



Berlin

15.09.2023

Bei Schriftverkehr unbedingt angeben

Unser Zeichen: L 915738

Ansprechpartner: Herr Jakobs, M.Sc.

Raumakustik

Index A

Objekt:	Erweiterung Emil Molt Schule Claszeile 68 14165 Berlin
Bauherr:	Kreis der Freunde und Förderer der Emil Molt Schule e.V. Claszeile 60-66 14165 Berlin
Architekt:	Mono Architekten Greubel & Schilp & Schmidt PartGmbB Glogauer Straße 6 10999 Berlin
Inhalt:	Raumakustik nach DIN 18041

**Institut für Schalltechnik, Raumakustik,
Wärmeschutz**

Dr.-Ing. Klapdor GmbH

Mitgliedschaften: DGNB, VBI

VMPA Schallschutzprüfstelle nach DIN 4109
VMPA-SPG-178-97 NRW

**Bekannt gegebene Stelle nach § 29b BImSchG
für den Standort Düsseldorf**

40468 Düsseldorf · Kalkumer Straße 173
Tel.: 0211 / 41 85 56-0 Fax: 0211 / 42 05 11

Niederlassungen:

10553 Berlin · Reuchlinstraße 10-11 Aufg. D
Tel.: 030 / 36 40 799-0 Fax: 030 / 36 40 799-19

33602 Bielefeld · Niederwall 10
Tel.: 0521 / 96 87 64 82 Fax: 0521 / 98 62 88 86

44227 Dortmund · Baroper Straße 233
Tel.: 0231 / 75 445-197

55124 Mainz · An der Ochsenwiese 3
Tel.: 06131 / 62 72 460 Fax: 06131 / 62 72 464

22303 Hamburg · Jarrestraße 80
Tel.: 040 / 27 16 75 66 Fax: 040 / 21 90 73-10

76137 Karlsruhe · Schützenstraße 12
Tel.: 0721 / 93 51 41 30 Fax: 0721 / 93 51 41 32

50674 Köln · Brüsseler Platz 15
Tel.: 0221 / 94 99 02 0 Fax: 0221 / 94 99 02 99

info@isrw-klapdor.de
www.isrw-klapdor.de

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Michael Urra
Dipl.-Ing. Gernot Kubanek
Öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger von der IHK zu Düsseldorf
für Bau- und Raumakustik

Sitz der Gesellschaft: Düsseldorf
Registergericht Düsseldorf, HRB 27839

Deutsche Bank PGK AG, Remscheid
IBAN: DE44 3407 0024 0506 4688 00

Postbank Essen
IBAN DE23 3601 0043 0448 8184 31

Inhalt

1	Situation und Aufgabenstellung.....	3
2	Grundlagen der Bearbeitung	3
3	Raumakustische Anforderungen	4
4	Raumakustik	8
4.1	Grundlegendes	8
4.2	Feinstruktur des Nachhalls.....	8
4.3	Grundkonzept der raumakustischen Entwürfe.....	8
4.4	Angemessenes Nutz-Stör-Schallpegel-Verhältnis	9
4.6	Echofreiheit.....	9
5	Berechnungen der Nachhallzeit	10
6	Konzepte Maßnahmen.....	11
6.1	Tischlerei UG	12
6.2	Multifunktionsraum Erdgeschoss.....	13
6.3	Klassenraum 1. Obergeschoss	14
6.4	Büros OG.....	15
5	Zusammenfassung, Hinweise.....	16

Anlagen**Berechnungen Nachhallzeiten**

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Emil Molt Schule in der Claszeile in Berlin Zehlendorf soll durch einen Erweiterungsbau ergänzt werden.

Dabei sind Räume für die Schulverwaltung im Dachgeschoss, eine Tischlerei für den Lehrbetrieb sowie weitere Unterrichtsräume vorgesehen.

Für das vielfältige Nutzungsprofil des Gebäudes ist ein raumakustisches Konzept zu erarbeiten. Es ist zu untersuchen, welche raumakustischen Maßnahmen zu ergreifen / zu empfehlen sind, um insbesondere der DIN 18041 zu entsprechen und so eine angemessene Raumakustik zu ermöglichen.

Die Wirkung der geplanten raumakustischen Maßnahmen wird überprüft. Auf Grundlage des derzeitigen Planungsstandes werden die relevanten Konstruktionen beschrieben und in den Flächenansätzen bewertet aufgenommen.

2 Grundlagen der Bearbeitung

Für die nachfolgende Entwurfsbearbeitung werden folgende Betrachtungen bzw. Empfehlungen formuliert, welche im Rahmen einer nutzungsspezifischen Abstimmung im Planungsprozess weiter zu entwickeln sind:

- (1) DIN 18041: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen; Mai 2004
- (2) DIN 18041: Hörsamkeit in Räumen – Vorgaben und Hinweise für die Planung; März 2016
- (3) DIN 12354: Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften; November 2017
- (4) ASR Technische Regeln für Arbeitsstätten, März 2021
- (5) Informationen zu Bau- und Ausstattung | Berlin.de <https://www.berlin.de/sen/aufsicht/kitaaufsicht>

Des Weiteren bilden die nachfolgenden Punkte die Grundlage der Bearbeitung:

- Grundrisse und Schnitte (Planstand), Stand Mai 2023

3 Raumakustische Anforderungen

Nachfolgend werden die drei maßgeblichen Regelwerke für Raumakustik für die im Projekt vorliegenden Raumtypen und Nutzungen vorgestellt.

Die **DIN 18041** [1] gibt Hinweise, auf die zu stellenden Anforderungen für unterschiedliche Räume. Dabei wird in die Raumgruppen (RG) A und B unterschieden.

„Bei der Raumgruppe A handelt es sich um Räume, in denen die Hörsamkeit über mittlere und große Entfernungen durch eine für die Nutzung angepasste Nachhallzeit und Schalllenkung sichergestellt wird. [...] In Räumen der Gruppe A ist die Hörsamkeit über geringere Entfernungen mit eingeschlossen“. Für Räume der Gruppe A gibt [1] Zielnachhallzeiten vor.

Für Räume, die der Nutzungsart B unterliegen, soll die Hörsamkeit des Raumes über geringe Entfernungen sichergestellt werden. Im Gegensatz zu RG A werden die Empfehlungen in Form des Verhältnisses von äquivalenter Absorptionsfläche zum Volumen gegeben. Dieses Verhältnis lässt sich in eine Nachhallzeit überführen.

Die Raumgruppen A und B werden weiterhin in fünf verschiedene Nutzungsbereiche unterteilt. Für die hier angestellten Betrachtungen kommen folgend aufgeführte verschiedene Raumgruppennutzungen in Frage:

Nutzungsart	Kurzbezeichnung und Beschreibung der Nutzungsart	Subjektive Wahrnehmung	Beispiele
A3	Kurzbezeichnung: „Sprache/Vortrag inklusiv“ Räume der Nutzungsart A2 für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind Erforderlich für inklusive Nutzung	Sprachliche Darbietungen einzelner Sprecher erzielen eine hohe Sprachverständlichkeit auch für Personen mit Hörschädigungen oder bei z. B. fremdsprachlicher Nutzung.	Gerichts- und Ratssaal Gemeindesaal Hörsaal Versammlungsraum Schulaula
	Kurzbezeichnung: „Unterricht/Kommunikation“ Kommunikationsintensive Nutzung mit mehreren Sprechern verteilt im Raum	Sprachliche Kommunikation ist mit mehreren [teilweise gleichzeitigen] Sprechern möglich.	Unterrichtsraum Differenzierungsraum Tagungsraum Besprechungsraum Konferenzraum Seminarraum etc.
A4	Kurzbezeichnung: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“ Kommunikationsintensive Nutzungen mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum entsprechend Nutzungsart A3 , jedoch für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind	Sprachliche Kommunikation ist mit mehreren [teilweise gleichzeitigen] Sprechern möglich, auch für Personen mit Höreinschränkungen oder bei z.B. Fremdsprachlicher Nutzung	Unterrichtsraum Differenzierungsraum Tagungsraum Besprechungsraum Konferenzraum Seminarraum Video-Konferenzraum

	Erforderlich für eine inklusive Nutzung nach dem Behindertengleichstellungsgesetz		etc.
Nutzungsart	Beschreibung	Beispiele	
B3	Räume zum längerfristigen Verweilen	Speiseräume, Kantinen, Einzelbüros, Pausenräume	
B4	Räume mit Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	Rezeption/Schalterbereich mit ständigem Arbeitsplatz, Ausgabebereiche in Kantinen, Bürgerbüro, Büroräume (Einzelbüros werden nach B3 bewertet)	
B5	Räume mit besonderem Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	Speiseräume und Kantinen in Schulen, Kindertageseinrichtungen, Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen, Arbeitsräume mit besonders hohem Geräuschaufkommen, Callcenter (für Callcenter und Büroräume wird auf [B15] verwiesen), etc.	

Die **VDI 2569** ([7]) differenziert an dieser Stelle in verschiedene Raumakustik-Klassen:

Raumakustik-Klasse	Planerischer und baulicher Aufwand	Beschreibung	Empfehlungen in Abhängigkeit von der Nutzung
A	hoch	Die Raumakustik-Klasse A erfordert sehr umfangreiche und hoch wirksame raumakustische Maßnahmen zur Raumbedämpfung und Minderung der Schallausbreitung. Eine über die Raumakustik-Klasse A hinausgehende Verbesserung der raumakustischen Bedingungen ist unter Beibehaltung der offenen Bürostruktur nicht möglich.	gut geeignet für Callcenter und Räume mit kommunikationsintensiven Nutzungen
B	mittel	Die Raumakustik-Klasse B erfordert umfangreiche und wirksame raumakustische Maßnahmen zur Raumbedämpfung und zur Minderung der Schallausbreitung.	gut geeignet für Räume für Vertrieb, Konstruktion, Verwaltung geeignet für Call-Center
C	gering	Die Raumakustik-Klasse C erfordert wirksame raumakustische Maßnahmen zur Raumbedämpfung und zur Minderung der Schallausbreitung.	geeignet für Räume für Vertrieb, Konstruktion, Verwaltung

In der **ASR (Arbeitsstättenrichtlinie) A3.7** [3], finden sich ebenfalls Anforderungen an die Raumakustik für Arbeitsstätten. Dabei wird in Anforderungen an Büroräume, Anforderungen an Bildungsstätten und Anforderungen an sonstige Räume mit Sprachkommunikation unterschieden. Für die vorliegende Untersuchung sind Büroräume und sonstige Räume mit Sprachkommunikation zu beachten.

Nach [1], sowie [3] gilt es die Soll-Nachhallzeit für die Räume der Raumgruppe A3, „Unterricht/Kommunikation“ (bis 1000 m³ sowie „Sprache/Vortrag inklusiv“ (bis 500 m³) wie folgt zu bestimmen:

$$T_{Soll,A3} = \left(0,32 \lg \frac{V}{m^3} - 0,17\right) s \quad 30 m^3 \leq V \leq 5000 m^3$$

Für Räume der Raumgruppe A4 kann nach [1] wie folgt der Richtwert bestimmt werden:

$$T_{Soll,A4} = \left(0,26 \lg \frac{V}{m^3} - 0,17\right) s \quad 30 m^3 \leq V \leq 500 m^3$$

Für Räume der Raumgruppe B sieht die DIN 18041 lediglich Empfehlungen an das Verhältnis von äquivalenter Absorptionsfläche zum Raumvolumen vor:

Nutzungsart	Bei Raumhöhen, $h \leq 2,5$ m	Bei Raumhöhen $h > 2,5$ m
	m^2 / m^3	m^2 / m^3
B3	$A/V \geq 0,20$	$A/V \geq [3,13 + 4,69 \lg(h/1m)]^{-1}$
B4	$A/V \geq 0,30$	$A/V \geq [2,13 + 4,69 \lg(h/1m)]^{-1}$

Die nach [1] berechneten Verhältnisse lassen sich in eine Nachhallzeit Empfehlung umrechnen.

In der **VDI 2569** [7] werden ebenfalls Richtwerte für optimale Nachhallzeiten ausgesprochen, jedoch unabhängig von konkreten Raumgeometrien. Aus Sicht der Unterzeichner ist zu empfehlen mindestens Anforderungen nach den Raumakustik-Klassen A oder B festzulegen. Folgende Anforderungen werden gestellt:

Raumakustik-Klasse	T (Einzelbüro)		T (kleines Mehrpersonnenbüro)		T (großes Mehrpersonnenbüro)	
	125 Hz	250 Hz – 4000 Hz	125 Hz	250 Hz – 4000 Hz	125 Hz	250 Hz – 4000 Hz
A	$\leq 0,8$ s	$\leq 0,6$ s	$\leq 0,6$ s	$\leq 0,4$ s	$\leq 0,8$ s	$\leq 0,6$ s
B	$\leq 1,0$ s	$\leq 0,8$ s	$\leq 0,7$ s	$\leq 0,5$ s	$\leq 0,9$ s	$\leq 0,7$ s
C	$\leq 1,2$ s	$\leq 1,0$ s	$\leq 0,9$ s	$\leq 0,7$ s	$\leq 1,1$ s	$\leq 0,9$ s

In der ASR [3] werden ebenfalls Anforderungen an die Nachhallzeiten für Büroräume, unabhängig der Raumdimensionen, gestellt. Diese sind allgemein gehalten und direkt auf die vorliegenden Räume übertragbar.

Folgende Nachhallzeit soll in den Oktavbändern von 250 Hz bis 2000 Hz nicht überschritten werden:

Mehrpersonen- und Großraumbüro:
Ein- und Zweipersonnenbüro:

$$T_{Soll,ASR} \leq 0,6 \text{ s}$$

$$T_{Soll,ASR} \leq 0,8 \text{ s}$$

Der Frequenzverlauf der Nachhallzeit soll möglichst ausgeglichen, d. h. linear sein. Bei tiefen Frequenzen sollte die Nachhallzeit nicht zu hoch ausfallen, um eine ausgewogene akustische Situation im Raum zu schaffen.

Die in diesem Gutachten besprochenen Räume werden maßgeblich vor den Anforderungen der DIN 18041 diskutiert, welche in Fachkreisen als anerkannte Regeln der Technik im Bereich der Raumakustik angesehen werden (vgl. Seite 1 in [8]).

4 Raumakustik

4.1 Grundlegendes

Die raumakustische Qualität hat einen bedeutsamen Einfluss auf das Verstehen von Sprache und damit verbundenen Störungen. Ziel der Raumakustik ist es zweckgebunden die Verständlichkeit von Sprache zu optimieren bzw. eine Pegelminderung zu ermöglichen.

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 (Raumimpulsantwort).

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

4.2 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.

4.3 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.

4.4 Angemessenes Nutz-Stör-Schallpegel-Verhältnis

Als Störschallpegel werden alle Pegel, welche nicht als Nutzpegel verstanden werden herangezogen. Im vorliegenden Fall würde dies für technische Anlagen sowie von außen eindringendem Lärm gelten.

Bei neuen Anlagen (z.B. Kühlung PC/Server) ist für die Büros und vor allem das auf lärmarme Ausführungen zu achten.

4.6 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 12 m beträgt, werden Maßnahmen im Bereich der Rückwand gegenüber dem Redner zu empfehlen, damit diese Echobildung wirkungsvoll unterbunden werden kann.

5 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 nachfolgenden 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:

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

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

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

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

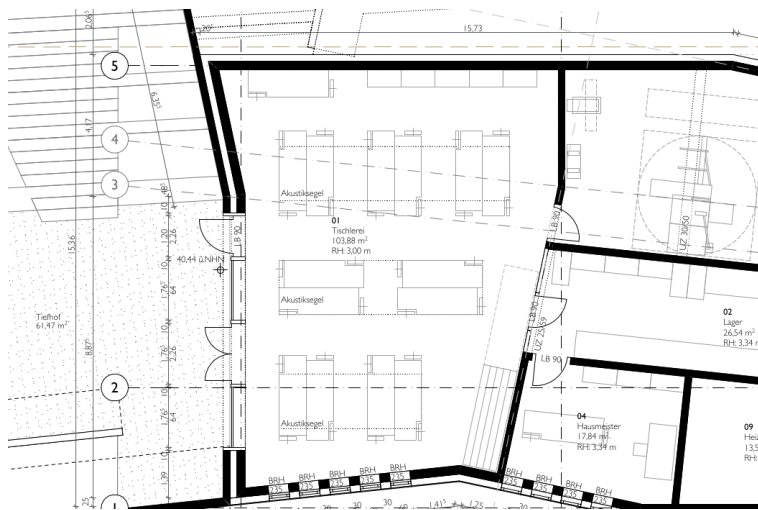
6 Konzepte Maßnahmen

Im Folgenden werden die raumakustischen Maßnahmen zur weiteren Abstimmung für die Raumbereiche dargestellt.

Hierbei sei darauf hingewiesen, dass die Flächenangaben sowie die vorgeschlagenen Materialien produktspezifisch variieren können. Die Absorberqualität oder Flächen können angepasst werden z.B. durch raumakustische Kompensationsmaßnahmen in anderen Raumbereichen.

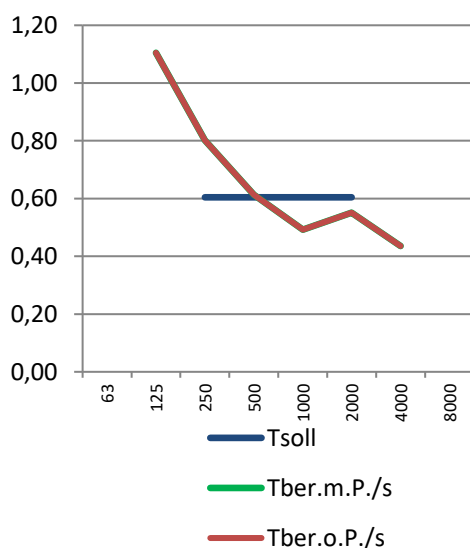
Alle dargestellten Maßnahmen können analog auf Räume mit ähnlicher Nutzung sowie Geometrie übertragen werden.

6.1 Tischlerei UG



1	Schallabsorbierende Deckenelemente $\alpha_w = 0,3$ Anteil Deckenfläche z.B. Heradesign superfine, Dicke 25 mm, Unterkonstruktion ca. 5 cm	Vollständig an Deckenfläche
2	Schallabsorbierende Deckensegel $\alpha_w = 0,9$ Anteil Deckenfläche z.B. Heradesign superfine, Dicke 25 mm, 50 mm Mineralwollhinterfüllung Abhanghöhe 19 cm	30 m²

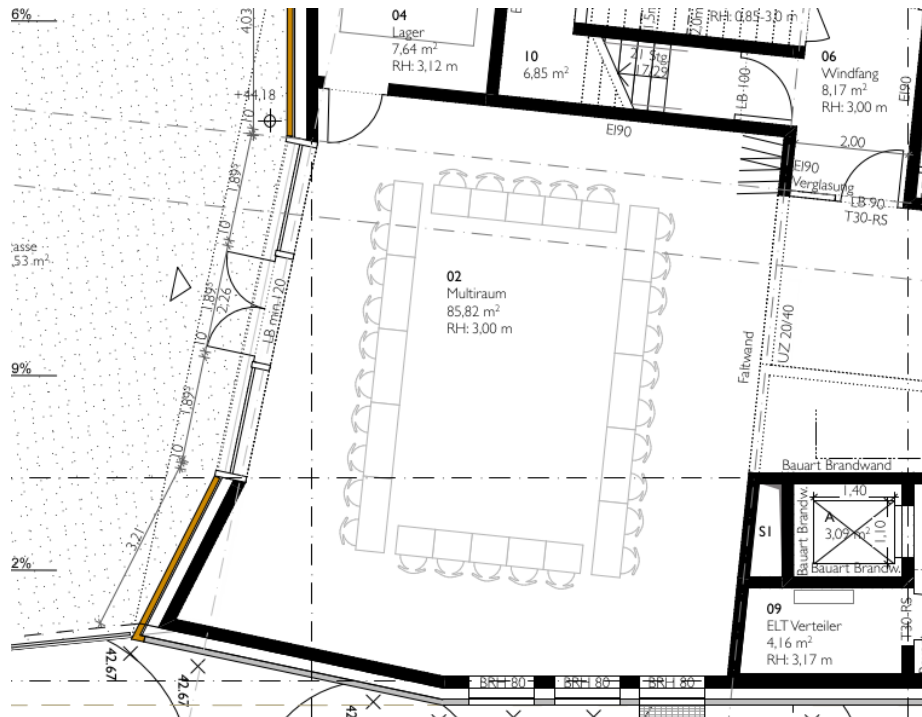
Aus diesen Maßnahmen folgt der frequenzabhängige Nachhallzeitverlauf:



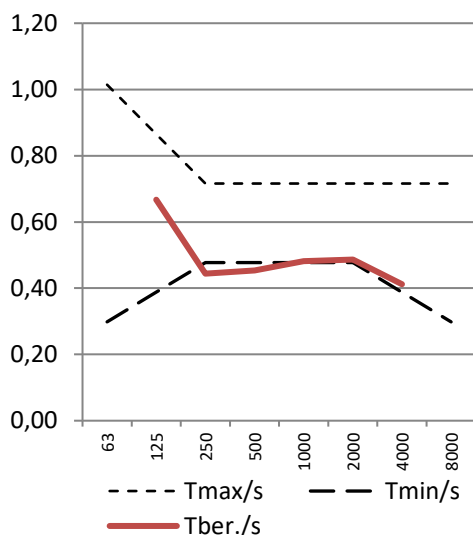
Unter Berücksichtigung der o.g. Maßnahmen ergibt sich eine gemittelte Nachhallzeit von 0,61 Sekunden. Somit können die Empfehlungen der DIN 18041 Raumgruppe B5 im Allgemeinen eingehalten werden. In Abstimmung mit den Bauherren ist die Werkstatt nicht als Unterrichtsraum einzustufen. Demnach wird hier die Empfehlungen an die Raumgruppe B5 angestrebt. Die hochabsorbierenden Segel werden dabei über den Arbeitsplätzen angeordnet, sodass die erforderliche Lärminderung im Quellbereich erfolgen kann.

Für die weiteren Räume im UG (Maschinenraum/Hausmeister) ist zu empfehlen ebenfalls großflächig schallabsorbierende Elemente an der Decke vorzusehen.

6.2 Multifunktionsraum Erdgeschoss



1	Schallabsorbierende Deckenelemente $\alpha_w = 0,9$ Anteil Deckenfläche z.B. Heradesign superfine, Dicke 25 mm, 50 mm Mineralwollhinterfüllung, Abhanghöhe 12 cm	85%
---	--	-----

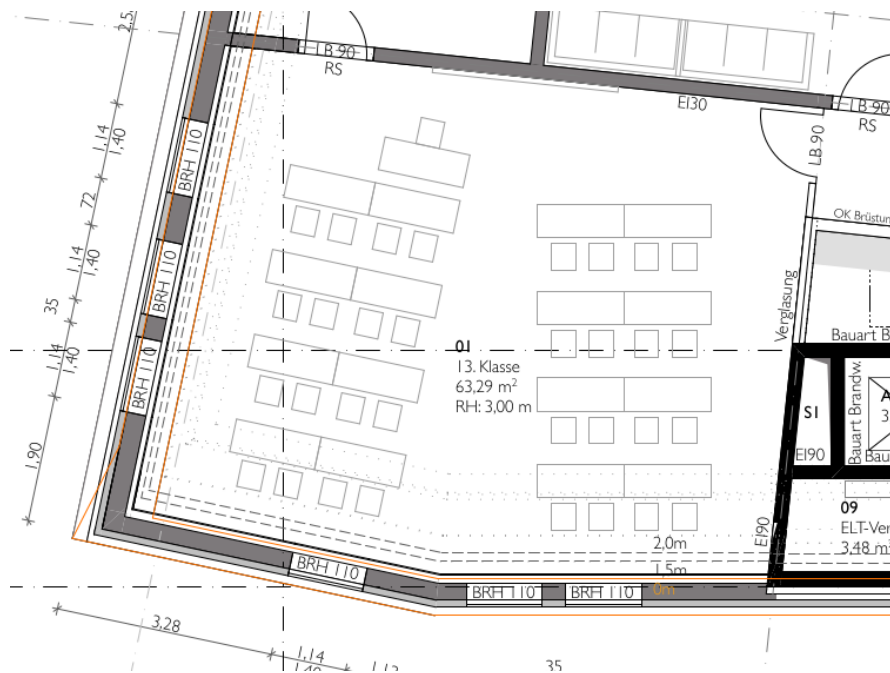


Aus diesen Maßnahmen folgt der frequenzabhängige Nachhallzeitverlauf:

Unter Berücksichtigung der o.g. Maßnahmen ergibt sich eine gemittelte Nachhallzeit von 0,49 Sekunden. Somit können die Empfehlungen der DIN 18041 Raumgruppe A3 eingehalten werden

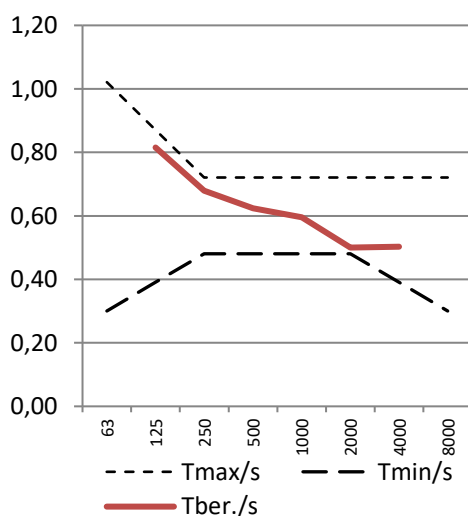
In den Bereichen Foyer und Küche sollte die o.g. Maßnahme ebenfalls vorgesehen werden um die Empfehlungen der DIN 18041 an die Raumgruppe B einzuhalten.

6.3 Klassenraum 1. Obergeschoss



1	Schallabsorbierende Deckenelemente $\alpha_w = 0,85$ Anteil Deckenfläche z.B. Holzverkleidung Typ Lignotrend 625-20-4 mit 30 mm Hanfabsorber, Abhanghöhe 17 cm	Vollständig an Deckenfläche
---	--	-----------------------------

Aus diesen Maßnahmen folgt der frequenzabhängige Nachhallzeitverlauf:



Unter Berücksichtigung der o.g. Maßnahmen ergibt sich eine gemittelte Nachhallzeit von 0,64 Sekunden. Somit können die Empfehlungen der DIN 18041 an die Raumgruppe A3 eingehalten werden. Nach Abstimmung mit dem Bauherren ist die Raumgruppe A4 (Inklusion) nicht zu berücksichtigen.

Die o.g. Maßnahme (vollflächig absorbierende Holzverkleidung) ist im Obergeschoss ebenfalls für die weiteren Aufenthaltsräume auszuführen.

6.4 Büros OG

Nach DIN 18041 lässt sich eine Empfehlung für Einzelbüros ableiten. Die DIN 18041 begründet die Empfehlungen mit „einer Senkung des mittleren Geräuschpegels sowie einer Begrenzung der Halligkeit“. Im Gegensatz zu den Räumen der Gruppe A (z.B. Klassenräume) liegen hier Empfehlungen und keine Anforderungen vor.

Grundsätzlich ist es aus akustischer Sicht zu empfehlen den Standard der DIN 18041, welcher als Stand der Technik gilt, im Neubau zu planen. Für die Büroräume im Obergeschoss entspricht die Empfehlung der DIN 18041 einer Nachhallzeit von 0,72 s.

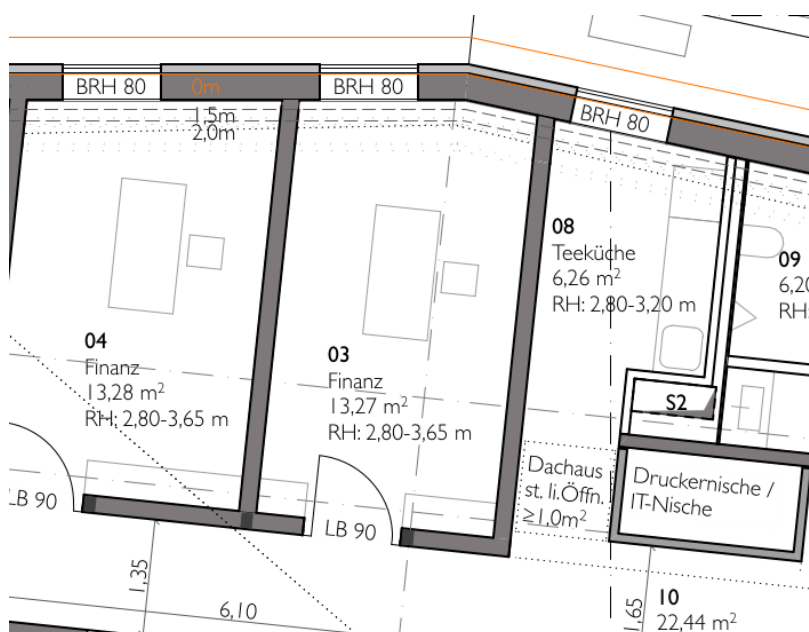
In der ASR 3.7 werden Anforderungen an die Raumakustik in Büroräumen aufgestellt. Hier gilt für Einzelbüros eine Nachhallzeit von 0,8 Sekunden.

Wird als Beispielraum das Büro 03 möbliert mit 5m² vollgestellten Regalen berechnet ergibt sich eine Nachhallzeit von 1 s. Damit wäre die Anforderung der ASR 3.7 um ca. 20 % überschritten. Für die Raumgruppe A gibt die DIN 18041 einen Toleranzbereich von 20 % an.

Würde ein hochwertiger Absorber ($\alpha_w = 1$, z.B. Akusto Wall C in 40 mm Stärke) gewählt werden, könnten beide o.g. Zielwerte mit 4 m² zusätzlichem Absorber eingehalten werden. Bei größeren Räumen muss der Wert analog extrapoliert werden (z.B. Büro 05, ca. 5,5 m²).

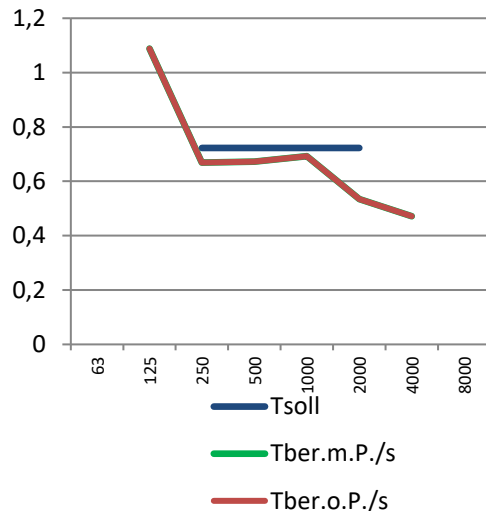
Bei Absorbern mit niedrigeren α_w Werten wie z.B. Holzfaserplatten wären größere Flächen notwendig. Würden z.B. Holzwoleplatten Typ Superfine 25 mm direkt aufgebracht vorgesehen sind ca. 50 % der Grundfläche notwendig.

Nachfolgend sind mögliche Maßnahmen dargestellt, welche auf Grundlage der oben aufgeführten Erläuterungen zur Diskussion gestellt werden.



1	Schallabsorbierende Deckenelemente $\alpha_w = 0,9$ Anteil Deckenfläche z.B. Heradesign superfine, Dicke 15 mm, 50 mm Mineralwollhinterfüllung TKH 150 mm	60 %
---	---	------

Aus diesen Maßnahmen folgt der frequenzabhängige Nachhallzeitverlauf:



Unter Berücksichtigung der o.g. Maßnahmen ergibt sich eine gemittelte Nachhallzeit von 0,64 Sekunden. Somit können die Empfehlungen der DIN 18041 an die Raumgruppe B4 eingehalten werden.

Die o.g. Maßnahme ist im Dachgeschoss für alle Büroräume auszuführen.

5 Zusammenfassung, Hinweise

Das vorliegende Konzept fasst allgemein die planungsrelevanten Anforderungen der Raumakustik zusammen. Durch weitere Konkretisierung im Projektverlauf können einzelne Parameter gewisse Varianzen aufweisen.

Dabei kann zusammengefasst werden, dass im Untergeschoss sowie Erdgeschoss großflächig schallabsorbierende Holzwolledecken zum Einsatz kommen. Dabei ist nach DIN 18041 Gruppe B zu empfehlen Absorptionsflächen ebenfalls in Fluren/Treppenhäusern einzubringen.

In den Klassenräumen bzw. Aufenthaltsräumen im Obergeschoss können die Anforderungen an die Raumgruppe A3 nach DIN 18041 über vollflächige gelochte/ge-schlitzte Holzverkleidungen eingehalten werden.

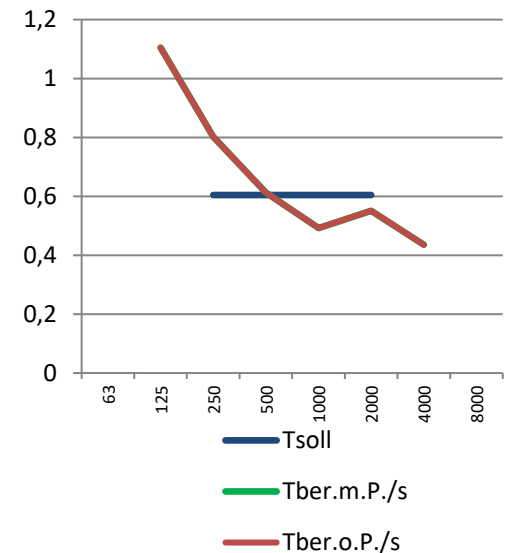
Im Dachgeschoss werden die Empfehlungen der DIN 18041 sowie der ASR an Räume der Gruppe B über Holzwolleplatten erreicht.

i.V. Dipl.-Ing. Carolin Krabisch

i.A. M.Sc. Christoph Jakobs

Objekt:	Emil Molt Schule																Raum:				
L 915738	Nachhallzeiten für verschiedene Räume der Gruppe A nach DIN 18041 (3-2016)																Multifunktionsraum				
Nr.:	Raumgr.	Bezeichnung																geplante Raumgruppe:			
1	RG A1	Musik																(Nr. 1 -5)			
2	RG A2	Sprache/Vortrag																3			
3	RG A3	"Unterricht/Kommunikation" (≤ 1000 m ³) sowie "Sprache / Vortrag" inklusiv (bis 5000 m ³)																Grundrissfläche /m ² :			
4	RG A4	"Unterricht / Kommunikation inklusiv" (≤ 500 m ³)																85,8			
5	RG A5	"Sport"																mittlere Raumhöhe /m			
																		2,9			
Flächenart		Fläche in m ²	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		Mittelwert		Raumvolumen/m ³				
	Bezeichnung	bzw. Anzahl	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 _{i,M}	A _{i,M} /m ²	248,82				
Fußboden	Beton glatt, Werksteinpl.																Nachhallzeit T _{sol} /s				
		85,8	0,01	1	0,01	1	0,02	2	0,02	2	0,03	3	0,04	3	0,02	2	0,60				
Wand/Fassade	Mauerwerk, verfugt, gestr.																				
		69,0	0,01	1	0,01	1	0,02	1	0,03	2	0,05	3	0,07	5	0,03	2					
Fenster/Glas	Fenster (Isolierverglasung DIN 18041)																Frequenz/Hz	T _{min} /s	T _{max} /s	T _{ber} /s	
		39,0	0,28	11	0,20	8	0,11	4	0,06	2	0,03	1	0,02	1	0,12	5	63	0,30	1,01		
Möbel	Holztisch (α)																125	0,39	0,87	0,67	
		12,0	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,08	1	0,05	1	0,06	1	250	0,48	0,72		
Decke	Heradesign superfine A2, Dicke 25, TKH 200, Hinterfüllung 50																500	0,48	0,72	0,45	
		74,0	0,60	44	1,00	74	1,00	74	0,95	70	0,90	67	1,00	74	0,91	67	1000	0,48	0,72		
																	2000	0,48	0,72		
																	4000	0,39	0,72		
																	8000	0,30	0,72		

Objekt:	Emil Molt Schule																Raum:			
L 915738	Raumakustische Ausstattungen für verschiedene Räume der Gruppe B nach DIN 18041 (3-2016)																Werkstatt			
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)															5			
3	RG B3	Räume zum längerfristigen Verweilen (z.B. interakt. Ausstellungsräume etc.) und Einzelbüros															Grundrissfläche /m²:			
4	RG B4	Räume mit Bedarf an Lärminderung und Komfort (für Arbeitsräume und Callcenter VDI 2569 beachten)															104			
5	RG B5	Räume mit besonderen Anforderungen an Lärminderung und Raumkomfort															mittlere Raumhöhe /m			
																	3			
Flächenart		Fläche in m²	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		Mittelwert		Raumvolumen/m³			
	Bezeichnung	bzw. Anzahl	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 _{i.M.}	A _{i.M.} /m²	312			
Fußboden	Parkettfußboden, aufgeklebt																erforderliches A/V ohne Personen			
		104,0	0,04	4	0,04	4	0,05	5	0,06	6	0,06	6	0,06	6	0,05	5	≥ 0,27		0,00	
Decke	Beton glatt, Werksteinpl.																		0,00	
		0,0	0,01	0	0,01	0	0,02	0	0,02	0	0,03	0	0,04	0	0,02	0			0,00	
Wand/Fassade	Beton																Frequenz/Hz	A/V (soll)	A/V (ist)	T _{ber.o.P./s}
		98,0	0,02	2	0,02	2	0,03	3	0,04	4	0,05	5	0,05	5	0,04	3	63	-	-	
Fenster/Glas	Fenster (Isolierverglasung DIN 18041)																125	-	0,14	1,10
		31,5	0,28	9	0,20	6	0,11	3	0,06	2	0,03	1	0,02	1	0,12	4	250	0,27	0,20	
Möbel	Holztisch (α)																500	0,27	0,25	0,61
		35,0	0,05	2	0,05	2	0,05	2	0,05	2	0,08	3	0,05	2	0,06	2	1000	0,27	0,31	
Decke	Heradesign superfine A2, Dicke 25, TKH 200, Hinterfüllung 50																2000	0,27	0,28	0,55
		30,0	0,60	18	1,00	30	1,00	30	0,95	29	0,90	27	1,00	30	0,91	27	4000	-	0,35	
Decke	Heradesign superfine, Dicke 25, TKH 55, Hinterfüllung 0																8000	-	-	0,44
		74,0	0,10	7	0,20	15	0,45	33	0,70	52	0,55	41	0,75	56	0,46	34	mittlere Nachhallzeit(250-2000Hz) in s		0,61	
Möbel	Holzpodium hohllegend (α)																			
		21,0	0,12	3	0,08	2	0,07	1	0,06	1	0,06	1	0,06	1	0,08	2				



Nodes	T_max/s	T_min/s	T_ber./s
63	1.00	0.30	-
125	0.82	0.38	0.82
250	0.72	0.48	0.68
500	0.72	0.48	0.62
1000	0.72	0.48	0.60
2000	0.72	0.48	0.50
4000	0.72	0.40	0.50
8000	0.72	0.32	-

Objekt:	Emil Molt Schule																Raum:				
L 915738	Raumakustische Ausstattungen für verschiedene Räume der Gruppe B nach DIN 18041 (3-2016)																Büro 03				
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 Lärminderung und Komfort (für Arbeitsräume und Callcenter VDI 2569 beachten)																13			
5	RG B5	Räume mit besonderen Anforderungen an Lärminderung und Raumkomfort																mittlere Raumhöhe /m			
																		3,1			
Flächenart		Fläche in m²	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		Mittelwert		Raumvolumen/m³				
	Bezeichnung	bzw. Anzahl	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 _{i,M}	A _{i,M} /m²	40,3				
Fußboden	Teppichboden, bis 6mm Florhöhe																erforderliches A/V ohne Personen				
		13,0	0,02	0	0,04	1	0,07	1	0,19	2	0,29	4	0,35	5	0,16	2	≥ 0,23				
Wand/Fassade	Gk-Ständerwerk, zweifach																				
		15,0	0,12	2	0,08	1	0,06	1	0,06	1	0,06	1	0,06	1	0,07	1					
Fenster/Glas	Fenster (Isolierverglasung DIN 18041)																Frequenz/Hz	A/V (soll)	A/V (ist)	T _{ber.o.P./s}	
		1,8	0,28	1	0,20	0	0,11	0	0,06	0	0,03	0	0,02	0	0,12	0	63	0,00	0,00		
Decke	Heradesign superfine, Dicke 25, TKH 100, Hinterfüllung 30																125	0,00	0,18	0,89	
		0,0	0,30	0	0,95	0	1,00	0	0,75	0	0,90	0	0,90	0	0,80	0	250	0,23	0,18	0,89	
Decke	Spanplatte																500	0,23	0,20	0,80	
		13,0	0,20	3	0,15	2	0,10	1	0,07	1	0,07	1	0,07	1	0,11	1	1000	0,23	0,31	0,50	
Möbel	Holztisch (α)																2000	0,23	0,32	0,48	
		2,0	0,05	0	0,05	0	0,05	0	0,05	0	0,08	0	0,05	0	0,06	0	4000	0,00	0,35	0,43	
Möbel	Bücherregal in Bibliotheken (α)																8000	0,00	0,00		
		5,0	0,30	2	0,39	2	0,39	2	0,31	2	0,29	1	0,21	1	0,32	2					
Wand/Fassade	Akusto Wall C/Akutex FT, 40 mm (tKh = 43 mm)																				
		0,0	0,25	0	0,80	0	0,95	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	0,83	0					
Wand/Fassade	Heradesign fine A2, Dicke 25, TKH 25, Hinterfüllung 0																				
		7,0	0,05	0	0,15	1	0,35	2	0,90	6	0,75	5	0,80	6	0,50	4					