

[Berlin](#)

31.08.2023

[Bei Schriftverkehr unbedingt angeben](#)

Unser Zeichen: L 915738

Ansprechpartner: Frau Dipl.-Ing. Krabisch
Herr Jakobs, M. Sc.

Nachweis Schallschutz/Bauakustik gemäß DIN 4109:2018-01 Index A

Objekt: Erweiterung Emil Molt Schule
Claszeile 68
14165 Berlin

Institut für Schalltechnik, Raumakustik,
Wärmeschutz
Dr.-Ing. Klapdor GmbH
Mitgliedschaften: DGNB, VBI
VMPA Schallschutzprüfstelle nach DIN 4109
VMPA-SPG-178-97 NRW

Bauherr: Kreis der Freunde und Förderer
der Emil Molt Schule e.V.
Claszeile 60-66
14165 Berlin

**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 / 400 762-0 Fax: 0521 / 400 762-29

44227 Dortmund · Martin-Schmeißer-Weg 15
Tel.: 0231 / 22 53 97-0 Fax: 0231 / 22 53 97-29

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

22457 Hamburg · Kulemannstieg 34
Tel.: 040 / 27 16 75 66

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

Architekt: Mono Architekten
Greubel & Schilp & Schmidt PartGmbB
Glogauer Straße 6
10999 Berlin

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

Inhalt: Nachweis nach DIN 4109

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

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Michael Urta
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

Umfang Gutachten: 28 Seiten
Umfang Anlage: 37 Seiten
Umfang Gesamt: 65 Seiten

Inhalt

1	Situation und Aufgabenstellung	3
1.1	Übersicht Nutzungsarten / erhöhter Schallschutz / eigener Bereich nach DIN 4109	3
2	Planungsgrundlagen	4
3	Anforderungen/Empfehlungen an den Schallschutz	6
3.1	Luft- und Trittschallschutz	7
3.2	Schallschutz gegen technische Einrichtungen	13
3.3	Schallschutz gegen Außengeräusche	15
4	Aufzugsanlagen	17
5	Nebenwegübertragungen und Randbedingungen	18
5.1	Allgemeine Hinweise	18
5.2	Schalllängsleitung und allgemeine Randbedingungen	18
6	Prinzipskizzen	20
7	Zusammenfassung	20

Anhang

Anlage I Aufzugsanlagen

Anlage II Ausführungshinweise von sanitärtechnischen Anlagen

Anlage III Zeichenerläuterung

Anlage IV Konstruktionsschemata Bauteile

Anlage V Rechnerischer Schallschutznachweis

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.

In Zusammenarbeit mit der architektonischen Planung ist für das Bauvorhaben eine schalltechnische Bearbeitung zu erstellen, die den Schallschutz zwischen den verschiedenen Nutzungsbereichen und die daraus resultierenden Maßnahmen definiert.

Den Schallschutz zwischen fremdgenutzten Bereichen, zum Geräuschpegel durch Einrichtungen der TGA sowie gegen Außenlärm regelt die DIN 4109:2018-01, die hierfür baurechtliche Mindestanforderungen formuliert, die einzuhalten sind.

Die erforderlichen bauakustischen Maßnahmen werden in dieser Bearbeitung genannt. Auf Grundlage des derzeitigen Planungsstandes werden die relevanten Konstruktionen beschrieben, die dann zur weiteren Abstimmung dienen und dem Nachweis des baulichen Schallschutzes zugrunde liegen.

1.1 Übersicht Nutzungsarten / erhöhter Schallschutz / eigener Bereich nach DIN 4109

Folgende Nutzungen sind bei dem Projekt nach DIN 4109 geplant:

- Schule und vergleichbare Einrichtung
- Bürogebäude

Zum jetzigen Planstand sind „besonders laute Räume“ zu schutzbedürftigen Räumen geplant.

Für den eigenen Bereich werden Empfehlungen in Anlehnung an VDI 2569 geplant.

2 Planungsgrundlagen

Als Planungsgrundlagen der Bearbeitung dienen:

- Grundrisse, Ansichten, Stand: Mai 2023
- Abstimmungen mit den Planungsbeteiligten

Neben den o.a. Planunterlagen liegen dieser Bearbeitung die nachfolgend aufgeführten Normen und Richtlinien zugrunde:

Normen:

DIN 4109	Schallschutz im Hochbau – inkl. Teile 1,2,4 sowie Teile 31-36
DIN 4109	Teil 5 (2020) der DIN 4109:2018
DIN 4109	Beiblatt 2 zur DIN 4109:89-11
DIN 18560	Estriche im Bauwesen – Teile 1 – 4, 7
DIN 8989	Schallschutz in Gebäuden – Aufzüge

Richtlinien:

VDI 2081	Raumlufttechnik - Geräuscherzeugung und Lärminderung
VDI 2715	Schallschutz an heiztechnischen Anlagen
VDI 2719	Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen
VDI 3728	Schalldämmung beweglicher Raumabschlüsse – Türen und Mobilwände
VDI 3755	Schalldämmung und Schallabsorption abgehängter Unterdecken
VDI 2569	Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros

Anmerkung zur DIN 4109:

Je nach Bundesland ist über die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen die jeweilige Fassung der DIN 4109-1 (2016 oder 2018) unterschiedlich eingeführt worden. Vorliegend ist für das Bundesland Berlin folgendes zu beachten:

Kapitel A 5 der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB) Berlin beschreibt technische Regeln zur Einhaltung der Anforderungen des Schallschutzes für bauliche Anlagen und deren Teile. Als Grundlage dient für das Land Berlin die **DIN 4109-1:2018-01**.

Die Minderung des Beurteilungspegels für Schienenverkehr ist für das Land Berlin anzuwenden.

3 Anforderungen/Empfehlungen an den Schallschutz

Die bauakustische Planung von Gebäuden muss berücksichtigen, dass die darin tätigen und sich aufhaltenden Menschen nicht von akustischen Störungen unzumutbar beeinträchtigt werden.

Grundsätzlich beziehen sich die Anforderungen auf drei Bereiche:

1. Ausreichender Luft- und Trittschallschutz zwischen einzelnen Räumen des Gebäudes, zur Wahrung von Vertraulichkeit, bzw. der Sicherstellung ausreichender Abschirmung unterschiedlicher Nutzungen innerhalb des Gebäudes.
2. Ausreichender Schutz gegen Geräusche aus technischen Einrichtungen des Gebäudes, auch im Hinblick auf die Nachbarschaft.
3. Ausreichender Schutz gegen Außengeräusche, insbesondere Verkehrslärm; Schutz der Nachbarschaft gegen "eigene" Betriebsgeräusche.

Den Schallschutz zwischen fremden Bereichen regelt die DIN 4109, die hierfür baurechtliche Mindestanforderungen formuliert, die einzuhalten sind. Hier gelten die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01.

Sofern für Bauteile keine verbindlichen schalltechnischen Anforderungen seitens des Bauherrn formuliert werden, müssen in jedem Fall auf den Verwendungszweck bzw. die jeweilige Schutzwürdigkeit und den Vertraulichkeitsanspruch bezogene Festlegungen hinsichtlich der schalltechnischen Qualitäten getroffen werden.

Hinweis:

In den folgenden Tabellen werden allgemeine Anforderungen und Empfehlungen nach DIN 4109 genannt. Hierbei können ebenfalls Anforderungen von Bauteilen genannt werden, die nicht auf dieses Projekt zutreffen.

3.1 Luft- und Trittschallschutz

3.1.1 Baurechtliche Anforderungen (Mindestschallschutz)

Nach DIN 4109 gelten für „Schulen und vergleichbaren Einrichtungen“ folgende Anforderungen im Mindestanspruch.

Bauteil	erf. R'_{w} [dB]	erf. $L'_{n,w}$ [dB]
Decken		
Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen/Decken unter Fluren	≥ 55	≤ 53
Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z.B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräumen, Spielräume, Technikzentralen)	≥ 55	≤ 46
Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z.B. Sporthallen, Werkräumen	≥ 60	≤ 46
Wände		
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander und zu Fluren	≥ 47	–
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenhäusern	≥ 52	–
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z.B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräumen, Spielräume, Technikzentralen)	≥ 55	–
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z.B. Sporthallen, Werkräumen	≥ 60	–
Türen		
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	≥ 32	–
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander	≥ 37	–

Tabelle 6 – Anforderungen an die Schalldämmung in Schulen und vergleichbaren Einrichtungen

Nach DIN 4109 gelten für „Mehrfamilienhäuser, Bürogebäude und gemischt genutzte Gebäude“ folgende Anforderungen im Mindestanspruch.

Bauteil	erf. R'_{w} [dB]	erf. $L'_{n,w}$ [dB]
Decken		
Decken unter allgemein nutzbaren Dachräumen, z.B. Trockenböden, Abstellräumen und ihren Zugängen	≥ 53	≤ 52
Wohnungstrenndecken (auch Treppen)	≥ 54	≤ 50 ^{a,b}
Trenndecken (auch Treppen) zwischen fremden Arbeitsräumen bzw. vergleichbaren Nutzungseinheiten	≥ 54	≤ 53
Decken über Kellern, Hausfluren, Treppenräumen unter Aufenthaltsräumen	≥ 52	≤ 50
Decken über Durchfahrten, Einfahrten von Sammelgaragen und ähnliches unter Aufenthaltsräumen	≥ 55	≤ 50
Decken unter/über Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen	≥ 55	≤ 46
Decken unter Terrassen und Loggien über Aufenthaltsräumen	–	≤ 50
Decken unter Laubengängen	–	≤ 53
Balkone	–	≤ 58
Decken und Treppen innerhalb von Wohnungen, die sich über zwei Geschosse erstrecken	–	≤ 50
Decken unter Bad und WC ohne/mit Bodenentwässerung	≥ 54	≤ 53
Decken unter Hausfluren	–	≤ 50
Treppenläufe und Podeste		
Treppenläufe und Podeste	–	≤ 53
Wände		
Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsräumen	≥ 53	–
Treppenraumwände und Wände neben Hausfluren	≥ 53	–
Wände neben Durchfahrten, Sammelgaragen, einschließlich Einfahrten	≥ 55	–
Wände von Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen	≥ 55	–
Schachtwände von Aufzugsanlagen an Aufenthaltsräume	≥ 57	–
Türen		
Türen, die von Hausfluren oder Treppenräumen in geschlossene Flure und Dielen von Wohnungen und Wohnheimen oder von Arbeitsräumen führen	≥ 27	–
Türen, die von Hausfluren oder Treppenräumen unmittelbar in Aufenthaltsräume – außer Flure und Dielen – von Wohnungen führen	≥ 37	–

Tabelle 2 – Anforderungen an die Schalldämmung in Mehrfamilienhäusern, Bürogebäuden und in gemischten Gebäuden

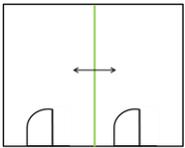
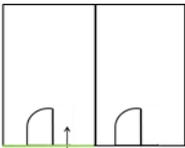
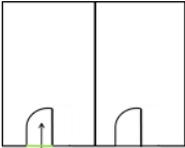
^a Im Falle von baulichen Änderungen von vor 1. Juli 2016 fertiggestellten Gebäuden liegt die Anforderung bei $L'_{n,w} \leq 53$ dB.

^b Beim Neubau von Gebäuden mit Deckenkonstruktionen, die DIN 4109-33:2016-07, Schallschutz im Hochbau – Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau, zuzuordnen sind, liegt die Anforderung bei $L'_{n,w} \leq 53$ dB.

3.1.2 Empfehlungen für den eigenen Bereich

Der Schallschutz im eigenen Bereich ist auf Grundlage der VDI 2569: 2019-10 zu berücksichtigen. Diese Norm gibt Empfehlungen für die nachhallzeitbezogenen Kenngrößen $D_{nT,w}$ (bewertete Standard-Schallpegeldifferenz) und $L'_{n,T,w}$ (bewerteter Standard- Trittschallpegel) nach DIN EN ISO 717-1 und DIN EN ISO 717-2 für den eigengenutzten Bereich. Diese Kennwerte beziehen sich auf die tatsächlichen Abmessungen der Trennbauteile und auf eine Bezugsnachhallzeit in angrenzenden Räumen.

Damit für die Bürobereiche eine zweckmäßige Abstimmung und eine wirtschaftliche Dimensionierung erfolgen kann, schlagen wir dem Nutzer bzw. dem Bauherrn die unterschiedlichen Schallschutzniveaus in der folgenden Tabelle vor. In dieser Übersicht ist eine Vereinfachung der Empfehlungen der VDI 2569 bezogen auf Wand- und Türqualitäten hinsichtlich der bewerteten Schalldämmmaße (R'_w) in verschiedenen Niveaus dargestellt (in Anlehnung an die Empfehlungen des zurückgezogenen Beiblatt 2 zur DIN 4109:1989-11). In Abstimmung mit den Planungsbeteiligten ist dann das Schallschutzziel für die unterschiedlichen Raumtypen zu fixieren.

Bauteil	R'_w		
	Niveau 1 Standard ohne Vertraulichkeit / übliche Bürotätigkeit	Niveau 2 Vertraulichkeit/ konzentriertes Arbeiten	Niveau 3 Hohe Vertraulichkeit
Trennwand Raum zu Raum 	37 dB Produkt: $R_w \geq 44$ dB Flanken: $D_{n,f,w} \geq 44$ dB Aufstellung auf HRB möglich	45 dB² Produkt: $R_w \geq 52$ dB Flanken: $D_{n,f,w} \geq 52$ dB Aufstellung auf HRB ⁵ akustisch möglich	52 dB Produkt: $R_w \geq 59$ dB Flanken: $D_{n,f,w} \geq 59$ dB Aufstellung auf Rohboden
Flurwand / Trennwand zu Großraumbüro 	37 dB¹ Produkt: $R_w \geq 44$ dB Flanken: $D_{n,f,w} \geq 44$ dB Aufstellung auf HRB möglich	45 dB^{1, 3} Produkt: $R_w \geq 52$ dB Flanken: $D_{n,f,w} \geq 52$ dB Aufstellung auf HRB ⁵ akustisch möglich	52 dB^{1, 3, 6} Produkt: $R_w \geq 59$ dB Flanken: $D_{n,f,w} \geq 59$ dB Aufstellung auf Rohboden
Tür 	27 dB/32 dB² Prüfwert $R_w \geq 32$ dB/37 dB	37 dB Prüfwert $R_w \geq 42$ dB	42 dB⁴/37 dB Prüfwert $R_w \geq 47/42$ dB

Niveaubeschreibung	Niveau 1 Standard (ohne Vertraulichkeit / übliche Bürotätigkeit)	Niveau 2 Vertraulichkeit/ konzentriertes Arbeiten	Niveau 3 Hohe Vertraulichkeit
Norm. Unterhaltung	hörbar ⁷	i.d.R nicht verstehbar ⁷	i.d.R. nicht hörbar ⁷
Laute Sprechweise	verstehbar ⁷	i.d.R kaum verstehbar ⁷	i.d.R nicht verstehbar ⁷

Einordnung nach VDI 2569	Niveau 1 Standard (ohne Vertraulichkeit / übliche Bürotätigkeit)	Niveau 2 Vertraulichkeit/ konzentriertes Arbeiten	Niveau 3 Hohe Vertraulichkeit
Schallschutzklassen	C oder B Abhängig von den tatsächlichen Abmessungen	B Abhängig von den tatsächlichen Abmessungen	A

¹⁾ Bei Glaswänden ist ein 3 dB Abzug aufgrund des Sichtbezugs möglich (siehe VDI 2569)

²⁾ Mindeststandard bei Besprechungsräumen

³⁾ Bei Glaswänden maximal $R'_{w} = 45$ dB möglich

⁴⁾ Sehr hohe Anforderung (nicht möglich als Glastüren/Systemwandtüren)

⁵⁾ Trennwände bis $R'_{w} = 45$ dB können auf ein Hohlraum-/Doppelboden mit $R_{L,w,P} \geq 52$ dB aufgestellt werden (bei trittweichem Bodenbelag).

⁶⁾ Hiermit ist die Grenze des praktisch Machbaren bei herkömmlichen Leichtbauwänden erreicht. Für Nutzungen mit erhöhtem Vertraulichkeitsanspruch (z.B. Geschäftsführungs- / Vorstandsbereich) wäre diese höchste Trennwandqualität ($R'_{w} \geq 52$ dB) grundsätzlich angemessen gewählt. Diese Wände dürfen allerdings nur bedingt Einbauten enthalten und sind auf die Rohdecke zu stellen. Hinsichtlich der Anschlusssituation im Bereich der Fassade wäre der Aspekt Schalllängsleitung über die Fassade gesondert abzustimmen (Zielrichtung: vorzugsweise Anschluss an Massivstütze alternativ an getrenntes Pfostenprofil gemäß weiterer Abstimmung). Alternativ hierzu wären zwecks Aufrechterhaltung des Aspektes Flexibilität Sonderlösungen zu erarbeiten.

Da die v.g. Aspekte sich von den Wandqualitäten mit geringeren Anforderungen sehr wesentlich unterscheiden, wäre eine möglichst frühzeitige räumliche Definierung zu empfehlen.

⁷⁾ Varianzen bestehen in Abhängigkeit des allgemeinen Hintergrundgeräuschpegels. Die Zuordnung bezieht sich hier auf ca. 35 dB(A).

Es muss hingewiesen werden, dass je höher die Qualitäten sind, diese mit einem höheren baulichen Aufwand zu realisieren sind (flankierende Bauteile), z.B.:

- Im Bürobereich ist ein trittweicher Bodenbelag (z.B. Teppich mit einem $VM \geq 26$ dB) zu empfehlen.
- Bei gehärteten Bodenbelägen müssen die Trennwände zu schutzbedürftigen Räumen bis auf die Rohdecke geführt werden. Ergänzend müssen Installationsböden mit gehärteten Bodenbelägen eine elastische Entkopplung (Trittschallplättchen) zwischen Installationsfuß und Rohdecke erhalten.
- Trennwände bis $R'_{w} = 45$ dB können auf ein Hohlraum-/Doppelboden mit $R_{L,w,P} \geq 52$ dB aufgestellt werden (bei trittweichem Bodenbelag).

- Trennwände mit $R'_w > 45$ dB müssen auf die Rohdecke aufgestellt werden.
- Hinsichtlich der Anschlusssituation im Bereich der Fassade wäre der Aspekt Schalllängsleitung über die Fassade gesondert abzustimmen. Alternativ hierzu wären zwecks Aufrechterhaltung des Aspektes Flexibilität Sonderlösungen zu erarbeiten.

3.1.3 Besonders laute Räume

Besonders laute Räume nach DIN 4109-1:2018 Tabelle 8 sind nach derzeitigem Planstand geplant.

Art der Räume	Bauteile	Bewertetes Schalldämm-Maß erf. R'_w [dB]		Bewerteter Normtrittschallpegel $L'_{n,w}$ [dB]
		Schalldruckpegel $L_{AF,max}$ [dB]		
		75 - 80	81 - 85	
Räume mit „besonders lauten“ gebäudetechnischen Anlagen oder Anlageteilen	Decken, Wände	≥ 57	≥ 62	–
	Fußböden	–		$\leq 43^c$
Betriebsräume von Handwerks- und Gewerbebetrieben, Verkaufsstätten	Decken, Wände	≥ 57	≥ 62	–
	Fußböden	–		≤ 43
Küchenräume der Küchenanlagen von Beherbergungsstätten, Krankenhäusern, Sanatorien, Gaststätten, Imbissstuben und dergleichen (bis 22:00 Uhr in Betrieb)	Decken, Wände	≥ 55		–
	Fußböden	–		≤ 43
Küchenräume der Küchenanlagen von Beherbergungsstätten, Krankenhäusern, Sanatorien, Gaststätten, Imbissstuben und dergleichen (auch nach 22:00 Uhr in Betrieb)	Decken, Wände	$\geq 57^d$		–
	Fußböden	–		≤ 33
Gasträume (bis 22:00 Uhr in Betrieb)	Decken, Wände	≥ 55	≥ 57	–
	Fußböden	–		≤ 43
Gasträume $L_{AF,max} \leq 85$ dB (auch nach 22:00 Uhr in Betrieb)	Decken, Wände	≥ 62		–
	Fußböden	–		≤ 33
Räume von Kegelbahnen	Decken, Wände	≥ 67		–
	Fußböden: Keglerstube, Bahn	–		≤ 33 ≤ 13
Gasträume $85 \text{ dB} \leq L_{AF,max} \leq 95$ dB, z. B. mit elektroakustischen Anlagen	Decken, Wände	≥ 72		–
	Fußböden	–		≥ 28

Tabelle 8 – Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung von Bauteilen zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen

^a Jeweils in Richtung der Schallausbreitung

^b Die für Maschinen erforderliche Körperschalldämmung ist mit diesem Wert nicht erfasst; hierfür sind ggf. weitere Maßnahmen erforderlich. Ebenso kann je nach Art des Betriebes ein niedrigeres $L'_{n,w}$ notwendig sein; dies ist im Einzelfall zu überprüfen. Wegen der verstärkten Übertragung tiefer Frequenzen können zusätzliche Maßnahmen zur Schalldämmung erforderlich sein

^c Nicht erforderlich, wenn geräuscherzeugende Anlagen ausreichend körperschallgedämmt aufgestellt werden; eventuelle Anforderungen nach Tabellen 2 und 6 bleiben hiervon unberührt.

^d Handelt es sich um Großküchenanlagen und darüber liegende Wohnungen als schutzbedürftige Räume, gilt $R'_w \geq 62$ dB.

3.2 Schallschutz gegen technische Einrichtungen

3.2.1 Technikabgrenzungen zu schutzbedürftigen Räumen:

Bei der Angrenzung von schutzbedürftigen Räumen zu Räumen mit "besonders lauten" haustechnischen Anlagen, Anlagenteilen o.ä. ist folgendes zu beachten:

Trenndecken und -wände zwischen Technikräumen (z.B. Fahrstuhlschacht, Haustechnik) etc. und Arbeitsräumen: **erf. $R'_w \geq 57$ dB***

*Maßgebend für Technikräume mit einem Innenpegel von **$L_{AF} = 75-80$ dB(A)**. Höhere Innenpegel erfordern eine Schalldämmung von erf. $R'_w = 62$ dB. Hieraus resultieren ergänzende Maßnahmen wie bspw. umlaufende Vorsatzschalen!

Erforderliche Maßnahmen zur Körperschallentkopplung sind in v.g. Angaben nicht berücksichtigt, sondern separat abzustimmen und zu planen.

3.2.2 Zulässige Schalldruckpegel aus haustechnischen Anlagen

Für Räume, in denen eine mechanische Lüftung vorgesehen ist, werden zunächst nachfolgend für die Lüftungsgeräusche maximal zulässige Pegel angegeben. Speziell bezogen auf die Abstrahlung und Übertragung der Lüftungsgeräusche über Auslässe in schutzbedürftige Räume werden zunächst folgende zulässige Werte angesetzt bzw. sind nach VDI 2081 oder DIN 1946 mit der TGA-Fachplanung weitergehend abzustimmen:

- Bibliothek $L_{AF} \leq 30$ dB(A)
- Klassenraum $L_{AF} \leq 35$ dB(A)
- Arbeitsräume $L_{AF} \leq 35$ dB(A)
- Sozialräume $L_{AF} \leq 35$ dB(A)
- Turnhalle $L_{AF} \leq 45$ dB(A)
- Nebenräume, reine Verkehrswege (Flure) etc. $L_{AF} \leq 45$ dB(A)
- Nass- und WC-Räume $L_{AF} \leq 45$ dB(A)

Weitere Raumbereiche oder projektspezifisch höherwertige Anforderungen nach Abstimmung bzw. in Anlehnung an die v. g. Abstufung.

Die Einhaltung der o.g. Pegel ist durch die TGA-Planung sicherzustellen.

3.2.3 Zulässige Schalldruckpegel aus der Lüftungstechnik (über Versorgungsleitungen bzw. Direkteintrag)

Für Räume, in denen eine mechanische Lüftung vorgesehen ist, werden zunächst nachfolgend für die Lüftungsgeräusche maximal zulässige Pegel angegeben. Speziell bezogen auf die Abstrahlung und Übertragung der Lüftungsgeräusche über Auslässe in schutzbedürftige Räume werden zunächst folgende zulässige Werte angesetzt bzw. sind nach VDI 2081 oder DIN 1946 mit der TGA-Fachplanung weitergehend abzustimmen:

- Bibliothek $L_{AF} \leq 30 \text{ dB(A)}$
- Klassenraum $L_{AF} \leq 35 \text{ dB(A)}$
- Arbeitsräume $L_{AF} \leq 35 \text{ dB(A)}$
- Sozialräume $L_{AF} \leq 35 \text{ dB(A)}$
- Turnhalle $L_{AF} \leq 45 \text{ dB(A)}$
- Nebenräume, reine Verkehrswege (Flure) etc. $L_{AF} \leq 45 \text{ dB(A)}$
- Nass- und WC-Räume $L_{AF} \leq 45 \text{ dB(A)}$

Weitere Raumbereiche oder projektspezifisch höherwertige Anforderungen nach Abstimmung bzw. in Anlehnung an die v. g. Abstufung.

Die Einhaltung der o.g. Pegel ist durch die TGA-Planung sicherzustellen.

3.3 Schallschutz gegen Außengeräusche

3.3.1 Schalldruckpegel außen

zum eigenen Gebäude:

Es wird empfohlen, dass die von allen haus- und betriebstechnischen Anlagen nach außen abgestrahlten Schallpegel vor dem nächstliegenden, zu öffnenden Fenster des eigenen Gebäudes die um ca. 5 dB(A) angehobenen Richtwerte für Lüftungstechnik nach VDI 2081 für Innenräume nicht übersteigen. Dieser Punkt ist in Abhängigkeit der Außenlärmsituation abzuwägen und bei Bedarf mit dem Nutzer / Bauherrn abzustimmen.

Für nicht zu öffnende Fenster gilt als Differenz die Schalldämmung der Fenster.

zur Nachbarschaft:

Der Schallimmissionsschutz der Nachbarschaft ist gesondert in der Schallimmissionsprognose vom 15.05.2023 betrachtet und ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

3.3.2 Schallschutz gegen Außenlärm (bezogen auf schutzbedürftige Räume)

Die Anforderungen an die gesamten bewerteten Bau-Schalldämm-Maße $R'_{w,ges}$ der Außenbauteile von schutzbedürftigen Räumen ergibt sich unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Raumarten nach Gleichung [6]:

$$R'_{w,ges} = L_a - K_{Raumart} \quad [6]$$

Dabei ist:

$K_{Raumart} = 25 \text{ dB}$ für Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien;

$K_{Raumart} = 30 \text{ dB}$ für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume u. ä.;

$K_{Raumart} = 35 \text{ dB}$ für Büroräume und Ähnliches;

L_a der Maßgebliche Außenlärmpegel gemäß DIN 4109-2:2018-01, 4.5.5.

Mindestens einzuhalten sind:

$R'_{w,ges} = 30 \text{ dB}$ für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume, Büroräumen und Ähnliches

$R'_{w,ges} = 35 \text{ dB}$ für Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien

Standortspezifisch:

Berechnung der Schallemission durch Straßenverkehr

Für die dem Bauvorhaben angrenzenden Straßen liegen keine Verkehrszählungen der Stadt Berlin vor. Die Stadt Berlin veröffentlicht die Verkehrsstärken für die Berliner Straßen ab einer Verkehrsstärke von 3000 KFZ und 100 LKW pro Werktag. In der Claszeile liegen niedrigere Verkehrsstärken vor.

Um Ergebnisse auf der sicheren Seite zu generieren wird hier demnach mit einer Verkehrsstärke von 3000 KFZ sowie 100 LKW gerechnet.

Die Umrechnung der Daten zur Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels erfolgt nach den „Hinweisen und Faktoren zur Umrechnung von Verkehrsmengen“ der Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität und Verbraucher- und Klimaschutz des Landes Berlin vom April 2022.

Die Pegel werden nach RLS-19 berechnet.

Straße	DTVw gesamt	Schalleis- tungspegel Tag Lw	Schalleis- tungspegel Nacht
Claszeile	3100 Fahrzeuge	77,4 dB(A)	73,3 dB(A)

DTV als Berechnungsgrundlage sowie Pegel nach RLS-19

Unter Berücksichtigung der o.g. Straßenverkehrslärmpegel ergeben sich folgende Beurteilungspegel an der straßenzugewandten Fassade des geplanten Gebäudes:

Tagsüber 62,6 dB(A) / nachts 58,4 dB(A)

Anforderungen Fenster:

$R_w = 34 \text{ dB}$

Hinweis: Der o.g. Wert für die Fenster stellt einen marktüblichen Wert für Isolierverglasung dar, sodass die o.g. Anforderung voraussichtlich bereits durch die Anforderungen an den Wärmeschutz erfüllt werden.

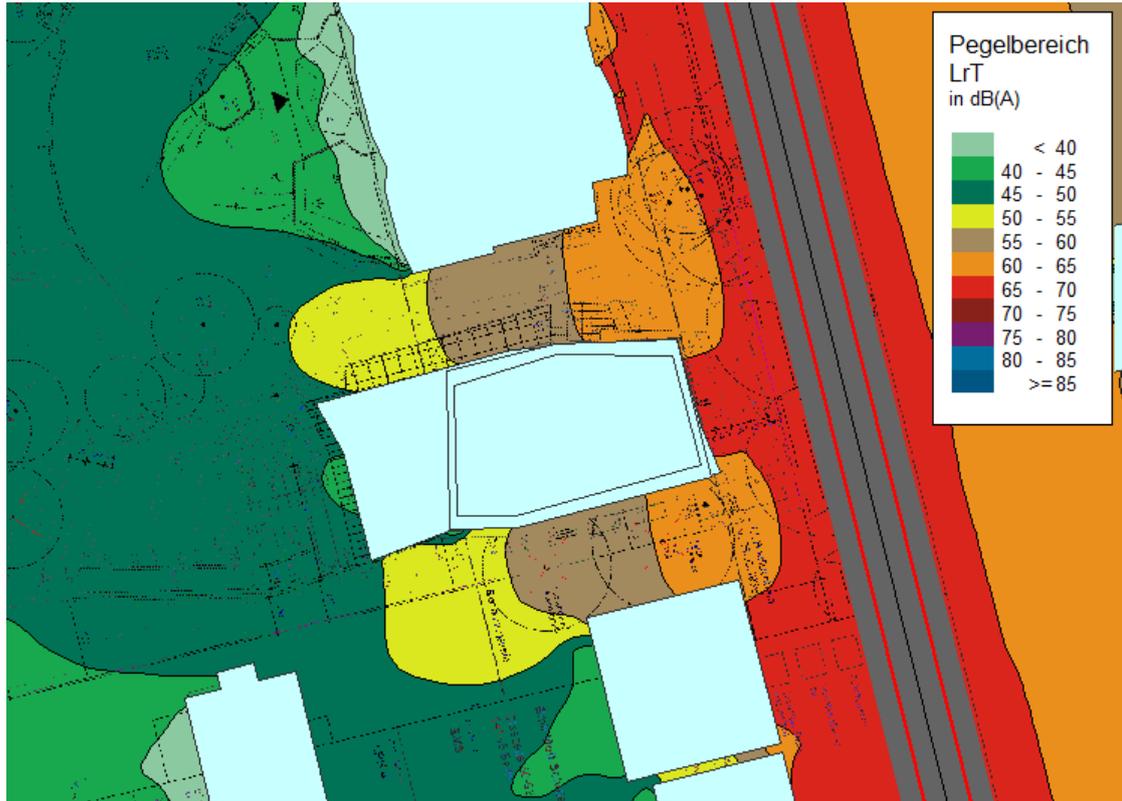


Abbildung 1: Rasterlärmkarte Höhe = 5 m Auszug Planungsgebiet

4 Aufzugsanlagen

Anforderung nach DIN 4109:

In Mehrfamilienhäusern, Bürogebäuden und gemischt genutzten Gebäuden ist nach DIN 4109-1:2016-07 bzw. DIN 4109-1:2018-01 ein bewertetes Bau-Schall-dämm-Maß des Aufzugsschachtes zu Aufenthaltsräumen von

$$R'_{w} \geq 57 \text{ dB}$$

(≥ 25 cm Stahlbetonwand, Rohdichte 2400 kg/m^3) erforderlich.

Die baurechtliche Anforderung an den Schalldruckpegel von Aufzügen wird nach DIN 4109-1:2016-07 bzw. DIN 4109-1:2018-01 wie folgt festgelegt:

zu Unterrichts- und Arbeitsräumen: zul. $L_{AFmax,n} \leq 35 \text{ dB(A)}$

5 Nebenwegübertragungen und Randbedingungen

Die aufgeführten Schalldämmwerte sind am fertig gestellten Bau zu gewährleisten. Da in jedem Bauvorhaben und auch intern andere Randbedingungen vorliegen können, sind die Nebenwegübertragungen generell gesondert für jedes Trennbau- teil festzulegen. Mögliche Nebenwegübertragungen und damit Minderungs- möglichkeiten für Trennbauteile können sein:

- Undichtigkeiten, Fugen, Risse, Löcher u. ä. (im Wesentlichen aus techni- schen Zwängen und der Serienfertigung begründet).
- Einzelbauteile mit geringerer Schalldämmung, bzw. gleichermaßen ein Problem der Undichtigkeiten.
- Durchdringungen, z. B. Heizungsrohre, Lüftungskanäle u. ä., Problem wie vor.
- Flankierende Bauteile mit geringerer Schall-Längsdämmung als nach dem Standardfall zugrunde gelegt.

5.1 Allgemeine Hinweise

Die für die Schalldämmung der trennenden Bauteile angegebenen Werte gelten nicht für diese Bauteile allein, sondern für die resultierende Dämmung unter Be- rücksichtigung der an der Schalldämmung beteiligten Bauteile und Nebenwege im eingebauten Zustand.

Beteiligte Gewerke wie z.B. Lüftung, Heizung, Elektro und Abwasser etc. müssen **eigenverantwortlich** bei Kreuzung der Trennbauteile den Nachweis der Schall- schutzeinhaltung berücksichtigen.

5.2 Schalllängsleitung und allgemeine Randbedingungen

Nachfolgend werden allgemeine Einflüsse beschrieben, welche ergänzend zu dem direkten Schalldurchgang (Luftschalldämmung) infolge der Nebenwegübertragung das resultierende Luftschalldämmmaß der Trennbauteile mitbestimmen.

5.2.1 Bodenanschluss je nach Wandqualität

Schallschutzziel: Trennwand mit $R'_w \leq 37$ dB:

Die Aufstellung auf dem schwimmenden Estrich bzw. Hohlboden/Doppelboden ist i.A. möglich.

Hinweis: Die Einhaltung des horizontalen Trittschallschutzes ist zu prüfen.

Schallschutzziel: Trennwand mit $R'_w = 42 - 45$ dB:

Es ist ein Trennschnitt im Estrich vorzusehen.

Schallschutzziel: Trennwand mit $R'_w > 45$ dB:

Die Aufstellung ist i.A. auf der Rohdecke erforderlich.

5.2.2 Wandanschluss an Massiv- und Leichtbauwände

Der **Anschluss von Massivwänden an flankierende Massivwände** ist i.A. bei Kraftschlüssigkeit der Verbindung unkritisch, bei erhöhten Anforderungen im Detail zu untersuchen.

Der **Anschluss von Leichtbauwänden an flankierende Massivwände** ist in Abhängigkeit der Flächenmasse des flankierenden Bauteils zu prüfen, i.A. ist als Mindestvorgabe ≥ 300 kg/m² zu beachten.

5.2.3 Decken- und Dachanschluss

Bei Massivdecken mit Unterdecken als flankierende Bauteile über leichten mehrschaligen Trennwänden erfolgt die Übertragung von Luftschall hauptsächlich über den Deckenhohlraum. Die Hohlraumdämpfung (Dämmstoffauflage, empfohlene Mindestdicke 40 mm) ist im Regelfall vollflächig auszuführen. Durch Ausbilden eines Absorberschotts im Deckenhohlraum kann i.A. ein Verbesserungsmaß der Normflankenpegeldifferenz von ≥ 12 dB erzielt werden.

In Abhängigkeit des zu erreichenden Schallschutzziels der Trennwand ist der Anschluss an die Massivdecke (z.B. mit gleitendem Deckenanschluss) oder an die Unterdecke abzustimmen.

Anschlüsse an Dachkonstruktionen (bspw. Steildächer oder Trapezblechdächer o.ä.) sind ebenfalls gesondert abzustimmen.

6 Prinzipskizzen

Nachfolgend sind die Bauteile nach den Prinzipskizzen im Anhang dargestellt:

Bodenplatte	TD 1
Trenndecken zwischen UG und EG	TD 1
Trenndecken zwischen 1.OG und EG	TD 2
Trenndecke Holz	TD 2
Aufzugsschachtwand/Treppenraumwand	TW 1
Klassenraumwände	TW 2
Trennwand Standardbüros	TW 2
Trennwand Büro hohe Vertraulichkeit	TW 3
Türen Standardbüro/Unterricht zum Flur	T 1
Türen Büro hohe Vertraulichkeit und zwischen Unterrichtsräumen	T 2
Treppenlauf	TR 1
Treppenhauptpodest	TR 2

7 Zusammenfassung

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

Diese führen mit Berücksichtigung der formulierten Randbedingungen und Nebenausbreitungen in der Folge zum Nachweis des Schallschutzes.

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

Sollten sich bei der Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen im Rahmen „wichtiger Ausführungsarbeiten“ notwendige, abzustimmende Punkte ergeben, bitten wir um Ihren Hinweis

**INSTITUT FÜR SCHALLTECHNIK, RAUMAKUSTIK, WÄRMESCHUTZ
DR.-ING. KLAPDOR GMBH**



i.V. Dipl.-Ing. Carolin Krabisch



i.A. M.Sc. Christoph Jakobs

Anlage I Aufzugsanlagen

Die bisherigen schallschutztechnischen Konzeptionen zur Integration von Aufzugsanlagen in Gebäuden wurden i.A. nach VDI 2566 Blatt 1 bzw. Blatt 2 vorgenommen. Seit August 2019 ist die DIN 8989 im Weißdruck veröffentlicht worden. Diese ist aus v.g. VDI entstanden und versteht sich somit als Ersatz.

Da die in der DIN 8989:2019-08 enthaltenen Festlegungen zu konstruktiven Vorgaben an Schallemissionskennwerten (Tabelle 3) und einzuhaltende flächenbezogenen Massen (Tabelle 4) nur eine scheinbar eindeutige akustische Qualitätszuordnung zum jeweiligen Bauvorhaben zulässt, ist eine planerisch übergreifende Einigung zur Anforderungsgrundlage und konstruktiven Einbindung der Aufzugsanlage vorzunehmen und der Zielwert zum Schallschutz als verpflichtende Vorgabe für das ausführende Gewerk (Aufzugsbauer) im Rahmen der Auftragsvergabe und messtechnischen Abnahme zu formulieren.

Die baurechtliche Mindestanforderung an den Schallschutz ist nach DIN 4109-1:2016-07 bzw. DIN 4109-1:2018-01 wie folgt festgelegt:

zu Wohn- und Schlafräumen: zul. $L_{AFmax,n} \leq 30 \text{ dB(A)}^*$

zu Unterrichts- und Arbeitsräumen: zul. $L_{AFmax,n} \leq 35 \text{ dB(A)}^*$.

*) Erläuterung zum Anforderungswert $L_{AFmax,n}$:

Der Anforderungswert $L_{AFmax,n}$ weist im Verhältnis zum messtechnisch erfassbaren und subjektiv wahrnehmbaren Schallpegel im Raum eine Volumenabhängigkeit auf, d.h. je größer der Raum ist, umso geringer muss i.A. der wahrnehmbare Pegel sein, um v.g. Anforderung zu erfüllen. Hierüber wird letztendlich die zulässige Körperschalleistung durch den Betrieb der technischen Anlage definiert.

Ergänzend zum Anforderungsprofil nach DIN 4109-1 werden in der DIN 8989:2019-08 Bemessungsansätze für Anforderungen mit zulässigem $L_{AFmax,nT}^{**} \leq 30/27/24 \text{ dB(A)}$ formuliert. Diese Anforderungen leiten sich aus der VDI 4100:2012-10 -Schallschutz im Hochbau/Wohnungen ab. Da die sonstigen Empfehlungen dieser VDI 4100:2012-10 i.A. nicht am Markt etabliert sind, ist der v.g. $L_{AFmax,nT}$ in Anhängigkeit der Ziele zum Bauvorhaben als separat zu vereinbarenden Anforderungsgrundlage zu verstehen.

**) Erläuterung zum Anforderungswert $L_{AFmax,nT}$:

Der Anforderungswert $L_{AFmax,nT}$ weist im Verhältnis zum messtechnisch erfassbaren und subjektiv wahrnehmbaren Schallpegel im Raum keine Volumenabhängigkeit auf.

Für beide v.g. Anforderungsgrundlagen ($L_{AFmax,n}$ bzw. $L_{AFmax,nT}$) gilt, dass die Raumdämpfung als Korrekturgröße zum gemessenen Schalldruckpegel einfließt, d.h. je höher die Nachhallzeit, umso höher kann der Pegel im Raum sein.

Anlage II Ausführungshinweise von sanitärtechnischen Anlagen

Zur Einhaltung des Schallschutzes hinsichtlich sanitärtechnischer Anlagen ist die DIN 4109-36 bei der Planung und Ausführung zu beachten. Folgende Grundsätze (vorrangig zu sanitärtechnischen Anlagen) sind – sofern auf das vorliegende Bauvorhaben zutreffend – zu beachten.

Geräuschenstehung bei einzelnen Installationskomponenten

Entstehung von Füll- und Leerungsgeräuschen:

Füllgeräusche entstehen beim Aufprall des aus den Zapfventilen austretenden Wasserstrahls auf die Wandungen der Wannen, Becken usw. sowie auf das eingefüllte Wasser (Plätschergeräusche). Beim Entleeren eines Gefäßes entstehen Wirbel (Gurgelgeräusche).

Übertragungen von Sanitärgeräuschen:

Von den Armaturen, Rohrleitungen, Becken und Wannen wird Luftschall in den Raum abgestrahlt, in dem die Geräusche entstehen. Gleichzeitig werden aber auch die Rohrleitungen, das Wasser und über starre Verbindungen auch Decken und Wände zu Körperschall angeregt, der in den Bauteilen weitergeleitet und in Nachbarräumen als Luftschall abgestrahlt werden kann. Dieser Körperschall kann sich bis in weit entfernte Räume fortpflanzen.

Entstehung von Armaturengeräuschen:

Ursachen sind Stöße beim plötzlichen Öffnen und Schließen von Ventilen sowie die Sog- und Wirbelbildung bei gleichbleibendem Durchfluss. Sie entstehen hauptsächlich in der Umgebung der Ventilsitze. Die Stärke der Geräusche wächst mit der Strömungsgeschwindigkeit des Wassers in und mit dem Druck vor den Armaturen.

Entstehung von Leitungseigengeräuschen:

Ursachen sind Wirbelstraßen und Hohlsohbildung im Leitungssystem. Sie treten hauptsächlich bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten in der Umgebung von Rohrverzweigungen (T-Stücke, Kreuzstücke) und bei Richtungs- und Querschnittsänderung in der Leitungsführung (also in Muffen, Verschraubungen, L-Stücke) auf.

Geräuschminderung bei einzelnen Installationskomponenten

Trinkwasserinstallation

Folgende allgemein gültige Grundsätze sind – **sofern auf das vorliegende Bauvorhaben zutreffend** – aus schallschutztechnischer Sicht zu beachten:

- Der Ruhedruck der Wasserversorgungsanlage darf vor den Armaturen nicht mehr als 5 bar betragen. Ein höherer Druck ist durch Einbau von Druckminderer entsprechend zu verringern.
- Einschalige Wände an oder in denen Wasserinstallationen (einschl. Abwasserleitungen) befestigt sind, müssen eine flächenbezogene Masse von **mindestens 220 kg/m²** haben. Wände, die eine geringere flächenbezogene Masse als 220 kg/m² haben, bedürfen einer Vorwandinstallation (60 mm Hohlraumbedämpfung und doppelter Beplankung). Grundsätzlich müssen die Kontaktstellen der Unterkonstruktion der Vorwandinstallation zum Baukörper körperschallentkoppelt, z.B. mit Anschlussdichtungen, ausgeführt werden. Voraussetzung ist, dass die Leitungen und Schellen an einer separaten Unterkonstruktion aus Ständerprofilen befestigt werden. Diese sind freistehend ohne Kontakt zu den Beplankungsschalen einzubauen.
- Armaturen der Armaturengruppe I (Armaturengeräuschpegel $L_{ap} \leq 20$ dB(A)) nach DIN 55218 dürfen an Wänden nach b) angebracht werden. Bei der Anbringung von Armaturen und deren Wasserleitungen an Wänden nach b), die im selben Geschoss bzw. im darunter- oder darüberliegenden Geschoss an schutzbedürftigen Räumen grenzen, muss ein geringerer Armaturengeräuschpegel $L_{ap} \leq 15$ dB(A) nachgewiesen werden. Dies gilt auch für Wände, die auf vorgenannte Wände stoßen (s. VDI 4100 Abschnitt 7.2.1.4)
- Massive Vormauerungen sollten einen kraftschlüssigen Verbund mit der dahinterliegenden Wand haben, oder eine Vormauerschale mit 50 mm Wandabstand und einer Hohlraumdämpfung aus Mineralfaserplatten bzw. im zweiten Fall durch eine Gipskarton-Vorsatzschale mit Hohlraumdämpfung.
- Installationsleitungen müssen sorgfältig isoliert sein, um Körperschallbrücken beim Einbauen zu vermeiden. Zweckmäßigerweise sollten Rohrleitungsisolierungen mit einem reißfesten Gewebe ummantelt sein.
- Bei Befestigungen an Wänden und Decken sind Rohrschellen mit Rippengummieinlagen zu verwenden, die ein Verbesserungsmaß $VM \geq 15$ dB aufweisen. Darüber hinaus werden von der Industrie geräuscharme Systeme angeboten, wie z.B. eine Rohr-in-Rohr-Installation, mit der gegenüber der herkömmlichen Stahlrohrleitungen Geräuschreduzierungen um ca. 10 dB(A) erreicht werden können. Es sei hier darauf hingewiesen, dass die o. g. Maßnahmen nur dann wirksam werden, wenn keine starren Verbindungen (durch z. B. Putzauftrag) zum Baukörper vorhanden sind.
- Bei Decken- und Wanddurchbrüchen sind die Rohre körperschalldämmend zu ummanteln (z. B. Armaflex), bei nachträglichem Verguss sind die Anschlüsse dauer-elastisch zu versiegeln, wenn Durchbrüche zu schutzbedürftigen Bereichen führen.

Abwasserinstallationsleitungen

Abwassergeräusche werden häufig als besonders lästig empfunden, vor allem wenn sie alleine auftreten. Bei Abwasserleitungen ist sowohl die Luftschallübertragung (z.B. vom Rohr an den Installationsschacht) als auch die Körperschallübertragung über Befestigungselemente sowie im Bereich von Deckendurchbrüchen usw. von Bedeutung.

Grundsätzlich werden Geräusche von Abwasserleitungen beim Durchfluss als Luftschall in den Installationsschacht abgestrahlt, wobei i. d. R. das Geräusch im Schacht durch Reflexionen an den Schachtwänden noch verstärkt wird. Durch folgende Maßnahmen kann dabei eine wirksame Geräuschreduzierung erreicht werden:

- Verwendung möglichst schwerer Abwasserrohre (Gussrohre) oder schalltechnisch optimierter Zweischicht-Verbundsysteme aus Kunststoff.
- Bei Befestigungen an Wänden und Decken sind Rohrschellen mit Rippengummieinlagen zu verwenden, die ein Verbesserungsmaß $VM \geq 15$ dB aufweisen. Es sei hier darauf hingewiesen, dass die o. g. Maßnahmen nur dann wirksam werden, wenn keine starren Verbindungen (durch z. B. Putzauftrag) zum Baukörper vorhanden sind.
- Starke Richtungsänderungen (z.B. 88°- Umlenkungen u.ä.) sollten vermieden werden, um die Wasseraufprallgeräusche im Rohr zu reduzieren.
- Bedämpfung des Schachthohlraumes durch Einbringen von Mineralfasermatten. Hierdurch kann der im Schacht auftretende Schallpegel durchaus um bis zu 10 dB(A) gemindert werden.
- Ummantelung der Abwasserleitungen mit einem Dämmschlauch aus z.B. geschlossenzelligen Polyethylenschaum und einer Metallfolie als Beschwerungseinlage, damit sind Pegelminderungen von ca. 10 – 13 dB(A) möglich.
- Bodeneinläufe, die starr mit der schwimmenden Estrichplatte verbunden sind, dürfen im Deckendurchbruch keine starre Anbindung aufweisen, da hierdurch Fließgeräusche in den Baukörper eingeleitet werden und gleichzeitig eine deutliche Minderung des Trittschallschutzes erfolgt.
- Bei Decken- und Wanddurchbrüchen sind die Rohre körperschalldämmend zu ummanteln (z. B. Armaflex), bei nachträglichem Verguss sind die Anschlüsse dauer-elastisch zu versiegeln, wenn Durchbrüche zu schutzbedürftigen Bereichen führen.

WC-Spülung

Die Geräusche von Sanitärobjekten (Waschtische, WC-Spüleinrichtungen) haben nichts mit den Geräuschen des abfließenden Wassers im Abwassersystem zu tun und werden somit verständlicherweise auch nicht durch schalldämmende Maßnahmen an den Abwasserleitungen beeinflusst. Es handelt sich vielmehr um starke Körperschallanregungen, die vom Spülkasten selbst direkt in den Baukörper eingeleitet werden, wobei hier vor allem das Auslösen des Spülvorganges (Drücken der Spültaste) bzw. das Unterbrechen des Spülvorganges (Wassersparfunktion) als markante Pegelspitzen zu Störungen führen.

Bei herkömmlichen Unterputzspülkästen ist aus umfangreichen messtechnischen Untersuchungen ableitbar, dass ein Grenzwert von 35 dB(A) damit nicht sicher erfüllt werden kann. Die Spülkasten-Unterputzmontage ist deshalb dann als kritisch einzustufen, wenn die Installationswand im darüber- und darunterliegenden Geschoss an schutzbedürftige Räume angrenzt. Eine sichere Lösung kann nur darin bestehen, dass durch eine schalltechnisch optimierte Grundrissgestaltung die gegenüberliegende Wand als Installationswand genutzt werden kann. In diesem Fall werden dann, selbst beim Betätigen der Spültaste, Pegel in der Regel unter 30 dB(A) erreicht.

Um das Problem auch bei schalltechnisch ungünstigen Grundrissanordnungen lösen zu können, ist eine verbesserte Körperschalltrennung zwischen Spülkästen und Bauwerk erforderlich. Eine sehr gute Möglichkeit hierfür bieten vorgefertigte Vorwand-Installations-Systeme in Trockenbauweise, wo Pegelminderungen gegenüber der konventionellen Unterputzmontage von ca. 7 – 10 dB(A) bei den Betätigungs- und Füllgeräuschen möglich sind. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass trotz relativ starker Körperschallbrücken, z.B. über notwendige Wandanker usw. Betätigungsgeräusche unter 30 dB(A) liegen.

Anlage III Zeichenerläuterung

Symbol	Größe	Beschreibung
L_{AF}	A-bewerteter Schalldruckpegel	mit der Frequenzbewertung A und der Zeitbewertung F (FAST) bewerteter Schalldruckpegel, als Maß für die Stärke eines Geräusches
$L_{AF,max}$	A-bewerteter Spitzenschalldruckpegel	mit Zeitkonstante FAST gemessener und mit dem A-Filter bewerteter Maximalpegel
$L_{AF,max,n}$	A-bewerteter maximaler Norm-Schalldruckpegel	mit der Zeitkonstante FAST gemessener und mit dem A-Filter bewerteter Maximalpegel, bezogen auf eine Bezugsabsorptionsfläche $A_0 = 10 \text{ m}^2$ für Einzelgeräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude
$L_{AF,max,nT}$	A-bewerteter maximaler Standard- Schalldruckpegel	mit der Zeitkonstante FAST gemessener und mit dem A-Filter bewerteter Maximalpegel, bezogen auf eine Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5 \text{ s}$ für Einzelgeräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude
$L_{A,eq}$	äquivalenter Dauerschallpegel	zeitlich gemittelter, A-bewerteter Schalldruckpegel
L_r	Beurteilungspegel	zeitlich gemittelter Schalldruckpegel unter Berücksichtigung von wahrnehmungsbezogenen Zuschlägen
L_a / L_{MAP}	maßgeblicher Außenlärmpegel	Pegel für die Bemessung der Schalldämmung zum Schutz gegen Außengeräusch
$D_{n,f,w}$	bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz	Einzahlangabe der auf eine Bezugsabsorptionsfläche von $A_0 = 10 \text{ m}^2$ bezogene Schalldruckpegeldifferenz, wenn die Übertragung nur über einen festgelegten Flankenweg stattfindet
$D_{nT,w}$	bewertete Standard-Schallpegeldifferenz	Einzahlangabe der unter Baubedingungen in Terzbändern ermittelten Schallpegeldifferenz zwischen zwei Räumen, bezogen auf eine Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5 \text{ s}$
R_w	bewertetes Schalldämmmaß	Einzahlangabe des Schalldämm-Maßes eines Bauteils ohne flankierende Übertragung / Eingangswert nach DIN 4109
R'_w	bewertetes Bau-Schalldämmmaß	Einzahlangabe der Schalldämmung zwischen zwei Räumen unter Berücksichtigung aller in Frage kommenden Schallübertragungswege
ΔR_w	bewertete Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch eine Vorsatzkonstruktion	Verbesserung des bewerteten Schalldämm-Maßes durch eine auf einem Bauteil (Trenn- oder Flankenbauteil) zusätzlich angebrachte Vorsatzkonstruktion
$L'_{n,w}$	bewerteter Norm-Trittschallpegel im Bau	Einzahlangabe des Trittschallpegels einer Decke am Bau unter Berücksichtigung aller in Frage kommenden Schallübertragungswege, bezogen auf eine Bezugsabsorptionsfläche von $A_0 = 10 \text{ m}^2$
ΔL_w	bewertete Trittschallminderung	Einzahlangabe zur Kennzeichnung der Verbesserung der Trittschalldämmung einer Massivdecke durch eine Deckenauflage
m'	flächenbezogene Masse	Masse je Flächeneinheit eines flächigen Bauteils
C	Spektrum-Anpassungswert	Wert, addiert zur entsprechenden Einzahlangabe für die Luftschallübertragung (R_w , R'_w , $D_{nT,w}$), zur Berücksichtigung der Merkmale bestimmter Schallspektren und z. B. typischen Lärms innerhalb von Wohnungen

Anlage IV Konstruktionsschemata Bauteile

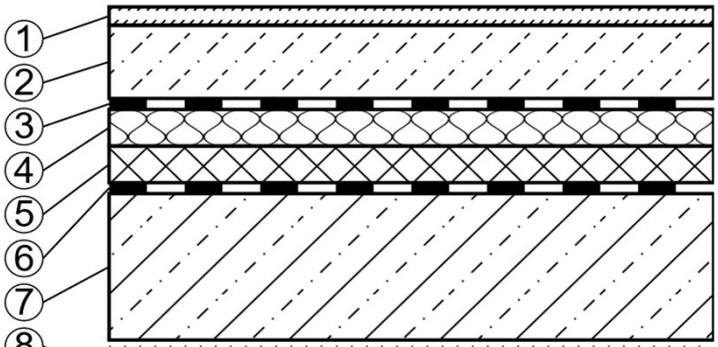
Vorbemerkungen

- Bei den dargestellten Zeichnungen handelt es sich um Prinzipskizzen, die den prinzipiellen Aufbau der Konstruktionen beschreiben und nicht maßstäblich sind. Die Entnahme von Maßen oder Aufbauhöhen aus den Zeichnungen ist daher nicht möglich.
- Die beschriebenen Konstruktionen wurden im Wesentlichen auf ihre bauakustischen Eigenschaften überprüft. Weitergehende fachplanerische Befehle sind nach den jeweils geltenden Regelwerken zu planen und auszuführen.
- Der Bauteilkatalog erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.
- Die aufgeführten Konstruktionen wurden ausschließlich für das hier zu planende Objekt in Abhängigkeit von festgelegten Planungsgrundlagen, Randbedingungen und Erfordernissen entwickelt. Die Verwendung des Bauteilkatalogs ist daher ausschließlich für dieses Objekt gestattet.
- Sachzusammenhänge zwischen bauphysikalischen Anforderungen und baukonstruktiven Randbedingungen sind gesamtheitlich, auch unter den Aspekten des Brandschutzes, Statik, TGA, etc. in der weiteren Planung zu behandeln und bedürfen ggf. einer weitergehenden fachplanerischen Überprüfung und Detaillierung. Die in der weiteren Objektbearbeitung durchzuführende Detailbearbeitung kann daher zu Abweichungen von den bisher geforderten Bemessungsgrößen, Aufbauten oder Materialien führen.
- Bei der Planung und Ausführung sind darüber hinaus auch die Vorgaben, die in den Entwurfsbearbeitungen zum Bauvorhaben dokumentiert wurden, zu beachten.

Anlage V Rechnerischer Schallschutznachweis

Bauteilübersicht	Ergebnisse		Anforderungen		Beurteilung	Anlage
	R' _w	L' _{n,w}	R' _w	L' _{n,w}		
Bodenplatte	--	25,7 dB	--	≤43 dB	Anf. erfüllt	1
Trenndecken UG EG	61,6 dB	45,3 dB	≥57 dB	≤53 dB	Anf. erfüllt	2
Trenndecken 1.OG EG	61,9 dB	46,7 dB	≥55 dB	≤53 dB	Anf. erfüllt	3
Trenndecken Holz	66,0 dB	50,8 dB	≥55 dB	≤53 dB	Anf. erfüllt	4
Trennwände Klassenräume	47,6 dB	--	≥47 dB	--	Anf. erfüllt	5
Aufzugsschachtwand/Treppen- raumwand	57,1 dB	--	≥57 dB	--	Anf. erfüllt	6
Trennwände Büro Standard	46,2 dB	--	≥42 dB	--	Anf. erfüllt	7
Trennwände Büros hohe Vertrau- lichkeit	51,3 dB	--	≥50 dB	--	Anf. erfüllt	8
Tür 32 dB	32,0 dB	--	≥32 dB	--	Anf. erfüllt	9
Tür 37 dB	37,0 dB	--	≥37 dB	--	Anf. erfüllt	10
Treppenlauf	--	43,0 dB	--	≤53 dB	Anf. erfüllt	11
Treppenpodest	--	43,3 dB	--	≤53 dB	Anf. erfüllt	12
Fassade	37,4 dB	--	≥37,1 dB	--	Anf. erfüllt	13

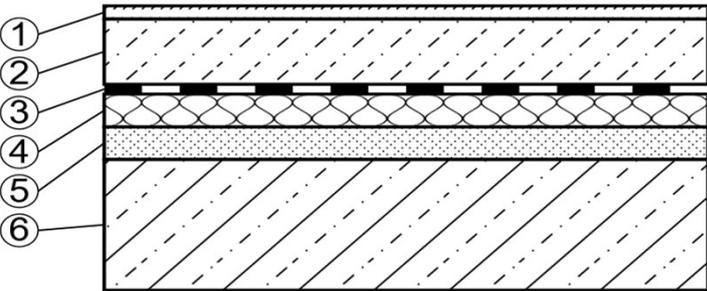
V1-10.04.18	Bauakustischer Bauteilkatalog		Anlage
	Nachweis		1
	Projekt:	Emil Molt Schule in Berlin	ISRW 
	Projektnummer:	L915738	
Bauteil:	Bodenplatte	Kennung:	
Anforderungsgrundlage:	DIN 4109-1:2018-01	TD 1	

Konstruktionsschema	Anforderungen
 <p>#ISRW01S11HC1BB15Y18Q1BB1401K4</p>	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß: $R'_w \geq -$ bewerteter Norm-Trittschallpegel: $L'_{n,w} \leq 43 \text{ dB}^*$ * nach oben zum EG

Schicht-Nr.	Beschreibung	Dicke / cm	Anmerkungen:
1.	Bodenbelag nach Wahl	0,5 - 2	
2.	Calciumsulfatestrich	≥ 8	
3.	Trennlage, z.B. PE-Folie	ca. 0,02	
4.	Trittschalldämmung $s' \leq 50 \text{ MN} / \text{m}^3$	2	
5.	ggf. Niveaue Ausgleich, z.B. PS-Hartschaum	n.E.	Abstimmung TGA
6.	Abdichtung gegen aufsteigende Feuchtigkeit	0,5	
7.	Stahlbetonbodenplatte nach stat. Erfordernis	30	
8.	ggf. Wärmedämmung nach GEG/DIN 4108	n.E.	

- Hinweise:
- zu 1. Nach DIN 18560 ist bei keramischen Belägen die Erfordernis einer Rißbreitenbegrenzung durch Bewehrungseinlagen im Estrich zu empfehlen.
 - zu 2. Die Estrichdicke ist in Abhängigkeit der Nutzlast nach DIN 18560 n.E. weitergehend abzustimmen. Trennfugen im Raumzugangsbereich sind vorzusehen.
 - zu 3. Die Trennlage ist geschlossenfugig auszubilden, um Körperschallbrücken zu vermeiden.
 - zu 4. Die Trittschalldämmung ist vollflächig auszubilden und auf ebenem Unterbau zu verlegen.
 - zu 5. Sofern TGA-Istallationen im Fußbodenaufbau vorgesehen werden, ist eine frühzeitige Abstimmung der Höhe zum Niveaue Ausgleich erforderlich, um Zwangspunkte für die Ausbildung des schwimmenden Estrichs zu vermeiden.
 - zu 6. Die Abdichtung ist geschlossenfugig auszubilden und n.E an Horizontalsperren im Mauerwerk anzubinden.
 - zu 7. Abdichtungen gegen drückendes Wasser sind separat baukonstruktiv abzustimmen.
 - zu 8. Die Bemessung des Wärmeschutzes ist separat abzustimmen.

V1-10.04.18	Bauakustischer Bauteilkatalog		Anlage
	Nachweis		2
	Projekt:	Emil Molt Schule in Berlin	ISRW 
	Projektnummer:	L915738	
Bauteil:	Trenndecken zwischen UG und EG	Kennung:	
Anforderungsgrundlage:	DIN 4109-1:2018-01	TD 1	

Konstruktionsschema	Anforderungen
 <p>#ISRW01S01HC1BB15Y1MM140</p>	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß: $R'_w \geq 57 \text{ dB}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel: $L'_{n,w} \leq 53/43^*$ * nach oben in Klassenräume

Schicht-Nr.	Beschreibung	Dicke / cm	Anmerkungen:
1.	Bodenbelag nach Wahl	0,5 - 2	
2.	Calciumsulfatestrich	≥ 8	
3.	Trennlage, z.B. PE-Folie	ca. 0,02	
4.	Trittschalldämmung $s' \leq 50 \text{ MN} / \text{m}^3$	2 - 3	
5.	ggf. Niveausgleich, z.B. PS-Hartschaum	n.E.	Abstimmung TGA
6.	Stahlbetondecke	≥ 25	

Hinweise:

- zu 1. Nach DIN 18560 ist bei keramischen Belägen die Erfordernis einer Rißbreitenbegrenzung durch Bewehrungseinlagen im Estrich zu empfehlen.
- zu 2. Die Estrichdicke ist in Abhängigkeit der Nutzlast nach DIN 18560 n.E. weitergehend abzustimmen. Trennfugen im Raumzugangsbereich sind vorzusehen.
- zu 3. Die Trennlage ist geschlossenfugig auszubilden, um Körperschallbrücken zu vermeiden.
- zu 4. Die Trittschalldämmung ist vollflächig auszubilden und auf ebenem Unterbau zu verlegen.
- zu 5. Sofern TGA-Istallationen im Fußbodenaufbau vorgesehen werden, ist eine frühzeitige Abstimmung der Höhe zum Niveausgleich erforderlich, um Zwangspunkte für die Ausbildung des schwimmenden Estrichs zu vermeiden.
- zu 6. Unterseitige Verkleidungen der Betondecke zum konstruktiven Wärmeschutz oder zur Raumakustik sind separat abzustimmen, finden in der bauakustischen Basisbemessung i.A. keine Berücksichtigung.

Bauakustischer Bauteilkatalog

Anlage

Nachweis

3

Projekt: Emil Molt Schule in Berlin
 Projektnummer: L915738



Bauteil: Trenndecken zwischen 1.OG und EG

Kennung:

Anforderungsgrundlage: DIN 4109-1:2018-01

TD 2

Konstruktionsschema	Anforderungen
	<p>bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:</p> <p style="text-align: center;">$R'_w \geq 55 \text{ dB}$</p> <p>bewerteter Norm-Trittschallpegel:</p> <p style="text-align: center;">$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$</p>

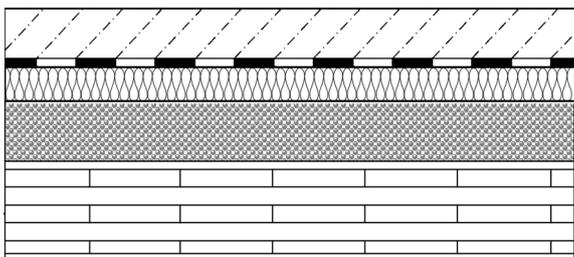
Schicht-Nr.	Beschreibung	Dicke / cm	Anmerkungen:
1.	Bodenbelag nach Wahl	0,5 - 2	
2.	Calciumsulfatestrich	≥ 8	
3.	Trennlage, z.B. PE-Folie	ca. 0,02	
4.	Trittschalldämmung $s' \leq 50 \text{ MN / m}^3$	2	
5.	ggf. Niveaueinrichtung, z.B. PS-Hartschaum	n.E.	Abstimmung TGA
6.	Stahlbetonhohlkörperdecke Gewichteinsparung 25 %*	≥ 30	

Hinweise:

- zu 1. Nach DIN 18560 ist bei keramischen Belägen die Erfordernis einer Rißbreitenbegrenzung durch Bewehrungseinlagen im Estrich zu empfehlen.
- zu 2. Die Estrichdicke ist in Abhängigkeit der Nutzlast nach DIN 18560 n.E. weitergehend abzustimmen. Trennfugen im Raumzugangsbereich sind vorzusehen.
- zu 3. Die Trennlage ist geschlossenfugig auszubilden, um Körperschallbrücken zu vermeiden.
- zu 4. Die Trittschalldämmung ist vollflächig auszubilden und auf ebenem Unterbau zu verlegen.
- zu 5. Sofern TGA-Installationen im Fußbodenaufbau vorgesehen werden, ist eine frühzeitige Abstimmung der Höhe zum Niveaueinrichtung erforderlich, um Zwangspunkte für die Ausbildung des schwimmenden Estrichs zu vermeiden.
- zu 6. Unterseitige Verkleidungen der Betondecke zum konstruktiven Wärmeschutz oder zur Raumakustik sind separat abzustimmen, finden in der bauakustischen Basisbemessung i.A. keine Berücksichtigung.

* Nach Herstellerangaben

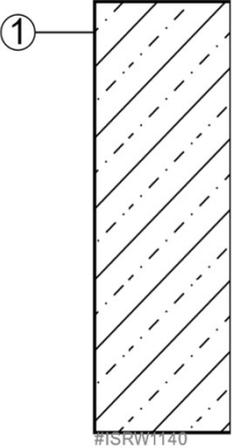
V1-10.04.18	Bauakustischer Bauteilkatalog		Anlage
	Nachweis		4
	Projekt:	Emil Molt Schule in Berlin	ISRW 
	Projektnummer:	L915738	
Bauteil:	Trenndecke Holz	Kennung:	
Anforderungsgrundlage:	DIN 4109-1:2018-01	TD 2	

Konstruktionsschema	Anforderungen
	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß: $R'_w \geq 54 \text{ dB}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel: $L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$

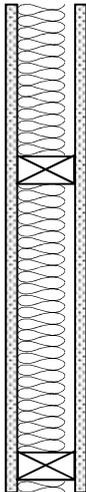
Schicht-Nr.	Beschreibung	Dicke / cm	Anmerkungen:
1.	Bodenbelag nach Wahl	0,5 - 2	
2.	Calciumsulfatestrich	≥ 8	
3.	Trennlage, z.B. PE-Folie	ca. 0,02	
4.	Trittschalldämmung $s' \leq 10 \text{ MN} / \text{m}^3$	2 - 3	
5.	Kalksplittschüttung gebunden $m = 1500 \text{ kg/m}^3$	5	
6.	Brettschichtholzdecke	≥ 22	

Hinweise:

- zu 1. Nach DIN 18560 ist bei keramischen Belägen die Erfordernis einer Rißbreitenbegrenzung durch Bewehrungseinlagen im Estrich zu empfehlen.
- zu 2. Die Estrichdicke ist in Abhängigkeit der Nutzlast nach DIN 18560 n.E. weitergehend abzustimmen. Trennfugen im Raumzugangsbereich sind vorzusehen.
- zu 3. Die Trennlage ist geschlossenfugig auszubilden, um Körperschallbrücken zu vermeiden.
- zu 4. Die Trittschalldämmung ist vollflächig auszubilden und auf ebenem Unterbau zu verlegen.
- zu 5. Sofern TGA-Installationen im Fußbodenaufbau vorgesehen werden, ist eine frühzeitige Abstimmung der Höhe zum Niveaueausgleich erforderlich, um Zwangspunkte für die Ausbildung des schwimmenden Estrichs zu vermeiden.
- zu 6. Unterseitige Verkleidungen der Decke zum konstruktiven Wärmeschutz oder zur Raumakustik sind separat abzustimmen, finden in der bauakustischen Basisbemessung i.A. keine Berücksichtigung.

V1-10.04.18	Bauakustischer Bauteilkatalog		Anlage
	Nachweis		5
	Projekt:	Emil Molt Schule in Berlin	ISRW 
	Projektnummer:	L915738	
Bauteil:	Aufzugsschachtwand/Treppenraumwand	Kennung:	
Anforderungsgrundlage:	DIN 4109-1:2018-01	TW 1	
Konstruktionsschema		Anforderungen	
		bewertetes Bau-Schalldämm-Maß: $R'_w \geq 57/52 \text{ dB}$	
1.	Beschreibung Stahlbeton mit $\geq 2.400 \text{ kg/m}^3$ Rohdichte flächenbezogene Masse der Konstruktion:	Dicke / cm ≥ 25 <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> $\geq 580 \text{ kg/m}^2$	
Hinweise:	<p>Schwächungen, z.B. durch Installationen, in dieser Wand müssen i.A. vermieden werden, u.U muss die Wandstärke angepasst werden</p> <p>Nach statischer Erfordernis sind ggf. grössere Dicken erforderlich.</p> <p>Putzbeschichtungen oder Spachtelungen werden im Gewichtsansatz der Wand zunächst nicht berücksichtigt.</p> <p>Der Bemessungsansatz gilt für $\geq 300 \text{ kg/m}^2$ mittlere flächenbezogene Masse flankierender Bauteile</p>		

VI-10.04.18	Bauakustischer Bauteilkatalog		Anlage
	Nachweis		6
	Projekt:	Emil Molt Schule in Berlin	ISRW 
	Projektnummer:	L915738	
Bauteil:	Klassenraumwände	Kennung: TW 2	
Anforderungsgrundlage:	DIN 4109-1:2018-01		

Konstruktionsschema	Anforderungen
	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß: $R'_w \geq 47 \text{ dB}$

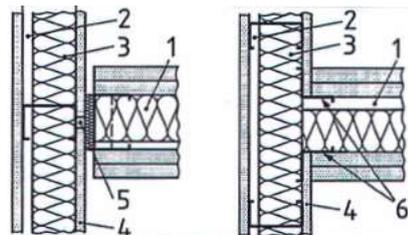
Konstruktion	Systemtrennwand $R_w \geq 52 \text{ dB}$ z.B.	
Schicht-Nr.	Beschreibung	Dicke / cm
1.	Lehmplatte schwer z.B. Typ Claytech D22 mit Putz	2,2 + ~ 0,8
2.	Holzständer 60x 80 mm, $\geq 80 \text{ mm}$ Dämmschicht	8
3.	Lehmplatte schwer z.B. Typ Claytech D22 mit Putz	2,2 + ~ 0,8
	Dicke gesamt:	140
	Dämmschicht (z.B. Mineralfaser) mit $\Xi \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$ o. Zellulose/Schafwolle/Naturdämmstoff	

alternativ: **Systemtrockenbauwand mit ausgewiesenem $R_w \geq 52 \text{ dB}$**
(z.B. Knauf W112 mit $d_{\text{ges.}} = 125 \text{ mm}$ und Piano-Belplankung)*

Hinweise: Bei gleitendem Deckenanschluss ist ein Vorhaltemaß von **+ 2 dB** zu vorgenanntem R_w zu berücksichtigen, d.h. $R_w \geq 54 \text{ dB}$

Die o.g. Konstruktion bezieht sich auf die Angaben des Herstellers Claytech.
Der Wert R_w ist durch entsprechende Prüfzeugnisse zu belegen und kann ebenfalls durch abweichende Konstruktionen erreicht werden.

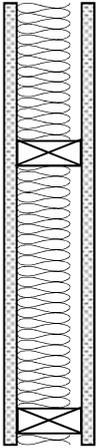
Die flankierenden GK/Lehmputz Platten der flankierenden Innen- sowie Außenwände sind durch einen Trennschnitt oder vollständig zu trennen.
Vgl. Auszug DIN 4109:



Analog dazu ist der Estrich ebenfalls durch Trennschnitt oder vollständig zu trennen.

***Anmerkung:** Die heutige Vielfalt im Systemtrockenbau weist sehr stark variierende Schallschutzqualitäten auf. Je nach Art des Ständerwerks und der Beplankung können bessere R_w - Werte zu o.g. DIN Wert erzielt werden.
Die R_w -Werte sind als Prüfwerte der Konstruktion anzusetzen.

VI-10.04.18	Bauakustischer Bauteilkatalog		Anlage
	Nachweis		7
	Projekt:	Emil Molt Schule in Berlin	ISRW 
	Projektnummer:	L915738	
Bauteil:	Trennwand Standardbüros	Kennung: TW 2	
Anforderungsgrundlage:	DIN 4109-1:2018-01		

Konstruktionsschema	Anforderungen
	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß: $R'_w \geq 42 \text{ dB}$

Konstruktion	Systemtrennwand $R_w \geq 52 \text{ dB z.B.}$	
Schicht-Nr.	Beschreibung	Dicke / cm
1.	Lehmplatte schwer z.B. Typ Claytech D22 mit Putz	2,2 + ~ 0,8
2.	Holzständer 60x 80 mm, ≥ 80 mm Dämmschicht	8
3.	Lehmplatte schwer z.B. Typ Claytech D22 mit Putz	2,2 + ~ 0,8
	Dicke gesamt:	140
	Dämmschicht (z.B. Mineralfaser) mit $\Xi \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$ o. Zellulose/Schafwolle/Naturdämmstoff	

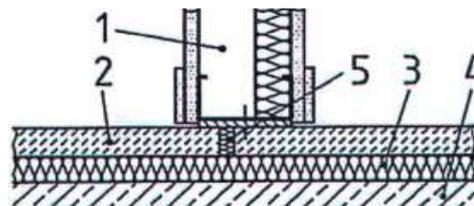
alternativ: **Systemtrockenbauwand mit ausgewiesenem $R_w \geq 49 \text{ dB}$**
(z.B. Knauf W112 mit $d_{ges.} = 100\text{mm}$ und Piano-Beplankung)

Hinweise: Bei gleitendem Deckenanschluss ist ein Vorhaltemaß von **+ 2 dB** zu vorgenanntem R_w zu berücksichtigen, d.h. $R_w \geq 51 \text{ dB}$

Beim Einbau von Steckdosen ist zu beachten, dass ein Achsabstand von 62,5 cm in horizontaler Richtung sichergestellt werden muss. Ansonsten sind spezielle Einbaudosen oder Abschottungsmaßnahmen in den Wänden erforderlich.

Der Estrich ist im Bodenbereich durch einen Trennschnitt zu trennen.

Vgl. Auszug DIN 4109:



***Anmerkung:** Die heutige Vielfalt im Systemtrockenbau weist sehr stark variierende Schallschutzqualitäten auf. Je nach Art des Ständerwerks und der Beplankung können bessere R_w - Werte zu o.g. DIN Wert erzielt werden. Die R_w -Werte sind als Prüfwerte der Konstruktion anzusetzen.

V1-10.04.18	Bauakustischer Bauteilkatalog		Anlage
	Nachweis		8
	Projekt:	Emil Molt Schule in Berlin	ISRW
	Projektnummer:	L915738	
Bauteil:	Trennwand Büro hohe Vertraulichkeit	Kennung:	
Anforderungsgrundlage:	DIN 4109-1:2018-01	TW 3	
Konstruktionsschema		Anforderungen	
		bewertetes Bau-Schalldämm-Maß: $R'_w \geq 50 \text{ dB}$	
Konstruktion	Systemtrennwand $R_w \geq 56 \text{ dB z.B.}$		
Schicht-Nr.	Beschreibung	Dicke / cm	
1.	Doppelte Lehmplatte schwer z.B. Typ Claytech D16 mit Putz	3,2 + ~ 0,8	
2.	Holzständer 60x 80 mm, ≥ 80 mm Dämmschicht	8	
3.	Doppelte Lehmplatte schwer z.B. Typ Claytech D16 mit Putz	3,2 + ~ 0,8	
	Dicke gesamt:	160	
	Dämmschicht (z.B. Mineralfaser) mit $\Xi \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$ o. Zellulose/Schafwolle/Naturdämmstoff		
<i>alternativ:</i>	Systemtrockenbauwand mit ausgewiesenem $R_w \geq 56 \text{ dB}$ (z.B. Knauf W112 mit $d_{ges.} = 100\text{mm}$, Diamant-Beplankung, $R_{w,P} = 59 \text{ dB}$)		
Hinweise:	Bei gleitendem Deckenanschluss ist ein Vorhaltemaß von + 3 dB zu vorgenanntem R_w zu berücksichtigen, d.h. $R_w \geq 59 \text{ dB}$ (Die Systemeinbausituation ist frühzeitig zu klären) Beim Einbau von Steckdosen ist zu beachten, dass ein Achsabstand von 62,5 cm in horizontaler Richtung sichergestellt werden muss. Ansonsten sind spezielle Einbaudosen oder Abschottungsmaßnahmen in den Wänden erforderlich.		
	Die flankierenden GK/Lehmplatten an Wände sowie Decke sind vollständig zu trennen (vgl. TW 2). Die Wand ist auf den Rohboden zu führen.		
*Anmerkung:	Die heutige Vielfalt im Systemtrockenbau weist sehr stark variierende Schallschutzqualitäten auf. Je nach Art des Ständerwerks und der Beplankung können bessere R_w - Werte zu o.g. DIN Wert erzielt werden. Die R_w -Werte sind als Prüfwerte der Konstruktion anzusetzen.		

V1-10.04.18	Bauakustischer Bauteilkatalog		Anlage
	Nachweis		9
	Projekt:	Emil Molt Schule in Berlin	ISRW
	Projektnummer:	L915738	
Bauteil:	Türen Standardbüro/Unterricht zum Flur	Kennung:	
Anforderungsgrundlage:	DIN 4109-1:2018-01	T 1	

Konstruktionsschema	Anforderungen
	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß: $R_w \geq 32 \text{ dB}$

Beschreibung:

Fertigtüranlage:

Laborprüfwert der Fertigtüranlage mind. $R_{w,P} \geq 37 \text{ dB}$

oder Ausführung z.B:

Türblatt:

Laborschalldämmung $R_{w,P} \geq 42 \text{ dB}$, Fälzung erforderlich

Zarge:

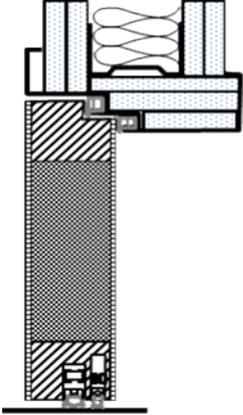
Holz oder Stahl, dicht eingebaut
 dreiseitige Dichtung mind. doppellagig (2. Lage im Türblatt)
 Dichtungen mit möglichst großem Federweg $\geq 4 \text{ mm}$

Boden:

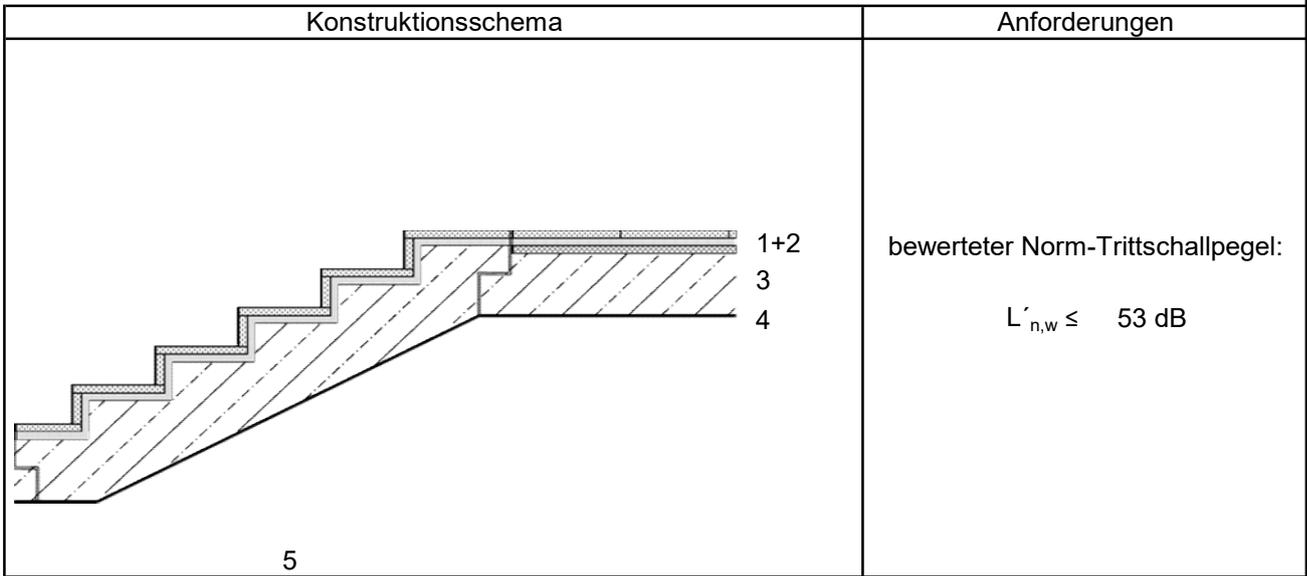
Bodenbelag getrennt, Auflaufdichtung, Absenk- oder Magnetdichtung.

Hinweise:

Weitergehende konstruktive Randbedingungen zum Einbau der Türanlage sind z.B. gemäß VDI 3728 (2012) abzustimmen.

VI-10.04.18	Bauakustischer Bauteilkatalog		Anlage
	Nachweis		10
	Projekt:	Emil Molt Schule in Berlin	ISRW 
	Projektnummer:	L915738	
Bauteil:	Türen Büro hohe Vertraulichkeit und zwischen Unterrichtsräumen		Kennung:
Anforderungsgrundlage:	DIN 4109-1:2018-01		T 2
Konstruktionsschema		Anforderungen	
		bewertetes Bau-Schalldämm-Maß: $R_w \geq 37 \text{ dB}$	
<p><u>Beschreibung:</u></p> <p>Fertigtüranlage: Laborprüfwert der Fertigtüranlage mind. $R_{w,P} \geq 42 \text{ dB}$</p> <p>oder Ausführung z.B:</p> <p><u>Türblatt:</u> Laborschalldämmung $R_{w,P} \geq 47 \text{ dB}$, Fälzung erforderlich</p> <p><u>Zarge:</u> Holz oder Stahl, dicht eingebaut dreiseitige Dichtung mind. doppellagig Dichtungen mit möglichst großem Federweg $\geq 4 \text{ mm}$</p> <p><u>Boden:</u> Bodenbelag getrennt, Bodendichtungen z. B. mittels Absenkdichtung Typ Schall-Ex o.glw.</p> <p>Hinweise: Weitergehende konstruktive Randbedingungen zum Einbau der Türanlage sind z.B. gemäß VDI 3728 (2012) abzustimmen.</p> <p>Die o.g. Anforderung gilt auch für Türen zwischen Unterrichtsräumen z.B. 13. Klasse und Vorbereitung</p>			

VI-10.04.18	Bauakustischer Bauteilkatalog		Anlage
	Nachweis		11
	Projekt:	Emil Molt Schule in Berlin	ISRW 
	Projektnummer:	L915738	
Bauteil:	Treppenlauf	Kennung:	
Anforderungsgrundlage:	DIN 4109-1:2018-01	TR 1	



Schicht-Nr.	Beschreibung	Dicke / cm	Anmerkungen:
1.	Ggf. Bodenbelag oder Beschichtung nach Wahl	0...3	
2.	Ggf. Estrich/Mörtelbett - Trittschalldämmung	(≈ 2)	*
3.	Treppenpodest nach Statik	≥ 25	
4.	Beschichtung / Anstrich n.A. Architekt	-	
5.	StB-Treppenlauf, entkoppelt	≥ 20	

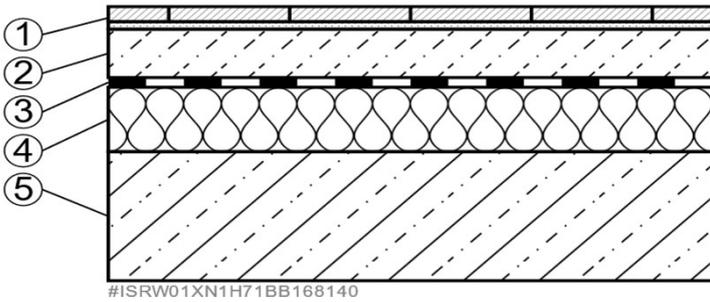
Treppenlauf entkoppelt vom Treppenpodest, durchgehende Trennfuge zur Treppenraumwand.

Hinweise:
 Die o.g. Qualität ist bei Treppenanlagen zu empfehlen, die eine regelmäßige Frequentierung erwarten lassen und z.B. nicht einem reinen Fluchttreppenhaus zuzuordnen sind.
 Sofern erhöhte Anforderungen im gesamten Bauvorhaben umzusetzen sind, ist ggf. eine Einzelabstimmung zur trittschalltechnischen Qualität der Treppenanlage vorzunehmen.

Sofern keine Entkoppelung des Treppenlaufs vorgesehen wird, ist eine elastische Belagsverlegung ggf. möglich, hinsichtlich der Vermeidung von Körperschallbrücken jedoch ebenfalls sehr sorgfältig auszuführen.

* Der Trittschallschutz wird über den entkoppelten Lauf nachgewiesen. Ein Oberbodenbelag ist aus schallschutztechnischer Sicht nicht notwendig.

V1-10.04.18	Bauakustischer Bauteilkatalog		Anlage
	Nachweis		12
	Projekt:	Emil Molt Schule in Berlin	ISRW 
	Projektnummer:	L915738	
Bauteil:	Treppenhauptpodest	Kennung:	
Anforderungsgrundlage:	DIN 4109-1:2018-01	TR 2	

Konstruktionsschema	Anforderungen
	bewerteter Norm-Trittschallpegel: $L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$

Schicht-Nr.	Beschreibung	Dicke / cm
1.	Ggf. Bodenbelag nach Wahl	n.E. *
2.	Zementestrich/Mörtelbett, bewehrt nach Erfordernis	≥ 5
3.	Trennlage, z.B. PE-Folie	ca. 0,02
4.	Trittschalldämmung $s' \leq 50 \text{ MN / m}^3$	2
5.	Stahlbetonpodest, verputzt oder verspachtelt n.E.	≥ 25

- Hinweise:**
- zu 1. Nach DIN 18560 ist bei keramischen Belägen die Erfordernis einer Rißbreitenbegrenzung durch Bewehrungseinlagen im Estrich zu empfehlen.
 - zu 2. Die Estrichdicke ist in Abhängigkeit der Nutzlast nach DIN 18560 n.E. weitergehend abzustimmen.
 - zu 3. Die Trennlage ist geschlossenfügig auszubilden, um Körperschallbrücken zu vermeiden.
 - zu 4. Die Trittschalldämmung ist vollflächig auszubilden und auf ebenem Unterbau zu verlegen. Fugen zu aufgehenden Bauteilen und Bauteiübergängen / Türen sind erforderlich. Sockelleisten etc. dürfen keine Körperschallbrücke verursachen.
- * Der Trittschallschutz wird über den schwimmenden Estrich nachgewiesen. Der Oberbodenbelag erfüllt keine schalltechnische Funktion und kann nach architektonischer Planung weggelassen werden.

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

Anlage
1.1

Projekt: Emil Molt Schule Berlin ISRW

Bauteil: Bodenplatte

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01+ DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderungen: Bewerteter Norm-Trittschallpegel: erf. $L'_{n,w} \leq 43 \text{ dB}$ Richtung
↑

2. Konstruktion Bauteil:

	Beschreibung:	Typ	Dicke / cm	Rohdichte in kg/m ³	m' in kg/m ²	ΔL_n in dB bzw. s'in MN/m ³
Bodenaufbau	Zementestrich	4	8	2000	160	
	TS-Dämmung s'=50 MN/m ³	8				50
Bodenplatte	Stahlbeton $\geq 2400 \text{ kg/m}^3$	1	30	2400	720,00	

Hinweis: Die rechnerische Ermittlung des Trittschallschutzes von Bodenplatten zu angrenzenden schutzbedürftigen Räumen ist nach DIN 4109-1+2:2018-01 nicht eindeutig geregelt, da verifizierte Ausgangswerte für Bodenplatten bisher nicht vorliegen. Auf Grundlage einer Flächengründung des unteren Gebäudeabschlusses, erfolgt hier eine Herleitung des zu erwartenden Trittschallschutzes in Anlehnung an Fußnote ¹⁾ der Tabelle 36 nach Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989-11. Sofern keine Flächengründung vorliegt, ist der rechnerische Nachweis als Trenndecke mit entsprechendem Ansatz für K_T nach Tabelle 2 in DIN 4108-2:2018-01 zu wählen.

3. Trittschalldämmung der Bodenplatte ohne Bodenaufbau: $L_{n,w,eq} = 48,0 \text{ dB}$
(In Anlehnung an Tabelle 36 im Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989-11)

4. Trittschallminderung Bodenaufbau:
bew. Trittschallminderung: $\Delta L_w = 25,3 \text{ dB}$

5. Informativische Ergänzung:
Volumen Empfangsraum: m³

7.	Ergebnis Trittschallschutz $L'_{n,w} = 22,7 \text{ dB}$	Anforderung erfüllt !
Anforderung: $L'_{n,w} + u_{prog} = 25,7 \text{ dB} \leq \text{zul. } L'_{n,w} = 43 \text{ dB}$		
(informativisch: $L'_{n,T,w} = L'_{n,w} + u_{prog} - 10 \lg(0,032 \cdot V_E) = \text{\#ZAHL!}$)		

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin



Bauteil: Bodenplatte

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01+ DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderungen: Bewerteter Norm-Trittschallpegel: **erf. $L'_{n,w} \leq 43$ dB**

Fußbodenaufbau gemäß Prüfdokumentation Anbieter/Hersteller

Schicht	Prüfwert $\Delta L_{n,P}$ ¹⁾
Gußspalt auf Abdichtungslage	6 dB

¹⁾ Das Dokument zum Prüfwert ist n.E. beizufügen

Anmerkung: Der v.g. Bodenaufbau wird nicht als Vorsatzschale in der Luftschallberechnung berücksichtigt, da normativ nicht geregelt.

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

**Anlage
2 .2**

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin



Bauteil: Trenndecken UG EG

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01 + DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderungen: Bewertetes Schalldämm-Maß: **erf. $R'_{n,w} \geq 57$ dB**
Bewerteter Norm-Trittschallpegel: **erf. $L'_{n,w} \leq 53$ dB**

2. Konstruktion Trennbauteil:					ΔL_n in dB bzw. s' in MN/m ³
Beschreibung:	Typ	Dicke / cm	Rohdichte in kg/m ³	m' in kg/m ²	
Anhydritestrich	4	8	2100	168	50
TS-Dämmung $s' = 50$ MN/m ³	8				
Stahlbeton ≥ 2400 kg/m ³	1	25	2400	600,00	
Vorsatzschale: 1x	1	33	Rohdecke $m'_{ges.} =$ 600,00		

3. Trittschalldämmung der Rohdecke: $L_{n,w,eq} = 66,8$ dB

4. Flankenbauteile:		d	ρ	Putz	m'	Typ	m'_f	VS
Senderraum:		(cm)	(kg/m ³)	(kg/m ²)	(kg/m ²)		(kg/m ²)	
Wand 1	Stb 2.4	20,0	2400		480	1		n
Wand 2	Stb 2.4	20,0	2400		480	1		n
Wand 3	Stb 2.4	20,0	2400		480	1		n
Wand 4	Stb 2.4	20,0	2400		480	1		n
Empfangsraum:								
Wand 1	Stb 2.4	20,0	2400		480	1	480	1 n
Wand 2	Stb 2.4	20,0	2400		480	1	480	1 n
Wand 3	Stb 2.4	20,0	2400		480	1	480	1 n
Wand 4	Stb 2.4	20,0	2400		480	1	480	1 n

5. Anzahl flankierender Massivwände im Empfangsraum ohne Vorsatzschale: 4
 $m'_{f,m} = 480,0$ kg/m² \rightarrow $K = 1,1$ dB (vertikal ↓)

6. Trittschallminderung Bodenaufbau:
 bew. Trittschallminderung: $\Delta L_w = 25,6$ dB

7. Unsicherheit nach DIN 4109-2:2016-07, Ziffer 5.3.3: $u_{prog} = 3$ dB

X	Pauschalwert für u_{prog} nach DIN 4109-2:2016-07, Ziffer 5.3.3	
	Individuelle Eingabe, Herleitung z.B. nach DIN 4109-2:2016-07, Anhang C	

8. Korrekturwert K_T für die räumliche Zuordnung (sofern zutreffend): $K_T = 0$ dB

ER seitlich oder diagonal unterhalb:		5 dB		zweischalige Trennwand 15 dB
ER seitlich oder diagonal unterhalb und Pufferraum dazwischen:		10 dB		
ER oberhalb der angeregten Decke (Massivbau)		10 dB		
ER oberhalb der angeregten Decke (Skelettbau)		20 dB		

7. Ergebnis Trittschallschutz $L'_{n,w} = 42,3$ dB

Anforderung: $L'_{n,w} + u_{prog} = 45,3$ dB \leq zul. $L'_{n,w} = 53$ dB	Anforderung erfüllt !
(informativ: $L'_{n,T,W} = L'_{n,w} + u_{prog} - 10 \lg(0,032 \cdot V_E) =$ #ZAHL! dB)	

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

Anlage
2 .3

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin



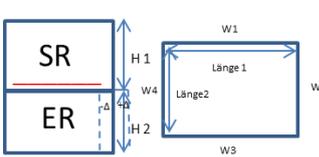
Bauteil: Trenndecken UG EG

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01 + DIN 4109-31-36:2016-07

- 1. Anforderungen:** Bewertetes Schalldämm-Maß: **erf. $R'_w \geq 57$ dB**
Bewerteter Norm-Trittschallpegel: **erf. $L'_{n,w} \leq 53$ dB**

Tabelle: Eingangsdaten zur Bestimmung $R_{ij,w}$

Bezeichnung		$R_{i,w/2}$ dB	$R_{j,w/2}$ dB	R_w bzw. $D_{n,f,w}$ dB	K_{ij} bzw. $10\lg(S_S/A_0)$ dB	$10\lg(S/I)$ bzw. $10\lg(I_{Lab}/I_t)$ dB	$\Delta R'_w$ dB	$R_{ij,w}$ dB	Anteil %
Trennbauteil	$R_{,Dd}$	31,8	31,8	63,6			2,7	66,3	53,8
	$R_{,1d}$	30,3	31,8	62,1	4,8	10,8	0,0	77,7	3,9
	$R_{,2d}$	30,3	31,8	62,1	4,8	9,0	0,0	75,9	5,9
	$R_{,3d}$	30,3	31,8	62,1	4,8	10,8	0,0	77,7	3,9
	$R_{,4d}$	30,3	31,8	62,1	4,8	9,0	0,0	75,9	5,9
Flanke 1	$R_{,D1}$	31,8	30,3	62,1	4,8	10,8	2,7	80,4	2,1
	$R_{,11}$	30,3	30,3	60,7	7,1	10,8	0,0	78,6	3,2
Flanke 2	$R_{,D2}$	31,8	30,3	62,1	4,8	9,0	2,7	78,6	3,2
	$R_{,22}$	30,3	30,3	60,7	7,1	9,0	0,0	76,8	4,8
Flanke 3	$R_{,D3}$	31,8	30,3	62,1	4,8	10,8	2,7	80,4	2,1
	$R_{,33}$	30,3	30,3	60,7	7,1	10,8	0,0	78,6	3,2
Flanke 4	$R_{,D4}$	31,8	30,3	62,1	4,8	9,0	2,7	78,6	3,2
	$R_{,44}$	30,3	30,3	60,7	7,1	9,0	0,0	76,8	4,8

V13-14.08.1		RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"					Anlage 3.1			
Projekt:		Emil Molt Schule Berlin				ISRW 				
Bauteil:		Trenndecken 1.OG EG								
Nachweis nach:		DIN 4109-1+2:2018-01 + DIN 4109-31-36:2016-07								
1. Anforderungen:		Bewertetes Schalldämm-Maß: erf. $R'_w \geq$ 55 dB				↓ Richtung				
2. Konstruktion Trennbauteil:		Bewerteter Norm-Trittschallpegel: erf. $L'_{n,w} \leq$ 53 dB								
		m'_4 an Flanke 'x'								
				Flanke 3 Flanke 4						
				kg/m ²		ΔL _n in dB bzw. s' in MN/m ³				
Beschreibung:		Typ	Dicke / cm	Rohdichte in kg/m ³	m' in kg/m ²					
Bodenaufbau	Anhydritestrich	4	8	2100	168					
	TIS-Dämmung s'=50 MN/m ³	8				50				
Decke	Stahlbeton ≥ 2400 kg/m ³	1	22,5	2400	540,00					
							1 n			
Unterdecke							2 n			
							3 n			
							4 n			
Vorsatzschale: 1x		1	30,5	Rohdecke $m'_{ges.} =$ 540,00						
Berechnungsformel für R _w : (13) nach DIN 4109-32					R _w = 62,2 dB					
3. Schalldämmung der Rohdecke:		Entkopplungen: n = 0				L _{n,w,eq} = 68,4 dB				
		K _E = 0 dB				R _{w,KE} = 62,2 dB				
4. Flankenbauteile:								el.		
Flankenbauteile:		d	ρ	Putz	m'	Typ	Stoßst.	R _w	Tr.	VS
Senderraum:		(cm)	(kg/m ³)	(kg/m ²)	(kg/m ²)			(dB)		
Wand 1	GK-Wand					5	T		n	n
Wand 2	GK-Wand					5	T		n	n
Wand 3	GK-Wand					5	K		n	n
Wand 4	GK-Wand					5	K		n	n
Empfangsraum:										
Wand 1	Stb 2.4	20,0	2400		480	1	T	60,7	n	n
Wand 2	Stb 2.4	20,0	2400		480	1	T	60,7	n	n
Wand 3	Stb 2.4	20,0	2400		480	1	K	60,7	n	n
Wand 4	Stb 2.4	20,0	2400		480	1	K	60,7	n	n
5. Geometrie		maßg. Längen der Flanken ^{a)}		Versatz zwischen SR und ER				Kopplungs- länge		
		Länge 1 SR	Länge 2 ER	x-Eingabe	+Δ (≥ 0,5 m)	ohne Versatz	-Δ (≥ 0,5 m)			
				Flanke 1		x		4,90	m	
				Flanke 2		x		4,90	m	
				Flanke 3		x		4,30	m	
				Flanke 4		x		4,30	m	
		Volumen SR	Volumen ER	gemeinsame Länge 1:				4,90 m		
				gemeinsame Länge 2:				4,30 m		
		m ³	m ³	gemeinsame Trenndeckenfläche S:				21,07	m ²	
6. Vorsatzschalen bzw. Anforderung Norm-Schallpegeldifferenz:		Eckdaten Vorsatzschale Trennbauteil Decke:								
Senderraum:		fo =	99,9 Hz			Empfangsraum:		keine		
1										SR
2										
3										
4										
1										ER
2										
3										
4										
7.		Ergebnis: R' _w = 63,9 dB		Anforderung: R' _w - 2 dB ≥ erf. R' _w = 55 dB				R'_w-2 dB = 61,9 dB Anforderung erfüllt !		
		(informativ: D' _{nT,w} = R' _w - 2dB + 10lg(0,32*V _{ER} /S))								
		D' _{nT,w} (SR-ER) = #ZAHL!			D' _{nT,w} (ER-SR) = #ZAHL!					

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

**Anlage
3 .2**

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin



Bauteil: Trenndecken 1.OG EG

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01 + DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderungen: Bewertetes Schalldämm-Maß: **erf. $R'_{n,w} \geq 55$ dB**
Bewerteter Norm-Trittschallpegel: **erf. $L'_{n,w} \leq 53$ dB**

2. Konstruktion Trennbauteil:					ΔL_n in dB bzw. s' in MN/m ³
Beschreibung:	Typ	Dicke / cm	Rohdichte in kg/m ³	m' in kg/m ²	
Anhydritestrich	4	8	2100	168	50
TS-Dämmung s' = 50 MN/m ³	8				
Stahlbeton ≥ 2400 kg/m ³	1	22,5	2400	540,00	
Vorsatzschale: 1x	1	30,5	Rohdecke m' ges. = 540,00		

3. Trittschalldämmung der Rohdecke: $L_{n,w,eq} = 68,4$ dB

4. Flankenbauteile:		d	ρ	Putz	m'	Typ	m' _f	VS
Senderraum:		(cm)	(kg/m ³)	(kg/m ²)	(kg/m ²)		(kg/m ²)	
Wand 1	GK-Wand					5		n
Wand 2	GK-Wand					5		n
Wand 3	GK-Wand					5		n
Wand 4	GK-Wand					5		n
Empfangsraum:								
Wand 1	Stb 2.4	20,0	2400		480	1	480	1
Wand 2	Stb 2.4	20,0	2400		480	1	480	1
Wand 3	Stb 2.4	20,0	2400		480	1	480	1
Wand 4	Stb 2.4	20,0	2400		480	1	480	1

5. Anzahl flankierender Massivwände im Empfangsraum ohne Vorsatzschale: 4
 $m'_{f,m} = 480,0$ kg/m² \rightarrow $K = 0,9$ dB (vertikal ↓)

6. Trittschallminderung Bodenaufbau:
 bew. Trittschallminderung: $\Delta L_w = 25,6$ dB

7. Unsicherheit nach DIN 4109-2:2016-07, Ziffer 5.3.3: $u_{prog} = 3$ dB

X	Pauschalwert für u_{prog} nach DIN 4109-2:2016-07, Ziffer 5.3.3	
	Individuelle Eingabe, Herleitung z.B. nach DIN 4109-2:2016-07, Anhang C	

8. Korrekturwert K_T für die räumliche Zuordnung (sofern zutreffend): $K_T = 0$ dB

ER seitlich oder diagonal unterhalb:		5 dB		zweischalige Trennwand 15 dB
ER seitlich oder diagonal unterhalb und Pufferraum dazwischen:		10 dB		
ER oberhalb der angeregten Decke (Massivbau)		10 dB		
ER oberhalb der angeregten Decke (Skelettbau)		20 dB		

7. Ergebnis Trittschallschutz $L'_{n,w} = 43,7$ dB

Anforderung: $L'_{n,w} + u_{prog} = 46,7$ dB \leq zul. $L'_{n,w} = 53$ dB	Anforderung erfüllt !
(informativ: $L'_{n,T,w} = L'_{n,w} + u_{prog} - 10 \lg(0,032 \cdot V_E) =$ #ZAHL! dB)	

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

**Anlage
3.3**

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin



Bauteil: Trenndecken 1.OG EG

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01 + DIN 4109-31-36:2016-07

- 1. Anforderungen:** Bewertetes Schalldämm-Maß: **erf. $R'_w \geq 55$ dB**
 Bewerteter Norm-Trittschallpegel: **erf. $L'_{n,w} \leq 53$ dB**

Tabelle: Eingangsdaten zur Bestimmung $R_{ij,w}$

Bezeichnung		$R_{i,w/2}$ dB	$R_{j,w/2}$ dB	R_w bzw. $D_{n,f,w}$ dB	K_{ij} bzw. $10\lg(S_S/A_0)$ dB	$10\lg(S/I)$ bzw. $10\lg(I_{Lab}/I_t)$ dB	$\Delta R'_w$ dB	$R_{ij,w}$ dB	Anteil %
Trennbauteil	$R_{,Dd}$	31,1	31,1	62,2			3,3	65,5	68,4
	$R_{,1d}$	-	31,1	-	0,0	6,3	0,0		0,0
	$R_{,2d}$	-	31,1	-	0,0	6,3	0,0		0,0
	$R_{,3d}$	-	31,1	-	0,0	6,9	0,0		0,0
	$R_{,4d}$	-	31,1	-	0,0	6,9	0,0		0,0
Flanke 1	$R_{,D1}$	31,1	30,3	61,4	2,7	6,3	3,3	73,8	10,2
	$R_{,11}$	-	30,3	-	3,2	-0,4	0,0		0,0
Flanke 2	$R_{,D2}$	31,1	30,3	61,4	2,7	6,3	3,3	73,8	10,2
	$R_{,22}$	-	30,3	-	3,2	-0,4	0,0		0,0
Flanke 3	$R_{,D3}$	31,1	30,3	61,4	4,7	6,9	3,3	76,3	5,6
	$R_{,33}$	-	30,3	-	3,2	0,2	0,0		0,0
Flanke 4	$R_{,D4}$	31,1	30,3	61,4	4,7	6,9	3,3	76,3	5,6
	$R_{,44}$	-	30,3	-	3,2	0,2	0,0		0,0

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin



Bauteil: Trenndecken Holz

1. Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01 + DIN 4109-31-36:2016-07
Anforderungen: Bewertetes Schalldämm-Maß: erf. $R'_w \geq 55$ dB
 Bewerteter Norm-Trittschallpegel: erf. $L'_{n,w} \leq 53$ dB Richtung: ↓

2. Konstruktion Trennbauteil:

Beschreibung:	R_w	$L_{n,w}$
Tab.25, Zeile 2 - Brettstapeldecke	68 dB	46 dB
- ≥ 50mm Estrich ($m' \geq 120$ kg/m ²)		
- ≥ 40mm Mineralfaser TSD $s' \leq 6$ MN/m ³ (DES-sh)		
- ≥ 40 mm Schüttung (≥ 60 kg/m ²) /Rieselschutz		
- 120mm Brettstapeldecke, genagelt		

3. Luft- und Trittschalldämmung der Rohdecke: $L_{n,w} = 46,0$ dB
 (ohne Einfluss flankierender Bauteile) $R_w = 68,0$ dB

4. Flankenbauteile:

		d (cm)	ρ (kg/m ³)	Putz (kg/m ²)	m' (kg/m ²)	Typ	Stoßst.	R_w (dB)	el. Tr.	VS
Senderraum:										
Wand 1	GK+HW					5			n	n
Wand 2	GK+HW					5			n	n
Wand 3	GK+HW					5			n	n
Wand 4	GK+HW					5			n	n
Empfangsraum:										
Wand 1	GK+HW					5	0		n	n
Wand 2	GK+HW					5	0		n	n
Wand 3	GK+HW					5	0		n	n
Wand 4	GK+HW					5	0		n	n

5. Geometrie

maßg. Höhen der Flanken		Versatz zwischen SR und ER				Kopplungs-länge	
Höhe 1 SR	Höhe 2 ER	x-Eingabe	+Δ (≥ 0,5 m)	ohne Versatz	-Δ (≥ 0,5 m)		
		Flanke 1		x		5,00	m
		Flanke 2		x		2,80	m
		Flanke 3		x		5,00	m
		Flanke 4		x		2,80	m
Volumen SR	Volumen ER	gemeinsame Länge 1:		5,00 m			
		gemeinsame Länge 2:		2,80 m			
m ³	m ³	gemeinsame Trenndeckenfläche S:		14,00		m ²	

6. Vorsatzschalen bzw. Anforderung Norm-Schallpegeldifferenz:

Eckdaten Vorsatzschale Trennbauteil Decke:

Senderraum:	Empfangsraum:	keine
-------------	---------------	-------

1			SR
2			
3			
4			
1			ER
2			
3			
4			

7. Ergebnis: $R'_w = 68,0$ dB Anforderung: $R'_w - 2$ dB \geq erf. $R'_w = 55$ dB
 (informativ: $D'_{nT,w} = R'_w - 2$ dB + $10 \lg(0,32 \cdot V_{ER}/S)$) **$R'_w - 2$ dB = 66,0 dB Anforderung erfüllt !**
 $D'_{nT,w} (SR-ER) = \#ZAHL!$ $D'_{nT,w} (ER-SR) = \#ZAHL!$

8. Ergebnis: $L'_{n,w} = 47,8$ dB Anforderung: $L'_{n,w} + 3$ dB \leq erf. $L'_{n,w} = 53$ dB
 (informativ: $L'_{nT,w} = L'_{n,w} + u_{prog} - 10 \lg(0,032 \cdot V_E) = \#ZAHL!$) **$L'_{n,w} + 3$ dB = 50,8 dB Anforderung erfüllt !**
 $L_{n,w} = 46,0$ dB $K_1 = 1,0$ dB $K_2 = 0,8$ dB

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

**Anlage
4.2**

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin



Bauteil: Trenndecken Holz

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01 + DIN 4109-31-36:2016-07

- 1. Anforderungen:** Bewertetes Schalldämm-Maß: **erf. $R'_w \geq 55$ dB**
 Bewerteter Norm-Trittschallpegel: **erf. $L'_{n,w} \leq 53$ dB**

Tabelle: Eingangsdaten zur Bestimmung $R_{ij,w}$

Bezeichnung		$R_{i,w/2}$ dB	$R_{j,w/2}$ dB	R_w bzw. $D_{n,f,w}$ dB	K_{ij} bzw. $10\lg(S_S/A_0)$ dB	$10\lg(S/I)$ bzw. $10\lg(I_{Lab}/I_t)$ dB	$\Delta R'_w$ dB	$R_{ij,w}$ dB	Anteil %
Trennbauteil	$R_{,Dd}$	34,0	34,0	68,0			0,0	68,0	100,0
	$R_{,1d}$	-	34,0	-	0,0	4,5	0,0		0,0
	$R_{,2d}$	-	34,0	-	0,0	7,0	0,0		0,0
	$R_{,3d}$	-	34,0	-	0,0	4,5	0,0		0,0
	$R_{,4d}$	-	-	-	0,0	7,0	0,0		0,0
Flanke 1	$R_{,D1}$	34,0	-	-	0,0	4,5	0,0		0,0
	$R_{,11}$	-	-	-	1,5	-0,5	0,0		0,0
Flanke 2	$R_{,D2}$	34,0	-	-	0,0	7,0	0,0		0,0
	$R_{,22}$	-	-	-	1,5	2,1	0,0		0,0
Flanke 3	$R_{,D3}$	34,0	-	-	0,0	4,5	0,0		0,0
	$R_{,33}$	-	-	-	1,5	-0,5	0,0		0,0
Flanke 4	$R_{,D4}$	34,0	-	-	0,0	7,0	0,0		0,0
	$R_{,44}$	-	-	-	1,5	2,1	0,0		0,0

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin

ISRW



Bauteil: Trennwände Klassenräume

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01+DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderung: Bewertetes Schalldämm-Maß: **erf. $R'_w \geq 47$ dB**

Konstruktion Trennbauteil		Flanke 1			Flanke 2			Flanke 3			Flanke	el. Trennung
		Flanke 1	Flanke 2	Flanke 3	Flanke 1	Flanke 2	Flanke 3	Flanke 1	Flanke 2	Flanke 3		
Beschreibung:	Typ	Dicke/cm	Rohdichte in kg/m ³			m' in kg/m ²			RDK			
GK-Ständerw. 52 dB (Prüfw.)	6		0							1	n	
										2	n	
										3	n	
										4	n	
Vorsatzschalen:	nein	6	0	m' ges. =			0,00					
Berechnungsformel für R_w : keine->DIN-Angabe oder Wert aus Prüfzeugnis										$R_w = 52,0$ dB		
elast. Trennung:												
s' =										MN/m ³		

3. Luftschalldämmung der Trennwand:
Entkopplungen: $n = 0$ $K_E = 0$ dB $R_{w,KE} = 52,0$ dB

Flankenbauteile:		d	ρ	Putz o. zus. Masse	m'	Typ	Stoßst.	R_w	el. Tr.	VS
Senderraum:		(cm)	(kg/m ³)	(kg/m ²)	(kg/m ²)			(dB)		
1	Wand 1	GK-Wand				5	D		n	n
2	Wand 2	GK-Wand				5	D		n	n
3	Decke	HoBo				5	D		n	n
4	Fußboden	Stb 2.4	22,0	2400	528	1	T	61,9	n	j
Empfangsraum:										
1	Wand 1	GK-Wand				5	D		n	n
2	Wand 2	GK-Wand				5	D		n	n
3	Decke	HoBo				5	D		n	n
4	Fußboden	Stb 2.4	22,0	2400	528	1	T	61,9	n	j

Geometrische Situation		maßg. Längen der Flanken		Versatz zwischen SR und ER				Kopplungs-länge	
		Länge SR	Länge ER	x-Eingabe	+Δ (≥ 0,5m)	ohne Versatz	-Δ (≥ 0,5m)		
	Flanke 1 SR	3,00	3,00	Flanke 1		x		3,00	m
	Flanke 1 ER	3,00	3,00	Flanke 2		x		3,00	m
	Flanke 2 SR	3,13	3,13	Flanke 3		x		3,13	m
	Flanke 2 ER	3,13	3,13	Flanke 4		x		3,13	m
Volumen SR		Volumen ER		gemeinsame Trennwandhöhe:			3,00 m		
				gem. Trennwandlänge Länge 0:			3,13 m		
m ³		m ³		gemeinsame Trennwandfläche S:			9,39 m ²		

6. Vorsatzschalen bzw. Anforderung Norm-Schallpegeldifferenz:

1	bew. Norm-Schallpegeldifferenz Wd 1:		$D_{n,f,w} = 57,0$ dB	SR
2	bew. Norm-Schallpegeldifferenz Wd 2:		$D_{n,f,w} = 57,0$ dB	
3	bew. Norm-Schallpegeldifferenz De:		$D_{n,f,w} = 61,0$ dB	
4	Vorsatzschale Fußboden SR:	$ZE \geq 4,5\text{cm} / s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$		ER
1				
2				
3				
4	Vorsatzschale Fußboden ER:	$ZE \geq 4,5\text{cm} / s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$		

7. Ergebnis: $R'_w = 49,4$ dB	Anforderung: $R'_w - 2 \text{ dB} \geq \text{erf. } R'_w = 47,0$ dB	$D_{n,w-2 \text{ dB}} = 47,6$ dB Anforderung erfüllt !
(informativ: $D'_{nT,w} = R'_w - 2 \text{ dB} + 10 \lg(0,32 \cdot V_{ER}/S)$)		
$D'_{nT,w}(\text{SR-ER}) = \# \text{ZAHL!}$	$D'_{nT,w}(\text{ER-SR}) = \# \text{ZAHL!}$	

$D'_{n,w} = R'_w - 10 \cdot \lg(S/10\text{m}^2)$

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

**Anlage
5.2**

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin



Bauteil: Trennwände Klassenräume

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01+DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderungen: Bewertetes Schalldämm-Maß: **erf. $R'_w \geq 47$ dB**

Tabelle: Eingangsdaten zur Bestimmung $R_{ij,w}$

Bezeichnung		$R_{i,w}/2$ dB	$R_{j,w}/2$ dB	R_w bzw. $D_{n,f,w}$ dB	K_{ij} bzw. $10\lg(S_S/A_0)$ dB	$10\lg(S/I)$ bzw. $10\lg(I_{Lab}/I_f)$ dB	$\Delta R'_w$ dB	$R_{ij,w}$ dB	Anteil %
Trennbauteil	$R_{,Dd}$	26,0	26,0	52,0			0,0	52,0	54,6
	$R_{,1d}$	-	-	-	0,0	5,0	0,0		0,0
	$R_{,2d}$	-	-	-	0,0	5,0	0,0		0,0
	$R_{,3d}$	-	-	-	0,0	4,8	0,0		0,0
	$R_{,4d}$	31,0	-	-	0,0	4,8	3,4		0,0
Flanke 1	$R_{,D1}$	-	-	-	0,0	5,0	0,0		0,0
	$R_{,11}$	-	-	57,0	-0,3	-0,3	0,0	56,4	19,7
Flanke 2	$R_{,D2}$	-	-	-	0,0	5,0	0,0		0,0
	$R_{,22}$	-	-	57,0	-0,3	-0,3	0,0	56,4	19,7
Flanke 3	$R_{,D3}$	-	-	-	0,0	4,8	0,0		0,0
	$R_{,33}$	-	-	61,0	-0,3	1,6	0,0	62,3	5,1
Flanke 4	$R_{,D4}$	-	31,0	-	0,0	4,8	3,4		0,0
	$R_{,44}$	31,0	31,0	61,9	-1,9	4,8	5,2	69,9	0,9

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

Anlage
6.1

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin

ISRW



Bauteil: Aufzugsschachtwand/Treppenraumwand

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01+DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderung: Bewertetes Schalldämm-Maß: **erf. $R'_w \geq 57$ dB**

Konstruktion Trennbauteil		m ₄ ' an Flanke 'x'				Flanke	el. Trennung
		Flanke 1	Flanke 2	Flanke 3	kg/m ²		
Beschreibung:	Typ	Dicke/cm	Rohdichte in kg/m ³	m' in kg/m ²	RDK		
Beton 2400	1	25	2400	600,00		1	n
						2	n
						3	n
						4	n
Vorsatzschalen:	nein	1	25	m' ges. = 600,00			
Berechnungsformel für R _w : (13) nach DIN 4109-32				R _w = 63,6 dB			
elast. Trennung:							
s' =							MN/m ³

3. Luftschalldämmung der Trennwand:
Entkopplungen: n = 1 K_E = 0 dB R_{w,KE} = 63,6 dB

Flankenbauteile:		d	ρ	Putz o. zus. Masse	m'	Typ	Stoßst.	R _w	el. Tr.	VS
Senderraum:		(cm)	(kg/m ³)	(kg/m ²)	(kg/m ²)			(dB)		
1	Wand 1 Stb 2.4	20,0	2400		480	1	T	60,7	n	n
2	Wand 2 GK-Wand					5	T		n	n
3	Decke HoBo					5	D		n	n
4	Fußboden Stb 2.4	30,0	2400		720	1	T	66,1	n	j
Empfangsraum:										
1	Wand 1 Stb 2.4	20,0	2400		480	1	T	60,7	n	n
2	Wand 2 GK-Wand					5	T		n	n
3	Decke HoBo					5	D		n	n
4	Fußboden Stb 2.4	30,0	2400		720	1	T	66,1	n	n

Geometrische Situation		maßg. Längen der Flanken		Versatz zwischen SR und ER				Kopplungs-länge	
		Länge SR	Länge ER	x-Eingabe	+Δ (≥ 0,5m)	ohne Versatz	-Δ (≥ 0,5m)		
	Flanke 1 SR			Flanke 1	x			3,00	m
	Flanke 1 ER			Flanke 2	x			3,00	m
	Flanke 2 SR			Flanke 3	x			5,00	m
	Flanke 2 ER			Flanke 4	x			5,00	m
	Volumen SR	Volumen ER	gemeinsame Trennwandhöhe:		3,00 m				
		gem. Trennwandlänge Länge 0:		5,00 m					
		gemeinsame Trennwandfläche S:		15,00 m ²					

6. Vorsatzschalen bzw. Anforderung Norm-Schallpegeldifferenz:

1							
2							
3	bew. Norm-Schallpegeldifferenz De:			D _{n,f,w} =	61,0	dB	SR
4	Vorsatzschale Fußboden SR:						
1							ER
2							
3							
4							

7. Ergebnis: R'_w = 59,1 dB	Anforderung: R'_w - 2 dB ≥ erf. R'_w = 57,0 dB	R'_w-2 dB = 57,1 dB
(informativ: D' _{nT,w} = R' _w - 2dB + 10lg(0,32*V _{ER} /S))		Anforderung erfüllt !
D' _{nT,w} (SR-ER) = #ZAHL!	D' _{nT,w} (ER-SR) = #ZAHL!	

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

**Anlage
6.2**

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin



Bauteil: Aufzugsschachtwand/Treppenraumwand

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01+DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderungen: Bewertetes Schalldämm-Maß: **erf. $R'_w \geq 57$ dB**

Tabelle: Eingangsdaten zur Bestimmung $R_{ij,w}$

Bezeichnung		$R_{i,w}/2$ dB	$R_{j,w}/2$ dB	R_w bzw. $D_{n,f,w}$ dB	K_{ij} bzw. $10\lg(S_S/A_0)$ dB	$10\lg(S/I)$ bzw. $10\lg(I_{Lab}/I_f)$ dB	$\Delta R'_w$ dB	$R_{ij,w}$ dB	Anteil %
Trennbauteil	$R_{,Dd}$	31,8	31,8	63,6			0,0	63,6	34,9
	$R_{,1d}$	30,3	31,8	62,1	4,8	7,0	0,0	73,9	3,3
	$R_{,2d}$	-	31,8	-	0,0	7,0	0,0		0,0
	$R_{,3d}$	-	31,8	-	0,0	4,8	0,0		0,0
	$R_{,4d}$	33,0	31,8	64,9	4,7	4,8	0,0	74,4	3,0
Flanke 1	$R_{,D1}$	31,8	30,3	62,1	4,8	7,0	0,0	73,9	3,3
	$R_{,11}$	30,3	30,3	60,7	7,1	7,0	0,0	74,8	2,7
Flanke 2	$R_{,D2}$	31,8	-	-	0,0	7,0	0,0		0,0
	$R_{,22}$	-	-	-	1,8	-0,3	0,0		0,0
Flanke 3	$R_{,D3}$	31,8	-	-	0,0	4,8	0,0		0,0
	$R_{,33}$	-	-	61,0	1,8	-0,5	0,0	62,3	47,6
Flanke 4	$R_{,D4}$	31,8	33,0	64,9	4,7	4,8	0,0	74,4	3,0
	$R_{,44}$	33,0	33,0	66,1	4,6	4,8	0,0	75,5	2,3

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

Anlage
7.1

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin

ISRW



Bauteil: Trennwände Büro Standard

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01+DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderung: Bewertetes Schalldämm-Maß: **erf. $R'_w \geq 42$ dB**

Konstruktion Trennbauteil		Flanke 3		Flanke 4		Flanke	el. Trennung
		Beschreibung:	Typ	Dicke/cm	Rohdichte in kg/m^3		
GK-Ständerw. 52 dB (Prüfw.)		6		0		1	n
						2	n
						3	n
						4	n
Vorsatzschalen: nein		6		0	$m'_{ges.} =$	0,00	
Berechnungsformel für R_w : keine->DIN-Angabe oder Wert aus Prüfzeugnis						$R_w = 52,0$ dB	
elast. Trennung:							
$s' =$						MN/m ³	

3. Luftschalldämmung der Trennwand:
Entkopplungen: $n = 0$ $K_E = 0$ dB $R_{w,KE} = 52,0$ dB

Flankenbauteile:		d	ρ	Putz o. zus. Masse	m'	Typ	Stoßst.	R_w	el. Tr.	VS
Senderraum:		(cm)	(kg/m ³)	(kg/m ²)	(kg/m ²)			(dB)		
1	Wand 1	GK-Wand				5	T		n	n
2	Wand 2	GK-Wand				5	T		n	n
3	Decke	DoBo				5	D		n	n
4	Fußboden	HoBo				5	D		n	n
Empfangsraum:										
1	Wand 1	GK-Wand				5	T		n	n
2	Wand 2	GK-Wand				5	T		n	n
3	Decke	DoBo				5	D		n	n
4	Fußboden	HoBo				5	D		n	n

Geometrische Situation		maßg. Längen der Flanken		Versatz zwischen SR und ER				Kopplungs-länge	
		Länge SR	Länge ER	x-Eingabe	$+\Delta (\geq 0,5m)$	ohne Versatz	$-\Delta (\geq 0,5m)$		
				Flanke 1		x		3,00	m
				Flanke 2		x		3,00	m
				Flanke 3		x		4,50	m
				Flanke 4		x		4,50	m
		Volumen SR	Volumen ER	gemeinsame Trennwandhöhe:		3,00 m			
		gem. Trennwandlänge Länge 0:		4,50 m					
		gemeinsame Trennwandfläche S:		13,50		m ²			

6. Vorsatzschalen bzw. Anforderung Norm-Schallpegeldifferenz:

1								
2								
3	bew. Norm-Schallpegeldifferenz D_e :			$D_{n,f,w} =$	50,0	dB		SR
4	bew. Norm-Schallpegeldifferenz F_b :			$D_{n,f,w} =$	57,0	dB		
1								ER
2								
3								
4								

7. Ergebnis: $R'_w = 48,2$ dB	Anforderung: $R'_w - 2$ dB \geq erf. $R'_w = 42,0$ dB	$R'_w - 2$ dB = 46,2 dB
(informativ: $D'_{nT,w} = R'_w - 2$ dB + $10 \lg(0,32 \cdot V_{ER}/S)$)		Anforderung erfüllt !
$D'_{nT,w} (SR-ER) =$ #ZAHL!	$D'_{nT,w} (ER-SR) =$ #ZAHL!	

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

**Anlage
7.2**

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin



Bauteil: Trennwände Büro Standard

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01+DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderungen: Bewertetes Schalldämm-Maß: **erf. $R'_w \geq 42$ dB**

Tabelle: Eingangsdaten zur Bestimmung $R_{ij,w}$

Bezeichnung		$R_{i,w}/2$ dB	$R_{j,w}/2$ dB	R_w bzw. $D_{n,f,w}$ dB	K_{ij} bzw. $10\lg(S_S/A_0)$ dB	$10\lg(S/I)$ bzw. $10\lg(I_{Lab}/I_f)$ dB	$\Delta R'_w$ dB	$R_{ij,w}$ dB	Anteil %
Trennbauteil	$R_{,Dd}$	26,0	26,0	52,0			0,0	52,0	41,5
	$R_{,1d}$	-	-	-	0,0	6,5	0,0		0,0
	$R_{,2d}$	-	-	-	0,0	6,5	0,0		0,0
	$R_{,3d}$	-	-	-	0,0	4,8	0,0		0,0
	$R_{,4d}$	-	-	-	0,0	4,8	0,0		0,0
Flanke 1	$R_{,D1}$	-	-	-	0,0	6,5	0,0		0,0
	$R_{,11}$	-	-	-	1,3	-0,3	0,0		0,0
Flanke 2	$R_{,D2}$	-	-	-	0,0	6,5	0,0		0,0
	$R_{,22}$	-	-	-	1,3	-0,3	0,0		0,0
Flanke 3	$R_{,D3}$	-	-	-	0,0	4,8	0,0		0,0
	$R_{,33}$	-	-	50,0	1,3	0,0	0,0	51,3	48,7
Flanke 4	$R_{,D4}$	-	-	-	0,0	4,8	0,0		0,0
	$R_{,44}$	-	-	57,0	1,3	0,0	0,0	58,3	9,7

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

Anlage
8.1

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin

ISRW



Bauteil: Trennwände Büros hohe Vertraulichkeit

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01+DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderung: Bewertetes Schalldämm-Maß: **erf. $R'_w \geq 50$ dB**

2. Konstruktion Trennbauteil						Flanke	el. Trennung
Flanke 3	Flanke 4						
Beschreibung:	Typ	Dicke/cm	Rohdichte in kg/m ³	m' in kg/m ²	RDK		
GK-Ständerw. 56 dB (Prüfw.)	6		0			1	n
						2	n
						3	n
						4	n
Vorsatzschalen:	nein	6	0	$m'_{ges.} =$	0,00		
Berechnungsformel für R_w : keine->DIN-Angabe oder Wert aus Prüfzeugnis						$R_w = 56,0$ dB	
elast. Trennung:							
$s' =$							MN/m ³

3. Luftschalldämmung der Trennwand:
Entkopplungen: $n = 0$ $K_E = 0$ dB $R_{w,KE} = 56,0$ dB

4. Flankenbauteile:		d	ρ	Putz o. zus. Masse	m'	Typ	Stoßst.	R_w	el. Tr.	VS
Senderraum:		(cm)	(kg/m ³)	(kg/m ²)	(kg/m ²)			(dB)		
1	Wand 1	GK-Wand				5	T		n	n
2	Wand 2	GK-Wand				5	T		n	n
3	Decke	DoBo				5	D		n	n
4	Fußboden	HoBo				5	D		n	n
Empfangsraum:										
1	Wand 1	GK-Wand				5	T		n	n
2	Wand 2	GK-Wand				5	T		n	n
3	Decke	DoBo				5	D		n	n
4	Fußboden	HoBo				5	D		n	n

5. Geometrische Situation		maßg. Längen der Flanken		Versatz zwischen SR und ER				Kopplungs-länge		
		Länge SR	Länge ER	x-Eingabe	$+\Delta (\geq 0,5m)$	ohne Versatz	$-\Delta (\geq 0,5m)$			
				Flanke 1		x		3,00	m	
				Flanke 2		x		3,00	m	
				Flanke 3		x			4,50	m
				Flanke 4		x			4,50	m
		Volumen SR	Volumen ER	gemeinsame Trennwandhöhe:				3,00 m		
		gem. Trennwandlänge Länge 0:				4,50 m				
		gemeinsame Trennwandfläche S:				13,50	m ²			

6. Vorsatzschalen bzw. Anforderung Norm-Schallpegeldifferenz:

1									
2									
3	bew. Norm-Schallpegeldifferenz D_e :				$D_{n,f,w} =$	60,0	dB		SR
4	bew. Norm-Schallpegeldifferenz F_b :				$D_{n,f,w} =$	57,0	dB		
1									ER
2									
3									
4									

7. Ergebnis: $R'_w = 53,3$ dB	Anforderung: $R'_w - 2$ dB \geq erf. $R'_w = 50,0$ dB	$R'_w - 2$ dB = 51,3 dB
(informativ: $D'_{nT,w} = R'_w - 2$ dB + $10 \lg(0,32 \cdot V_{ER}/S)$)		Anforderung erfüllt !
$D'_{nT,w} (SR-ER) =$ #ZAHL!	$D'_{nT,w} (ER-SR) =$ #ZAHL!	

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

**Anlage
8.2**

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin



Bauteil: Trennwände Büros hohe Vertraulichkeit

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01+DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderungen: Bewertetes Schalldämm-Maß: **erf. $R'_w \geq 50$ dB**

Tabelle: Eingangsdaten zur Bestimmung $R_{ij,w}$

Bezeichnung		$R_{i,w}/2$ dB	$R_{j,w}/2$ dB	R_w bzw. $D_{n,f,w}$ dB	K_{ij} bzw. $10\lg(S_S/A_0)$ dB	$10\lg(S/l)$ bzw. $10\lg(I_{Lab}/I_f)$ dB	$\Delta R'_w$ dB	$R_{ij,w}$ dB	Anteil %
Trennbauteil	$R_{,Dd}$	28,0	28,0	56,0			0,0	56,0	53,1
	$R_{,1d}$	-	-	-	0,0	6,5	0,0		0,0
	$R_{,2d}$	-	-	-	0,0	6,5	0,0		0,0
	$R_{,3d}$	-	-	-	0,0	4,8	0,0		0,0
	$R_{,4d}$	-	-	-	0,0	4,8	0,0		0,0
Flanke 1	$R_{,D1}$	-	-	-	0,0	6,5	0,0		0,0
	$R_{,11}$	-	-	-	1,3	-0,3	0,0		0,0
Flanke 2	$R_{,D2}$	-	-	-	0,0	6,5	0,0		0,0
	$R_{,22}$	-	-	-	1,3	-0,3	0,0		0,0
Flanke 3	$R_{,D3}$	-	-	-	0,0	4,8	0,0		0,0
	$R_{,33}$	-	-	60,0	1,3	0,0	0,0	61,3	15,7
Flanke 4	$R_{,D4}$	-	-	-	0,0	4,8	0,0		0,0
	$R_{,44}$	-	-	57,0	1,3	0,0	0,0	58,3	31,2

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

Anlage

9 .1

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin

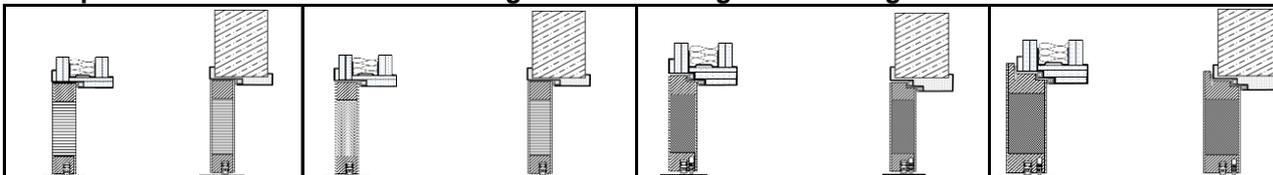


Bauteil: Tür 32 dB

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01 + DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderung: Bewertetes Bau-Schalldämmmaß: erf. $R_w \geq 32 \text{ dB}$ *)

2. Exemplarische Situation zur Einbindung und Ausbildung der Türanlage:



X

geprüfte Türanlage (Türblatt, Zarge, Beschläge, Dichtungen) mit ausgewiesenem Prüfwert $R_{w,P} \geq 37 \text{ dB}$

Prüfung der Türanlage im Prüflabor nach DIN EN ISO 10140

*) das erf. R_w ist am Bau im betriebsfertigen Zustand mindestens einzuhalten

3. Ausführungsmerkmale nach VDI 3728:2012-03 - Tabelle 14 (hinweislich)

Türsystem

$R_{w,P}$ des funktionsfähig eingebauten Gesamtsystems im bauakustischen Prüfstand $\geq 37 \text{ dB}$

Zarge:

zweiseitige dauerelastische Abdichtung zum Baukörper

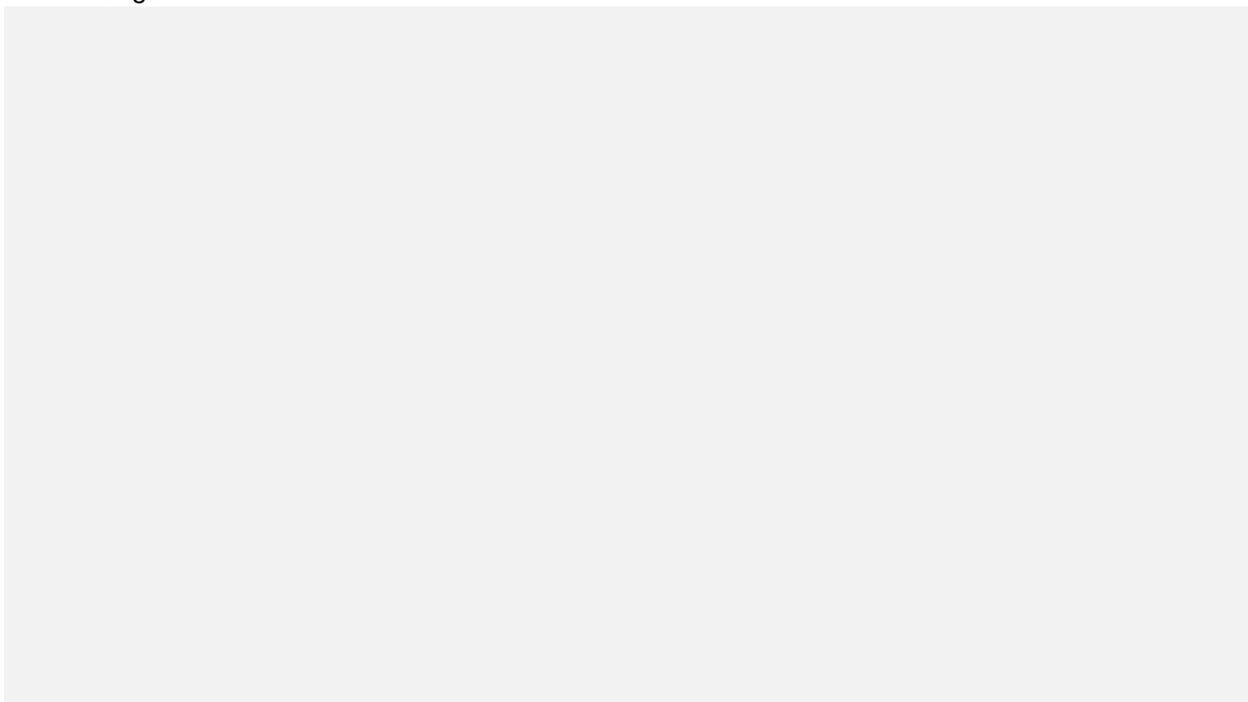
mindestens eine schalltechnisch wirksame Dichtung in der Zarge

ergänzender Hinweis:

Boden:

Bodenbelag getrennt, Auflaufdichtung, Absenk- oder Magnetdichtung.

4. Anmerkungen:



5.	Prüfstandswert $R_{w,P} \geq 37,0 \text{ dB}$	Anforderung: $R_{w,P} - 5 \text{ dB} \geq \text{erf. } R_w = 32 \text{ dB}$	$37 \text{ dB} - 5 \text{ dB} = 32 \text{ dB}$
	Sicherheitsbeiwert nach DIN 4109-2:2016-07, Ziffer 5.3.3: $u_{\text{prog}} = 5 \text{ dB}$		Anforderung erfüllt !

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

Anlage

10 .1

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin

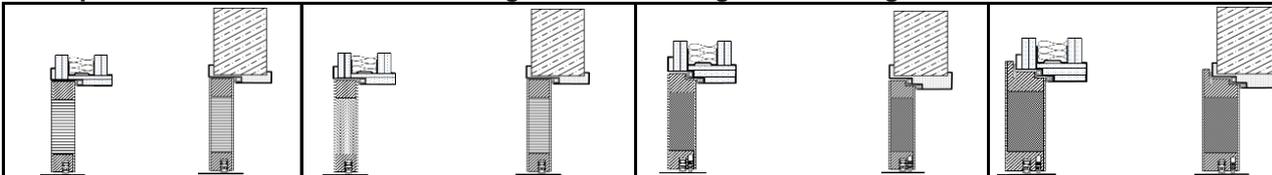


Bauteil: Tür 37 dB

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01 + DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderung: Bewertetes Bau-Schalldämmmaß: erf. $R_w \geq 37 \text{ dB}$ *)

2. Exemplarische Situation zur Einbindung und Ausbildung der Türanlage:



geprüfte Türanlage (Türblatt, Zarge, Beschläge, Dichtungen) mit ausgewiesenem Prüfwert $R_{w,P} \geq 42 \text{ dB}$

Prüfung der Türanlage im Prüflabor nach DIN EN ISO 10140

*) das erf. R_w ist am Bau im betriebsfertigen Zustand mindestens einzuhalten

3. Ausführungsmerkmale nach VDI 3728:2012-03 - Tabelle 14 (hinweislich)

Türsystem

$R_{w,P}$ des funktionsfähig eingebauten Gesamtsystems im bauakustischen Prüfstand $\geq 42 \text{ dB}$

Zarge:

zweiseitige dauerelastische Abdichtung zum Baukörper

mindestens zwei schalltechnisch wirksame Dichtungen in der Zarge

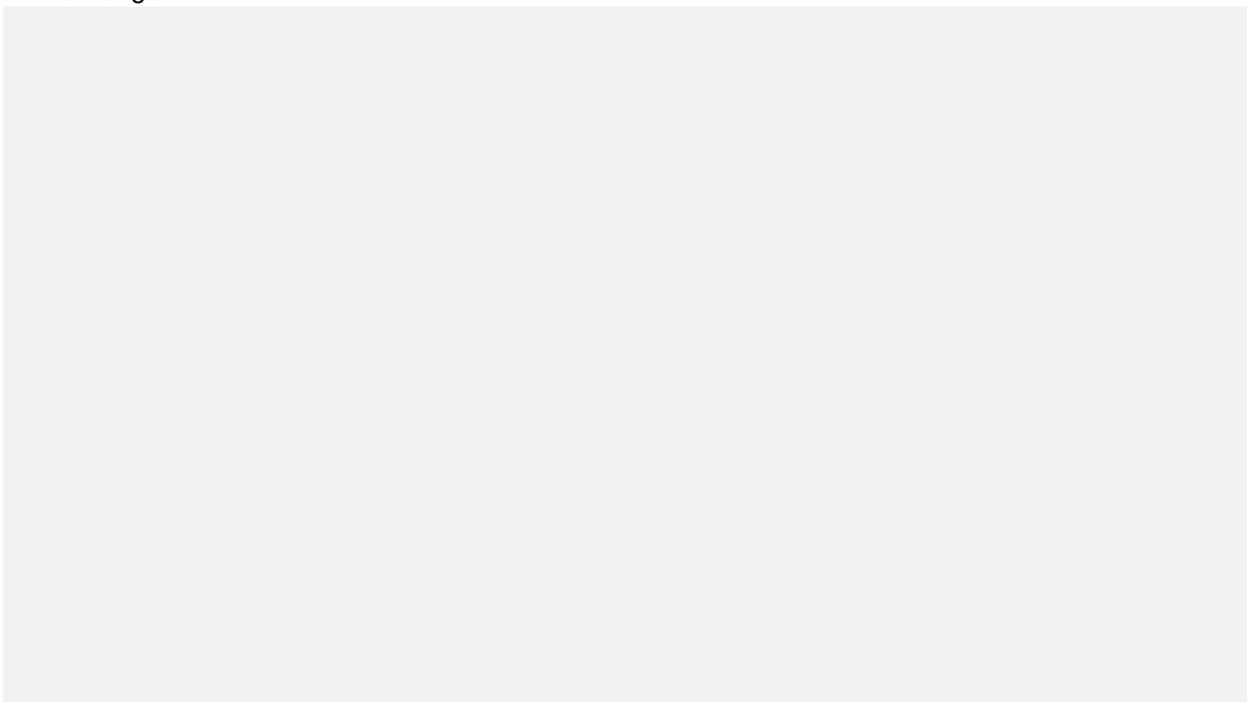
ergänzender Hinweis:

Boden:

Doppeltes hochwertiges Bodendichtungssystem

z.B. Auflaufdichtung in Verbindung mit einer Absenkdichtung

4. Anmerkungen:



5.	Prüfstandswert $R_{w,P} \geq 42,0 \text{ dB}$	Anforderung: $R_{w,P} - 5 \text{ dB} \geq \text{erf. } R_w = 37 \text{ dB}$	42 dB - 5 dB = 37 dB
	Sicherheitsbeiwert nach DIN 4109-2:2016-07, Ziffer 5.3.3: $u_{\text{prog}} = 5 \text{ dB}$		Anforderung erfüllt !

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

Anlage

11 .1

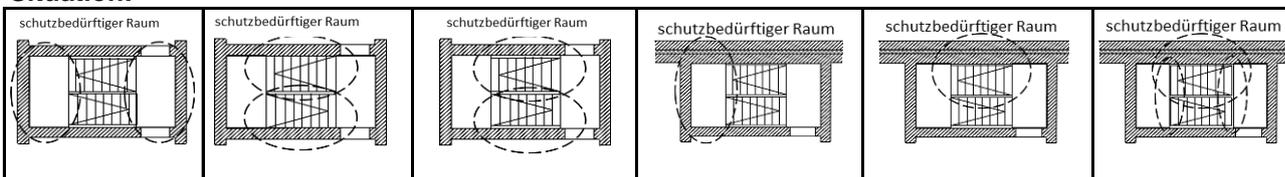
Projekt: Emil Molt Schule
Berlin

ISRW


Bauteil: Treppenlauf

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01 +DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderung: Bewerteter Norm-Trittschallpegel: erf. $L'_{n,w} \leq 53$ dB

2. Situation:


X

 Treppenlauf (≥ 12 cm Stahlbeton), abgesetzt von einschaliger, biegesteifer Treppenraumwand

$L'_{n,w} = 64,0 \text{ dB}$

$L_{n,eq,0,w} = 60,0 \text{ dB}$

zusätzliche Maßnahme erforderlich: erf. $\Delta L_w \geq 10,0$ dB
3. Verbesserungsmaßnahmen zum Trittschallschutz

	Beschreibung:	Typ	Dicke / cm	Rohdichte in kg/m ³	m' in kg/m ²	ΔL_w in dB bzw. s' in MN/m ³
Maßnahme	elast.Podestlagerung $\Delta L_w=20$ dB	7				20
Massivkonstr.	Stahlbeton ≥ 2400 kg/m ³	1	20	2400	480,00	
				massiv m'_{ges.} =	480,00	

 bew. Trittschallminderung: $\Delta L_w = 20,0$ dB

4. Angrenzender schutzbedürftiger Empfangsraum:

Bezeichnung	Volumen
	m ³

5. Zusätzliche Anmerkungen:

- Bei Verwendung elastischer Lager ist auf geprüfte Konstruktionen abzustellen, die für die jeweiligen Belastungen geeignete Trittschallminderungen ausweisen.
- Schwimmende Estriche dürfen insbesondere auch im Randfugenbereich und zur Sockelleiste keine Körperschallbrücke aufweisen.
- Werden statt Massivkonstruktionen für die Treppenanlage Leichtbau-Treppenanlagen vorgesehen, ist ein Eignungsnachweis zum geforderten Trittschallschutz zu erbringen:
 - a) Systemprodukt mit Prüfnachweis für die gegebenen Einbaubedingungen und / oder
 - b) Messtechnische Prüfung im Rahmen der Ausführung
 Generell sind alle Befestigungs- und Auflagerpositionen körperschallmindernd auszubilden.

7. Ergebnis: $L'_{n,w} = 40,0$ dB Anforderung: $L'_{n,w} + 3$ dB \leq erf. $L'_{n,w} = 53$ dB
(informativ: $L'_{n,T,w} = L'_{n,w} + u_{\text{prog.}} - 10 \lg(0,032 \cdot V_E)$) $L'_{n,T,w} = \text{\#ZAHL!}$ $L'_{n,w} + 3$ dB = 43,0 dB**Anforderung erfüllt !**

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin

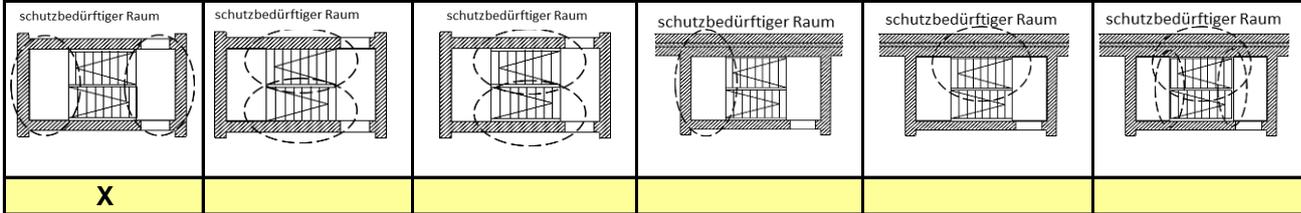


Bauteil: Treppenpodest

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01 +DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderung: Bewerteter Norm-Trittschallpegel: erf. $L'_{n,w} \leq 53$ dB

2. Situation:



Treppenpodest (≥ 12 cm Stahlbeton), fest verbunden mit einschaliger, biegesteifer Treppenraumwand (flächenbezogene Masse ≥ 380 kg/m²)

$L'_{n,w} = 67,0$ dB $L_{n,eq,0,w} = 63,0$ dB zusätzliche Maßnahme erforderlich: erf. $\Delta L_w \geq 13,0$ dB

3. Verbesserungsmaßnahmen zum Trittschallschutz

	Beschreibung:	Typ	Dicke / cm	Rohdichte in kg/m ³	m' in kg/m ²	ΔL_w in dB bzw. s' in MN/m ³
Maßnahme	Zementestrich	4	5	2000	100	
	TS-Dämmung s'=50 MN/m ³	8				50
Massivkonstr.	Stahlbeton ≥ 2400 kg/m ³	1	25	2400	600,00	
				massiv m' ges.=	600,00	

bew. Trittschallminderung: $\Delta L_w = 22,7$ dB

4. Angrenzender schutzbedürftiger Empfangsraum:

Bezeichnung	Volumen
	m ³

5. Zusätzliche Anmerkungen:

- Bei Verwendung elastischer Lager ist auf geprüfte Konstruktionen abzustellen, die für die jeweiligen Belastungen geeignete Trittschallminderungen ausweisen.
- Schwimmende Estriche dürfen insbesondere auch im Randfugenbereich und zur Sockelleiste keine Körperschallbrücke aufweisen.
- Werden statt Massivkonstruktionen für die Treppenanlage Leichtbau-Treppenanlagen vorgesehen, ist ein Eignungsnachweis zum geforderten Trittschallschutz zu erbringen:
 - a) Systemprodukt mit Prüfnachweis für die gegebenen Einbaubedingungen und / oder
 - b) Messtechnische Prüfung im Rahmen der Ausführung
 Generell sind alle Befestigungs- und Auflagerpositionen körperschallmindernd auszubilden.

7. Ergebnis: $L'_{n,w} = 40,3$ dB Anforderung: $L'_{n,w} + 3$ dB \leq erf. $L'_{n,w} = 53$ dB

(informativ: $L'_{n,T,w} = L'_{n,w} + u_{prog.} - 10 \lg(0,032 \cdot V_E)$)

$L'_{n,T,w} = \text{\#ZAHL!}$

**$L'_{n,w} + 3$ dB = 43,3 dB
Anforderung erfüllt !**

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin



Bauteil: Fassade

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01 + DIN 4109-31-36:2016-07

1. Raumart nach Tabelle 7: Unterrichtsraum oder ähnlich

2.	Maßgeblicher Außenlärmpegel:	Anzahl Fassadenbereiche (auch ggf.Dach):			1
		Fassadenbereich 1			
	Grundlage	Lr,T	Lr,N		
	1 Straßenverkehr berechnet	62,6 dB			
	$L_{MAP} = 65,6 \text{ dB}$		K_{LPB}	-	-
	Fläche je Fassadenbereich $S_{s,i}$:	33,60 m ²			
	Raumgrundfläche S_G :	29,40 m ²	Raumvolumen V_E :		

3. Anforderung nach Ziffer 7.2: Bewertetes Schalldämm-Maß: erf. $R'_{w,ges.} \geq 35,6 \text{ dB}$

Korrekturfaktor $K_{AL} = 1,5 \text{ dB}$ erf. $R'_{w,ges.} + K_{AL} = 37,1 \text{ dB}$ (weiter mit Ziffern 4+9)

4.	Konstruktion Fassade:						
	Beschreibung:	Typ	Dicke / cm	Rohdichte in kg/m ³	m' in kg/m ²	s' in MN/m ⁴	Rw
	Bekleidung						
	trag. Fassade						
	Vorsatzschale						
		Leichtbaufassade Holz	4				46
		Vorsatzschale: keine	4	0	trag.Schale m' ges. = 0,0 kg/m ²		
				Rechengewicht	Wand ges. m' ges. = 0,0 kg/m ²		
		Berechnungsformel für R_w : Prüfwert				$R_{s,w} = 46,0 \text{ dB}$	

5. Schalldämmung der Außenwand: $R_{Dd,w} = 46,0 \text{ dB}$

6.	Flankenbauteile: (i.d.R. nur ab erf. $R'_{w,ges.} + K_{AL} > 40 \text{ dB}$ erforderlich):										
			d (cm)	ρ (kg/m ³)	Putz (kg/m ²)	m' (kg/m ²)	Typ	Stoßst.	R_w (dB)	el. Tr.	VS
	Außenbereich:										
	Außenflanke 1(W1)	Fassade(s.o.)				0	10	T	46,0	n	n
	Außenflanke 2(W2)	Fassade(s.o.)				0	10	T	46,0	n	n
	Außenflanke 3(De)	Fassade(s.o.)				0	10	T	46,0	n	j
	Außenflanke 4(Fb)	Fassade(s.o.)				0	10	T	46,0	n	n
	Empfangsraum:										
	Wand 1	GK-Wand					5	T		n	n
	Wand 2	GK-Wand					5	T		n	n
Decke	Stb 2.4	8,0	2400		192	1	T	48,4	n	j	
Fußboden	Stb 2.4	22,5	2400		540	1	T	62,2	n	j	

7.	Geometrie:		maßg. Länge der Fassadenflanken				Versatz zwischen Außen und ER				Kopplungs-länge	
			Länge 1 Fa	Länge 2 ER	x-Eingabe	+Δ (≥ 0,5 m)	ohne Versatz	-Δ (≥ 0,5 m)				
					Flanke 1			x	3,00	m		
					Flanke 2			x	3,00	m		
					Flanke 3			x	11,20	m		
					Flanke 4			x	11,20	m		
			Volumen ER		gemeinsame Länge:		gemeinsame Höhe:					
			0,00 m ³		11,20 m		3,00 m					
					Vertikale Fassadenfläche S:		33,60		m ²			

8.	Vorsatzschalen:									
1										
2										
3	Vorsatzschale Decke ER: 2xGK / ≥ 40 mm Mf / dl ≥ 6 cm									
4	Vorsatzschale Fußboden ER: ZE ≥ 4,5cm / s' ≤ 30 MN/m ³									

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

Anlage
13 .2

Rechenwerte ohne 2 dB Vorwegabzug

9. Bauteile in der Fassade:

Fassadenelement	Typ	Fassadenbereich 1						
1	Hauptfassade nach Ziffer 4	Fläche:	25,60 m ²					
		R' _w =	46,0 dB					
2	Fenster / Fenstertür	2	Fläche:	1,60000 m ²				
			Rw =	34,0 dB				
			Anzahl:	5				
			Fläche ges.:	8,00000 m ²				
3								
4								
5								
6								
Bauteile in der Fassade:		Fassadenbereich 1						
Hauptfassade nach Ziffer 4		Re,w=	47,2 dB					
Fenster / Fenstertür		Re,w=	40,2 dB					
		R' _{w,ges} =	39,4 dB					
		K _{LPB} =	-					
		Re,w,i=	39,4 dB					
		R' _{w,ges} = 39,4 dB						

7.	Ergebnis: R' _{w,ges} = 39,4 dB	Anforderung: R' _{w,ges} - 2 dB ≥ erf. R' _w = 37,1 dB	R' _{w,ges} - 2 dB = 37,4 dB
	(informativ: D' _{nT,w} = R' _w - 2dB + 10lg(0,32 * V _{ER} /S _S))		Anforderung erfüllt !
	D' _{nT,w} (Außen-ER) = #ZAHL!		

RECHNERISCHER NACHWEIS "SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU"

**Anlage
13 .3**

Projekt: Emil Molt Schule
Berlin



Bauteil: Fassade

Nachweis nach: DIN 4109-1+2:2018-01 + DIN 4109-31-36:2016-07

1. Anforderungen: Bewertetes Schalldämm-Maß: **erf. $R'_w \geq 37$ dB**

Tabelle: Eingangsdaten zur Bestimmung $R_{ij,w}$

Bezeichnung		$R_{i,w/2}$ dB	$R_{j,w/2}$ dB	R_w bzw. $D_{n,f,w}$ dB	K_{ij} bzw. $10\lg(S_S/A_0)$ dB	$10\lg(S/l)$ bzw. $10\lg(I_{Lab}/I_f)$ dB	$\Delta R'_w$ dB	$R_{ij,w}$ dB	Anteil %
Trennbauteil	$R_{,Dd}$	23,0	23,0	46,0			0,0	46,0	100,0
	$R_{,1d}$	23,0	-	-	-	-	-		0,0
	$R_{,2d}$	23,0	-	-	-	-	-		0,0
	$R_{,3d}$	23,0	-	-	-	-	-		0,0
	$R_{,4d}$	23,0	-	-	-	-	-		0,0
Flanke 1	$R_{,D1}$	-	-	-	-	-	-		0,0
	$R_{,11}$	23,0	-	-	-	-	-		0,0
Flanke 2	$R_{,D2}$	-	-	-	-	-	-		0,0
	$R_{,22}$	23,0	-	-	-	-	-		0,0
Flanke 3	$R_{,D3}$	-	24,2	-	-	-	-		0,0
	$R_{,33}$	23,0	24,2	-	-	-	-		0,0
Flanke 4	$R_{,D4}$	-	31,1	-	-	-	-		0,0
	$R_{,44}$	23,0	31,1	-	-	-	-		0,0