

Bielefeld

23.04.2024

[Bei Schriftverkehr unbedingt angeben](#)

Unser Zeichen:

Ansprechpartner:

Raumakustisches Gutachten - Nachweis -

Objekt: **Erweiterungsneubau
Anne-Frank Gesamtschule**
Carl-Holtschneider-Straße 3
44145 Dortmund

Bauherr: **Stadt Dortmund**
Städt. Immobilienwirtschaft FB 65
Königswall 14
44137 Dortmund

Architekt:

Inhalt: Raumakustische Bearbeitung
Nach DIN 18041

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Situation und Aufgabenstellung	3
2	Grundlagen der Bearbeitung	3
3	Raumakustik	4
3.1	Raumakustik, allgemein	4
3.2	Nachhallzeit	4
3.3	Feinstruktur des Nachhalls	5
3.4	Grundkonzept der raumakustischen Entwürfe	5
3.5	Angemessenes Nutz-Stör-Schallpegel-Verhältnis	6
3.6	Echofreiheit	6
4	Berechnungen der Nachhallzeit	7
5	Raumakustische Maßnahmen	8
5.1	Klassen- und Fachräume (633-01-09-O1-190 exemplarisch)	9
5.2	Differenzierung (633-01-09-O1-270 exemplarisch)	10
5.3	Cluster (633-01-09-O1-250 exemplarisch)	11
5.4	Büros (633-01-09-EG-120 exemplarisch)	12
5.5	Team (633-01-09-O1-330 exemplarisch)	13
5.6	Forum / Mensa	14
5.7	Flure, Treppenhäuser, Foyer	15
6	Schlussbemerkung	15

Anlagen

Anlagen: Berechnungsblätter der Nachhallzeitprognosen

1 Situation und Aufgabenstellung

Für die Anne-Frank Gesamtschule in Dortmund wird ein Erweiterungsneubau geplant. Auf Grundlage bisheriger architektonischer Planungen ist für das Bauvorhaben eine raumakustische Bearbeitung zu erstellen, die relevante raumakustische Maßnahmen beschreibt und die dazugehörigen Konstruktionsvorschläge für folgende Räume formuliert:

- Klassenräume, Fachräume, Cluster
- Forum / Mensa
- Flure, Verkehrsbereiche
- Büros, Teamräume

Das akustische Klima in Schulen beeinflusst wesentlich die Konzentrationsfähigkeit und damit die Leistungsfähigkeit von Mitarbeitern und Schülern.

Wesentliche Faktoren zur Beurteilung des akustischen Umfeldes sind u.a.:

- Akustische Gestaltung zur Regulierung der Nachhallzeit
- Bedämpfung im Schallausbreitungsweg
- Schallschutz der Außenbauteile
- Lärminderung der haustechnischen Anlagen

Ziel dieser Bearbeitung ist die Bewertung der zu erwartenden raumakustischen Verhältnisse, insbesondere der Nachhallzeit. Die Maßnahmen zur Erzielung einer guten Raumakustik bzw. Hörsamkeit werden hier dargestellt.

Nach derzeitigem Planungsstand sollen Maßnahmen zur inklusiven Nutzung in der Planung der Raumakustik berücksichtigt werden.

2 Grundlagen der Bearbeitung

Für die raumakustische Bearbeitung werden Betrachtungen bzw. Empfehlungen auf der Basis folgender Grundlagen formuliert:

- [1] DIN 18041:2016-03: Hörsamkeit in Räumen
- [2] VDI 3755: Schalldämmung und Schallabsorption abgehängter Unterdecken
- [3] DIN EN 12354-6:2003: Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 6: Schallabsorption in Räumen

Des Weiteren bilden die nachfolgenden Punkte die Grundlage der Bearbeitung:

- Architekturpläne, Stand April 2024
- Abstimmungsgespräche mit den Planungsbeteiligten

3 Raumakustik

3.1 Raumakustik, allgemein

Raumakustische Anforderungen und Ausstattungen verfolgen für die v.g. Nutzungsbereiche das Ziel eine für den jeweiligen Zweck angepasste Sprachverständlichkeit bzw. Pegelminderung zu ermöglichen.

3.2 Nachhallzeit

Die Nachhallzeit „T“ eines Raumes ist als der Zeitabschnitt definiert, in dem ein Schallpegel um 60 dB abfällt. Die Nachhallzeit eines Raumes hängt von Material und Konstruktion der Innenausstattung sowie von der Personenbesetzung und vom Volumen ab. Die einem Raum angemessene (optimale) Nachhallzeit richtet sich ebenfalls nach seiner Größe, jedoch mehr noch nach seiner akustischen Nutzung.

- Planungsvorgaben für Unterrichts- und Besprechungsräume enthält die DIN 18041:2016-03 „Hörsamkeit in Räumen“ (hier für Räume der Gruppe A) mit höherwertigen Anforderungen an die z.B. sprachliche Übermittlung über mittlere und größere Entfernungen. Danach ist für die verschiedenen Nutzungen die angemessene Soll-Nachhallzeit wie folgt anzusetzen:

$$\text{A3: Unterricht/Kommunikation: } T_{\text{soll,A3}} = \left(0,32 \cdot \lg \frac{V}{m^3} - 0,17\right) s$$

$$\text{A4: Unterricht/Kommunikation inklusiv: } T_{\text{soll,A4}} = \left(0,26 \cdot \lg \frac{V}{m^3} - 0,14\right) s$$

Als zulässige Toleranz im Sinne der DIN 18041 gilt dabei ein Bereich von $\pm 20 \%$ um die Soll-Nachhallzeit im Frequenzbereich zwischen 250 Hz und 2 kHz.

- In Räumen der Gruppe B erfolgt die Kommunikation im Nahfeld über den Direkt-schall. Hier haben die entsprechenden Anforderungen das Ziel, eine ausreichende Bedämpfung in den Räumen zu erzielen, um die Kommunikation in einer mitunter lärmintensiven Umgebung zu ermöglichen. Für Räume der Gruppe B beinhaltet die DIN 18041:2016-03 die empfohlenen Orientierungswerte der A/V-Verhältnisse für unterschiedliche Nutzungen:

$$\text{B3: Räume zum längerfristigen Verweilen: } A/V \geq [3,13 + 4,69 \cdot \lg(h/1 \text{ m})]^{-1}$$

$$\text{B4: Bedarf an Lärminderung u. Komfort: } A/V \geq [2,13 + 4,69 \cdot \lg(h/1 \text{ m})]^{-1}$$

$$\text{B5: Besonderer Bedarf an Lärminderung u. Komfort: } A/V \geq [1,47 + 4,69 \cdot \lg(h/1 \text{ m})]^{-1}$$

Raum	Nutzung	T ₆₀
Klasse (633-01-09-O1-190, exempl., V ≈ 208 m³)	A4	0,37 – 0,56 s
Differenzierung (633-01-09-O1-270, exempl., V ≈ 79 m³)	A4	0,28 – 0,42 s
Cluster (633-01-09-O1-250, exempl., V ≈ 373 m³)	A4	0,42 – 0,63 s
Büro (633-01-09-EG-120, exempl., V ≈ 49 m³)	B4	≤ 0,71 s (A/V ≥ 0,23)
Team (633-01-09-O1-330, exempl., V ≈ 136 m³)	B4	≤ 0,71 s (A/V ≥ 0,23)
Forum/Mensa (V ≈ 2565 m³)	B5	≤ 0,60 s (A/V ≥ 0,27)
Flure, Treppenhäuser	B3	≤ 0,87 s (A/V ≥ 0,19)

Der Frequenzverlauf der Nachhallzeit soll möglichst ausgeglichen, d. h. linear sein. Bei tiefen Frequenzen sollte die Nachhallzeit nicht zu hoch ausfallen, da die informationstragenden Frequenzen im mittleren und hohen Bereich dadurch verdeckt würden. Dies würde sowohl ein Absinken der Sprachverständlichkeit als auch eine Erhöhung des Lärmpegels verursachen.

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 (DIN 18041, 2016, S. 12).

3.3 Feinstruktur des Nachhalls

Nach den Vorstellungen der geometrischen Akustik kommt der Nachhall eines Raumes dadurch zustande, dass der Schall an den Raumbegrenzungsflächen immer wieder zurückgeworfen wird.

Ein Zuhörer in einem Raum empfängt also nicht nur den Direktschall, sondern zahlreiche „Rückwürfe“, d. h. Schallanteile über einmal, zweimal usw. reflektierte Schallstrahlen. Die letzteren sind gegenüber dem Direktschall verzögert und außerdem schwächer als dieser, da sie größere Wege zurückzulegen haben und nur unvollkommen an den Wänden reflektiert werden.

Sendet die Schallquelle einen kurzen Impuls aus, so besteht die am Ohr des Zuhörers auftretende Antwort des Raumes aus einer ganzen Folge von Impulsen, deren Dichte mit der Zeit im Mittel quadratisch zunimmt, deren Stärke aber immer kleiner wird.

3.4 Grundkonzept der raumakustischen Entwürfe

Ziel der raumakustischen Gestaltung eines Raumes ist es, durch eine geeignete Raumgeometrie und geeignete Verteilung der schallabsorbierenden und schallreflektierenden Flächen, die Grundvoraussetzungen für eine gute Raumakustik zu schaffen.

3.5 Angemessenes Nutz-Stör-Schallpegel-Verhältnis

Der Störschallpegel wird durch folgende Randbedingungen festgelegt:

- Lärmeinwirkung von außen über die Fassade
- Geräuschpegel durch anwesende Personen
- Lärmeinwirkung durch haustechnische Anlagen

3.6 Echofreiheit

Für alle Räume mit einem Anspruch auf eine „gute Akustik“ gilt, dass in den wesentlichen Übertragungswegen keine Echos auftreten dürfen. Dies gilt insbesondere für Sprachveranstaltungen, da das Sprachsignal in Verbindung mit der allgemein kürzeren Nachhallzeit von sprachlich genutzten Räumen, sensibler auf Echos reagiert, im Vergleich zum musikalischen Fall. Dies hängt mit der kürzeren Signalabfolge von gesprochenen Worten zusammen.

Die beiden erwähnten Aspekte tragen im Wesentlichen zum komplexen Begriff der Qualität von Sprachübertragungen bei und es gilt daher die dazu beitragenden Parameter zu optimieren.

Für Raumabmessungen, bei denen die Entfernung vom Redner (Schallquelle) zur Rückwand mehr als 9 m betragen, werden nach Möglichkeit Maßnahmen im Bereich der Rückwand empfohlen, damit diese Echobildung wirkungsvoll unterbunden werden kann.

4 Berechnungen der Nachhallzeit

Für die Berechnung der Nachhallzeit bei den Oktavmittenfrequenzen 125 Hz bis 4000 Hz sind die Bauteile mit ihren Flächen und entsprechenden Schallabsorptionsgraden bei den Oktavmittenfrequenzen zu berücksichtigen. Auch zu berücksichtigen sind die Personen und die Art der Bestuhlung (Reihenbestuhlung bzw. Plätze am Tisch). Die einzelnen Nachhallzeiten bei den Oktavmittenfrequenzen werden nach folgenden Formeln ermittelt:

Berechnung nach Sabine:

$$T = 0,163 \frac{V}{A} \quad A = \sum A_i = \sum (\alpha_i \cdot S_i)$$

$$V = \text{Raumvolumen} / \text{m}^3$$

$$A = \text{äquivalente Absorptionsfläche} / \text{m}^2$$

$$T = \text{Nachhallzeit} / \text{sec.}$$

$$\alpha_i = \text{Absorptionsgrad der Teilfläche } S_i$$

Berechnung nach Eyring:

$$T = \frac{0,16xV}{-S_{ges} \ln(1 - \bar{\alpha})}$$

$$V = \text{Raumvolumen} / \text{m}^3$$

$$S_{ges} = \text{Gesamtoberfläche der Umfassungsbauteile}$$

$$\bar{\alpha} = \text{mittlerer Schallabsorptionsgrad aller Bauteile der Umfassungsflächen}$$

5 Raumakustische Maßnahmen

Zunächst gilt es nachfolgend einige Konstruktionsvorschläge zu formulieren, welche die Anforderungen an die erforderliche Schallabsorption entsprechend umsetzen. Sie können bei Bedarf im weiteren Verlauf ergänzt werden, wobei der u. a. allgemeine Anforderungswert (bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w) verbleibt.

Folgende Räume wurden raumakustisch untersucht:

- 5.1 Klassen- und Fachräume (633-01-09-O1-190 exemplarisch)
- 5.2 Differenzierung (633-01-09-O1-270 exemplarisch)
- 5.3 Cluster (633-01-09-O1-250 exemplarisch)
- 5.4 Büros (633-01-09-EG-120 exemplarisch)
- 5.5 Team (633-01-09-O1-330 exemplarisch)
- 5.6 Forum / Mensa
- 5.7 Flure, Treppenhäuser

Hinweis:

Die Flächenangaben bei Räumen der Raumgruppe B sind Mindestwerte. Hier empfiehlt es sich, einen größtmöglichen schallabsorbierenden Flächenanteil einzubringen. Eine akustische Überdämpfung ist in den untersuchten Räumen nicht zu erwarten.

Wandabsorber in Räumen der Gruppe A können zur Erhöhung der akustischen Qualität beitragen (u.a. Inklusion) und sind vorzugsweise an Wänden gegenüber der üblichen Sprecherposition zu positionieren.

5.1 Klassen- und Fachräume (633-01-09-01-190 exemplarisch)

Boden: schallhart
 Wände: glatt, z.T. Wandabsorber
 Decke: schallabsorbierende Decke
 Mobiliar: Holztische, Holzstühle

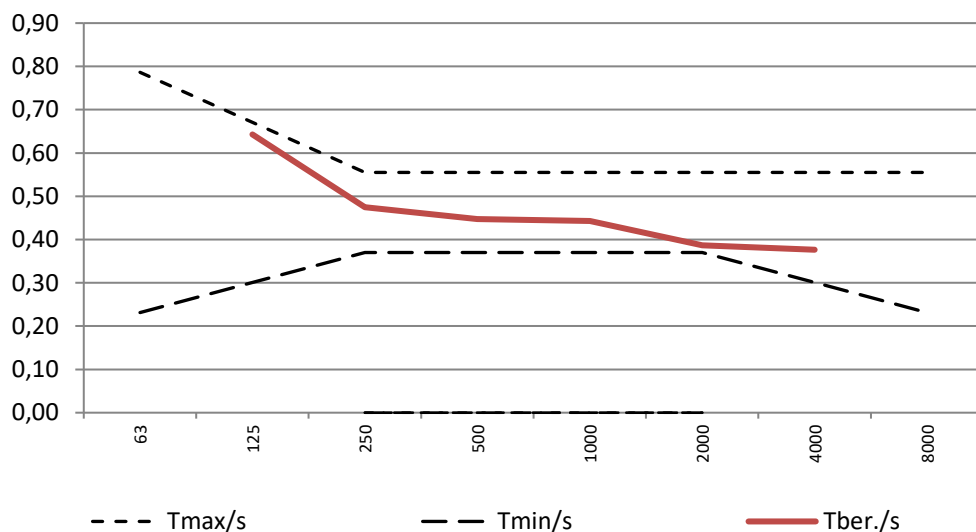
Maßnahmen im Deckenbereich als Abhangdecke:

Hier kann eine schallabsorbierende Abhangdecke die Nachhallzeit regulieren. Die Abhanghöhe beträgt mind. 20 cm.

$\geq 75\%$ der Deckenfläche mit MF-Rasterdeckenplatten, z.B. OWA Sinfonia, o.glw., **$\alpha_w \geq 0,85$** .

Maßnahmen im Wandbereich als Wandabsorber:

$\geq 8 \text{ m}^2$ der Wandfläche belegen mit Wandabsorber, z.B. Ecophon Acusto Wall, o.glw., **$\alpha_w = 1,00$** . Die Anbringung kann z.B. als 1 m Streifen im Deckenrandbereich der Wand erfolgen.



Bewertung:

Der prognostizierte Nachhallzeitverlauf liegt im gesamten relevanten Frequenzbereich von 125 Hz und 4 kHz innerhalb des nach DIN 18041 für die Raumgruppe A4 empfohlenen Toleranzbereichs.

Hinweis:

Es empfiehlt sich, einen größtmöglichen schallabsorbierenden Deckenflächenanteil einzubringen. Eine akustische Überdämpfung ist nicht zu erwarten.

Die Berechnung bezieht sich exemplarisch auf den o.g. Unterrichtsraum. Die Empfehlungen können aber auf alle im Gebäude befindlichen Unterrichtsräume vergleichbarer Größe übertragen werden.

5.2 Differenzierung (633-01-09-O1-270 exemplarisch)

Boden: schallhart
 Wände: glatt, z.T. Wandabsorber
 Decke: schallabsorbierende Decke
 Mobiliar: Holztische, Holzstühle

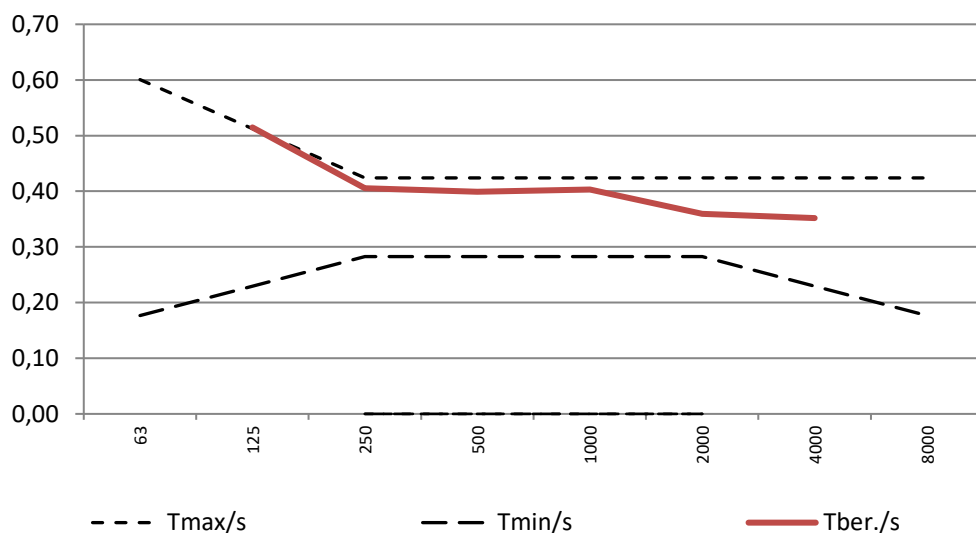
Maßnahmen im Deckenbereich als Abhangdecke:

Hier kann eine schallabsorbierende Abhangdecke die Nachhallzeit regulieren. Die Abhanghöhe beträgt mind. 20 cm.

$\geq 75\%$ der Deckenfläche mit MF-Rasterdeckenplatten, z.B. OWA Sinfonia, o.glw., **$\alpha_w \geq 0,85$** .

Maßnahmen im Wandbereich als Wandabsorber:

$\geq 4 \text{ m}^2$ der Wandfläche belegen mit Wandabsorber, z.B. Ecophon Acusto Wall, o.glw., **$\alpha_w = 1,00$** . Die Anbringung kann z.B. als 1 m Streifen im Deckenrandbereich der Wand erfolgen.



Bewertung:

Der prognostizierte Nachhallzeitverlauf liegt im gesamten relevanten Frequenzbereich von 125 Hz und 4 kHz innerhalb des nach DIN 18041 für die Raumgruppe A4 empfohlenen Toleranzbereichs.

Hinweise:

Es empfiehlt sich, einen größtmöglichen schallabsorbierenden Deckenflächenanteil einzubringen. Eine akustische Überdämpfung ist nicht zu erwarten.

Die Berechnung bezieht sich exemplarisch auf den o.g. Differenzierungsraum. Die Empfehlungen können aber auf alle im Gebäude befindlichen Differenzierungsräume vergleichbarer Größe übertragen werden.

5.3 Cluster (633-01-09-O1-250 exemplarisch)

Boden: schallhart

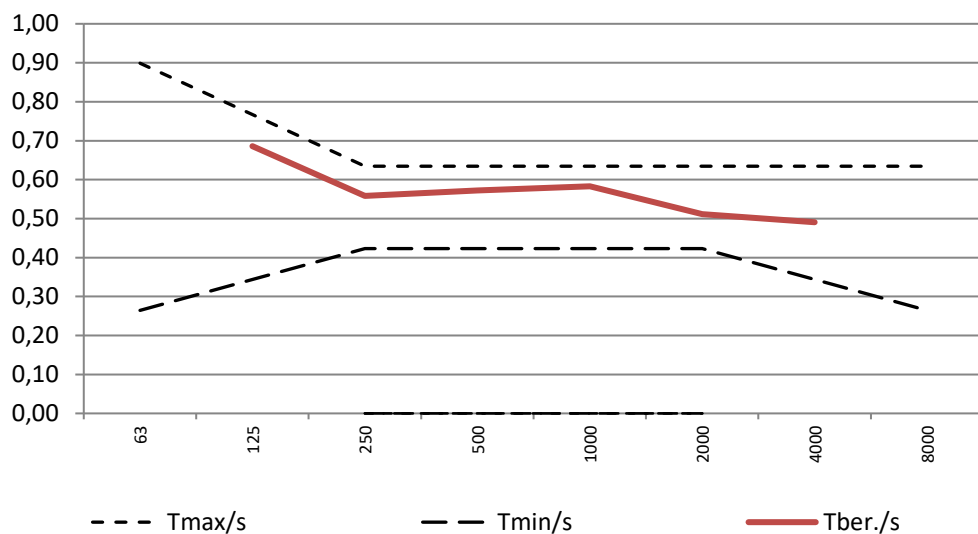
Wände: glatt

Decke: schallabsorbierende Decke

Maßnahmen im Deckenbereich als Abhangdecke:

Hier kann eine schallabsorbierende Abhangdecke die Nachhallzeit regulieren. Die Abhanghöhe beträgt mind. 20 cm.

≥ 75 % der Deckenfläche mit MF-Rasterdeckenplatten, z.B. OWA Sinfonia, o.glw., $\alpha_w \geq 0,85$.



Bewertung:

Der prognostizierte Nachhallzeitverlauf liegt im gesamten relevanten Frequenzbereich von 125 Hz und 4 kHz innerhalb des nach DIN 18041 für die Raumgruppe A4 empfohlenen Toleranzbereichs.

Hinweise:

Es empfiehlt sich, einen größtmöglichen schallabsorbierenden Deckenflächenanteil einzubringen. Eine akustische Überdämpfung ist nicht zu erwarten.

Die Berechnung bezieht sich exemplarisch auf das o.g. Cluster. Die Empfehlungen können aber auf alle im Gebäude befindlichen Cluster übertragen werden.

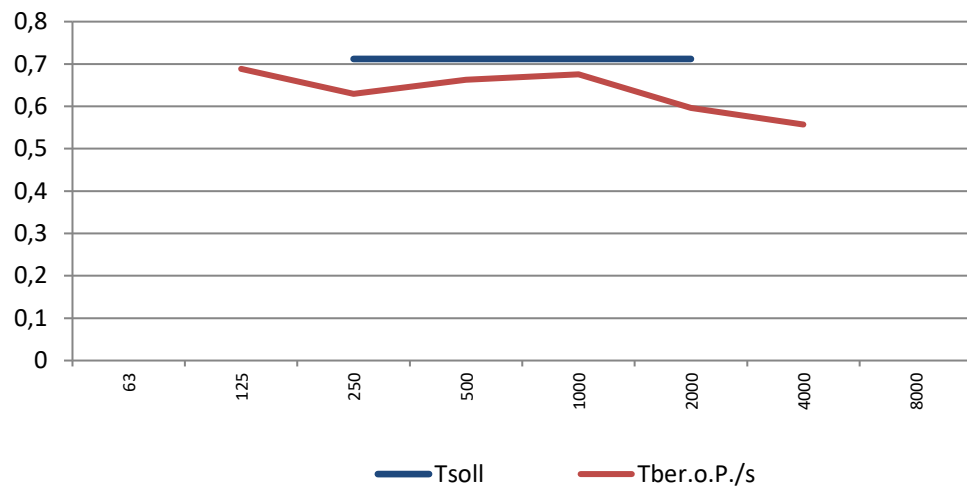
5.4 Büros (633-01-09-EG-120 exemplarisch)

Boden: schallhart
Wände: glatt
Decke: schallabsorbierende Decke
Möbiliar: Holztische, Holzstühle

Maßnahmen im Deckenbereich als Abhangdecke:

Hier kann eine schallabsorbierende Abhangdecke die Nachhallzeit regulieren. Die Abhanghöhe beträgt mind. 20 cm.

≥ 60 % der Deckenfläche mit MF-Rasterdeckenplatten, z.B. OWA Sinfonia, o.glw., $\alpha_w \geq 0,85$.



Bewertung:

Die prognostizierte Nachhallzeit unterschreitet im gesamten relevanten Frequenzbereich die empfohlene Obergrenze und erfüllt somit die Empfehlungen der DIN 18041.

Hinweis:

Es empfiehlt sich, einen größtmöglichen schallabsorbierenden Deckenflächenanteil einzubringen. Eine akustische Überdämpfung ist nicht zu erwarten.

Die Berechnung bezieht sich exemplarisch auf das o.g. Büro. Die Empfehlungen können aber auf alle im Gebäude befindlichen Büros übertragen werden.

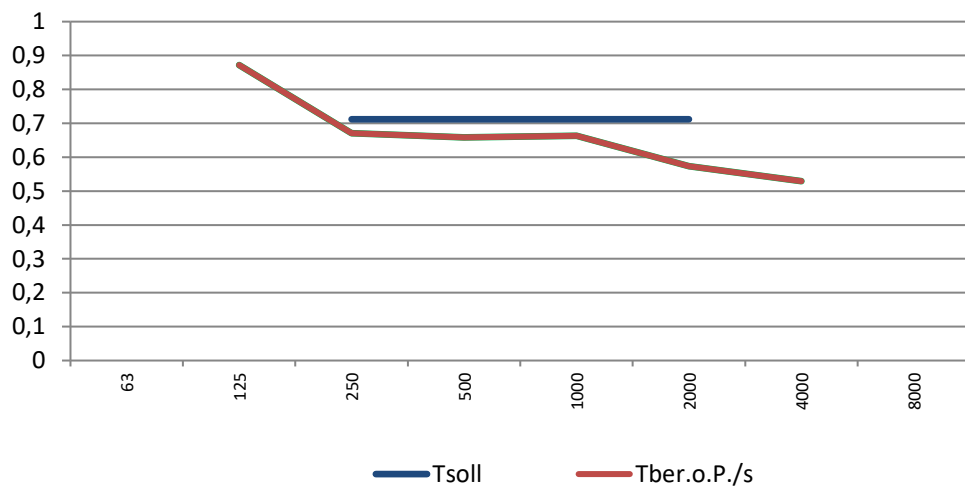
5.5 Team (633-01-09-O1-330 exemplarisch)

Boden: schallhart
 Wände: glatt
 Decke: schallabsorbierende Decke
 Mobiliar: Holztische, Holzstühle

Maßnahmen im Deckenbereich als Abhangdecke:

Hier kann eine schallabsorbierende Abhangdecke die Nachhallzeit regulieren. Die Abhanghöhe beträgt mind. 20 cm.

≥ 70 % der Deckenfläche mit MF-Rasterdeckenplatten, z.B. OWA Sinfonia, o.glw., $\alpha_w \geq 0,85$.



Bewertung:

Die prognostizierte Nachhallzeit unterschreitet im gesamten relevanten Frequenzbereich die empfohlene Obergrenze und erfüllt somit die Empfehlungen der DIN 18041.

Hinweise:

Es empfiehlt sich, einen größtmöglichen schallabsorbierenden Deckenflächenanteil einzubringen. Eine akustische Überdämpfung ist nicht zu erwarten.

Die Berechnung bezieht sich exemplarisch auf das o.g. Teambüro. Die Empfehlungen können aber auf alle im Gebäude befindlichen Teambüros übertragen werden.

5.6 Forum / Mensa

Boden: schallhart

Wände: glatt

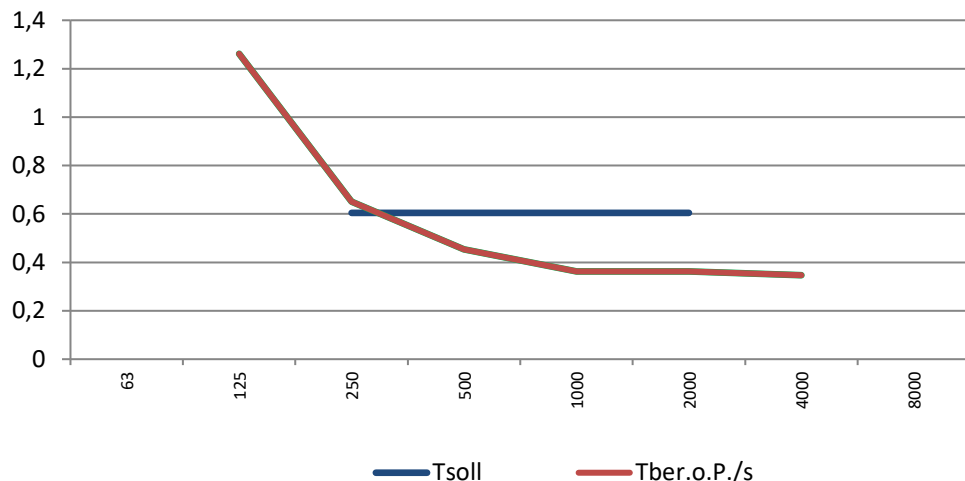
Decke: schallabsorbierende Decke

Maßnahmen im Deckenbereich:

Die aktuelle Planung sieht eine Kombination aus direktmontierter Holzwolle-Akustikplatten und MF-Deckensegel vor.

Vollflächige Deckenflächenbelegung mit Holzwolle-Akustikplatten, z.B. Heradesign superfine, Dicke 35 mm, o.glw., $\alpha_w \geq 0,55$ (M, H), und

ca. 50 % der Deckenfläche mit MF-Deckensegel, z.B. OWA Selecta, o.glw., $\alpha_w = 1,00$.



Bewertung:

Die prognostizierte Nachhallzeit unterschreitet im gesamten relevanten Frequenzbereich die empfohlene Obergrenze und erfüllt somit die Empfehlungen der DIN 18041.

Die Raumnutzung als Forum für Vortrags, bzw. Sprachnutzungen kann als nachrangig betrachtet werden. Die hohe Raumbedämpfung für die hauptsächliche Mensanutzung begünstigt grundsätzlich eine sprachlich geprägte Raumnutzung. Für eine ausreichende Pegelversorgung ist hierzu eine Beschallungsanlage vorzusehen.

5.7 Flure, Treppenhäuser, Foyer

Nach DIN 18041 wird für Flurbereiche und Treppenhäuser in Schulen eine Grundbedämpfung empfohlen, um die Geräuschkulisse in den Verkehrsflächen zu senken. Hier empfiehlt sich eine $\geq 45\%$ -ige Deckenflächenbelegung mit absorbierendem Material ($\alpha_w \geq 0,70$, z.B. GK-Lochdecke).

6 Schlussbemerkung

In der vorliegenden raumakustischen Bearbeitung wurden Anforderungen und Maßnahmen beschrieben, welche auf Grundlage des derzeitigen Planungs- und Kenntnisstandes bemessen wurden.

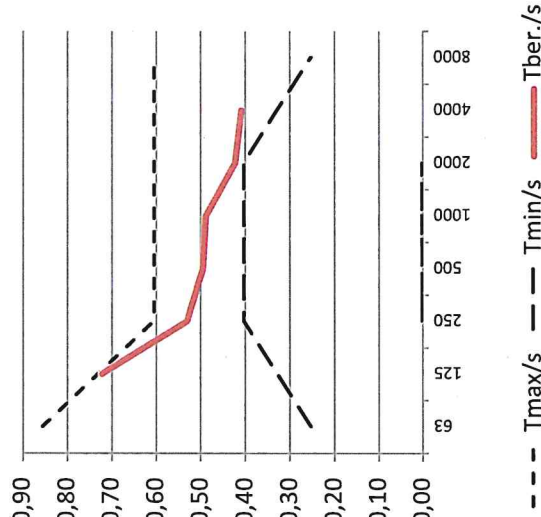
Die mit den beschriebenen Maßnahmen erreichten Nachhallzeiten der untersuchten Räume erfüllen aus raumakustischer Sicht die Kriterien der DIN 18041:2016-03. Die Berechnungsblätter der Nachhallzeitprognosen finden sich in der Anlage.

Die im Rahmen der weiteren Objektbearbeitung durchzuführende Detailbearbeitung kann im Einzelfall noch zu einer Abweichung der bisher geforderten Bemessungsgrößen und Aufbauten oder Materialien führen.

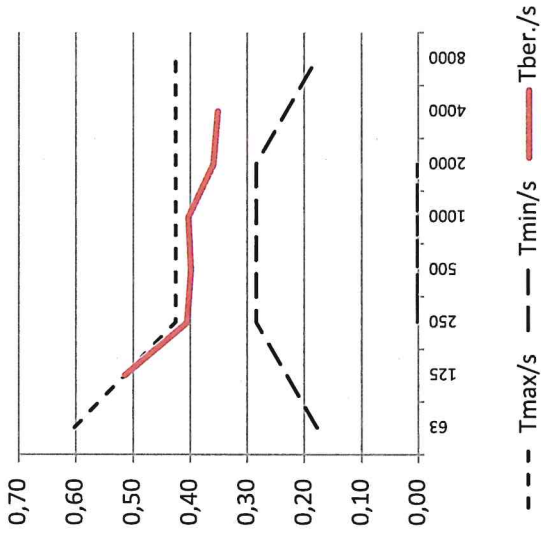
Sollten sich Rückfragen ergeben stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Objekt:		Anne-Frank GS Dortmund														Raum:			
L 915809 a)		Nachhallzeiten für verschiedene Räume der Gruppe A nach DIN 18041 (3-2016)														Fachraum 633-01-09-04-150			
Nr.:		Raumgr.		Bezeichnung														geplante Raumgruppe:	
1		RG A1		Musik														(Nr. 1 -5)	
2		RG A2		Sprache/Vortrag														4	
3		RG A3		"Unterricht/Kommunikation" (≤ 1000 m³) sowie "Sprache / Vortrag" inklusiv (bis 5000 m³)														Grundrissfläche /m²:	
4		RG A4		"Unterricht / Kommunikation inklusiv" (≤ 500 m³)														98,39	
5		RG A5		"Sport"														mittlere Raumhöhe /m	
																		3	
Flächenart		Bezeichnung		Fläche in m² bzw.Anzahl		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		Mittelwert	
				α/A_{obj} A/m^2		α/A_{obj} A/m^2		α/A_{obj} A/m^2		α/A_{obj} A/m^2		α/A_{obj} A/m^2		α/A_{obj} A/m^2		α/A_{obj} A/m^2		α_{M} A_{M}/m^2	
Fußboden				98,4		0,02 2		0,02 2		0,03 3		0,03 3		0,04 4		0,04 4		0,03 3	
Wand/Fassade				21,7		0,02		0		0,03 1		0,04 1		0,05 1		0,06 1		0,08 2	
Wand/Fassade				73,4		0,12 9		0,08 6		0,06 4		0,06 4		0,06 4		0,06 4		0,07 5	
Fenster/Glas				18,4		0,28 5		0,20 4		0,11 2		0,06 1		0,03 1		0,02 0		0,12 2	
Fenster/Glas				0,0		0,25 0		0,20 0		0,10 0		0,06 0		0,03 0		0,02 0		0,11 0	
Wand/Fassade				8,1		0,25 2		0,75 6		1,00 8		1,00 8		1,00 8		1,00 8		0,83 7	
Decke				24,6		0,11 3		0,09 2		0,04 1		0,02 0		0,03 1		0,00 0		0,05 1	
Decke				73,8		0,50 37		0,75 55		0,80 59		0,80 59		0,90 66		0,90 66		0,78 57	
Möbel				23,8		0,05 1		0,05 1		0,05 1		0,05 1		0,08 2		0,05 1		0,06 1	
Möbel				33,0		0,02 1		0,02 1		0,03 1		0,04 1		0,04 1		0,04 1		0,03 1	
Personen m2				26,0		0,15 4		0,30 8		0,40 10		0,45 12		0,55 14		0,55 14		0,40 10	
Gesamt/m²				401,0				64				85		91		91		103	
																		102	

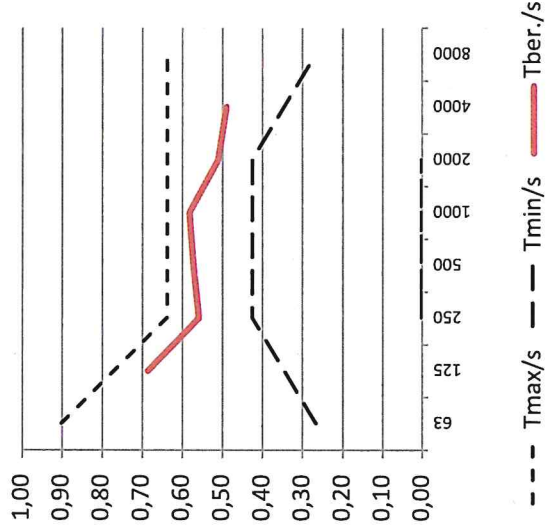
Frequenz/Hz	T_max/s	T_min/s	T_ber./s
63	0,25	0,25	0,25
125	0,33	0,33	0,33
250	0,40	0,40	0,40
500	0,40	0,40	0,40
1000	0,40	0,40	0,40
2000	0,40	0,40	0,40
4000	0,33	0,33	0,33
8000	0,25	0,25	0,25



Objekt:	Anne-Frank GS Dortmund												Raum:	
L 915809 a)	Nachhallzeiten für verschiedene Räume der Gruppe A nach DIN 18041 (3-2016)												Differenzierung 633-01-09-O1-270	
Nr.:	Raumgr.	Bezeichnung												geplante Raumgruppe:
1	RG A1	Musik												(Nr. 1-5)
2	RG A2	Sprache/Vortrag												4
3	RG A3	"Unterricht/kommunikation" (≤ 1000 m³) sowie "Sprache / Vortrag" inklusiv (bis 5000 m³)												Grundrissfläche /m²:
4	RG A4	"Unterricht / Kommunikation inklusiv" (≤ 500 m³)												26,32
5	RG A5	"Sport"												mittlere Raumhöhe /m
														3
Flächenart	Bezeichnung	Fläche in m² bzw. Anzahl	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Mittelwert					
			α/A_{obj}	α/A_{obj}	α/A_{obj}	α/A_{obj}	α/A_{obj}	α/A_{obj}	α_{M}	A_{M}	A_{M}	A_{M}	A_{M}	A_{M}
Fußboden	Linoleum auf Beton	26,3	0,02	1	0,02	1	0,03	1	0,04	1	0,04	1	0,03	1
Wand/Fassade	Kalkzementputz, GK, Tapete	9,4	0,02	0	0,03	0	0,05	0	0,06	1	0,08	1	0,05	0
Wand/Fassade	GK-Ständerwerk, zweifach													
Fenster/Glas	Fenster (Isolierverglasung DIN 18041)	25,0	0,12	3	0,08	2	0,06	2	0,06	2	0,06	2	0,07	2
Fenster/Glas	Glaswand	9,2	0,28	3	0,20	2	0,11	1	0,06	1	0,03	0	0,12	1
Wand/Fassade	Akusto Wall C/Super G, 40 mm (tkh = 50 mm)	15,0	0,25	4	0,20	3	0,10	2	0,06	1	0,03	0	0,11	2
Decke	GK-Unterdecke geschl. h= 20 cm	4,3	0,25	1	0,75	3	1,00	4	1,00	4	1,00	4	0,83	4
Decke	Sinfonia, h = 200 mm	6,6	0,11	1	0,09	1	0,04	0	0,02	0	0,03	0	0,05	0
		19,7	0,50	10	0,75	15	0,80	16	0,80	16	0,90	18	0,78	15
Möbel	Holztisch (α)	9,4	0,05	0	0,05	0	0,05	0	0,08	1	0,05	0	0,06	1
Möbel	Einfacher Stuhl, Holz (A)	13,0	0,02	0	0,02	0	0,03	0	0,04	1	0,04	1	0,03	0
Personen m2	Person sitzend auf ungepolsterter Bestuhlung (ΔA1/Person (m2))	10,0	0,15	2	0,30	3	0,40	4	0,45	5	0,55	6	0,40	4
Gesamt/m²		147,9		24		30		30		33		32		



Objekt:	Anne-Frank GS Dortmund										Raum:			
L 915809 a)	Nachhallzeiten für verschiedene Räume der Gruppe A nach DIN 18041 (3-2016)										Cluster 633-01-09-01-250			
Nr.:	Raumgr.	Bezeichnung									geplante Raumgruppe:			
1	RG A1	Musik									(Nr. 1 -5)			
2	RG A2	Sprache/Vortrag									4			
3	RG A3	"Unterricht/Kommunikation" (≤ 1000 m³) sowie "Sprache / Vortrag" inklusiv (bis 5000 m³)									Grundrissfläche /m²:			
4	RG A4	"Unterricht / Kommunikation inklusiv" (≤ 500 m³)									124,47			
5	RG A5	"Sport"									mittlere Raumhöhe /m			
											3			
Flächenart	Bezeichnung	Fläche in m² bzw. Anzahl	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Mittelwert		Raumvolumen/m³			
			α/A_{obj}	A/m^2	α/A_{obj}	A/m^2	α/A_{obj}	A/m^2	α/A_{obj}	A/m^2	373,41			
Fußboden	Linoleum auf Beton	124,5	0,02	2	0,03	4	0,04	5	0,04	5	Nachhallzeit T_{sol}/s			
Wand/Fassade	Kalkzementputz, GK, Tapete	29,5	0,02	1	0,04	1	0,06	2	0,08	2	0,53			
Wand/Fassade	GK-Ständerwerk, zweifach										Toleranzbereich			
											Frequenz/Hz	T_{min}/s	T_{max}/s	T_{ber}/s
Fenster/Glas	Fenster (Isolierverglasung DIN 18041)	77,1	0,12	9	0,08	6	0,06	5	0,06	5	63	0,26	0,90	0,69
											125	0,34	0,77	0,56
Fenster/Glas	Glaswand	9,2	0,28	3	0,20	2	0,11	1	0,06	1	250	0,42	0,63	0,56
											500	0,42	0,63	0,57
Wand/Fassade	Akusto Wall C/Super G, 40 mm (tkh = 50 mm)	65,7	0,25	16	0,20	13	0,10	7	0,06	4	1000	0,42	0,63	0,58
											2000	0,42	0,63	0,51
Decke	GK-Unterdecke geschl. h= 20 cm	0,0	0,25	0	0,75	0	1,00	0	1,00	0	4000	0,34	0,63	0,49
											8000	0,26	0,63	
Decke	Sinfonia, h = 200 mm	31,1	0,11	3	0,09	3	0,04	1	0,02	1				
		93,4	0,50	47	0,75	70	0,80	75	0,90	84				
Möbel	Holztisch (α)	13,0	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,08	1				
Möbel	Einfacher Stuhl, Holz (A)	18,0	0,02	0	0,02	0	0,03	1	0,04	1				
Personen m2	Person sitzend auf ungepolsterter Bestuhlung (ΔA1Person (m2))	14,0	0,15	2	0,30	4	0,40	6	0,45	8				
Gesamt/m²		475,4		85		103		100		97				



Objekt:		Anne-Frank GS Dortmund														Raum:			
L 915809 a)		Raumakustische Ausstattungen für verschiedene Räume der Gruppe B nach DIN 18041 (3-2016)														Büro Soz. 633-01-09-EG-120			
Nr.:		Raumgr.		Bezeichnung														geplante Raumgruppe:	
1		RG B1		Räume ohne Aufenthaltsqualität (Eingangshallen, Flure, Treppenhäuser als reine Verkehrsfläche)														(Nr. 1 -5)	
2		RG B2		Räume zum kurzfristigen Verweilen (Ausstellungsräume, RG B1 mit Aufenthaltsqu., Schalterhallen)														4	
3		RG B3		Räume zum längerfristigen Verweilen (z.B. interakt. Ausstellungsräume etc.) und Einzelbüros														Grundrissfläche /m²:	
4		RG B4		Räume mit Bedarf an Lärmreduzierung und Komfort (für Arbeitsräume und Callcenter VDI 2569 beachten)														16,23	
5		RG B5		Räume mit besonderen Anforderungen an Lärmreduzierung und Raumkomfort														mittlere Raumhöhe /m	
																		3	
Flächenart		Bezeichnung		Fläche in m² bzw. Anzahl		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		Mittelwert	
Fußboden		Linoleum auf Beton		16,2		0,02		0		0,02		0		0,03		0		0,03	
Wand/Fassade		Kalkzementputz, GK, Tapete		18,1		0,02		0		0,03		1		0,04		1		0,05	
Wand/Fassade		Gk-Ständerwerk, zweifach		22,8		0,12		3		0,08		2		0,06		1		0,06	
Fenster/Glas		Fenster (Isolierverglasung DIN 18041)		7,5		0,28		2		0,20		2		0,11		1		0,03	
Fenster/Glas		Glaswand		0,0		0,25		0		0,20		0		0,10		0		0,03	
Wand/Fassade		Akusto Wall c/Super G, 40 mm (tkh = 50 mm)		0,0		0,25		0		0,75		0		1,00		0		1,00	
Decke		Gk-Unterdecke geschl. h= 20 cm		6,5		0,11		1		0,09		1		0,04		0		0,03	
Decke		Sinfonia, h = 200 mm		9,7		0,50		5		0,75		7		0,80		8		0,90	

Objekt:		Anne-Frank GS Dortmund																			
L 915809 a)		Raumakustische Ausstattungen für verschiedene Räume der Gruppe B nach DIN 18041 (3-2016)																			
Nr.:		Raumgr.		Bezeichnung																	
1		RG B1		Räume ohne Aufenthaltsqualität (Eingangshallen, Flure, Treppenhäuser als reine Verkehrsfläche)																	
2		RG B2		Räume zum kurzfristigen Verweilen (Ausstellungsräume, RG B1 mit Aufenthaltsqu., Schalterhallen)																	
3		RG B3		Räume zum längerfristigen Verweilen (z.B. interakt. Ausstellungsräume etc.) und Einzelbüros																	
4		RG B4		Räume mit Bedarf an Lärmminderung und Komfort (für Arbeitsräume und Callcenter VDI 2569 beachten)																	
5		RG B5		Räume mit besonderen Anforderungen an Lärmminderung und Raumkomfort																	
Flächenart		Bezeichnung		Fläche in m ² bzw. Anzahl		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		Mittelwert			
				α/A_{obj} A/m^2		α/A_{obj} A/m^2		α/A_{obj} A/m^2		α/A_{obj} A/m^2		α/A_{obj} A/m^2		α/A_{obj} A/m^2		α/A_{obj} A/m^2		α_{M} A_{M}/m^2			
Fußboden				45,4		0,02		1		0,02		1		0,03		1		0,03		1	
Wand/Fassade				65,0		0,02		1		0,03		2		0,04		3		0,05		3	
Wand/Fassade				0,0		0,12		0		0,08		0		0,06		0		0,06		0	
Fenster/Glas				17,5		0,28		5		0,20		4		0,11		2		0,03		1	
Fenster/Glas				0,0		0,25		0		0,20		0		0,10		0		0,03		0	
Wand/Fassade				0,0		0,25		0		0,75		0		1,00		0		1,00		0	
Decke				13,6		0,11		1		0,09		1		0,04		1		0,02		0	
Decke				31,8		0,50		16		0,75		24		0,80		25		0,90		29	
Gesamt/m ²				173,3				24				31				32				35	

1

0,9

0,8

0,7

0,6

0,5

0,4

0,3

0,2

0,1

0

1

250

500

1000

2000

4000

8000

Tsoll

Tber.m.P./s

Tber.o.P./s

Objekt:		Anne-Frank GS Dortmund																Raum:		
L 915809 a)		Raumakustische Ausstattungen für verschiedene Räume der Gruppe B nach DIN 18041 (3-2016)																Flur 633-01-09-O1-440		
Nr.:		Raumgr.																geplante Raumgruppe:		
1		RG B1																(Nr. 1 -5)		
2		RG B2																3		
3		Räume ohne Aufenthaltsqualität (Eingangshallen, Flure, Treppenhäuser als reine Verkehrsfläche)																Grundrissfläche /m²:		
4		Räume zum kurzfristigen Verweilen (Ausstellungsräume, RG B1 mit Aufenthaltsqu., Schalterhallen)																29,47		
5		Räume zum längerfristigen Verweilen (z.B. interakt. Ausstellungsräume etc.) und Einzelbüros																mittlere Raumhöhe /m		
		Räume mit Bedarf an Lärmreduzierung und Komfort (für Arbeitsräume und Callcenter VDI 2569 beachten)																3		
		Räume mit besonderen Anforderungen an Lärmreduzierung und Raumkomfort																Raumvolumen/m³		
Flächenart		Bezeichnung		Fläche in m² bzw. Anzahl		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		Mittelwert		
				α/A_{obj} A/m²		α/A_{obj} A/m²		α/A_{obj} A/m²		α/A_{obj} A/m²		α/A_{obj} A/m²		α/A_{obj} A/m²		α/A_{obj} A/m²		$\alpha_{t,M}$ A _M /m²		
Fußboden		Linoleum auf Beton		29,5	0,02	1	0,02	1	0,03	1	0,03	1	0,04	1	0,04	1	0,04	1	0,03	1
Wand/Fassade		Kalkzementputz, GK, Tapete		22,2	0,02	0	0,03	1	0,04	1	0,05	1	0,06	1	0,06	1	0,08	2	0,05	1
Wand/Fassade		Gk-Ständerwerk, zweifach																		
				54,0	0,12	6	0,08	4	0,06	3	0,06	3	0,06	3	0,06	3	0,06	3	0,07	4
Fenster/Glas		Fenster (Isolierverglasung DIN 18041)																		
				13,2	0,28	4	0,20	3	0,11	1	0,06	1	0,03	0	0,02	0	0,12	2		
Fenster/Glas		Glaswand																		
				12,0	0,25	3	0,20	2	0,10	1	0,06	1	0,03	0	0,02	0	0,11	1		
Wand/Fassade		Akusto Wall C/Super G, 40 mm (tkh = 50 mm)																		
				0,0	0,25	0	0,75	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	0,83	0
Decke		Gk-Unterdecke geschl. h= 20 cm																		
				16,2	0,11	2	0,09	1	0,04	1	0,02	0	0,03	0	0,00	0	0,05	1		
Decke		D127 Akustikvlies gerade Quadratlochung 12/25 Q, 200 mm Konstruktionstiefe																		
				13,3	0,50	7	0,70	9	0,80	11	0,70	9	0,65	9	0,65	9	0,67	9		