

Hörgerechte Raumakustik für Alle

Pädagogische Notwendigkeiten

Rechtliche Möglichkeiten

Akustische Anforderungen

Bautechnische Umsetzungen

Entschuldigung...

...ich bin schwerhörend. Können Sie bitte etwas langsamer und deutlicher sprechen?

...ich habe nicht LAUTER gesagt,
Sie brauchen mich nicht anzuschreien,
Denn wenn Sie mich anschreien, macht mir das Angst.

...ich weiß genau, dass taub, thumb, dumm, stumm,
deaf, taff, dov und doof denselben Wortstamm haben;
ich bin aber wirklich nur schwerhörend, nicht doof.

Warum muss ich solche Sätze immer mit „Entschuldigung“
(ENT-SCHULDIGUNG) beginnen?

Welche SCHULD habe ich denn daran?

Wusstet Ihr, dass „dov“ das plattdeutsche Wort für „taub“ ist?

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 / Tauben
nicht nur viele Missverständnisse,
sondern auch viel Argwohn / Zweifel!

Übersicht: Aller guten Dinge sind drei:

1. Juristisches

1.1 Gesetzliche Vorgaben

1.2 Definition von Barrierefreiheit

1.3 Definition der Drei Prioritäten

2. Bauliches

2.1 Schallschutz

2.2 Raumakustik

2.3 Technische Unterstützung

3 „Kochrezept“ für Raumakustik

3.1 Decke

3.2 Wände

3.3 Fußboden

Und dann noch Beispiele!

Übersicht: Aller guten Dinge sind drei:

1. Juristisches

1.1 Gesetzliche Vorgaben

1.2 Definition von Barrierefreiheit

1.3 Definition der Drei Prioritäten

2. Bauliches

2.1 Schallschutz

2.2 Raumakustik

2.3 Technische Unterstützung

3 „Kochrezept“ für Raumakustik

3.1 Decke

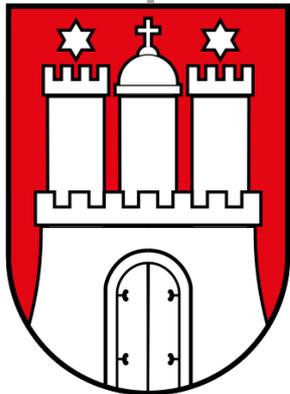
3.2 Wände

3.3 Fußboden

Rechtliche Möglichkeiten: Sozial-Recht



Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland
in Kraft getreten am 23.05.1949, dort Art. 3 (3)
Bundes-Behindertengleichstellungsgesetz (BGG)
vom 27. April 2002



Hamburgisches Gesetz zur Gleichstellung
behinderter Menschen (HmbGGbM)
vom 19. Dezember 2019



UN-Konvention über die Rechte
von Menschen mit Behinderungen
für die BRD in Kraft getreten am 26.03.2009

Inklusion ist Menschenrecht, kein Almosen!

Rechtliche Möglichkeiten: Bau-Recht

Hamburgische Bauordnung, HBauO, § 52

(2) Bauliche Anlagen, die öffentlich zugänglich sind, müssen in den dem allgemeinen Besucherverkehr dienenden Teilen von Menschen mit Behinderungen, alten Menschen und Personen mit Kleinkindern barrierefrei erreicht und benützt werden.

zweckentsprechend genutzt werden. Hilfe

WO ist barrierefrei zu planen / bauen?

Diese Anforderungen sind insbesondere für:

1. Einrichtungen der Kultur und des Bildungswesens,
2. Sport- und Freizeitstätten,
3. Einrichtungen des Gesundheitswesens,
4. Büro-, Verwaltungs- und Gerichtsgebäude,
5. Verkaufs-, Gaststätten und Beherbergungsbetriebe,
6. Stellplätze, Garagen und Toilettenanlagen.

Rechtliche Möglichkeiten: Bau-Recht

WELCHE HINWEISE geben NORMEN/REGELWERKE?

Die Barrierefrei-Normenreihe DIN 18040 gilt für Neubauten. Sie sollte sinngemäß für die Planung von Umbauten und Modernisierungen angewendet werden.

Die Norm stellt dar, unter welchen Voraussetzungen bauliche Anlagen barrierefrei zu realisieren sind.

Sie berücksichtigt insbesondere die Bedarfe von Menschen mit Sehbehinderung, Blindheit, Hörbehinderung (Gehörlose, Ertaubte, Schwerhörige) oder motorischen Einschränkungen und von Personen, die Mobilitätshilfen und Rollstühle benutzen.

https://www.stmi.bayern.de/assets/stmi/buw/baurechtundtechnik/planungsgrundlagen_barrierefreies_bauen.pdf

Rechtliche Möglichkeiten: Bau-Recht

Nach BGB § 633 übernehmen der Planer und nach VOB/B § 13 der Auftragnehmer 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 nach dem Vertrag vorzusehenden Gebrauch mindern oder die Sicherheit gefährden.
- (Gewährleistung / Garantie)

www.carsten-ruhe.de → Downloads → [2010-10 VDI](#)

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

Rechtliche Möglichkeiten: Bau-Recht

DIN 18040-1:2010-10 Barrierefreies Bauen

DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen

Öffentlich-rechtlich (für die Baugenehmigung) müssen nur bauaufsichtlich eingeführte Normen beachtet werden.

Zivilrechtlich kann es aber durchaus sinnvoll sein, auch andere Regelwerke zu beachten (Mängelfreiheit).

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

Rechtliche Möglichkeiten: Bau-Recht

**Wer will,
der findet Lösungen.**

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

Rechtliche Möglichkeiten: Bau-Recht

DIN 18041:2016 Hörsamkeit in Räumen

Bei der Planung von Räumen für sprachliche Kommunikation sind auch Personen mit einem erhöhten Bedarf nach guter Verständlichkeit 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 (damals noch Integration statt jetzt Inklusion).

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

Übersicht: **Aller guten Dinge sind drei:**

1.1 Gesetzliche Vorgaben

1.2 Definition von Barrierefreiheit

1.3 Definition der Drei Prioritäten

2.1 Schallschutz

2.2 Raumakustik

2.3 Technische Unterstützung

3 „Kochrezept“ für Raumakustik

3.1 Decke

3.2 Wände

3.3 Fußboden

Definition von Barrierefreiheit, HmbGGbM, §5:

*Barrierefrei sind **bauliche** und sonstige **Anlagen**, ..., **akustische** und visuelle **Informationsquellen** und **Kommunikationseinrichtungen** ..., wenn sie für behinderte Menschen*

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

*auffindbar, zugänglich, **verständlich** und nutzbar sind. Hierbei ist die Nutzung persönlicher Hilfsmittel zulässig.*

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

Übersicht: **Aller guten Dinge sind drei:**

1.1 Gesetzliche Vorgaben

1.2 Definition von Barrierefreiheit

1.3 Definition der Drei Prioritäten

2.1 Schallschutz

2.2 Raumakustik

2.3 Technische Unterstützung

3 „Kochrezept“ für Raumakustik

3.1 Decke

3.2 Wände

3.3 Fußboden

Definition der Drei Prioritäten:

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

Die drei Prioritäten und das Zwei-Sinne-Prinzip:

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

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

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

3 Prioritäten + 2 Sinne = 1-fach für Alle



$$3 + 2 = 1$$

Erläuterungen zu den Prioritäten

- **Priorität 1:** Alarm- und Warnsignale bei Gefahr für Leib und Leben haben die oberste Priorität: Das Nicht-Erkennen dieser Informationen ist lebensgefährlich!
Unfallgefahren: LKW, Motorrad werden nicht gehört
Steckenbleiben im Aufzug: Stress, Kollaps, Infarkt
Räumung von Bahnhöfen/Flughäfen wg. Bombenalarm
Räumung von Bahnhöfen/Flughäfen wg. Feuer (Dssd.)
objektive Sicherheit
subjektives Sicherheitsgefühl (z. B. „dunkle Ecken“)

Erläuterungen zu den Prioritäten

- **Priorität 2:** Informationen, die Entscheidungen vorbereiten oder ohne Rückfragemöglichkeit dargeboten werden, haben mittlere Priorität: Das Nicht-Erkennen dieser Informationen ist ärgerlich.

Lautsprecherdurchsagen nicht verstanden?
Der Zug ist jetzt vom anderen Gleis gerade weg.
Aber der nächste fährt doch schon in zwei Stunden!
Der Anschluss-Flug wird auch nicht erreicht?
Tja! So'n Schiet!



Erläuterungen zu den Prioritäten

- **Priorität 3:** Informationen, die unterstützend dargeboten werden oder bei denen Rückfragen möglich sind (Kommunikation), haben die niedrigste Priorität. Es ist aber komfortabel, wenn man auch solche Informationen auch nach dem Zwei-Sinne-Prinzip bekäme.
 - Reise-Auskünfte
 - im ServicePoint,
 - im ReiseCenter,
 - beim Busfahrer
 - Fahrscheinkauf (Reiseziel, Reiseroute, 1./2. Klasse, mit/ohne BahnCard, Preis, Bezahlart bar / EC / VISA)

Übersicht: **Aller guten Dinge sind drei:**

1.1 Gesetzliche Vorgaben

1.2 Definition von Barrierefreiheit

1.3 Definition der Drei Prioritäten

2.1 Schallschutz

2.2 Raumakustik

2.3 Technische Unterstützung

3 „Kochrezept“ für Raumakustik

3.1 Decke

3.2 Wände

3.3 Fußboden

Schallschutz Aller guten Dinge sind drei:

Die Anforderungen ergeben sich aus
DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“:

1. gegen Außenlärm
2. gegen Geräusche aus Nachbarräumen
3. gegen Geräusche technischer Anlagen

**Schallschutzmängel verschaffen sich
in der Regel von allein Gehör!**

Übersicht: **Aller guten Dinge sind drei:**

1.1 Gesetzliche Vorgaben

1.2 Definition von Barrierefreiheit

1.3 Definition der Drei Prioritäten

2.1 Schallschutz

2.2 Raumakustik

2.3 Technische Unterstützung

3 „Kochrezept“ für Raumakustik

3.1 Decke

3.2 Wände

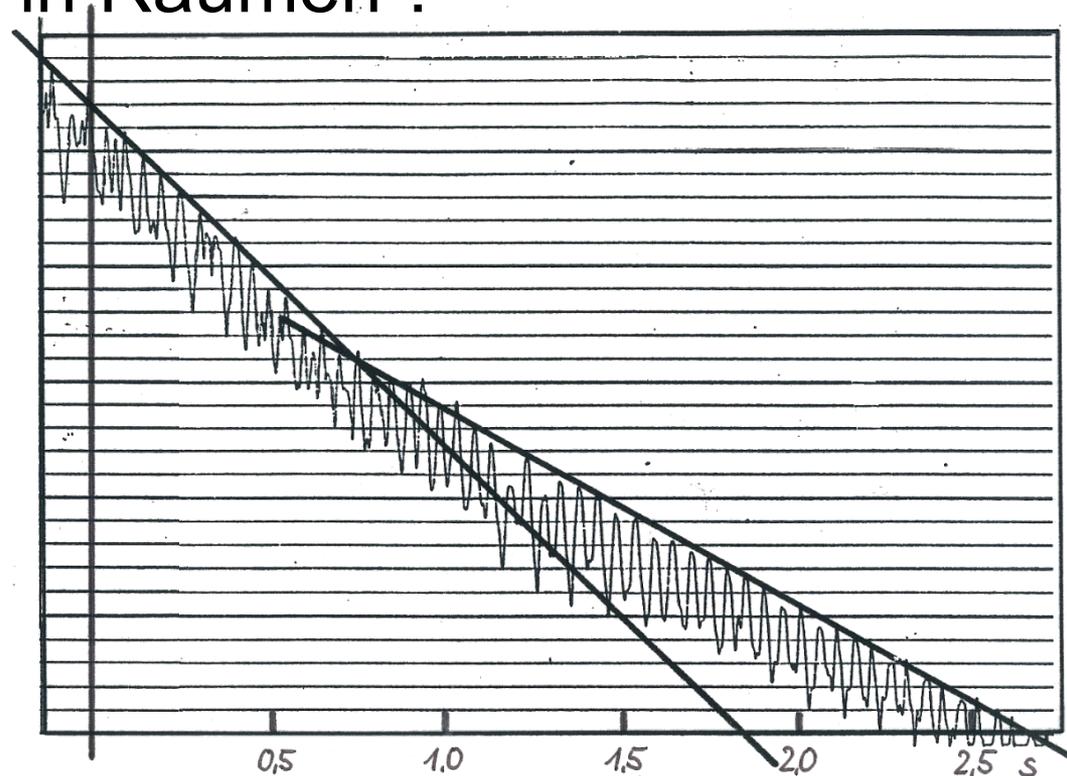
3.3 Fußboden

Raumakustik

Aller guten Dinge sind drei:

Die Anforderungen ergeben sich aus
DIN 18041 „Hörsamkeit in Räumen“:

1. kurze Nachhallzeit
2. Freiheit von
(Mehrfach)-Echos



3. geringe Stör-Geräusche (Publikum, techn. Anlagen)

Pädagogische Notwendigkeiten

Gute (nachhallarme) Raumakustik

- gewährleistet die Sprachverständlichkeit
- mindert Lärm und Störgeräusche (Kneipeneffekt)
- verringert Stress (gut untersucht für die Pädagogen)
- verringert den Anstieg von Blutdruck und Pulsfrequenz
- verbessert den Umgang miteinander
- vermeidet laute Reaktionen (z. B. bei ASS)
- verringert Gefahr der Lärm-Schwerhörigkeit (z. B. in Sporthallen)
- verringert Gefahr des lärmverursachten Tinnitus
- verringert den Krankenstand bei Lehrern und Schülern
- Verringert dadurch den Lehrermangel
- spart deshalb Geld

Und das gilt alles für Menschen mit und ohne Hörschädigung!

Pädagogische Notwendigkeiten

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 (**Schwerhörnde**).*

*Vergleichbare Anforderungen gelten auch für die Kommunikation in einer Sprache, die **nicht** als **Muttersprache** gelernt wurde, bzw. bei der Kommunikation mit Personen, die **Deutsch als Fremdsprache (DaZ)** sprechen (**Fremdhörnde**),*

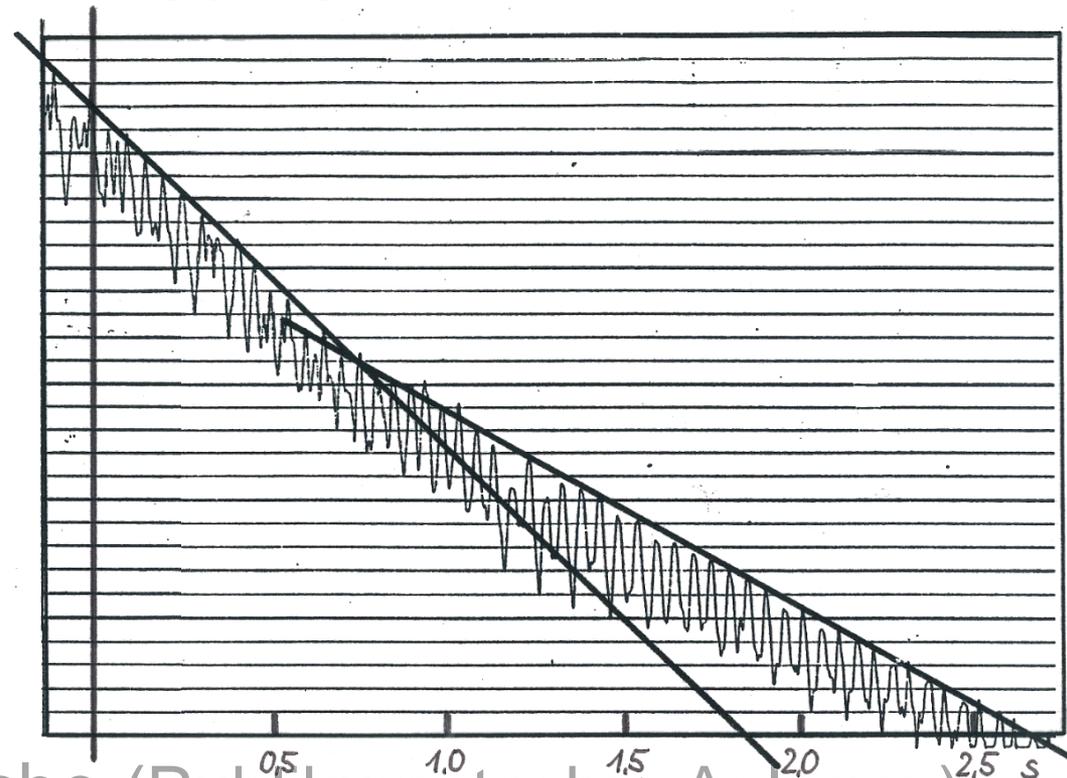
*und bei der Kommunikation mit Personen, die auf andere Weise einen **Bedarf nach erhöhter Sprachverständlichkeit** haben, z. B. Personen mit Sprach- oder Sprachverarbeitungsstörungen, Konzentrations- bzw. Aufmerksamkeitsstörungen, Leistungsschwäche (**darunter sind auch Guthörnde**). Menschen mit **Sehschädigung** habe **ich** damals zu erwähnen vergessen.*

Raumakustik

Aller guten Dinge sind drei:

Die Anforderungen ergeben sich aus
DIN 18041 „Hörsamkeit in Räumen“:

1. kurze Nachhallzeit
2. Freiheit von
(Mehrfach)-Echos



3. geringe Stör-Geräusche (Publikum, techn. Anlagen)

Akustische Anforderungen nach DIN 18041

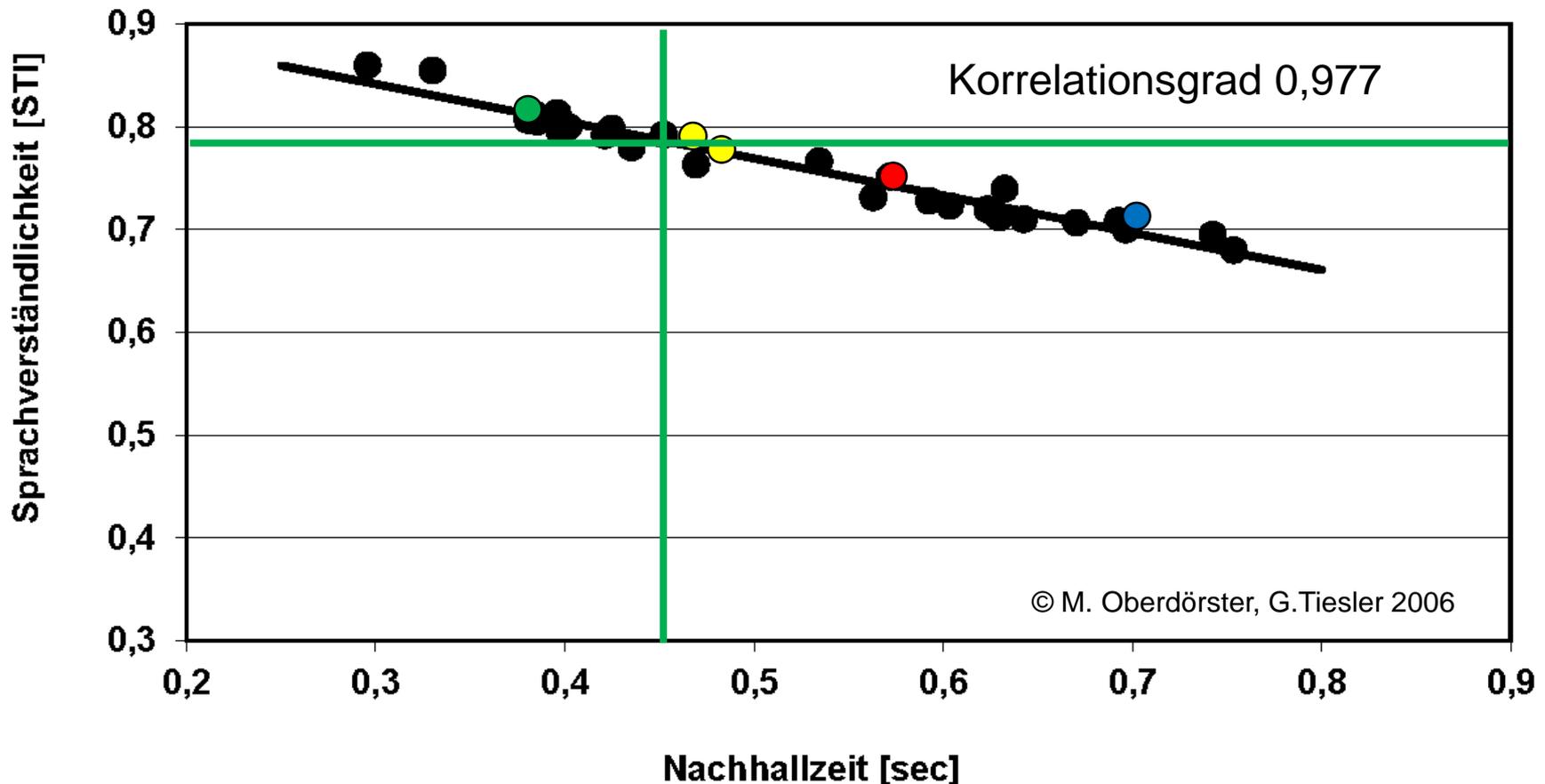
*Von Personen mit Hörschäden wird die raumakustische Situation für Sprachkommunikation **umso günstiger** empfunden, **je kürzer die Nachhallzeit** ist.*

Dasselbe gilt auch für die Kommunikation mit Personen in einer Sprache, die nicht als Muttersprache gelernt wurde 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, Leistungsbeeinträchtigungen.

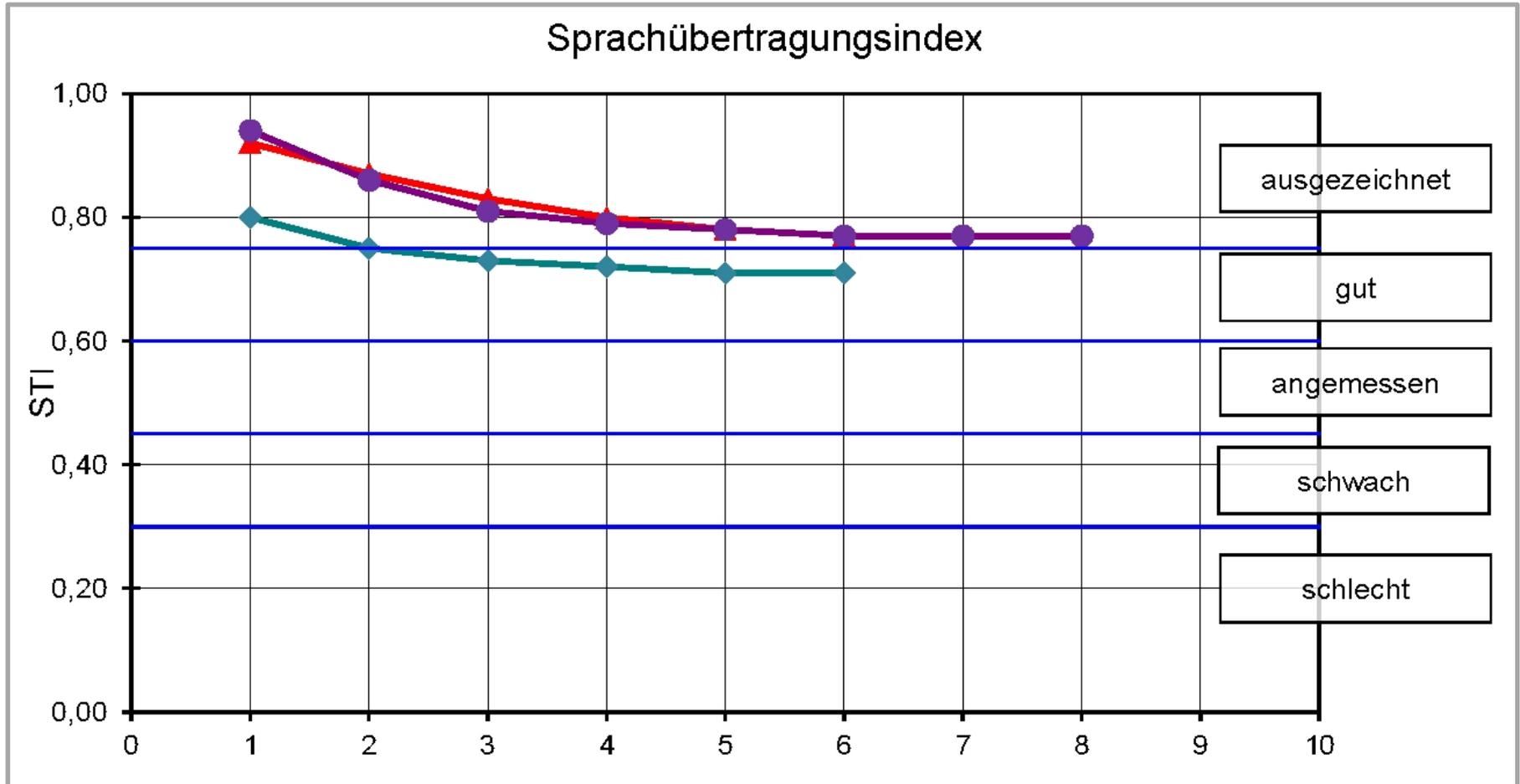
Im Zweifelsfall sollten in Räumen zur Sprach-Information und -Kommunikation eher kürzere als längere Nachhallzeiten realisiert werden.

Sprachverständlichkeit und Nachhallzeit

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



Sprachverständlichkeit und Nachhallzeit



Akustische Anforderungen aus DIN 18041 **2004**

Nach heutigem Kenntnisstand im Bereich des barrierefreien Planens und Bauens sollte für Personen mit eingeschränktem Hörvermögen die anzustrebende Nachhallzeit, vorrangig für Räume mit einem Volumen bis zu 250 m³ und der Nutzung Sprache/Unterricht, ... bis 20 % unter den in Bild 1 angegebenen Kurven liegen...

Damals gab es also eine spezielle (exklusive) Anforderung für die „ganz besonderen“ Menschen.

Aber: eine „exklusive Lösung“ ist keine „Inklusion“!

Akustische Anforderungen, Übergang → 2016

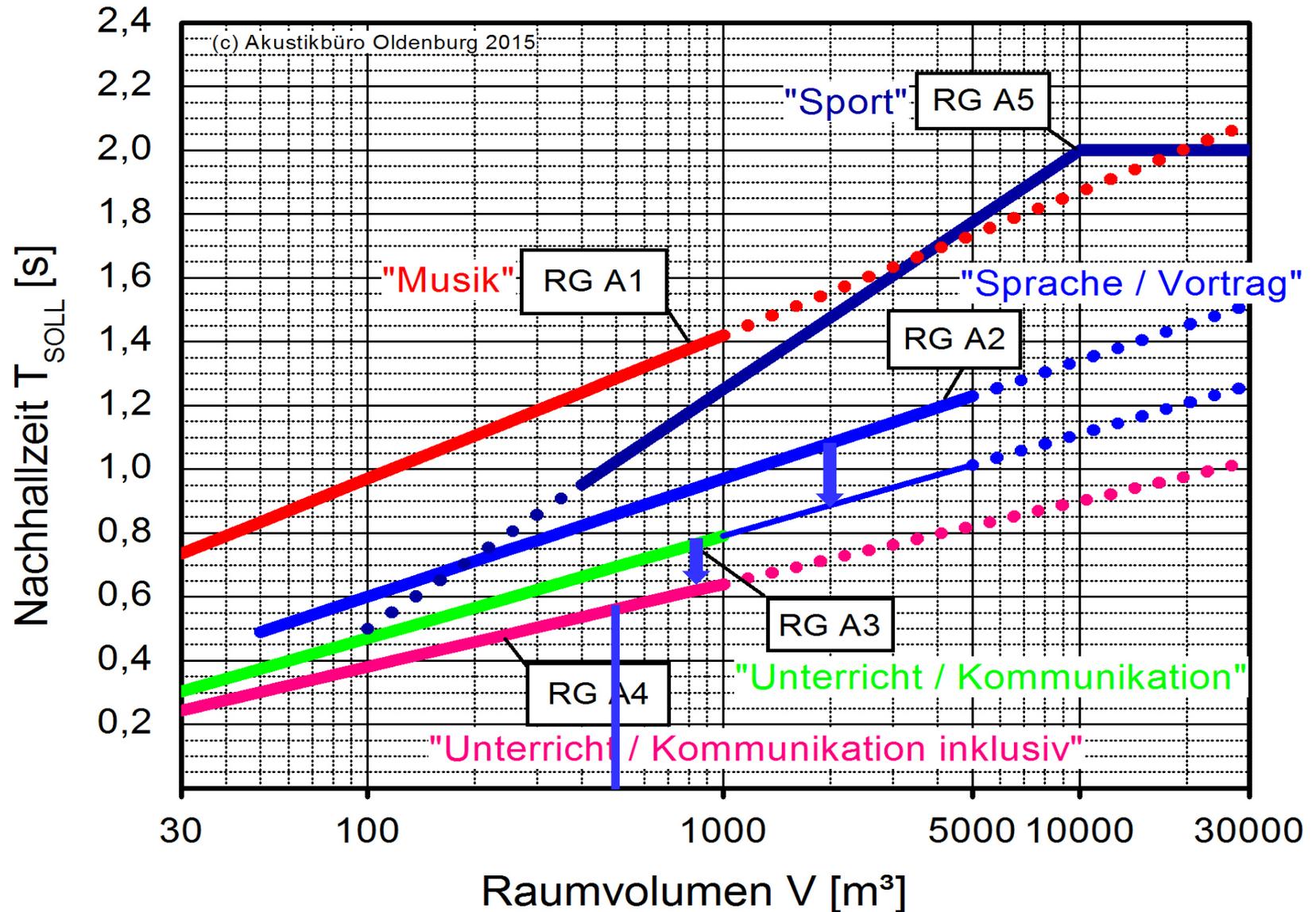
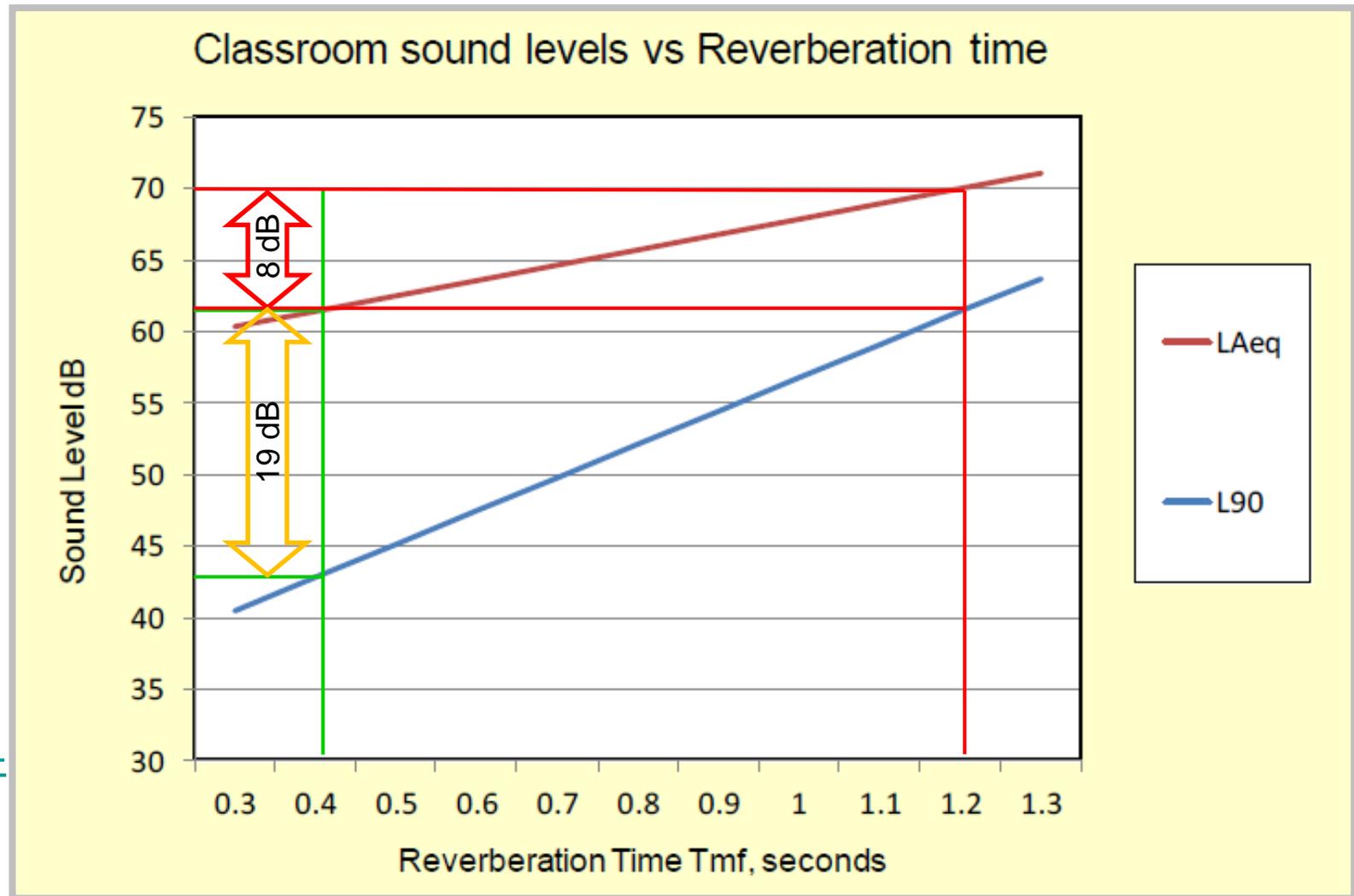


Tabelle 1 — Beschreibung der Nutzungsarten der Räume der Gruppe A

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 ist das Publikum kommuniziert über Lautsprechergruppen (auch über Musik), mit unterschiedlichen Inhalten</p>	<p>Sprachliche Kommunikation über kurzzeitige Nutzungen 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>			

Lärminderung durch Schallabsorption



© [Essex-Studie 2012](#)

Bautechnische Umsetzungen: Schallabsorption

Grundlegende „Formel“ ist die „Sabinesche Nachhall-Gleichung“:

$$T = 0,163 \times V / A$$

T: Nachhallzeit

V: Raum-Volumen

A: Äquivalente Schall-Absorptionsfläche

Für den jeweiligen Raum ist nicht nur der Zahlenwert 0,163 konstant, sondern auch das vorhandene Raum-Volumen V.

Man kann also auch schreiben:

$T \sim 1 / A$ oder T ist umgekehrt proportional zu A

Je größer die Absorptionsfläche, desto kürzer die Nachhallzeit.

Je kleiner die Absorptionsfläche, desto länger die Nachhallzeit.

Bautechnische Umsetzungen: Schallabsorption



Bautechnische Umsetzungen: Schallabsorption

Für eine kurze Nachhallzeit benötigt man also große und frei zugängliche Schallabsorptionsflächen.

Nur derjenige Schall kann absorbiert werden,
der auch auf eine Schallabsorptionsfläche trifft!

Die größte freie Fläche im Raum ist meistens die Decke.

Sie ist außerhalb der Handreichweite und dadurch gut gegen Beschädigungen geschützt.

Aber: Nur die (große) Decke zu bekleiden, reicht nicht!

Der Nachhall im Raum ist nichts anderes, als die Überlagerung der Echos in den drei Raumdimensionen Länge / Breite / Höhe.

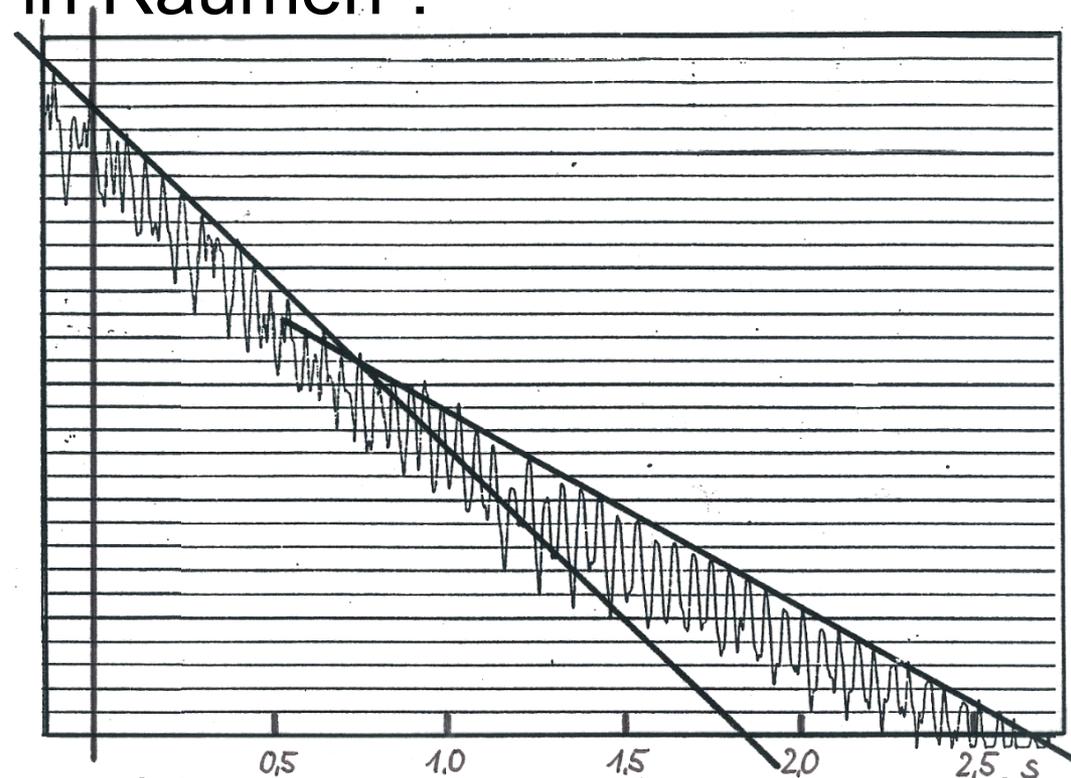
Wenn nur die Decke absorbiert,
dann verbleiben noch die horizontalen Schallreflexionen.

Raumakustik

Aller guten Dinge sind drei:

Die Anforderungen ergeben sich aus
DIN 18041 „Hörsamkeit in Räumen“:

1. kurze Nachhallzeit
2. Freiheit von
(Mehrfach)-Echos



3. geringe Stör-Geräusche (Publikum, techn. Anlagen)

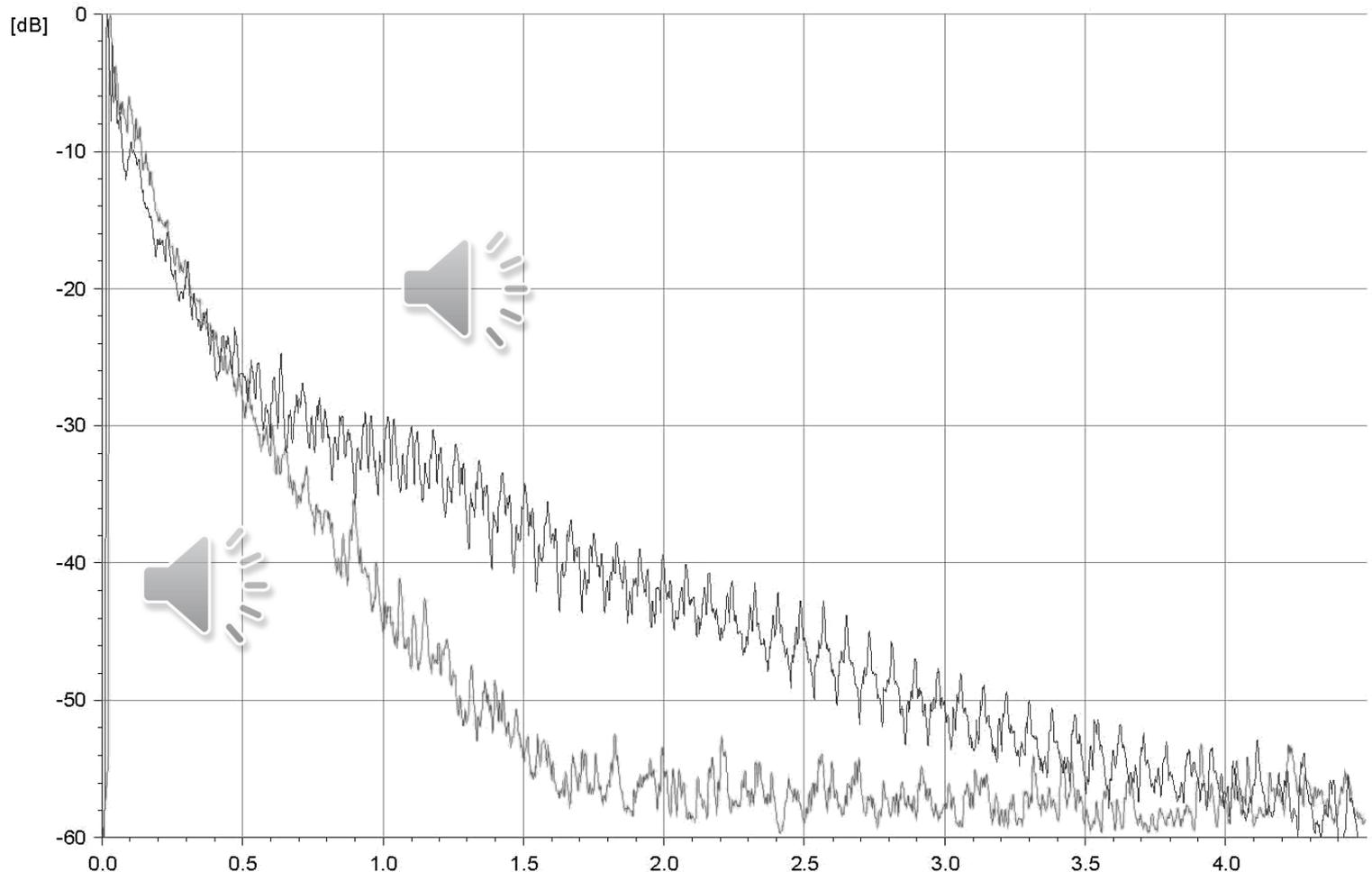
Bautechnische Umsetzungen: Flatterechos

Bauleiter lässt Luftballon platzen:



Bautechnische Umsetzungen: Flutterechos

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



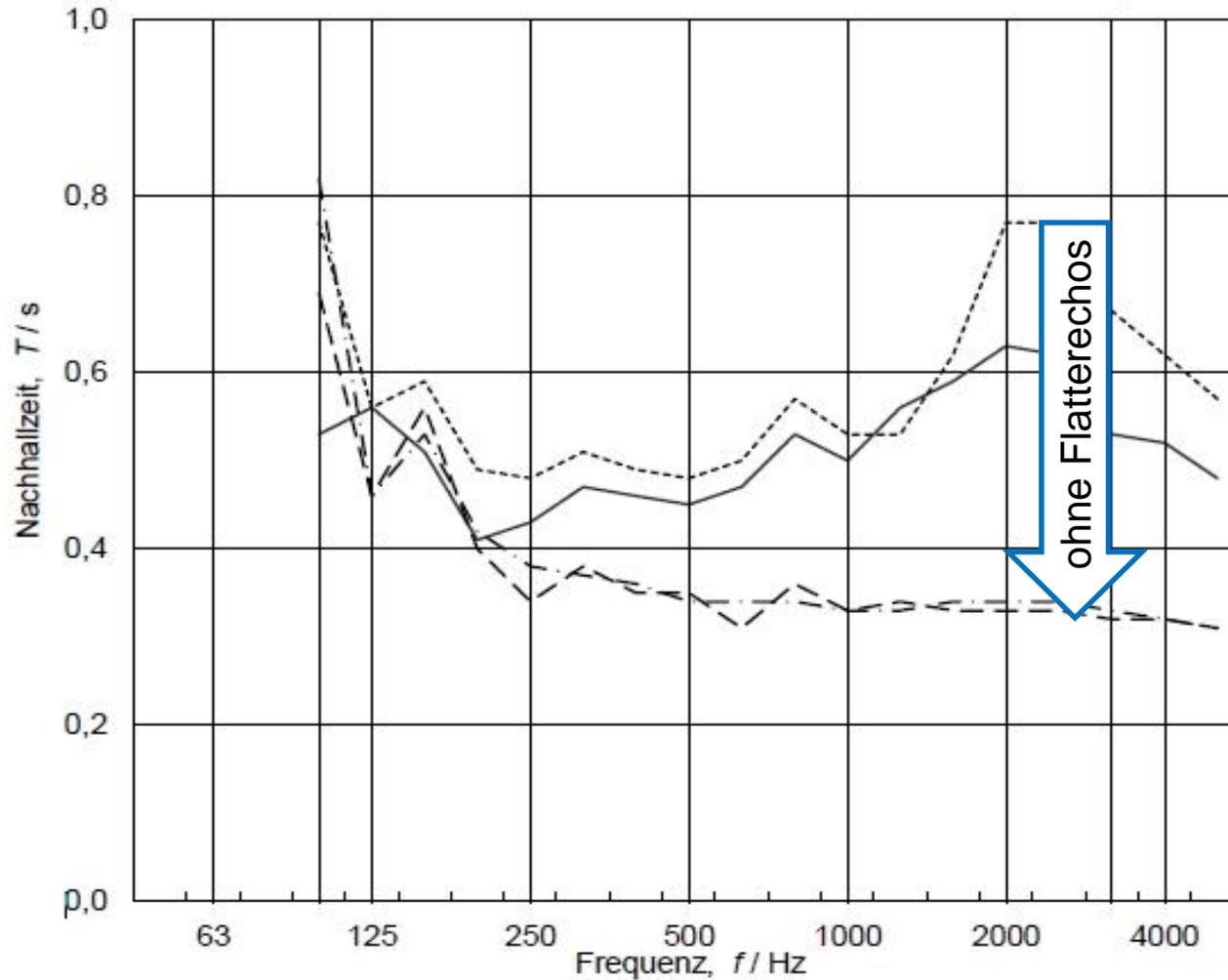
© TuR
König/Ruhe
2007

Bautechnische Umsetzungen: Flutterechos

Optisches Flutterecho:



Bautechnische Umsetzungen: Flatterechos





Bautechnische Umsetzungen: Schallabsorption

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

medizinisch-physikalisch- biologischer Selbstversuch!

Presst den Mund fest auf einen Ärmel
und pustet kräftig hinein → es wird warm.

Pustet kräftig auf den Handrücken.
→ es bleibt kalt.

Bautechnische Umsetzungen: Schallabsorption

Für eine kurze Nachhallzeit benötigt man also große und frei zugängliche Schallabsorptionsflächen in allen drei Dimensionen.

Letzte Gleichung für heute:

$$A = S \times \alpha$$

A: äquivalente Schall-Absorptionsfläche

S: mit dem Absorber belegte Fläche

α : Schallabsorptionsgrad

Material	Schallabsorptionsgrad
Beton, Glas, Keramik, Parkett, Lino	0,03 bis 0,07
Teppiche	0,10 bis 0,15
dicke Vorhänge	bis 0,35
schallabsorbierende Decken	0,55 bis 0,95

Raumakustik

Aller guten Dinge sind drei:

Die Anforderungen ergeben sich aus
DIN 18041 „Hörsamkeit in Räumen“:

1. kurze Nachhallzeit

2. Freiheit von
(Mehrfach)-Echos

3. geringe Stör-Geräusche (Publikum, techn. Anlagen)

Einzuhaltende Schallpegel der technischen Anlagen
(Beamer, Lüftung) sind in DIN 18041 beschrieben.

Sie sollen 35 dB(A) am nächsten Zuhörerplatz nicht
überschreiten.

Übersicht: Aller guten Dinge sind drei:

- 1.1 Gesetzliche Vorgaben
- 1.2 Definition von Barrierefreiheit
- 1.3 Definition der Drei Prioritäten
- 2.1 Schallschutz
- 2.2 Raumakustik
- 2.3 Technische Unterstützung
- 3 „Kochrezept“ für Raumakustik**
 - 3.1 Decke**
 - 3.2 Wände**
 - 3.3 Fußboden**

„Kochrezept“ für inklusive Raumakustik

Aller guten Dinge sind drei:

1. Möglichst zuerst die ganze **Decke** bekleiden.
Sie ist die größte Fläche im Raum
und liegt außerhalb der Handreichweite.
Man kann also kostengünstig ein weiches,
gut absorbierendes Material verwenden.
2. Die zweite Raumdimension auch behandeln: schall-
absorbierende Wandpaneele an der „**Rückwand**“.
3. Ein **Teppich** absorbiert viel weniger,
lässt aber Störgeräusche gar nicht erst entstehen.

Hören Sehen Planen Bauen
Fachreferat Barrierefrei am DSB



reFeRATgeber 6

HÖRGESCHÄDIGTE KINDER IN REGELSCHULEN



Klassenraum-Akustik
Klassenraum-Gestaltung
Klassenraum-Organisation

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

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

Diese Broschüre wurde gedruckt
mit finanzieller Unterstützung der Firmen:





Hamburg, Elbschule, Klassenraum



Barrierefreiheit und „das liebe Geld“

Jeder fragt „Was **kostet** diese Barrierefreiheit?“

Neue Klasseraumdecke	ca. 4.000,- €
Rückwandpaneel	ca. 1.500,- €
Ggfs. Teppichboden	ca. 2.500,- €

Kaum einer fragt „Was **bringt/spart** diese Barrierefreiheit?“

Fahrtkosten je Fahrschüler und Jahr	bis 30.000,- €
Frührente lärmschwerhöriger Lehrer	im Mittel 42 Monate
Besserer Lernerfolg / bessere Berufschancen, mehr Verdienst / mehr Steuereinnahmen	
Geringerer Lärm / weniger Schwerhörigkeit, Tinnitus, Burnout	
Geringere Ausfallzeiten / Krankenkosten / Lehrermangel	

Merke:

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

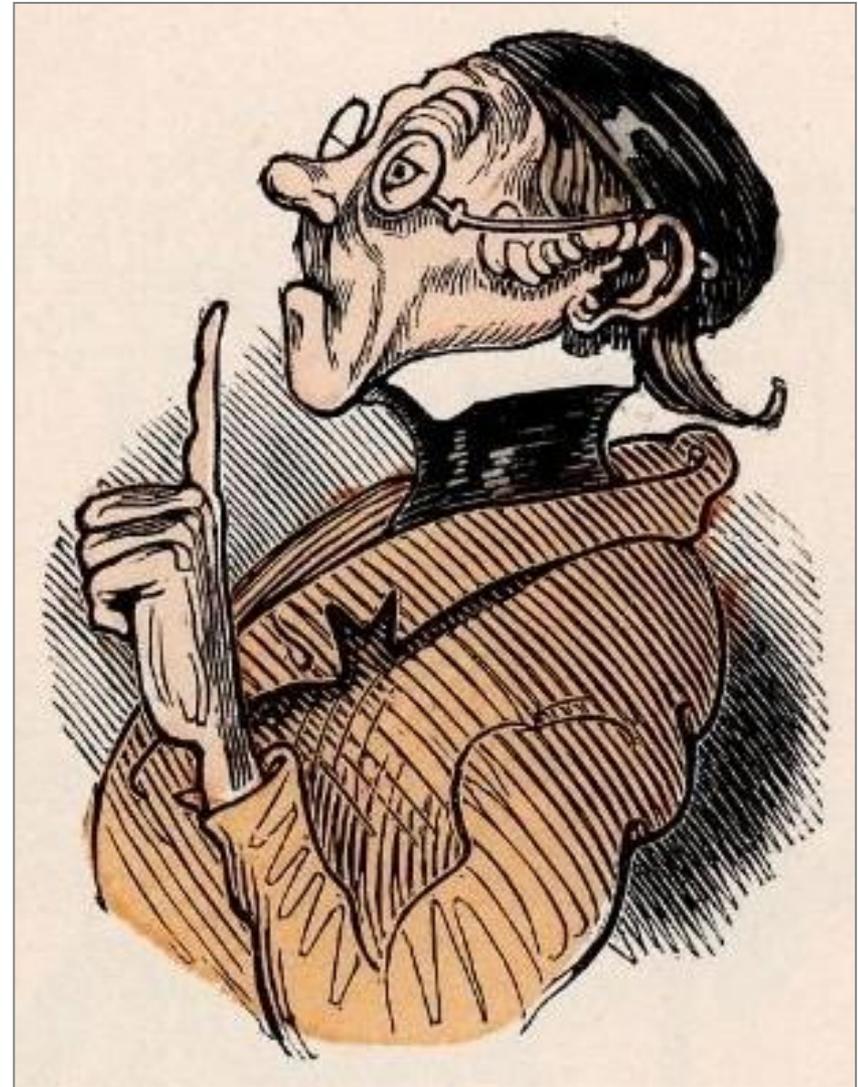
Sie hilft ALLEN Menschen

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

Merke:

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

**Habt Ihr
bis hierher
noch Fragen?**



Zugaben: Aller guten Dinge sind drei

1. Raumakustische Situation in deutschen Klassenräumen veröffentlicht in der [HörPäd 2023 Heft 2](#).
2. Störgeräusche von Raumluft-Filteranlagen August 2021 bis März 2022, veröffentlicht in fünf Zeitschriften, u.a. HörPäd 2022 Heft 1 und [Akustik Journal 2022 Heft 2](#).
3. Klassenraum-Beschallung mit „SchallAcker“-Anlagen Sommer 2019 bis Sommer 2021, Zeitschriften stäuben sich gegen [Veröffentlichung](#).

Diese Zugaben lasse ich heute entfallen.

Wie geht man zur Verbesserung 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:



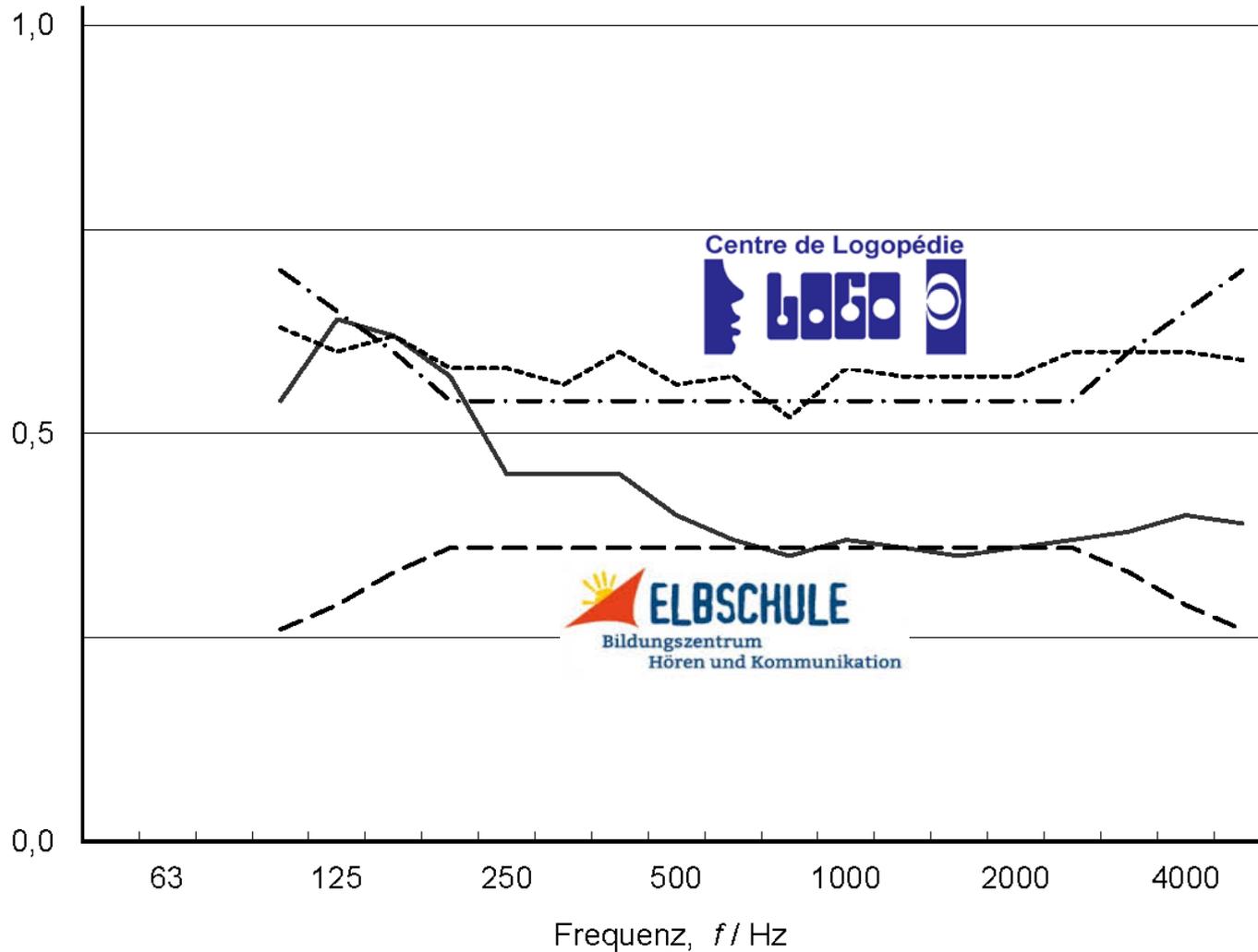
Hamburg, Elbschule, Klassenraum



Luxemburg, Centre de Logopédie, Klassenraum

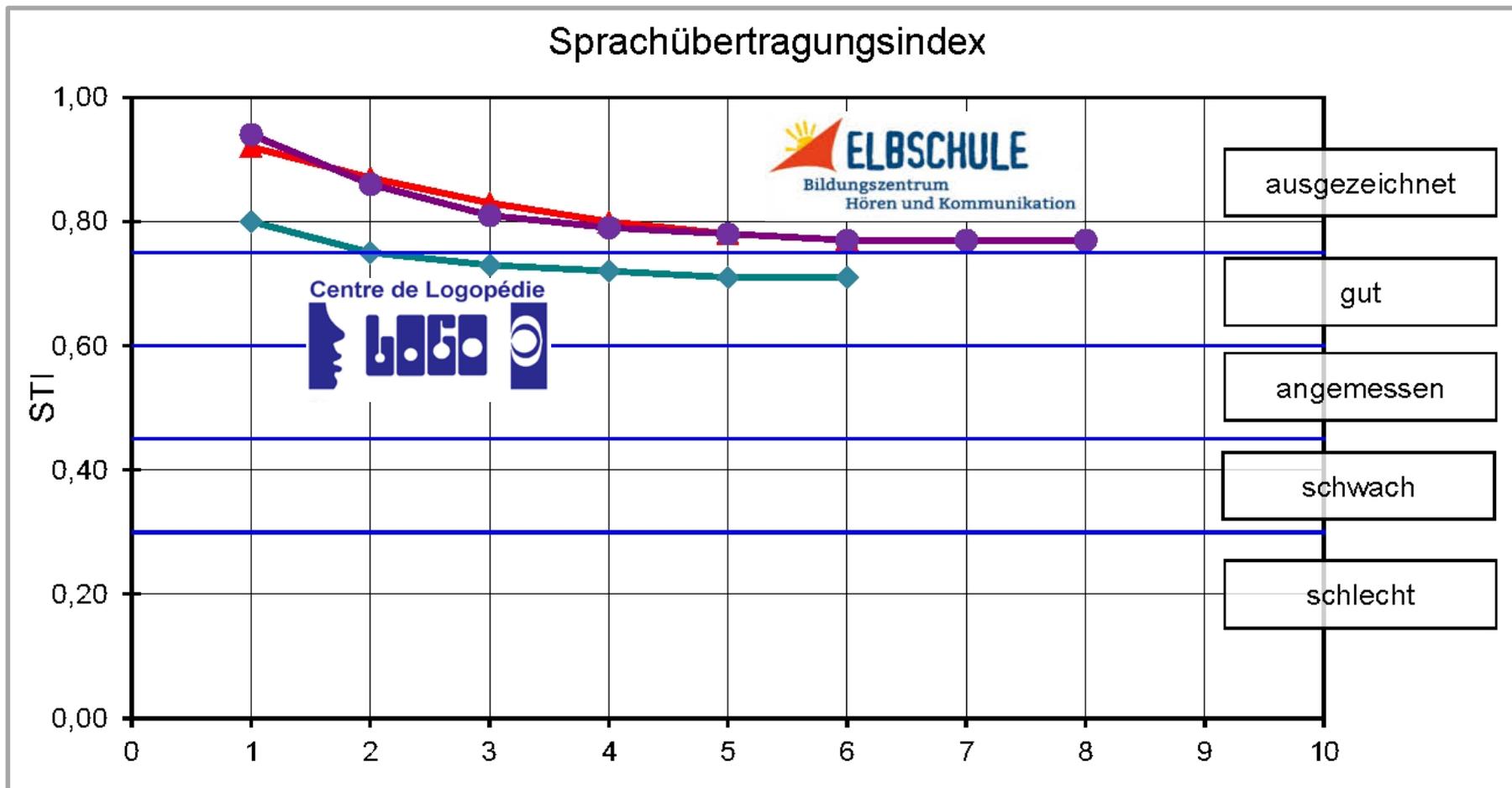


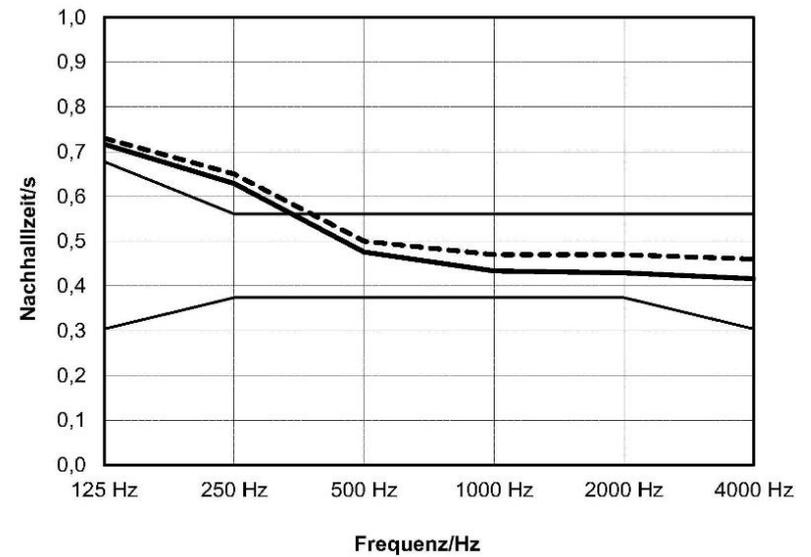
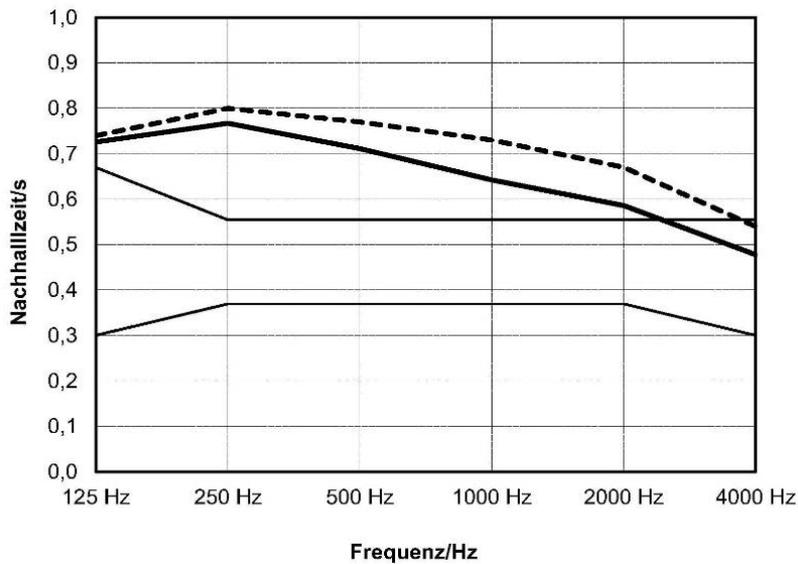
Nachhallzeit-Vergleich Luxemburg - Hamburg



STI-Vergleich

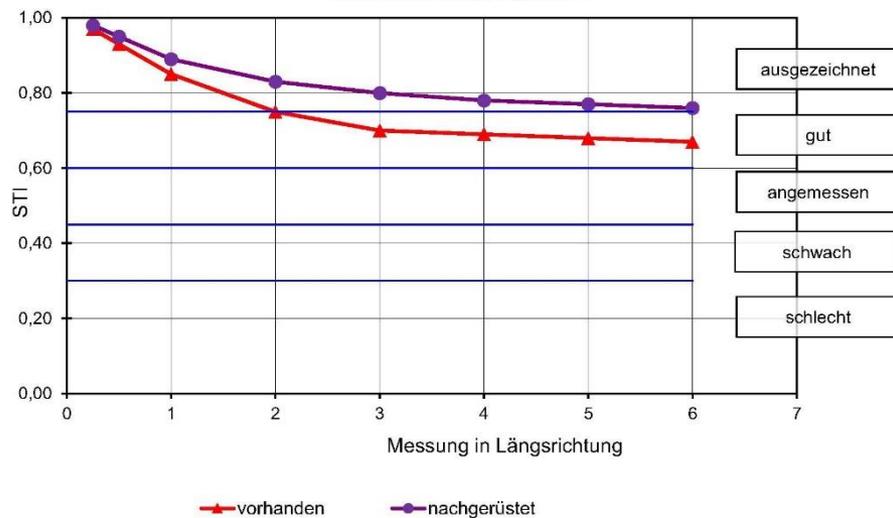
Luxemburg - Hamburg



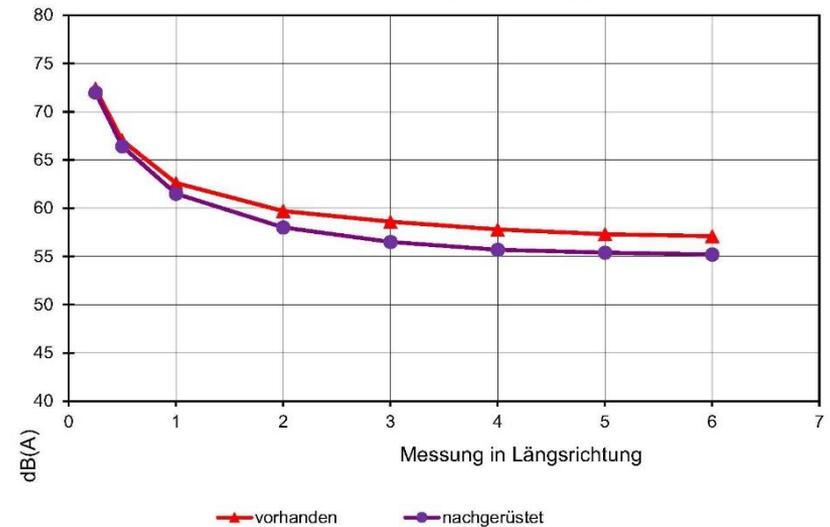




Sprachübertragungsindex

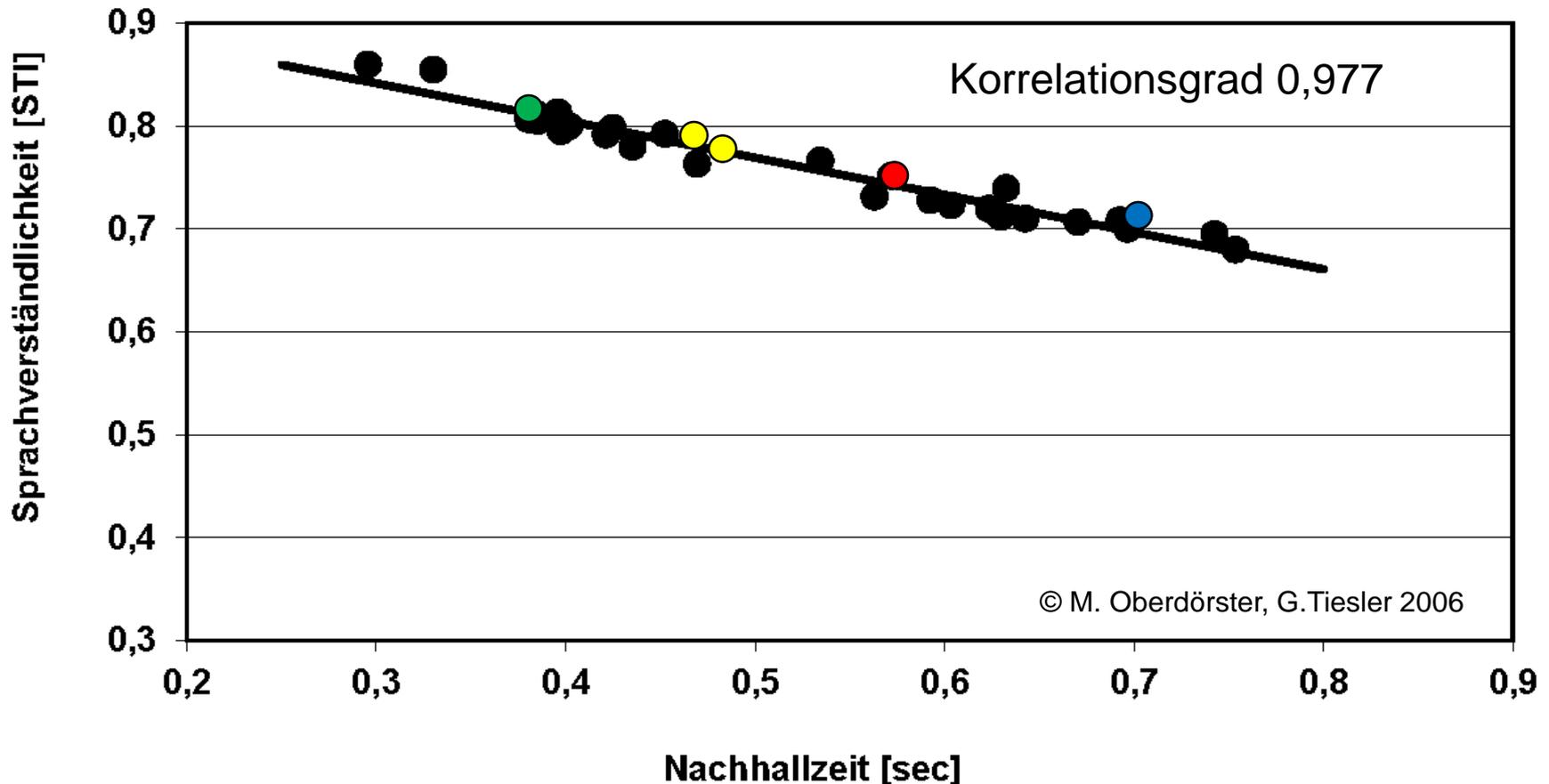


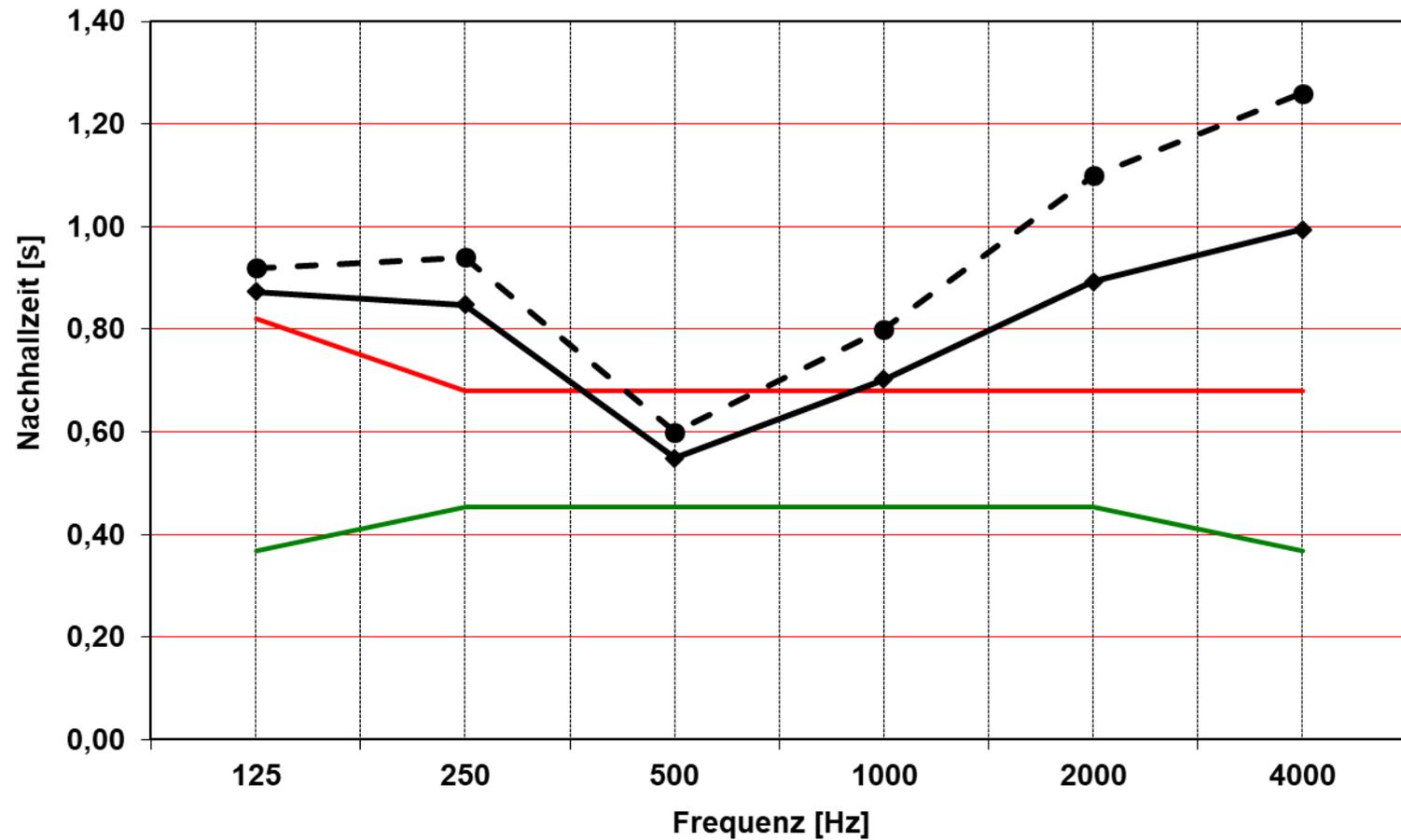
Schallpegelverteilung

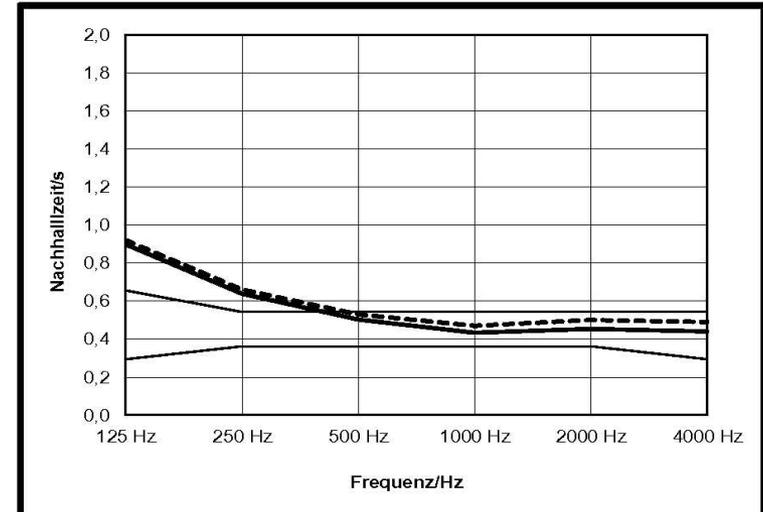
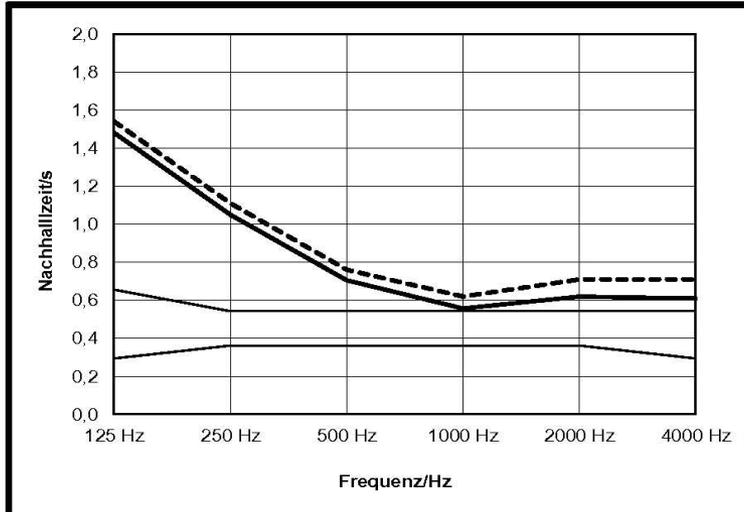


DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen

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



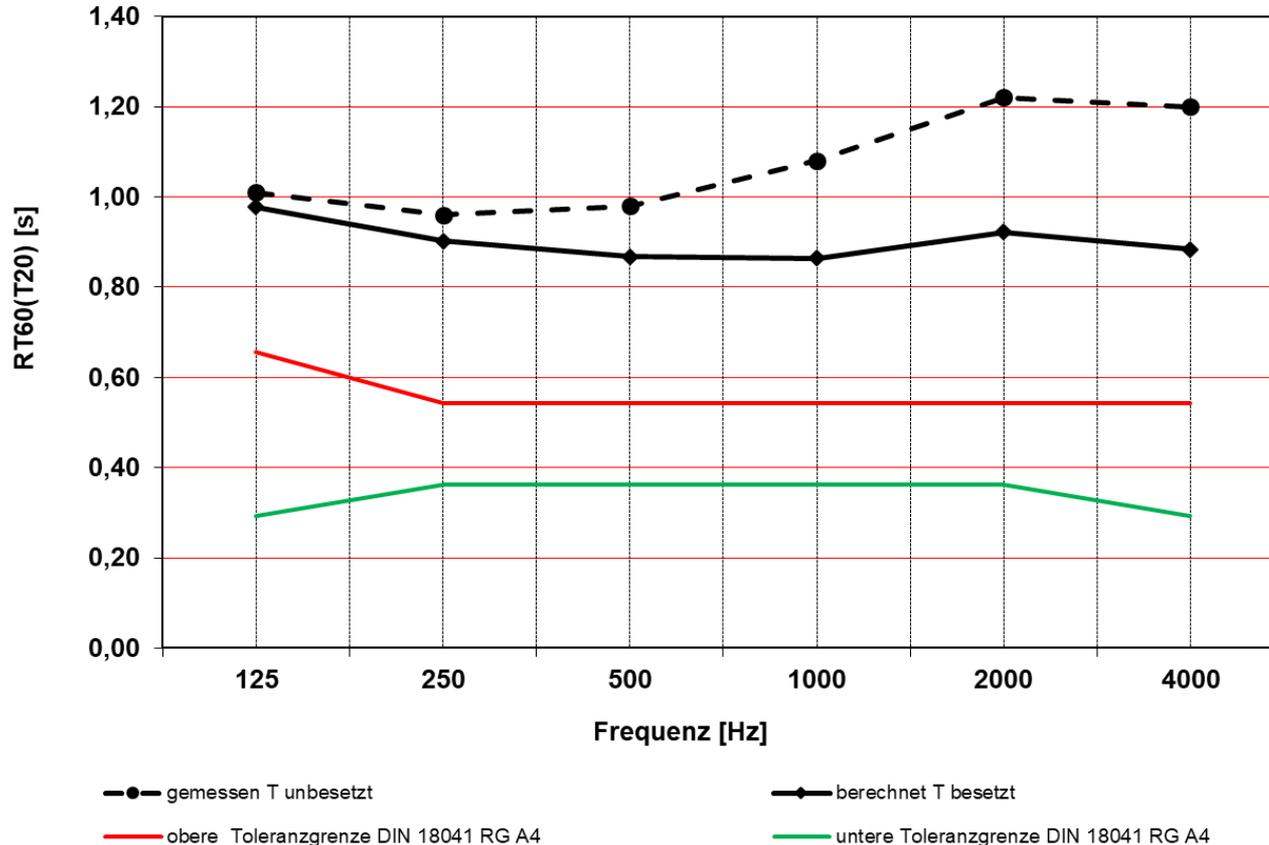




Ort:	Musterstadt	Gebäude:	ABC-Schule	Raum-Nr.:	123						
Auswertung für Unterricht / Kommunikation inklusiv, Raumgruppe A4											
Grundfläche	63 m ²	mittl. Höhe	3,00 m								
Volumen V	189 m ³	Frequenz		125	250	500	1000	2000	4000	Hz	
Nachhallzeiten	gemessen	$T_{unbesetzt}$		1,01	0,96	0,98	1,08	1,22	1,20	T_{mittel}	s
Absorptionsfläche	vorhanden	$A_{unbesetzt}$		29,9	31,5	30,9	28,0	24,8	25,2		m ²
Schall-Absorptionsfläche	$A = 0,16 * V / T$										
	aus Tabelle A1.2)	Erwachsene		0,15	0,30	0,40	0,45	0,55	0,55		m ² /Pers.
	aus Tabelle A1.5)	Kind VORSCH		0,05	0,10	0,15	0,20	0,30	0,25		m ² /Pers.
	aus Tabelle A1.6)	Schüler PRIM		0,05	0,10	0,20	0,35	0,40	0,45		m ² /Pers.
	aus Tabelle A1.7)	Schüler SEKU		0,10	0,15	0,35	0,50	0,50	0,55		m ² /Pers.
Personen-Anzahl N	zusätzliche Schall-Absorptionsfläche										
	1 Erwachsene	$A_{zus.}$		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6		m ²
	0 Kinder VORSC	$A_{zus.}$		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		m ²
	20 Schüler PRIM	$A_{zus.}$		1,0	2,0	4,0	7,0	8,0	9,0		m ²
	0 Schüler SEKU	$A_{zus.}$		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		m ²
Absorptionsfläche besetzt	$A_{zus.} + A_{unbesetzt}$			31,1	33,8	35,3	35,5	33,3	34,8		m ²
Nachhallzeiten	berechnet	$T_{besetzt}$		0,97	0,89	0,86	0,85	0,91	0,87		s
	Toleranz	oben		0,66	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54		s
Soll-Nachhallzeit RG A4		$T_{soll(A4)}$		0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45		s
	Toleranz	unten		0,29	0,36	0,36	0,36	0,36	0,29		s

Ort: **Musterstadt** Gebäude: **ABC-Schule** Raum-Nr.: **123**
 Auswertung für Unterricht / Kommunikation inklusiv, Raumgruppe A4

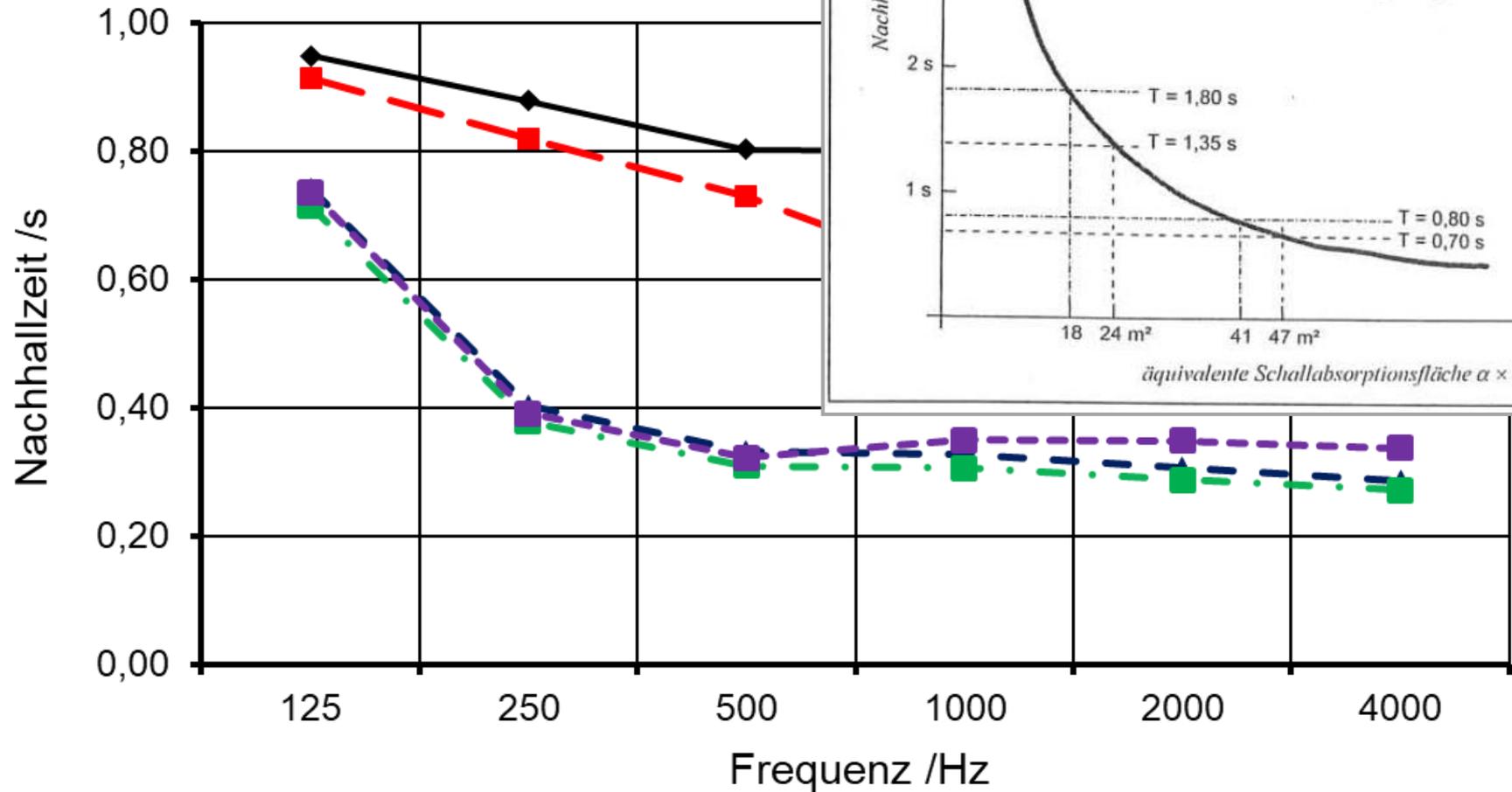
Nachhallzeiten in Oktavbändern



2000	4000	Hz
1,22	1,20	T_{mittel} s
24,8	25,2	m ²
0,55	0,55	m ² /Pers.
0,30	0,25	m ² /Pers.
0,40	0,45	m ² /Pers.
0,50	0,55	m ² /Pers.
0,6	0,6	m ²
0,0	0,0	m ²
8,0	9,0	m ²
0,0	0,0	m ²
33,3	34,8	m ²
0,91	0,87	0,89 s

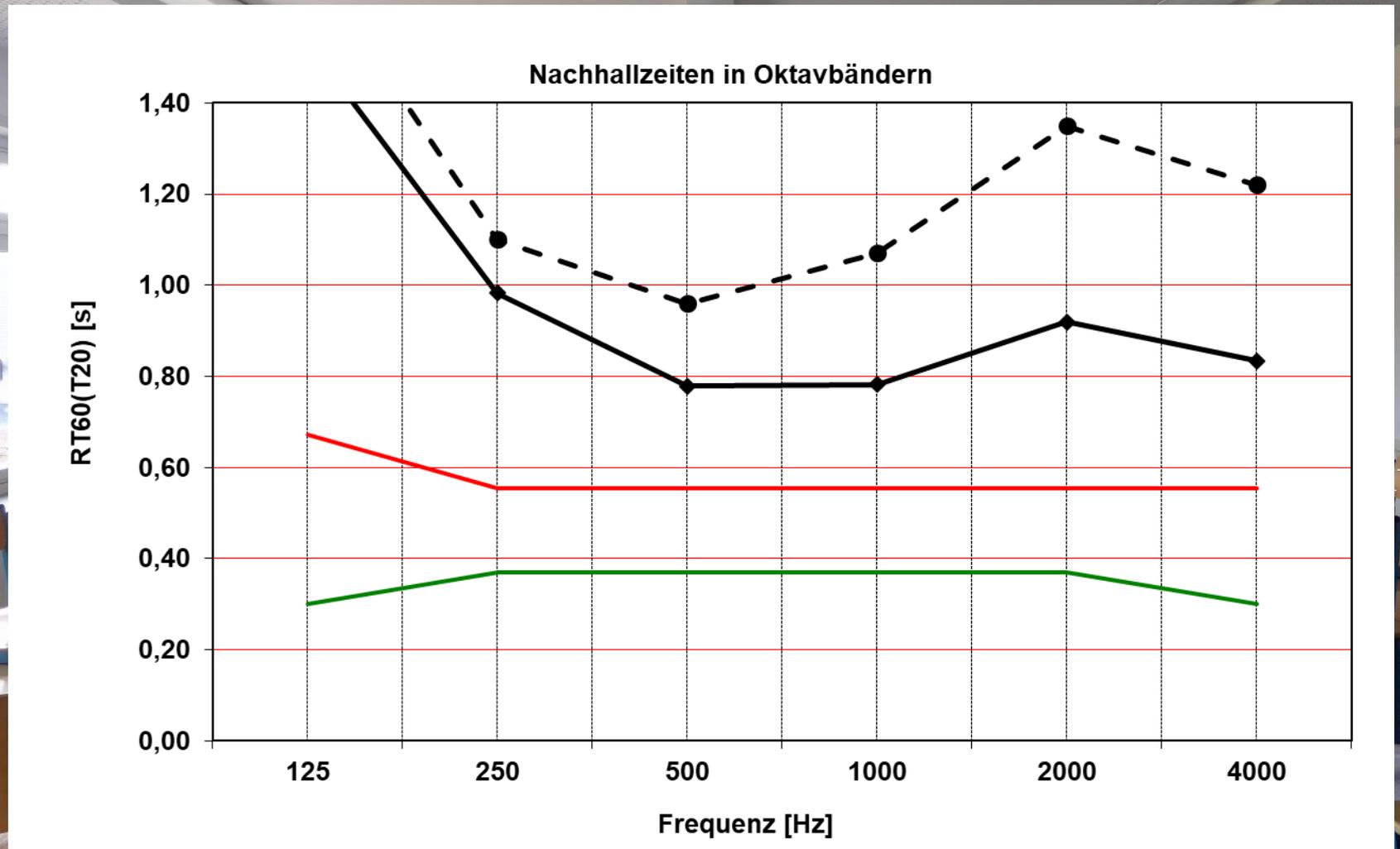
Toleranz	oben	0,66	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	s
Soll-Nachhallzeit RG A4	$T_{\text{soll}}(A4)$	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45 s
Toleranz	unten	0,29	0,36	0,36	0,36	0,36	0,29	s

Vergleich verschiedener Ausstattungen



- ◆— vorhanden
- Teppichboden
- ▲- Austrausch Decke
- Wandpaneel
- Teppich raus

Klassenraum wurde in den Ferien renoviert

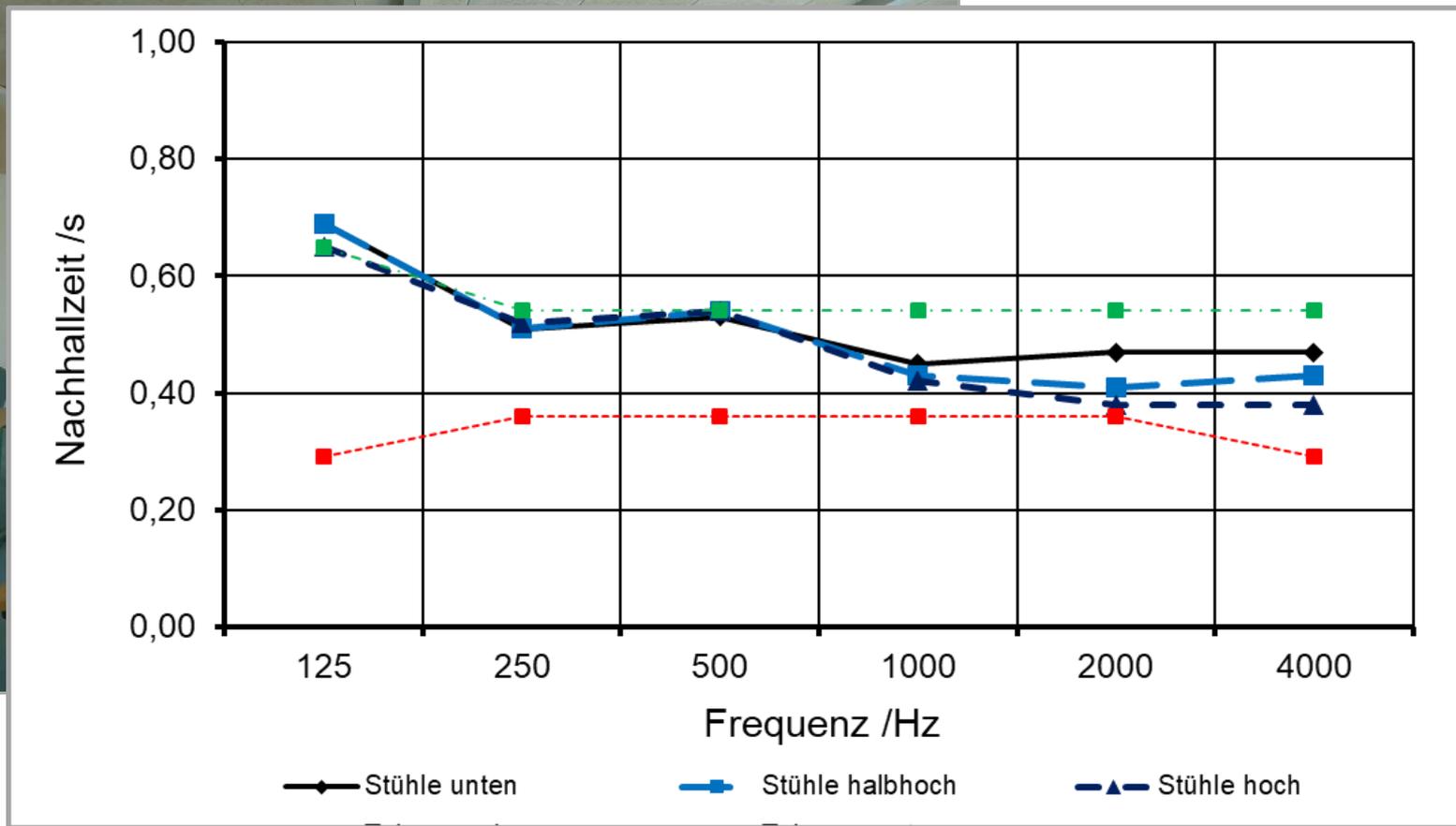


Klassenraum wurde in den Ferien renoviert



„Nachklingen“ im Muster-Klassenraum

Zur Verbesserung der Diffusität wurden die Stühle „hochgestellt“.



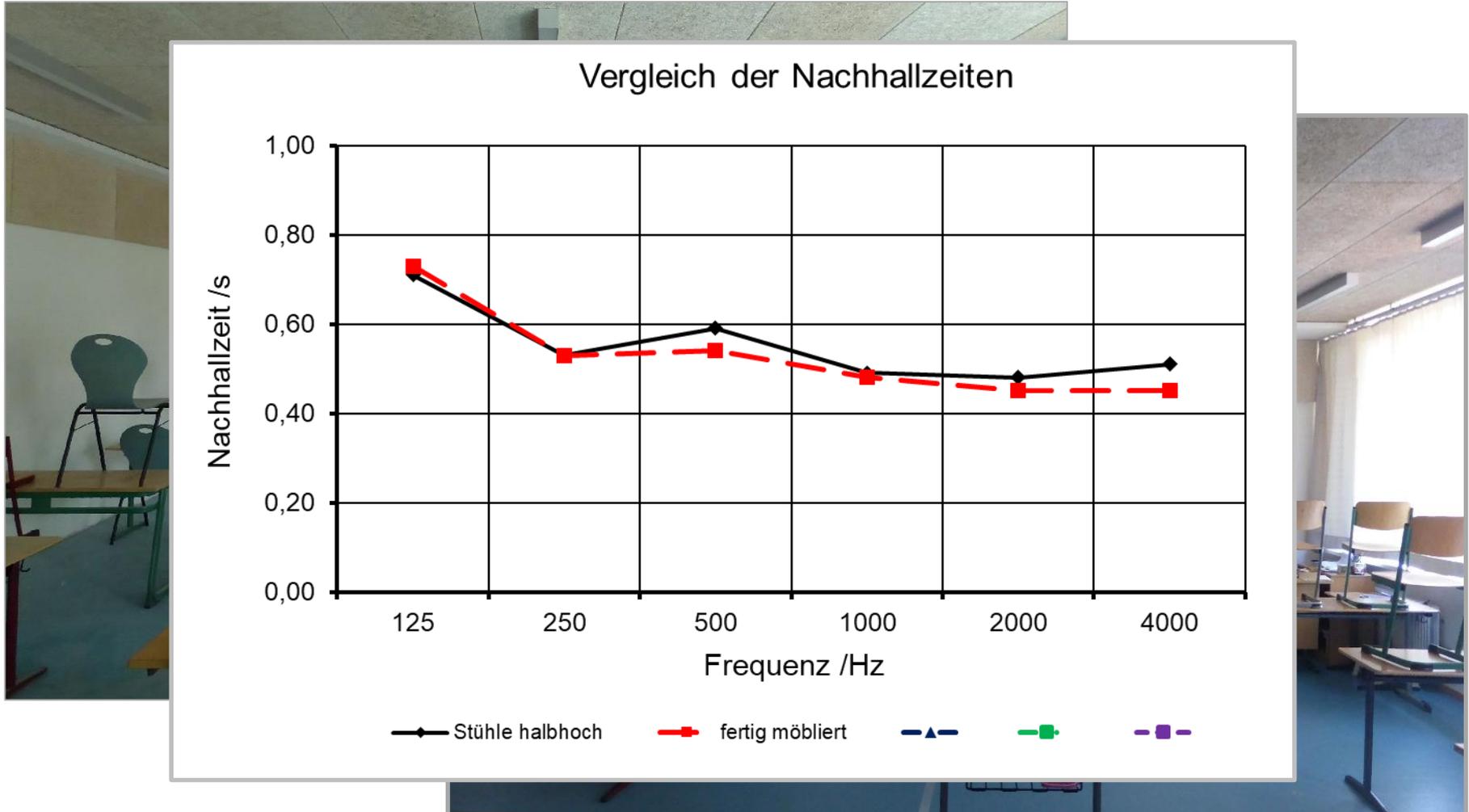
„Nachklingen“ im Muster-Klassenraum

Zur Verbesserung der Diffusität wurden die Stühle „hochgestellt“.



Fertiggestellter Muster-Klassenraum

Zur Verbesserung der Diffusität wurden die Stühle „hochgestellt“.



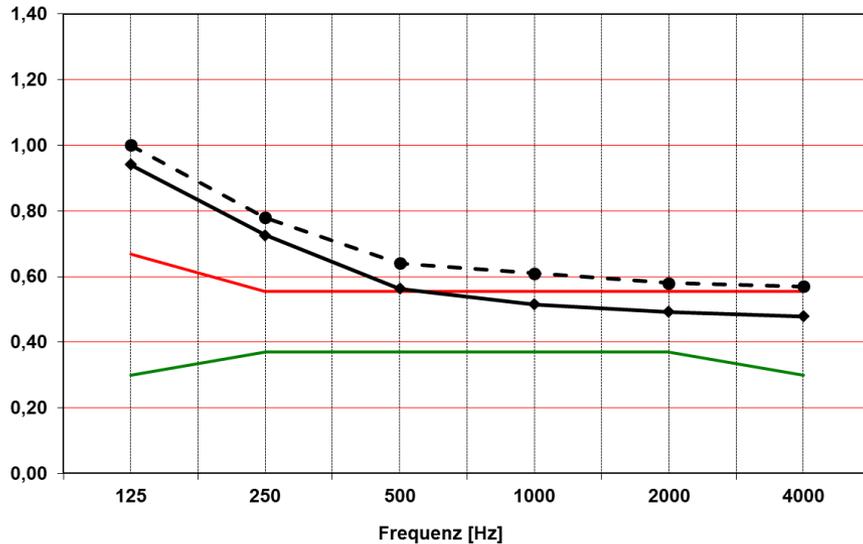
Messungen identischer Klassenräume



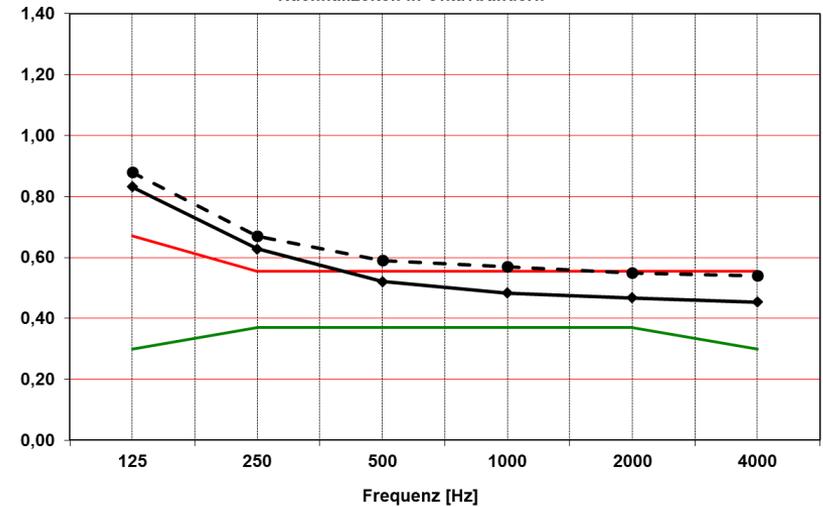
Messungen identischer Klassenräume



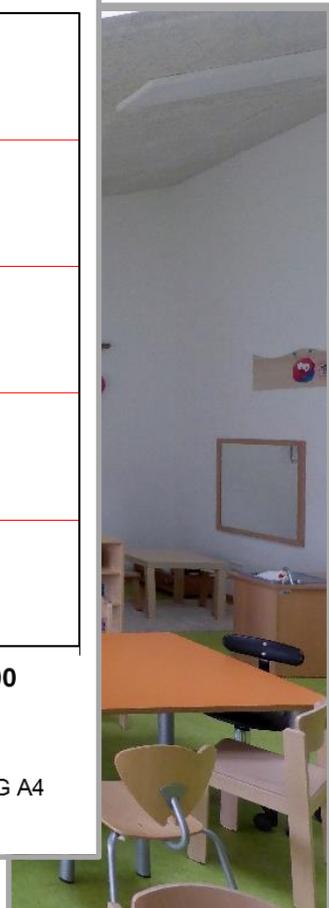
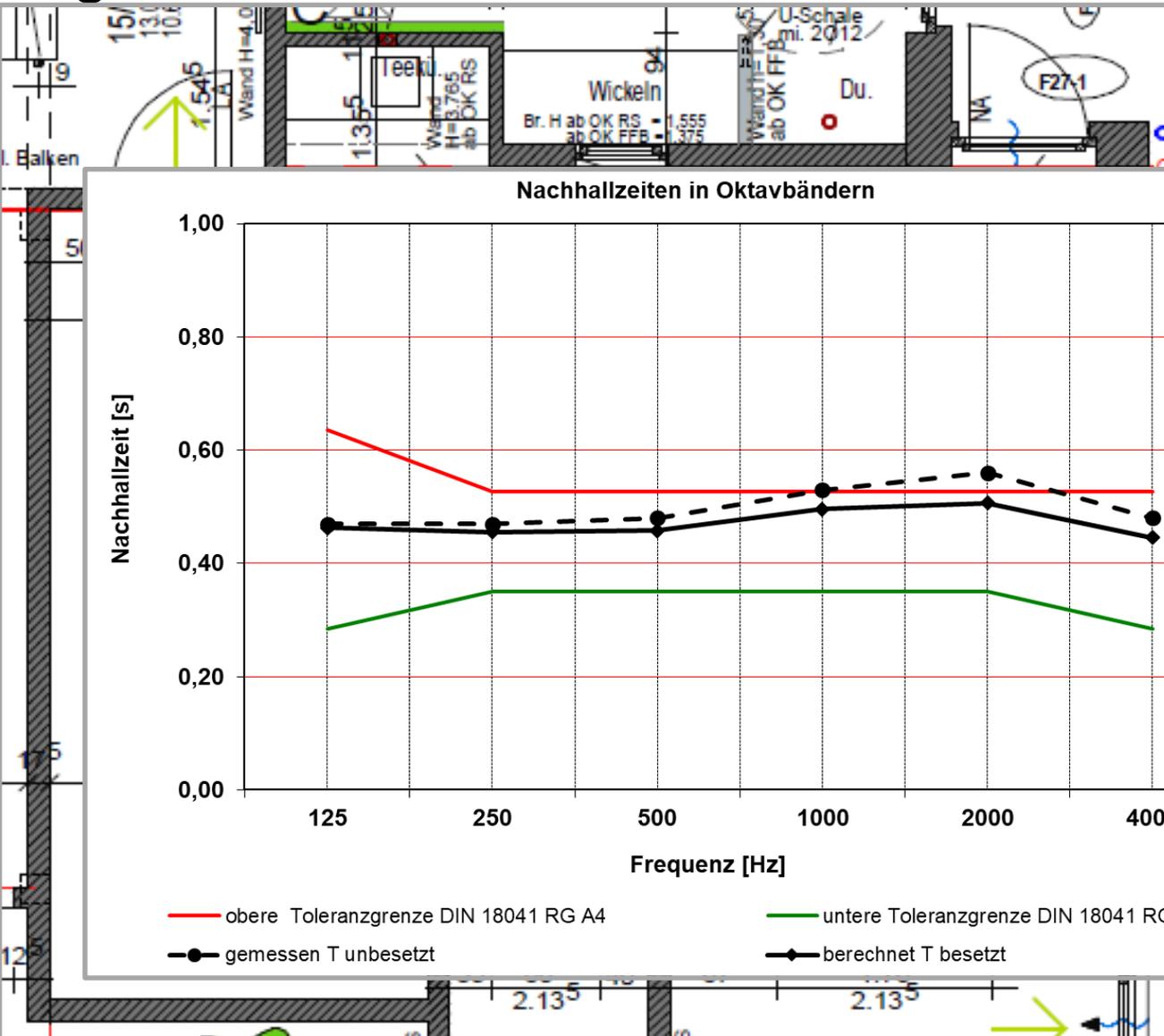
Nachhallzeiten in Oktavbändern



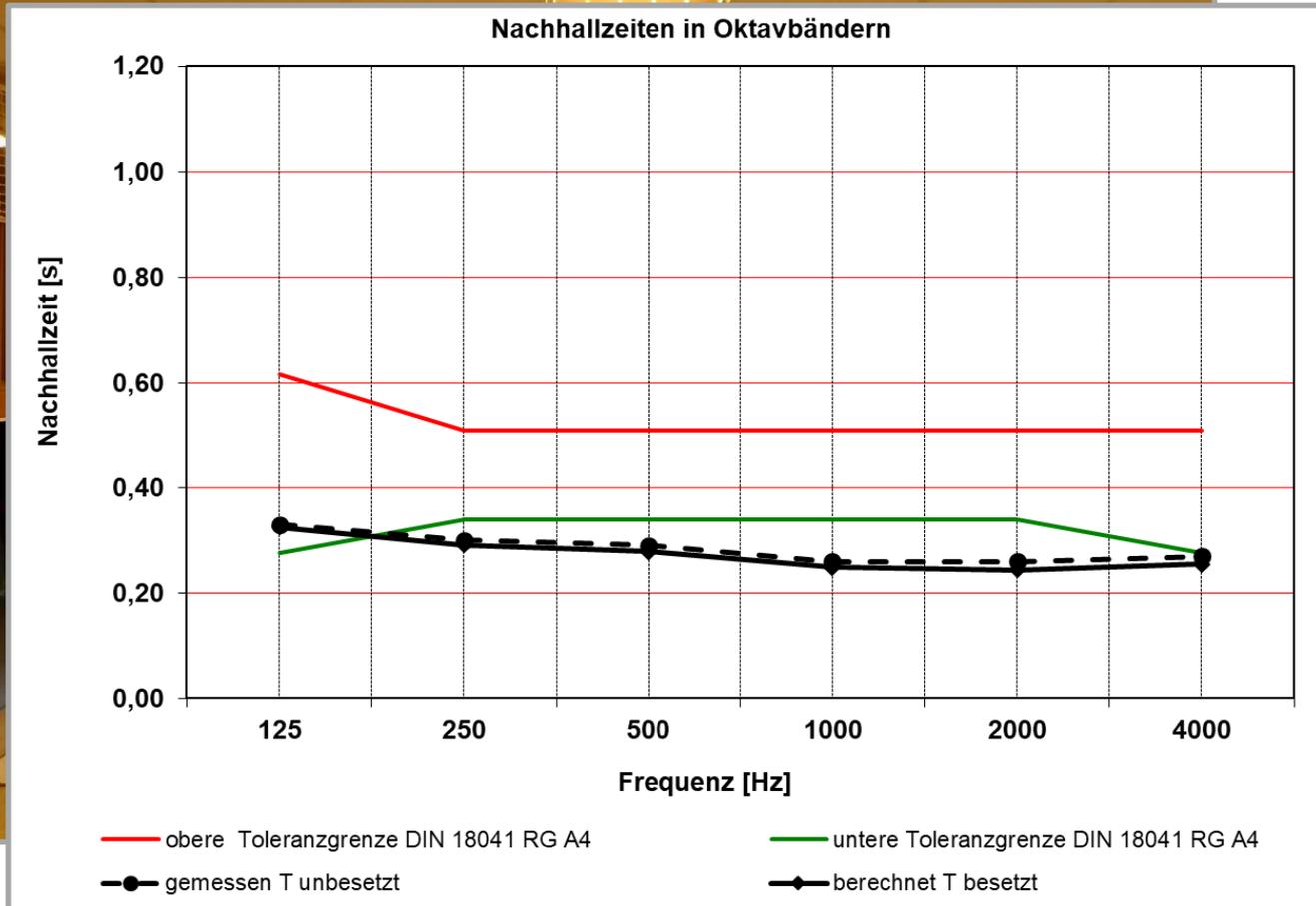
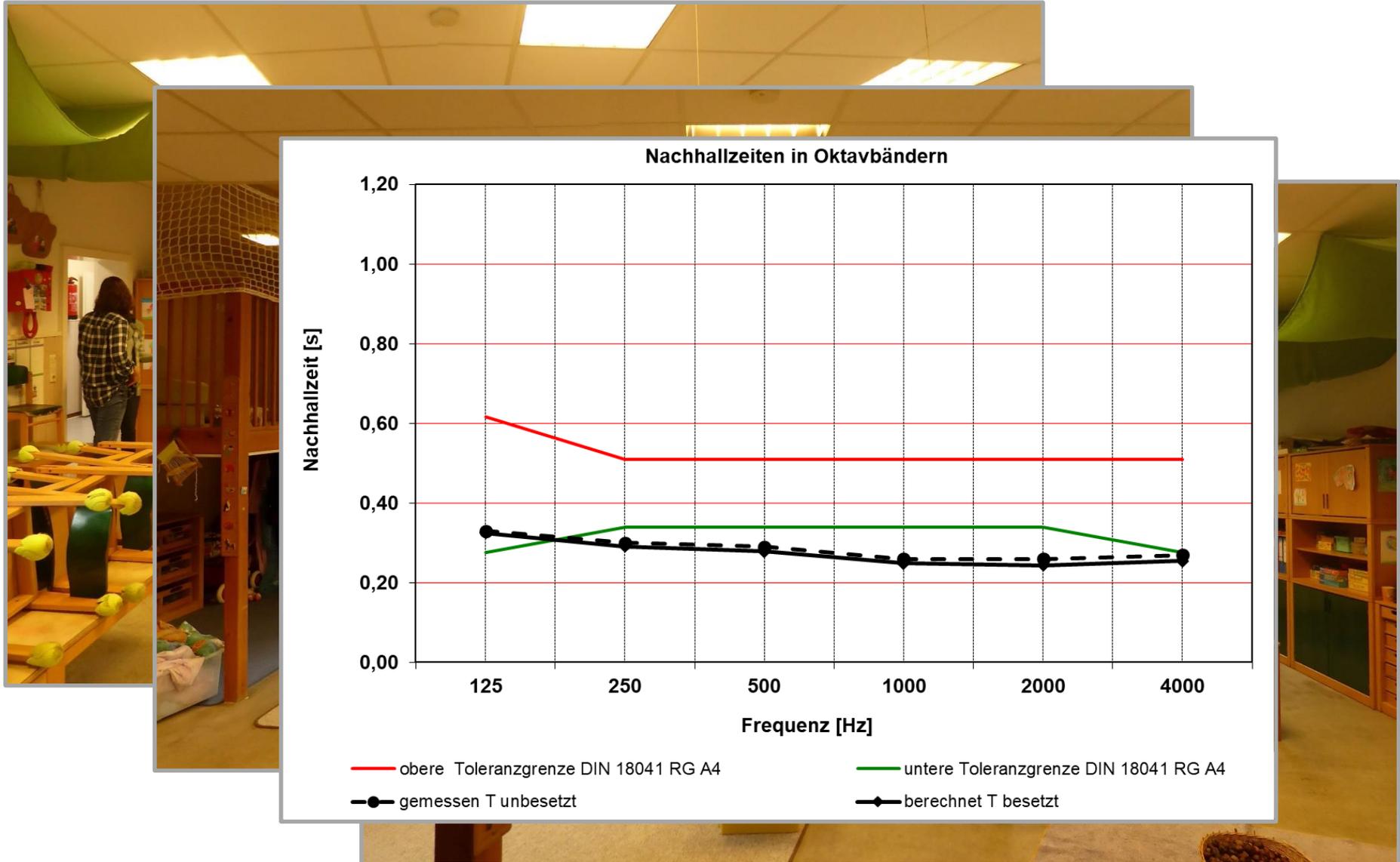
Nachhallzeiten in Oktavbändern



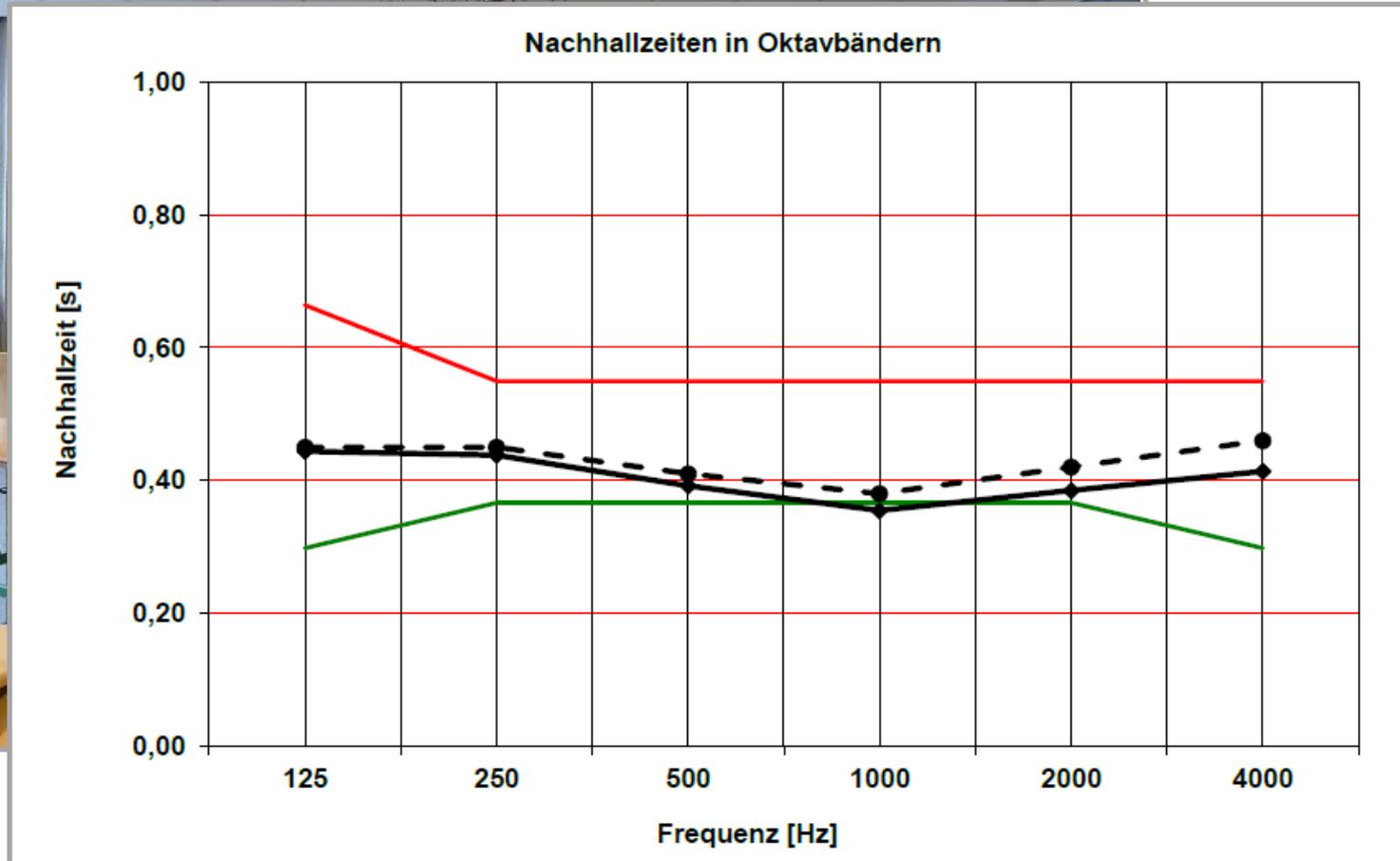
Syke Integrative Kita der AWO



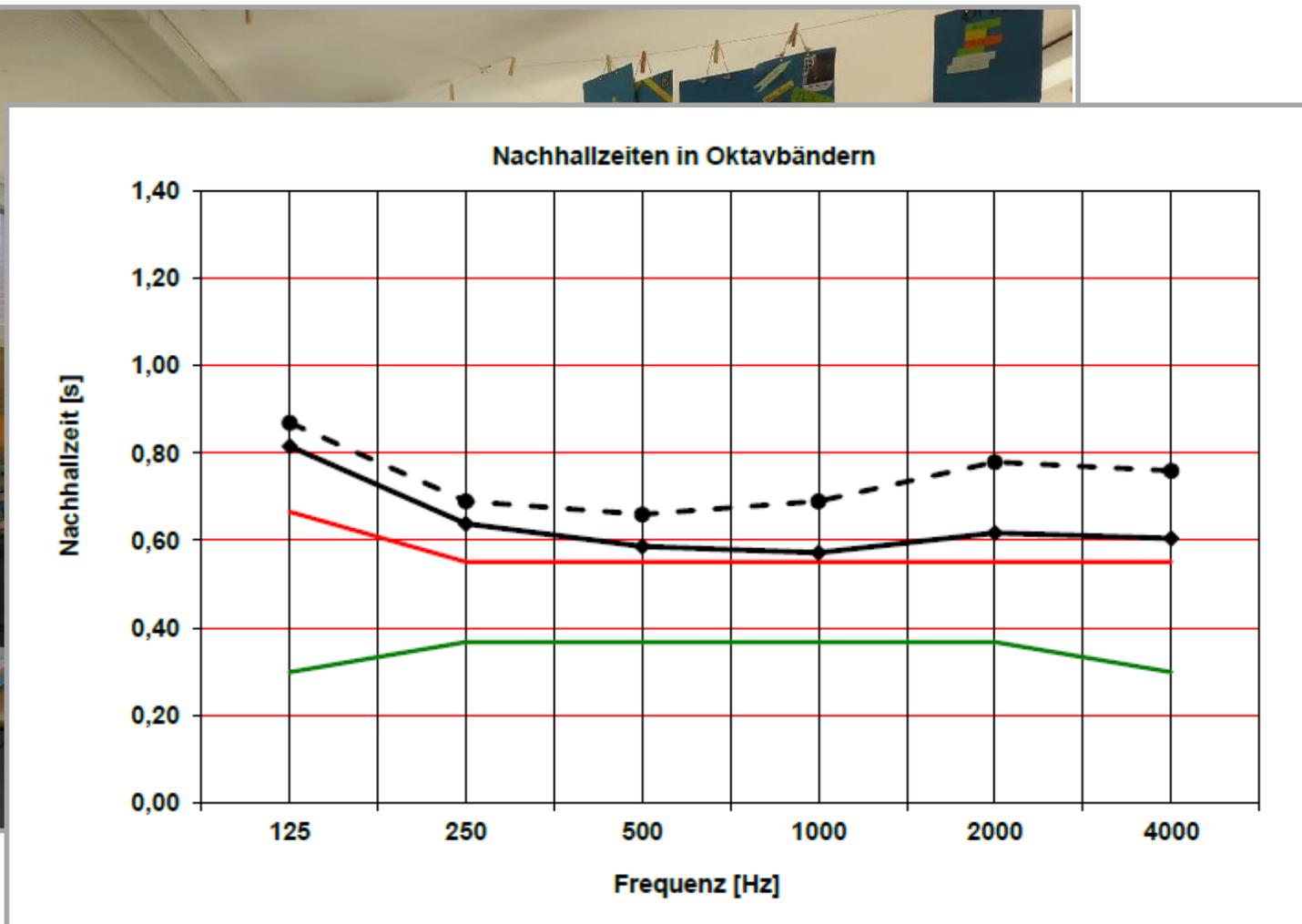
Schwentinental Integrative Kita des DRK



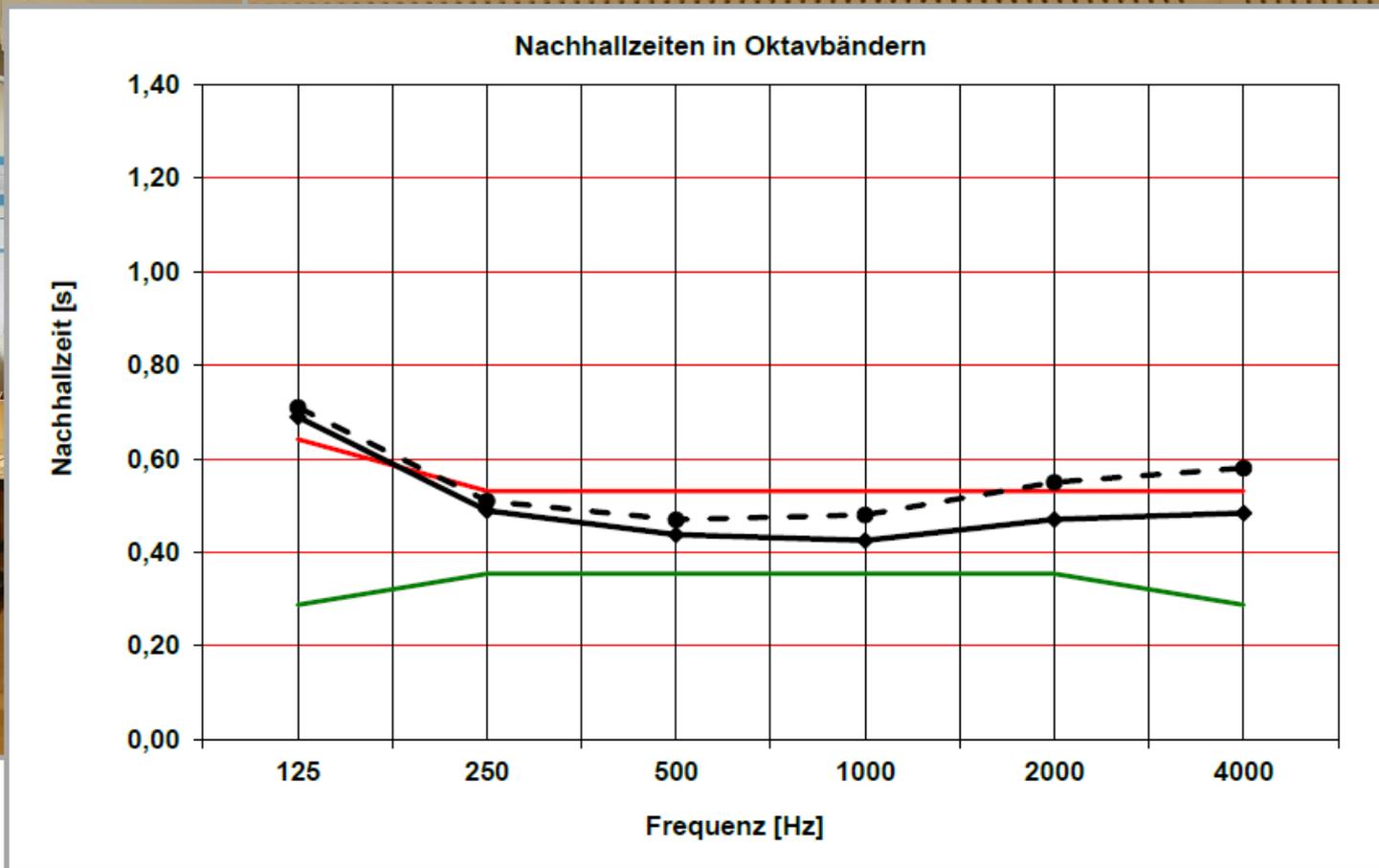
Nienburg, Grundschule am Bach



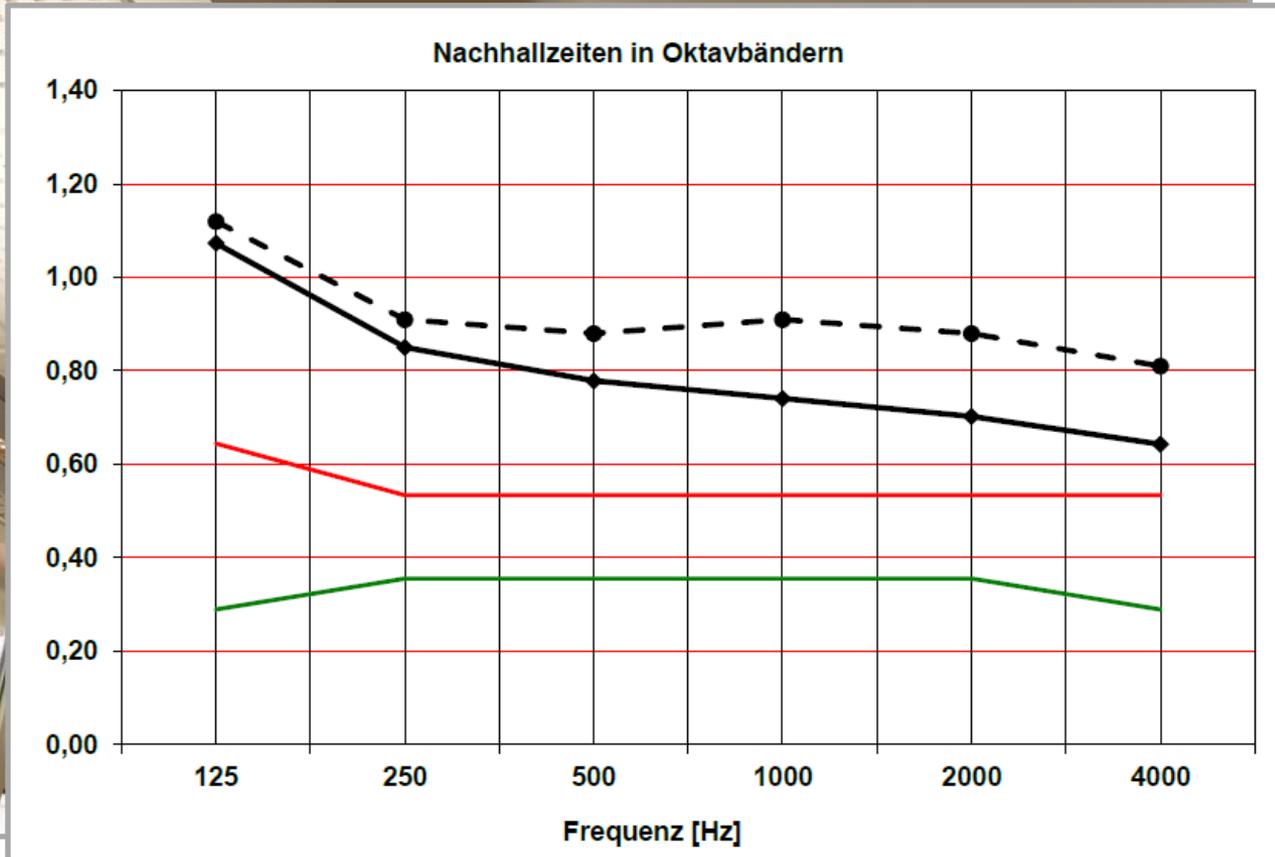
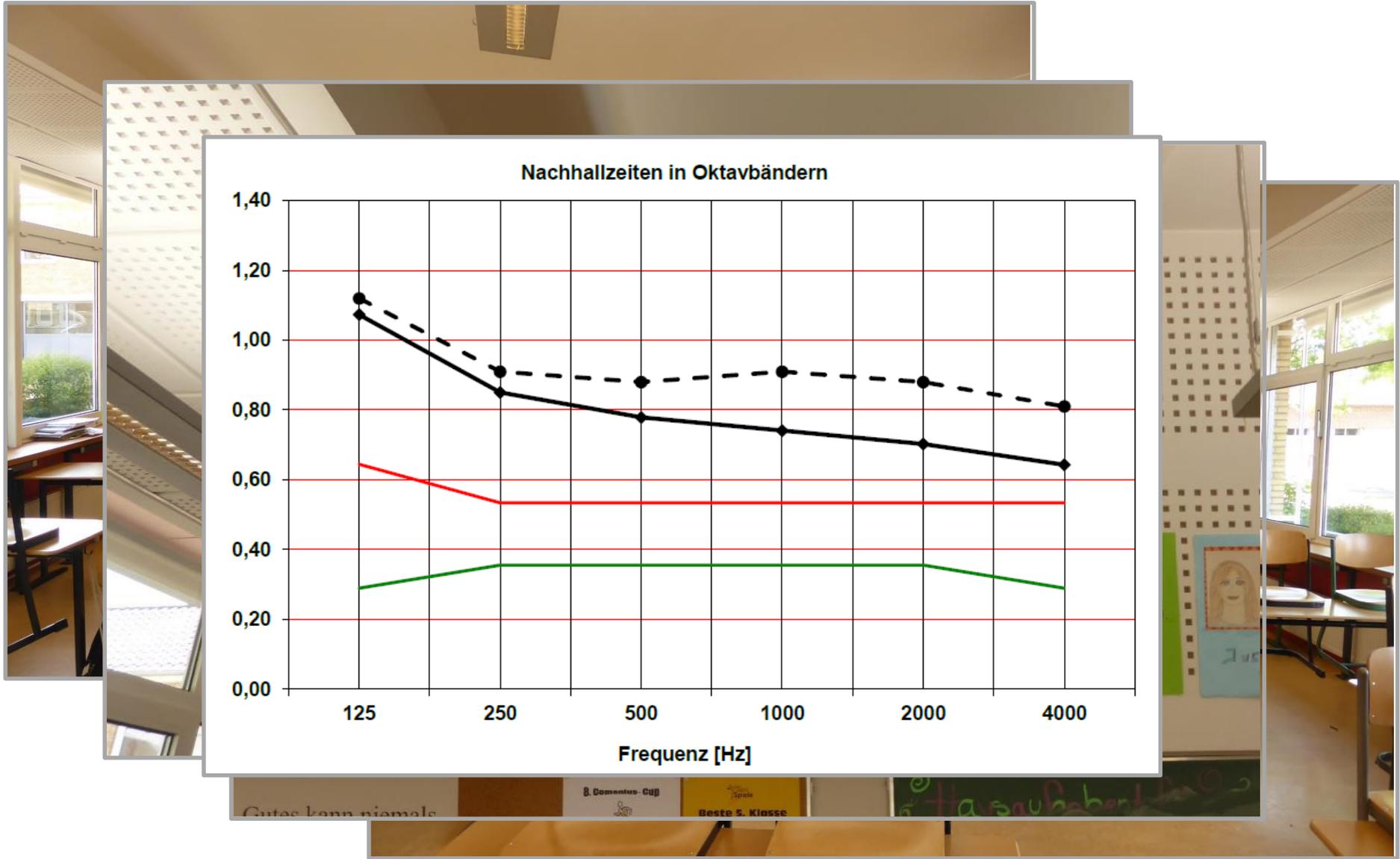
Hamburg-Volksdorf, Gymnasium Buckhorn



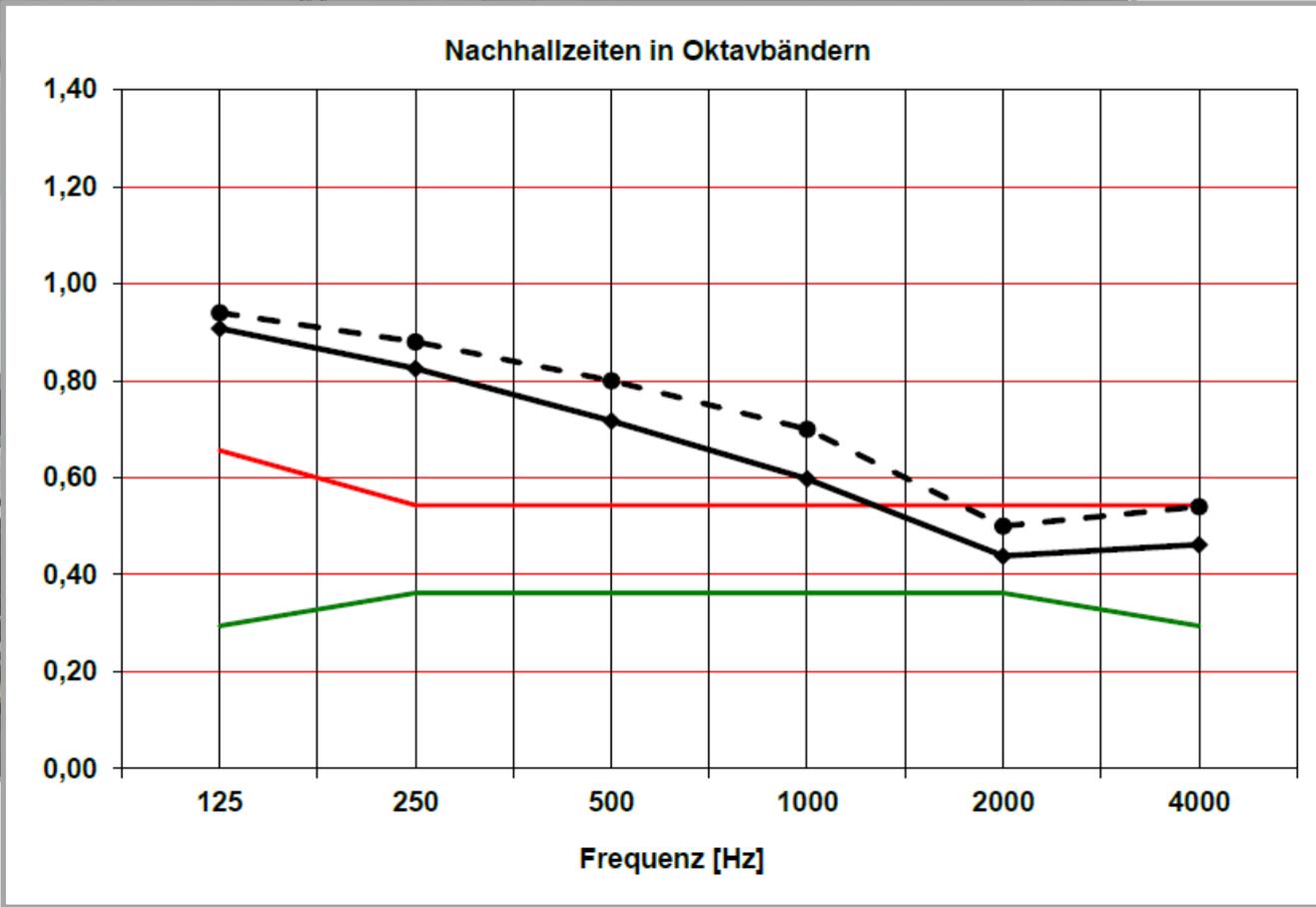
Geesthacht, Grundschule Oberstadt



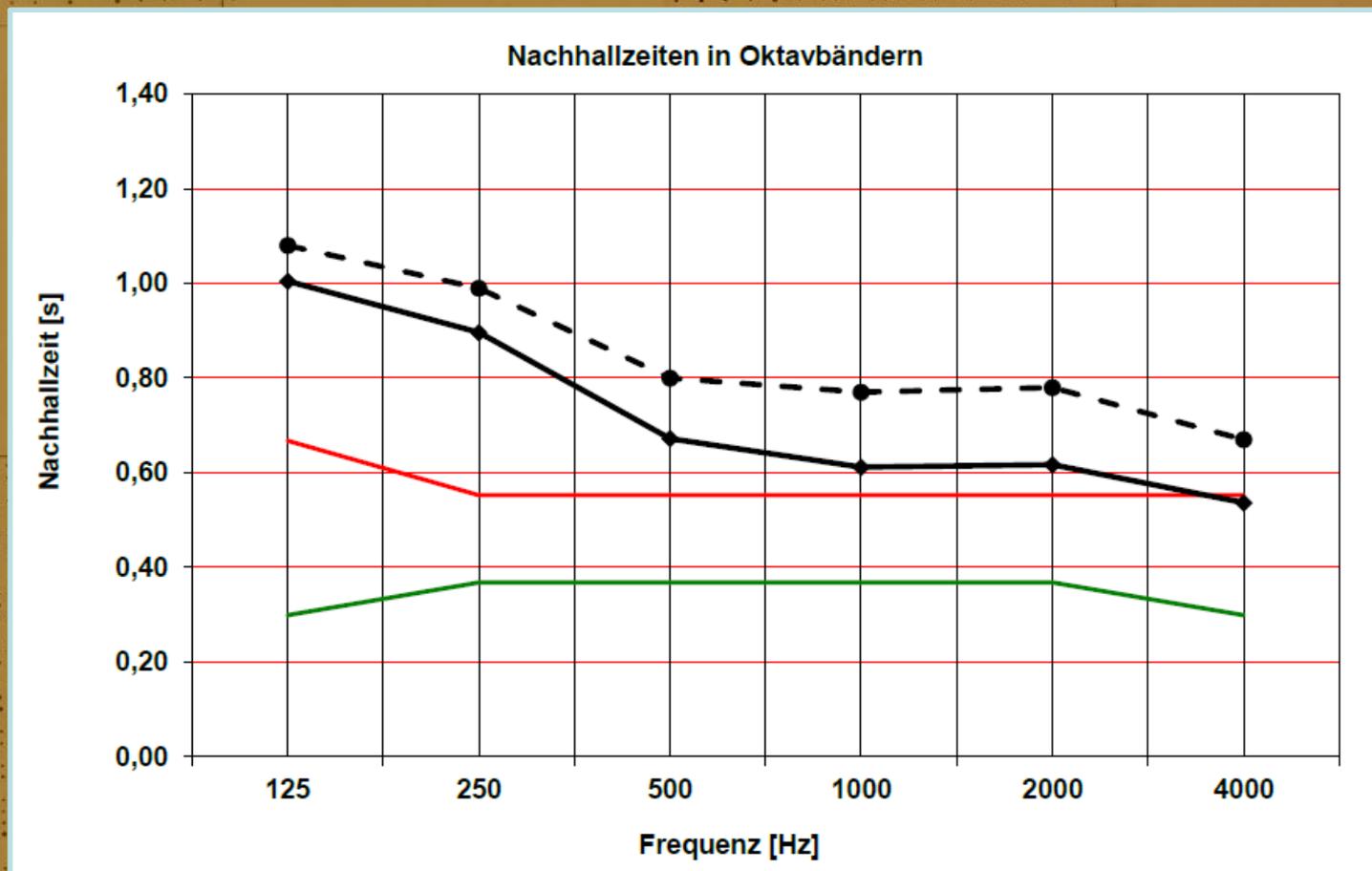
Quickborn, Comeniusschule



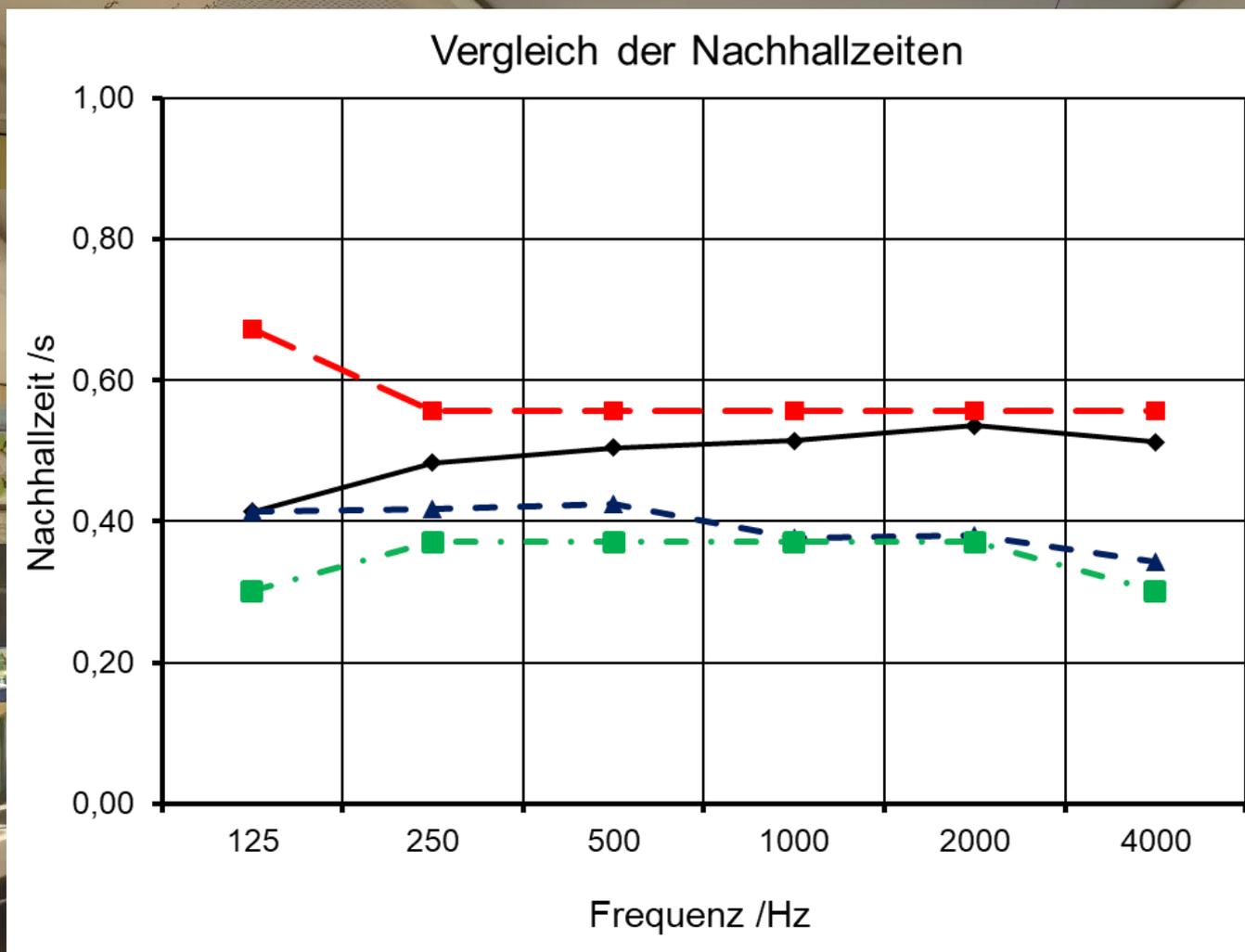
Harrislee, Zentralschule



Mildstedt, Gemeinschaftsschule



HH-Bergedorf, MER, vorher / nachher





© www.derwesten.de, Peggy Mendel

DANKE FÜRS ZUHÖREN!

carsten.ruhe@ hoeren-und-bauen.de

www.carsten-ruhe.de