

Schallschutz nach DIN 4109

Projektnummer: 26-039

Bauvorhaben: Erweiterung der vorh. Grundschule Stadtfeldmark
Poolweg 18, 49525 Lengerich

Bauherr: Stadt Lengerich
Tecklenburger Str. 2/4, 49525 Lengerich

Bauphysik: Ingenieurbüro A. Hoffmeier GmbH - Dipl.-Ing. Daniel Oberhaus
Wechter Mark 21, 49525 Lengerich
Tel.: 05482-926228
E-Mail: info@ib-hoffmeier.de

Entwurfsverfasser: Kathrin Scherff
Mäscher 1, 49186 Bad Iburg
Tel.: 05403-3212084
E-Mail: kathrin@scherff-architektur.de

Inhaltsverzeichnis

TB	Titelblatt	1
	Inhalt	2
S0	Vorbemerkungen	3
S1	Trennende Innenbauteile	8
S2	Skizze Erdgeschossdecke	36
SU	Unterschrift	37

0.1 Vorbemerkungen

0.1.1 Grundlagen und Aufgabenstellung

Das nachzuweisende Gebäude ist ein Erweiterungsbau einer Grundschule.

Hier befinden sich im Erd- und Obergeschoss je zwei Unterrichtsräume bei denen Anforderungen an den Schallschutz gelten.

Außerdem gibt es in den beiden Geschossen je einen und im Dachgeschoss zwei Multiräume. Diese Multiräume sind Räumlichkeiten der Offenen Ganztagschule (OGS). Innerhalb dieser Räume sind Aufgrund der Art des Bildungsangebotes höhere Geräuscentwicklungen zu erwarten. Da der reine Grundschulbetrieb und der Betrieb der OGS zu unterschiedlichen Zeiten stattfinden, ist mit dem Auftraggeber vereinbart worden, dass hier keine Anforderungen an den Schallschutz der Multiräume selbst und der Multiräume zu den Unterrichtsräumen gestellt werden.

Im Dachgeschoss befindet sich ein Technikraum. Zusätzlich wird ein Treppenhaus hergestellt in dessen Kern sich eine Aufzuganlage befindet.

Es wird der öffentlich-rechtlich geschuldete Schallschutz nach DIN 4109-1:2018 nachgewiesen. Bei diesem Schallschutzniveau kann nicht erwartet werden, dass Geräusche aus fremden Arbeitsräumen oder von außen nicht mehr wahrgenommen werden. Dies erfordert gegenseitige Rücksichtnahme durch Vermeidung unnötigen Lärms. Die Anforderungen setzen voraus, dass in benachbarten Räumen keine ungewöhnlich starken Geräusche verursacht werden.

Ein Nachweis des Mindest-Außenlärmschutzes ist laut Auftraggeber nicht erforderlich.

Grundlage sind die Pläne des Architekturbüros Ludtmann + Möller vom 25.06.2026.

0.1.2 Schallschutz zur internen Bereichstrennung

Das Gebäude besitzt insgesamt 3 Geschosse (EG, OG und DG) ohne einen Keller. Das Gebäude wird in schwerer Massivbauweise errichtet.

Die Gründung erfolgt auf einer Stahlbeton-Flachgründung. Sämtliche Geschossdecken bestehen aus Stahlbeton. Das Steildach wird als Holz-Pfettendach errichtet.

Die Außenwände sind zweischalig mit einer Kerndämmung und einer Klinker-Vormauerschale. Das tragende Hintermauerwerk und sämtliche Innenwände werden i.d.R. aus Kalksandstein, $\rho \geq 1.800 \text{ kg/m}^3$, Dünnbettmörtel errichtet, und erhalten ein-/beidseitig 10mm Innenputz. Die Wände zwischen den Unterrichtsräumen und dem Treppenhaus werden aus Kalksandstein, $\rho \geq 2.200 \text{ kg/m}^3$, Dünnbettmörtel errichtet, und erhalten ein-/beidseitig 10mm Innenputz.

0.1.2.1 Wände

Treppenraumwand im EG und OG

Die Trennwand wird aus 175mm KS $\rho \geq 2.200 \text{ kg/m}^3$ errichtet.

Trennwand im EG und OG zwischen Klassenräumen

Die Trennwand wird aus 175mm KS $\rho \geq 1.800 \text{ kg/m}^3$ errichtet.

Treppenraumwand bzgl. Aufzug

Die Trennwand wird aus 175mm KS $\rho \geq 2.200 \text{ kg/m}^3$ errichtet.

$$\rightarrow m' = 387,5 \text{ kg/m}^2 \geq 380,0 \text{ kg/m}^2$$

Aufzugschachtwand

Die Schachtwand wird aus 200mm Stahlbeton mit einseitig 10mm Innenputz errichtet.

$$\rightarrow m' = 490,0 \text{ kg/m}^2 \geq 490,0 \text{ kg/m}^2$$

0.1.2.2 Decken

Sohlplatte

Schalltechnisch wirkende Schichten:

65 mm	Zementestrich ($\rho \geq 2.000 \text{ kg/m}^3$, $m' = 130 \text{ kg/m}^2$)
20 mm	Trittschalldämmung ($s'=20 \text{ MN/m}^3$, DES-sg, CP2)
250 mm	Stahlbeton auf Erdreich ($\rho \geq 2.400 \text{ kg/m}^3$, $m' = 600 \text{ kg/m}^2$)

Erdgeschossdecke, Nachweis durch Decke zwischen Klasserräumen

Schalltechnisch wirkende Schichten:

65 mm	Zementestrich ($\rho \geq 2.000 \text{ kg/m}^3$, $m' = 130 \text{ kg/m}^2$)
20 mm	Trittschalldämmung ($s'=20 \text{ MN/m}^3$, DES-sg, CP2)
240 mm	Stahlbeton ($\rho \geq 2.400 \text{ kg/m}^3$, $m' = 576 \text{ kg/m}^2$)

Obergeschossdecke (ohne Nachweis, vergl. mit Erdgeschossdecke)

Schalltechnisch wirkende Schichten:

65 mm	Zementestrich ($\rho \geq 2.000 \text{ kg/m}^3$, $m' = 130 \text{ kg/m}^2$)
20 mm	Trittschalldämmung ($s'=20 \text{ MN/m}^3$, DES-sg, CP2)
240 mm	Stahlbeton ($\rho \geq 2.400 \text{ kg/m}^3$, $m' = 576 \text{ kg/m}^2$)

0.1.2.3 Treppen

Stahlbeton-Podest-Treppe

Hinweis: Nach DIN 4109-1: 2018 gibt es keine Anforderungen an den Trittschallschutz von Betontreppen innerhalb von Schulen. Da die Treppe aber unmittelbar an einer Trennwand zu Klassenräumen liegt, wird eine Anforderung an zul. $L'_{n,w} \leq 53,0 \text{ dB}$, ähnlich zu den Anforderungen eines Bürogebäudes mit dem Bauherren vereinbart.

- Der Antritt der Treppe wird mit einer Schöck Tronsole Typ B von der Bodenplatte schalltechnisch entkoppelt.
- Die An- und Austritte der Treppe an der Erd- bzw. Obergeschossdecke werden mit einer Schöck Tronsole Typ T von der Erdgeschossdecke schalltechnisch entkoppelt.
- Die Auflager der Podeste werden mittels Schöck-Tronsole Typ Z von der Treppenhauswand entkoppelt.
- Der Lauf der Stahlbetontreppe wird mit einer seitlichen Trennlage, z.B. SCHÖCK Tronsole Typ L von der Treppenraumwand entkoppelt.
- Sämtliche Fugen sind insbesondere während der Bauarbeiten frei von Staub und Schmutz zu halten. Der Fußbodenaufbau / Bodenbelag ist im Bereich der Tronsolen zu trennen und mit einer dauerelastischen Fuge zu schließen.
Es sind die Einbauhinweise der Firma Schöck zu beachten.

0.1.2.4 Türen

Türen von Fluren in Klassenräumen

Es ist ein $R_{w,P} \geq 37 \text{ dB}$ der Tür einzuhalten. Hieraus ergibt sich ein vorh. $R_w = 32 \text{ dB}$. Dieser Wert ist durch Herstellernachweise zu bestätigen.

Türen von Klassenräumen wieder in Klassenräume

Es ist ein $R_{w,P} \geq 42 \text{ dB}$ der Tür einzuhalten. Hieraus ergibt sich ein vorh. $R_w = 37 \text{ dB}$. Dieser Wert ist durch Herstellernachweise zu bestätigen.

0.1.2.5 Sanitärinstallation

Festlegung der Anforderungen an Armaturen

Armaturengruppe I nach DIN 4109-01:2018-01, Tabelle 11, Armaturengeräuschpegel L_{ap} für kennzeichnenden Fließdruck oder Durchfluss nach DIN EN ISO 3822-1 bis DIN EN ISO 3822-4:

- Auslaufarmaturen, Geräteanschlussarmaturen, Druckspüler, Spülkästen, Durchflusswassererwärmer, Durchgangsarmaturen, Drosselarmaturen, Druckminderer und Duschköpfe: $L_{ap} \leq 20 \text{ dB(A)}$,
- Auslaufvorrichtungen, die direkt an die Auslaufarmatur angeschlossen werden wie Strahlregler, Durchflussbegrenzer, Kugelgelenke, Rohrbelüfter und Rückflussverhinderer: $L_{ap} \leq 15 \text{ dB(A)}$.

Sanitärinstallationen werden nicht an Wänden zu schutzbedürftigen Räumen installiert.

0.1.2.6 Anlagentechnik im Gebäude

Werden Installationen an Trennwänden zu Klassenräumen angebracht, so hat dies Körperschallentkoppelt zu erfolgen. Die Trennwände dürfen nicht durch Schlitzungen geschwächt werden.

Tabelle 9 — Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel in fremden schutzbedürftigen Räumen, erzeugt von gebäudetechnischen Anlagen und baulich mit dem Gebäude verbundenen Betrieben

Spalte	1	2	3	4
Zeile	Geräuschquellen		Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel dB	
			Wohn- und Schlafräume	Unterrichts- und Arbeitsräume
1	Sanitärtechnik/Wasserinstallationen (Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)		$L_{AF,max,n} \leq 30^{a,b,c}$	$L_{AF,max,n} \leq 35^{a,b,c}$
2	Sonstige hausinterne, fest installierte technische Schallquellen der technischen Ausrüstung, Ver- und Entsorgung sowie Garagenanlagen		$L_{AF,max,n} \leq 30^c$	$L_{AF,max,n} \leq 35^c$
3	Gaststätten einschließlich Küchen, Verkaufsstätten, Betriebe u. Ä.	tags 6 Uhr bis 22 Uhr	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$
4		nachts nach TALärm	$L_r \leq 25$ $L_{AF,max} \leq 35$	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$

^a Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen, die beim Betätigen der Armaturen und Geräte nach Tabelle 11 (Öffnen, Schließen, Umstellen, Unterbrechen) entstehen, sind derzeit nicht zu berücksichtigen.

^b Voraussetzungen zur Erfüllung des zulässigen Schalldruckpegels:

- Die Ausführungsunterlagen müssen die Anforderungen des Schallschutzes berücksichtigen, d. h. zu den Bauteilen müssen die erforderlichen Schallschutznachweise vorliegen;
- außerdem muss die verantwortliche Bauleitung benannt und zu einer Teilabnahme vor Verschließen bzw. Bekleiden der Installation hinzugezogen werden.

^c Abweichend von DIN EN ISO 10052:2010-10, 6.3.3, wird auf Messung in der lautesten Raumecke verzichtet (siehe auch DIN 4109-4).

0.1.2.6 Anlagentechnik außerhalb des Gebäudes

Anforderung Schalleistungspegel von Luft-Wärmepumpen nach BEG EM 3.4.5

Geräuschemissionen:

Luft-Wasser-Wärmepumpen werden nur dann gefördert, wenn die Geräuschemissionen des Außengeräts zumindest 5 dB niedriger liegen als die Geräuschemissionsgrenzwerte für Wärmepumpen in der Europäischen Durchführungsverordnung Nr. 813/2013 (Ökodesign-Verordnung) in der Fassung vom 2. August 2013.

Ab 1. Januar 2026 werden Luft-Wasser-Wärmepumpen nur dann gefördert, wenn die Geräuschemissionen des Außengeräts zumindest 10 dB niedriger liegen als die Geräuschemissionsgrenzwerte für Wärmepumpen in der Europäischen Durchführungsverordnung Nr. 813/2013 (Ökodesign-Verordnung) in der Fassung vom 2. August 2013.

Auszug aus Ökodesign-Verordnung Nr. 813/2013:

3. ANFORDERUNGEN AN DEN SCHALLLEISTUNGSPEGEL

Vom 26. September 2015 an darf der Schalleistungspegel von Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten mit Wärmepumpe folgende Werte nicht überschreiten:

Wärmenennleistung ≤ 6 kW		Wärmenennleistung > 6 kW und ≤ 12 kW		Wärmenennleistung > 12 kW und ≤ 30 kW		Wärmenennleistung > 30 kW und ≤ 70 kW	
Schallleistungspegel (L_{WA}), innen	Schallleistungspegel (L_{WA}), außen	Schallleistungspegel (L_{WA}), innen	Schallleistungspegel (L_{WA}), außen	Schallleistungspegel (L_{WA}), innen	Schallleistungspegel (L_{WA}), außen	Schallleistungspegel (L_{WA}), innen	Schallleistungspegel (L_{WA}), außen
60 dB	65 dB	65 dB	70 dB	70 dB	78 dB	80 dB	88 dB

Auszug aus Montage- und Betriebsanleitung AERO ALM 10-24 S.13

Schalleistungspegel L_{WAeq} nach EN12102 ^{1, 2}

Schalleistungspegel – Nominal ³	56 dB(A)
Schalleistungspegel – Maximal	62 dB(A)
Schallreduzierter Betrieb (Leistungsreduktion)	52 dB(A)

¹ Wird die Verdichterdrehzahl bzw. die Ventilatorumdrehzahl erhöht, erhöht sich auch der Schallpegel.

² Messunsicherheit ± 1,5 dB(A)

³ gemessen nach EHPA-Richtlinie

Achtung!

Nach Montage- und Betriebsanleitung AERO ALM 10-24 S.28 ist der Einsatz von Schalldämmhauben oder anderen Einhausungen des Außengerätes nicht zulässig. Im Falle einer Leckage besteht die Gefahr, dass sich das Kältemittel in dieser Einhausung sammelt und nicht entweichen kann.

Bewertung:

Nennleistung AERO ALM 10-24: 10-24 kW

→ $L_{WAeq, außen, vorh.} = 63,5 \text{ dB(A)} < L_{WA, außen, zul.} \leq 68 \text{ dB(A)} \rightarrow \text{OK}$

Berechnung Schalldruckpegel auf Klassenraumfenster

$L_{WAeq} =$	63,5 dB	
$D_C =$	6 dB (Aufstellung vor einer Wand)	
$S_m =$	2m (vor Fenster)	
$L_{Aeq(sm)} =$	$L_{WAeq} + D_C - 20 \log(s_m) - 11 \text{ dB} =$	52,5 dB
$L_r =$	$L_{Aeq(sm)} + (0) \text{ Zuschläge} =$	52,5 dB

→ erf. $R'w = 25,3 \text{ dB} \rightarrow \text{erf. } R_{w, Fenster} \geq 25 \text{ dB}$

0.1.3 Verwendete Programme:

Dipl.-Ing. M. Hanneforth - DIN4109.EXE Schallschutznachweis im Hochbau Version 12.0g

0.2 Übersicht

0.2.1 Tabellarische Zusammenfassung der Bauteilergebnisse

Bauteile	¹⁾ erf. $D_{n,w}/R'_w$	²⁾ vorh. $D_{n,w}/R'_w$	zul. $L'_{n,w}$	vorh. $L'_{n,w}$	>ÖR<	>ZR<
WAND 1: "Treppenraumwand im EG"	52,0/-	- /52,6	- /-	--	✓	--
WAND 2: "Trennwand im EG zwischen Klassenräumen"	47,0/-	- /51,9	- /-	--	✓	--
WAND 3: "Trennwand im EG zwischen Flur und Klasse"	47,0/-	- /51,7	- /-	--	✓	--
DECKE 1: "Erdgeschossdecke zwischen Klassenräumen"	55,0/-	- /61,7	53,0/-	42,6	✓	--
TREPPE 1: "Antritt auf Sohlplatte"	- /-	- /-	- /53,0	35,0	--	✓
TREPPE 2: "Austritt im Ober- oder Dachgeschoss"	- /-	- /-	- /53,0	34,0	--	✓
TREPPE 3: "Treppenaufleger in Treppenraumwand"	- /-	- /-	- /53,0	39,0	--	✓
TÜR 1: "Klassenraumbür zum Flur"	32,0/-	- /32,0	- /-	--	✓	--
TÜR 2: "Klassenraumbür bei Klassenräumen untereinander"	37,0/-	- /37,0	- /-	--	✓	--
RAUM 1: "Klassenraum"	25,3/-	25,7	- /-	--	✓	--
AUFZUGBAUTEIL 1: "Schachtwand"	- /-	--	- /-	--	✓	--
AUFZUGBAUTEIL 2: "Treppenraumwand"	- /-	--	- /-	--	✓	--

ÖR: Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

ZR: Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

• : Trennbauteil mit Fläche < 10 m²

¹⁾ : Notation "Mindestschallschutz / Erhöhter Schallschutz" (als $D_{n,w}$ oder R'_w)

²⁾ : Notation " $D_{n,w} / R'_w$ ($D_{n,w}$ und R'_w bzw. $R'_{w,ges.}$)

1. Trennende Innenbauteile

1.1 WAND 1:

Treppenraumwand im EG

1.1.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6 ("Schule oder vergleichbare Einrichtung (z.B. Kindertagesstätte)", Zeile 5: "Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenhäusern")

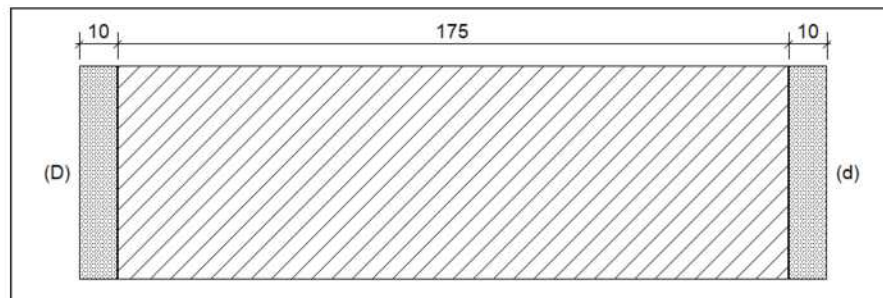
Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

erf. $R'_w \geq 52,0$ dB

1.1.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

1.1.3 Bauteilquerschnitt



1.1.4 Bauteildefinition

Trennbauteil nach DIN 4109 : 2016, mit horizontaler Schallübertragung.

Aufbau des Massivbauteils:

- 10 MM Gips- oder Dünnlagenputz (1.000 kg/m³)
- 175 MM Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel (2.200 kg/m³)
- 10 MM Gips- oder Dünnlagenputz (1.000 kg/m³).

TRENNBAUTEIL:

$S_s = 13,08 \text{ m}^2$ ("4,025*3,25"), $m' = 387,5 \text{ kg/m}^2$, $R_{D,w} = 57,8 \text{ dB}$.

Berechnung der Grundwerte:

$$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m_2 = d \cdot (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 2100 \text{ kg/m}^3 = 367,5 \text{ kg/m}^2$$

$$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_1 + m_2 + m_3 = \mathbf{387,5 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(387,5/1) - 22,2 = \mathbf{57,8 \text{ dB}}$$

1.1.5 Angeschlossene Flanken

Senderraum: "Treppenraum"

Empfangsraum: "Klassenraum"

FLANKE 1: "Erdgeschossdecke"

Typ: "Massivbau", $l_{t,1} = 4,025 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel (2.200)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m_2 = d \cdot (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 2100 \text{ kg/m}^3 = 367,5 \text{ kg/m}^2$$

$$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

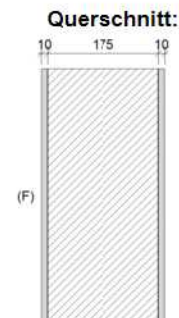
$$m'_{\text{ges}} = m_1 + m_2 + m_3 = \mathbf{387,5 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(387,5/1) - 22,2 = \mathbf{57,8 \text{ dB}}$$

dB.

$$S_F = \mathbf{13,08 \text{ m}^2}$$

Vorsatzschale (F): keine



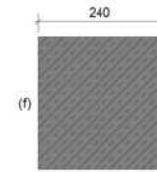
240 mm Bewehrter Beton (2.400)

$$m_2 = 0,240 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 576,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{576,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_{\text{o}}) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(576,0/1) - 22,2 = \mathbf{63,1 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{27,47 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_o \cdot (1/S_i + 1/S_o)) = \mathbf{-3,4 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_i = 4,025 \text{ m, } l_o = 1,000 \text{ m, } S_i = 13,08 \text{ m}^2, S_o = 27,47 \text{ m}^2.$$

$$K_{Fd,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_o \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = \mathbf{-2,1 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_i = 4,025 \text{ m, } l_o = 1,000 \text{ m, } S_i = 13,08 \text{ m}^2, S_{TBT} = 13,08 \text{ m}^2.$$

$$K_{Df,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_o \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_o)) = \mathbf{-3,4 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_i = 4,025 \text{ m, } l_o = 1,000 \text{ m, } S_{TBT} = 13,08 \text{ m}^2, S_o = 27,47 \text{ m}^2.$$

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,\text{mittel}}) = \log_{10}(387,5 / 481,8) = \mathbf{-0,0946 \text{ kg/m}^2}$$

Stoßstelle: "Starrer T-Stoß" (ausspringende Ecke, Flanke getrennt)

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,\min}, 5,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 + 3,0) - \Delta K_{Ff} = \mathbf{7,4 \text{ dB}}$$

$$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,\min}, 4,7 + 5,7 \cdot M^2 - 3,0) = \mathbf{1,8 \text{ dB}}$$

$$K_{Df} = \text{MAX}(K_{Df,\min}, 4,7 + 5,7 \cdot M^2) = \mathbf{4,8 \text{ dB}}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$$R_{Ff} = R_i/2 + R_o/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$$

$$R_{Ff} = 57,8/2 + 63,1/2 + 0,0 + 7,4 + 10 \cdot \log_{10}(13,08/4,025) = \mathbf{73,0 \text{ dB}}$$

$$R_{Fd} = R_i/2 + R_o/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$$

$$R_{Fd} = 57,8/2 + 57,8/2 + 0,0 + 1,8 + 10 \cdot \log_{10}(13,08/4,025) = \mathbf{64,7 \text{ dB}}$$

$$R_{Df} = R_i/2 + R_o/2 + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$$

$$R_{Df} = 57,8/2 + 63,1/2 + 0,0 + 4,8 + 10 \cdot \log_{10}(13,08/4,025) = \mathbf{70,4 \text{ dB}}$$

FLANKE 2: "Treppenraumwand"

Typ: "Massivbau", $l_{f,2} = 3,250 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

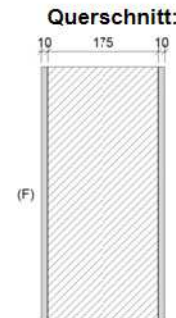
$$m_2 = d \cdot (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$$

$$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_1 + m_2 + m_3 = \mathbf{317,5 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_{\text{o}}) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = \mathbf{55,1 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{9,28 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

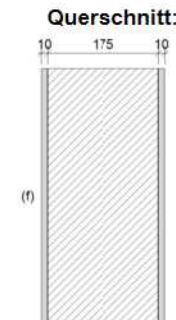
$$m_2 = d \cdot (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$$

$$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_1 + m_2 + m_3 = \mathbf{317,5 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_{\text{o}}) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = \mathbf{55,1 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{22,18 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_o \cdot (1/S_i + 1/S_o)) = \mathbf{-3,0 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_i = 3,250 \text{ m, } l_o = 1,000 \text{ m, } S_i = 9,28 \text{ m}^2, S_o = 22,18 \text{ m}^2.$$

$$K_{Fd,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_o \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = \mathbf{-2,2 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_i = 3,250 \text{ m, } l_o = 1,000 \text{ m, } S_i = 9,28 \text{ m}^2, S_{TBT} = 13,08 \text{ m}^2.$$

$$K_{Df,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_o \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_o)) = \mathbf{-4,0 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_i = 3,250 \text{ m, } l_o = 1,000 \text{ m, } S_{TBT} = 13,08 \text{ m}^2, S_o = 22,18 \text{ m}^2.$$

Stoßstelle: "Starrer T-Stoß" (ausspringende Ecke, Flanke getrennt)

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,\min}, 5,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 + 3,0) - \Delta K_{Ff} = \mathbf{10,0 \text{ dB}}$$

$$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,\min}, 4,7 + 5,7 \cdot M^2 - 3,0) = \mathbf{1,7 \text{ dB}}$$

$$K_{Df} = \text{MAX}(K_{Df,\min}, 4,7 + 5,7 \cdot M^2) = \mathbf{4,7 \text{ dB}}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$$R_{Ff} = R_f/2 + R_f/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_f),$$

$$R_{Ff} = 55,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 10,0 + 10 \cdot \log_{10}(13,08/3,250) = \mathbf{71,1 \text{ dB}}$$

$$R_{Fd} = R_f/2 + R_f/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_f),$$

$$R_{Fd} = 55,1/2 + 57,8/2 + 0,0 + 1,7 + 10 \cdot \log_{10}(13,08/3,250) = \mathbf{64,2 \text{ dB}}$$

$$R_{Df} = R_f/2 + R_f/2 + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_f),$$

$$R_{Df} = 57,8/2 + 55,1/2 + 0,0 + 4,7 + 10 \cdot \log_{10}(13,08/3,250) = \mathbf{67,2 \text{ dB}}$$

FLANKE 3: "Klassenraumwand"

Typ: "Massivbau", $l_{t,3} = 3,250 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel (1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m_2 = d \cdot (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$$

$$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_1 + m_2 + m_3 = \mathbf{317,5 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_{\text{o}}) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = \mathbf{55,1 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{22,18 \text{ m}^2}$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel (1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m_2 = d \cdot (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$$

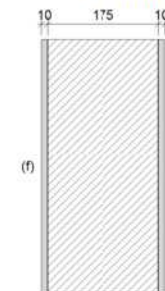
$$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_1 + m_2 + m_3 = \mathbf{317,5 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_{\text{o}}) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = \mathbf{55,1 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{15,13 \text{ m}^2}$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_o \cdot (1/S_i + 1/S_o)) = \mathbf{-4,4 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_f = 3,250 \text{ m}, l_o = 1,000 \text{ m}, S_i = 22,18 \text{ m}^2, S_o = 15,13 \text{ m}^2.$$

$$K_{Fd,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_o \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = \mathbf{-4,0 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_f = 3,250 \text{ m}, l_o = 1,000 \text{ m}, S_i = 22,18 \text{ m}^2, S_{TBT} = 13,08 \text{ m}^2.$$

$$K_{Df,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_o \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_o)) = \mathbf{-3,3 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_f = 3,250 \text{ m}, l_o = 1,000 \text{ m}, S_{TBT} = 13,08 \text{ m}^2, S_o = 15,13 \text{ m}^2.$$

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{\text{mittel}}) = \log_{10}(387,5 / 317,5) = \mathbf{0,0865 \text{ kg/m}^2}$$

Stoßstelle: "Starrer T-Stoß" (ausspringende Ecke, Flanke getrennt)

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,\min}, 5,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 + 3,0) - \Delta K_{Ff} = \mathbf{10,0 \text{ dB}}$$

$$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,\min}, 4,7 + 5,7 \cdot M^2 - 3,0) = \mathbf{1,7 \text{ dB}}$$

$$K_{Df} = \text{MAX}(K_{Df,\min}, 4,7 + 5,7 \cdot M^2) = \mathbf{4,7 \text{ dB}}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$$R_{Ff} = R_f/2 + R_f/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_f),$$

$$R_{Ff} = 55,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 10,0 + 10 \cdot \log_{10}(13,08/3,250) = \mathbf{71,1 \text{ dB}}$$

$$R_{Fd} = R_f/2 + R_f/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_f),$$

$$R_{Fd} = 55,1/2 + 57,8/2 + 0,0 + 1,7 + 10 \cdot \log_{10}(13,08/3,250) = \mathbf{64,2 \text{ dB}}$$

$$R_{Df} = R_f/2 + R_f/2 + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_f),$$

$$R_{Df} = 57,8/2 + 55,1/2 + 0,0 + 4,7 + 10 \cdot \log_{10}(13,08/3,250) = \mathbf{67,2 \text{ dB}}$$

Typ: "Massivbau", $l_{t,4} = 4,025 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

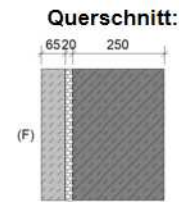
250 mm Bewehrter Beton (2.400)

$$m_2 = 0,250 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 600,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{600,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_{\text{o}}) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(600,0/1) - 22,2 = \mathbf{63,6 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{27,47 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (F): "65 mm Zementestrich, 20 mm Trittschalldämmung ($s' = 20 \text{ MN/m}^3$, DES-sg, CP2)"

20 mm Dämmeinlage ($s' = 20 \text{ MN/m}^3$)

65 mm Vorsatzschale ($\rho = 2.000 \text{ kg/m}^3$)

$$m': 130,0 \text{ kg/m}^2$$

$$f_0: 69 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_w: 5,8 \text{ dB}$$

b.) Empfangsseite (f):

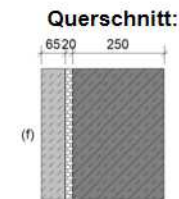
250 mm Bewehrter Beton (2.400)

$$m_2 = 0,250 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 600,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{600,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_{\text{o}}) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(600,0/1) - 22,2 = \mathbf{63,6 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{27,47 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (f): "65 mm Zementestrich, 20 mm Trittschalldämmung ($s' = 20 \text{ MN/m}^3$, DES-sg, CP2)"

20 mm Dämmeinlage ($s' = 20 \text{ MN/m}^3$)

65 mm Vorsatzschale ($\rho = 2.000 \text{ kg/m}^3$)

$$m': 130,0 \text{ kg/m}^2$$

$$f_0: 69 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_w: 5,8 \text{ dB}$$

$$K_{Ff,\min} = 10 * \log_{10}(l_t * l_0 * (1/S_i + 1/S_r)) = \mathbf{-5,3 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_t = 4,025 \text{ m}, l_0 = 1,000 \text{ m}, S_i = 27,47 \text{ m}^2, S_r = 27,47 \text{ m}^2.$$

$$K_{Fd,\min} = 10 * \log_{10}(l_t * l_0 * (1/S_i + 1/S_{TBT})) = \mathbf{-3,4 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_t = 4,025 \text{ m}, l_0 = 1,000 \text{ m}, S_i = 27,47 \text{ m}^2, S_{TBT} = 13,08 \text{ m}^2.$$

$$K_{Df,\min} = 10 * \log_{10}(l_t * l_0 * (1/S_{TBT} + 1/S_r)) = \mathbf{-3,4 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_t = 4,025 \text{ m}, l_0 = 1,000 \text{ m}, S_{TBT} = 13,08 \text{ m}^2, S_r = 27,47 \text{ m}^2.$$

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,\text{mittel}}) = \log_{10}(387,5 / 600,0) = \mathbf{-0,1899 \text{ kg/m}^2}$$

Stoßstelle: "Starrer T-Stoß" (einlaufendes Trennbauteil, Flanke getrennt)

$$\Delta K_{Ff} = 0 \text{ dB}$$

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,\min}, 5,7 + 14,1 * M + 5,7 * M^2) - \Delta K_{Ff} = \mathbf{3,2 \text{ dB}}$$

$$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,\min}, 4,7 + 5,7 * M^2) = \mathbf{4,9 \text{ dB}}$$

$$K_{Df} = K_{Fd} = \mathbf{4,9 \text{ dB}}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$$R_{Fi} = R_i/2 + R_i/2 + \Delta R_{Fi} + K_{Fi} + 10 * \log_{10}(S_s/l_t)$$

$$R_{Fi} = 63,6/2 + 63,6/2 + 8,7 + 3,2 + 10 * \log_{10}(13,08/4,025) = \mathbf{80,6 \text{ dB}}$$

$$R_{Fd} = R_i/2 + R_i/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 * \log_{10}(S_s/l_t)$$

$$R_{Fd} = 63,6/2 + 57,8/2 + 5,8 + 4,9 + 10 * \log_{10}(13,08/4,025) = \mathbf{76,5 \text{ dB}}$$

$$R_{Di} = R_i/2 + R_i/2 + \Delta R_{Di} + K_{Di} + 10 * \log_{10}(S_s/l_t)$$

$$R_{Di} = 57,8/2 + 63,6/2 + 5,8 + 4,9 + 10 * \log_{10}(13,08/4,025) = \mathbf{76,5 \text{ dB}}$$

Bauteil	Übertragungs- weg	$R_{i,w}/2$ dB	$R_{j,w}/2$ dB	K_{ij} dB	$10\log_{10}$ (S/I) dB	ΔR_w dB	$R_{ij,w}$ dB
TBT: "Treppenraumwand im EG"	R_{Dd}	57,8/2	57,8/2			0,0	57,8
F1: "Erdgeschossdecke"	$R_{Df,1}$	57,8/2	63,1/2	4,8	5,1	0,0	70,4
	$R_{Fd,1}$	57,8/2	57,8/2	1,8	5,1	0,0	64,7
	$R_{Ff,1}$	57,8/2	63,1/2	7,4	5,1	0,0	73,0
F2: "Treppenraumwand"	$R_{Df,2}$	57,8/2	55,1/2	4,7	6,0	0,0	67,2
	$R_{Fd,2}$	55,1/2	57,8/2	1,7	6,0	0,0	64,2
	$R_{Ff,2}$	55,1/2	55,1/2	10,0	6,0	0,0	71,1
F3: "Klassenraumwand"	$R_{Df,3}$	57,8/2	55,1/2	4,7	6,0	0,0	67,2
	$R_{Fd,3}$	55,1/2	57,8/2	1,7	6,0	0,0	64,2
	$R_{Ff,3}$	55,1/2	55,1/2	10,0	6,0	0,0	71,1
F4: "Fußboden"	$R_{Df,4}$	57,8/2	63,6/2	4,9	5,1	5,8	76,5
	$R_{Fd,4}$	63,6/2	57,8/2	4,9	5,1	5,8	76,5
	$R_{Ff,4}$	63,6/2	63,6/2	3,2	5,1	8,7	80,6

1.1.7 Berechnung der Vergleichsgrößen:

$$R'_w = -10\log_{10}[10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum 10^{-R_{Fd,w}/10}] \text{ dB,}$$

$$R'_w = -10\log_{10}[10^{-57,8/10} + 10^{-73,0/10} + 10^{-71,1/10} + 10^{-71,1/10} + 10^{-80,6/10} + 10^{-70,4/10} + 10^{-67,2/10} + 10^{-67,2/10} + 10^{-76,5/10} + 10^{-64,7/10} + 10^{-64,2/10} + 10^{-64,2/10} + 10^{-76,5/10}] \text{ dB,}$$

$$R'_w = 54,6 \text{ dB.}$$

$$u_{\text{prog}} = 2,0 \text{ dB (Sicherheitsabschlag).}$$

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

$$\text{vorh. } R'_w = 52,6 \text{ dB}$$

1.1.8 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6, Zeile 5 sind **erfüllt**.

1.2 WAND 2: Trennwand im EG zwischen Klassenräumen

1.2.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6 ("Schule oder vergleichbare Einrichtung (z.B. Kindertagesstätte)"), Zeile 4: "Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander und zu Fluren".

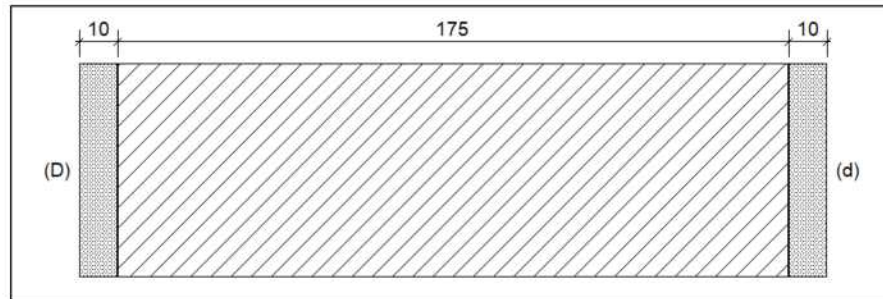
Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

erf. $R'_w \geq 47,0 \text{ dB}$

1.2.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

1.2.3 Bauteilquerschnitt



1.2.4 Bauteildefinition

Trennbauteil nach DIN 4109 : 2016, mit horizontaler Schallübertragung.

Aufbau des Massivbauteils:

- 10 MM Gips- oder Dünnlagenputz (1.000 kg/m^3)
- 175 MM Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel (1.800 kg/m^3)
- 10 MM Gips- oder Dünnlagenputz (1.000 kg/m^3).

TRENNBAUTEIL:

$S_S = 28,78 \text{ m}^2$ ("8,855*3,25"), $m' = 317,5 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 55,1 \text{ dB}$.

Berechnung der Grundwerte:

$$m_1 = 0,010 \text{ m} * 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m_2 = d * (1000 * RDK - 100) = 0,175 \text{ m} * 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$$

$$m_3 = 0,010 \text{ m} * 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{ges} = m_1 + m_2 + m_3 = \mathbf{317,5 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{ges}/m'_o) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = \mathbf{55,1 \text{ dB}}$$

1.2.5 Angeschlossene Flanken

Senderraum: "Klasse"

Empfangsraum: "Klasse"

FLANKE 1: "Erdgeschossdecke"

Typ: "Massivbau", $l_{t,1} = 8,855 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

240 mm Bewehrter Beton (2.400)

$$m_2 = 0,240 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 576,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{ges} = m_2 = \mathbf{576,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{ges}/m'_o) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(576,0/1) - 22,2 = \mathbf{63,1 \text{ dB}}$$

dB:

$$S_F = \mathbf{60,44 \text{ m}^2}$$

Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

240 mm Bewehrter Beton (2.400)

$$m_2 = 0,240 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 576,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{ges} = m_2 = \mathbf{576,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{ges}/m'_o) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(576,0/1) - 22,2 = \mathbf{63,1 \text{ dB}}$$

dB:

$$S_F = \mathbf{62,91 \text{ m}^2}$$

Vorsatzschale (f): keine

Querschnitt:



Querschnitt:



mit $l_f = 8,855 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,44 \text{ m}^2$, $S_j = 62,91 \text{ m}^2$.
 $K_{Fd,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = -3,4 \text{ dB}$,
 mit $l_f = 8,855 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,44 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 28,78 \text{ m}^2$.
 $K_{Df,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_0 \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_j)) = -3,5 \text{ dB}$,
 mit $l_f = 8,855 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 28,78 \text{ m}^2$, $S_j = 62,91 \text{ m}^2$.
 $M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(317,5 / 576,0) = -0,2587 \text{ kg/m}^2$.
Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"
 $\Delta K_{Ff} = 0 \text{ dB}$.

$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = 4,7 \text{ dB}$.
 $K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,min}, 5,7 + 15,4 \cdot M^2) = 6,7 \text{ dB}$.
 $K_{Df} = K_{Fd} = 6,7 \text{ dB}$.

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$R_{Ff} = R_f/2 + R_f/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$,
 $R_{Ff} = 63,1/2 + 63,1/2 + 0,0 + 4,7 + 10 \cdot \log_{10}(28,78/8,855) = 72,9 \text{ dB}$.
 $R_{Fd} = R_f/2 + R_f/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$,
 $R_{Fd} = 63,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 6,7 + 10 \cdot \log_{10}(28,78/8,855) = 70,9 \text{ dB}$.
 $R_{Df} = R_f/2 + R_f/2 + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$,
 $R_{Df} = 55,1/2 + 63,1/2 + 0,0 + 6,7 + 10 \cdot \log_{10}(28,78/8,855) = 70,9 \text{ dB}$.

FLANKE 2: "Außenwand"

Typ: "Massivbau", $l_{f,2} = 3,250 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

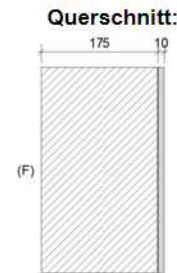
$m_2 = d \cdot (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$

$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$

$m'_{ges} = m_2 + m_3 = 307,5 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{ges}/m'_o) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(307,5/1) - 22,2 = 54,7 \text{ dB}$.

$S_F = 22,18 \text{ m}^2$



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

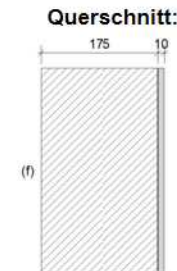
$m_2 = d \cdot (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$

$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$

$m'_{ges} = m_2 + m_3 = 307,5 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{ges}/m'_o) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(307,5/1) - 22,2 = 54,7 \text{ dB}$.

$S_F = 23,09 \text{ m}^2$



Vorsatzschale (f): keine

$K_{Ff,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = -5,4 \text{ dB}$,

mit $l_f = 3,250 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 22,18 \text{ m}^2$, $S_j = 23,09 \text{ m}^2$.

$K_{Fd,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = -5,9 \text{ dB}$,

mit $l_f = 3,250 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 22,18 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 28,78 \text{ m}^2$.

$K_{Df,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_0 \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_j)) = -6,0 \text{ dB}$,

mit $l_f = 3,250 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 28,78 \text{ m}^2$, $S_j = 23,09 \text{ m}^2$.

$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(317,5 / 307,5) = 0,0139 \text{ kg/m}^2$.

Stoßstelle: "Starrer T-Stoß" (einlaufendes Trennbauteil, Flanke getrennt)

$\Delta K_{Ff} = 0 \text{ dB}$.

$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 5,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = 5,9 \text{ dB}$.

$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,min}, 4,7 + 5,7 \cdot M^2) = 4,7 \text{ dB}$.

$K_{Df} = K_{Fd} = 4,7 \text{ dB}$.

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$R_{Ff} = R_f/2 + R_f/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$,

$R_{Ff} = 54,7/2 + 54,7/2 + 0,0 + 5,9 + 10 \cdot \log_{10}(28,78/3,250) = 70,1 \text{ dB}$.

$R_{Fd} = R_f/2 + R_f/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$,

$R_{Fd} = 54,7/2 + 55,1/2 + 0,0 + 4,7 + 10 \cdot \log_{10}(28,78/3,250) = 69,1 \text{ dB}$.

$R_{Df} = R_f/2 + R_f/2 + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$,

$R_{Df} = 55,1/2 + 54,7/2 + 0,0 + 4,7 + 10 \cdot \log_{10}(28,78/3,250) = 69,1 \text{ dB}$.

Typ: "Massivbau", $l_{t,3} = 3,250 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m_2 = d^* (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$$

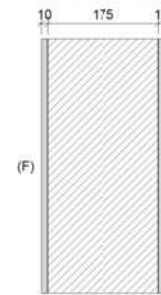
$$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_1 + m_2 + m_3 = 317,5 \text{ kg/m}^2$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = 55,1 \text{ dB}$$

$$S_F = 9,28 \text{ m}^2$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m_2 = d^* (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$$

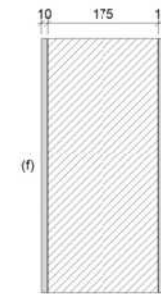
$$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_1 + m_2 + m_3 = 317,5 \text{ kg/m}^2$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = 55,1 \text{ dB}$$

$$S_F = 22,18 \text{ m}^2$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_t \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = -3,0 \text{ dB}$$

$$\text{mit } l_t = 3,250 \text{ m}, l_0 = 1,000 \text{ m}, S_i = 9,28 \text{ m}^2, S_j = 22,18 \text{ m}^2.$$

$$K_{Fd,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_t \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = -3,3 \text{ dB}$$

$$\text{mit } l_t = 3,250 \text{ m}, l_0 = 1,000 \text{ m}, S_i = 9,28 \text{ m}^2, S_{TBT} = 28,78 \text{ m}^2.$$

$$K_{Df,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_t \cdot l_0 \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_j)) = -5,9 \text{ dB}$$

$$\text{mit } l_t = 3,250 \text{ m}, l_0 = 1,000 \text{ m}, S_{TBT} = 28,78 \text{ m}^2, S_j = 22,18 \text{ m}^2.$$

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(317,5 / 317,5) = 0,0000 \text{ kg/m}^2$$

Stoßstelle: "Starrer T-Stoß" (ausspringende Ecke, Flanke getrennt)

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 5,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 + 3,0) - \Delta K_{Ff} = 8,7 \text{ dB}$$

$$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,min}, 4,7 + 5,7 \cdot M^2 - 3,0) = 1,7 \text{ dB}$$

$$K_{Df} = \text{MAX}(K_{Df,min}, 4,7 + 5,7 \cdot M^2) = 4,7 \text{ dB}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$$R_{Ff} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_t)$$

$$R_{Ff} = 55,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 8,7 + 10 \cdot \log_{10}(28,78/3,250) = 73,3 \text{ dB}$$

$$R_{Fd} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_t)$$

$$R_{Fd} = 55,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 1,7 + 10 \cdot \log_{10}(28,78/3,250) = 66,3 \text{ dB}$$

$$R_{Df} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_t)$$

$$R_{Df} = 55,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 4,7 + 10 \cdot \log_{10}(28,78/3,250) = 69,3 \text{ dB}$$

FLANKE 4: "Fußboden"

Typ: "Massivbau", $l_{t,4} = 8,855 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

250 mm Bewehrter Beton (2.400)

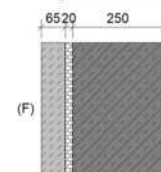
$$m_2 = 0,250 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 600,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = 600,0 \text{ kg/m}^2$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(600,0/1) - 22,2 = 63,6 \text{ dB}$$

$$S_F = 60,44 \text{ m}^2$$

Querschnitt:



DES-sg, CP2)"

20 mm Dämmeinlage ($s' = 20 \text{ MN/m}^3$)

65 mm Vorsatzschale ($\rho = 2.000 \text{ kg/m}^3$)

$m': 130,0 \text{ kg/m}^2$

$f_0: 69 \text{ Hz}$

$\Delta R_w: 5,8 \text{ dB}$

b.) Empfangsseite (f):

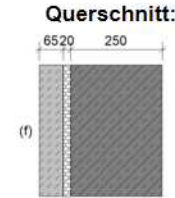
250 mm Bewehrter Beton (2.400)

$m_2 = 0,250 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 600,0 \text{ kg/m}^2$

$m'_{\text{ges}} = m_2 = 600,0 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(600,0/1) - 22,2 = 63,6 \text{ dB}$

$S_F = 62,91 \text{ m}^2$



Vorsatzschale (f): "65 mm Zementestrich, 20 mm Trittschalldämmung ($s'=20 \text{ MN/m}^3$, DES-sg, CP2)"

20 mm Dämmeinlage ($s' = 20 \text{ MN/m}^3$)

65 mm Vorsatzschale ($\rho = 2.000 \text{ kg/m}^3$)

$m': 130,0 \text{ kg/m}^2$

$f_0: 69 \text{ Hz}$

$\Delta R_w: 5,8 \text{ dB}$

$K_{Ff,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = -5,4 \text{ dB}$

mit $l_i = 8,855 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,44 \text{ m}^2$, $S_j = 62,91 \text{ m}^2$.

$K_{Fd,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = -3,4 \text{ dB}$

mit $l_i = 8,855 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,44 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 28,78 \text{ m}^2$.

$K_{Df,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_0 \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_j)) = -3,5 \text{ dB}$

mit $l_i = 8,855 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 28,78 \text{ m}^2$, $S_j = 62,91 \text{ m}^2$.

$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,\text{mittel}}) = \log_{10}(317,5 / 600,0) = -0,2764 \text{ kg/m}^2$.

Stoßstelle: "Starrer T-Stoß" (einlaufendes Trennbauteil, Flanke getrennt)

$\Delta K_{Ff} = 0 \text{ dB}$

$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,\min}, 5,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = 2,2 \text{ dB}$

$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,\min}, 4,7 + 5,7 \cdot M^2) = 5,1 \text{ dB}$

$K_{Df} = K_{Fd} = 5,1 \text{ dB}$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$R_{Ff} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$

$R_{Ff} = 63,6/2 + 63,6/2 + 8,7 + 2,2 + 10 \cdot \log_{10}(28,78/8,855) = 79,6 \text{ dB}$

$R_{Fd} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$

$R_{Fd} = 63,6/2 + 55,1/2 + 5,8 + 5,1 + 10 \cdot \log_{10}(28,78/8,855) = 75,4 \text{ dB}$

$R_{Df} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$

$R_{Df} = 55,1/2 + 63,6/2 + 5,8 + 5,1 + 10 \cdot \log_{10}(28,78/8,855) = 75,4 \text{ dB}$

1.2.6 Übersicht der Rechengrößen:

Bauteil	Übertragungs- weg	$R_{i,w}/2$ dB	$R_{j,w}/2$ dB	K_{ij} dB	$10 \log_{10}$ (S/l) dB	ΔR_w dB	$R_{ij,w}$ dB
TBT: "Trennwand im EG zwischen Klassenräumen"	R_{Dd}	55,1/2	55,1/2			0,0	55,1
F1: "Erdgeschossdecke"	$R_{Df,1}$	55,1/2	63,1/2	6,7	5,1	0,0	70,9
	$R_{Fd,1}$	63,1/2	55,1/2	6,7	5,1	0,0	70,9
	$R_{Ff,1}$	63,1/2	63,1/2	4,7	5,1	0,0	72,9
F2: "Außenwand"	$R_{Df,2}$	55,1/2	54,7/2	4,7	9,5	0,0	69,1
	$R_{Fd,2}$	54,7/2	55,1/2	4,7	9,5	0,0	69,1
	$R_{Ff,2}$	54,7/2	54,7/2	5,9	9,5	0,0	70,1
F3: "Wand zum Flur"	$R_{Df,3}$	55,1/2	55,1/2	4,7	9,5	0,0	69,3
	$R_{Fd,3}$	55,1/2	55,1/2	1,7	9,5	0,0	66,3
	$R_{Ff,3}$	55,1/2	55,1/2	8,7	9,5	0,0	73,3
F4: "Fußboden"	$R_{Df,4}$	55,1/2	63,6/2	5,1	5,1	5,8	75,4
	$R_{Fd,4}$	63,6/2	55,1/2	5,1	5,1	5,8	75,4
	$R_{Ff,4}$	63,6/2	63,6/2	2,2	5,1	8,7	79,6

$$R'_w = -10 \log_{10} [10^{-RDd,w/10} + \sum 10^{-RFf,w/10} + \sum 10^{-RDf,w/10} + \sum 10^{-RFd,w/10}] \text{ dB,}$$

$$R'_w = -10 \log_{10} [10^{-55,1/10} + 10^{-72,9/10} + 10^{-70,1/10} + 10^{-73,3/10} + 10^{-79,6/10} + 10^{-70,9/10} + 10^{-69,1/10} + 10^{-68,3/10} + 10^{-75,4/10} + 10^{-70,9/10} + 10^{-68,1/10} + 10^{-68,3/10} + 10^{-75,4/10}] \text{ dB,}$$

$R'_w = 53,9 \text{ dB.}$
 $u_{\text{prog}} = 2,0 \text{ dB}$ (Sicherheitsabschlag).

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R'_w = 51,9 \text{ dB}$

1.2.8 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6, Zeile 4 sind **erfüllt**.

1.3 WAND 3: Trennwand im EG zwischen Flur und Klasse

1.3.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6 ("Schule oder vergleichbare Einrichtung (z.B. Kindertagesstätte)", Zeile 4: "Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander und zu Fluren")

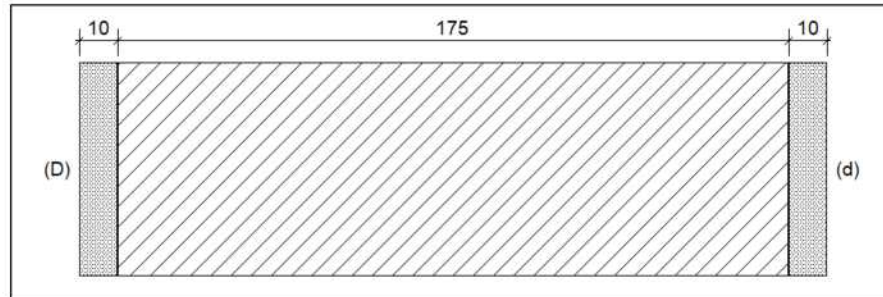
Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

erf. $R'_w \geq 47,0 \text{ dB}$

1.3.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

1.3.3 Bauteilquerschnitt



1.3.4 Bauteildefinition

Trennbauteil nach DIN 4109 : 2016, mit horizontaler Schallübertragung.

Aufbau des Massivbauteils:

- 10 MM Gips- oder Dünnlagenputz (1.000 kg/m^3)
- 175 MM Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel (1.800 kg/m^3)
- 10 MM Gips- oder Dünnlagenputz (1.000 kg/m^3)

TRENNBAUTEIL:

$S_S = 22,18 \text{ m}^2$ ("6,825*3,25"), $m' = 317,5 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 55,1 \text{ dB}$.

Berechnung der Grundwerte:

$m_1 = 0,010 \text{ m} * 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$

$m_2 = d * (1000 * RDK - 100) = 0,175 \text{ m} * 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$

$m_3 = 0,010 \text{ m} * 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$

$m'_{ges} = m_1 + m_2 + m_3 = 317,5 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{ges}/m'_o) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = 55,1 \text{ dB}$.

1.3.5 Angeschlossene Flanken

Senderraum: "Flur"

Empfangsraum: "Klasse"

FLANKE 1: "Erdgeschossdecke"

Typ: "Massivbau", $l_{t,1} = 6,825 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

240 mm Bewehrter Beton (2.400)

$m_2 = 0,240 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 576,0 \text{ kg/m}^2$

$m'_{ges} = m_2 = 576,0 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{ges}/m'_o) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(576,0/1) - 22,2 = 63,1 \text{ dB}$.

$S_F = 19,49 \text{ m}^2$

Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

240 mm Bewehrter Beton (2.400)

$m_2 = 0,240 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 576,0 \text{ kg/m}^2$

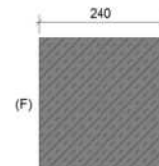
$m'_{ges} = m_2 = 576,0 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{ges}/m'_o) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(576,0/1) - 22,2 = 63,1 \text{ dB}$.

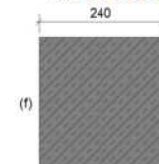
$S_F = 60,44 \text{ m}^2$

Vorsatzschale (f): keine

Querschnitt:



Querschnitt:



mit $l_t = 6,825 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 19,49 \text{ m}^2$, $S_j = 60,44 \text{ m}^2$.
 $K_{Ff,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_t \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = -1,8 \text{ dB}$,
 mit $l_t = 6,825 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 19,49 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 22,18 \text{ m}^2$.
 $K_{Df,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_t \cdot l_0 \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_j)) = -3,8 \text{ dB}$,
 mit $l_t = 6,825 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 22,18 \text{ m}^2$, $S_j = 60,44 \text{ m}^2$.
 $M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(317,5 / 576,0) = -0,2587 \text{ kg/m}^2$.
 Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"
 $\Delta K_{Ff} = 0 \text{ dB}$.

$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = 4,7 \text{ dB}$.
 $K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 5,7 + 15,4 \cdot M^2) = 6,7 \text{ dB}$.
 $K_{Df} = K_{Fd} = 6,7 \text{ dB}$.

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$R_{Ff} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_t)$,
 $R_{Ff} = 63,1/2 + 63,1/2 + 0,0 + 4,7 + 10 \cdot \log_{10}(22,18/6,825) = 72,9 \text{ dB}$.
 $R_{Fd} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_t)$,
 $R_{Fd} = 63,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 6,7 + 10 \cdot \log_{10}(22,18/6,825) = 70,9 \text{ dB}$.
 $R_{Df} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_t)$,
 $R_{Df} = 55,1/2 + 63,1/2 + 0,0 + 6,7 + 10 \cdot \log_{10}(22,18/6,825) = 70,9 \text{ dB}$.

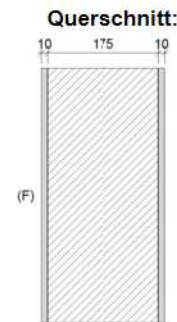
FLANKE 2: "Trennwand zum Klassenraum"

Typ: "Massivbau", $l_{t,2} = 3,250 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)
 175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
 (1.800)
 10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$
 $m_2 = d \cdot (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$
 $m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$
 $m'_{ges} = m_1 + m_2 + m_3 = 317,5 \text{ kg/m}^2$
 $R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{ges}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = 55,1 \text{ dB}$.
 $S_F = 9,28 \text{ m}^2$

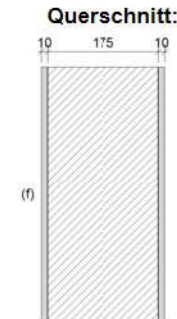


Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)
 175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
 (1.800)
 10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$
 $m_2 = d \cdot (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$
 $m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$
 $m'_{ges} = m_1 + m_2 + m_3 = 317,5 \text{ kg/m}^2$
 $R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{ges}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = 55,1 \text{ dB}$.
 $S_F = 28,78 \text{ m}^2$



Vorsatzschale (f): keine

$K_{Ff,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_t \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = -3,3 \text{ dB}$,
 mit $l_t = 3,250 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 9,28 \text{ m}^2$, $S_j = 28,78 \text{ m}^2$.
 $K_{Fd,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_t \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = -3,0 \text{ dB}$,
 mit $l_t = 3,250 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 9,28 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 22,18 \text{ m}^2$.
 $K_{Df,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_t \cdot l_0 \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_j)) = -5,9 \text{ dB}$,
 mit $l_t = 3,250 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 22,18 \text{ m}^2$, $S_j = 28,78 \text{ m}^2$.
 $M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(317,5 / 317,5) = 0,0000 \text{ kg/m}^2$.
 Stoßstelle: "Starrer T-Stoß" (einlaufendes Trennbauteil, Flanke getrennt)

$\Delta K_{Ff} = 0 \text{ dB}$.
 $K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 5,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = 5,7 \text{ dB}$.
 $K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 4,7 + 5,7 \cdot M^2) = 4,7 \text{ dB}$.
 $K_{Df} = K_{Fd} = 4,7 \text{ dB}$.

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$R_{Ff} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_t)$,
 $R_{Ff} = 55,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 5,7 + 10 \cdot \log_{10}(22,18/3,250) = 69,1 \text{ dB}$.

$$R_{Fd} = 55,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 4,7 + 10 \cdot \log_{10}(22,18/3,250) = \mathbf{68,1 \text{ dB}}$$

$$R_{Di} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Di} + K_{Di} + 10 \cdot \log_{10}(S_i/l_i)$$

$$R_{Df} = 55,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 4,7 + 10 \cdot \log_{10}(22,18/3,250) = \mathbf{68,1 \text{ dB}}$$

FLANKE 3: "Treppenraumwand"

Typ: "Massivbau", $l_{t,3} = 3,250 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)
175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)
10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

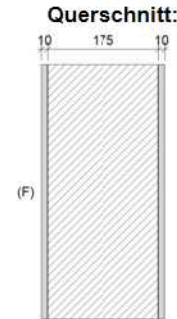
$$m_2 = d^* (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$$

$$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_1 + m_2 + m_3 = \mathbf{317,5 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = \mathbf{55,1 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{9,28 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)
175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)
10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

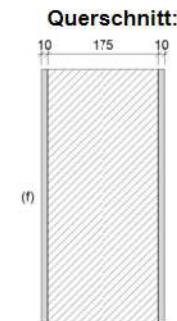
$$m_2 = d^* (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$$

$$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_1 + m_2 + m_3 = \mathbf{317,5 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = \mathbf{55,1 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{28,78 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_o \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = \mathbf{-3,3 \text{ dB}}$$

mit $l_i = 3,250 \text{ m}$, $l_o = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 9,28 \text{ m}^2$, $S_j = 28,78 \text{ m}^2$.

$$K_{Fd,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_o \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = \mathbf{-3,0 \text{ dB}}$$

mit $l_i = 3,250 \text{ m}$, $l_o = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 9,28 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 22,18 \text{ m}^2$.

$$K_{Df,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_o \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_j)) = \mathbf{-5,9 \text{ dB}}$$

mit $l_i = 3,250 \text{ m}$, $l_o = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 22,18 \text{ m}^2$, $S_j = 28,78 \text{ m}^2$.

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,\text{mittel}}) = \log_{10}(317,5 / 317,5) = \mathbf{0,0000 \text{ kg/m}^2}$$

Stoßstelle: "Starrer T-Stoß" (einlaufendes Trennbauteil, Flanke getrennt)

$$\Delta K_{Ff} = 0 \text{ dB}$$

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,\min}, 5,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = \mathbf{5,7 \text{ dB}}$$

$$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,\min}, 4,7 + 5,7 \cdot M^2) = \mathbf{4,7 \text{ dB}}$$

$$K_{Df} = K_{Fd} = \mathbf{4,7 \text{ dB}}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$$R_{Fi} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Fi} + K_{Fi} + 10 \cdot \log_{10}(S_i/l_i)$$

$$R_{Fi} = 55,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 5,7 + 10 \cdot \log_{10}(22,18/3,250) = \mathbf{69,1 \text{ dB}}$$

$$R_{Fd} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \cdot \log_{10}(S_i/l_i)$$

$$R_{Fd} = 55,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 4,7 + 10 \cdot \log_{10}(22,18/3,250) = \mathbf{68,1 \text{ dB}}$$

$$R_{Di} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Di} + K_{Di} + 10 \cdot \log_{10}(S_i/l_i)$$

$$R_{Di} = 55,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 4,7 + 10 \cdot \log_{10}(22,18/3,250) = \mathbf{68,1 \text{ dB}}$$

FLANKE 4: "Fußboden"

Typ: "Massivbau", $l_{t,4} = 6,825 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

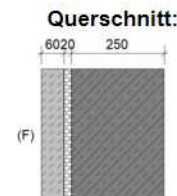
250 mm Bewehrter Beton (2.400)

$$m_2 = 0,250 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 600,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{600,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(600,0/1) - 22,2 = \mathbf{63,6 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{19,49 \text{ m}^2}$$



mm Styropor (s'=20) und 60 mm Zementestrich"

20 mm Dämmeinlage (s' = 20 MN/m³)

60 mm Vorsatzschale (ρ = 2.000kg/m³)

m': 120,0 kg/m²

f₀: 72 Hz

ΔR_w: 5,5 dB

b.) Empfangsseite (f):

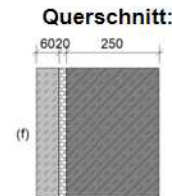
250 mm Bewehrter Beton (2.400)

m₂ = 0,250 m * 2400 kg/m³ = 600,0 kg/m²

m' ges = m₂ = **600,0 kg/m²**

R_w = 30,9 * log₁₀(m' ges / m' o) - 22,2 = 30,9 * log₁₀(600,0 / 1) - 22,2 = **63,6 dB**

S_F = **60,44 m²**



Vorsatzschale (f): "80 mm schwimmender Zementestrich (zzgl. ggf. Füllschichten): 20 mm Styropor (s'=20) und 60 mm Zementestrich"

20 mm Dämmeinlage (s' = 20 MN/m³)

60 mm Vorsatzschale (ρ = 2.000kg/m³)

m': 120,0 kg/m²

f₀: 72 Hz

ΔR_w: 5,5 dB

K_{Ff,min} = 10 * log₁₀(l_i * l_o * (1/S_i + 1/S_o)) = **-3,3 dB**,

mit l_i = 6,825 m, l_o = 1,000 m, S_i = 19,49 m², S_o = 60,44 m².

K_{Fd,min} = 10 * log₁₀(l_i * l_o * (1/S_i + 1/S_{TBT})) = **-1,8 dB**,

mit l_i = 6,825 m, l_o = 1,000 m, S_i = 19,49 m², S_{TBT} = 22,18 m².

K_{Df,min} = 10 * log₁₀(l_i * l_o * (1/S_{TBT} + 1/S_i)) = **-3,8 dB**,

mit l_i = 6,825 m, l_o = 1,000 m, S_{TBT} = 22,18 m², S_i = 60,44 m².

M = log₁₀(m' TBT / m' f,mittel) = log₁₀(317,5 / 600,0) = **-0,2764 kg/m²**.

Stoßstelle: "Starrer T-Stoß" (einlaufendes Trennbauteil, Flanke getrennt)

ΔK_{Ff} = 0 dB

K_{Ff} = MAX(K_{Ff,min}, 5,7 + 14,1 * M + 5,7 * M²) - ΔK_{Ff} = **2,2 dB**.

K_{Fd} = MAX(K_{Fd,min}, 4,7 + 5,7 * M²) = **5,1 dB**.

K_{Df} = K_{Fd} = **5,1 dB**.

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

R_{Ff} = R_i/2 + R_j/2 + ΔR_{Ff} + K_{Ff} + 10 * log₁₀(S_s/l_i),

R_{Ff} = 63,6/2 + 63,6/2 + 8,3 + 2,2 + 10 * log₁₀(22,18/6,825) = **79,2 dB**.

R_{Fd} = R_i/2 + R_j/2 + ΔR_{Fd} + K_{Fd} + 10 * log₁₀(S_s/l_i),

R_{Fd} = 63,6/2 + 55,1/2 + 5,5 + 5,1 + 10 * log₁₀(22,18/6,825) = **75,1 dB**.

R_{Df} = R_i/2 + R_j/2 + ΔR_{Df} + K_{Df} + 10 * log₁₀(S_s/l_i),

R_{Df} = 55,1/2 + 63,6/2 + 5,5 + 5,1 + 10 * log₁₀(22,18/6,825) = **75,1 dB**.

1.3.6 Übersicht der Rechengrößen:

Bauteil	Übertragungs- weg	R _{i,w} /2 dB	R _{j,w} /2 dB	K _{i,j} dB	10log ₁₀ (S _s /l) dB	ΔR _w dB	R _{ij,w} dB
TBT: "Trennwand im EG zwischen Flur und Klasse 4"	R _{Dd}	55,1/2	55,1/2			0,0	55,1
F1: "Erdgeschossdecke"	R _{Df,1}	55,1/2	63,1/2	6,7	5,1	0,0	70,9
	R _{Fd,1}	63,1/2	55,1/2	6,7	5,1	0,0	70,9
	R _{Ff,1}	63,1/2	63,1/2	4,7	5,1	0,0	72,9
F2: "Trennwand zum Klassenraum"	R _{Df,2}	55,1/2	55,1/2	4,7	8,3	0,0	68,1
	R _{Fd,2}	55,1/2	55,1/2	4,7	8,3	0,0	68,1
	R _{Ff,2}	55,1/2	55,1/2	5,7	8,3	0,0	69,1
F3: "Treppenraumwand"	R _{Df,3}	55,1/2	55,1/2	4,7	8,3	0,0	68,1
	R _{Fd,3}	55,1/2	55,1/2	4,7	8,3	0,0	68,1
	R _{Ff,3}	55,1/2	55,1/2	5,7	8,3	0,0	69,1
F4: "Fußboden"	R _{Df,4}	55,1/2	63,6/2	5,1	5,1	5,5	75,1
	R _{Fd,4}	63,6/2	55,1/2	5,1	5,1	5,5	75,1
	R _{Ff,4}	63,6/2	63,6/2	2,2	5,1	8,3	79,2

$$R'_w = -10 \log_{10} [10^{-RDd,w/10} + \sum 10^{-RFf,w/10} + \sum 10^{-RDf,w/10} + \sum 10^{-RFD,w/10}] \text{ dB,}$$

$$R'_w = -10 \log_{10} [10^{-55,1/10} + 10^{-72,9/10} + 10^{-69,1/10} + 10^{-89,1/10} + 10^{-79,2/10} + 10^{-70,9/10} + 10^{-68,1/10} + 10^{-68,1/10} + 10^{-75,1/10} + 10^{-70,9/10} + 10^{-68,1/10} + 10^{-68,1/10} + 10^{-75,1/10}] \text{ dB,}$$

$R'_w = 53,7 \text{ dB.}$
 $u_{\text{prog}} = 2,0 \text{ dB}$ (Sicherheitsabschlag).

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R'_w = 51,7 \text{ dB}$

1.3.8 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6, Zeile 4 sind **erfüllt**.

1.4 DECKE 1: Erdgeschossdecke zwischen Klassenräumen

1.4.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6 ("Schule oder vergleichbare Einrichtung (z.B. Kindertagesstätte)", Zeile 1: "Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen sowie Decken unter Fluren")

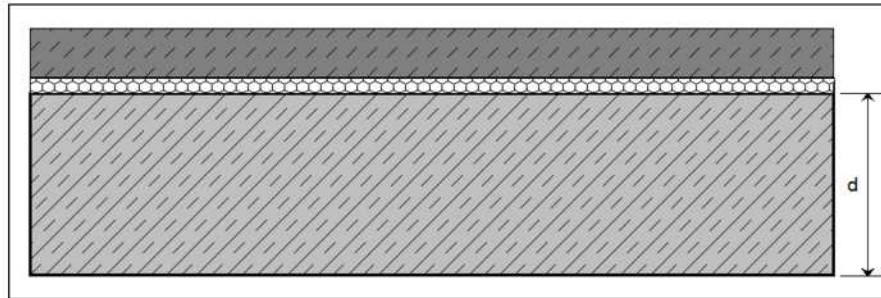
Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:
Zulässiger bewerteter Norm-Trittschallpegel:

erf. $R'_w \geq 55,0 \text{ dB}$
zul. $L'_{n,w} \leq 53,0 \text{ dB}$

1.4.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

1.4.3 Bauteilquerschnitt



1.4.4 Bauteildefinition

Einschalige Massivdecke mit schwimmendem Estrich, als Stahlbeton-Vollplatte aus Normalbeton nach DIN 1045-2, Ausführung nach DIN 4109-32:2016-07, Tabelle 5, Zeile 1a).

Auflage/Anbindung:

Schwimmender Zementestrich (2.000 kg/m^3), $d = 65 \text{ MM}$, flächenbezogene Masse $m' = 130,0 \text{ kg/m}^2$, verlegt auf einlagiger Trittschalldämmung, $d = 20 \text{ MM}$, dynamische Steifigkeit $s' = 20 \text{ MN/m}^3$.

Tragende Platte einschl. Verbundschichten:

- 240 MM Stahlbetondecke (2.400 kg/m^3).

TRENNBAUTEIL:

VSS: $\Delta R_{D,w} = 6,0 \text{ dB}$, $\Delta R_{d,w} = 0,0 \text{ dB}$, $\Delta R_{Dd,w} = 6,0 \text{ dB}$.

$S_S = 60,44 \text{ m}^2$ ("6,825*8,855"), $m' = 576,0 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 69,1 \text{ dB}$, $L_{n,w} = 67,4 \text{ dB}$.

Berechnung der Grundwerte:

a.) Luftschall:

$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(576,0) - 22,2 = 63,1 \text{ dB}$.

b.) Trittschall:

$L_{n,eq,0,w} = 164 - 35 * \log_{10}(m') = 164 - 35 * \log_{10}(576,0) = 67,4 \text{ dB}$.

1.4.5 Angeschlossene Flanken

Senderraum: "Klasse"

Empfangsraum: "Klasse"

FLANKE 1: "Außenwand"

Typ: "Massivbau", $l_{t,1} = 6,825 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel (1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$m_2 = d * (1000 * RDK - 100) = 0,175 \text{ m} * 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$

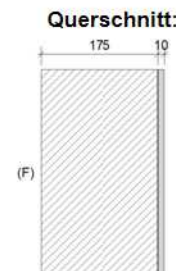
$m_3 = 0,010 \text{ m} * 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$

$m'_{ges} = m_2 + m_3 = 307,5 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{ges}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(307,5/1) - 22,2 = 54,7 \text{ dB}$.

$S_F = 22,18 \text{ m}^2$

Vorsatzschale (F): keine



175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

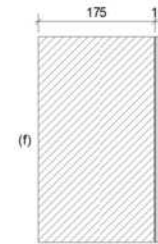
$$m_2 = d^*(1000 * RDK - 100) = 0,175 \text{ m} * 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$$

$$m_3 = 0,010 \text{ m} * 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{ges} = m_2 + m_3 = \mathbf{307,5 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{ges}/m'_o) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(307,5/1) - 22,2 = \mathbf{54,7 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{22,18 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,min} = 10 * \log_{10}(l_i * l_o * (1/S_i + 1/S_o)) = \mathbf{-2,1 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_i = 6,825 \text{ m}, l_o = 1,000 \text{ m}, S_i = 22,18 \text{ m}^2, S_o = 22,18 \text{ m}^2.$$

$$K_{Fd,min} = 10 * \log_{10}(l_i * l_o * (1/S_i + 1/S_{TBT})) = \mathbf{-3,8 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_i = 6,825 \text{ m}, l_o = 1,000 \text{ m}, S_i = 22,18 \text{ m}^2, S_{TBT} = 60,44 \text{ m}^2.$$

$$K_{Df,min} = 10 * \log_{10}(l_i * l_o * (1/S_{TBT} + 1/S_o)) = \mathbf{-3,8 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_i = 6,825 \text{ m}, l_o = 1,000 \text{ m}, S_{TBT} = 60,44 \text{ m}^2, S_o = 22,18 \text{ m}^2.$$

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(576,0 / 307,5) = \mathbf{0,2726 \text{ kg/m}^2}$$

Stoßstelle: "Starrer T-Stoß" (einlaufendes Trennbauteil, Flanke getrennt)

$$\Delta K_{Ff} = 0 \text{ dB}$$

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 8,0 + 6,8 * M) - \Delta K_{Ff} = \mathbf{9,9 \text{ dB}}$$

$$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,min}, 4,7 + 5,7 * M^2) = \mathbf{5,1 \text{ dB}}$$

$$K_{Df} = K_{Fd} = \mathbf{5,1 \text{ dB}}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$$R_{Ff} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 * \log_{10}(S_s/l_i)$$

$$R_{Ff} = 54,7/2 + 54,7/2 + 0,0 + 9,9 + 10 * \log_{10}(60,44/6,825) = \mathbf{74,1 \text{ dB}}$$

$$R_{Fd} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 * \log_{10}(S_s/l_i)$$

$$R_{Fd} = 54,7/2 + 63,1/2 + 0,0 + 5,1 + 10 * \log_{10}(60,44/6,825) = \mathbf{73,5 \text{ dB}}$$

$$R_{Df} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 * \log_{10}(S_s/l_i)$$

$$R_{Df} = 63,1/2 + 54,7/2 + 6,0 + 5,1 + 10 * \log_{10}(60,44/6,825) = \mathbf{79,5 \text{ dB}}$$

FLANKE 2: "Wand zur OGS bzw. Treppenraum"

Typ: "Massivbau", $l_{t,2} = 8,855 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$$m_1 = 0,010 \text{ m} * 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

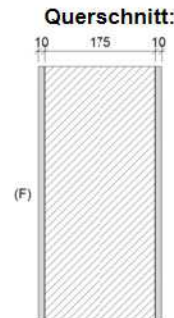
$$m_2 = d^*(1000 * RDK - 100) = 0,175 \text{ m} * 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$$

$$m_3 = 0,010 \text{ m} * 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{ges} = m_1 + m_2 + m_3 = \mathbf{317,5 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{ges}/m'_o) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = \mathbf{55,1 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{28,78 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$$m_1 = 0,010 \text{ m} * 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

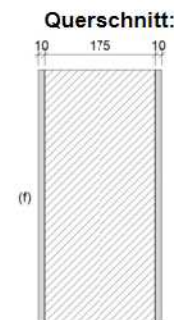
$$m_2 = d^*(1000 * RDK - 100) = 0,175 \text{ m} * 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$$

$$m_3 = 0,010 \text{ m} * 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{ges} = m_1 + m_2 + m_3 = \mathbf{317,5 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{ges}/m'_o) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = \mathbf{55,1 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{28,78 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,min} = 10 * \log_{10}(l_i * l_o * (1/S_i + 1/S_o)) = \mathbf{-2,1 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_i = 8,855 \text{ m}, l_o = 1,000 \text{ m}, S_i = 28,78 \text{ m}^2, S_o = 28,78 \text{ m}^2.$$

mit $l_i = 8,855 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 28,78 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 60,44 \text{ m}^2$.

$K_{Df,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = -3,4 \text{ dB}$.

mit $l_i = 8,855 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 60,44 \text{ m}^2$, $S_j = 28,78 \text{ m}^2$.

$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(576,0 / 317,5) = 0,2587 \text{ kg/m}^2$.

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

$\Delta K_{Ff} = 0 \text{ dB}$.

$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 9,6 + 11 \cdot M) - \Delta K_{Ff} = 12,4 \text{ dB}$.

$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,min}, 5,7 + 15,4 \cdot M^2) = 6,7 \text{ dB}$.

$K_{Df} = K_{Fd} = 6,7 \text{ dB}$.

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$R_{Ff} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$,

$R_{Ff} = 55,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 12,4 + 10 \cdot \log_{10}(60,44/8,855) = 75,8 \text{ dB}$.

$R_{Fd} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$,

$R_{Fd} = 55,1/2 + 63,1/2 + 0,0 + 6,7 + 10 \cdot \log_{10}(60,44/8,855) = 74,1 \text{ dB}$.

$R_{Df} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$,

$R_{Df} = 63,1/2 + 55,1/2 + 6,0 + 6,7 + 10 \cdot \log_{10}(60,44/8,855) = 80,1 \text{ dB}$.

FLANKE 3: "Wand zum Flur"

Typ: "Massivbau", $l_{f,3} = 6,825 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$

$m_2 = d \cdot (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$

$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$

$m'_{ges} = m_1 + m_2 + m_3 = 317,5 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{ges}/m'_o) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = 55,1 \text{ dB}$.

$S_F = 22,18 \text{ m}^2$

Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$

$m_2 = d \cdot (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$

$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$

$m'_{ges} = m_1 + m_2 + m_3 = 317,5 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{ges}/m'_o) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = 55,1 \text{ dB}$.

$S_F = 22,18 \text{ m}^2$

Vorsatzschale (f): keine

$K_{Ff,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = -2,1 \text{ dB}$,

mit $l_i = 6,825 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 22,18 \text{ m}^2$, $S_j = 22,18 \text{ m}^2$.

$K_{Fd,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = -3,8 \text{ dB}$,

mit $l_i = 6,825 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 22,18 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 60,44 \text{ m}^2$.

$K_{Df,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_i \cdot l_0 \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_j)) = -3,8 \text{ dB}$,

mit $l_i = 6,825 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 60,44 \text{ m}^2$, $S_j = 22,18 \text{ m}^2$.

$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(576,0 / 317,5) = 0,2587 \text{ kg/m}^2$.

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

$\Delta K_{Ff} = 0 \text{ dB}$.

$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 9,6 + 11 \cdot M) - \Delta K_{Ff} = 12,4 \text{ dB}$.

$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,min}, 5,7 + 15,4 \cdot M^2) = 6,7 \text{ dB}$.

$K_{Df} = K_{Fd} = 6,7 \text{ dB}$.

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

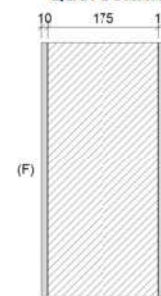
$R_{Ff} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$,

$R_{Ff} = 55,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 12,4 + 10 \cdot \log_{10}(60,44/6,825) = 77,0 \text{ dB}$.

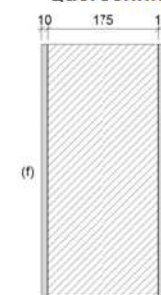
$R_{Fd} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_i)$,

$R_{Fd} = 55,1/2 + 63,1/2 + 0,0 + 6,7 + 10 \cdot \log_{10}(60,44/6,825) = 75,3 \text{ dB}$.

Querschnitt:



Querschnitt:



$$R_{Df} = 63,1/2 + 55,1/2 + 6,0 + 6,7 + 10 \cdot \log_{10}(60,44/6,825) = \mathbf{81,3 \text{ dB}}$$

FLANKE 4: "Wand zur Nachbarklasse"

Typ: "Massivbau", $l_{t,4} = 8,855 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

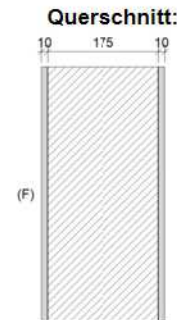
$$m_2 = d \cdot (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$$

$$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_1 + m_2 + m_3 = \mathbf{317,5 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_o) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = \mathbf{55,1 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{28,78 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

175 mm Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel
(1.800)

10 mm Gips- oder Dünnlagenputz (1.000)

$$m_1 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

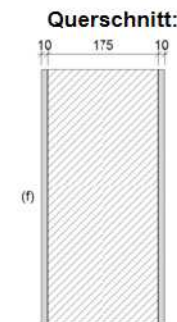
$$m_2 = d \cdot (1000 \cdot \text{RDK} - 100) = 0,175 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 297,5 \text{ kg/m}^2$$

$$m_3 = 0,010 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 10,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_1 + m_2 + m_3 = \mathbf{317,5 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_o) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(317,5/1) - 22,2 = \mathbf{55,1 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{28,78 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_t \cdot l_o \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = \mathbf{-2,1 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_t = 8,855 \text{ m}, l_o = 1,000 \text{ m}, S_i = 28,78 \text{ m}^2, S_j = 28,78 \text{ m}^2.$$

$$K_{Fd,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_t \cdot l_o \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = \mathbf{-3,4 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_t = 8,855 \text{ m}, l_o = 1,000 \text{ m}, S_i = 28,78 \text{ m}^2, S_{TBT} = 60,44 \text{ m}^2.$$

$$K_{Df,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_t \cdot l_o \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_j)) = \mathbf{-3,4 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_t = 8,855 \text{ m}, l_o = 1,000 \text{ m}, S_{TBT} = 60,44 \text{ m}^2, S_j = 28,78 \text{ m}^2.$$

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,\text{mittel}}) = \log_{10}(576,0 / 317,5) = \mathbf{0,2587 \text{ kg/m}^2}$$

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

$$\Delta K_{Ff} = 0 \text{ dB}$$

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,\min}, 9,6 + 11 \cdot M) - \Delta K_{Ff} = \mathbf{12,4 \text{ dB}}$$

$$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,\min}, 5,7 + 15,4 \cdot M^2) = \mathbf{6,7 \text{ dB}}$$

$$K_{Df} = K_{Fd} = \mathbf{6,7 \text{ dB}}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$$R_{Ff} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_t)$$

$$R_{Ff} = 55,1/2 + 55,1/2 + 0,0 + 12,4 + 10 \cdot \log_{10}(60,44/8,855) = \mathbf{75,8 \text{ dB}}$$

$$R_{Fd} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_t)$$

$$R_{Fd} = 55,1/2 + 63,1/2 + 0,0 + 6,7 + 10 \cdot \log_{10}(60,44/8,855) = \mathbf{74,1 \text{ dB}}$$

$$R_{Df} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 \cdot \log_{10}(S_s/l_t)$$

$$R_{Df} = 63,1/2 + 55,1/2 + 6,0 + 6,7 + 10 \cdot \log_{10}(60,44/8,855) = \mathbf{80,1 \text{ dB}}$$

Bauteil	Übertragungs- weg	R _{i,w} /2 dB	R _{j,w} /2 dB	K _{ij} dB	10log ₁₀ (S/I) dB	ΔR _w dB	R _{ij,w} dB
TBT: "Erdgeschossdecke zwischen Klassenräumen"	R _{Dd}	63,1/2	63,1/2			6,0	69,1
F1: "Außenwand"	R _{Df,1}	63,1/2	54,7/2	5,1	9,5	6,0	79,5
	R _{Fd,1}	54,7/2	63,1/2	5,1	9,5	0,0	73,5
	R _{Ff,1}	54,7/2	54,7/2	9,9	9,5	0,0	74,1
F2: "Wand zur OGS bzw. Treppenraum"	R _{Df,2}	63,1/2	55,1/2	6,7	8,3	6,0	80,1
	R _{Fd,2}	55,1/2	63,1/2	6,7	8,3	0,0	74,1
	R _{Ff,2}	55,1/2	55,1/2	12,4	8,3	0,0	75,8
F3: "Wand zum Flur"	R _{Df,3}	63,1/2	55,1/2	6,7	9,5	6,0	81,3
	R _{Fd,3}	55,1/2	63,1/2	6,7	9,5	0,0	75,3
	R _{Ff,3}	55,1/2	55,1/2	12,4	9,5	0,0	77,0
F4: "Wand zur Nachbarklasse"	R _{Df,4}	63,1/2	55,1/2	6,7	8,3	6,0	80,1
	R _{Fd,4}	55,1/2	63,1/2	6,7	8,3	0,0	74,1
	R _{Ff,4}	55,1/2	55,1/2	12,4	8,3	0,0	75,8

1.4.7 Berechnung der Vergleichsgrößen:

Luftschall:

$$R'_w = -10 \log_{10} [10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum 10^{-R_{Fd,w}/10}] \text{ dB,}$$

$$R'_w = -10 \log_{10} [10^{-69,1/10} + 10^{-74,1/10} + 10^{-75,8/10} + 10^{-77,0/10} + 10^{-75,8/10} + 10^{-79,5/10} + 10^{-80,1/10} + 10^{-81,3/10} + 10^{-80,1/10} + 10^{-73,5/10} + 10^{-74,1/10} + 10^{-75,3/10} + 10^{-74,1/10}] \text{ dB,}$$

$$R'_w = \mathbf{63,7 \text{ dB.}}$$

$$u_{\text{prog}} = \mathbf{2,0 \text{ dB}} \text{ (Sicherheitsabschlag).}$$

Trittschall:

Korrekturwert K nach Teil 2, Gleichung 26:

$$m'_{\text{s}} = 576,0 \text{ kg/m}^2, m'_{\text{t,m}} = 315,0 \text{ kg/m}^2,$$

$$K = 0,6 + 5,5 \cdot \log_{10}(m'_{\text{s}} / m'_{\text{t,m}}) = 2,0 \text{ dB.}$$

$$K_{\text{T}} = 0,0 \text{ dB (Empfangsraum befindet sich unter dem Senderraum),}$$

$$L'_{\text{n,w}} = L_{\text{n,eq,0,w}} - \Delta L_{\text{w}} + K - K_{\text{T}} = 67,4 - 29,8 + 2,0 - 0,0 = \mathbf{39,6 \text{ dB.}}$$

$$u_{\text{prog}} = \mathbf{3,0 \text{ dB}} \text{ (Sicherheitszuschlag: Oberboden/Estrich OHNE Einbauten).}$$

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß (abzgl. u_{prog}):

$$\text{vorh. } R'_w = \mathbf{61,7 \text{ dB}}$$

Vorhandener bewerteter Norm-Trittschallpegel (zzgl. u_{prog}):

$$\text{vorh. } L'_{\text{n,w}} = \mathbf{42,6 \text{ dB}}$$

1.4.8 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6, Zeile 1 sind **erfüllt**.

1.5 TREPPE 1: Antritt auf Sohlplatte

1.5.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Keine Anforderungen.

1.5.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

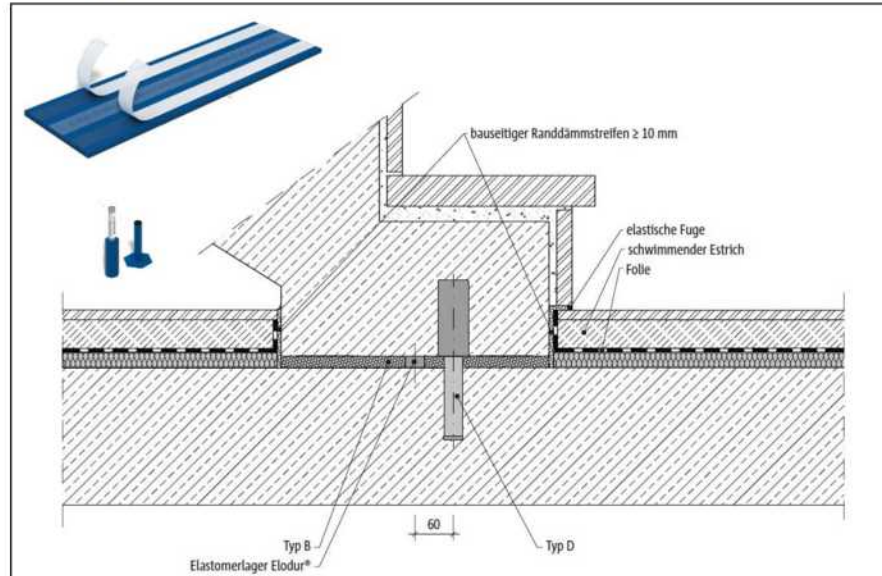
Freiwillig vereinbart:

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 2 ("Mehrfamilienhaus, Bürogebäude oder gemischt genutztes Gebäude"), Zeile 12: "Treppenläufe und -podeste".

Zulässiger bewerteter Norm-Trittschallpegel:

zul. $L'_{n,w} \leq 53,0$ dB

1.5.3 Bauteilgrafik



1.5.4 Bauteildefinition

Akustische Entkopplung von Lauf und Bodenplatte, mittels Schöck Tronsole, Typ B, mit integriertem Elastomerlager, Tragstufe 1, Brandschutz: B2 nach DIN 4102. Der Lauf der Stahlbetontreppe wird mit einer seitlichen Trennlage, z.B. SCHÖCK Tronsole Typ L von der Treppenraumwand entkoppelt.

1.5.5 Bauteilberechnung

$u_{\text{prog}} = 3,0$ dB (Verlegeuntergrund ohne Einbauten).

$L'_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L'_{w, \text{DIN 7396}} = 60,0 - 28,0$ dB = 32,0 dB.

Vorhandener bewerteter Norm-Trittschallpegel (zzgl. u_{prog})

vorh. $L'_{n,w} = 35,0$ dB

1.5.6 Bauteilbewertung

Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz:

Die Anforderungen nach Abschnitt 1.5.2 sind **erfüllt**.

1.0 TREPPE 2: Austritt im Ober- oder Dachgeschoss

1.6.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Keine Anforderungen.

1.6.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

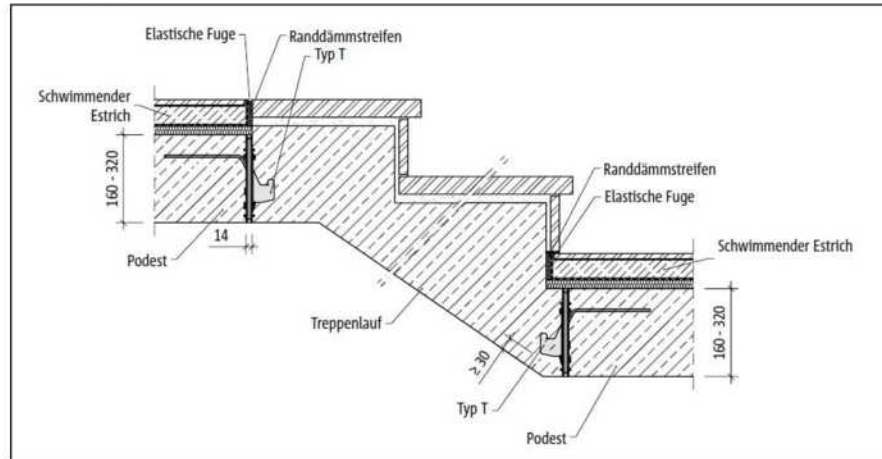
Freiwillig vereinbart:

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 2 ("Mehrfamilienhaus, Bürogebäude oder gemischt genutztes Gebäude"), Zeile 12: "Treppenläufe und -podeste".

Zulässiger bewerteter Norm-Trittschallpegel:

zul. $L'_{n,w} \leq 53,0$ dB

1.6.3 Bauteilgrafik



1.6.4 Bauteildefinition

Akustische Entkopplung von Lauf und Podest mit SCHÖCK-Tronsole, Typ T, Querkrafttragstufe V2: $L = 700-1300$ mm.

Der Treppenlauf kann in Ortbeton erstellt oder als Vorfertigteil produziert werden. Das Treppenpodest kann sowohl in Ortbeton als auch in Halbfertigteilbauweise mit Aufbeton hergestellt werden. Der Lauf der Stahlbetontreppe wird mit einer seitlichen Trennlage, z.B. SCHÖCK Tronsole Typ L von der Treppenraumwand entkoppelt.

1.6.5 Bauteilberechnung

$u_{\text{prog}} = 3,0$ dB (Verlegeuntergrund ohne Einbauten).

$L'_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L'_{w, \text{DIN 7399}} = 60,0 - 29,0$ dB = $31,0$ dB.

Vorhandener bewerteter Norm-Trittschallpegel (zzgl. u_{prog})

vorh. $L'_{n,w} = 34,0$ dB

1.6.6 Bauteilbewertung

Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz:

Die Anforderungen nach Abschnitt 1.6.2 sind **erfüllt**.

1.7 TREPPE 3: Treppenaufleger in Treppenraumwand

1.7.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Keine Anforderungen.

1.7.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

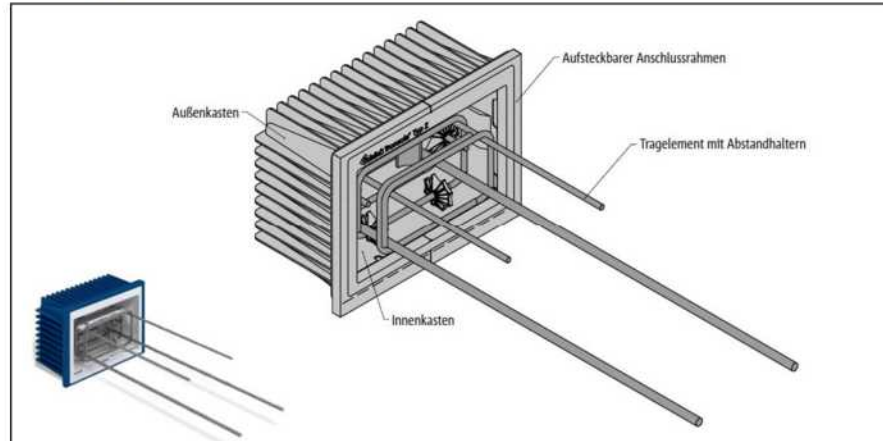
Freiwillig vereinbart:

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 2 ("Mehrfamilienhaus, Bürogebäude oder gemischt genutztes Gebäude"), Zeile 12: "Treppenläufe und -podeste".

Zulässiger bewerteter Norm-Trittschallpegel:

zul. $L'_{n,w} \leq 53,0$ dB

1.7.3 Bauteilgrafik



1.7.4 Bauteildefinition

Akustische Entkopplung von Podest und Treppenhauswand mit Schöck Tronsole Typ Z, Tragstufen V, V+V sowie VH+VH.

Dabei können die Podeste in Ortbeton oder als Vollfertigteile ausgeführt werden. Die Treppenhauswände können entweder gemauert oder betoniert werden. Der Lauf der Stahlbetontreppe wird mit einer seitlichen Trennlage, z.B. SCHÖCK Tronsole Typ L von der Treppenraumwand entkoppelt.

1.7.5 Bauteilberechnung

$u_{\text{prog}} = 3,0$ dB (Verlegeuntergrund ohne Einbauten).

$L'_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L'_{w, \text{DIN 7396}} = 60,0 - 24,0 \text{ dB} = 36,0 \text{ dB}$.

Vorhandener bewerteter Norm-Trittschallpegel (zzgl. u_{prog})

vorh. $L'_{n,w} = 39,0$ dB

1.7.6 Bauteilbewertung

Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz:

Die Anforderungen nach Abschnitt 1.7.2 sind **erfüllt**.

1.8 TÜR 1:
Klassenraumbtür zum Flur

1.8.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6 ("Schule oder vergleichbare Einrichtung (z.B. Kindertagesstätte)", Zeile 8: "Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren".

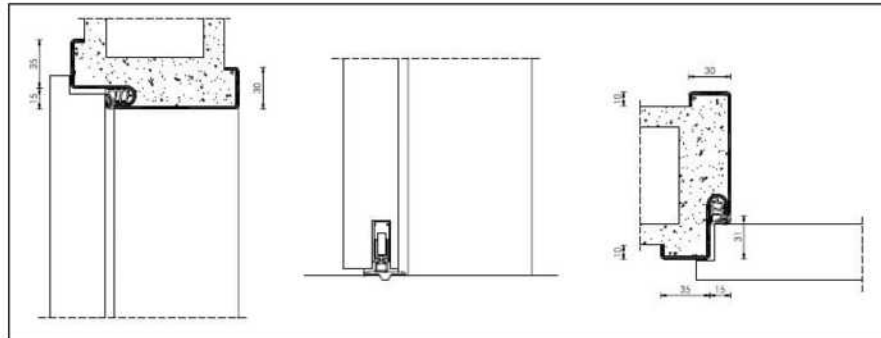
Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

erf. $R_w \geq 32,0$ dB

1.8.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

1.8.3 Bauteilgrafik



1.8.4 Bauteildefinition

Innentür, Typ: SK32, Schallschutz-Türelement, 1-flügelig, türhoch, Stahlumfassungszarge.

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R_w = 32,0$ dB

1.8.5 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6, Zeile 8 sind **erfüllt**.

1.9 TÜR Z:
Klassenraumbtür bei Klassenräumen untereinander

1.9.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6 ("Schule oder vergleichbare Einrichtung (z.B. Kindertagesstätte)"), Zeile 9: "Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander" .

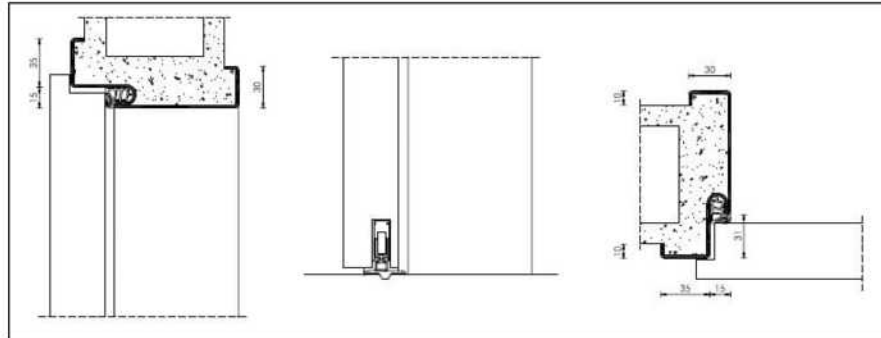
Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

erf. $R_w \geq 37,0$ dB

1.9.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

1.9.3 Bauteilgrafik



1.9.4 Bauteildefinition

Innentür, Typ: SK37, Schallschutz-Türelement, 1-flügelig, türhoch, Stahlumfassungszarge.

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R_w = 37,0$ dB

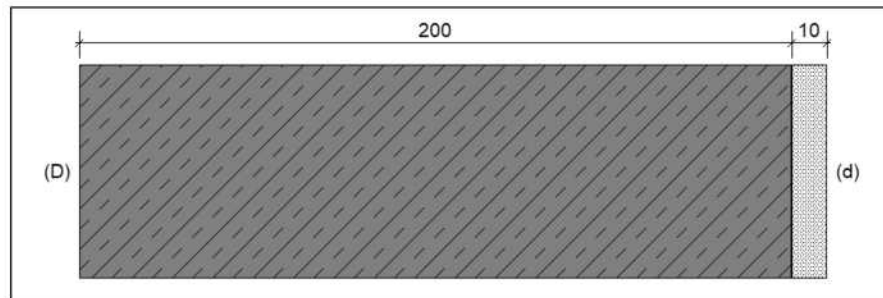
1.9.5 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6, Zeile 9 sind **erfüllt**.

1.10 AUFZUGBAUTEIL 1 NACH DIN 8989: **Schachtwand**

1.10.1 Bauteilquerschnitt

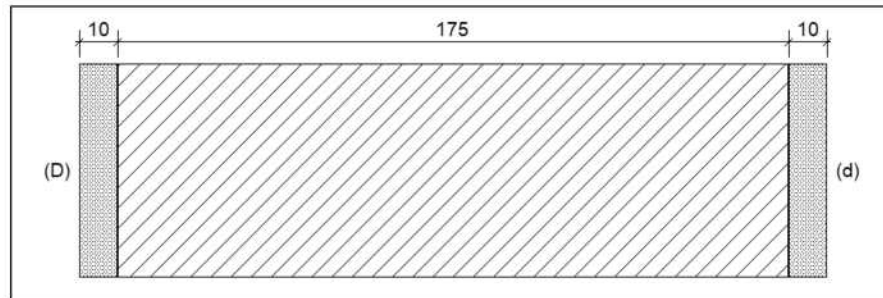


1.10.2 Bauteildefinition und Bewertung

Anforderungen nach **DIN 8989:2019-08**, Schallschutzziel nach **VDI 4100**,
 raumvolumenunabhängig, $L_{AFmax,n} \leq 30$ dB,
 Bauteil: "Schachtwand", 1-schalige Ausführung,
 Bauteildefinition: "nach DIN 4109 : 2016/2018",
 Einbausituation **A**: "Aufzug im Treppenraum, schutzbedürftige Räume grenzen nicht an den Schacht".
 Erforderliche Gesamtmasse m' : **490,0 kg/m²**,
Bauteilaufbau:
 - 200 MM Bewehrter Beton (2.400 kg/m³)
 - 10 MM Gips- oder Dünnlagenputz (1.000 kg/m³)
 Vorhandene Gesamtmasse m' : **490,0 kg/m²**.
Die Anforderungen werden erfüllt!

1.11 AUFZUGBAUTEIL 2 NACH DIN 8989: Treppenraumwand

1.11.1 Bauteilquerschnitt



1.11.2 Bauteildefinition und Bewertung

Anforderungen nach **DIN 8989:2019-08**, Schallschutzziel nach **VDI 4100**,
raumvolumenunabhängig, $L_{AF,max,n} \leq 30$ dB,
Bauteil: "Treppenraumwand", 1-schalige Ausführung,
Bauteildefinition: "nach DIN 4109 : 2016/2018",
Einbausituation **A**: "Aufzug im Treppenraum, schutzbedürftige Räume grenzen nicht an den Schacht".

Erforderliche Gesamtmasse m' : **380,0 kg/m²**,

Bauteilaufbau:

- 10 MM Gips- oder Dünnlagenputz (1.000 kg/m³)
- 175 MM Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel (2.200 kg/m³)
- 10 MM Gips- oder Dünnlagenputz (1.000 kg/m³)

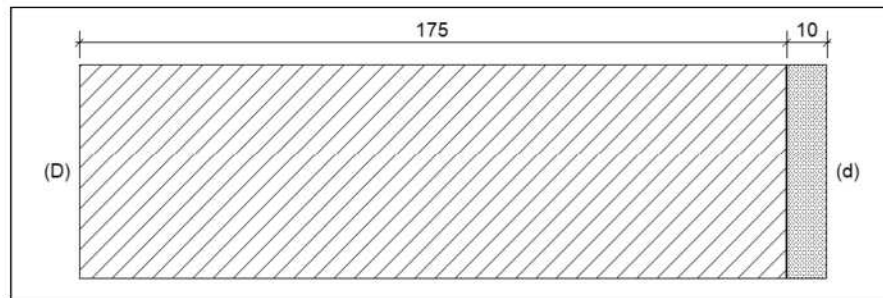
Vorhandene Gesamtmasse m' : **387,5 kg/m²**.

Die Anforderungen werden erfüllt!

2. Referenzbauteile für die Fassade

2.1 AUSSENWAND 1: Außenwand

2.1.1 Bauteilquerschnitt



2.1.2 Bauteildefinition

Trennbauteil nach DIN 4109 : 2016, mit horizontaler Schallübertragung.

Aufbau des Massivbauteils:

- 175 MM Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel (1.800 kg/m³)
- 10 MM Gips- oder Dünnlagenputz (1.000 kg/m³).

TRENNBAUTEIL:

$S_S = 21,40$ m² ("6,485*3,30"), $m' = 307,5$ kg/m², $R_{Dd,w} = 54,7$ dB.

2.1.3 Angeschlossene Flanken

Senderraum: "Außenluft (Lärmpegel)"

Empfangsraum: "Klasse 4"

FLANKE 1: "Flanke 1": Nicht berücksichtigt ($I_g = 0$).

FLANKE 2: "Flanke 2": Nicht berücksichtigt ($I_g = 0$).

FLANKE 4: "Flanke 4": Nicht berücksichtigt ($l_g = 0$).

2.1.4 Übersicht der Rechengrößen:

Bauteil	Übertragungs- weg	$R_{i,w}/2$ dB	$R_{j,w}/2$ dB	$K_{i,j}$ dB	$10\log_{10}$ (S/I) dB	ΔR_w dB	$R_{ij,w}$ dB
TBT: "Außenwand"	R_{Dd}	54,7/2	54,7/2			0,0	54,7

2.1.5 Berechnung der Vergleichsgrößen:

$$R'_{w} = -10\log_{10}[10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum 10^{-R_{Ft,w}/10} + \sum 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum 10^{-R_{Fd,w}/10}] \text{ dB,}$$

$$R'_{w} = -10\log_{10}[10^{-54,7/10}] \text{ dB,}$$

$$R'_{w} = \mathbf{54,7 \text{ dB.}}$$

$$u_{\text{prog}} = \mathbf{0,0 \text{ dB}} \text{ (Sicherheitsabschlag).}$$

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

$$\text{vorh. } R'_{w} = \mathbf{54,7 \text{ dB}}$$

3. Schallschutz gegen Außenlärm (Raumliste)

3.1 RAUM 1: Klassenraum

3.1.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01.

maßgeblicher Außenlärmpegel L_a : **52,5 dB**.

Raumart: "Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume und Ähnliches".

Korrekturwert nach DIN 4109-2 Gl. 33:

$$K_{AL} = 10*\log_{10}(S_s/(0,8*S_G)) = 10*\log_{10}(23,09/(0,8*84,44)) = \mathbf{-4,7 \text{ dB.}}$$

$$\text{Erf. } R'_{w,ges} = \text{MAX}(30, L_a - K_{\text{Raumart}}) + K_{AL} = \text{MAX}(30, 52,5 - 30) + -4,7.$$

Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

$$R'_{w,res} \geq \mathbf{25,3 \text{ dB}}$$

3.1.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

3.1.3 Luftberührte Außenbauteile:

Nr.	Bauteil	Ab-schnitt	Fläche S m²	R_w dB	K_{LPB} dB	$D_{n,e,w}$ dB	$R_{e,w}$ dB
1	Fenster mit Prüfzeugnis	--	12,43	25,0	--	--	27,7
2	AW1: ("Außenwand")	2.1	10,66	54,7	--	--	58,1

3.1.4 Berechnung

$$R_{e,i,w} = (R_{i,w} + K_{LPB}) + 10*\log_{10}(S_{ges}/S_i) = (D_{n,e,w} + K_{LPB}) + 10*\log_{10}(S_{ges}/A_0),$$

$$R_{e,1,w} = (25,0 + 0,0) + 10*\log_{10}(23,09 / 12,43) = 27,7 \text{ dB,}$$

$$R_{e,2,w} = (54,7 + 0,0) + 10*\log_{10}(23,09 / 10,66) = 58,1 \text{ dB,}$$

$$R'_{w,ges} = 10*\log_{10}[\sum 10^{-R_{e,i,w}/10}],$$

$$R'_{w,ges} = 10*\log_{10}[10^{-27,7/10} + 10^{-58,1/10}] = \mathbf{27,7 \text{ dB.}}$$

$$u_{\text{prog}} = \mathbf{2,0 \text{ dB}} \text{ (Sicherheitsabschlag).}$$

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß (abzgl. u_{prog})

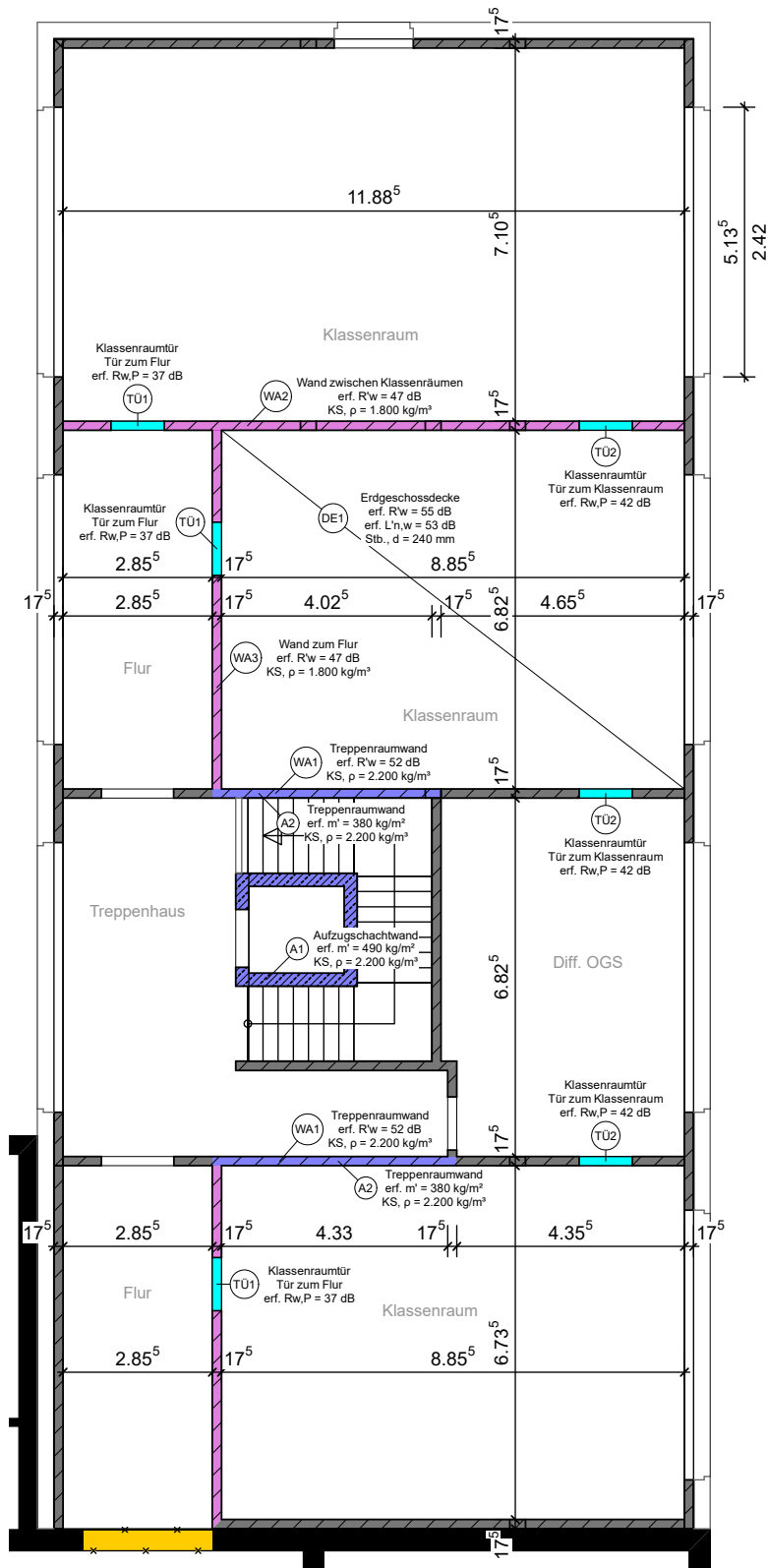
$$\text{vorh. } R'_{w,ges} = \mathbf{25,7 \text{ dB}}$$

3.1.5 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01 sind **erfüllt**.

2. Positionsplan Erdgeschoss



Pos. SU	Unterschrift
---------	--------------

Aufbau und Güte der Bauteile sind entsprechend der Nachweise auszuführen.

Die Einhaltung des Schallschutznachweises ist durch stichprobenartige Kontrollen der Baustelle von einem staatlich anerkannten Sachverständigen für Schall und Wärmeschutz zu kontrollieren.
Die stichprobenhaften Kontrollen sind gesondert zu beauftragen und frühzeitig anzumelden.

Die Kontrollen sollten dem Baufortschritt entsprechend zu folgenden Zeiten durchgeführt werden:

- während der Rohbauarbeiten
- während des Einbaus der Sanitärinstallationen
- während des Einbaus der Fenster
- bei Beginn der Estricharbeiten
- vor der Übergabe

Beim Baustellentermin müssen die aktuellen Pläne/Berechnungen vor Ort vorliegen und ein verantwortlicher Bauleiter/Vorarbeiter hat anwesend zu sein.

Falls sich vor Ort Abweichungen von den zuvor getroffenen Annahmen ergeben ist der Aufsteller hinzuzuziehen.

Unterschriften

aufgestellt: Lengerich im Juli 2026



(Dipl.-Ing. Daniel Oberhaus)

