

Bauakustik - Schallschutz Schulgebäude

Interner Nachweis gemäß DIN 4109 Schallschutz im Hochbau

Projektnummer: 4779-19

Objekt: Neubauerweiterung Konrad-Adenauer-Gymnasium Bonn
Max-Planck-Straße 24
53177 Bonn

Bauherr: Städtisches Gebäudemanagement Bonn
SGB/85
Berliner Platz 2
53111 Bonn

Architekt: Heinle Wischer
Partnerschaft freier Architekten mbB
Stollgasse 25-45
50667 Köln

gefertigt:


A. Rösch

gezeichnet:


Oliver Schwinn



Bonn, den 12.01.2024
20240111abr 4779 BA interner Nachweis.docx



1	Aufgabenstellung	3
2	Normen, Richtlinien und Vorschriften	3
3	Grundlagen	3
4	Anforderungen.....	3
4.1	Kennzeichnende Größen	3
4.2	Anforderungen an Schulen und vergleichbaren Unterrichtsbauten nach DIN 4109-1:2018-01	4
4.2.1	Decken	4
4.2.2	Treppen.....	4
4.2.3	Wände.....	5
4.2.4	Türen.....	5
4.2.5	haustechnische Anlagen	6
4.3	Anforderungen nach DIN 4109 von Bauteilen zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen	6
5	Stichprobenhafte Kontrollen.....	7
6	Weitere Angaben	8
6.1	Haustechnische Anlagen	8
6.1.1	Wasserinstallationen	8
6.1.2	Installationsschächte/Kamine	9
6.1.3	Elektroinstallationen.....	10
6.1.4	Technikzentralen.....	11
6.1.5	Leitungsführung	12
6.1.6	Lüftung.....	13
6.1.7	Schwingungsisolierung	13
7	Rechnerischer Nachweis	14

1 Aufgabenstellung

Das Städtische Gebäudemanagement Bonn plant die Erweiterung des Konrad-Adenauer-Gymnasiums in Bonn um ein Unterrichtsgebäude mit 13 Klassenräumen. Bauordnungsrechtlich ist somit der Nachweis des bauordnungsrechtlichen Schallschutzes gemäß DIN 4109 erforderlich. Aufgabe dieser Bearbeitung ist es, für das vorliegende Bauvorhaben auf der Grundlage der baugesetzlichen Mindestanforderungen, der geltenden Normen und den allg. anerkannten Regeln der Technik den bauordnungsrechtlichen Nachweis für den baulichen Schallschutz zu führen.

2 Normen, Richtlinien und Vorschriften

Maßgebende Vorschrift für den bauordnungsrechtlichen Schallschutz ist die DIN 4109 - Schallschutz im Hochbau.

- (1) DIN 4109-1:2018-01 Schallschutz im Hochbau Mindestanforderungen; Januar 2018

3 Grundlagen

Beurteilungsgrundlage für die vorliegende bauakustische Bearbeitung sind nachfolgend aufgeführte Unterlagen:

- Grundrisse, Schnitte, Ansichten M 1:100, Genehmigungsplanung Oktober 2023

4 Anforderungen

In der DIN 4109 - Schallschutz im Hochbau - sind Anforderungen an den Schallschutz mit dem Ziel festgelegt, Menschen in Aufenthaltsräumen vor unzumutbaren Belästigungen durch Schallübertragung zu schützen.

4.1 Kennzeichnende Größen

Nachfolgend sind die kennzeichnenden Größen für die Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung von Bauteilen erläutert.

R'_w	bewertetes Schalldämmmaß in dB mit Schallübertragung über flankierende Bauteile
R_w	bewertetes Schalldämmmaß in dB ohne Schallübertragung über flankierende Bauteile
$D_{n,T,w}$	bewertete Standard-Schallpegeldifferenz
$L'_{n,w}$	bewerteter Norm-Trittschallpegel

$L'_{n,T,w}$	bewerteter Standard-Trittschallpegel
L_{AF}	Schalldruckpegel
$L_{AF,max,n}$	maximaler A-bewerteter Schalldruckpegel
$L_{r,n}$	Beurteilungspegel L_r

4.2 Anforderungen an Schulen und vergleichbaren Unterrichtsbauten nach DIN 4109-1:2018-01

Nachfolgend werden die bauakustischen Anforderungen nach DIN 4109 tabellarisch aufgelistet.

4.2.1 Decken

Bauteile	erf. R'_w [dB]	erf. $L'_{n,w}$ [dB]	Bemerkungen
Decken zwischen Unterrichtsräumen und ähnlichen Räumen/Decken unter Fluren	≥ 55	≤ 53	Die Anforderung an die Trittschall-dämmung gilt für die Trittschall-übertragung in Aufenthaltsräumen in alle Schallausbreitungs-richtungen. Zu ähnlichen Räumen gehören auch solche Räume mit erhöhtem Ruhebedürfnis, z. B. Schlafräume.
Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „besonders lauten“ Räumen (z.B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräume, Spielräume, Technikzentralen)	≥ 55	≤ 46	Wegen der verstärkten Übertragung tiefer Frequenzen können zusätzlich Maßnahmen zur Körperschalldämmung erforderlich sein.
Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z.B. Sporthallen, Werkräumen	≥ 60	≤ 46	

4.2.2 Treppen

Die Norm stellt keine Anforderungen an Treppen. Wir empfehlen eine schalltechnische Entkopplung der Treppenläufe und Podeste vorzusehen.

4.2.3 Wände

Bauteile	erf. R'_w [dB]	Bemerkungen
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und zu Fluren	≥ 47	Zu ähnlichen Räumen gehören auch solche Räume mit erhöhtem Ruhebedürfnis, z. B. Schlafräume.
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenhäusern	≥ 52	
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z.B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräume, Spielräume, Technikzentralen)	≥ 55	
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z.B. Sporthallen, Werkräumen	≥ 60	

4.2.4 Türen

Bauteile	erf. R_w [dB]
Türen zwischen Unterrichtsräumen und ähnlichen Räumen und Fluren	≥ 32
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander	≥ 37

4.2.5 haustechnische Anlagen

Die Werte für die zulässigen Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen von Geräuschen aus haustechnischen Anlagen nach DIN 4109 sind in nachfolgender Tabelle wiedergegeben.

Geräuschquelle	Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel [dB(A)]
Sanitärtechnik/Wasserinstallationen (Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)	$L_{AF,max,n} \leq 35^{a,b,c}$
Sonstige hausinterne, fest installierte technische Schallquellen der technischen Ausrüstung, Ver- und Entsorgung sowie Garagenanlagen	$L_{AF,max,n} \leq 35^c$

- Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen, die beim Betätigen der Armaturen und der Trinkwasser-Installation (Öffnen, Schließen, Umstellen, Unterbrechen) entstehen, sind derzeit nicht zu berücksichtigen.
- 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.
- Abweichend von DIN EN ISO 10052:2010-10, 6.3.3, wird auf Messung in der lautesten Raumecke verzichtet (siehe auch DIN 4109-4).

4.3 Anforderungen nach DIN 4109 von Bauteilen zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen

Nachfolgend werden die Anforderungen nach DIN 4109, Tabelle 8, zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen, tabellarisch aufgelistet.

Art der Räume	Bauteile	erf. R'_w [dB]		erf. $L'_{n,w}$ [dB]
		Schalldruckpegel L_{AF} = 75-80 dB(A)	Schalldruckpegel L_{AF} = 81-85 dB(A)	
Räume mit „besonders lauten“ haustechnischen Anlagen oder Anlageteilen	Decken, Wände	≥ 57	≥ 62	--
	Fußböden	--		$\leq 43^1$

- Nicht erforderlich, wenn geräuscherzeugende Anlagen ausreichend Körperschallgedämmt aufgestellt werden; eventuelle Anforderungen nach Tab. 3 bleiben hiervon unberührt

5 Stichprobenhafte Kontrollen

Nach der Bauordnung NRW muss sich der staatlich anerkannte Sachverständige für Schall- und Wärmeschutz durch stichprobenhafte Kontrollen während der Bauausführung davon überzeugen und zur Fertigstellung bescheinigen, dass die baulichen Anlagen entsprechend den aufgestellten Nachweisen zum Schall- und Wärmeschutz errichtet worden sind.



erstellt:

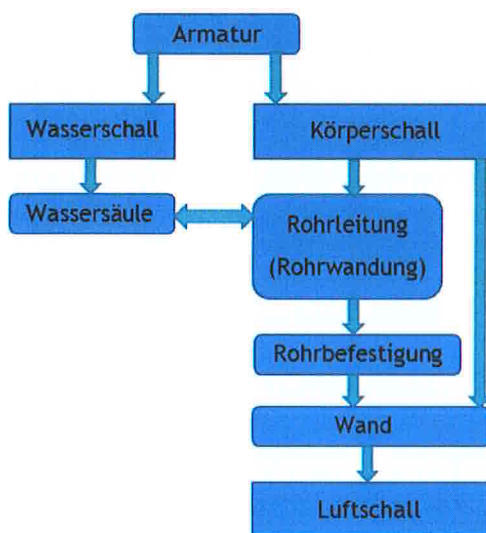
Bonn, 11. Januar 2024

6 Weitere Angaben

6.1 Haustechnische Anlagen

6.1.1 Wasserinstallationen

Geräusche von Sanitärinstallationen werden unterschieden zwischen Betriebsgeräuschen (z. B. Strömungsrauschen), Geräusche, die bei der Betätigung entstehen (z. B. Öffnen und Schließen der Armaturen), Nutzergeräusche (hartes Schließen des WC-Deckels, das Aufstellen eines Zahnputzbechers auf Abstellplatte, rutschen in der Badewanne, Spureinlauf).



Die aus architektonischer Sicht wesentlichen Einflussgrößen für Sanitärinstallationen ist die Lage der WCs und Badezimmer im Gebäude. Hierbei muss der aus schalltechnischer Sicht nächstgelegene schützenswerte Aufenthaltsraum sowie die Anordnung der Installationen im Raum berücksichtigt werden.

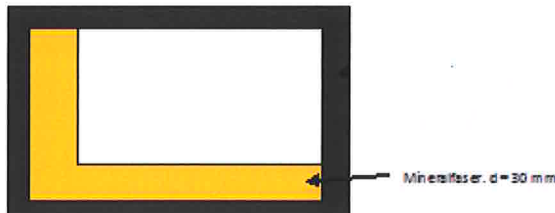
Zur Minderung und Begrenzung der auftretenden Geräuschbelästigungen sind verschiedene planerische und bauliche Maßnahmen zu berücksichtigen:

1. Schutzbedürftige Räume sollten nicht unmittelbar an Wände mit Sanitär-Installationen oder unter Sanitärräumen angeordnet werden.
2. Rohrleitungen und Armaturen sind körperschallgedämmt zu verlegen
3. Die verwendeten Armaturen müssen die Anforderungen der DIN 4109 erfüllen
4. Die eingesetzten Installationswände müssen die Anforderungen der DIN 4109 erfüllen

5. Für Rohrleitungen auf der Rohdecke muss eine ausreichende Höhenausgleichsschicht berücksichtigt werden.
6. Der Ruhedruck der Wasserversorgungsanlagen nach Verteilung in den Stockwerken vor den Armaturen darf nicht mehr als 0,5 MPa betragen.
7. Durchgangsarmaturen (z. B. Absperrventile) müssen immer voll geöffnet sein und dürfen nicht zum Drosseln verwendet werden.
8. Es ist zu vermeiden, dass Installationsschächte durch fremde, schutzbedürftige Räume geführt werden.
9. Es ist zu vermeiden, dass Installationen durch fremde, schutzbedürftige Räume verzogen werden (z.B. unterhalb der Decke).

6.1.2 Installationsschächte/Kamine

Installationsschächte sind als leichte Schachtwände mit einem schalltechnischen Prüfzeugnis auszuführen. Alternativ ist der Schacht massiv abzumauern. Die Schachtwand ist zweiseitig mit Mineralfaser $d \geq 30$ mm als Hohlraumdämpfung auszukleiden (siehe Skizze) oder der gesamte Hohlraum ist mit Mineralstopfwole zu verfüllen.



Von der Haustechnik ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass der Schalldruckpegel von $L_{AF} = 61$ dB(A) im Schacht nicht überstiegen wird, einen gleichmäßigen Verlauf hat, und insbesondere in den tiefen Frequenzen keine Spitzen aufweist. Revisionsöffnungen sind in nicht schützenswerten Räumen anzuordnen.

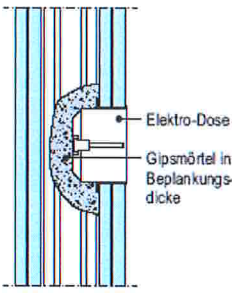
Schachtwand bei 61 dB(A) Schalldruckpegel im Schacht:

Leichte Ausführung	Massive Ausführung
12,5 mm Gipskartonplatte nach DIN EN 520, Typ DFH2IR 12,5 mm Gipskartonplatte nach DIN EN 520, Typ DFH2IR 75 mm CW-Wandprofil nach DIN 18182 gemäß Statik mit 40 mm Mineralwolle längenbezogener Strömungswiderstand nach DIN EN 29053: $r \geq 5 \text{ kNs/m}^4$ $R_{w,P} \geq 38 \text{ dB}$ $R_{w,R} \geq 36 \text{ dB}$ z.B. Knauf W62	100 mm KS, Rohdichte $\rho \geq 1200 \text{ kg/m}^3$ 30 mm Mineralwolle längenbezogener Strömungswiderstand nach DIN EN 29053: $r \geq 5 \text{ kNs/m}^4$

6.1.3 Elektroinstallationen

Beim Einbau von Elektroinstallationen sind nachfolgende Hinweise zu beachten:

GK-Ständerwände/Systemwände

Bewertetes Schalldämm-Maß R'_{w} [dB]		Max. Schwächung der Wand durch Einbauten
37	Elektroeinbauten dürfen an jeder beliebigen Stelle eingebaut werden, jedoch nicht unmittelbar gegenüberliegend. Die Durchführung einzelner Elektroleitungen ist zulässig. Die verbleibenden Öffnungen sind mit Gipsmörtel zu verschließen. 	4 %
42		1,6 %
45		0,75 %

ab 47	Einbau von Schallschutzdosen, die nachweislich den Schallschutz der Wand nicht verschlechtern (z.B. Fa Kaiser Schallschutzdose kaiser-elektro.de)	
-------	---	--

Nach der Ausarbeitung Schallschutz-Lösungen von Rigips sind Steckdosen wie folgt zu planen:

Steckdosen sollten um mindestens ein Ständerraster versetzt angeordnet werden. Sofern die gegenüberliegende Anordnung unvermeidbar ist, empfiehlt sich in diesem Bereich die Montage zusätzlicher Platten im Wandhohlraum zwischen den Steckdosen. Vereinzelt eingebaute Steckdosen haben keinen signifikanten Einfluss auf die Schalldämmung der Trennwand, wenn der Hohlraum dahinter mit Dämmstoff ausgefüllt ist oder der Einbau in einem Gipsbett erfolgt. Spezielle Schallschutzdosen oder luftdichte Steckdosen sind bei hohen Schallschutzanforderungen empfehlenswert.

Massivwände

Wohnungs- bzw. Treppenraumtrennwände dürfen bis max. 1,5 % der Wandfläche durch Elektroeinbauten geschwächt werden. Durchführungen durch Massivbauteile sind nach den Vorgaben des Brandschutzes auszuführen (Kabellschottung etc.).

6.1.4 Technikzentralen

Zur Dimensionierung der Schalldämmung der Räume mit haustechnischen Anlagen, sind uns von der Haustechnik die **Schalldruckpegel** gemäß der nachfolgenden Tabelle in den Technikzentralen, auf Basis der technischen Ausstattung (Lüftungsgeräte etc.) zur Verfügung zu stellen.

Dazu sind die Einzelpegel der Gehäuseabstrahlung der Geräte, die herstellerseitig zur Verfügung gestellt werden, zu summieren. Dieser summierte Schall-Leistungspegel ist in einen sich in dem betrachteten Raum einstellenden Schalldruckpegel umzurechnen (Raumschallpegel).

Auf Basis dieses Raumschallpegels wird der bauliche Schallschutz bezogen auf die den Raum umfassenden Bauteile gemäß der nachfolgenden Tabelle festgelegt werden.

Zum jetzigen Planungszeitpunkt sind die raumumschließenden Flächen der Technikzentrale auf einen Schalldruckpegel in der Technikzentrale von ≤ 75 dB(A) ausgelegt. Damit sind keine besondere Maßnahmen in diesem Bereich notwendig.

Diese Annahme ist durch die Haustechnik zu prüfen.

6.1.5 Leitungsführung

Grundsätzlich empfehlen wir haustechnische Installationen so zu führen, dass keine schalltechnisch hochwertigen Bauteile geschwächt werden (z.B. Verteilung über Flure).

Durch die haustechnische Planung muss gewährleistet werden, dass der geplante Luftschallschutz nicht durch das Kanal- oder Rohrleitungsnetz vermindert wird.

Ist ein Leitungsverzug durch schalltechnisch relevante Bauteile unabdingbar, so ist durch haustechnische Zusatzmaßnahmen (z.B. Schalldämpfer) sicherzustellen, dass keine schalltechnische Schwächung des Bauteils erfolgt. Insbesondere Verbindungen durch z.B. Lüftungsschächte sind durch geeignete Schalldämpfer (z.B. Telefoneschalldämpfer) zu unterbrechen, um sicherzustellen, dass keine Lärmübertragung von einem Raum zum anderen über die Lüftung erfolgen kann.

Rohrleitungsnetze müssen grundsätzlich durch den Einsatz von körperschalldämmenden Manschetten oder Ummantelungen vom Baukörper getrennt werden.

Bauliche Maßnahmen bei Durchführung von Leitungen/Trägern etc. durch ein schalltechnisch relevantes Bauteil:

- Der Ausschnitt zur Durchführung ist möglichst passgenau auszuführen.
- Der verbleibende Zwischenraum im Bereich der Durchführung ist vollsatt mit Mineralfaser auszustopfen (alternativ füllen mit Schallschutzschaum) und dauerelastisch zu versiegeln oder dicht zu verspachteln (ggf. ist vorher eine Verleistung notwendig).
- Ein ggf. notwendiger Telefoneschalldämpfer ist im Bereich des Trennbauteils bzw. direkt davor einzubringen.

Wie empfohlen nach Ausführung der o.a. Arbeiten die Qualität durch eine Messung zu verifizieren, um daraus ggf. weitere Maßnahmen abzuleiten.

6.1.6 Lüftung

Bei der mechanischen Lüftung von Nichtwohngebäuden sind von der Haustechnik die Schalldruckpegel der DIN EN 16798-1:2021-04- Energetische Bewertung von Gebäuden - Lüftung von Gebäuden - Teil 1: Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik -zu beachten.

6.1.7 Schwingungsisolierung

Sämtliche haustechnischen Anlagen, die allgemein Geräusche und Schwingungen erzeugen, müssen vom beauftragten Fachplaner für Gebäudetechnik körperschalldämmend aufgestellt, schalltechnisch vom Gebäude entkoppelt bzw. abgehängt werden.

Auch Garagentore, Türschließer, Tastschalter, Rollläden etc. regen zu Körperschall an, der zu störenden Geräuschen in benachbarten Bereichen führen kann. Durch eine körperschallentkoppelte Montage können störende Geräusche vermindert werden. Die Einhaltung der schalltechnischen Anforderungen sind durch den jeweiligen Hersteller mittels eines Prüfzeugnisses zu belegen.

Über angeschlossene Rohrleitungen / Kanalnetze darf keine Reduzierung der Wirksamkeit einer schwingungs isolierten Lagerung erfolgen.

Grundsätzlich empfehlen wir schwingungserzeugende technische Geräte körperschallentkoppelt aufzustellen.

Hierbei sollte die Eigenfrequenz der Schwingungsisolierung so gewählt werden, dass der Isolierfaktor der Schwingungsisolierung $> 90 \%$ und das Abstimmungsverhältnis zwischen Erregerfrequenz und Eigenfrequenz ≥ 4 liegt.

Je nach Aufstellungsort und Art der Schwingungsanregung kann es erforderlich sein, den o.a. Isolierfaktor zu erhöhen. Dies muss im Einzelfall entschieden und geprüft werden.

Sollen die Berechnungen zur technischen Akustik durch unser Büro durchgeführt werden, sind uns folgende Angaben zur Verfügung zu stellen:

- Aufstellungsplan
- Geräteabmessungen
- Aufstellungsgröße und Auflagerpunkte
- Gerätetyp / Hersteller

- Gewicht
- Drehzahlen
- Technischen Datenblätter

Grundsätzlich ist eine bauseitige Entkopplung, wie nachfolgend beschrieben (blau), bereits im Vorfeld zu berücksichtigen. Dies ist der Statik frühzeitig wegen der nicht unerheblichen Lasten mitzuteilen:

Aufbau von oben nach unten

Entkopplung des Hersteller bzw. bei der Montage:

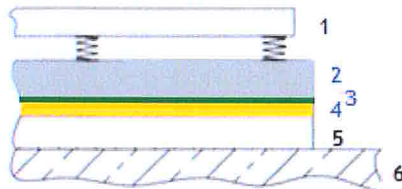
- | | |
|---|--|
| 1 | Gerät |
| | interne Lagerung (Hersteller/Montageseitig), Abstimmungsfrequenz $f_0 \leq 5,0$ Hz |

Bauseitige Entkopplung:

- | | | |
|---|--------|--|
| 2 | 200 mm | Stahlbeton-Fundament als Zwischenmasse |
| 3 | | Trennschicht, z.B. Pappe oder Folie |
| 4 | 50 mm | Elastomerfeder |

Grundkonstruktion:

- | | |
|---|--|
| 5 | evt. Ausgleichsschicht zur Herstellung eines ebenen Untergrundes |
| 6 | Rohdecke/Dachaufbau |



Eine konkrete Berechnung kann erst nach Erhalt der o.a. Daten durchgeführt werden.

7 Rechnerischer Nachweis

Schallschutznachweis nach DIN 4109 : 2018/2019

**Bezeichnung des Gebäudes
oder des Gebäudeteils** : Neubauweiterung Konrad Adenauer Gymnasium Bonn
Straße und Hausnummer : Max Planck Straße 24
Ort : 53177 Bonn

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Übersicht	2
1.1. Tabellarische Zusammenfassung der Bauteilergebnisse	2
2. Trennende Innenbauteile	2
2.1. WAND 1: TW Unterricht	2
2.2. DECKE 1: Boden	4
2.3. TÜR 1: Tür zu Flur	5
2.4. TÜR 2: Tür zu Unterricht	6
3. Referenzbauteile für die Fassade	6
3.1. AUSSENWAND 1: Außenwand	6
3.2. FENSTER 1: FE	7
3.3. DACH 1: Dach	8
4. Schallschutz gegen Außenlärm (Raumliste)	8
4.1. RAUM 1: Unterricht	8

Name und Anschrift des Aufstellers Bearbeiter: abr  SCHWINN INGENIEURE Bauphysik und Akustik SCHWINN Ingenieure Bauphysik und Akustik Kölnstraße 297 - 53117 Bonn Tel.: 0228 . 96 94 58 - 0 Fax: 0228 . 76 369 987 E-Mail: mail@schwinn-ingenieure.de	Datum und Unterschrift Bonn, den 11. Januar 2024  Unterschrift
---	---

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: "TW Unterricht"	47,0/-	- -/53,9	- -/-	- -	✓	- -
DECKE 1: "Boden"	55,0/-	- -/68,5	53,0/-	32,6	✓	- -
TÜR 1: "Tür zu Flur"	32,0/-	- -/32,0	- -/-	- -	✓	- -
TÜR 2: "Tür zu Unterricht"	37,0/-	- -/37,0	- -/-	- -	✓	- -
RAUM 1: "Unterricht"	36,2/-	40,7	- -/-	- -	✓	- -

ÖR: Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

ZR: Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

2. Trennende Innenbauteile

2.1 WAND 1: TW Unterricht

2.1.1 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. $R'_w \geq 47,0$ 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:

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

TRENNBAUTEIL:

$S_s = 20,85$ m², $m' = 480,0$ kg/m², $R_{Dd,w} = 60,7$ dB.

2.1.4 Angeschlossene Flanken

FLANKE 1: "Decke"

Typ: "Massivbau", $l_{f,1} = 6,950$ m.

a.) Sendeseite (F):

$m'_F = 624,0$ kg/m², $S_F = 64,64$ m², $R_w = 64,2$ dB, $\Delta R_w = 0,0$ dB.

b.) Empfangsseite (f):

$m'_f = 624,0$ kg/m², $S_f = 65,33$ m², $R_w = 64,2$ dB, $\Delta R_w = 0,0$ dB.

FLANKE 2: "AW"

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

a.) Sendeseite (F):

$m'_F = 480,0$ kg/m², $S_F = 27,90$ m², $R_w = 60,7$ dB, $\Delta R_w = 0,0$ dB.

b.) Empfangsseite (f):

$m'_f = 480,0$ kg/m², $S_f = 28,20$ m², $R_w = 60,7$ dB, $\Delta R_w = 0,0$ dB.

FLANKE 3: "IW"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,3} = 3,000$ m, $D_{n,f,3} = 56,0$ dB.

FLANKE 4: "Boden"

Typ: "Massivbau", $l_{f,4} = 6,950$ m.

a.) Sendeseite (F):

$m'_F = 624,0$ kg/m², $S_F = 64,64$ m², $R_w = 64,2$ dB, $\Delta R_w = 5,0$ dB.

b.) Empfangsseite (f):

$m'_f = 624,0$ kg/m², $S_f = 65,33$ m², $R_w = 64,2$ dB, $\Delta R_w = 5,0$ dB.

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	$R_{ij,w}$ dB
TBT: "TW Unterricht"	R_{Dd}	60,7/2	60,7/2			0,0	60,7
F1: "Decke"	$R_{Df,1}$	60,7/2	64,2/2	4,8	4,8	0,0	72,1
	$R_{Fd,1}$	64,2/2	60,7/2	4,8	4,8	0,0	72,1
	$R_{Ff,1}$	64,2/2	64,2/2	4,2	4,8	0,0	73,2
F2: "AW"	$R_{Df,2}$	60,7/2	60,7/2	4,7	8,4	0,0	73,8
	$R_{Fd,2}$	60,7/2	60,7/2	4,7	8,4	0,0	73,8
	$R_{Ff,2}$	60,7/2	60,7/2	5,7	8,4	0,0	74,8
F4: "Boden"	$R_{Df,4}$	60,7/2	64,2/2	4,8	4,8	5,0	77,1
	$R_{Fd,4}$	64,2/2	60,7/2	4,8	4,8	5,0	77,1
	$R_{Ff,4}$	64,2/2	64,2/2	-6,7	4,8	7,5	69,8
Skelettbau:		$D_{n,f,w}$ dB		$10\log_{10}$ (S_s/A_0) dB	$10\log_{10}$ (I_{lab}/I_f) dB		$R_{Ff,w}$ dB
F3: "/W"	$R_{Ff,3}$	56,0		3,2	-0,3		58,9

2.1.6 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$$R'_w = -10\log_{10}[10^{-60,7/10} + 10^{-73,2/10} + 10^{-74,8/10} + 10^{-58,9/10} + 10^{-69,8/10} + 10^{-72,1/10} + 10^{-73,8/10} + 10^{-77,1/10} + 10^{-72,1/10} + 10^{-73,8/10} + 10^{-77,1/10}] \text{ dB,}$$

$$R'_w = 55,9 \text{ dB.}$$

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

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

$$\text{vorh. } R'_w = 53,9 \text{ dB}$$

2.1.7 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

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

2.2 DECKE 1: Boden

2.2.1 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. $R'_w \geq 55,0$ dB

Zulässiger bewerteter Norm-Trittschallpegel:

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

2.2.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

2.2.3 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, $d = 20 \text{ MM}$, dynamische Steifigkeit $s' = 20 \text{ MN/m}^3$.

Tragende Decke einschl. Verbundschichten:

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

TRENNBAUTEIL:

VSS: $\Delta R_{D,w} = 4,4 \text{ dB}$, $\Delta R_{d,w} = 0,0 \text{ dB}$, $\Delta R_{Dd,w} = 4,4 \text{ dB}$,

$S_s = 66,72 \text{ m}^2$, $m' = 720,0 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 70,5 \text{ dB}$, $L_{n,w} = 64,0 \text{ dB}$.

2.2.4 Angeschlossene Flanken

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

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

FLANKE 3: "Innenwand": Nicht berücksichtigt ($I_g = 0$).

FLANKE 4: "Innenwand": Nicht berücksichtigt ($I_g = 0$).

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: "Boden"	R_{Dd}	66,1/2	66,1/2			4,4	70,5

2.2.6 Berechnung der Vergleichsgrößen:

Luftschall:

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

$R'_w = -10 \log_{10} [10^{-70,5/10}] \text{ dB}$,

$R'_w = 70,5 \text{ dB}$.

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

Trittschall:

Korrekturwert **$K = 0 \text{ dB}$** ($m'_{f,m} = 0 \text{ kg/m}^2$, Flanken unberücksichtigt).

$K_T = 5,0 \text{ dB}$ (Empfangsraum befindet sich neben oder schräg unter dem Senderraum),

$L'_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + K - K_T = 64,0 - 29,4 + 0,0 - 5,0 = 29,6 \text{ dB}$.

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

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

vorh. $R'_w = 68,5 \text{ dB}$

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

vorh. $L'_{n,w} = 32,6 \text{ dB}$

2.2.7 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

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

2.3 TÜR 1: Tür zu Flur

2.3.1 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

2.3.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

2.3.3 Bauteildefinition

Schalldämmung im eingebauten Zustand: 32 dB

Schalldämmung im Prüfstand gemessen: 37 dB.

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R_w = 32,0$ dB

2.3.4 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

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

2.4 TÜR 2: Tür zu Unterricht

2.4.1 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. $R_w \geq 37,0 \text{ dB}$

2.4.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

2.4.3 Bauteildefinition

Schalldämmung im eingebauten Zustand: 37 dB
Schalldämmung im Prüfstand gemessen: 42 dB.

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R_w = 37,0 \text{ dB}$

2.4.4 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6, Zeile 9 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:

40 MM ISOVER EPS Fassadendämmplatte EPSe (elastifiziertes EPS, WLG 035, $s'=20$),

6 mm Außenputz,

Ausführung wie folgt:

Dämmschichtdicke = 40 MM, $s' = 20 \text{ MN/m}^3$,

Verklebung auf 40% der Fläche, ohne Verdübelung,

Putzdicke = 6 MM, $m_p = 7,2 \text{ kg/m}^2$.

Aufbau des Massivbauteils:

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

TRENNBAUTEIL:

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

$S_s = 27,90 \text{ m}^2$, $m' = 480,0 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 57,1 \text{ dB}$.

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	$R_{i,j,w}$ dB
TBT: "Außenwand"	R_{Dd}	60,7/2	60,7/2			-3,6	57,1

3.1.4 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$R'_w = -10\log_{10}[10^{-57,1/10}] \text{ dB}$,

$R'_w = 57,1 \text{ dB}$.

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

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R'_w = 57,1 \text{ dB}$

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

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

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

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

3.3 DACH 1: Dach

3.3.1 Bauteildefinition

Trennbauteil nach DIN 4109 : 2016, mit vertikaler Schallübertragung.

Aufbau des Massivbauteils:

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

TRENNBAUTEIL:

$S_s = 66,70 \text{ m}^2$, $m' = 600,0 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 63,6 \text{ dB}$, $L_{n,w} = 0,0 \text{ dB}$.

3.3.2 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 ($l_g = 0$).

3.3.3 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	$R_{i,j,w}$ dB
TBT: "Dach"	R_{Dd}	63,6/2	63,6/2			0,0	63,6

3.3.4 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$R'_w = -10\log_{10}[10^{-63,6/10}] \text{ dB}$,

$R'_w = 63,6 \text{ dB}$.

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

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R'_w = 63,6 \text{ dB}$

4. Schallschutz gegen Außenlärm (Raumliste)

4.1 RAUM 1: Unterricht

4.1.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 7, Zeile 1, Lärmpegelbereich: "I", maßgeblicher Außenlärmpegel L_a : **55 dB**.

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

Korrekturwert nach DIN 4109-2 Gl. 33:

$K_{AL} = 10 \cdot \log_{10}(S_s / (0,8 \cdot S_a)) = 10 \cdot \log_{10}(267,00 / (0,8 \cdot 80,35)) = 6,2 \text{ dB}$.

Erf. $R'_{w,ges} = \text{MAX}(30, L_a - K_{\text{Raumart}}) + K_{AL} = \text{MAX}(30, 55 - 30) + 6,2$.

Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

$R'_{w,res} \geq 36,2 \text{ dB}$

4.1.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

4.1.3 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	DA1: ("Dach")	3.3	95,00	63,6	--	--	67,2
2	WA1: ("Außenwand")	3.1	111,00	57,1	--	--	60,0
3	FE1: ("FE")	3.2	11,34	30,0	--	--	42,8

4.1.4 Berechnung

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

$R_{e,1,w} = (63,6 + 0,0) - 10 \cdot \log_{10}(95,00 / 217,34) = 67,2 \text{ dB}$,

$R_{e,2,w} = (57,1 + 0,0) - 10 \cdot \log_{10}(111,00 / 217,34) = 60,0 \text{ dB}$,

$R_{e,3,w} = (30,0 + 0,0) - 10 \cdot \log_{10}(11,34 / 217,34) = 42,8 \text{ dB}$,

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

$R'_{w,ges} = 10 \cdot \log_{10}[10^{-67,2/10} + 10^{-60,0/10} + 10^{-42,8/10}] = 42,7 \text{ dB}$.

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

vorh. $R'_{w,ges} = 40,7 \text{ dB}$

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

4.1.5 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

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