

Endlich **Ruhe** hier!

~~Wenn~~ WIE die Lärmumgebung
zur Lernumgebung wird:

Raumakustik nach DIN 18041:2016-03

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

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.





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.



Landesgesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen

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

Landesbauordnung RLP (LBauO) Art. 51

vom 1. August 2015

Barrierefreie Zugänglichkeit und Benutzbarkeit baulicher Anlagen

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

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



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!

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.

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!

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).

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!



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

Leitfad

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~~

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

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,

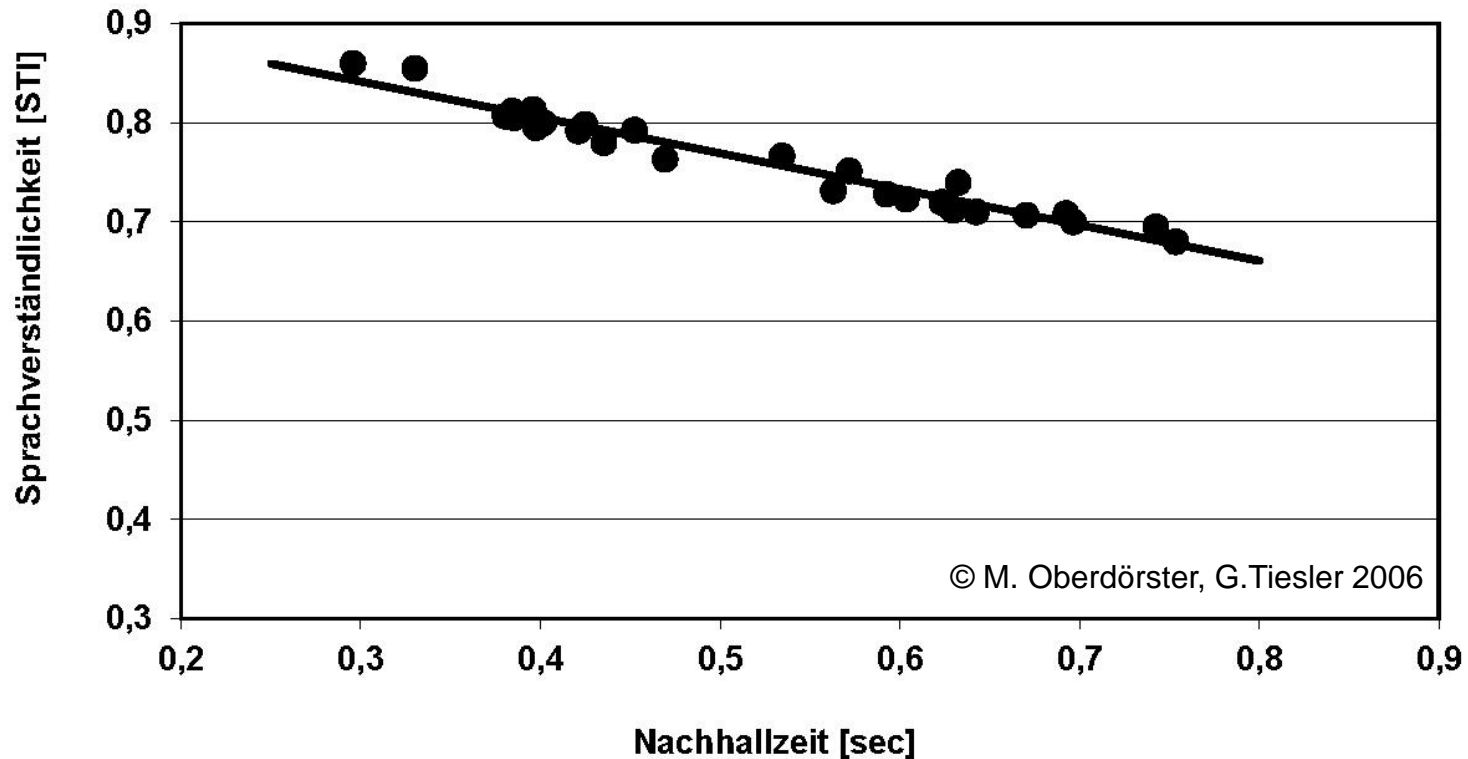
sondern Kommunikation findet überall dort statt, wo sich Menschen begegnen,

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.

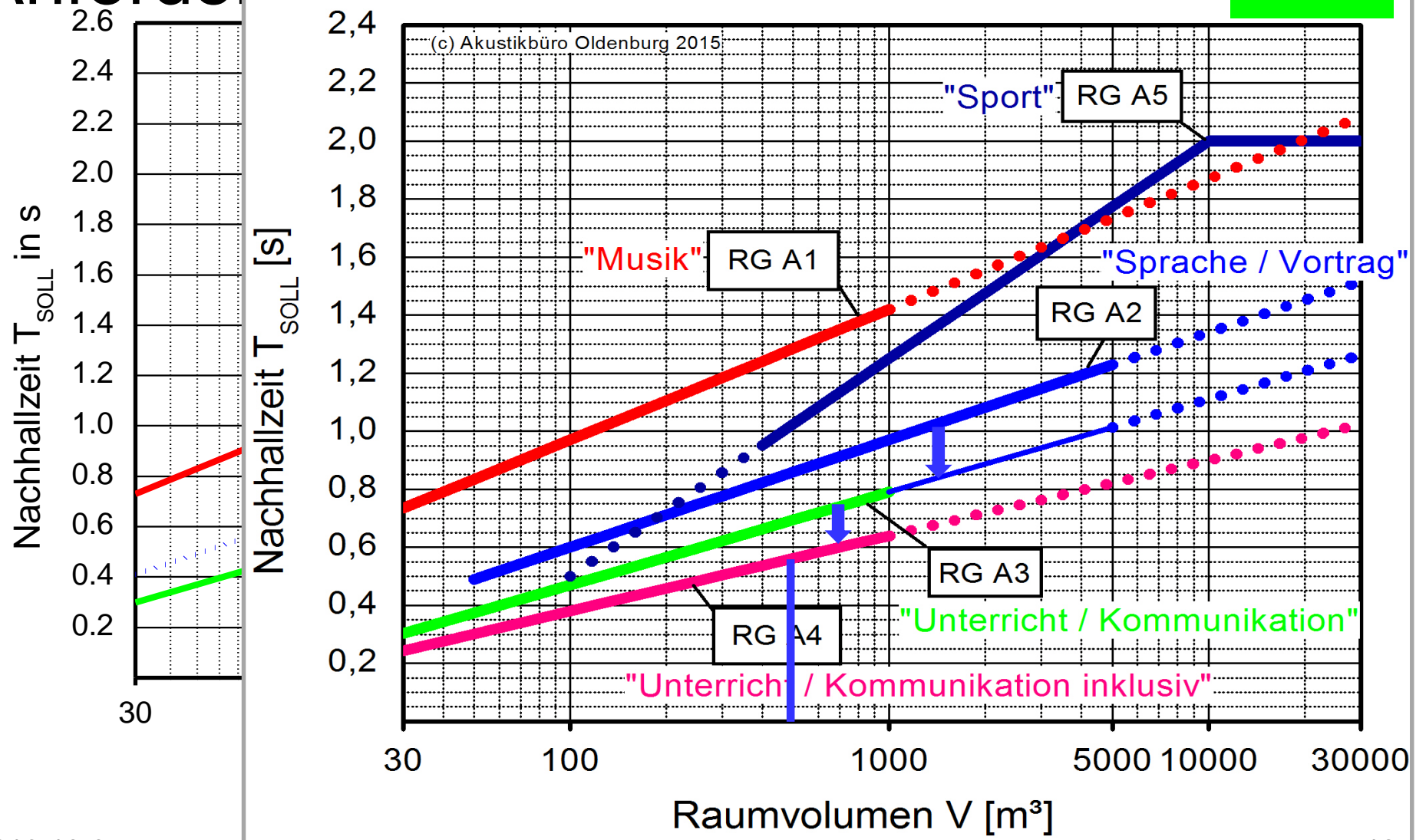
Tabelle 1 — Beschreibung der Nutzungsarten der Räume der Gruppe A

Raum-Gruppe	Kurzbezeichnung und Beschreibung der Nutzungsart	Subjektive Wahrnehmung	Beispiele
RG A1	Kurzbezeichnung: <i>„Musik“</i> 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: <i>„Sprache / Vortrag“</i> 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: <i>„Sprache / Vortrag inklusiv“</i> 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 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 / Nutzung 2016



DIN 18040-1:2010-10 Barrierefreies Bauen

DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen

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

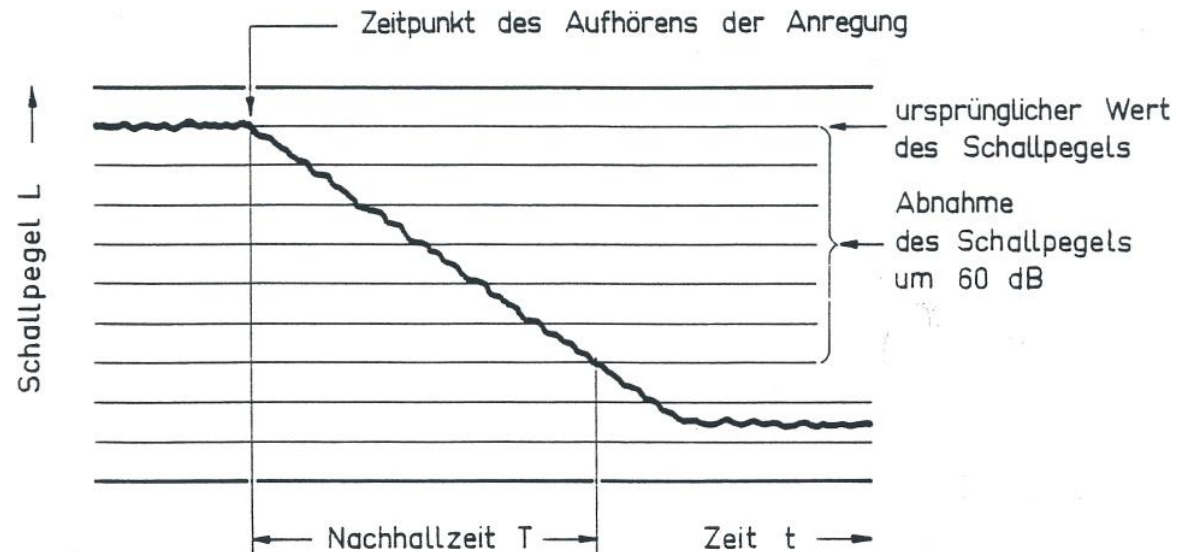
Zivilrechtlich kann das aber durchaus sinnvoll sein
(Mängelfreiheit).

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

DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen

Definition der Nachhallzeit:

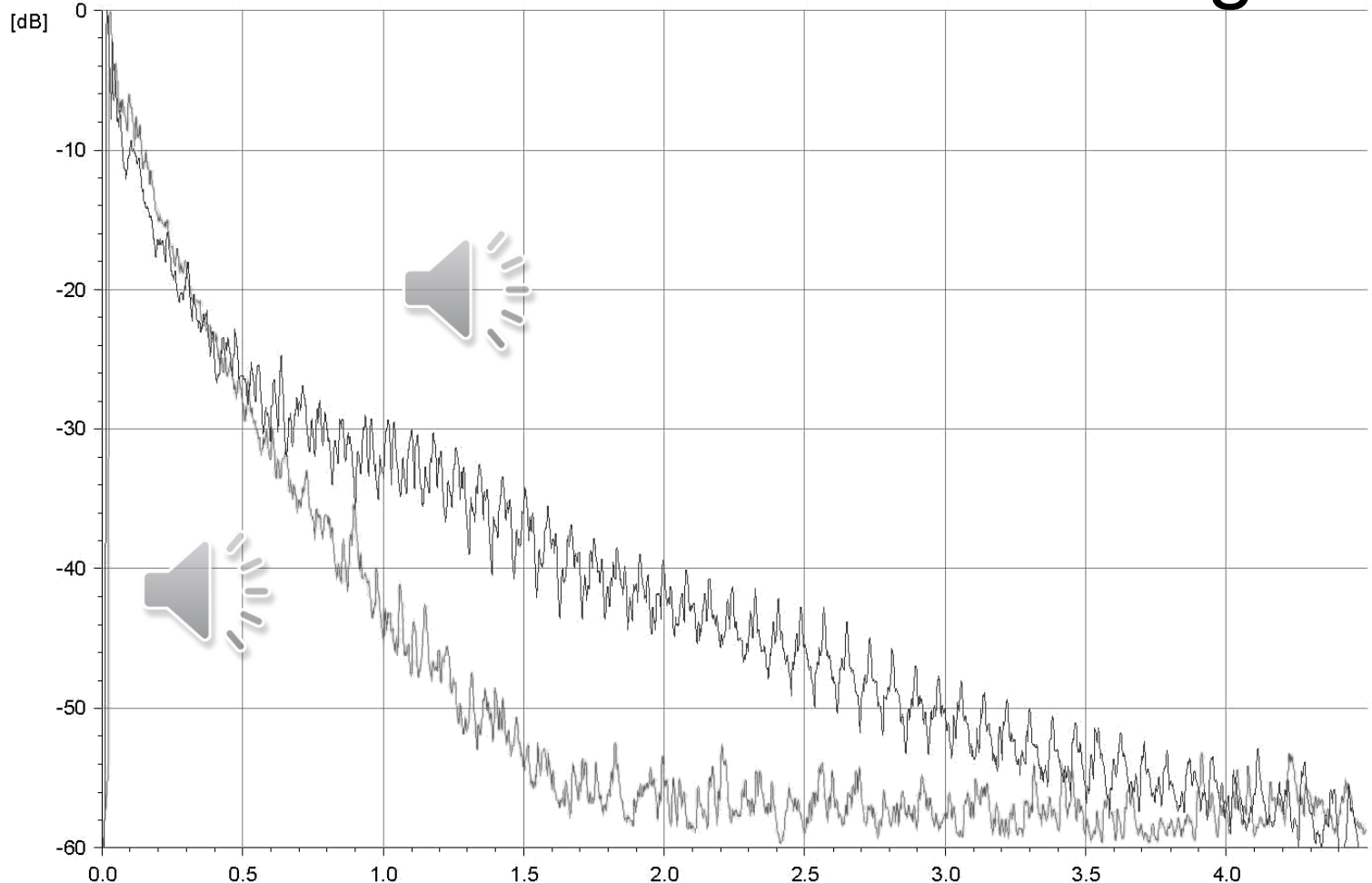
Die Nachhallzeit ist diejenige Zeitspanne, in der der Schallpegel nach Abschalten der Schallquelle um 60dB abnimmt.



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 Nachhallzeit-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!

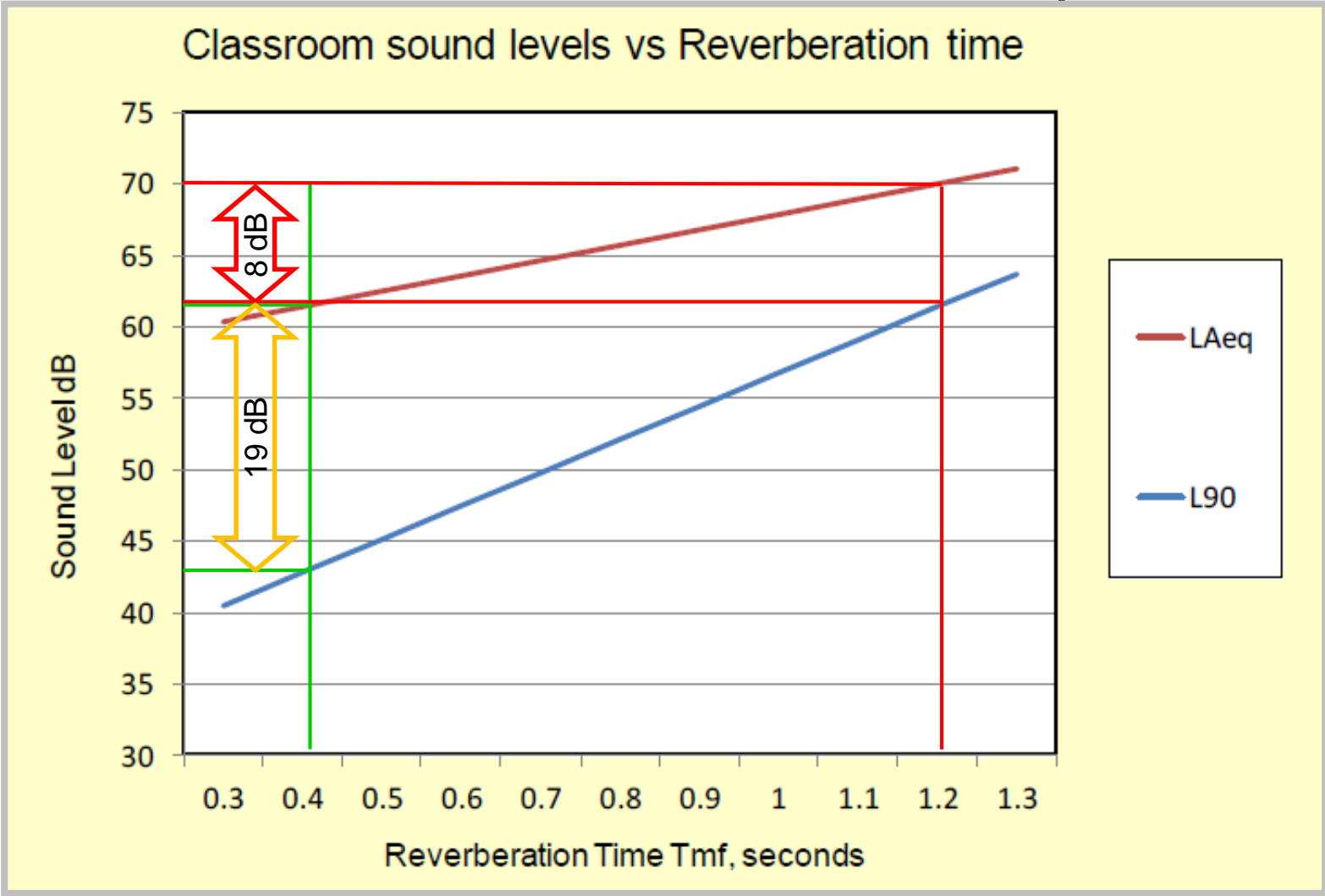
Pressen Sie den Mund fest auf einen Ärmel.

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 5dB abnehmen.
→ Alle haben in dem gedämpften Raum im Mittel um 3dB 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 S-N 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

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

Antwort: 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



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!

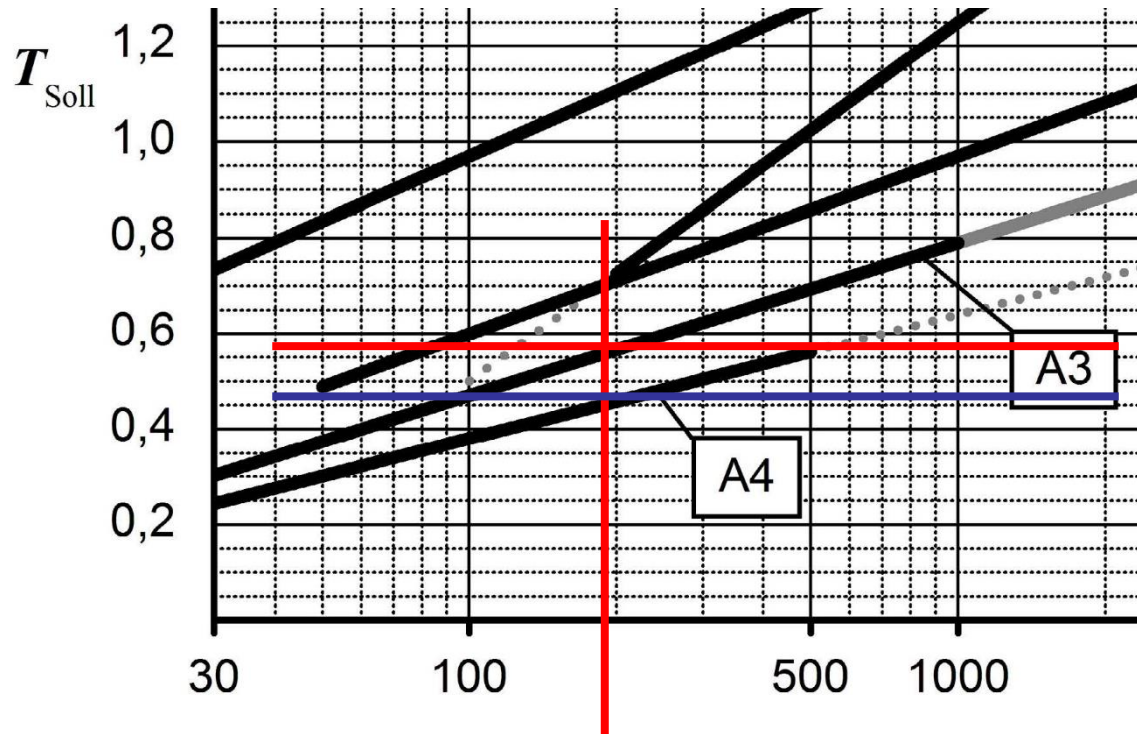
1. Sie ist ein Mensch wie Du und ich.
2. Lehrer_innen werden wegen Burnout, Lärmstress und Tinnitus häufig zwischen 57 und 58 Jahren frühpensioniert, das sind ca. 100 Monate Frührente. Eine akustische Klassenraumsanierung kostet etwa die Frührente von 3 Monaten.

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:

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

jetzt inklusiv:

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

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)
- Brandschutz B1 oder A2 (keine Eierkartons)
- angemessener Preis (nicht unbedingt „billig“)
- ggf. schnelle Verfügbarkeit
- ggf. Verarbeitung auch in Selbsthilfe möglich?

Oldenburg-Wechloy

© Rockfon



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.)

Luxemburg, Centre de Logopédie, Klassenraum



© TAUBERT und RUHE

Hamburg, Elbschule, Klassenraum



Was können Schwerhörende anders?

Durch Entfall der hohen Frequenzen ist das Sprachverstehen eingeschränkt. ✓

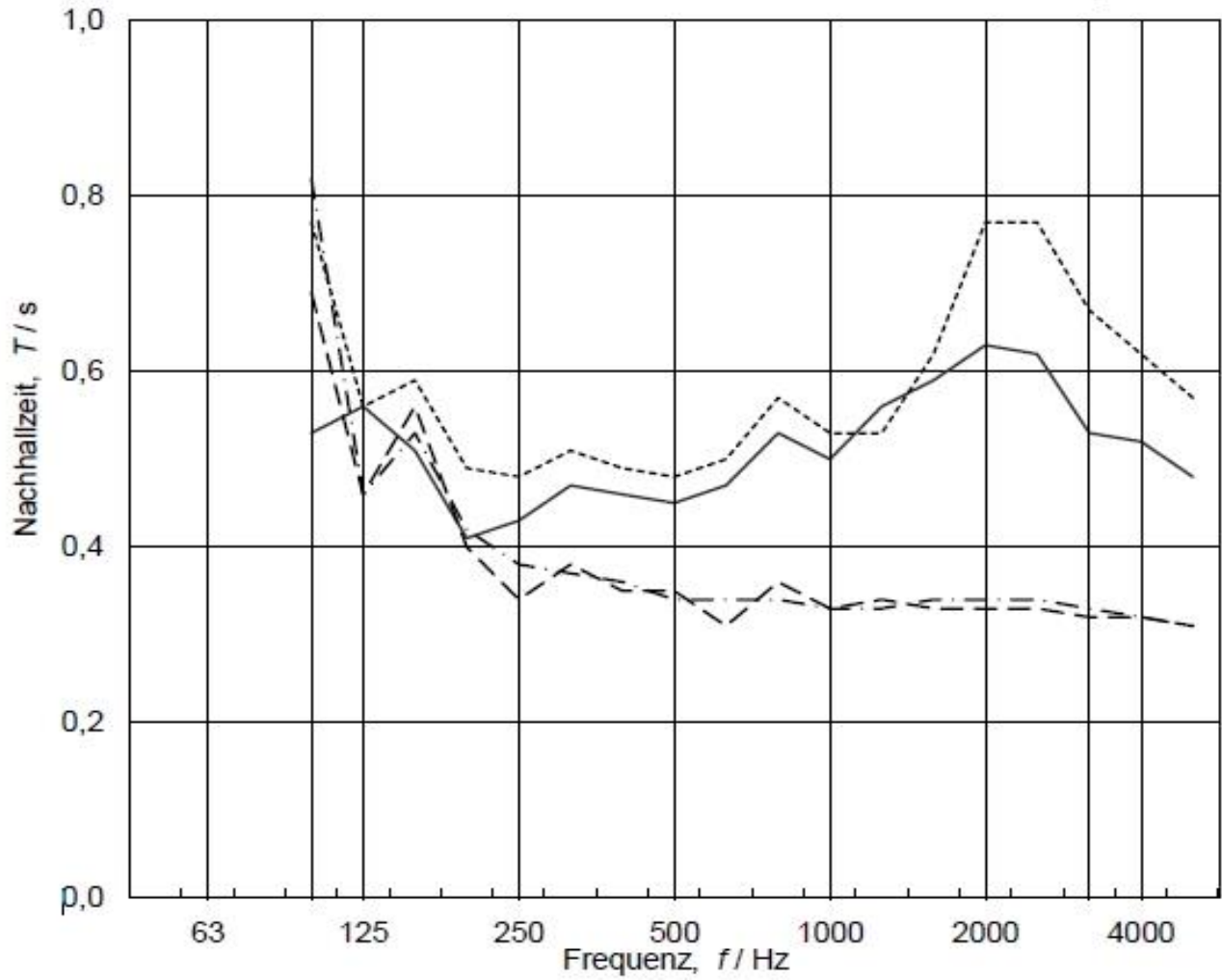
Durch den eingeschränkten Dynamikbereich verläuft die Lautheitskurve viel steiler (Recruitment). ✓

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

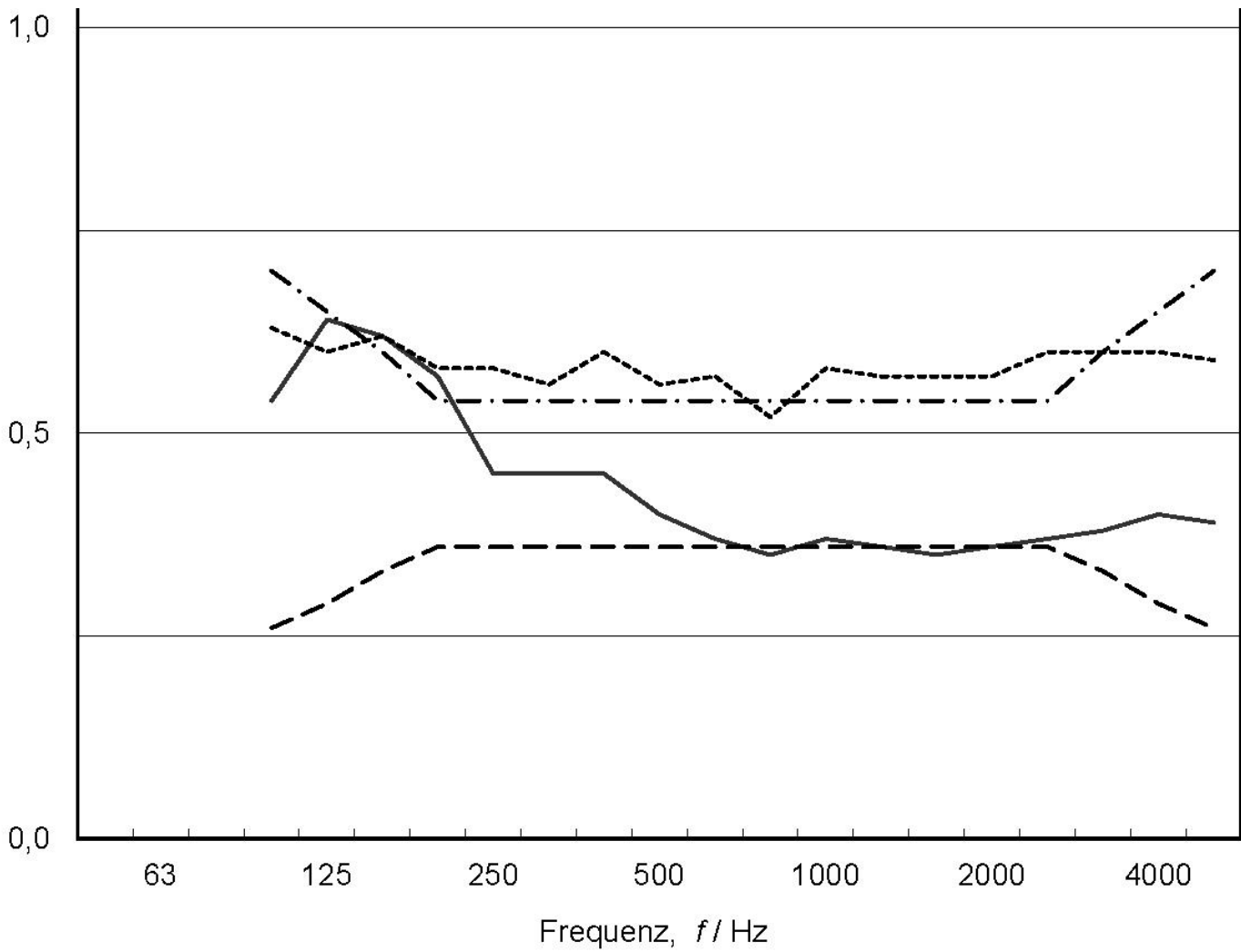
Durch veränderte Zeitauflösung des Gehörs werden Echos viel eher störend empfunden: auch kurzfristig verzögerte Reflexionen stören. !

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

Nachhallzeit-Vergleich ohne / mit Wandpaneel



Nachhallzeit-Vergleich Luxemburg - Hamburg

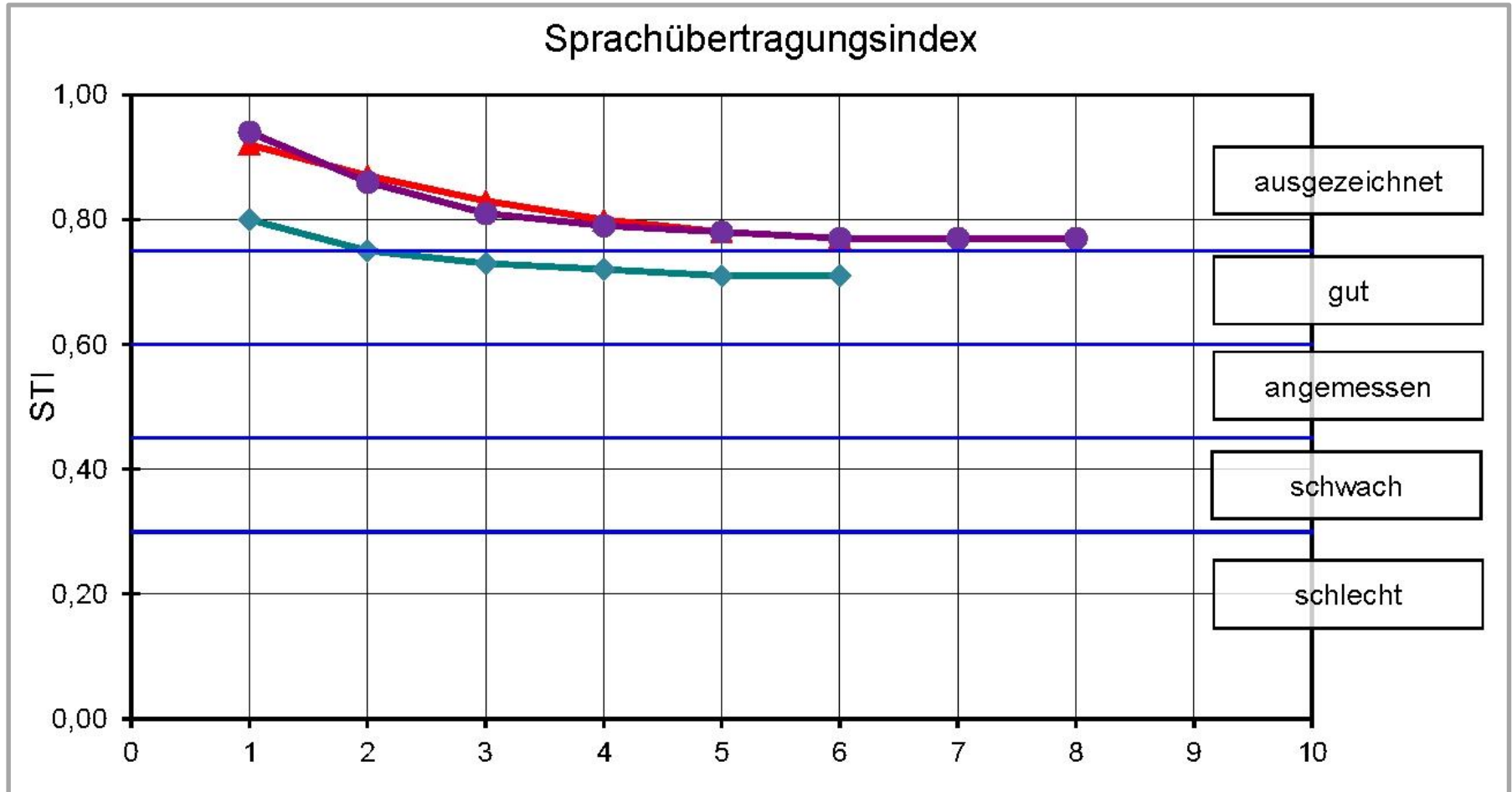


Was muss man für „Gutes Hören“ tun?

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?

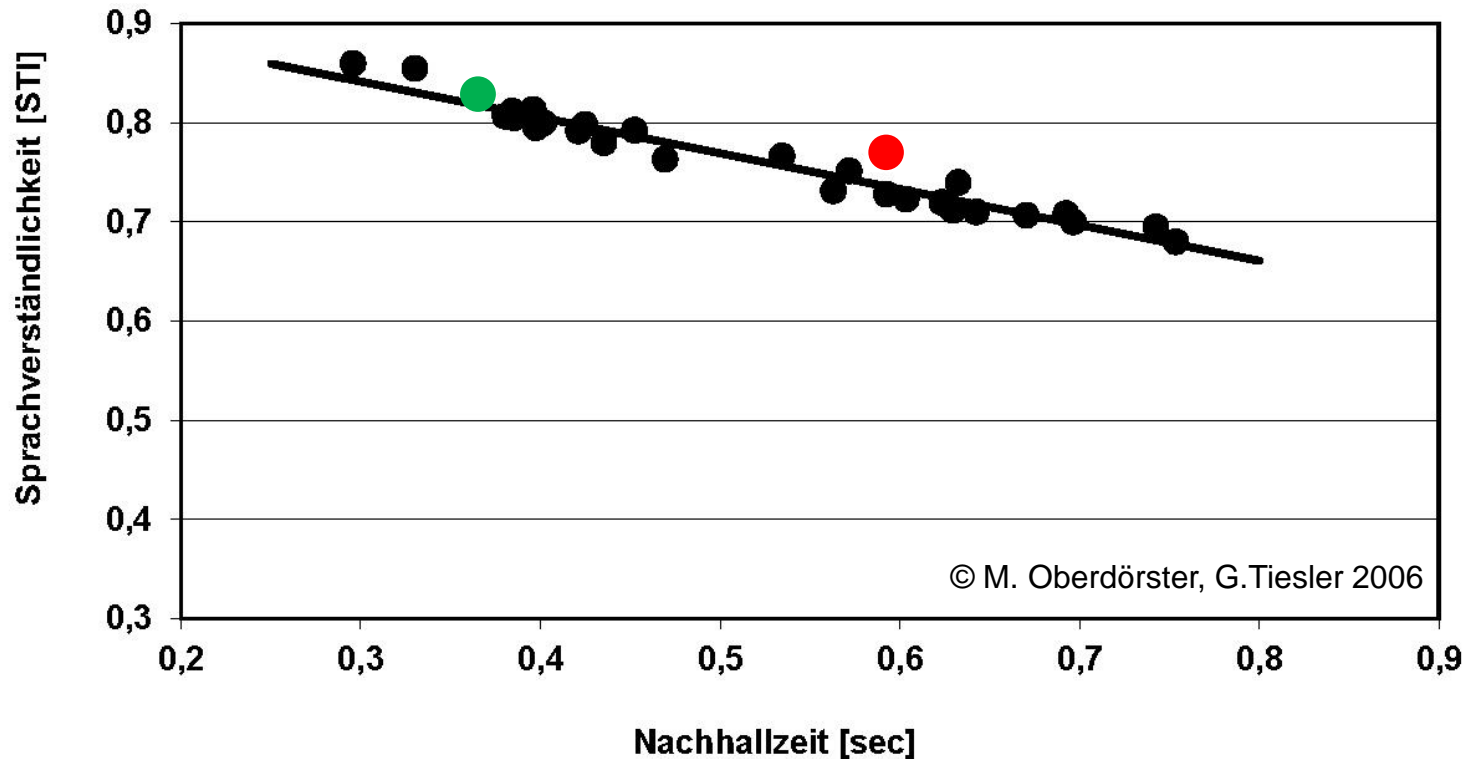
Was muss man für „Gutes Hören“ tun?



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.



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.

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

Möblierung - (Sichtbarkeit aller Sprecher)



Die (lieben) Kosten von Maßnahmen:

Rechnet man für die
akustische Sanierung
eines Klassenraumes
ca. 5.000,00 €,

dann könnte man
für die Baukosten
unserer Hamburger
Elbphilharmonie

von ca. 800.000.000,00 €



etwa 160.000 Klassenräume sanieren!

Barrierefreiheit und Baurecht:

**Wer will,
der findet Lösungen.**

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

