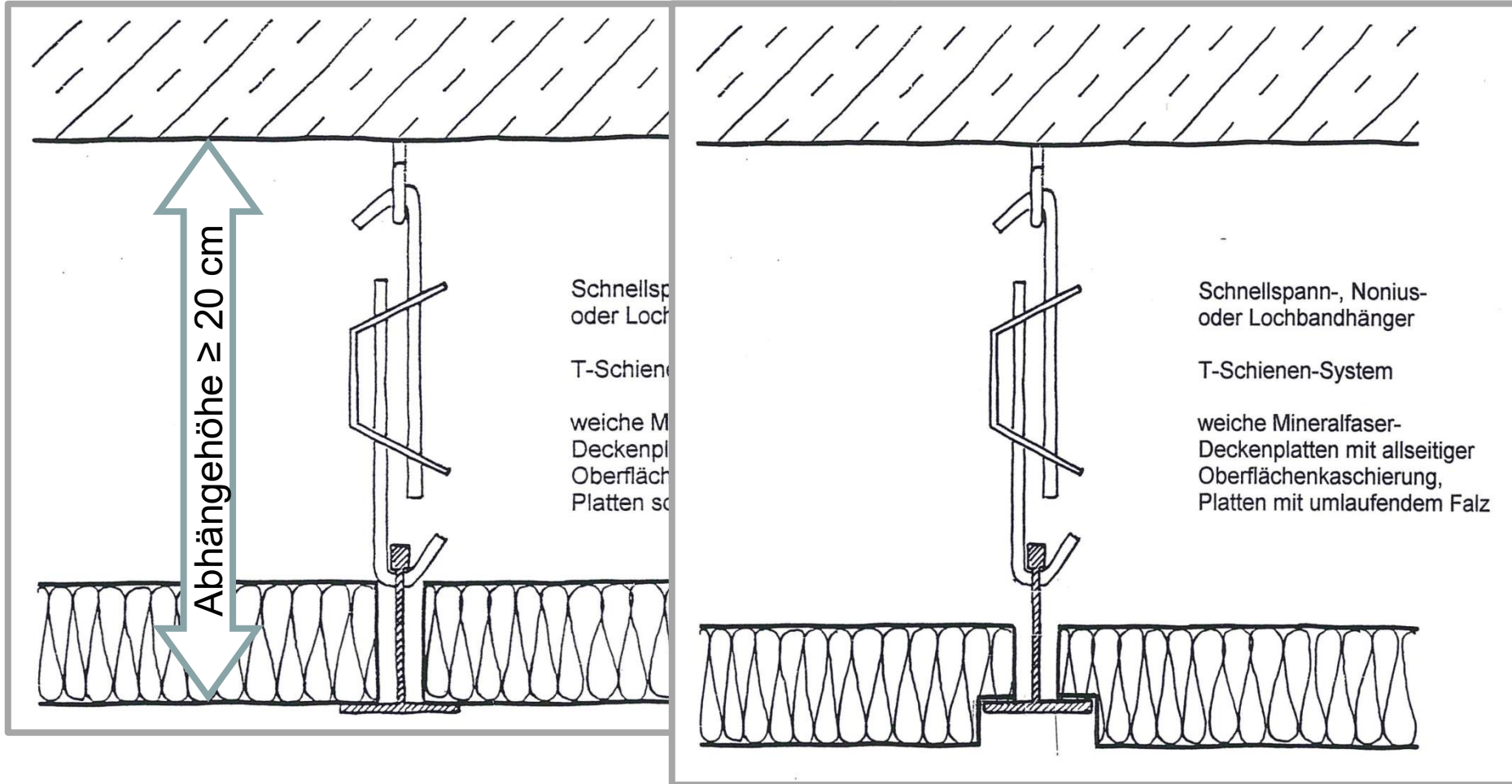
Wie geht man zur Verbesserung vor?

- 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: schallabsorbierende Wandpaneele
- 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)
- Schwer entflammbar oder nicht brennbar
- angemessener Preis (nicht unbedingt „billig“)
- ggf. schnelle Verfügbarkeit
- ggf. Verarbeitung auch in Selbsthilfe möglich?

Abgehängte schallabsorbierende Decken:



Oldenburg-Wechloy

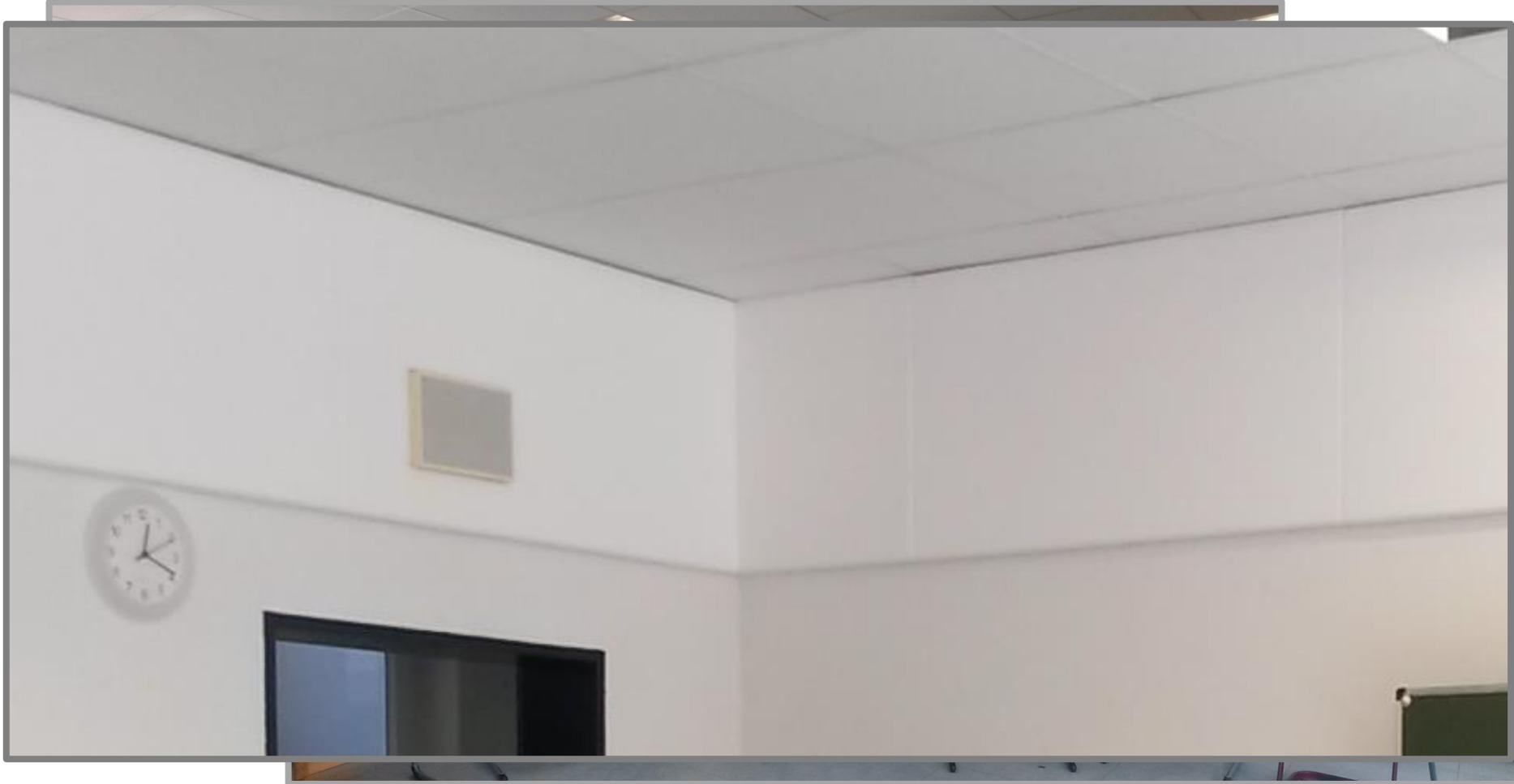
© Rockfon



Beispiel: Wohratal-Halsdorf b. Marburg



Beispiel: Wohratal-Halsdorf b. Marburg



Wiesbaden, Kerschensteiner-Sch., Physikraum

Ungeeignete – deshalb auch zu teure - Absorber



Friedberg, Johannes-Vatter-Schule, Mensa



Friedberg, Johannes-Vatter-Schule, Mensa

© TAUBERT und RUHE



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	Speiseräume und Kantinen in Schulen, Kindertagesstätten (Kindergarten, Kinderkrippe, Hort etc.), Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen Spielfläure und Umkleiden in Schulen und Kindertagesstätte (Kindergarten, Kinderkrippe, Hort etc.)

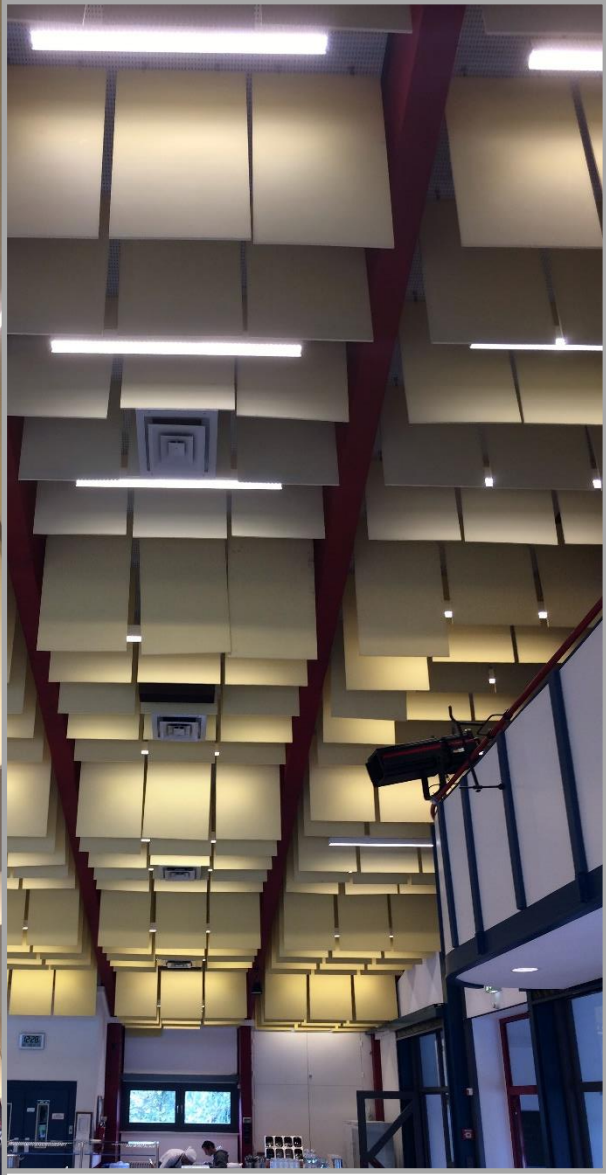
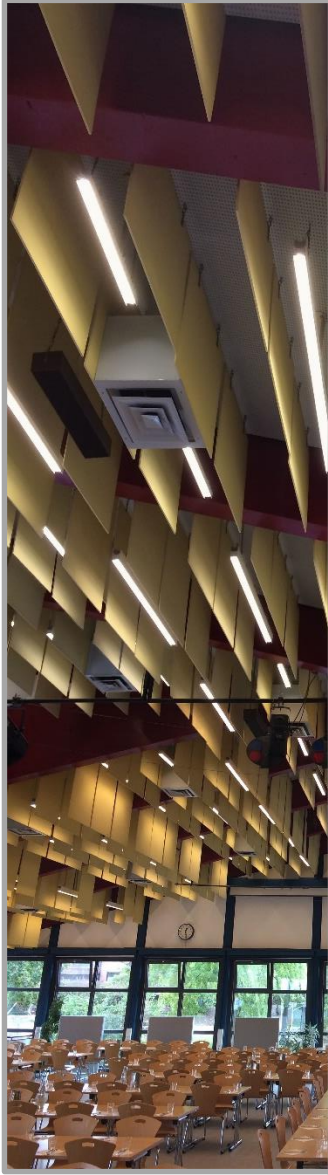


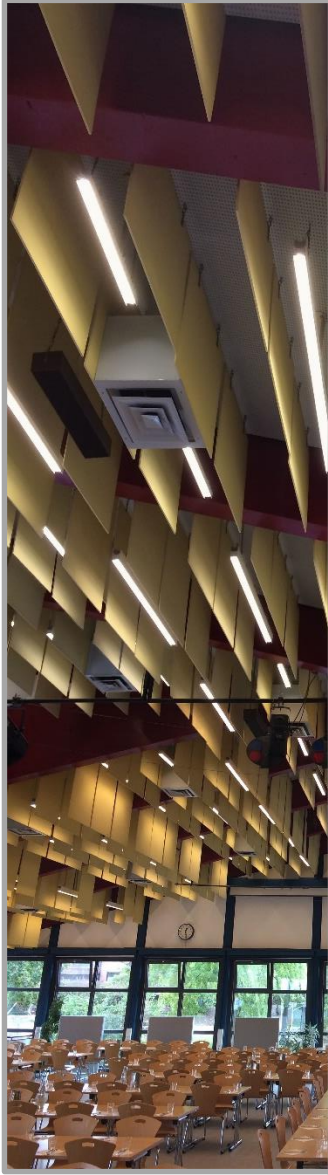
2016-10-10



Raumakustik in der Schule

63





2016-10-10

Luxemburg, Centre de Logopédie, Klassenraum



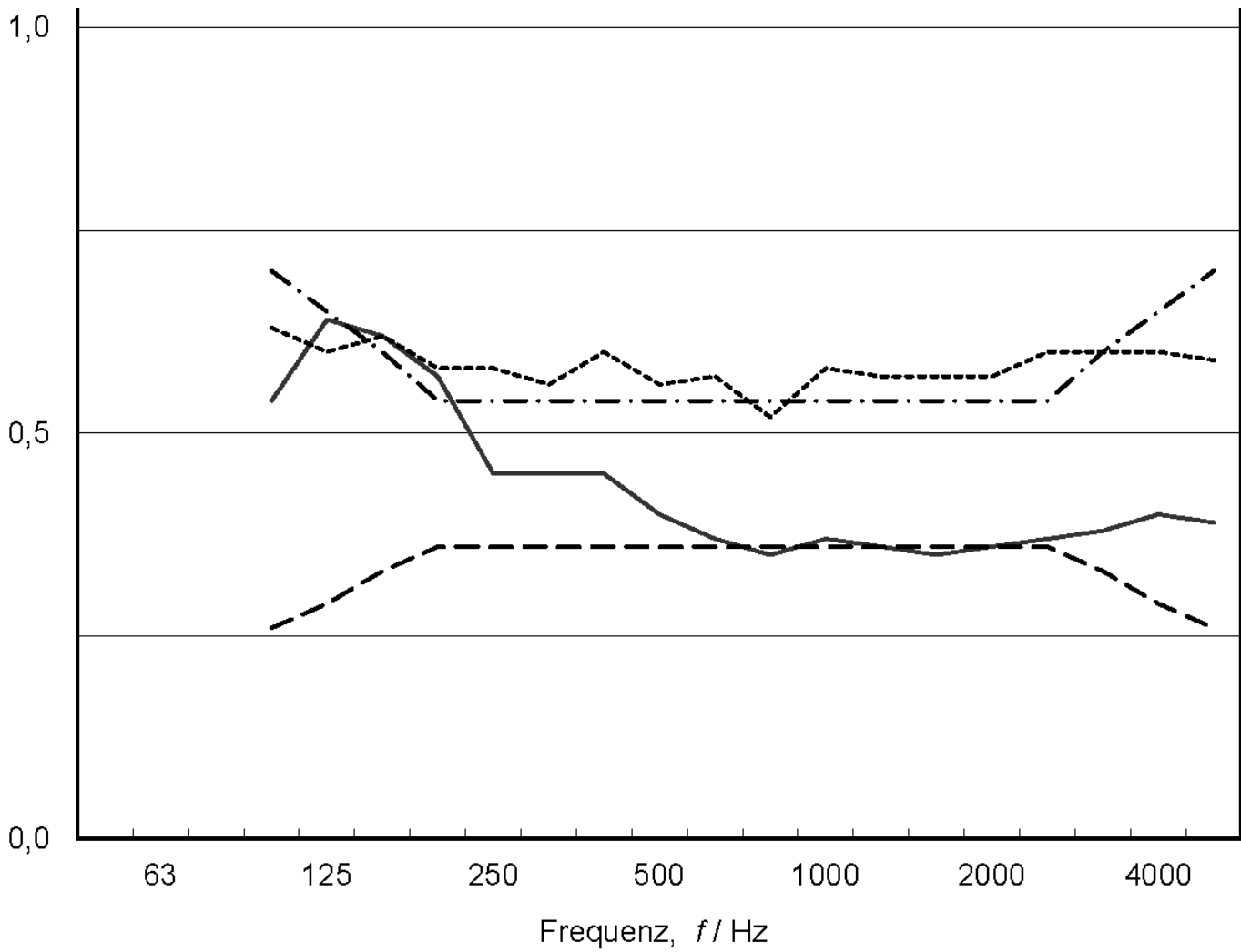
© TAUBERT und RUHE

Hamburg, Elbschule, Klassenraum



© TAUBERT und RUHE

Nachhallzeit-Vergleich Luxemburg - Hamburg

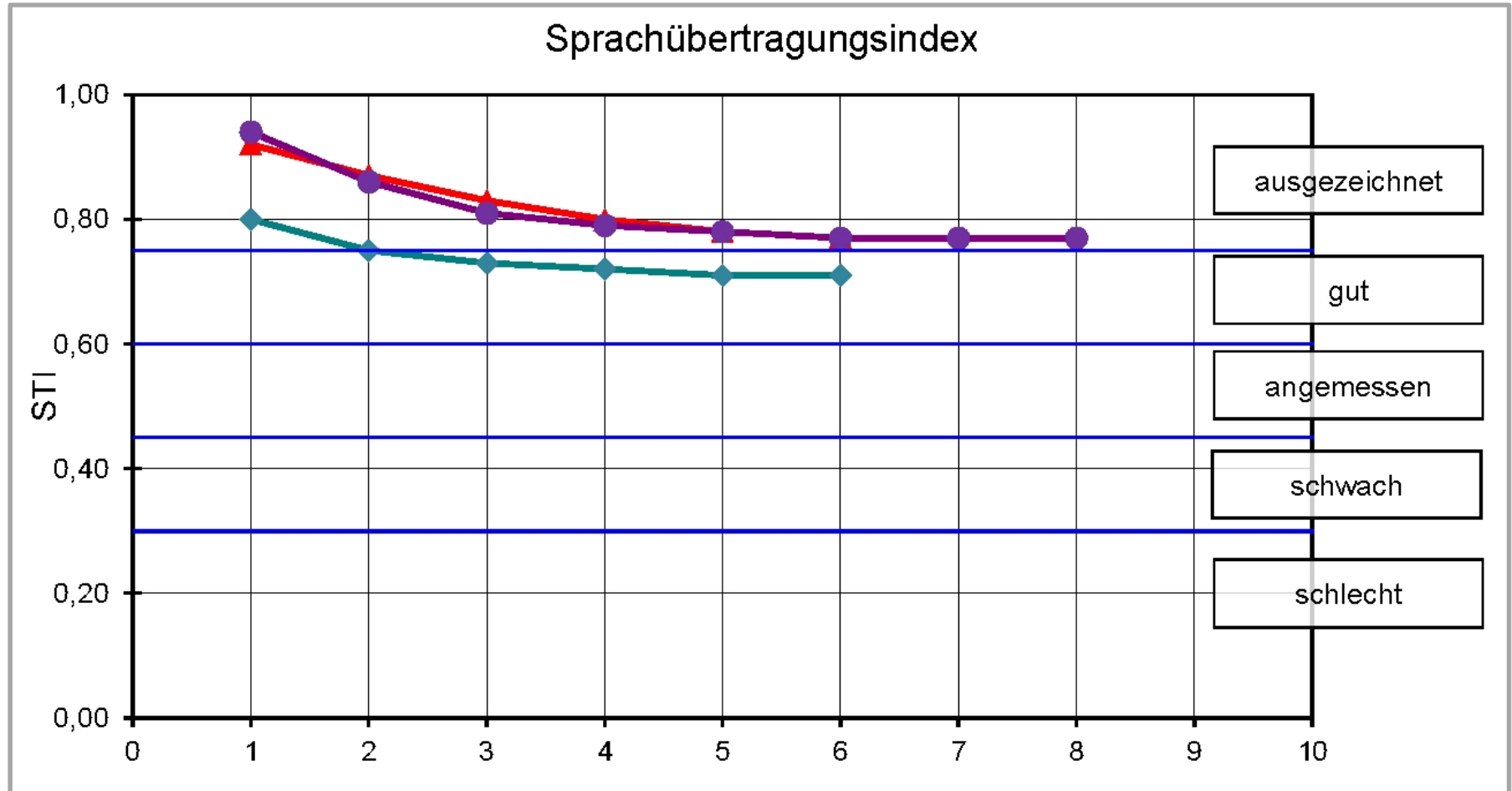


Was muss man für „Gutes Hören“ tun?

1. Baulicher Schallschutz gegen Geräusche von „nebenan“ und von außen
2. Vollflächig hochgradig schallabsorbierende Decke
3. Schallabsorbierendes (Rück-)Wand-Paneel (zweite Raumdimension behandeln)
4. Wenn möglich: Teppichboden

Und was erreicht man damit?

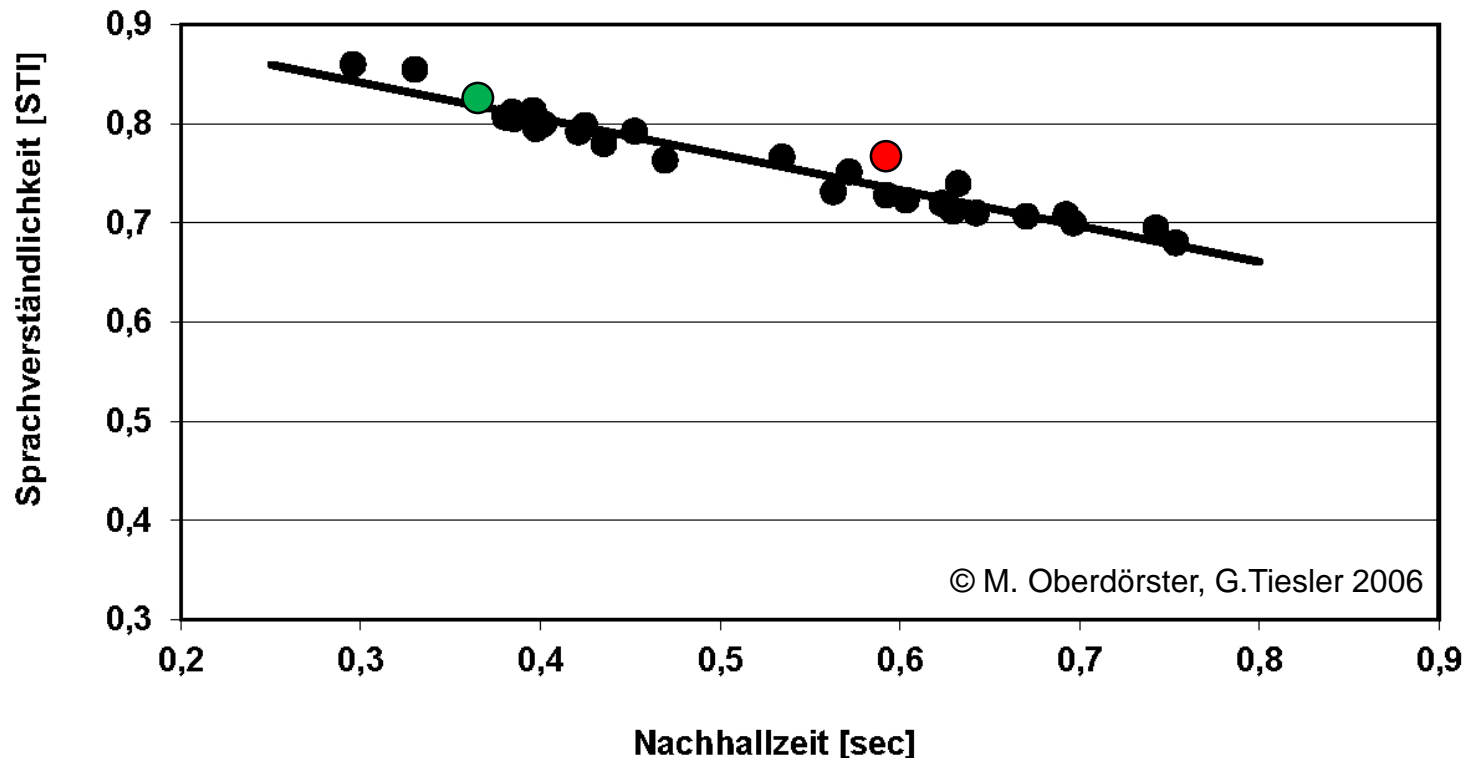
Was muss man für „Gutes Hören“ tun?



Und was erreicht man damit?

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.



Was können Schwerhörende anders?

Durch Entfall der hohen Frequenzen ist das Sprachverstehen eingeschränkt. ✓

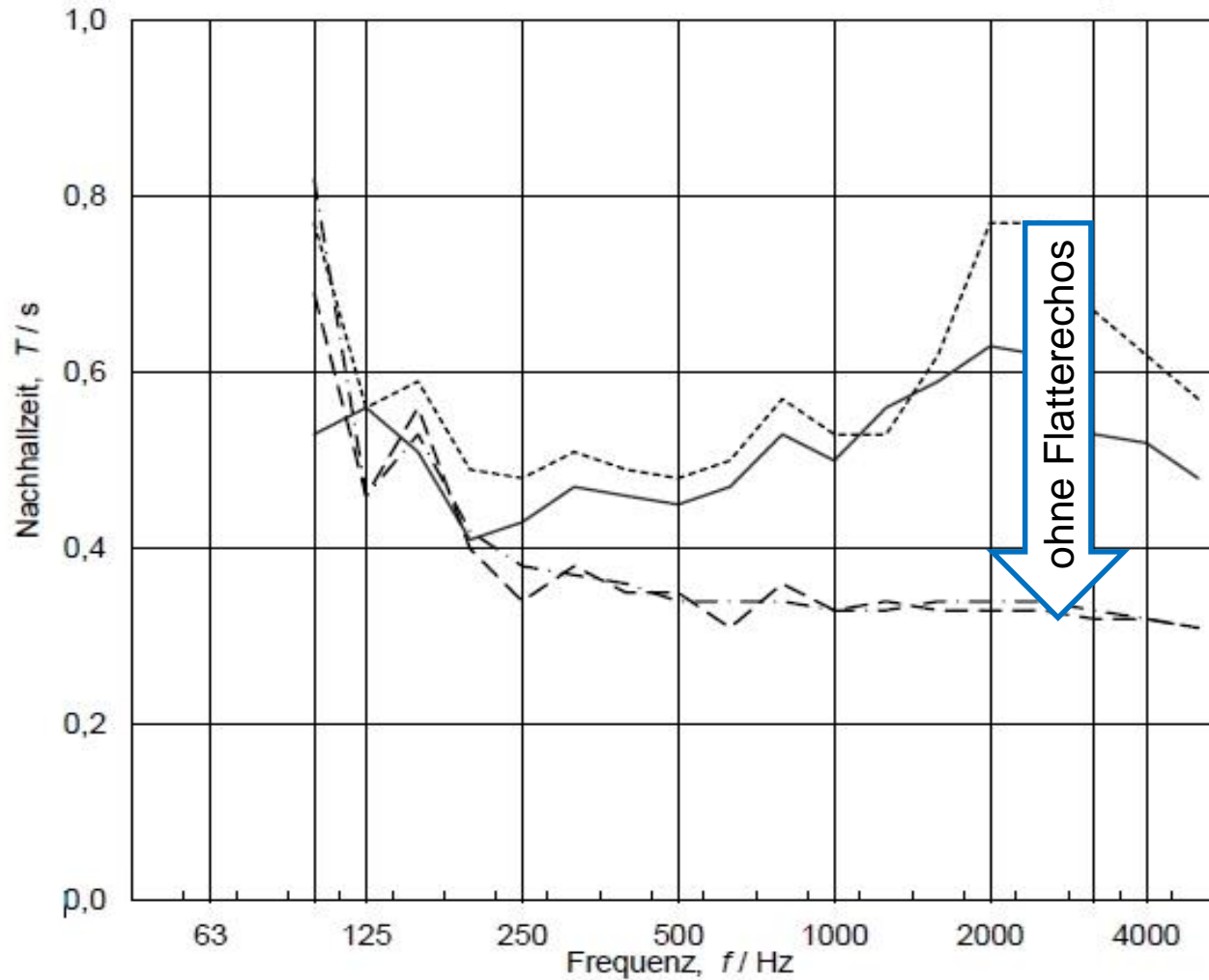
Durch den eingeschränkten Dynamikbereich verläuft die Lautheitskurve viel steiler (Recruitment). ✓

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. !

Nachhallzeit-Vergleich ohne / mit Wandpaneel



Verbesserung der Diffusität



Verbesseru



2016-10-10



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



Aus dem Brief eines Arztes:

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 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.

Insbesondere der kleinste von den drei Behandlungsräumen mit PVC-Boden ist mir noch in übler Erinnerung...

Merke:

Gute Akustik ist barrierefrei ! Sie hilft Allen

- in der allgemein üblichen Weise
- ohne besondere Erschwernis und
- nicht nur ~~grundsätzlich~~, sondern **vollständig** ohne fremde Hilfe.

Hamburg, Elbschule, Mensabereich



Pinneberg, TAUBERT und RUHE, Büroräume



© TAUBERT und RUHE

Pinnebe



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 Sprechers)
- Möblierung (Sichtbarkeit aller Sprecher)
- Elektroakustik (Hörunterstützungsanlagen)
- ggf. Gebärdensprache und Schriftdolmetschung

Klassenraum-Ergänzung in Bargteheide

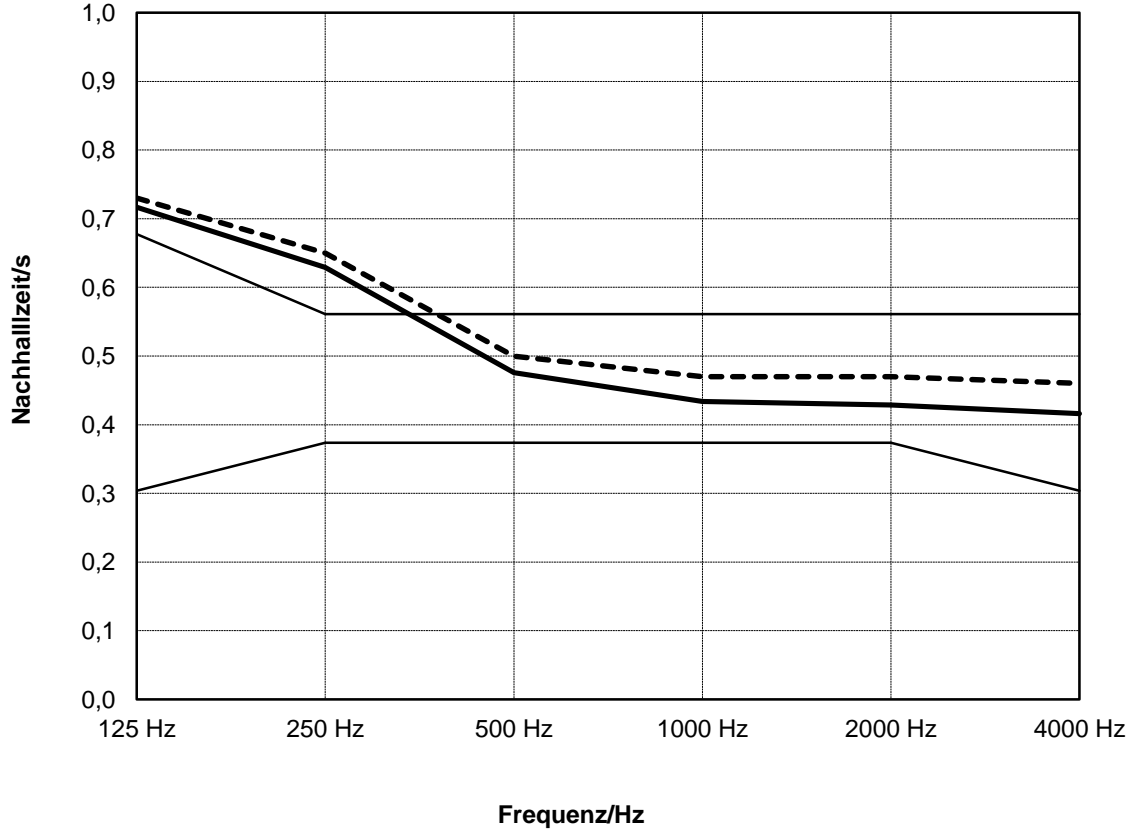
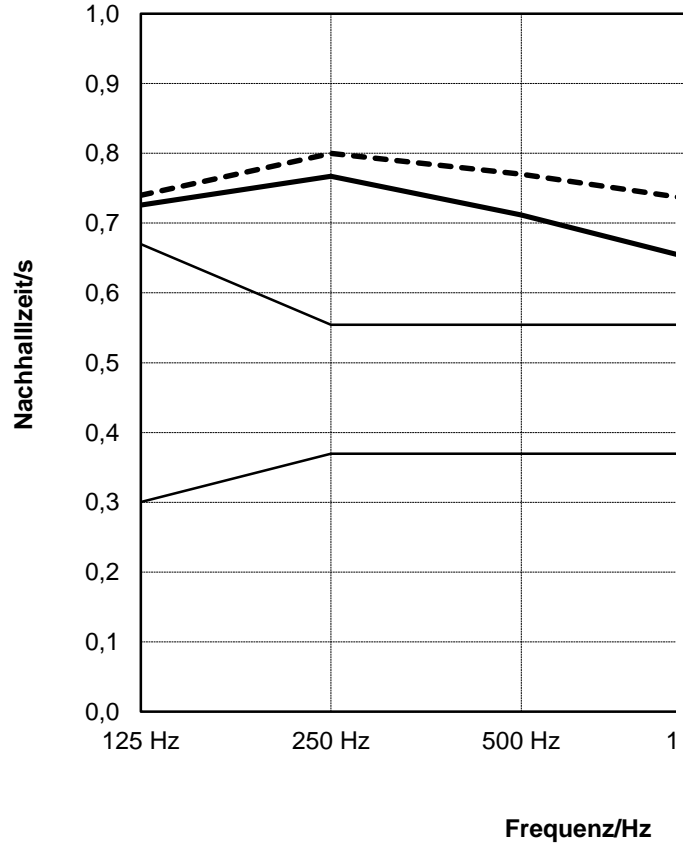


2016-10-10

Raumakustik in der Schule

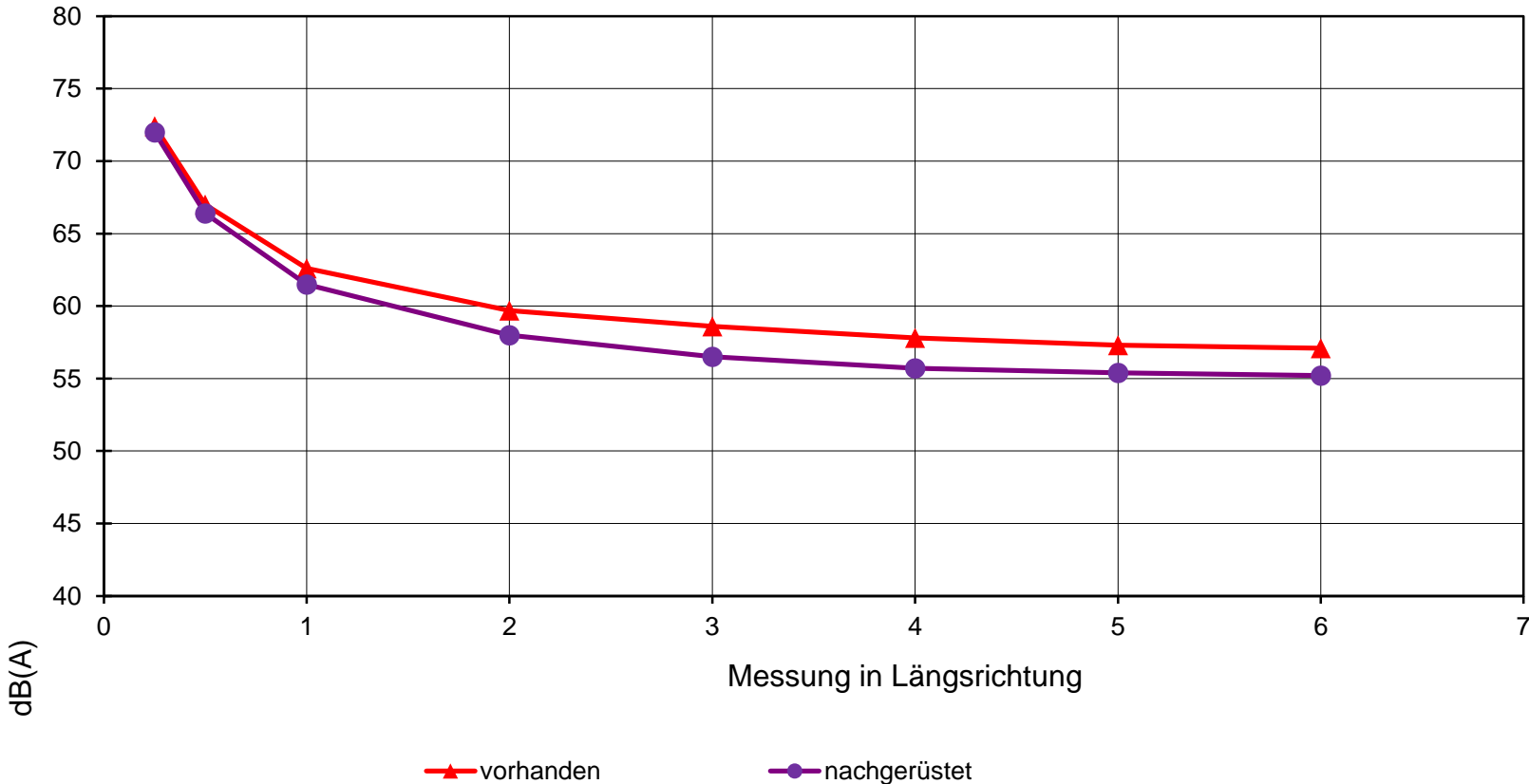
84

Klassenraum-Ergänzung in Bargteheide



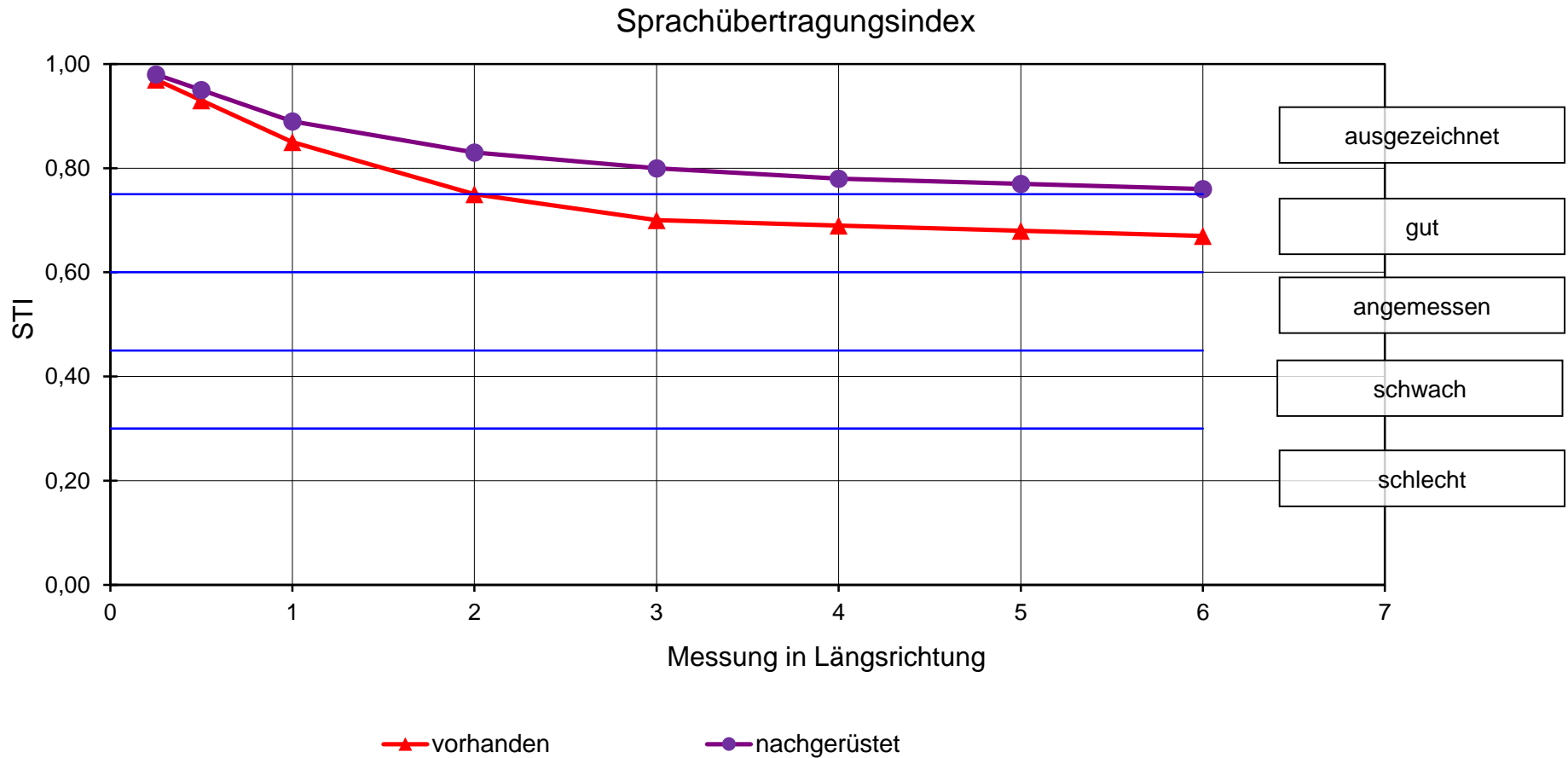
Klassenraum-Ergänzung in Bargteheide

Schallpegelverteilung



Pegelabnahme von 1 m bis 6 m max. 6 dB

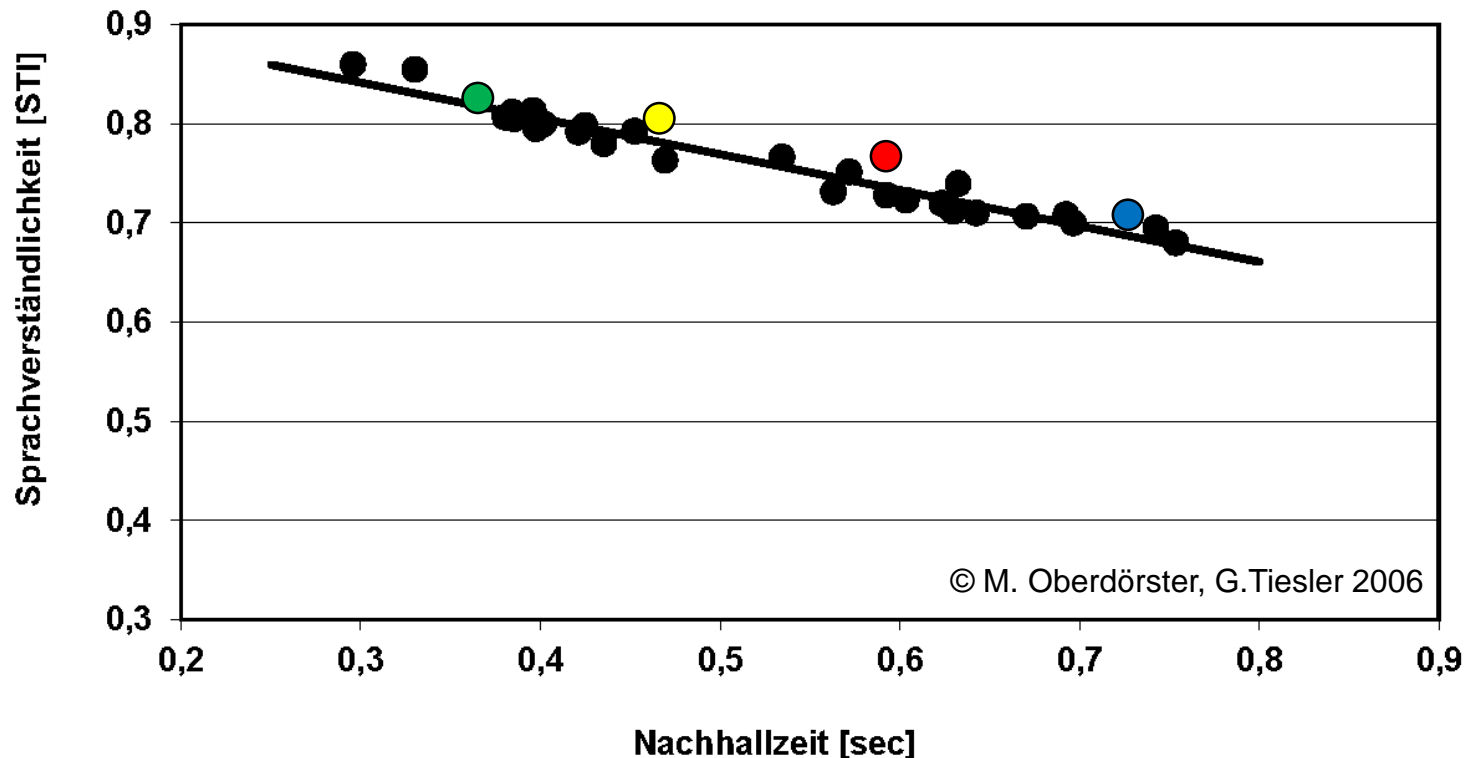
Klassenraum-Ergänzung in Bargteheide



Sprachübertragungsindex bis hinten $STI \geq 0,75$ „ausgezeichnet“

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.



Möblierung - (Sichtbarkeit aller Sprecher)



Barrierefreiheit und Baurecht:

**Wer will,
der findet Lösungen.**

**Wer nicht will,
der findet Paragraphen.**