

Schallschutznachweis

nach DIN 4109 ‚Schallschutz im Hochbau‘ vom November 1989

Objekt	Sanierung des Schulzentrums Saarn ID 072/277: Berufskolleg und Gesamtschule Lehnerstraße 65-67 45481 Mülheim a. d. Ruhr
Objektnummer	3959
Bauherr	ImmobilienService der Stadt Mülheim a. d. Ruhr Hans-Böckler-Platz 5 45468 Mülheim a. d. Ruhr
Architekt	RKW Architektur+ Tersteegenstr. 30 40474 Düsseldorf
Bericht	09.10.2019

Der Bericht umfasst 14 Seiten

1 Inhaltsverzeichnis

1	INHALTSVERZEICHNIS	2
2	ALLGEMEINES	3
2.1	VORWORT	3
2.2	AUFGABENSTELLUNG.....	3
2.3	GRUNDLAGEN	3
2.4	TOPOGRAPHIE, GRUNDSÄTZLICHE GEBÄUDESTRUKTUR UND NUTZUNG	4
2.4.1	<i>Topographie</i>	4
2.4.2	<i>Gebäudestruktur und Nutzung</i>	4
3	BAULICHER SCHALLSCHUTZ GEGEN AUßENLÄRM	4
4	BAULICHER SCHALLSCHUTZ VON SCHUTZBEDÜRFTIGEN RÄUMEN	5
4.1	ANFORDERUNGEN AN BAUTEILE VON SCHUTZBEDÜRFTIGEN RÄUMEN	5
4.1.1	<i>Allgemeine Anforderungen</i>	5
4.1.2	<i>Anforderungen an Türsysteme</i>	6
4.1.3	<i>Schallschutz gegenüber haustechnischen Anlagen</i>	7
4.2	NACHWEISE FÜR DEN SCHALLSCHUTZ VON SCHUTZBEDÜRFTIGEN RÄUMEN.....	8
4.2.1	<i>Decken und Wände</i>	8
5	HINWEISE DER KKK INGENIEURGESELLSCHAFT MBH FÜR DEN AUSZUFÜHRENDEN SCHALLSCHUTZ	9
5.1	ALLGEMEINE HINWEISE	9
5.2	TÜREN	10
6	SCHLUSSBLATT	11
7	ANLAGE- BAUTEILNACHWEISE	12

2 Allgemeines

2.1 Vorwort

Bauordnungsrechtlich ist der Mindestschallschutz gemäß DIN 4109 einzuhalten. Dieser entspricht jedoch nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik und kann in keiner Weise Qualitäts- bzw. Komfortansprüchen standhalten (BGH-Urteil, Juni 2009). Ein gegenüber diesen Mindestanforderungen erhöhter Schallschutz soll deutlich wahrnehmbar sein und sollte mindestens 3 bis 5 dB höher sein als die Mindestwerte der DIN 4109 (BGH).

2.2 Aufgabenstellung

Für das Bauvorhaben

Sanierung des Schulzentrums Saarn, ID 072/277: Berufskolleg und Gesamtschule in 45481 Mülheim a. d. Ruhr

ist der Schallschutz nachzuweisen.

In Abstimmung mit dem Bauherrn wird dem Nachweis der Mindestschallschutz nach DIN 4109 zugrunde gelegt.

2.3 Grundlagen

Dem Nachweis liegen folgende Unterlagen zu Grunde:

- Die Bauantragspläne der RKW Architekten, Düsseldorf: Grundrisse, Schnitte, Ansichten; Stand Juli 2018
- Lageplan
- Umgebungslärmkartierung des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW

Folgende Vorschriften, Normen und Richtlinien wurden bei der Festlegung der bauakustischen Anforderungen berücksichtigt:

- DIN 4109 Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise [Ausgabe November 1989]
- Beiblatt 1 zu DIN 4109 Schallschutz im Hochbau, Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren [Ausgabe November 1989]
- VDI-Richtlinie 3728- Schalldämmung beweglicher Raumabschlüsse; Türen und Mobilwände

2.4 Topographie, grundsätzliche Gebäudestruktur und Nutzung

2.4.1 Topographie

Das Gebäude befindet sich in Mülheim an der Ruhr in einem Schulkomplex an der Lehnerstraße. Die Lärmbelastung infolge Straßenverkehr ist als gering zu beurteilen.

2.4.2 Gebäudestruktur und Nutzung

Das Gebäude wird als Berufskolleg und als Gesamtschule genutzt. Die Sanierung umfasst im Wesentlichen die Ertüchtigung bzw. den Austausch beschädigter Bauteile.

Das Gebäude ist im Wesentlichen in Massivbauweise erstellt. Die Außenwände bestehen aus Stahlbeton, Innenwände überwiegend aus leichten Trennwänden.

3 Baulicher Schallschutz gegen Außenlärm

Die Außenlärmbelastung wird an diesem Standort als gering eingestuft. Der Nachweis zum Schallschutz gegen Außenlärm entfällt.

4 Baulicher Schallschutz von schutzbedürftigen Räumen

4.1 Anforderungen an Bauteile von schutzbedürftigen Räumen

4.1.1 Allgemeine Anforderungen

Für die erforderliche Luft- und Trittschalldämmung zum Schutz gegen Schallübertragung innerhalb von Schulen und vergleichbaren Unterrichtsbauten gibt die Tabelle 3 der DIN 4109 folgende Kennwerte an:

Bauteil	Mindestanforderung nach DIN 4109	
	erf. R'_w	erf. $L'_{n,w}$
Wände zwischen Unterrichtsräumen untereinander und zu Fluren	$\geq 47 \text{ dB}$	--
Wände zwischen Büroräumen und Unterrichtsräumen bzw. Fluren	$\geq 53 \text{ dB}$	--
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	$\geq 32 \text{ dB}$	--
Türen zwischen Unterrichtsräumen untereinander und zwischen Büroräumen und Unterrichtsräumen	$\geq 37 \text{ dB}$	--

4.1.2 Anforderungen an Türsysteme

Für die Bewertung der Schalldämmung von Türen sei auf die VDI 3728 verwiesen. Hier ist die Schalldämmung von verschiedenen Türsystemen angegeben:

Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß (Anforderungswert) R_w [dB]	Bewertetes Schalldämm-Maß (Prüfstandwert ohne Nebenweg- übertragung) $R_{w,P}$ [dB]	Anzahl der erforderlichen Dichtungen	Anzahl der dauerelastischen Abdichtungen zum Baukörper (Zarge – Wand; Zarge – Boden)	Konstruktiver Aufbau
27	≥ 32	1	Einseitig auf der Türöffnungsseite	Einschichtige- /zwei-schalige Konstruktion
32	≥ 37	1	zweiseitig	Mehrschichtige Konstruktion
37	≥ 42	2	zweiseitig	Mehrschichtige Konstruktion
42	≥ 47	2 bis 4	zweiseitig	Mehrschichtige Konstruktion
47	≥ 52	2 bis 4	zweiseitig	Doppeltür

Wie aus der Tabelle zu entnehmen, sind mehrschichtige Konstruktionen mit mindestens 2 Dichtungen zu wählen.

4.1.3 Schallschutz gegenüber haustechnischen Anlagen

Maßgebend für die Beurteilung der von haustechnischen Anlagen in schutzbedürftige Räume übertragenen Geräusche sind die Kenndaten der DIN 4109, Tabelle 4.

		Wohn- und Schlafräume	Unterrichts- und Arbeitsräume
		Kennzeichnender Schalldruckpegel dB(A)	
1	Wasserinstallationen (Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)	≤ 30 a)b)	≤ 35 a)
2	Sonstige haustechnische Anlagen	≤ 30 c)	≤ 35 c)
3	Betriebe tags 6 bis 22 Uhr	≤ 35	≤ 35 c)
4	Betriebe nachts 22 bis 6 Uhr	≤ 25	≤ 35 c)
a) Einzelne, kurzzeitige Spitzen, die beim Betätigen der Armaturen und Geräte (Öffnen, Schließen von Armaturen, Umstellen, Unterbrechen etc.) entstehen, werden z. Zt. nicht berücksichtigt.			
b) Werkvertragliche Voraussetzungen zur Erfüllung des zulässigen Installationsschalldruckpegels:			
- Die Ausführungsunterlagen müssen die Anforderungen des Schallschutzes berücksichtigen, d. h. u. a. zu den Bauteilen müssen die erforderlichen Schallschutznachweise vorliegen.			
- Außerdem muss die verantwortliche Bauleitung benannt und zu einer Teilnahme vor Verschließen bzw. Verkleiden der Installation hinzugezogen werden. Weitergehende Details regelt das ZVSHK-Merkblatt.			
2) Bei Lüftungstechnischen Anlagen sind um 5 dB(A) höhere Werte zulässig, sofern es sich um Dauergeräusche ohne auffällige Einzeltöne handelt.			

Zur Umsetzung sind in der DIN 4109 und ihren Beiblättern Rechenverfahren und Ausführungsbeispiele zur Erreichung dieser Pegel aufgeführt. Der Nachweis des Schallschutzes ist entsprechend diesen Rechenverfahren zu führen.

4.2 Nachweise für den Schallschutz von schutzbedürftigen Räumen

Es erfolgt eine Zusammenfassung der relevanten Bauteile für den Schallschutz schutzbedürftiger Räume. Der Einfluss flankierender Bauteile wurde berücksichtigt. Die genauen Berechnungen sind in der Anlage aufgeführt.

4.2.1 Decken und Wände

Bauteil	Wesentlicher Aufbau	Erf.	Vorh.
GS-IW01*- Wände zwischen Unterrichtsräumen untereinander und zu Fluren	Einfachständerwerk, zweilagig beplankt mit Gipskartonplatten $R_{w,R} \geq 56 \text{ dB}$	erf. $R'_w \geq 47 \text{ dB}$	vorh. $R'_w = 38 \text{ dB}$
GS-IW02*- Wände zwischen Büroräumen und Unterrichtsräumen bzw. Fluren	Einfachständerwerk, zweilagig beplankt mit Gipskartonplatten $R_{w,R} \geq 62 \text{ dB}$	erf. $R'_w \geq 53 \text{ dB}$	vorh. $R'_w = 38 \text{ dB}$
GS-IW03- Wände zwischen Unterrichtsräumen untereinander und zu Fluren im EG	Einfachständerwerk, zweilagig beplankt mit Gipskartonplatten $R_{w,R} \geq 56 \text{ dB}$	erf. $R'_w \geq 47 \text{ dB}$	vorh. $R'_w = 50 \text{ dB}$
GS-IT01- Türen zwischen Unterrichtsräumen und Fluren	---	erf. $R'_w \geq 32 \text{ dB}$	s. Abschn. 4.1.2
GS-IT02- Türen zwischen Unterrichtsräumen untereinander und zwischen Büroräumen und Unterrichtsräumen	---	erf. $R'_w \geq 37 \text{ dB}$	s. Abschn. 4.1.2

*Hinweis: das resultierende Schalldämm-Maß der Wand gemäß Herstellerangaben berücksichtigt nicht den Einfluss flankierender Bauteile ($R_{w,R} \neq R'_w$)

5 Hinweise der KKK Ingenieurgesellschaft mbH für den auszuführenden Schallschutz

5.1 Allgemeine Hinweise

Im Zuge der Sanierung werden die Elementtrennwände zu schützenswerten Räumen, wie Unterrichtsräume und Büroräume, erneuert. Ziel ist es den horizontalen Luftschallschutz zu verbessern. Hierbei hat die Flankenschallübertragung einen großen Einfluss auf das Gesamt-Schalldämm-Maß im eingebauten Zustand.

Im vorliegenden Bestandsgebäude befindet sich im Erdgeschoss ein schwimmender Estrich, während in den Obergeschossen Verbundestrich verlegt wurde. Im Erdgeschoss wird der Estrich entlang der neuen Trennwände geschlitzt, um die horizontale Flankenschallübertragung zu verbessern.

In den Obergeschossen kann jedoch durch ein nachträgliches Schlitzen von Verbundestrich keine Reduzierung der Flankenschallübertragung erzielt werden. Weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Flankenschallübertragung würden einen unverhältnismäßigen Aufwand mit Mehrkosten verursachen. Daher wird auf Wunsch des Bauherrn in den Obergeschossen darauf verzichtet, den vorhandenen Bodenaufbau schalltechnisch zu ertüchtigen. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass damit auch der Schallschutz der neu eingebauten Elementtrennwände nicht eingehalten werden kann.

In den Ausschreibungen sollten unbedingt die jeweils zugehörigen schalltechnischen Kenndaten aufgenommen werden.

Es sollte bei allen Ausschreibungen die Nachprüfung der erbrachten Qualität durch bauakustische Messungen gefordert werden.

5.2 Türen

Das einzuhaltende Schalldämm-Maß R_w von 37 dB bzw. 42 dB ist von der Gesamtkonstruktion der Tür, also Türblatt, Zarge und Dichtungen im eingebauten Zustand zu erbringen.

Es ist zu beachten, dass das Schallschutzmaß im eingebauten Zustand i.d.R. um ca. 5 dB niedriger als im Prüfstand ist. Es sind Prüfzeugnisse gemäß DIN EN ISO 140 oder DIN EN ISO 717 von amtlich anerkannten Prüfstellen vorzulegen. Die Prüfwerte müssen sich auf das fertig eingebaute Türelement mit eingebauter Boden- und Zargendichtung beziehen.

Besonders bei hochwertigen Türen ($R_w > 27$ dB) wird empfohlen ein um 2 dB erhöhtes Vorhaltemaß (7 dB) zu wählen.

Die Anforderungen an die Dichtungen steigen mit den Anforderungen an die Schalldämmung. Die weichfedernden Dichtungen in den Türfalzen sind durch geeignete Beschläge so einzustellen, dass ein dichtes Anliegen der Falze sichergestellt ist. Der Kraftaufwand für die Betätigung des Verschlusses darf nicht zu groß werden. Ebenso ist die Bodendichtung sorgfältig einzustellen.

6 Schlussblatt

aufgestellt, am 09.10.2019:

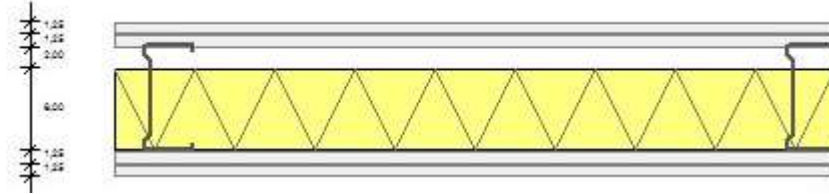


(Dassouli)

Staatlich anerkannte Sachverständige
für den Schall- und Wärmeschutz

7 Anlage- Bauteilnachweise

Bauteil: GS-IW01- Wände zwischen Unterrichtsräumen untereinander und zu Fluren, OG



Wandbauteil

Wandbauteil in Gebäuden in Massivbauart
zum Schutz gegen Schallübertragung aus fremden Wohn-/Arbeitsbereichen

Bau-Schalldämm-Maße nach DIN 4109:2016

Schalldämm-Maß für das trennende Bauteil

Leichtbauweise DIN 4109-33:2016

Ausführung wie 2-11 Metallständerwand CW 100, 2 x GK, 80 mm MF, 56 dB

vorh R_w (C, C_{tr}) = 56 (-, -) dB

Raumanordnung

	Breite	Höhe	Tiefe	Versatz [m]
Senderraum	8,20	2,60	8,20	
Empfangsraum	8,20	2,60	8,20	0,00
Fläche des trennenden Bauteils (D) $S_s = 2,60 \cdot 8,20 = 21,32 \text{ m}^2$				

Flankierende Bauteile in Leichtbauweise

flankierende Bauteile	l_f m	$D_{n,f,w}$ dB	$R_{ff,w}$ dB
06 über Verbundestrich durchgehend (40dB)	8,20	40,0	40,7
07 MF Rasterdecke	8,20	55,0	55,7
06 $D_{n,f,w}$ horizontal über Verbundestrich durchgehend			
07 $D_{n,f,w}$ horizontal über abgehängte Unterdecke, MF-Unterdeckenplatten mit Plattenschott			

l_f = gemeinsame Kantenlänge zwischen flankierendem und trennendem Bauteil

l_{ab} = Bezugskantenlänge = 2,8 m für Längswände, 4,5 m für Decken

S_s = Fläche des trennenden Bauteils [m²]

$D_{n,f,w}$ = bewertete Norm-Schallpegeldifferenz des flankierenden Bauteils (tabelliert)

$R_{ff,w}$ = Bewertetes Flankendämm-Maß F_f nach T2, Gl.23 = $D_{n,f,w} + 10 \cdot \log(l_{ab}/l_f) + 10 \cdot \log(S_s/10)$

Die Schallnebenwege F_d und D_f werden nicht beachtet (Leichtbauweisen)

bewertetes Bau-Schalldämm-Maß

$$R'_{w} = -10 \cdot \log(10^{-RD_{d,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{ff,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-RD_{f,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Fd,w}/10}) = 40,4 \text{ dB (T2 Gl.1)}$$

Rechenwert Bau-Schalldämm-Maß (DIN 4109:2016)

vorh $R'_{w,R} = R'_{w} - 2 \text{ dB} = 38,4 \text{ dB}$ (T2 Gl.45) für den Nachweis

Standard-Schallpegeldifferenz zwischen Sende- und Empfangsraum

$$D_{nT,w} = 40,42 + 10 \cdot \log(0,32 \cdot 270/21,3) = 46,5 \text{ dB (T2, Gl.B.1)}$$

Anforderungen an die Luftschalldämmung

aus DIN 4109:1989 Tab.3: Anforderungen in Schulen

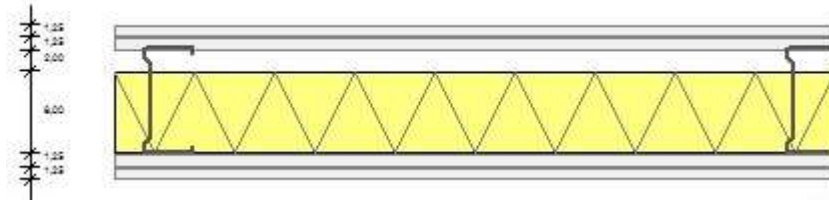
Wände zwischen Unterrichtsräumen und ähnlichen Räumen

$$\text{erf. } R'_{w} \geq 47 \text{ dB}$$

Nachweis

$$\text{vorh. } R'_{w,R} = 38,4 \text{ dB} < 47 \text{ dB} = \text{erf. } R'_{w} \text{ nicht ausreichend.}$$

Bauteil: GS-IW02- Wände zwischen Büroräumen und Unterrichtsräumen bzw. Fluren



Wandbauteil

Wandbauteil in Gebäuden in Massivbauart
zum Schutz gegen Schallübertragung aus fremden Wohn-/Arbeitsbereichen

Bau-Schalldämm-Maße nach DIN 4109:2016

Schalldämm-Maß für das trennende Bauteil

Leichtbauweise DIN 4109-33:2016

Ausführung wie 2-11 Metallständerwand CW 100, 2 x GK, 80 mm MF, 62 dB

vorh $R_w (C, C_{tr}) = 62 (-, -) \text{ dB}$

Raumanordnung

	Breite	Höhe	Tiefe	Versatz [m]
Senderraum	8,20	2,60	8,20	
Empfangsraum	8,20	2,60	8,20	0,00

Fläche des trennenden Bauteils (D) $S_s = 2,60 \cdot 8,20 = 21,32 \text{ m}^2$

Flankierende Bauteile in Leichtbauweise

flankierende Bauteile	l_f m	$D_{n,f,w}$ dB	$R_{Ff,w}$ dB
06 über Verbundestrich durchgehend (40dB)	8,20	40,0	40,7
07 MF Rasterdecke	8,20	55,0	55,7
06 $D_{n,f,w}$ horizontal über Verbundestrich durchgehend			
07 $D_{n,f,w}$ horizontal über abgehängte Unterdecke, MF-Unterdeckenplatten			

l_f = gemeinsame Kantenlänge zwischen flankierendem und trennendem Bauteil

l_{lab} = Bezugskantenlänge = 2,8 m für Längswände, 4,5 m für Decken

S_s = Fläche des trennenden Bauteils [m^2]

$D_{n,f,w}$ = bewertete Norm-Schallpegeldifferenz des flankierenden Bauteils (tabelliert)

$R_{Ff,w}$ = Bewertetes Flankendämm-Maß F_f nach T2, Gl.23 = $D_{n,f,w} + 10 \cdot \log(l_{lab}/l_f) + 10 \cdot \log(S_s/10)$

Die Schallnebenwege F_d und D_f werden nicht beachtet (Leichtbauweisen)

bewertetes Bau-Schalldämm-Maß

$R'_w = -10 \cdot \log(10^{-RD_{d,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-RD_{f,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Fd,w}/10}) = 40,5 \text{ dB}$ (T2 Gl.1)

Rechenwert Bau-Schalldämm-Maß (DIN 4109:2016)

vorh $R'_{w,R} = R'_w - 2 \text{ dB} = 38,5 \text{ dB}$ (T2 Gl.45) für den Nachweis

Standard-Schallpegeldifferenz zwischen Sende- und Empfangsraum

$D_{nT,w} = 40,52 + 10 \cdot \log(0,32 \cdot 270/21,3) = 46,6 \text{ dB}$ (T2, Gl.B.1)

Anforderungen an die Luftschalldämmung

aus DIN 4109:1989 Tab.3: Anforderungen in Geschosshäusern

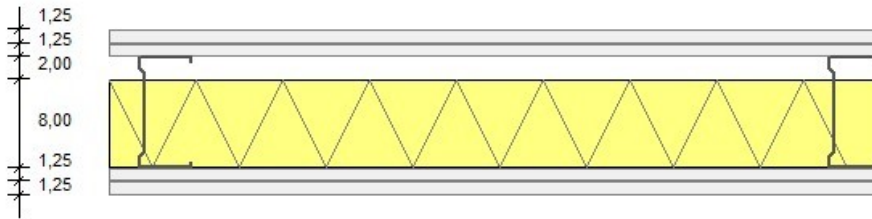
Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsräumen

erf. $R'_w \geq 53 \text{ dB}$

Nachweis

vorh. $R'_{w,R} = 38,5 \text{ dB} < 53 \text{ dB} = \text{erf. } R'_w \text{ nicht ausreichend.}$

Bauteil: GS-IW03- Wände zwischen Unterrichtsräumen untereinander und zu Fluren, EG



3.0 Wandbauteil

Wandbauteil in Gebäuden in Massivbauart
zum Schutz gegen Schallübertragung aus fremden Wohn-/Arbeitsbereichen

3.1 Bau-Schalldämm-Maße nach DIN 4109:2018

3.1.2 Schalldämm-Maß für das trennende Bauteil

Leichtbauweise DIN 4109-33:2016

Ausführung wie 2-11 Metallständerwand CW 100, 2 x GK, 80 mm MF, 56 dB

vorh $R_w (C, C_{tr}) = 56 (-, -)$ dB

Raumanordnung

	Breite	Höhe	Tiefe	Versatz [m]
Senderraum	8,10	2,60	8,20	
Empfangsraum	8,10	2,60	8,20	0,00

Fläche des trennenden Bauteils (D) $S_s = 2,60 \cdot 8,10 = 21,06 \text{ m}^2$

3.1.5 Flankierende Bauteile in Leichtbauweise

flankierende Bauteile	l_f m	$D_{n,f,w}$ dB	$R_{ff,w}$ dB
06 über schwimmenden Estrich mit Trennfuge	8,10	57,0	57,7
07 MF Deckenplatten eingelegt 10 kg/m ² (8,10	55,0	55,7
06 $D_{n,f,w}$ horizontal über schwimmenden Estrich mit Trennfuge, T33 Tab.41-2			
07 $D_{n,f,w}$ horizontal über abgehängte Unterdecke, MF-Unterdeckenplatten 10 kg/m ² , T33 Tab.38-4			

l_f = gemeinsame Kantenlänge zwischen flankierendem und trennendem Bauteil

l_{lab} = Bezugskantenlänge = 2,8 m für Längswände, 4,5 m für Decken

S_s = Fläche des trennenden Bauteils [m²]

$D_{n,f,w}$ = bewertete Norm-Schallpegeldifferenz des flankierenden Bauteils (tabelliert)

$R_{ff,w}$ = Bewertetes Flankendämm-Maß F_f nach T2, Gl.23 = $D_{n,f,w} + 10 \cdot \log(l_{lab}/l_f) + 10 \cdot \log(S_s/10)$

Die Schallnebenwege F_d und D_f werden nicht beachtet (Leichtbauweisen)

3.1.6 bewertetes Bau-Schalldämm-Maß

$R'_w = -10 \cdot \log(10^{-RD_{d,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{ff,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-RD_{f,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{fd,w}/10}) = 51,6 \text{ dB}$ (T2 Gl.1)

3.1.7 Rechenwert Bau-Schalldämm-Maß (DIN 4109:2018)

vorh $R'_{w,R} = R'_w - 2 \text{ dB} = 49,6 \text{ dB}$ (T2 Gl.45) für den Nachweis

Standard-Schallpegeldifferenz zwischen Sende- und Empfangsraum

$D_{nT,w} = 51,6 + 10 \cdot \log(0,32 \cdot 270,0/21,06) = 57,7 \text{ dB}$ (T2, Gl.B.1)

3.9 Anforderungen an die Luftschalldämmung

aus DIN 4109:1989 Tab.3: Anforderungen in Schulen

Wände zwischen Unterrichtsräumen und ähnlichen Räumen

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

3.10 Nachweis

vorh. $R'_{w,R} = 49,6 \text{ dB} \geq 47 \text{ dB} = \text{erf. } R'_w$ **Konstruktion erfüllt DIN 4109.**