

Schallschutznachweis nach DIN 4109 : 2018/2019

1. Übersicht

1.1 Tabellarische Zusammenfassung der Bauteilergebnisse

Bauteile	erf. $D_{n,w}/R'_w$	vorh. $D_{n,w}/R'_w$	zul. $L'_{n,w}$	vorh. $L'_{n,w}$	>ÖR<	>ZR<
WAND 1: "Aufzugsschachtwand 260 mm Beton"	57,0/-	62,3/62,2	--/-	--	✓	--
WAND 2: "Trennwand Stahlbeton"	47,0/-	--/57,2	--/-	--	✓	--
WAND 3: "Treppenhauswand"	52,0/-	--/57,2	--/-	--	✓	--
WAND 4: "Trennwand Mauerwerk"	47,0/-	--/51,5	--/-	--	✓	--
DECKE 1: "Geschosstrenndecke schw. Estrich"	55,0/-	--/59,8	53,0/-	43,1	✓	--
TÜR 1: "Türen"	32,0/-	--/32,0	--/-	--	✓	--
RAUM 1: "Klasse 17"	27,5/-	30,3	--/-	--	✓	--
RAUM 2: "Sozialarbeit"	33,2/-	36,0	--/-	--	✓	--
RAUM 3: "Schülervertretung"	27,5/-	30,3	--/-	--	✓	--
RAUM 4: "Mensa Salat Ausgabe"	24,0/-	32,1	--/-	--	✓	--
RAUM 5: "Schulleitung"	32,1/-	33,0	--/-	--	✓	--

ÖR: Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

ZR: Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

2. Trennende Innenbauteile

2.1 WAND 1:

Aufzugsschachtwand 260 mm Beton

2.1.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 2 ("Mehrfamilienhaus, Bürogebäude oder gemischt genutztes Gebäude"), Zeile 17: "Schachtwand von Aufzugsanlagen an Aufenthaltsräumen".

Erforderliche bewertete Norm-Schallpegeldifferenz:

erf. $D_{n,w} \geq 57,0$ dB

2.1.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

2.1.3 Bauteildefinition

Trennbauteil nach DIN 4109 : 2016, mit horizontaler Schallübertragung.

Aufbau des Massivbauteils:

- 260 MM Bewehrter Beton (2.400 kg/m³).

TRENNBAUTEIL:

$S_s = 9,87$ m², $m' = 624,0$ kg/m², $R_{D,w} = 64,2$ dB.

2.1.4 Angeschlossene Flanken

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

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

FLANKE 3: "Flanke 3": Nicht berücksichtigt ($l_g = 0$).

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

2.1.5 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	$R_{i,j,w}$ dB
TBT: "Aufzugsschachtwand 260 mm Beton"	R_{Dd}	64,2/2	64,2/2			0,0	64,2

2.1.6 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$$R'_w = -10\log_{10}[10^{-64,2/10}] \text{ dB},$$

$$R'_w = 64,2 \text{ dB}.$$

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

$$D_{n,w} = R'_w - 10*\log_{10}(A/A_0) = 62,2 - 10*\log_{10}(9,87/10) = 62,3 \text{ dB}.$$

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

$$\text{vorh. } R'_w = 62,2 \text{ dB}$$

Vorhandene bewertete Norm-Schallpegeldifferenz:

$$\text{vorh. } D_{n,w} = 62,3 \text{ dB}$$

2.1.7 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 2, Zeile 18 sind **erfüllt**.

2.2 WAND 2: Trennwand Stahlbeton

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

2.2.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

2.2.3 Bauteildefinition

Trennbauteil nach DIN 4109 : 2016, mit horizontaler Schallübertragung.

Aufbau des Massivbauteils:

- 200 MM Bewehrter Beton (2.400 kg/m³).

TRENNBAUTEIL:

$S_S = 21,80 \text{ m}^2$, $m' = 480,0 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 60,7 \text{ dB}$.

Berechnung der Grundwerte:

$m_2 = 0,200 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$

$m'_{\text{ges}} = m_2 = 480,0 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = 60,7 \text{ dB}$.

2.2.4 Angeschlossene Flanken

FLANKE 1: "Decke"

Typ: "Massivbau", $l_{f,1} = 7,260 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

250 mm Bewehrter Beton (2.400)

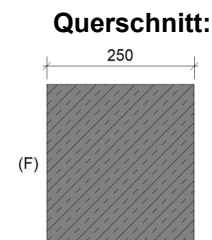
$m_2 = 0,250 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 600,0 \text{ kg/m}^2$

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

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

dB.

$S_F = 60,26 \text{ m}^2$



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

250 mm Bewehrter Beton (2.400)

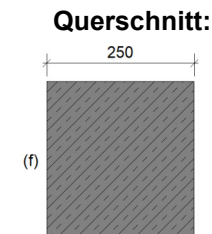
$m_2 = 0,250 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 600,0 \text{ kg/m}^2$

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

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

dB.

$S_F = 60,26 \text{ m}^2$



Vorsatzschale (f): keine

$K_{Ff,min} = 10 * \log_{10}(l_f * l_0 * (1/S_i + 1/S_j)) = -6,2 \text{ dB}$,

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,26 \text{ m}^2$, $S_j = 60,26 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,26 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$, $S_j = 60,26 \text{ m}^2$.

$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(480,0 / 600,0) = -0,0969 \text{ kg/m}^2$.

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

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

$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 8,7 + 17,1 * M + 5,7 * M^2) - \Delta K_{Ff} = 7,1 \text{ dB}$.

$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,min}, 5,7 + 15,4 * M^2) = 5,8 \text{ dB}$.

$K_{Df} = K_{Fd} = 5,8 \text{ dB}$.

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$R_{Ff} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 * \log_{10}(S_S/l_f)$,

$R_{Ff} = 63,6/2 + 63,6/2 + 0,0 + 7,1 + 10 * \log_{10}(21,80/7,260) = 75,5 \text{ dB}$.

$R_{Fd} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 * \log_{10}(S_S/l_f)$,

$R_{Fd} = 63,6/2 + 60,7/2 + 0,0 + 5,8 + 10 * \log_{10}(21,80/7,260) = 72,8 \text{ dB}$.

$R_{Df} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 * \log_{10}(S_S/l_f)$,

$R_{Df} = 60,7/2 + 63,6/2 + 0,0 + 5,8 + 10 * \log_{10}(21,80/7,260) = 72,8 \text{ dB}$.

FLANKE 2: "Außenwand"

Typ: "Massivbau", $l_{f,2} = 3,000 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

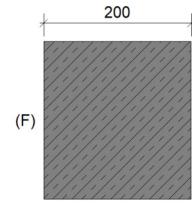
$$m_2 = 0,200 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{24,90 \text{ m}^2}$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

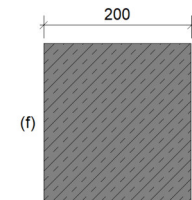
$$m_2 = 0,200 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{24,90 \text{ m}^2}$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,min} = 10 * \log_{10}(l_f * l_0 * (1/S_i + 1/S_j)) = \mathbf{-6,2 \text{ dB}}$$

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$, $S_j = 24,90 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$, $S_j = 24,90 \text{ m}^2$.

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(480,0 / 480,0) = \mathbf{0,0000 \text{ kg/m}^2}$$

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

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

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

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

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

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

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

$$R_{Ff} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 5,7 + 10 * \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{75,0 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Fd} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 4,7 + 10 * \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{74,0 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Df} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 4,7 + 10 * \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{74,0 \text{ dB}}$$

FLANKE 3: "Flurwand"

Typ: "Massivbau", $l_{f,3} = 3,000 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

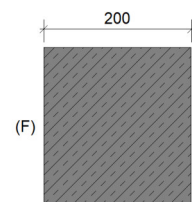
$$m_2 = 0,200 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{24,90 \text{ m}^2}$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

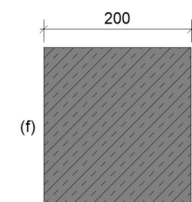
$$m_2 = 0,200 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{24,90 \text{ m}^2}$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,min} = 10 * \log_{10}(l_f * l_0 * (1/S_i + 1/S_j)) = \mathbf{-6,2 \text{ dB}}$$

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$, $S_j = 24,90 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$.

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(480,0 / 480,0) = \mathbf{0,0000 \text{ kg/m}^2}$$

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

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

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = \mathbf{8,7 \text{ dB}}$$

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

$$K_{Df} = K_{Fd} = \mathbf{5,7 \text{ dB}}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

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

$$R_{Ff} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 8,7 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{78,0 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Fd} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 5,7 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{75,0 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Df} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 5,7 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{75,0 \text{ dB}}$$

FLANKE 4: "Boden"

Typ: "Massivbau", $l_{f,4} = 7,260 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

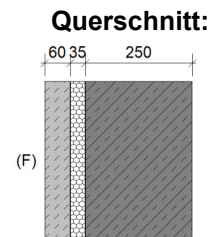
250 mm Bewehrter Beton (2.400)

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

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

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

$$S_F = \mathbf{60,26 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (F): "schwimmender Estrich"

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

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

$$m': 120,0 \text{ kg/m}^2$$

$$f_0: 72 \text{ Hz}$$

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

b.) Empfangsseite (f):

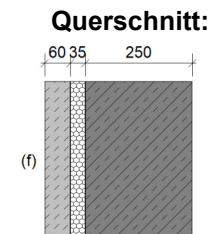
250 mm Bewehrter Beton (2.400)

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

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

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

$$S_F = \mathbf{60,26 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (f): "schwimmender Estrich"

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

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

$$m': 120,0 \text{ kg/m}^2$$

$$f_0: 72 \text{ Hz}$$

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

$$K_{Ff,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = \mathbf{-6,2 \text{ dB}}$$

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,26 \text{ m}^2$, $S_j = 60,26 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,26 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$, $S_j = 60,26 \text{ m}^2$.

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(480,0 / 600,0) = \mathbf{-0,0969 \text{ kg/m}^2}$$

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

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

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = \mathbf{7,1 \text{ dB}}$$

$$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,min}, 5,7 + 15,4 \cdot M^2) = \mathbf{5,8 \text{ dB}}$$

$$K_{Df} = K_{Fd} = \mathbf{5,8 \text{ dB}}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

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

$$R_{Ff} = 63,6/2 + 63,6/2 + 8,3 + 7,1 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/7,260) = \mathbf{83,8 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Fd} = 63,6/2 + 60,7/2 + 5,5 + 5,8 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/7,260) = \mathbf{78,3 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Df} = 60,7/2 + 63,6/2 + 5,5 + 5,8 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/7,260) = 78,3 \text{ dB}.$$

2.2.5 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: "Trennwand Stahlbeton"	R_{Dd}	60,7/2	60,7/2			0,0	60,7
F1: "Decke"	$R_{Df,1}$	60,7/2	63,6/2	5,8	4,8	0,0	72,8
	$R_{Fd,1}$	63,6/2	60,7/2	5,8	4,8	0,0	72,8
	$R_{Ff,1}$	63,6/2	63,6/2	7,1	4,8	0,0	75,5
F2: "Außenwand"	$R_{Df,2}$	60,7/2	60,7/2	4,7	8,6	0,0	74,0
	$R_{Fd,2}$	60,7/2	60,7/2	4,7	8,6	0,0	74,0
	$R_{Ff,2}$	60,7/2	60,7/2	5,7	8,6	0,0	75,0
F3: "Flurwand"	$R_{Df,3}$	60,7/2	60,7/2	5,7	8,6	0,0	75,0
	$R_{Fd,3}$	60,7/2	60,7/2	5,7	8,6	0,0	75,0
	$R_{Ff,3}$	60,7/2	60,7/2	8,7	8,6	0,0	78,0
F4: "Boden"	$R_{Df,4}$	60,7/2	63,6/2	5,8	4,8	5,5	78,3
	$R_{Fd,4}$	63,6/2	60,7/2	5,8	4,8	5,5	78,3
	$R_{Ff,4}$	63,6/2	63,6/2	7,1	4,8	8,3	83,8

2.2.6 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$$R'_w = -10 \log_{10} [10^{-60,7/10} + 10^{-75,5/10} + 10^{-75,0/10} + 10^{-78,0/10} + 10^{-83,8/10} + 10^{-72,8/10} + 10^{-74,0/10} + 10^{-75,0/10} + 10^{-78,3/10} + 10^{-72,8/10} + 10^{-74,0/10} + 10^{-75,0/10} + 10^{-78,3/10}] \text{ dB},$$

$$R'_w = 59,2 \text{ dB}.$$

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

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

$$\text{vorh. } R'_w = 57,2 \text{ dB}$$

2.2.7 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

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

2.3 WAND 3: Treppenhauswand

2.3.1 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. $R'_w \geq 52,0 \text{ dB}$

2.3.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

2.3.3 Bauteildefinition

Trennbauteil nach DIN 4109 : 2016, mit horizontaler Schallübertragung.

Aufbau des Massivbauteils:

- 200 MM Bewehrter Beton (2.400 kg/m³).

TRENNBAUTEIL:

$S_S = 21,80 \text{ m}^2$, $m' = 480,0 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 60,7 \text{ dB}$.

Berechnung der Grundwerte:

$m_2 = 0,200 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$

$m'_{\text{ges}} = m_2 = 480,0 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = 60,7 \text{ dB}$.

2.3.4 Angeschlossene Flanken

FLANKE 1: "Decke"

Typ: "Massivbau", $l_{f,1} = 7,260 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

250 mm Bewehrter Beton (2.400)

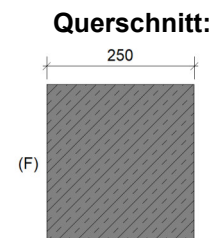
$m_2 = 0,250 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 600,0 \text{ kg/m}^2$

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

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

dB.

$S_F = 60,26 \text{ m}^2$



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

250 mm Bewehrter Beton (2.400)

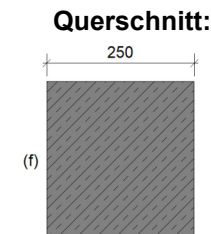
$m_2 = 0,250 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 600,0 \text{ kg/m}^2$

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

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

dB.

$S_F = 60,26 \text{ m}^2$



Vorsatzschale (f): keine

$K_{Ff,min} = 10 * \log_{10}(l_f * l_0 * (1/S_i + 1/S_j)) = -6,2 \text{ dB}$,

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,26 \text{ m}^2$, $S_j = 60,26 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,26 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$, $S_j = 60,26 \text{ m}^2$.

$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(480,0 / 600,0) = -0,0969 \text{ kg/m}^2$.

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

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

$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 8,7 + 17,1 * M + 5,7 * M^2) - \Delta K_{Ff} = 7,1 \text{ dB}$.

$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,min}, 5,7 + 15,4 * M^2) = 5,8 \text{ dB}$.

$K_{Df} = K_{Fd} = 5,8 \text{ dB}$.

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

$R_{Ff} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 * \log_{10}(S_S/l_f)$,

$R_{Ff} = 63,6/2 + 63,6/2 + 0,0 + 7,1 + 10 * \log_{10}(21,80/7,260) = 75,5 \text{ dB}$.

$R_{Fd} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 * \log_{10}(S_S/l_f)$,

$R_{Fd} = 63,6/2 + 60,7/2 + 0,0 + 5,8 + 10 * \log_{10}(21,80/7,260) = 72,8 \text{ dB}$.

$R_{Df} = R_i/2 + R_j/2 + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 * \log_{10}(S_S/l_f)$,

$R_{Df} = 60,7/2 + 63,6/2 + 0,0 + 5,8 + 10 * \log_{10}(21,80/7,260) = 72,8 \text{ dB}$.

FLANKE 2: "Außenwand"

Typ: "Massivbau", $l_{f,2} = 3,000 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

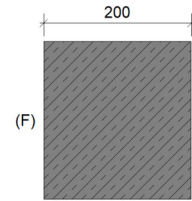
$$m_2 = 0,200 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{24,90 \text{ m}^2}$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

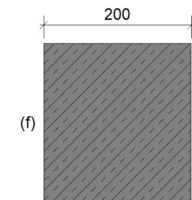
$$m_2 = 0,200 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{24,90 \text{ m}^2}$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,min} = 10 * \log_{10}(l_f * l_0 * (1/S_i + 1/S_j)) = \mathbf{-6,2 \text{ dB}}$$

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$, $S_j = 24,90 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$, $S_j = 24,90 \text{ m}^2$.

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(480,0 / 480,0) = \mathbf{0,0000 \text{ kg/m}^2}$$

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

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

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

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

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

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

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

$$R_{Ff} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 5,7 + 10 * \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{75,0 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Fd} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 4,7 + 10 * \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{74,0 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Df} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 4,7 + 10 * \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{74,0 \text{ dB}}$$

FLANKE 3: "Flurwand"

Typ: "Massivbau", $l_{f,3} = 3,000 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

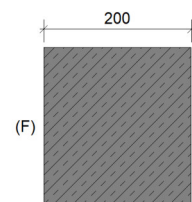
$$m_2 = 0,200 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{24,90 \text{ m}^2}$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

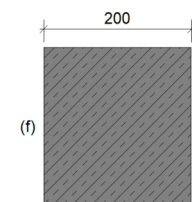
$$m_2 = 0,200 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{24,90 \text{ m}^2}$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,min} = 10 * \log_{10}(l_f * l_0 * (1/S_i + 1/S_j)) = \mathbf{-6,2 \text{ dB}}$$

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$, $S_j = 24,90 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$.

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(480,0 / 480,0) = \mathbf{0,0000 \text{ kg/m}^2}$$

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

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

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = \mathbf{8,7 \text{ dB}}$$

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

$$K_{Df} = K_{Fd} = \mathbf{5,7 \text{ dB}}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

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

$$R_{Ff} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 8,7 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{78,0 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Fd} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 5,7 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{75,0 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Df} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 5,7 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{75,0 \text{ dB}}$$

FLANKE 4: "Boden"

Typ: "Massivbau", $l_{f,4} = 7,260 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

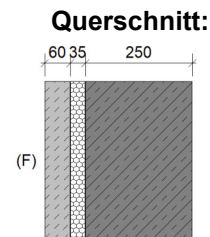
250 mm Bewehrter Beton (2.400)

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

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

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

$$S_F = \mathbf{60,26 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (F): "schwimmender Estrich"

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

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

$$m': 120,0 \text{ kg/m}^2$$

$$f_0: 72 \text{ Hz}$$

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

b.) Empfangsseite (f):

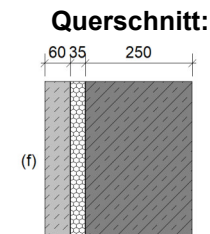
250 mm Bewehrter Beton (2.400)

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

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

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

$$S_F = \mathbf{60,26 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (f): "schwimmender Estrich"

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

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

$$m': 120,0 \text{ kg/m}^2$$

$$f_0: 72 \text{ Hz}$$

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

$$K_{Ff,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = \mathbf{-6,2 \text{ dB}}$$

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,26 \text{ m}^2$, $S_j = 60,26 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,26 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$, $S_j = 60,26 \text{ m}^2$.

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(480,0 / 600,0) = \mathbf{-0,0969 \text{ kg/m}^2}$$

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

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

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = \mathbf{7,1 \text{ dB}}$$

$$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,min}, 5,7 + 15,4 \cdot M^2) = \mathbf{5,8 \text{ dB}}$$

$$K_{Df} = K_{Fd} = \mathbf{5,8 \text{ dB}}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

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

$$R_{Ff} = 63,6/2 + 63,6/2 + 8,3 + 7,1 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/7,260) = \mathbf{83,8 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Fd} = 63,6/2 + 60,7/2 + 5,5 + 5,8 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/7,260) = \mathbf{78,3 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Df} = 60,7/2 + 63,6/2 + 5,5 + 5,8 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/7,260) = 78,3 \text{ dB}.$$

2.3.5 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: "Treppenhauswand"	R_{Dd}	60,7/2	60,7/2			0,0	60,7
F1: "Decke"	$R_{Df,1}$	60,7/2	63,6/2	5,8	4,8	0,0	72,8
	$R_{Fd,1}$	63,6/2	60,7/2	5,8	4,8	0,0	72,8
	$R_{Ff,1}$	63,6/2	63,6/2	7,1	4,8	0,0	75,5
F2: "Außenwand"	$R_{Df,2}$	60,7/2	60,7/2	4,7	8,6	0,0	74,0
	$R_{Fd,2}$	60,7/2	60,7/2	4,7	8,6	0,0	74,0
	$R_{Ff,2}$	60,7/2	60,7/2	5,7	8,6	0,0	75,0
F3: "Flurwand"	$R_{Df,3}$	60,7/2	60,7/2	5,7	8,6	0,0	75,0
	$R_{Fd,3}$	60,7/2	60,7/2	5,7	8,6	0,0	75,0
	$R_{Ff,3}$	60,7/2	60,7/2	8,7	8,6	0,0	78,0
F4: "Boden"	$R_{Df,4}$	60,7/2	63,6/2	5,8	4,8	5,5	78,3
	$R_{Fd,4}$	63,6/2	60,7/2	5,8	4,8	5,5	78,3
	$R_{Ff,4}$	63,6/2	63,6/2	7,1	4,8	8,3	83,8

2.3.6 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$$R'_w = -10 \log_{10} [10^{-60,7/10} + 10^{-75,5/10} + 10^{-75,0/10} + 10^{-78,0/10} + 10^{-83,8/10} + 10^{-72,8/10} + 10^{-74,0/10} + 10^{-75,0/10} + 10^{-78,3/10} + 10^{-72,8/10} + 10^{-74,0/10} + 10^{-75,0/10} + 10^{-78,3/10}] \text{ dB},$$

$$R'_w = 59,2 \text{ dB}.$$

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

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R'_w = 57,2 \text{ dB}$

2.3.7 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

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

2.4 WAND 4: Trennwand Mauerwerk

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

2.4.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

2.4.3 Bauteildefinition

Trennbauteil nach DIN 4109 : 2016, mit horizontaler Schallübertragung.

Aufbau des Massivbauteils:

- 175 MM Mauerwerk aus Kalksandsteinen mit Dünnbettmörtel (1.800 kg/m³).

TRENNBAUTEIL:

$S_S = 21,80 \text{ m}^2$, $m' = 297,5 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 54,2 \text{ dB}$.

Berechnung der Grundwerte:

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

$m'_{\text{ges}} = m_2 = 297,5 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(297,5/1) - 22,2 = 54,2 \text{ dB}$.

2.4.4 Angeschlossene Flanken

FLANKE 1: "Decke"

Typ: "Massivbau", $l_{f,1} = 7,260 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

250 mm Bewehrter Beton (2.400)

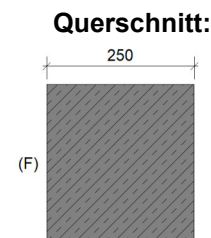
$m_2 = 0,250 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 600,0 \text{ kg/m}^2$

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

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

dB.

$S_F = 60,26 \text{ m}^2$



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

250 mm Bewehrter Beton (2.400)

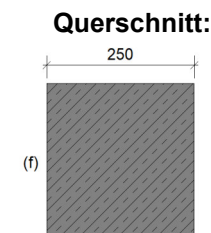
$m_2 = 0,250 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 600,0 \text{ kg/m}^2$

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

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

dB.

$S_F = 60,26 \text{ m}^2$



Vorsatzschale (f): keine

$K_{Ff,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = -6,2 \text{ dB}$,

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,26 \text{ m}^2$, $S_j = 60,26 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,26 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$, $S_j = 60,26 \text{ m}^2$.

$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(297,5 / 600,0) = -0,3047 \text{ kg/m}^2$.

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

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

$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = 4,0 \text{ dB}$.

$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,min}, 5,7 + 15,4 \cdot M^2) = 7,1 \text{ dB}$.

$K_{Df} = K_{Fd} = 7,1 \text{ dB}$.

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

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

$R_{Ff} = 63,6/2 + 63,6/2 + 0,0 + 4,0 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/7,260) = 72,4 \text{ dB}$.

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

$R_{Fd} = 63,6/2 + 54,2/2 + 0,0 + 7,1 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/7,260) = 70,8 \text{ dB}$.

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

$R_{Df} = 54,2/2 + 63,6/2 + 0,0 + 7,1 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/7,260) = 70,8 \text{ dB}$.

FLANKE 2: "Außenwand"

Typ: "Massivbau", $l_{f,2} = 3,000 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

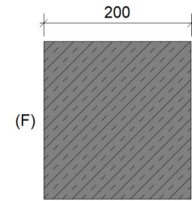
$$m_2 = 0,200 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{24,90 \text{ m}^2}$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

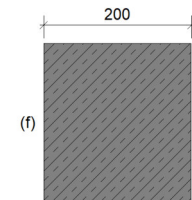
$$m_2 = 0,200 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{24,90 \text{ m}^2}$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,min} = 10 * \log_{10}(l_f * l_0 * (1/S_i + 1/S_j)) = \mathbf{-6,2 \text{ dB}}$$

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$, $S_j = 24,90 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$, $S_j = 24,90 \text{ m}^2$.

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(297,5 / 480,0) = \mathbf{-0,2078 \text{ kg/m}^2}$$

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

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

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

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

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

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

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

$$R_{Ff} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 3,0 + 10 * \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{72,3 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Fd} = 60,7/2 + 54,2/2 + 0,0 + 4,9 + 10 * \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{71,0 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Df} = 54,2/2 + 60,7/2 + 0,0 + 4,9 + 10 * \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{71,0 \text{ dB}}$$

FLANKE 3: "Flurwand"

Typ: "Massivbau", $l_{f,3} = 3,000 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

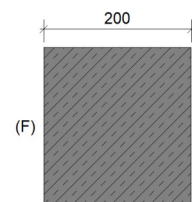
$$m_2 = 0,200 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{24,90 \text{ m}^2}$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

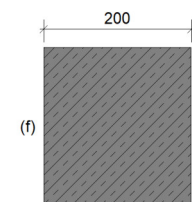
$$m_2 = 0,200 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 * \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 * \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_F = \mathbf{24,90 \text{ m}^2}$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,min} = 10 * \log_{10}(l_f * l_0 * (1/S_i + 1/S_j)) = \mathbf{-6,2 \text{ dB}}$$

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$, $S_j = 24,90 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 3,000 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$, $S_i = 24,90 \text{ m}^2$.

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(297,5 / 480,0) = \mathbf{-0,2078 \text{ kg/m}^2}$$

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

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

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

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

$$K_{Df} = K_{Fd} = \mathbf{6,4 \text{ dB}}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

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

$$R_{Ff} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 5,4 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{74,7 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Fd} = 60,7/2 + 54,2/2 + 0,0 + 6,4 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{72,5 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Df} = 54,2/2 + 60,7/2 + 0,0 + 6,4 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/3,000) = \mathbf{72,5 \text{ dB}}$$

FLANKE 4: "Boden"

Typ: "Massivbau", $l_{f,4} = 7,260 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

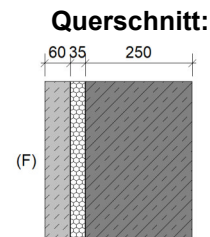
250 mm Bewehrter Beton (2.400)

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

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

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

$$S_F = \mathbf{60,26 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (F): "schwimmender Estrich"

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

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

$$m': 120,0 \text{ kg/m}^2$$

$$f_0: 72 \text{ Hz}$$

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

b.) Empfangsseite (f):

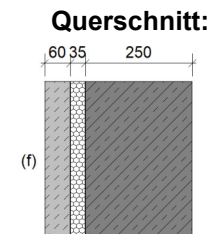
250 mm Bewehrter Beton (2.400)

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

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

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

$$S_F = \mathbf{60,26 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (f): "schwimmender Estrich"

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

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

$$m': 120,0 \text{ kg/m}^2$$

$$f_0: 72 \text{ Hz}$$

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

$$K_{Ff,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = \mathbf{-6,2 \text{ dB}}$$

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,26 \text{ m}^2$, $S_j = 60,26 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 60,26 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$.

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

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 21,80 \text{ m}^2$, $S_j = 60,26 \text{ m}^2$.

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(297,5 / 600,0) = \mathbf{-0,3047 \text{ kg/m}^2}$$

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

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

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = \mathbf{4,0 \text{ dB}}$$

$$K_{Fd} = \text{MAX}(K_{Fd,min}, 5,7 + 15,4 \cdot M^2) = \mathbf{7,1 \text{ dB}}$$

$$K_{Df} = K_{Fd} = \mathbf{7,1 \text{ dB}}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

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

$$R_{Ff} = 63,6/2 + 63,6/2 + 8,3 + 4,0 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/7,260) = \mathbf{80,7 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Fd} = 63,6/2 + 54,2/2 + 5,5 + 7,1 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/7,260) = \mathbf{76,3 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Df} = 54,2/2 + 63,6/2 + 5,5 + 7,1 + 10 \cdot \log_{10}(21,80/7,260) = 76,3 \text{ dB}.$$

2.4.5 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: "Trennwand Mauerwerk"	R_{Dd}	54,2/2	54,2/2			0,0	54,2
F1: "Decke"	$R_{Df,1}$	54,2/2	63,6/2	7,1	4,8	0,0	70,8
	$R_{Fd,1}$	63,6/2	54,2/2	7,1	4,8	0,0	70,8
	$R_{Ff,1}$	63,6/2	63,6/2	4,0	4,8	0,0	72,4
F2: "Außenwand"	$R_{Df,2}$	54,2/2	60,7/2	4,9	8,6	0,0	71,0
	$R_{Fd,2}$	60,7/2	54,2/2	4,9	8,6	0,0	71,0
	$R_{Ff,2}$	60,7/2	60,7/2	3,0	8,6	0,0	72,3
F3: "Flurwand"	$R_{Df,3}$	54,2/2	60,7/2	6,4	8,6	0,0	72,5
	$R_{Fd,3}$	60,7/2	54,2/2	6,4	8,6	0,0	72,5
	$R_{Ff,3}$	60,7/2	60,7/2	5,4	8,6	0,0	74,7
F4: "Boden"	$R_{Df,4}$	54,2/2	63,6/2	7,1	4,8	5,5	76,3
	$R_{Fd,4}$	63,6/2	54,2/2	7,1	4,8	5,5	76,3
	$R_{Ff,4}$	63,6/2	63,6/2	4,0	4,8	8,3	80,7

2.4.6 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$$R'_w = -10 \log_{10} [10^{-54,2/10} + 10^{-72,4/10} + 10^{-72,3/10} + 10^{-74,7/10} + 10^{-80,7/10} + 10^{-70,8/10} + 10^{-71,0/10} + 10^{-72,5/10} + 10^{-76,3/10} + 10^{-70,8/10} + 10^{-71,0/10} + 10^{-72,5/10} + 10^{-76,3/10}] \text{ dB},$$

$$R'_w = 53,5 \text{ dB}.$$

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

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R'_w = 51,5 \text{ dB}$

2.4.7 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

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

2.5 DECKE 1: Geschosstrenndecke schw. Estrich

2.5.1 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:

erf. $R'_w \geq 55,0 \text{ dB}$

Zulässiger bewerteter Norm-Trittschallpegel:

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

2.5.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

2.5.3 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), $d = 60 \text{ MM}$, flächenbezogene Masse $m' = 120,0 \text{ kg/m}^2$, verlegt auf einlagiger Trittschalldämmung, $d = 35 \text{ MM}$, dynamische Steifigkeit $s' = 20 \text{ MN/m}^3$.

Tragende Decke einschl. Verbundschichten:

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

TRENNBAUTEIL:

VSS: $\Delta R_{D,w} = 6,3 \text{ dB}$, $\Delta R_{d,w} = 0,0 \text{ dB}$, $\Delta R_{Dd,w} = 6,3 \text{ dB}$,

$S_S = 15,10 \text{ m}^2$, $m' = 528,0 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 68,2 \text{ dB}$, $L_{n,w} = 68,7 \text{ dB}$.

Berechnung der Grundwerte:

a.) Luftschall:

$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(528,0) - 22,2 = 61,9 \text{ dB}$.

b.) Trittschall:

$L_{n,eq,0,w} = 164 - 35 \cdot \log_{10}(m') = 164 - 35 \cdot \log_{10}(528,0) = 68,7 \text{ dB}$.

2.5.4 Angeschlossene Flanken

FLANKE 1: "Innenwand"

Typ: "Massivbau", $l_{f,1} = 7,260 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

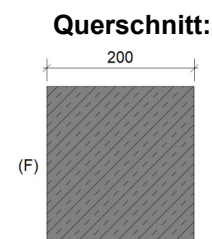
200 mm Bewehrter Beton (2.400)

$m_2 = 0,200 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$

$m'_{\text{ges}} = m_2 = 480,0 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = 60,7 \text{ dB}$.

$S_F = 21,78 \text{ m}^2$



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

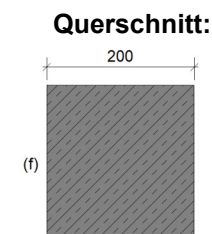
200 mm Bewehrter Beton (2.400)

$m_2 = 0,200 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$

$m'_{\text{ges}} = m_2 = 480,0 \text{ kg/m}^2$

$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = 60,7 \text{ dB}$.

$S_F = 21,78 \text{ m}^2$



Vorsatzschale (f): keine

$K_{Ff,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = -1,8 \text{ dB}$,

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 21,78 \text{ m}^2$, $S_j = 21,78 \text{ m}^2$.

$K_{Fd,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = -0,9 \text{ dB}$,

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_i = 21,78 \text{ m}^2$, $S_{TBT} = 15,10 \text{ m}^2$.

$K_{Df,min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_j)) = -0,9 \text{ dB}$,

mit $l_f = 7,260 \text{ m}$, $l_0 = 1,000 \text{ m}$, $S_{TBT} = 15,10 \text{ m}^2$, $S_j = 21,78 \text{ m}^2$.

$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,mittel}) = \log_{10}(528,0 / 480,0) = 0,0414 \text{ kg/m}^2$.

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

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

$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,min}, 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = 9,4 \text{ dB}$.

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

$$K_{Df} = K_{Fd} = 5,7 \text{ dB.}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

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

$$R_{Ff} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 9,4 + 10 \cdot \log_{10}(15,10/7,260) = 73,3 \text{ dB.}$$

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

$$R_{Fd} = 60,7/2 + 61,9/2 + 0,0 + 5,7 + 10 \cdot \log_{10}(15,10/7,260) = 70,2 \text{ dB.}$$

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

$$R_{Df} = 61,9/2 + 60,7/2 + 6,3 + 5,7 + 10 \cdot \log_{10}(15,10/7,260) = 76,5 \text{ dB.}$$

FLANKE 2: "Innenwand"

Typ: "Massivbau", $l_{f,2} = 7,260 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

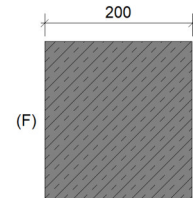
$$m_2 = 0,200 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_{f,0}) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = 60,7 \text{ dB.}$$

$$S_F = 21,78 \text{ m}^2$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

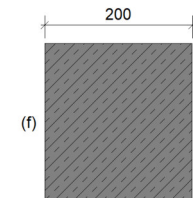
$$m_2 = 0,200 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_{f,0}) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = 60,7 \text{ dB.}$$

$$S_F = 21,78 \text{ m}^2$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = -1,8 \text{ dB,}$$

$$\text{mit } l_f = 7,260 \text{ m, } l_0 = 1,000 \text{ m, } S_i = 21,78 \text{ m}^2, S_j = 21,78 \text{ m}^2.$$

$$K_{Fd,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = -0,9 \text{ dB,}$$

$$\text{mit } l_f = 7,260 \text{ m, } l_0 = 1,000 \text{ m, } S_i = 21,78 \text{ m}^2, S_{TBT} = 15,10 \text{ m}^2.$$

$$K_{Df,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_j)) = -0,9 \text{ dB,}$$

$$\text{mit } l_f = 7,260 \text{ m, } l_0 = 1,000 \text{ m, } S_{TBT} = 15,10 \text{ m}^2, S_j = 21,78 \text{ m}^2.$$

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,\text{mittel}}) = \log_{10}(528,0 / 480,0) = 0,0414 \text{ kg/m}^2.$$

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

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

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,\min}, 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = 9,4 \text{ dB.}$$

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

$$K_{Df} = K_{Fd} = 5,7 \text{ dB.}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

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

$$R_{Ff} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 9,4 + 10 \cdot \log_{10}(15,10/7,260) = 73,3 \text{ dB.}$$

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

$$R_{Fd} = 60,7/2 + 61,9/2 + 0,0 + 5,7 + 10 \cdot \log_{10}(15,10/7,260) = 70,2 \text{ dB.}$$

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

$$R_{Df} = 61,9/2 + 60,7/2 + 6,3 + 5,7 + 10 \cdot \log_{10}(15,10/7,260) = 76,5 \text{ dB.}$$

FLANKE 3: "Innenwand"

Typ: "Massivbau", $l_{f,3} = 3,310 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

200 mm Bewehrter Beton (2.400)

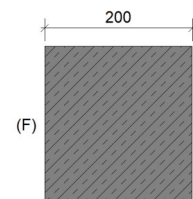
$$m_2 = 0,200 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_{f,0}) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = 60,7 \text{ dB.}$$

$$S_F = 9,93 \text{ m}^2$$

Querschnitt:



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

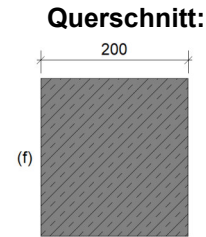
200 mm Bewehrter Beton (2.400)

$$m_2 = 0,200 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_f = \mathbf{9,93 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = \mathbf{-1,8 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_f = 3,310 \text{ m, } l_0 = 1,000 \text{ m, } S_i = 9,93 \text{ m}^2, S_j = 9,93 \text{ m}^2.$$

$$K_{Fd,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = \mathbf{-2,6 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_f = 3,310 \text{ m, } l_0 = 1,000 \text{ m, } S_i = 9,93 \text{ m}^2, S_{TBT} = 15,10 \text{ m}^2.$$

$$K_{Df,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_j)) = \mathbf{-2,6 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_f = 3,310 \text{ m, } l_0 = 1,000 \text{ m, } S_{TBT} = 15,10 \text{ m}^2, S_j = 9,93 \text{ m}^2.$$

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,\text{mittel}}) = \log_{10}(528,0 / 480,0) = \mathbf{0,0414 \text{ kg/m}^2}$$

Stoßstelle: "Starrer Kreuzstoß, Flanke getrennt"

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

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,\min}, 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = \mathbf{9,4 \text{ dB}}$$

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

$$K_{Df} = K_{Fd} = \mathbf{5,7 \text{ dB}}$$

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

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

$$R_{Ff} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 9,4 + 10 \cdot \log_{10}(15,10/3,310) = \mathbf{76,7 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Fd} = 60,7/2 + 61,9/2 + 0,0 + 5,7 + 10 \cdot \log_{10}(15,10/3,310) = \mathbf{73,6 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Df} = 61,9/2 + 60,7/2 + 6,3 + 5,7 + 10 \cdot \log_{10}(15,10/3,310) = \mathbf{79,9 \text{ dB}}$$

FLANKE 4: "Außenwand"

Typ: "Massivbau", $l_{f,4} = 3,310 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

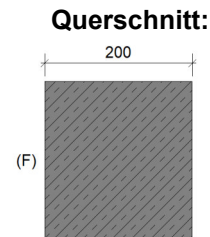
200 mm Bewehrter Beton (2.400)

$$m_2 = 0,200 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_f = \mathbf{9,93 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (F): keine

b.) Empfangsseite (f):

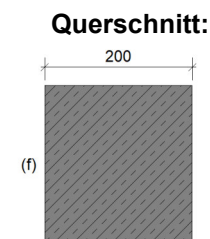
200 mm Bewehrter Beton (2.400)

$$m_2 = 0,200 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 480,0 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_{\text{ges}} = m_2 = \mathbf{480,0 \text{ kg/m}^2}$$

$$R_w = 30,9 \cdot \log_{10}(m'_{\text{ges}}/m'_0) - 22,2 = 30,9 \cdot \log_{10}(480,0/1) - 22,2 = \mathbf{60,7 \text{ dB}}$$

$$S_f = \mathbf{9,93 \text{ m}^2}$$



Vorsatzschale (f): keine

$$K_{Ff,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_j)) = \mathbf{-1,8 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_f = 3,310 \text{ m, } l_0 = 1,000 \text{ m, } S_i = 9,93 \text{ m}^2, S_j = 9,93 \text{ m}^2.$$

$$K_{Fd,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_i + 1/S_{TBT})) = \mathbf{-2,6 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_f = 3,310 \text{ m, } l_0 = 1,000 \text{ m, } S_i = 9,93 \text{ m}^2, S_{TBT} = 15,10 \text{ m}^2.$$

$$K_{Df,\min} = 10 \cdot \log_{10}(l_f \cdot l_0 \cdot (1/S_{TBT} + 1/S_j)) = \mathbf{-2,6 \text{ dB}}$$

$$\text{mit } l_f = 3,310 \text{ m, } l_0 = 1,000 \text{ m, } S_{TBT} = 15,10 \text{ m}^2, S_j = 9,93 \text{ m}^2.$$

$$M = \log_{10}(m'_{TBT} / m'_{f,\text{mittel}}) = \log_{10}(528,0 / 480,0) = \mathbf{0,0414 \text{ kg/m}^2}$$

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

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

$$K_{Ff} = \text{MAX}(K_{Ff,\min}, 5,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2) - \Delta K_{Ff} = \mathbf{6,3 \text{ dB}}$$

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

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

Bewertete Flankenschalldämm-Maße:

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

$$R_{Ff} = 60,7/2 + 60,7/2 + 0,0 + 6,3 + 10 \cdot \log_{10}(15,10/3,310) = \mathbf{73,6 \text{ dB}}$$

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

$$R_{Fd} = 60,7/2 + 61,9/2 + 0,0 + 4,7 + 10 \cdot \log_{10}(15,10/3,310) = 72,6 \text{ dB.}$$

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

$$R_{Df} = 61,9/2 + 60,7/2 + 6,3 + 4,7 + 10 \cdot \log_{10}(15,10/3,310) = 78,9 \text{ dB.}$$

2.5.5 Übersicht der Rechengrößen:

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: " Geschosstrenndecke schw. Estrich "	R_{Dd}	61,9/2	61,9/2			6,3	68,2
F1: "Innenwand"	$R_{Df,1}$	61,9/2	60,7/2	5,7	3,2	6,3	76,5
	$R_{Fd,1}$	60,7/2	61,9/2	5,7	3,2	0,0	70,2
	$R_{Ff,1}$	60,7/2	60,7/2	9,4	3,2	0,0	73,3
F2: "Innenwand"	$R_{Df,2}$	61,9/2	60,7/2	5,7	3,2	6,3	76,5
	$R_{Fd,2}$	60,7/2	61,9/2	5,7	3,2	0,0	70,2
	$R_{Ff,2}$	60,7/2	60,7/2	9,4	3,2	0,0	73,3
F3: "Innenwand"	$R_{Df,3}$	61,9/2	60,7/2	5,7	6,6	6,3	79,9
	$R_{Fd,3}$	60,7/2	61,9/2	5,7	6,6	0,0	73,6
	$R_{Ff,3}$	60,7/2	60,7/2	9,4	6,6	0,0	76,7
F4: "Außenwand"	$R_{Df,4}$	61,9/2	60,7/2	4,7	6,6	6,3	78,9
	$R_{Fd,4}$	60,7/2	61,9/2	4,7	6,6	0,0	72,6
	$R_{Ff,4}$	60,7/2	60,7/2	6,3	6,6	0,0	73,6

2.5.6 Berechnung der Vergleichsgrößen:

Luftschall:

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

$$R'_w = -10 \log_{10} [10^{-68,2/10} + 10^{-73,3/10} + 10^{-73,3/10} + 10^{-76,7/10} + 10^{-73,6/10} + 10^{-76,5/10} + 10^{-76,5/10} + 10^{-79,9/10} + 10^{-78,9/10} + 10^{-70,2/10} + 10^{-70,2/10} + 10^{-73,6/10} + 10^{-72,6/10}] \text{ dB,}$$

$$R'_w = 61,8 \text{ dB.}$$

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

Trittschall:

Korrekturwert K nach Teil 2, Gleichung 26:

$$m'_s = 528,0 \text{ kg/m}^2, m'_{f,m} = 480,0 \text{ kg/m}^2,$$

$$K = 0,6 + 5,5 \cdot \log_{10}(m'_s / m'_{f,m}) = 0,8 \text{ dB.}$$

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

$$L'_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + K - K_T = 68,7 - 29,4 + 0,8 - 0,0 = 40,1 \text{ dB.}$$

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

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

$$\text{vorh. } R'_w = 59,8 \text{ dB}$$

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

$$\text{vorh. } L'_{n,w} = 43,1 \text{ dB}$$

2.5.7 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

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

2.6 TÜR 1: Türen

2.6.1 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

2.6.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R_w = 32,0$ dB

2.6.3 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

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

3. Referenzbauteile für die Fassade

3.1 AUSSENWAND 1: Außenwand

3.1.1 Bauteildefinition

Trennbauteil nach DIN 4109 : 2016, mit horizontaler Schallübertragung.

Vorsatzschale Sendeseite:

12,5 mm GKP mit 50 mm Mineralfaser ($s'=15$), unmittelbar auf der Trennwand aufgebracht

Aufbau des Massivbauteils:

- 200 MM Bewehrter Beton (2.400 kg/m^3).

TRENNBAUTEIL:

VSS: $\Delta R_{D,w} = -0,1 \text{ dB}$, $\Delta R_{d,w} = 0,0 \text{ dB}$, $\Delta R_{Dd,w} = -0,1 \text{ dB}$,

$S_s = 7,40 \text{ m}^2$, $m' = 480,0 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 60,6 \text{ dB}$.

3.1.2 Angeschlossene Flanken

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

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

FLANKE 3: "Flanke 3": Nicht berücksichtigt ($l_g = 0$).

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

3.1.3 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}	60,7/2	60,7/2			-0,1	60,6

3.1.4 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$R'_w = -10\log_{10}[10^{-60,6/10}] \text{ dB}$,

$R'_w = 60,6 \text{ dB}$.

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

$D_{n,w} = R'_w - 10*\log_{10}(A/A_0) = 60,6 - 10*\log_{10}(7,40/10) = 61,9 \text{ dB}$.

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R'_w = 60,6 \text{ dB}$

3.1.5 Kommentar

Die Außenwand wird aus $d = 17,5 \text{ mm}$ Kalksandstein-Mauerwerk mit einer Rohdichte von $\geq 2.000 \text{ kg/m}^3$ ausgeführt. Die schalltechnische Verbesserung durch das Wärmedämmverbundsystem wurde mit 2 dB angesetzt und muss durch ein Prüfzeugnis nachgewiesen werden.

3.2 FENSTER 1: FE

3.2.1 Bauteildefinition

Fenster nach DIN 4109-35:2016-07, Tabelle 1, Zeile 2: Einfachfenster mit Mehrscheiben-Isolierglas.

Konstruktionsmerkmale:

- Gesamtglasdicke $d_{\text{Ges}} \geq 6 \text{ mm}$ und
- $\text{SZR}_{\text{ges}} \geq 12 \text{ mm}$,

ODER

- $R_{\text{w,Glas}} \geq 30 \text{ dB}$ - mindestens 1 Falzdichtung.

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R_{\text{w}} = 30,0 \text{ dB}$

3.3 FENSTER 2: Rolladen

3.3.1 Bauteildefinition

Rolladenkasten nach DIN 4109-35:2016-07 mit folgenden Konstruktionsmerkmalen:

- Systemvariante: I (Montagedeckel innen)

- Innenschürze Bekleidung (C):

Kunststoff-Stegdoppelplatten oder Holzwerkstoffplatten, Dicke ≥ 8 mm mit
Blechauflage, $m' \geq 8$ kg/m²

oder

Platten aus Beton, Porenbeton, Ziegel oder Bims, Dicke ≥ 50 mm oder $m' \geq 30$ kg/m².

- Unterer waagerechter Abschluss (D):

Kunststoff-Stegdoppelplatten oder Holzwerkstoffplatten, Dicke ≥ 8 mm mit
Blechauflage, $m' \geq 8$ kg/m²

oder

Holzwerkstoffplatten, z.B. Spanplatten nach DIN EN 312, Dicke ≥ 8 mm, mit erhöhter
innerer Dämpfung.

- Anschlussfuge:

Umlaufender Falz

UND

zusätzliche Abdichtung aller Fugen mit Dichtstoffprofilen.

oder

Schnapp- und Steckverbindungen mit Auflage am Kopfteil

UND

zusätzliche Abdichtung aller Fugen mit Dichtstoffprofilen.

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R_w = 35,0$ dB

3.4 FENSTER 3:
Lüfter
Norm-Schallpegeldifferenz

$$D_{n,e,w} = 48,0 \text{ dB}$$

3.5 FENSTER 4: FE2

3.5.1 Bauteildefinition

Fenster nach DIN 4109-35:2016-07, Tabelle 1, Zeile 3: Einfachfenster mit Mehrscheiben-Isolierglas.

Konstruktionsmerkmale:

- Glasaufbau $\geq 4 + 4$ mm und
- $SZR_{ges} \geq 12$ mm

ODER

- $R_{w,Glas} \geq 30$ dB
- mindestens 1 Falzdichtung.

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R_w = 33,0$ dB

4. Schallschutz gegen Außenlärm (Raumliste)

4.1 RAUM 1: Klasse17

4.1.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 7, Zeile 2, Lärmpegelbereich: "I/I", maßgeblicher Außenlärmpegel L_a : **60 dB**.

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

Korrekturwert nach DIN 4109-2 Gl. 33:

$$K_{AL} = 10 \cdot \log_{10}(S_S / (0,8 \cdot S_G)) = 10 \cdot \log_{10}(27,06 / (0,8 \cdot 60,26)) = -2,5 \text{ dB.}$$

$$\text{Erf. } R'_{w,ges} = \text{MAX}(30, L_a - K_{Raumart}) + K_{AL} = \text{MAX}(30, 60 - 30) + -2,5.$$

Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

$R'_{w,res} \geq 27,5$ dB

4.1.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

4.1.3 Luftberührte Außenbauteile:

Nr.	Bauteil	Ab-schnitt	Fläche S m ²	R_w dB	K_{LPB} dB	$D_{n,e,w}$ dB	$R_{e,w}$ dB
1	WA1: ("Außenwand")	3.1	11,29	60,6	--	--	64,4
2	FE1: ("FE")	3.2	15,77	30,0	--	--	32,3

4.1.4 Berechnung

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

$$R_{e,1,w} = (60,6 + 0,0) - 10 \cdot \log_{10}(11,29 / 27,06) = 64,4 \text{ dB,}$$

$$R_{e,2,w} = (30,0 + 0,0) - 10 \cdot \log_{10}(15,77 / 27,06) = 32,3 \text{ dB,}$$

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

$$R'_{w,ges} = 10 \cdot \log_{10}[10^{-64,4/10} + 10^{-32,3/10}] = \mathbf{32,3 \text{ dB.}}$$

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

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

vorh. $R'_{w,ges} = 30,3$ dB

4.1.5 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 7, Zeile 2 sind **erfüllt**.

4.2 RAUM 2: Sozialarbeit

4.2.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 7, Zeile 2, Lärmpegelbereich: "I/I", maßgeblicher Außenlärmpegel L_a : **60 dB**.

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

Korrekturwert nach DIN 4109-2 Gl. 33:

$$K_{AL} = 10 \cdot \log_{10}(S_S / (0,8 \cdot S_G)) = 10 \cdot \log_{10}(23,83 / (0,8 \cdot 14,22)) = \mathbf{3,2 \text{ dB.}}$$

$$\text{Erf. } R'_{w,ges} = \text{MAX}(30, L_a - K_{Raumart}) + K_{AL} = \text{MAX}(30, 60 - 30) + 3,2.$$

Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

$R'_{w,res} \geq 33,2$ dB

4.2.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

4.2.3 Luftberührte Außenbauteile:

Nr.	Bauteil	Ab-schnitt	Fläche S m ²	R _w dB	K _{LPB} dB	D _{n,e,w} dB	R _{e,w} dB
1	WA1: ("Außenwand")	3.1	20,05	60,6	- -	- -	61,4
2	FE1: ("FE")	3.2	3,78	30,0	- -	- -	38,0

4.2.4 Berechnung

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

$$R_{e,1,w} = (60,6 + 0,0) - 10 \cdot \log_{10}(20,05 / 23,83) = 61,4 \text{ dB},$$

$$R_{e,2,w} = (30,0 + 0,0) - 10 \cdot \log_{10}(3,78 / 23,83) = 38,0 \text{ dB},$$

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

$$R'_{w,ges} = 10 \cdot \log_{10}[10^{-61,4/10} + 10^{-38,0/10}] = \mathbf{38,0 \text{ dB}}.$$

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

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

$$\text{vorh. } R'_{w,ges} = \mathbf{36,0 \text{ dB}}$$

4.2.5 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 7, Zeile 2 sind **erfüllt**.

4.3 RAUM 3: Schülervertretung

4.3.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 7, Zeile 2, Lärmpegelbereich: "I", maßgeblicher Außenlärmpegel L_a : **60 dB**.

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

Korrekturwert nach DIN 4109-2 Gl. 33:

$$K_{AL} = 10 \cdot \log_{10}(S_s/(0,8 \cdot S_G)) = 10 \cdot \log_{10}(10,14/(0,8 \cdot 22,58)) = \mathbf{-2,5 \text{ dB}}.$$

$$\text{Erf. } R'_{w,ges} = \text{MAX}(30, L_a - K_{Raumart}) + K_{AL} = \text{MAX}(30, 60 - 30) + -2,5.$$

Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

$$R'_{w,ges} \geq \mathbf{27,5 \text{ dB}}$$

4.3.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

4.3.3 Luftberührte Außenbauteile:

Nr.	Bauteil	Ab-schnitt	Fläche S m ²	R _w dB	K _{LPB} dB	D _{n,e,w} dB	R _{e,w} dB
1	WA1: ("Außenwand")	3.1	4,23	60,6	- -	- -	64,4
2	FE1: ("FE")	3.2	5,91	30,0	- -	- -	32,3

4.3.4 Berechnung

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

$$R_{e,1,w} = (60,6 + 0,0) - 10 \cdot \log_{10}(4,23 / 10,14) = 64,4 \text{ dB},$$

$$R_{e,2,w} = (30,0 + 0,0) - 10 \cdot \log_{10}(5,91 / 10,14) = 32,3 \text{ dB},$$

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

$$R'_{w,ges} = 10 \cdot \log_{10}[10^{-64,4/10} + 10^{-32,3/10}] = \mathbf{32,3 \text{ dB}}.$$

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

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

$$\text{vorh. } R'_{w,ges} = \mathbf{30,3 \text{ dB}}$$

4.3.5 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 7, Zeile 2 sind **erfüllt**.

4.4 RAUM 4: Mensa Salat Ausgabe

4.4.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 7, Zeile 2, Lärmpegelbereich: "I", maßgeblicher Außenlärmpegel L_a : **60 dB**.

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

Korrekturwert nach DIN 4109-2 Gl. 33:

$$K_{AL} = 10 \cdot \log_{10}(S_S / (0,8 \cdot S_G)) = 10 \cdot \log_{10}(67,85 / (0,8 \cdot 340,62)) = -6,0 \text{ dB}$$

$$\text{Erf. } R'_{w,ges} = \text{MAX}(30, L_a - K_{Raumart}) + K_{AL} = \text{MAX}(30, 60 - 30) + -6,0.$$

Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

$$R'_{w,res} \geq 24,0 \text{ dB}$$

4.4.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

4.4.3 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	WA1: ("Außenwand")	3.1	41,49	60,6	--	--	62,7
2	FE1: ("FE")	3.2	26,35	30,0	--	--	34,1

4.4.4 Berechnung

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

$$R_{e,1,w} = (60,6 + 0,0) - 10 \cdot \log_{10}(41,49 / 67,84) = 62,7 \text{ dB},$$

$$R_{e,2,w} = (30,0 + 0,0) - 10 \cdot \log_{10}(26,35 / 67,84) = 34,1 \text{ dB},$$

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

$$R'_{w,ges} = 10 \cdot \log_{10}[10^{-62,7/10} + 10^{-34,1/10}] = 34,1 \text{ dB}.$$

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

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

$$\text{vorh. } R'_{w,ges} = 32,1 \text{ dB}$$

4.4.5 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 7, Zeile 2 sind **erfüllt**.

4.5 RAUM 5: Schulleitung

4.5.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 7, Zeile 2, Lärmpegelbereich: "II", maßgeblicher Außenlärmpegel L_a : **60 dB**.

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

Korrekturwert nach DIN 4109-2 Gl. 33:

$$K_{AL} = 10 \cdot \log_{10}(S_S / (0,8 \cdot S_G)) = 10 \cdot \log_{10}(27,92 / (0,8 \cdot 21,54)) = 2,1 \text{ dB}.$$

$$\text{Erf. } R'_{w,ges} = \text{MAX}(30, L_a - K_{Raumart}) + K_{AL} = \text{MAX}(30, 60 - 30) + 2,1.$$

Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

$$R'_{w,res} \geq 32,1 \text{ dB}$$

4.5.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

4.5.3 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	WA1: ("Außenwand")	3.1	10,24	60,6	--	--	65,0
2	FE4: ("FE2")	3.5	17,68	33,0	--	--	35,0

4.5.4 Berechnung

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

$$R_{e,1,w} = (60,6 + 0,0) - 10 \cdot \log_{10}(10,24 / 27,92) = 65,0 \text{ dB},$$

$$R_{e,2,w} = (33,0 + 0,0) - 10 \cdot \log_{10}(17,68 / 27,92) = 35,0 \text{ dB},$$

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

$$R'_{w,ges} = 10 \cdot \log_{10}[10^{-65,0/10} + 10^{-35,0/10}] = 35,0 \text{ dB}.$$

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

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

$$\text{vorh. } R'_{w,ges} = 33,0 \text{ dB}$$

4.5.5 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 7, Zeile 2 sind **erfüllt**.