



SCHALLSCHUTZNACHWEIS NACH DIN 4109

Modellprojekt Schulbau in Bendeleben

21. Juni 2023

Projekt:
Modellprojekt Schulbau Bendeleben
Projektnummer:
1717



SCHALLSCHUTZNACHWEIS NACH DIN 4109 IM RAHMEN DER GENEHMIGUNGSPLANUNG

Projekt

Modellprojekt Schulbau in Bendeleben
Burgstraße 3, 99706 Bendeleben

Bauherr / Auftraggeber

Landratsamt Kyffhäuserkreis
Markt 8, 99706 Sondershausen

Architekten

DGJ Architektur GmbH
Walter-Kolb-Straße 22, 60594 Frankfurt am Main

Bearbeiter / Projektleiter

Andreas Türk, B.Eng. / Dipl.-Ing. (FH) Steffen Landrock
Graner Ingenieure GmbH
Springerstraße 11, 04105 Leipzig
Tel. 0341 | 98 97 03 45 Bearbeiter
0341 | 98 97 03 00 Zentrale
E-Mail tuerk@graner-leipzig.de
buero@graner-leipzig.de

Projektnummer

1717

Datum

21. Juni 2023



INHALTSVERZEICHNIS

1.	AUFGABENSTELLUNG	4
2.	PLANUNGSGRUNDLAGEN	5
2.1	VERWENDETE UNTERLAGEN	5
2.2	NORMEN UND LITERATUR	5
2.3	VERWENDETE SOFTWARE	6
3.	ANFORDERUNGEN AN DEN SCHALLSCHUTZ VON BAUTEILEN	7
3.1	MINDESTANFORDERUNGEN NACH DIN 4109	7
3.2	EMPFEHLUNGEN NACH DIN 4109, BEIBLATT 2	11
4.	BERECHNUNGSGRUNDLAGEN	12
5.	NACHWEISE / UMZUSETZENDE MASSNAHMEN AN BAUTEILEN	14
5.1	GENERELLE HINWEISE ZUR GEWÄHRLEISTUNG DES SCHALLSCHUTZES	14
5.2	DECKEN / FUSSBÖDEN	17
5.3	INNENWÄNDE	20
5.4	TÜREN	28
5.5	TREPPENLÄUFE UND TREPPENPODESTE	30
5.6	AUSSENBAUTEILE	31
6.	SCHALLSCHUTZ HAUSTECHNISCHER ANLAGEN	33
6.1	ANFORDERUNGEN	33
6.2	HINWEISE ZUR GEWÄHRLEISTUNG DES SCHALLSCHUTZES	35
7.	ZUSAMMENFASSUNG	39

ANLAGEN

ANLAGE 1 Rechnerischer Nachweis zum Schallschutz

ANLAGE 2 Rechnerischer Nachweis – Massivholzdecke

1. AUFGABENSTELLUNG

Für das Modellprojekt Schulbau in Bendeleben sind die Anforderungen hinsichtlich des baulichen Schallschutzes zu formulieren und Maßnahmen für deren Umsetzung zu erarbeiten. Es werden nachfolgend schalltechnische Schutzziele und Maßnahmen zu deren Umsetzung aufgezeigt.

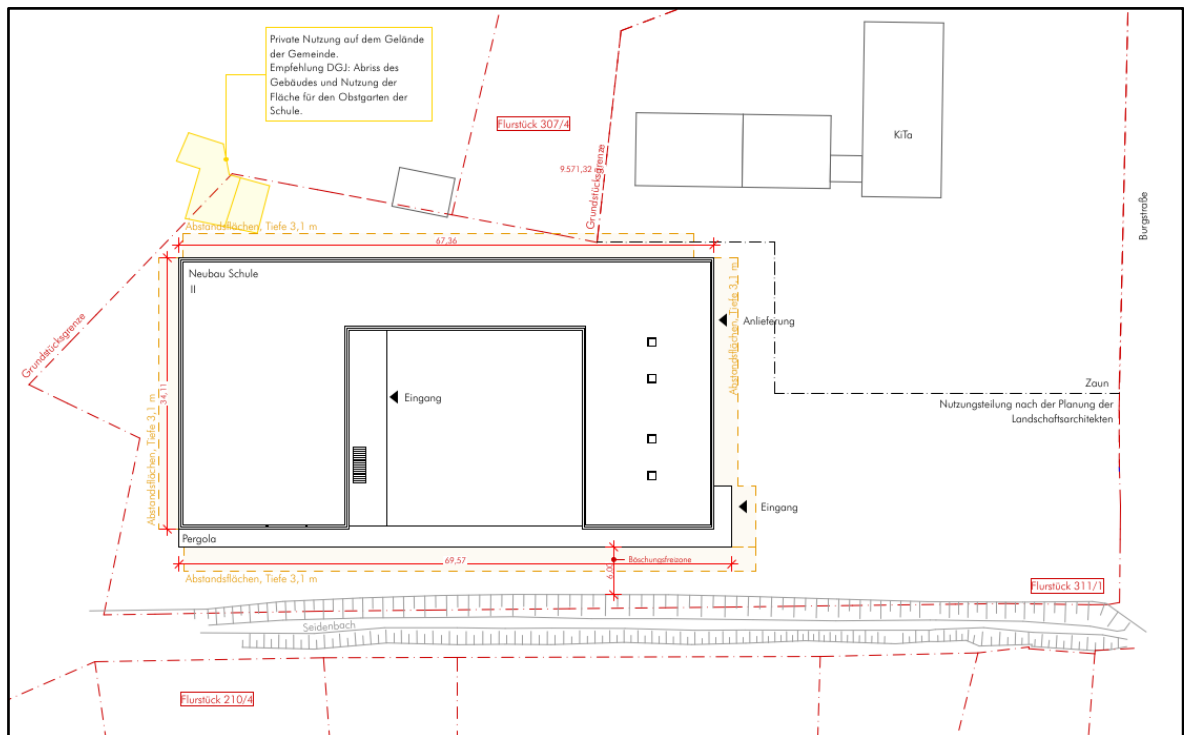


BILD 1: Lageplan (Quelle: DGJ Architektur GmbH)

Das Schallschutzniveau wird gemäß den Anforderungen des **Mindestschallschutzes nach DIN 4109-1:2018-01** angesetzt. Für alle Bauteile, die dadurch nicht abgebildet werden, gelten nach allgemein anerkannten Regeln der Technik die **Empfehlungen der DIN 4109 Beiblatt 2:1989-11**.

Das Anforderungsniveau der Außenbauteile sowie zu Geräuschübertragungen aus gebäudetechnischen Anlagen wird gemäß DIN 4109-1:2018-01 berücksichtigt.



2. PLANUNGSGRUNDLAGEN

2.1 VERWENDETE UNTERLAGEN

Plansatz zur Entwurfsplanung, DGJ Architektur GmbH:

- Grundriss M 1:100, Stand 25.05.2023
- Schnitte M 1:100, Stand 25.05.2023

2.2 NORMEN UND LITERATUR

- [1] DIN 4109, Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen, 2018
- [2] DIN 4109, Schallschutz im Hochbau - Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen, 2018
- [3] DIN 4109, Schallschutz im Hochbau - Teil 31 bis Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes, 2016
- [4] DIN 4109: Schallschutz im Hochbau - Anforderungen und Nachweise, 1989
- [5] DIN 4109, Beiblatt 2: Schallschutz im Hochbau - Hinweise für Planung und Ausführung, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich, 1989
- [6] DIN 8989, Schallschutz in Gebäuden – Aufzüge, 2019
- [7] VDI 3728: Schalldämmung beweglicher Raumabschlüsse Türen und Mobilwände, 2012
- [8] VDI 2719: Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen, 1987
- [9] DIN EN 16798: 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 - Modul M1-6, 2022
- [10] VDI 2081, Blatt 1: Raumlufttechnik - Geräuscherzeugung und Lärminderung, 2022
- [11] TA Lärm, Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, 1998; zuletzt geändert durch Bekanntmachung des BMUB vom 01. Juni 2017



- [12] Blödt, A., Rabold, A., Halstenberg, M.: Schallschutz im Holzbau – Grundlagen und Vorbemessung, Holzbau Deutschland-Institut e.V., 2019
- [13] DIN EN ISO 12354-1: Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen, 2017
- [14] DIN EN ISO 12354-2: Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 2: Trittschalldämmung zwischen Räumen, 2017
- [15] Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten, ift-Forschungsbericht, 2017

2.3 VERWENDETE SOFTWARE

- Schallschutzsoftware „DIN4109 Schallschutznachweis im Hochbau“ (Version 11.0K),
Dipl.-Ing. M. Hanneforth



3. ANFORDERUNGEN AN DEN SCHALLSCHUTZ VON BAUTEILEN

Die Mindest-Schallschutzanforderungen sind der im jeweiligen Bundesland bauaufsichtlich eingeführten Fassung der DIN 4109-1 (Schallschutz im Hochbau) zu entnehmen. Damit ist die DIN 4109-1:2018-01 für das vorliegende Bauvorhaben anzuwenden.

Die Schutzziele liegen im Gesundheitsschutz, in der Vertraulichkeit bei normaler Sprechweise sowie im Schutz vor unzumutbaren Belästigungen.

Über das Anforderungsniveau der DIN 4109-1:2018-01 hinaus können bei bestimmten Gebäudetypen zivilrechtlich höhere Anforderungen bestehen. Wenn keine konkreten vertraglichen Festlegungen getroffen wurden, ist man als Planer mindestens einen Schallschutz-Standard entsprechend den „anerkannten Regel der Technik (a.R.d.T.)“ geschuldet. Bei Bildungsbauten ist (für die in der DIN benannten Räume, z.B. Unterrichtsräume) der Mindeststandard der DIN 4109-1:2018-01 üblich, entspricht damit den a.R.d.T. und bildet die Planungsgrundlage für das vorliegende Bauvorhaben.

Für einige Räume bzw. Bauteile (z.B. Büro- und Arbeitsräume im „eigenen Arbeitsbereich“) gibt es keine Mindestanforderungen nach der DIN 4109-1:2018-01. Nach den a.R.d.T. erfolgt bei der vorliegenden Planung eine Orientierung an den Empfehlungen der DIN 4109 Bbl. 2:1989-11 (Schallschutz im Hochbau – Hinweise für Planung und Ausführung, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich).

3.1 MINDESTANFORDERUNGEN NACH DIN 4109

Die Mindestanforderungen an den Schallschutz von Bauteilen zu schutzbedürftigen Räumen sind in der DIN 4109-1:2018-01 (Schallschutz im Hochbau) vorgegeben.

Wenn aufgrund der Nutzung in schutzbedürftigen Räumen ständig Pegel über 40 dB(A) anliegen, gelten die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01 nicht.



a) Bauteile innerhalb des Gebäudes

Die in der DIN 4109-1:2018-01 vorgegebenen Anforderungen an den Luft- und Trittschallschutz von Bauteilen *innerhalb* des Gebäudes beziehen sich auf Decken, Wände, Treppen und Türen, die an schutzbedürftige Räume zum Aufenthalt von Personen grenzen. In Bildungsbauten gelten folgende Räume als schutzbedürftig im Sinne der DIN 4109-1:2018-01:

- Büros / Besprechungsräume
- Unterrichtsräume
- Lehrerzimmer
- Arbeits- und Aufenthaltsräume

Kennzeichnende Größen, auf die sich die Anforderungen beziehen, sind das erforderliche bewertete Schalldämm-Maß erf. R'_w für den Luftschallschutz und der zulässige bewertete Norm-Trittschallpegel zul. $L'_{n,w}$ für den Trittschallschutz.

Folgende in **TABELLE 1** aufgeführten Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01 an Bauteile, die an schutzbedürftige Räume zum Aufenthalt von Personen grenzen, sind einzuhalten.



TABELLE 1: Erforderliche Luft- und Trittschalldämmung in Schulen und vergleichbaren Einrichtungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tab. 6

Bauteil	Anforderung	Norm
Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen, Decken unter Fluren	Luftschallschutz: $R'_w \geq 55$ dB Trittschallschutz: $L'_{n,w} \leq 53$ dB	DIN 4109-1, Tab. 6, Zeile 1
Decken zwischen Unterrichtsräumen und lauten Räumen (z.B. Cafeterien, Musikräume, Technikzentralen)	Luftschallschutz: $R'_w \geq 55$ dB Trittschallschutz: $L'_{n,w} \leq 46$ dB	DIN 4109-1, Tab. 6, Zeile 2
Decken zwischen Unterrichtsräumen und besonders lauten Räumen (z.B. Sporthallen, Werkräume)	Luftschallschutz: $R'_w \geq 60$ dB Trittschallschutz: $L'_{n,w} \leq 46$ dB	DIN 4109-1, Tab. 6, Zeile 3
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander und zu Fluren	Luftschallschutz: $R'_w \geq 47$ dB	DIN 4109-1, Tab. 6, Zeile 4
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenhäusern	Luftschallschutz: $R'_w \geq 52$ dB	DIN 4109-1, Tab. 6, Zeile 5
Wände zwischen Unterrichtsräumen ähnlichen Räumen und lauten Räumen (z.B. Cafeterien, Musikräume, Technikzentralen)	Luftschallschutz: $R'_w \geq 55$ dB	DIN 4109-1, Tab. 6, Zeile 6
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und besonders lauten Räumen (z.B. Sporthallen, Werkräume)	Luftschallschutz: $R'_w \geq 60$ dB	DIN 4109-1, Tab. 6, Zeile 7
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	Luftschallschutz: $R_w \geq 32$ dB	DIN 4109-1, Tab. 6, Zeile 8
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander	Luftschallschutz: $R_w \geq 37$ dB	DIN 4109-1, Tab. 6, Zeile 9



Bestimmte Räume sind im Sinne der DIN 4109-1:2018-01 als „besonders laute“ Räume einzustufen. Wenn diese an schutzbedürftige Räume grenzen, gelten nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 8 höhere Anforderungen. In **TABELLE 2** sind die Anforderungen an die Bauteile zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen aufgeführt.

TABELLE 2: Anforderungen die Luft- und Trittschalldämmung von Bauteilen zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen nach DIN 4109-1:2018-01, Tab. 8

Bauteil	Anforderung	Norm
Wände und Decke von Räumen mit besonders lauten haustechnischen Anlagen bzw. Betriebsräume von Handwerks- und Gewerbebetrieben (Innenpegel $L_{AF} = 75$ bis 80 dB(A))	Luftschallschutz: $R'_w \geq 57$ dB Trittschallschutz $L'_{n,w} \leq 43$ dB	DIN 4109-1, Tab. 8, Zeile 1.1 und 2.1 DIN 4109-1, Tab. 8, Zeile 1.2 und 2.2
Wände und Decke von Räumen mit besonders lauten haustechnischen Anlagen bzw. Betriebsräume von Handwerks- und Gewerbebetrieben (Innenpegel $L_{AF} = 81$ bis 85 dB(A))	Luftschallschutz: $R'_w \geq 62$ dB Trittschallschutz $L'_{n,w} \leq 43$ dB	DIN 4109-1, Tab. 8, Zeile 1.1 und 2.1 DIN 4109-1, Tab. 8, Zeile 1.2 und 2.2

b) Schallschutz von Außenbauteilen

Für die erforderliche Schalldämmung von Außenbauteilen (gegen Außenlärm) sind die Anforderungen des Mindestschallschutzes nach DIN 4109-1:2018-01 einzuhalten. Die Anforderungen beziehen sich auf alle schutzbedürftigen Räume. Die Auslegung der erforderlichen Schalldämmung des Außenbauteils richtet sich nach dem „maßgeblichen Außenlärmpegel“ an den Fassaden sowie entsprechend der jeweiligen Raumnutzung.



3.2 EMPFEHLUNGEN NACH DIN 4109, BEIBLATT 2

Für verschiedene Räume im vorliegenden Objekt (Büros, schutzbedürftige Arbeitsräume) gibt es keine nach DIN 4109-1:2018-01 bzw. dem Baurecht zwingend einzuhaltenden Anforderungen an den Luft- und Trittschallschutz der angrenzenden Bauteile (Decken, Wände, Treppen und Türen). Es handelt sich im Sinne der DIN 4109-1:2018-01 um Räume innerhalb des „eigenen Arbeitsbereiches“. Um die üblichen Schallschutzstandards zu wahren, werden die Empfehlungen für den Schallschutz nach DIN 4109, Beiblatt 2, Tabelle 3 zugrunde gelegt. Dort werden für Räume mit unterschiedlicher Nutzung (übliche Bürotätigkeit, konzentrierte geistige Tätigkeit...) unterschiedliche Empfehlungen gegeben. Außerdem wird zwischen normalem und erhöhtem Schallschutz unterschieden. Für die Festlegung des Schallschutzes gibt es somit einen gewissen Entscheidungsspielraum, wobei man sich an den „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ orientieren sollte. Daher erfolgt bei der vorliegenden Planung eine Orientierung an den in **TABELLE 3** benannten Empfehlungen der DIN 4109, Beiblatt 2.

TABELLE 3: Empfehlungen für den Schallschutz in Büros und ähnlichen Räumen nach DIN 4109, Bbl. 2, Tab. 3

Bauteil	Empfehlungen für normalen Schallschutz	Empfehlungen für erhöhten Schallschutz
Decken, Treppen, Treppenhäuswände	Luftschallschutz: $R'_w \geq 52$ dB Trittschallschutz: $L'_{n,w} \leq 53$ dB	Luftschallschutz: $R'_w \geq 55$ dB Trittschallschutz: $L'_{n,w} \leq 46$ dB
Wände zwischen Räumen mit üblicher Bürotätigkeit (bzw. Flurwände)	Luftschallschutz: $R'_w \geq 37$ dB	Luftschallschutz: $R'_w \geq 42$ dB
Wände von Räumen für konzentrierte geistige Tätigkeit oder zur Behandlung vertraulicher Angelegenheiten (bzw. Flurwände)	Luftschallschutz: $R'_w \geq 45$ dB	Luftschallschutz: $R'_w \geq 52$ dB
Türen zu Räumen mit üblicher Bürotätigkeit	Luftschallschutz: $R_w \geq 27$ dB	Luftschallschutz: $R_w \geq 32$ dB
Türen zu Räumen für konzentrierte geistige Tätigkeit oder zur Behandlung vertraulicher Angelegenheiten	Luftschallschutz: $R_w \geq 37$ dB	-



4. BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

a) Rechnerischer Nachweis der Schalldämmung von Bauteilen

Die Nachweise der Bauteilaufbauten erfolgen nach dem in DIN 4109-2:2018-01 beschriebenen Rechenverfahren unter Anwendung der Bauteilkataloge nach DIN 4109:2016-07 Teile 31 bis 36. Dabei werden die Direktschalldämmung des Trennbauteils sowie die Übertragung über flankierende Bauteile berücksichtigt. Zudem geht auch die Lage der Bauteile zueinander ein. Um sicherzustellen, dass der Nachweis für alle Bauteile des untersuchten Typs eingehalten wird, erfolgt die Berechnung für die jeweils ungünstigste Raumsituation. Für die rechnerischen Nachweise wurde die Schallschutzsoftware „DIN4109 Schallschutznachweis im Hochbau“ (© Dipl.-Ing. M. Hanneforth, Version 11.0K) verwendet.

b) Bestimmung der Außenlärmsituation und erforderliche Schalldämmung der Außenbauteile

Für die Berechnung des **maßgeblichen Außenlärmpegels L_a** sind für Schienen- und Straßenverkehr die Beurteilungspegel L_r nach 16. BImSchV zzgl. 3 dB heranzuziehen. Bei Gewerbelärm ist der Beurteilungspegel nach TA Lärm zzgl. 3 dB zugrunde zu legen. Wenn die Emittenten umliegender Gewerbebetriebe nicht genau bestimmbar sind, können die jeweils geltenden Immissionsrichtwerte zzgl. 3 dB angesetzt werden. Die Beurteilungspegel aller relevanten Emittenten sind energetisch zu addieren.

Sofern es sich um Aufenthaltsräume handelt, die nicht zum Schlafen genutzt werden, sind die jeweiligen Tagpegel maßgeblich. Bei Räumen, die zum Schlafen genutzt werden, sind die Außengeräuschpegel in der Nacht in der Bewertung zu berücksichtigen. Beträgt die Differenz der Beurteilungspegel L_r für Tag minus Nacht weniger als 10 dB(A), so ergibt sich der maßgebliche Außenlärmpegel zum Schutz des Nachtschlafs von zum Schlafen genutzten Räumen aus einem 3 dB(A) erhöhten Beurteilungspegel für die Nacht und einem Zuschlag von 10 dB(A).

Das **erforderliche gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_{w,ges}$** der Fassade (für Fenster, Außenwand und gegebenenfalls andere Außenbauteile) eines schutzbedürftigen Raumes ist in der DIN 4109-1:2018-01, Abschnitt 7.1, Gleichung 6 vorgegeben:

$$\text{erf. } R'_{w,ges} = L_a - K_{\text{Raumart}}$$



Dabei ist

L_a - maßgeblicher Außenlärmpegel

$K_{\text{Raumart}} = 30 \text{ dB}$ für Unterrichtsräume

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

Mindestens einzuhalten ist bei Unterrichtsräumen, Büroräumen und Ähnlichem ein erf. $R'_{w,\text{ges}}$ von 30 dB.

Das resultierende bewertete Schalldämm-Maß $R_{w,\text{res}}$ (entspricht für Fassaden $R'_{w,\text{ges}}$) errechnet sich aus den Schalldämmwerten der einzelnen Außenbauteile (Außenwand, Fenster, evtl. Lüftungseinrichtungen, usw.) nach:

$$R_{w,\text{res}} = -10 \lg \left[\frac{1}{S_s} \sum_i S_i \cdot 10^{-R_{i,w}/10} \right]$$

mit

$R_{i,w}$ - bewertetes Schalldämm-Maß des einzelnen Außenbauteiles (Fenster, Wand ...)

S_i - Fläche des i-ten Bauteils

Für den Nachweis der Schalldämmung der Außenbauteile ist nach DIN 4109-2:2018-01, Abschnitt 4.4.1 ein Sicherheitsbeiwert und ein Korrekturfaktor K_{AL} einzubeziehen. Der Korrekturfaktor K_{AL} berücksichtigt den Einfluss der geometrischen Eigenschaften des jeweiligen Raumes und der durchschnittlichen Schallabsorption auf den Innenpegel mit der Formel:

$$K_{AL} = 10 \lg (S_s / 0,8 S_G)$$

mit

S_s - die vom Raum aus gesehene Fassadenfläche in m^2

S_G - die Grundfläche des Raumes in m^2

Der rechnerische Nachweis nach DIN 4109-2:2018-01, Abschnitt 4.4.1, Gleichung 32 ist erbracht, wenn das resultierende Schalldämm-Maß $R'_{w,\text{ges}}$ der Außenbauteile eines Raumes folgende Forderung erfüllt:

$$R'_{w,\text{ges}} - 2 \text{ dB} \geq \text{erf. } R'_{w,\text{ges}} + K_{AL}$$



5. NACHWEISE / UMZUSETZENDE MASSNAHMEN AN BAUTEILEN

Aufgeführt sind in erster Linie die schalltechnisch relevanten Bauteilschichten. Statische, abdichtungstechnische und andere Erfordernisse müssen den jeweiligen Richtlinien und Vorschriften entsprechend berücksichtigt bzw. geplant werden. Es werden nur Bauteile aufgeführt, die an schutzbedürftige Räume angrenzen bzw. für die Empfehlungen für den Schallschutz bestehen. Die aufgeführten Konstruktionen können durch gleichwertige oder schalltechnisch höherwertigere Konstruktionen ersetzt werden.

5.1 GENERELLE HINWEISE ZUR GEWÄHRLEISTUNG DES SCHALLSCHUTZES

Nachfolgend werden Ausführungshinweise zu besonderen Schwerpunkten gegeben. Sie gelten für alle Bereiche in denen Schallschutzanforderungen an trennende Bauteile bestehen. Es kann dabei nicht auf alle möglichen Ausführungsvarianten und Details eingegangen werden, entsprechende Detaillösungen sind im Rahmen der Ausführungsplanung zu entwickeln.

Trennwände allgemein

- **Wanddurchführungen** von Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär oder Elektroleitungen durch Trennwände mit Schallschutzanforderungen sind nach Möglichkeit auszuschließen oder nach Einbringen der Leitungen schalldicht zu verschließen, gilt auch für nicht sichtbare Wanddurchbrüche oberhalb abgehängter Decken
- Schallübertragung über Lüftungs- oder Klimakanäle ist durch entsprechend dimensionierte **Telefonieschalldämpfer** zu unterbinden, schalltechnisch optimal ist, wenn benachbarte Räume nicht am selben Kanal angeschlossen sind



Trockenbauwände

- bei **beidseitigem Einbau von Elektrodosen** ist die direkt gegenüberliegende Anordnung zu vermeiden (Verzugslänge von mind. 500 mm empfohlen, möglichst Einbau im nächsten Ständerfeld), bei direkt gegenüberliegender Anordnung sind die Einbaudosen geeignet zu kapseln (z.B. Einhausung aus Gipskartonplatten wie Wandqualität) oder es sind geprüfte Schallschutzdosen (dicht abschließende Einbaudosen) einzusetzen
- **gleitende Deckenanschlüsse** sind mit einem Plattenstreifenstapel umzusetzen, die dauerelastische Abdichtung muss mit einem geeigneten Dichtmaterial (z.B. Knauf Insulation „LDS Solimur“ oder gleichwertig) erfolgen, herkömmliche Silikon- oder Acryl-Abdichtungen neigen eher zum Abreißen

massive Trennwände

- **Schlitzungen und Aussparungen** sind bis zu einem gewissen Maß zulässig, maßgeblich ist dabei der Flächenanteil und der verbleibende Restquerschnitt, Wände mit großflächigen oder sehr tiefen Aussparungen sind ggf. einzeln zu prüfen
- direkt gegenüberliegende Anordnung von **Elektrodosen** auf beiden Wandseiten sollten nach Möglichkeit vermieden werden, in jedem Fall darf kein kompletter Durchbruch erfolgen, beim Einbau sollten die Dosen hintermörtelt werden, um möglichst keine Hohlräume entstehen zu lassen

Decken, Estriche und Bodenbeläge

- schwimmend gelagerte Estrichplatten sind generell mittels **Randdämmstreifen** von angrenzenden Wänden schalltechnisch zu entkoppeln, der Dämmstreifen ist erst nach Einbringen des Bodenbelags zu kürzen
- **Estrichtrennfugen** sind mit mineralischer Dämmung auszufüllen, eine Trennung der Estrichplatte hat, sofern im Nachweis gefordert, auch für **Estriche auf Trennlage** zu erfolgen
- im **Türbereich** ist die Estrichplatte von schwimmenden Estrichen bzw. Estrichen auf Trennlage inkl. des Oberbelags zu trennen, sobald an die Tür eine Anforderung von erf. $R_w \geq 32$ dB (im eingebauten Zustand) gestellt wird
- für **Rohrleitungen in der Trittschalldämmebene** sind weiche Dämmhülsen vorzusehen, welche die Qualität der Trittschalldämmplatte nicht mindern



- sofern keine gesonderte Trittschalldämmung eingesetzt wird, sind **Dämmunterlagen von Fußbodenheizungen** in jeweils angegebener Qualität (dynamische Steifigkeit s') der Trittschalldämmplatte vorzusehen
- sonstige **Einbauten in der Trittschalldämmebene** und ein Zusammendrücken der Trittschalldämmplatte durch darunter oder darüber liegende Einbauten sind generell zu vermeiden
- **Sockelfliesen** sind mit Abstand zur Bodenfliese anzubringen, die entstehende Fuge muss frei von Fliesenkleber bleiben und ist dauerelastisch zu verschließen
- **Bodeneinläufe** und ähnliche die Estrichplatte durchdringende Einbauten dürfen keine starre Verbindung zwischen Estrichplatte und Rohdecke erzeugen
- **Deckendurchbrüche** (auch innerhalb von Schächten) sind nach Einbringen der Leitungen wieder dicht zu verschließen



5.2 DECKEN / FUSSBÖDEN

a) Bodenplatte, massiv

Anforderung / Empfehlung:

Mindestanforderung nach DIN 4109-1:2018-01, Tab. 6, Zeile 1:

- Trittschallschutz zul. $L'_{n,w} \leq 53$ dB (zu seitlich angrenzenden Räumen)

Vorschlag „normaler Schallschutz“ nach DIN 4109 Bbl. 2:1989-11:

- Trittschallschutz zul. $L'_{n,w} \leq 53$ dB (zu seitlich angrenzenden Räumen)

Aufbau:

- Bodenbelag beliebig
- Estrich mit flächenbezogener Masse $m' \geq 130$ kg/m², z.B. mind. 65 mm Zementestrich (Rohdichte $\rho \geq 2.000$ kg/m³) mit akustischer Entkopplung von den angrenzenden Wänden durch Randdämmstreifen
- Trennlage (z.B. PE-Folie)
- ≥ 20 mm Trittschalldämmplatte, **dynamische Steifigkeit $s' \leq 50$ MN/m³**
- 250 mm Stahlbeton-Bodenplatte (Rohdichte $\rho = 2.400$ kg/m³)
- Ausführung der Wärmedämmung gemäß Angabe Wärmeschutz

erreichter Schallschutz:

- Trittschallschutz: $L'_{n,w} = 40,6$ dB (Anlage 1, 2.2)

⇒ Die Anforderung nach DIN 4109-1:2018-01 sowie die Empfehlung nach DIN 4109 Bbl. 2:1989-11 sind erfüllt.



b) Geschossdecke, Holzmassivbau

Anforderung / Empfehlung:

Mindestanforderung nach DIN 4109-1:2018-01, Tab. 6, Zeile 1:

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

Vorschlag „erhöhter Schallschutz“ nach DIN 4109 Bbl. 2:1989-11:

- Luftschallschutz erf. $R'_w \geq 53$ dB
- Trittschallschutz zul. $L'_{n,w} \leq 52$ dB

Aufbau:

- Bodenbelag beliebig
- Estrich mit flächenbezogener Masse $m' \geq 130$ kg/m², z.B. mind. 65 mm Zementestrich (Rohdichte $\rho \geq 2.000$ kg/m³) mit akustischer Entkopplung von den angrenzenden Wänden durch Randdämmstreifen
- Trittschalldämmplatte, **dynamische Steifigkeit $s' \leq 10$ MN/m³**
- ≥ 60 mm gebundene/ungebundene Schüttung mit flächenbezogener Masse $m' \geq 60$ kg/m²
- ≥ 120 mm Massivholzdecke (Brettsperrholz / Brettschichtholz / Brettstapelelemente)
- erreichter Schallschutz gemäß Bauteilkatalog in „Schallschutz im Holzbau – Grundlagen und Vorbemessung“ (Holzbau Deutschland-Institut e.V. 2019, Tab. 26, Zeile 2):
 - bew. Schalldämm-Maß $R_w \geq 66$ dB (abzgl. 2 dB für erhöhte Estrichdicke, erhöhte Steifigkeit der Trittschalldämmung gegenüber Katalogwert)
 - bew. Norm-Trittschallpegel $L_{n,w} \leq 48$ dB (zzgl. 2 dB für erhöhte Estrichdicke, erhöhte Steifigkeit der Trittschalldämmung gegenüber Katalogwert)
- Ausführung maßgeblicher flankierender Bauteile:
 - innere Beplankung der flankierenden Holzständer-Außenwand wird durch die Geschossdecke vollständig unterbrochen

Projekt:
Modellprojekt Schulbau Bendeleben
Projektnummer:
1717



- flankierende Wände aus Massivholz (≥ 95 mm) jeweils am Wandfuß auf Schallschutzlager (z.B. Getzner „Sylodyn NB“ oder gleichwertig) aufgestellt, dabei ist die korrekte Belastung des Lagers zu berücksichtigen, Befestigung von Wand und Decke erfolgt mittels entkoppelter Befestigungswinkel (z.B. Simpson Strong-Tie „ABAI105“ oder gleichwertig)

erreichter Schallschutz (Berechnung in Anlehnung an DIN EN ISO 12354-1 bzw. -2:2017-11):

- Luftschallschutz: $R'_w = 58,8$ dB (Anlage 2)
- Trittschallschutz: $L'_{n,w} = 52,7$ dB (Anlage 2)

⇒ Die Anforderung nach DIN 4109-1:2018-01 sowie die Empfehlung nach DIN 4109 Bbl. 2:1989-11 sind erfüllt.



5.3 INNENWÄNDE

a) Trennwand, Holzständerwerk (zu Arbeits- und Aufenthaltsräumen)

Räume:

- Büro-, Arbeits- und Aufenthaltsräume mit normalen Tätigkeiten ohne erhöhten Anspruch an konzentriertes Arbeiten oder Vertraulichkeit

Empfehlung:

Vorschlag „erhöhter Schallschutz“ nach DIN 4109 Bbl. 2:1989-11:

- Luftschallschutz erf. $R'_w \geq 42$ dB

Aufbau:

- Holzständerwand (beispielhafter Aufbau):
 - Direkt-Schalldämmung ohne Flankenübertragung: **bew. Schalldämm-Maß $R_w \geq 51$ dB** (Richtqualität: Fermacell „1 HT 25“)
 - beidseitig beplankt mit je 2 x 12,5 mm GF (flächenbezogene Masse $m' \geq 14,5$ kg/m² je Platte)
 - ≥ 80 mm Holzständer, 60 mm Mineralwolldämmung im Hohlraum (längenbez. Strömungswiderstand $r \geq 5$ kNs/m⁴)
 - Gesamtdicke der Wand: ≥ 130 mm
- Flankenausbildung:
 - Trennwand auf Rohdecke stellen, schwimm. Estrich über Rand-Dämmstreifen entkoppeln
 - Trennwand bis Unterzug (≥ 160 mm Massivholz) führen, dichter Anschluss
 - Trennwand an Pfosten (≥ 200 mm Massivholz) führen, dichter Anschluss
 - raumseitige Beplankung flankierender Leichtbauwände im Trennwandbereich unterbrechen (Fugenschnitt)
 - Schalllängsleitung entlang der Fassade darf die Gesamtschalldämmung nicht verschlechtern, Fassadenelemente mit **bew. Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} \geq 45$ dB** (horizontale Übertragung, Prüfwert nach Herstellerangabe)



erreichter Schallschutz:

- Luftschallschutz: $R'_w = 42,0 \text{ dB}$ (Anlage 1, 2.3)

⇒ Die Empfehlung nach DIN 4109 Bbl. 2:1989-11 ist erfüllt.

b) Trennwand, Holzständerwerk (zu Unterrichtsräumen)

Anforderung / Empfehlung:

Mindestanforderung nach DIN 4109-1:2018-01, Tab. 6, Zeile 4:

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

Vorschlag „erhöhter Schallschutz“ nach DIN 4109 Bbl. 2:1989-11:

- Luftschallschutz erf. $R'_w \geq 42 \text{ dB}$

Aufbau:

- Holzständerwand mit einseitig entkoppelter Beplankung (beispielhafter Aufbau):
 - Direkt-Schalldämmung ohne Flankenübertragung: **bew. Schalldämm-Maß $R_w \geq 56 \text{ dB}$**
(Prüfwert nach Herstellerangabe, Richtqualität: Knauf „w556.de“)
 - 2 x 12,5 mm GKF (flächenbezogene Masse $m' \geq 12,5 \text{ kg/m}^2$ je Platte)
alternativ: 2 x 10 mm GF (flächenbezogene Masse $m' \geq 14,5 \text{ kg/m}^2$ je Platte)
 - $\geq 100 \text{ mm}$ Holzständer, 80 mm Mineralwolldämmung im Hohlraum
(längenbez. Strömungswiderstand $r \geq 5 \text{ kNs/m}^4$)
 - 27 mm Federschiene
 - 2 x 12,5 mm GKF (flächenbezogene Masse $m' \geq 12,5 \text{ kg/m}^2$ je Platte)
alternativ: 2 x 10 mm GF (flächenbezogene Masse $m' \geq 14,5 \text{ kg/m}^2$ je Platte)
 - Gesamtdicke der Wand: $\geq 177 \text{ mm}$



- Flankenausbildung:
 - Trennwand auf Rohdecke stellen, schwimm. Estrich über Rand-Dämmstreifen entkoppeln
 - Beplankung der Trennwand über Unterzug (≥ 160 mm Massivholz) führen, auf der Seite mit Federschiene darf kein direkter Kontakt zwischen Unterzug und Beplankung entstehen
 - Trennwand an Pfosten (≥ 200 mm Massivholz + beidseitig je 1 x 12,5 mm GKF (flächenbezogene Masse $m' \geq 12,5$ kg/m² je Platte)) führen, dichter Anschluss
 - raumseitige Beplankung flankierender Leichtbauwände im Trennwandbereich unterbrechen (Fugenschnitt)
 - Schalllängsleitung entlang der Fassade darf die Gesamtschalldämmung nicht verschlechtern, Fassadenelemente mit **bew. Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} \geq 52$ dB** (horizontale Übertragung, Prüfwert nach Herstellerangabe)

erreichter Schallschutz:

- Luftschallschutz: $R'_w = 47,0$ dB (Anlage 1, 2.4)

⇒ Die Anforderung nach DIN 4109-1:2018-01 sowie die Empfehlung nach DIN 4109 Bbl. 2:1989-11 sind erfüllt.



c) Trennwand, Holzständerwerk (zw. Treppenträumen und Unterrichtsräumen)

Anforderung / Empfehlung:

Mindestanforderung nach DIN 4109-1:2018-01, Tab. 6, Zeile 5:

- Luftschallschutz erf. $R'_w \geq 52 \text{ dB}$

Aufbau:

- Holzständerwand mit einseitig entkoppelter Beplankung (beispielhafter Aufbau):
 - Direkt-Schalldämmung ohne Flankenübertragung: **bew. Schalldämm-Maß $R_w \geq 58 \text{ dB}$**
(Prüfwert nach Herstellerangabe, Richtqualität: Knauf „w556.de“)
 - 2 x 12,5 mm GKF (flächenbezogene Masse $m' \geq 12,5 \text{ kg/m}^2$ je Platte)
alternativ: 2 x 10 mm GF (flächenbezogene Masse $m' \geq 14,5 \text{ kg/m}^2$ je Platte)
 - $\geq 100 \text{ mm}$ Holzständer, 80 mm Mineralwolldämmung im Hohlraum
(längenbez. Strömungswiderstand $r \geq 5 \text{ kNs/m}^4$)
 - 27 mm Federschiene
 - 2 x 12,5 mm GKF (flächenbezogene Masse $m' \geq 12,5 \text{ kg/m}^2$ je Platte)
alternativ: 2 x 10 mm GF (flächenbezogene Masse $m' \geq 14,5 \text{ kg/m}^2$ je Platte)
 - Gesamtdicke der Wand: $\geq 177 \text{ mm}$
- Flankenausbildung:
 - Trennwand auf Rohdecke stellen, schwimm. Estrich über Rand-Dämmstreifen entkoppeln
 - Ausführung des Unterzugs: 2 x 12, 5 mm GKF (oder 2 x 10 mm GF) / Unterzug ($\geq 160 \text{ mm}$ Massivholz) / 2 x 12, 5 mm GKF an Federschiene, rechnerischer Ansatz:
bew. Schalldämm-Maß $R_w \geq 50 \text{ dB}$
 - Trennwand an Pfosten ($\geq 200 \text{ mm}$ Massivholz + beidseitig je 2 x 12,5 mm GKF (flächenbezogene Masse $m' \geq 12,5 \text{ kg/m}^2$ je Platte)) führen, dichter Anschluss
 - flankierende Leichtbauwände und Außenwand werden durch Stütze vollständig unterbrochen
 - Dachkonstruktion und aufliegende Wärmedämmung ist im Bereich der Trennwand zu unterbrechen



erreichter Schallschutz:

- Luftschallschutz: $R'_w = 52,4 \text{ dB}$ (Anlage 1, 2.5)

⇒ Die Anforderung nach DIN 4109-1:2018-01 sind erfüllt.

d) Trennwand, Holzständerwerk (zw. Sporthalle und Unterrichtsräumen)

Anforderung / Empfehlung:

Mindestanforderung nach DIN 4109-1:2018-01, Tab. 6, Zeile 7:

- Luftschallschutz $\text{erf. } R'_w \geq 60 \text{ dB}$

Aufbau:

- Holz-Doppelständerwand (beispielhafter Aufbau):
 - Direkt-Schalldämmung ohne Flankenübertragung: **bew. Schalldämm-Maß $R_w \geq 68 \text{ dB}$**
(Prüfwert nach Herstellerangabe, Richtqualität: Fermacell „1 HT 27“)
 - 2 x 12,5 mm GF (flächenbezogene Masse $m' \geq 14,5 \text{ kg/m}^2$ je Platte)
 - $\geq 2 \times 60/80 \text{ mm}$ Holzständer, 2 x 60 mm Mineralwolldämmung im Hohlraum
(längenbez. Strömungswiderstand $r \geq 5 \text{ kNs/m}^4$)
 - 2 x 12,5 mm GF (flächenbezogene Masse $m' \geq 14,5 \text{ kg/m}^2$ je Platte)
 - Gesamtdicke der Wand: $\geq 177 \text{ mm}$
- Flankenausbildung:
 - Trennwand auf Rohdecke stellen, schwimm. Estrich über Rand-Dämmstreifen entkoppeln
 - flankierende Leichtbauwände und Außenwand werden durch Stütze vollständig unterbrochen
 - Dachkonstruktion und aufliegende Wärmedämmung ist im Bereich der Trennwand zu unterbrechen



erreichter Schallschutz:

- Luftschallschutz: $R'_w = 61,0 \text{ dB}$ (Anlage 1, 2.1)

⇒ Die Anforderung nach DIN 4109-1:2018-01 sind erfüllt.

e) mobile Trennwand

Bei Unterrichtsräumen (und Räumen mit ähnlicher Nutzung) wird für Mobiltrennwände in DIN 4109-1:2018-01 kein konkreter Anforderungswert genannt. Bei einer Trennwand zwischen Unterrichtsräumen mit darin eingebauter Tür ergibt sich nach den Anforderungswerten ein gesamtes, bewertetes Bau-Schalldämm-Maß R'_w von mind. 42 dB (bei üblichen Flächenverhältnissen). Aus gutachterlicher Sicht wird daher empfohlen, diesen Wert als mindestens erforderliches Schalldämm-Maß im eingebauten Zustand auch für die Mobiltrennwand anzusetzen.

Empfehlung:

Vorschlag für Unterrichtsräume in Anlehnung an eine Wand zw. Unterrichtsräumen mit eingebauter Tür nach DIN 4109-1:2018-01, Tab. 6, Zeile 4 und 9:

- Luftschallschutz $\text{erf. } R'_w \geq 42 \text{ dB}$

Aufbau:

- Trennwandelemente mit absenkbarer Bodenabdichtung und verfahrbarer Abdichtung im Wandbereich (Teleskopelement)
- Gesamtkonstruktion (Wandelemente + ggf. Schlupftürelemente) mit **bewertetem Schalldämm-Maß $R_w \geq 52 \text{ dB}$** (nach Prüfzeugnis des Herstellers)
- Trennung der Estrichplatte im Trennwandbereich mit dauerelastischer Verfugung



Anmerkung:

Die Schalldämmung mobiler Trennwände ist aus technischen Gründen begrenzt. Problematisch sind dabei besonders die Wand- und Deckenanschlüsse, Parktaschen und Türen innerhalb der mobilen Trennwand. Je nach Ausführung kann daher der tatsächlich erreichte Schalldämmwert im eingebauten Zustand einer mobilen Trennwand deutlich unter dem vom Hersteller angegeben Schalldämmwert liegen. Um die Einbausituation zu berücksichtigen sollte gemäß VDI 3728 das im Prüfstand ermittelte bewertete Schalldämm-Maß R_w (nach DIN EN ISO 10140-1 bis -5) um ein Vorhaltemaß von mindestens 10 dB höher als die erforderliche Schalldämmung erf. R'_w sein.

Der o.g. Zielwert im eingebauten Zustand sollte auch erreicht werden, wenn in der Mobiltrennwand Türen eingesetzt werden. Die resultierende Schalldämmung der Gesamtkonstruktion aus Wand und Tür ist abhängig von der konkreten Konstruktion und den Flächenverhältnissen. Daher ist das bewertete Schalldämm-Maß der Tür durch den Hersteller auszulegen.

Wichtig ist bei der Ausführung die Beachtung aller schallschutztechnischen Vorgaben des Herstellers bezüglich der Ausbildung von Anschlüssen und weiterer relevanter Details. Bereits in der Ausführungsplanung sollte hierzu eine enge Abstimmung mit dem Hersteller stattfinden.



f) Systemtrennwände / Glastrennwände

Für die Differenzierungsräume sollen zu den Fluren Glastrennwände eingesetzt werden. Da sich in diesen Wänden auch Türen befinden, die in jedem Fall das akustisch schwächste Bauteil darstellen, wird vorgeschlagen, die Anforderungen an die Trennwandkonstruktion zu senken. Nach gutachterlicher Einschätzung ergeben sich die nachfolgenden Empfehlungen.

Aufbau:

- Systemtrennwand:
 - Direkt-Schalldämmung ohne Flankenübertragung: **bew. Schalldämm-Maß $R_w \geq 49$ dB**
(Prüfwert nach Herstellerangabe)
 - Aufbau der Trennwand ergibt sich aus der jeweiligen Schallschutzanforderung je nach System bzw. Hersteller, die Ausführung hat gemäß Herstellerangabe zu erfolgen
- Flankenausbildung:
 - schwimmender Estrich läuft unter Trennwand durch, Trennung der Estrichplatte im Wandbereich (Trennfuge)
 - Trennwand bis Rohdecke führen, dichter Anschluss, Unterhangdecke (falls vorhanden) gegen Trennwand laufen lassen oder Plattenschott im Deckenhohlraum vorsehen

erreichter Schallschutz:

- Luftschallschutz: $R'_w = 39,7$ dB (Anlage 1, 2.6)

Anmerkung:

Da die gesamte Schalldämmung maßgeblich von der eingebauten Tür abhängt, wäre durch die Erhöhung der Schalldämmung der Trennwandkonstruktion keine signifikante Erhöhung der gesamten Schalldämmung erzielbar und somit nicht wirtschaftlich. Mit der o.g. Empfehlung wird für die normale Nutzung eine ausreichende schalltechnische Qualität erreicht.



g) Fenster in Innenwänden und verglaste Elemente

Für Fenster und verglaste Elemente in Innenwänden (Trocken- oder Massivbau) von Unterrichtsräumen bestehen streng genommen keine Anforderungen an den baulichen Schallschutz bzw. diese Bauteile sind zusammen mit der Grundwand zu betrachten. Um ein gewisses Schallschutzniveau zu gewährleisten, wird folgende Empfehlung, basierend auf der Anforderung für Türen zwischen Unterrichtsräumen (DIN 4109-1:2018-01, Tab. 6, Zeile 9), vorgeschlagen:

- Fenster und verglaste Elemente in Trennwänden zu Unterrichtsräumen: $R_{w, \text{Fenster}} \geq 39 \text{ dB}$
(Anforderungswert erf. $R_w = 37 \text{ dB}$ zzgl. Prognosesicherheitsbeiwert von 2 dB)

5.4 TÜREN

a) Allgemeiner Hinweis

Das vom Hersteller angegebene bew. Schalldämm-Maß R_w der Tür muss laut DIN 4109-2:2018-01 um einen Sicherheitsbeiwert (u_{prog}) von 5 dB höher als die erforderliche Schalldämmung (erf. R_w) im eingebauten Zustand sein. Damit soll sichergestellt werden, dass die Tür den geforderten Wert auch im eingebauten Zustand erreicht.

In der alten Normfassung (DIN 4109:1989-11) wurde der vom Hersteller nachzuweisende Kennwert als Prüfwert des bew. Schalldämm-Maßes $R_{w,P}$ gekennzeichnet. Er ist dem bewerteten Schalldämm-Maß R_w der Tür gleichzusetzen.

Es gilt für die Schalldämmung von Türen:

$$R_w \geq \text{erf. } R_w + u_{\text{prog}}$$

Dabei ist:

R_w - bewertetes Schalldämm-Maß der Tür (ehem. Prüfwert $R_{w,P}$)

erf. R_w - das geforderte bew. Schalldämm-Maß der Tür im eingebauten Zustand

u_{prog} - Sicherheitsbeiwert (für Türen gilt $u_{\text{prog}} = 5 \text{ dB}$)



b) Türen zu Arbeits- und Aufenthaltsräumen

Räume:

- Büro-, Arbeits- und Aufenthaltsräume mit normalen Tätigkeiten ohne erhöhten Anspruch an konzentriertes Arbeiten oder Vertraulichkeit

Anforderung / Empfehlung:

Mindestanforderung nach DIN 4109-1:2018-01, Tab. 2, Zeile 18:

- Luftschallschutz erf. $R_w \geq 27$ dB im eingebauten Zustand

Vorschlag „normaler Schallschutz“ nach DIN 4109 Bbl. 2:1989-11:

- Luftschallschutz erf. $R_w \geq 27$ dB im eingebauten Zustand

Aufbau:

- **bewertetes Schalldämm-Maß $R_w \geq 32$ dB** nach Herstellerangabe (ehem. Prüfwert $R_{w,P}$)
- 1 bis 2 umlaufende Türdichtungsebenen (z.B. ausgeführt als Lippendichtung)
- normales Türblatt

c) Türen zu Unterrichtsräumen

Räume:

- Unterrichtsräume, Gruppenräume und ähnliche Räume

Anforderung / Empfehlung:

Mindestanforderung nach DIN 4109-1:2018-01, Tab. 6, Zeile 8:

- Luftschallschutz erf. $R_w \geq 32$ dB im eingebauten Zustand



Aufbau:

- **bewertetes Schalldämm-Maß $R_w \geq 37$ dB** nach Herstellerangabe (ehem. Prüfwert $R_{w,P}$)
- mechan. absenkbare Bodendichtung, Bodenbelag und Estrich getrennt
- 1 bis 2 umlaufende Türdichtungsebenen (z.B. ausgeführt als Lippendichtung)
- verstärktes Türblatt
- Zargen entweder vollständig mit Mörtel hinterfüllt und beidseitig angeputzt oder Fugen vollständig ausgeschäumt / ausgestopft und dauerelastisch abgedichtet

5.5 TREPPENLÄUFE UND TREPPENPODESTE

Formell bestehen gemäß DIN 4109-1:2018-01 keine Anforderungen an den Trittschallschutz von Treppen in Bildungsbauten, da im üblichen Betrieb nicht von einer parallelen Nutzung der Unterrichtsräume und Treppenhäuser auszugehen ist.

Im Speziellen ist eine rechnerische Nachweisführung des erreichten Schallschutzes von Treppen im Holzbau nicht möglich, es können für eine etwaige schalltechnische Ertüchtigung von Treppenläufen und Nebenpodesten lediglich allgemeine Hinweise gegeben werden:

- möglichst wenig Befestigungspunkte an Trennwand zu angrenzenden schutzbedürftigen Räumen
- Befestigungspunkte an der Wand mittels schallentkoppelter Wandanker (Elastomerhülsen)
- Auflagerpunkte auf den Geschossdecken mit elastischen Zwischenschichten ausführen
- bei allen elastischen Lagerungen ist immer der Erhalt der Trittsicherheit zu berücksichtigen (die Möglichkeit des Aufschwingens der Treppenkonstruktion muss verhindert werden)
- Treppenpodeste sind analog der Geschossdecke mit einem schwimmendem Bodenaufbau zu versehen



5.6 AUSSENBAUTEILE

Für die Straßen in der näheren Umgebung zum Bauvorhaben kann nach Art und Lage ein vergleichsweise geringes Verkehrsaufkommen abgeschätzt werden. Bzgl. umliegender Gewerbebetriebe wird angenommen, dass die davon ausgehenden Schallimmissionen die Immissionsrichtwerte nach TA Lärm in Höhe der Grundstücksgrenze bzw. an der Fassade des Bauvorhabens nicht überschreiten.

Der maßgebliche Außenlärmpegel L_a nach DIN 4109-1:2018-01, Abschnitt 7 beträgt unter den eingangs dargestellten Bedingungen nach gutachterlicher Einschätzung nicht mehr als 65 dB(A). Daraus ergibt sich als Anforderung für das erforderliche gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_{w,ges}$ der Fassade ein Wert von ≥ 35 dB (für Unterrichtsräume) bzw. ≥ 30 dB (für Arbeits- und Aufenthaltsräume).

Das daraus resultierende erforderliche Schalldämm-Maß der Fenster $R_{w,Fenster}$ ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Die Werte werden durch herkömmliche Fenster mit Standard-Isolierverglasung erreicht, der **Einbau von Schallschutzfenstern ist nicht erforderlich**. Werden in den Fassaden Lüftungselemente zu schutzbedürftigen Räumen eingesetzt, müssen diese mindestens die unten aufgeführte Norm-Schallpegeldifferenz $D_{n,e,w}$ aufweisen.

Die Außenwand- und Dachkonstruktionen weisen mit dem geplanten Aufbau ein ausreichend hohes Schalldämm-Maß auf.



TABELLE 4: Erforderliche Schalldämmung der Fenster ($R_{w, \text{Fenster}}$) und von potenziell eingesetzten Lüftungselementen ($D_{n,e,w}$)

Fassade	Geschoss	Raum	erf. Schall- dämm-Maß der Fenster $R_{w, Fenster}$	erf. Norm-Schall- pegeldifferenz $D_{n,e,w}$ von Lüf- tungselementen ²⁾
alle Fassaden- bereiche	alle Ge- schosse	Arbeits- und Auf- enthaltsräume	$\geq 32 \text{ dB}^{1)}$	$\geq 42 \text{ dB}$
alle Fassaden- bereiche	alle Ge- schosse	Unterrichtsräume	$\geq 32 \text{ dB}^{1)}$	$\geq 42 \text{ dB}$
Sonstiges				
alle Fassaden- bereiche	Treppenhäuser, Flure und weitere Nebenräume (z.B. Bad / WC, Technik, usw.)		ohne Anforderung	
¹⁾ Ein bewertetes Schalldämm-Maß von 32 dB wird bereits durch herkömmliche Fenster mit Standard-Isolierverglasung erreicht. Es sind keine gesonderten Schallschutzfenster erforderlich.				
²⁾ Die angegebenen Werte gelten für den Fall, dass in der Fassade ein Lüftungselement pro Raum eingesetzt wird. Pro Verdopplung der Anzahl an Lüftungselement in einem Raum ist der Wert um jeweils 3 dB zu erhöhen.				



6. SCHALLSCHUTZ HAUSTECHNISCHER ANLAGEN

Für den Betrieb haustechnischer Anlagen (Wasserinstallation, Heizung, Lüftung, Aufzüge usw.) sind die **Mindestanforderungen der DIN 4109-1:2018-01** an zulässige Schalldruckpegel in den schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen einzuhalten. Für das vorliegende Bauvorhaben entspricht der Mindeststandard der DIN 4109-1:2018-01 den „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ und bildet damit die Planungsgrundlage.

Die jeweiligen Zielwerte für den maximal zulässigen Schalldruckpegel $L_{AF,max,n} / L_{in}$ gelten dabei für die Gesamtheit aller an der Schallemission beteiligter Anlagen in einem schutzbedürftigen Raum. Die Umsetzung der jeweiligen Anforderungen an den Schallschutz von haustechnischen Anlagen ist durch die Fachplanung zur technischen Gebäudeausrüstung und die ausführenden Firmen zu gewährleisten. Im vorliegenden Nachweis ist nur die Planung des baulichen Schallschutzes bzw. der baulichen Voraussetzungen zum Erreichen des erforderlichen Schallschutzes für gebäude-technische Anlagen abgebildet.

Nachfolgend werden die konkreten Anforderungen an Geräusche aus haustechnischen Anlagen zusammengefasst, sowie Hinweise zu einigen möglichen Schwerpunkten der Ausführung gegeben.

6.1 ANFORDERUNGEN

Die in **TABELLE 5** aufgeführten Anforderungen beziehen sich auf schutzbedürftige Aufenthaltsräume im Sinne der DIN 4109-1:2018-01. Dazu gehören z.B. folgende Räume:

- Arbeits- und Aufenthaltsräume
- Büros (ausgenommen große Büroräume)
- Unterrichtsräume
- Lehrerzimmer

Wenn aufgrund der Nutzung im Aufenthaltsraum ständig Pegel über 40 dB(A) anliegen, gelten die Anforderungen der DIN 4109-1:2018-01 nicht.



TABELLE 5: Zulässige Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen durch Geräusche aus haustechnischen Anlagen (DIN 4109-1:2018-01, Tab. 9)

Geräuschquelle	Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel in dB(A)	
	Wohn- und Schlaf-räume	Unterrichts- und Arbeitsräume
Sanitärtechnik / Wasserinstallationen (Wasser-versorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)	$L_{AF,max,n} \leq 30$	$L_{AF,max,n} \leq 35$
Sonstige hausinterne, fest installierte technische Schallquellen der technischen Ausrüstung, Ver- und Entsorgung sowie Garagenanlagen	$L_{AF,max,n} \leq 30$	$L_{AF,max,n} \leq 35$

Maximale Schalldruckpegel $L_{AF,max,n}$ sind nach DIN 4109-1:2018-01 auf eine Bezugsabsorptionsfläche von 10 m² zu normieren.

In weiteren Normen (DIN EN 16798-1:2022-03, VDI 2081-1:2022-04) gibt es spezielle Anforderungen an die Maximalpegel durch Lüftungsanlagen. Diese beziehen sich auch auf Räume, die nicht explizit in der DIN 4109-1:2018-01 genannt sind.

Bei etlichen Räumen, für die streng genommen die Anforderungen der DIN 4109-1:2018-01 gelten, sind in diesen Normen höhere Pegel zulässig. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um größere Räume (Konferenzräume, Sitzungszimmer...) mit hohen Luftwechselraten, in denen die Einhaltung der strengen Anforderungen der DIN 4109-1:2018-01 schwierig oder auch nicht sinnvoll ist. Es ist von Fall zu Fall zu entscheiden, ob eine Abweichung von den Anforderungen der DIN 4109-1:2018-01 gerechtfertigt ist. Maßgeblich muss dabei immer der Stand der Technik sein. In **TABELLE 6** sind die Richtwerte nach DIN EN 16798-1:2022-03 und VDI 2081-1:2022-04 aufgeführt. Die kennzeichnende Größe ist der zeitlich gemittelte Pegel L_{Aeq} im Raum.



TABELLE 6: Richtwerte für Lüftungsgeräusche für verschiedene Anforderungsniveaus nach DIN EN 16798-1:2022-03 und VDI 2081-1:2022-04

Raumart	L _{Aeq} in dB(A)				
	VDI 2081-1: 2022-04		DIN EN 16798-1:2022-03		
	hoch	niedrig	hoch	mittel	niedrig
Einzelbüro	30	35	30	35	40
Pausenräume (Personalaufenthalt)	30	35	-	-	-
Klassen- und Seminarräume	30	35	30	34	38

6.2 HINWEISE ZUR GEWÄHRLEISTUNG DES SCHALLSCHUTZES

Im Folgenden werden allgemeine Hinweise zur Gewährleistung des Schallschutzes gegenüber Geräuschen haustechnischer Anlagen gegeben, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. **Die konkreten Maßnahmen hängen von den jeweiligen Geräten und Anlagen ab und sind durch die Fachplanung zur technischen Gebäudeausrüstung bzw. durch die ausführenden Firmen festzulegen.** Im Verantwortungsbereich des Bauphysik-Planers liegt lediglich der bauliche Schallschutz bzw. die Planung der baulichen Voraussetzungen zum Erreichen des erforderlichen Schallschutzes für gebäudetechnische Anlagen. In Zweifelsfällen und insbesondere bei lauten Anlagen sollte gegebenenfalls Rücksprache mit unserem Büro geführt werden.

Neben der Verhinderung unzulässiger Schallübertragungen im Gebäude ist bei der Planung von haustechnischen Anlagen im Freien auch die Schallimmission an den nächstgelegenen Fenstern im eigenen und in fremden Gebäuden nach den Maßgaben der TA Lärm zu begrenzen.

a) Leitungsführung und -montage

Befestigung von Rohrleitungen (Abwasser und Frischwasser):

- hat generell über **Rohrschellen mit körperschallisolierender Einlage** (z.B. Rippengummi oder Elastomereinlage) zu erfolgen, die Einlagen dürfen bei der Befestigung nicht überkomprimiert werden



- ist an **massiven Wänden** ab einer flächenbezogenen Masse $m' \geq 220 \text{ kg/m}^2$ möglich, (bei Schlitzungen gilt diese Anforderung für den Restquerschnitt)
- ist an **Trockenbauwänden** zu fremden schutzbedürftigen Räumen generell nicht zulässig sondern hat an separaten (an Decke und Boden befestigten) Trägerschienen zu erfolgen
- kann alternativ immer an **geprüften Vorwandinstallationen** erfolgen (entsprechender Nachweis des Herstellers erforderlich)

Leitungsführung:

- das **gesamte Leitungsnetz** ist konsequent vom Baukörper zu trennen
- **Abwasserleitungen / Entwässerungsleitungen** sind als Gusseisen- bzw. SML-Rohre auszuführen, alternativ sind geprüfte mehrschalige Schallschutzrohre zu verwenden, bei Verzügen solcher Leitungen aus fremden Nutzungseinheiten in Trockenbauschächten an schutzbedürftigen Räumen sind zusätzlich **schalldämmende Rohrummantelungen** einzusetzen (z.B. ALUJET Alufonik PB, Geberit Isol Flex, Missel MSA-KLW)
- der **horizontale Verzug von Abwasser- / Entwässerungsleitungen** in schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen ist nach Möglichkeit zu vermeiden, andernfalls sind folgende Maßnahmen zu ergreifen: Abkofferung mit 2 x 12,5 mm GKF (flächenbezogene Masse $m' \geq 17,5 \text{ kg/m}^2$ je Platte, Richtqualität: z.B. Knauf „Silentboard“ oder gleichwertig), Hohlraum vollständig lose mit Mineralfaserdämmstoff (längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 5 \text{ kNs/m}^4$) ausfüllen
- **90°-Umlenkungen** von Abwasserrohren sind als 2 x 45°-Bögen oder als Beruhigungsbogen auszubilden
- **Leitungsführung in Trockenbauwänden** ist zulässig, wenn diese nicht unmittelbar an fremde schutzbedürftige Räume grenzen, andernfalls sind diese in getrennten Vorwandinstallationen zu führen
- in **Decken- und Wanddurchbrüchen** sind Rohrleitungen körperschalldämmend zu ummanteln (z.B. körperschalldämmende Rohrmanschette oder Mineralfaserdämmstoff), die Anschlussfügen sind dauerelastisch zu verschließen, wenn Durchbrüche zu schutzbedürftigen Bereichen führen, Kabeltrassen sind vor dem Durchbruch zu unterbrechen und die Kabel vereinzelt oder als Bund durchzuführen
- bei **schallschutztechnisch besonders kritischen Situationen** können Schächte / Verkofferungen vollständig mit Mineralfaserdämmstoff ausgefüllt werden um den Schalldruckpegel im Schacht um bis zu 10 dB zu mindern



b) Sanitärgegenstände und Armaturen

- schallschutztechnisch **günstige Grundrisslösungen** sind vorzuziehen, daher sollten Sanitärgegenstände nicht an Wänden zu benachbarten, schutzbedürftigen Räumen angeordnet werden
- **Sanitärgegenstände** (Wand- oder Bodenmontage) müssen entkoppelt vom Baukörper befestigt werden, dies kann über flächige elastische Zwischenlagen oder Gummipuffer erfolgen, alternativ sind geprüfte Vorwandssysteme zu verwenden
- **Installationen an einschaligen Massivwänden** können erfolgen, wenn diese Wände ein Flächengewicht $m' \geq 220 \text{ kg/m}^2$ (bzw. bezogen auf den Restquerschnitt bei Schlitzungen o.Ä.) aufweisen
- **Installationen direkt an Trockenbauwänden** zu fremden schutzbedürftigen Räumen sind unzulässig, es sind generell geprüfte Vorwandinstallationen einzusetzen

c) Lüftungskanäle

- in den Kanalsystemen (Lüftung und Klima) sind **ausreichend dimensionierte Schalldämpfer** einzusetzen, damit sind Betriebsgeräusche der Anlagen selbst als auch die Schallübertragung entlang der Kanäle zwischen angrenzenden Räumen ausreichend zu mindern
- **Lüftungskanäle** die **durch Trennwände mit Schallschutzanforderungen** geführt werden müssen je nach Anforderung ggf. zusätzlich verkoffert und / oder im Wanddurchbruch schallschutztechnisch getrennt werden
- **Strömungsgeräusche** sind durch die Wahl geeigneter Auslässe und entsprechend geringe Luftgeschwindigkeiten zu reduzieren



d) Sonstige technische Anlagen, Maschinen und Aggregate

- **Anlagen die Körperschall in den Baukörper einleiten** können, müssen körperschallgedämmt aufgestellt bzw. abgehängt werden (z.B. über Elastomerlager oder Stahlfederkörper)
- Anlagen mit deutlich **erhöhter Körperschallanregung** (z.B. Netzersatzanlagen) oder Geräte **mit ungünstiger Lage** (z.B. über schutzbedürftigen Räumen) erfordern u.U. eine doppelt-elastische Lagerung über ein Zwischenfundament
- eine Reduzierung der Wirksamkeit der schwingungs isolierten Aufstellung über angeschlossene Rohrleitungen oder Kanalnetze ist durch die **Zwischenschaltung von Kompensatoren** zu verhindern
- Anlagen oder Anlagenteile mit **hoher Luftschallabstrahlung** sind entsprechend mit Kapselungen, Schalldämpfern usw. auszustatten
- für **Geräte in Freiaufstellung** sowie von **Fort- und Außenluftöffnungen** ist die Schallausbreitung zu den Fenstern der nächstgelegenen schutzbedürftigen Räumen im eigenen Gebäude oder Nachbarbebauung nach TA Lärm zu untersuchen
- wenn in **Technikräumen Schalldruckpegel** $L_{AF,max} \geq 75 \text{ dB(A)}$ zu erwarten sind und schutzbedürftige Räume angrenzen sind zusätzliche Maßnahmen hinsichtlich des Schallschutzes vorzusehen



7. ZUSAMMENFASSUNG

Mit den aufgeführten Bauteilkonstruktionen und Maßnahmen werden die Anforderungen zum Mindestdschallschutz der baurechtlich gültigen DIN 4109-1:2018-01 eingehalten.

Für den Schallschutz von Büro- und Aufenthaltsräumen wurden auf Grundlage der DIN 4109, Beiblatt 2:1989-11 Empfehlungen ausgesprochen.

Die Hinweise zu den Anforderungen an Geräusche aus Wasser- und Sanitärinstallationen sowie aus haustechnischen Anlagen sind zu beachten. Änderungen in der fortlaufenden Planung, die sich auf schallschutzrelevante Aufbauten beziehen, sind mit unserem Büro abzusprechen.

Leipzig, 21. Juni 2023

Dipl.-Ing. (FH) Steffen Landrock
Projektleiter

Andreas Türk, B.Eng.
Projektingenieur Bau- & Raumakustik

ANLAGE 1

Rechnerischer Nachweis zum Schallschutz

ANLAGE 1



Rechnerischer Nachweis zum Schallschutz

nach DIN 4109-2:2018-01

**Bezeichnung des Gebäudes
oder des Gebäudeteils** : Modellprojekt Schulbau in Bendeleben
Straße und Hausnummer : Burgstraße 3
Ort : 99706 Bendeleben
Bauherr : Landratsamt Kyffhäuserkreis
Markt 8, 99706 Sondershausen

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Übersicht	2
1.1. Tabellarische Zusammenfassung der Bauteilerggebnisse	2
2. Trennende Innenbauteile	2
2.1. WAND 1: Trennwand, Holzständerwerk (zw. Sporthalle und Unterrichtsräumen)	2
2.2. DECKE 1: Bodenplatte, massiv	5
2.3. KOMBINATIONSBAUTEIL 1: Trennwand, Holzständerwerk (zu Arbeits- und Aufenthaltsräumen)	7
2.4. KOMBINATIONSBAUTEIL 2: Trennwand, Holzständerwerk (zu Unterrichtsräumen)	10
2.5. KOMBINATIONSBAUTEIL 3: Trennwand, Holzständerwerk (zw. Treppenräumen und Unterrichtsräumen)	13
2.6. KOMBINATIONSBAUTEIL 4: Trennwand, Systemtrennwand / Glastrennwand (zu Unterrichtsräumen)	16

Name und Anschrift des Aufstellers	Datum und Unterschrift
Bearbeiter: Andreas Türk, B.Eng.  Graner Ingenieure GmbH Springerstraße 11 04105 Leipzig Tel.: 0341 - 98 97 03-00 Fax: 0341 - 98 97 03-99 E-Mail: buero@graner-leipzig.de	Leipzig, den 21. Juni 2023  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: " Trennwand, Holzständerwerk (zw. Sporthalle und Unterrichtsräumen) "	60,0/-	- -/61,0	- -/-	- -	✓	- -
DECKE 1: " Bodenplatte, massiv "	- -/-	- -/62,5	53,0/53,0	40,6	✓	✓
KOMBINATIONSBAUTEIL 1: " Trennwand, Holzständerwerk (zu Arbeits- und Aufenthaltsräumen) "	- -/42,0	- -/42,0	- -/-	- -	- -	✓
KOMBINATIONSBAUTEIL 2: " Trennwand, Holzständerwerk (zu Unterrichtsräumen) "	47,0/42,0	- -/47,0	- -/-	- -	✓	✓
KOMBINATIONSBAUTEIL 3: " Trennwand, Holzständerwerk (zw. Treppenträumen und Unterrichtsräumen) "	52,0/-	- -/52,4	- -/-	- -	✓	- -
KOMBINATIONSBAUTEIL 4: " Trennwand, Systemtrennwand / Glastrennwand (zu Unterrichtsräumen) "	- -/-	- -/39,7	- -/-	- -	- -	- -

ÖR: Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

ZR: Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

2. Trennende Innenbauteile

2.1 WAND 1:

Trennwand, Holzständerwerk (zw. Sporthalle und Unterrichtsräumen)

2.1.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6 ("Schule oder vergleichbare Einrichtung (z.B. Kindertagesstätte)", Zeile 7: "Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z.B. Sporthallen, Werkräumen").

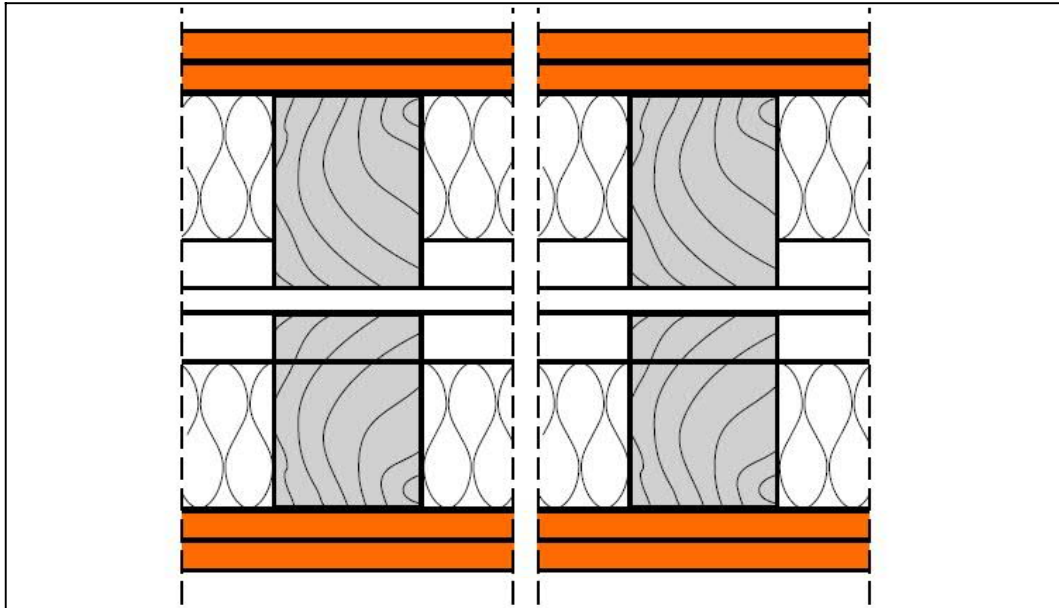
Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

erf. $R'_w \geq 60,0$ dB

2.1.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

2.1.3 Bauteilgrafik



2.1.4 Bauteildefinition

FERMACELL-Doppel-Holzständerwand "1 HT 27",
tragend, $d=215$ mm,
Ständerquerschnitt: $2 \times 60/80$ mm,
Beplankung je Seite: $2 \times 12,5$ mm Gipsfaserplatte,
Mineralwolle (Dicke [mm] / Rohdichte [kg/m^3]): $2 \times 60/\text{Glaswolle}$,
Brandschutz: F60-B,
Wandgewicht ca. $76 \text{ kg}/\text{m}^2$.

TRENNBAUTEIL:

$S_S = 40,64 \text{ m}^2$, $m' = 76,0 \text{ kg}/\text{m}^2$, $R_{Dd,w} = 68,0 \text{ dB}$.

2.1.5 Angeschlossene Flanken

FLANKE 1: "Flanke 1"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,1} = 12,900 \text{ m}$, $D_{n,f,1} = 68,0 \text{ dB}$.

FLANKE 2: "Flanke 2"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,2} = 3,150 \text{ m}$, $D_{n,f,2} = 68,0 \text{ dB}$.

FLANKE 3: "Flanke 3"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,3} = 3,150 \text{ m}$, $D_{n,f,3} = 68,0 \text{ dB}$.

FLANKE 4: "Flanke 4"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,4} = 12,900 \text{ m}$, $D_{n,f,4} = 67,0 \text{ dB}$.



2.1.6 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, Holzständerwerk (zw. Sporthalle und Unterrichtsräumen) "	R_{Dd}	68,0/2	68,0/2			0,0	68,0
Skelettbau:		$D_{n,f,w}$ dB		$10\log_{10}$ (S_s/A_0) dB	$10\log_{10}$ (I_{lab}/I_r) dB		$R_{Ff,w}$ dB
F1: "Flanke 1"	$R_{Ff,1}$	68,0		6,1	-4,6		69,5
F2: "Flanke 2"	$R_{Ff,2}$	68,0		6,1	-0,5		73,6
F3: "Flanke 3"	$R_{Ff,3}$	68,0		6,1	-0,5		73,6
F4: "Flanke 4"	$R_{Ff,4}$	67,0		6,1	-4,6		68,5

2.1.7 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$$R'_w = -10\log_{10}[10^{-68,0/10} + 10^{-69,5/10} + 10^{-73,6/10} + 10^{-73,6/10} + 10^{-68,5/10}] \text{ dB},$$

$$R'_w = 63,0 \text{ dB}.$$

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

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

vorh. $R'_w = 61,0 \text{ dB}$

2.1.8 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6, Zeile 7 sind **erfüllt**.

2.2 DECKE 1: Bodenplatte, massiv

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".

Zulässiger bewerteter Norm-Trittschallpegel:

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

2.2.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Anforderungen nach Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11 (Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz gegen Schallübertragung aus dem EIGENEN Wohn- oder Arbeitsbereich), Tabelle 3, Zeile 5, Spalte 2+3 (normaler Schallschutz):

Gebäudetyp: "Büro- und Verwaltungsgebäude".

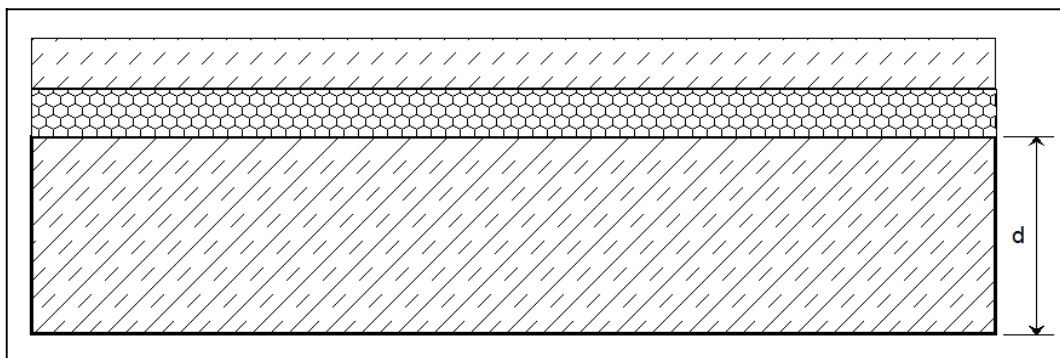
Bauteil: "Decken, Treppen, Decken von Fluren und Treppenraumwände."

Bemerkungen: "Weichfedernde Bodenbeläge dürfen für den Nachweis des Trittschallschutzes angerechnet werden."

Zulässiger bewerteter Norm-Trittschallpegel:

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

2.2.3 Bauteilquerschnitt



2.2.4 Bauteildefinition

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

Auflage/Anbindung:

Schwimmender Zementestrich (2.000 kg/m^3), $d = 65 \text{ MM}$, flächenbezogene Masse $m' = 130,0 \text{ kg/m}^2$, verlegt auf einlagiger Trittschalldämmung, $d = 60 \text{ MM}$, dynamische Steifigkeit $s' = 50 \text{ MN/m}^3$.

Tragende Decke einschl. Verbundschichten:

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

TRENNBAUTEIL:

VSS: $\Delta R_{D,w} = 1,8 \text{ dB}$, $\Delta R_{d,w} = 0,0 \text{ dB}$, $\Delta R_{Dd,w} = 1,8 \text{ dB}$,

$S_s = 14,20 \text{ m}^2$, $m' = 600,0 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 65,4 \text{ dB}$, $L_{n,w} = 66,8 \text{ dB}$.

2.2.5 Angeschlossene Flanken

FLANKE 1: "Flanke 1"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,1} = 17,400 \text{ m}$, $D_{n,f,1} = 76,0 \text{ dB}$.

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

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

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



2.2.6 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: "Bodenplatte, massiv"	R_{Dd}	63,6/2	63,6/2			1,8	65,4
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
F1: "Flanke 1"	$R_{Ff,1}$	76,0		1,5	-5,9		71,6

2.2.7 Berechnung der Vergleichsgrößen:

Luftschall:

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

$$R'_w = -10\log_{10}[10^{-65,4/10} + 10^{-71,6/10}] \text{ dB},$$

$$R'_w = 64,5 \text{ dB}.$$

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

Trittschall:

Korrekturwert K nach Teil 2, Gleichung 29:

$$K = 0 \text{ dB (unterschiedliche Raumzuordnung mit } K_T > 0).$$

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

$$L'_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + K - K_T = 66,8 - 24,2 + 0,0 - 5,0 = 37,6 \text{ dB}.$$

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

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

$$\text{vorh. } R'_w = 62,5 \text{ dB}$$

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

$$\text{vorh. } L'_{n,w} = 40,6 \text{ dB}$$

2.2.8 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

Die Anforderungen nach Abschnitt 2.2.1 sind **erfüllt**.

Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz:

Die Anforderungen nach Abschnitt 2.2.2 sind **erfüllt**.

2.3 KOMBINATIONSBAUTEIL 1: Trennwand, Holzständerwerk (zu Arbeits- und Aufenthaltsräumen)

2.3.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Keine Anforderungen.

2.3.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Anforderungen nach Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11 (Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz gegen Schallübertragung aus dem EIGENEN Wohn- oder Arbeitsbereich), Tabelle 3, Zeile 6, Spalte 4+5 (erhöhter Schallschutz):

Gebäudetyp: "Büro- und Verwaltungsgebäude".

Bauteil: "Wände zwischen Räumen mit üblicher Bürotätigkeit."

Bemerkungen: "Es ist darauf zu achten, dass diese Werte nicht durch Nebwegsübertragung über Flur und Tür verschlechtert werden."

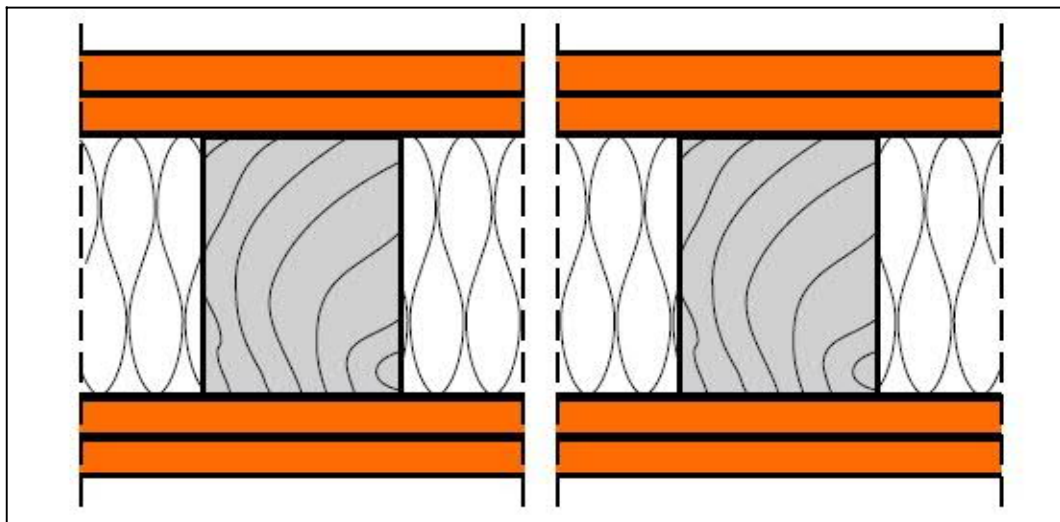
Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

erf. $R'_w \geq 42,0 \text{ dB}$

Das Kombinationsbauteil besteht aus folgenden Bauteilen:

- 1. Trennwand, Holzständerwand

2.3.3 Bauteilgrafik



2.3.4 Bauteildefinition

FERMACELL-Holzständerwand "1 HT 25",
tragend, $d=130 \text{ mm}$,
Ständerquerschnitt: $60/80 \text{ mm}$,
Beplankung je Seite: $2 \times 12,5 \text{ mm}$ Gipsfaserplatte,
Mineralwolle (Dicke [mm] / Rohdichte [kg/m^3]): $80/\text{Glaswolle}$,
Brandschutz: F60-B,
Wandgewicht ca. 68 kg/m^2 .

TRENNBAUTEIL:

$S_S = 17,07 \text{ m}^2$, $m' = 68,0 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 51,0 \text{ dB}$.

2.3.5 Angeschlossene Flanken

FLANKE 1: "Flanke 1"

Typ: "Massivbau", $l_{f,1} = 6,200 \text{ m}$.

a.) Sendeseite (F):

$m'_F = 177,0 \text{ kg/m}^2$, $S_F = 14,26 \text{ m}^2$, $R_w = 49,2 \text{ dB}$, $\Delta R_w = 0,0 \text{ dB}$.

b.) Empfangsseite (f):

$m'_f = 177,0 \text{ kg/m}^2$, $S_f = 45,88 \text{ m}^2$, $R_w = 49,2 \text{ dB}$, $\Delta R_w = 0,0 \text{ dB}$.



FLANKE 2: "Flanke 2"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,2} = 3,150 \text{ m}$, $D_{n,f,2} = 58,0 \text{ dB}$.

FLANKE 3: "Flanke 3"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,3} = 3,150 \text{ m}$, $D_{n,f,3} = 45,0 \text{ dB}$.

FLANKE 4: "Flanke 4"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,4} = 6,200 \text{ m}$, $D_{n,f,4} = 67,0 \text{ dB}$.

2.3.6 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: "Trennwand, Holzständerwand"	R_{Dd}	51,0/2	51,0/2			0,0	51,0
F1: "Flanke 1"	$R_{Df,1}$ $R_{Fd,1}$ $R_{Ff,1}$						\emptyset \emptyset
		49,2/2	49,2/2	3,0	4,4	0,0	56,6
Skelettbau:		$D_{n,f,w}$ dB		$10\log_{10}$ (S_s/A_0) dB	$10\log_{10}$ (l_{lab}/l_f) dB		$R_{Ff,w}$ dB
F2: "Flanke 2"	$R_{Ff,2}$	58,0		2,3	-0,5		59,8
F3: "Flanke 3"	$R_{Ff,3}$	45,0		2,3	-0,5		46,8
F4: "Flanke 4"	$R_{Ff,4}$	67,0		2,3	-1,4		67,9

2.3.7 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$$R'_w = -10\log_{10}[10^{-51,0/10} + 10^{-56,6/10} + 10^{-59,8/10} + 10^{-46,8/10} + 10^{-67,9/10}] \text{ dB},$$

$$R'_w = 44,9 \text{ dB}.$$

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

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

$$\text{vorh. } R'_w = 42,9 \text{ dB} \\ A = 17,07 \text{ m}^2$$

- 2. Stütze, Holzmassivbau

2.3.8 Bauteildefinition

200 mm Holzmassivbauteil gemäß Massekurve nach Informationsdienst Holz.

TRENNBAUTEIL:

$$S_s = 0,47 \text{ m}^2, m' = 95,0 \text{ kg/m}^2, R_{Dd,w} = 42,4 \text{ dB}.$$

2.3.9 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 ($l_g = 0$).

2.3.10 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: "Stütze, Holzmassivbau"	R_{Dd}	42,4/2	42,4/2			0,0	42,4



2.3.11 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$$R'_{w} = -10 \log_{10} [10^{-42,4/10}] \text{ dB},$$

$$R'_{w} = 42,4 \text{ dB}.$$

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

$$D_{n,w} = R'_{w} - 10 \cdot \log_{10}(A/A_0) = 40,4 - 10 \cdot \log_{10}(0,47/10) = 53,7 \text{ dB}.$$

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

vorh. $R'_{w} = 40,4 \text{ dB}$
 $A = 0,47 \text{ m}^2$

- 3. Unterzug, Holzmassivbau

2.3.12 Bauteildefinition

160 mm Holzmassivbauteil gemäß Massekurve nach Informationsdienst Holz.

TRENNBAUTEIL:

$$S_s = 1,98 \text{ m}^2, m' = 76,0 \text{ kg/m}^2, R_{Dd,w} = 40,0 \text{ dB}.$$

2.3.13 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 ($l_g = 0$).

2.3.14 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: "Unterzug, Holzmassivbau"	R_{Dd}	40,0/2	40,0/2			0,0	40,0

2.3.15 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$$R'_{w} = -10 \log_{10} [10^{-40,0/10}] \text{ dB},$$

$$R'_{w} = 40,0 \text{ dB}.$$

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

$$D_{n,w} = R'_{w} - 10 \cdot \log_{10}(A/A_0) = 38,0 - 10 \cdot \log_{10}(2,34/10) = 44,3 \text{ dB}.$$

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

vorh. $R'_{w} = 38,0 \text{ dB}$
 $A = 1,98 \text{ m}^2$

2.3.16 Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes:

$$R'_{w,\text{res}} = -10 \lg [1/19,52 \cdot (17,07 \cdot 10^{-42,9/10} + 0,47 \cdot 10^{-40,4/10} + 1,98 \cdot 10^{-38,0/10})]$$

Vorhandenes resultierendes Schalldämm-Maß:

vorh. $R'_{w,\text{res}} = 42 \text{ dB}$

2.3.17 Bauteilbewertung

Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz:

Die Anforderungen nach Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11, Tabelle 3 sind **erfüllt**.

2.4 KOMBINATIONSBAUTEIL 2: Trennwand, Holzständerwerk (zu Unterrichtsräumen)

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. $R'_w \geq 47,0$ dB

2.4.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Anforderungen nach Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11 (Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz gegen Schallübertragung aus dem EIGENEN Wohn- oder Arbeitsbereich), Tabelle 3, Zeile 6, Spalte 4+5 (erhöhter Schallschutz):

Gebäudetyp: "Büro- und Verwaltungsgebäude".

Bauteil: "Wände zwischen Räumen mit üblicher Bürotätigkeit."

Bemerkungen: "Es ist darauf zu achten, dass diese Werte nicht durch Nebenwegsübertragung über Flur und Tür verschlechtert werden."

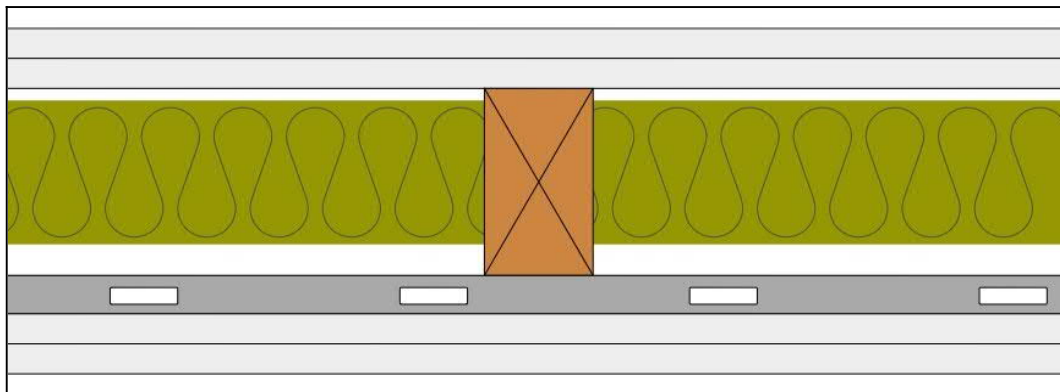
Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

erf. $R'_w \geq 42,0$ dB

Das Kombinationsbauteil besteht aus folgenden Bauteilen:

- 1. Trennwand, Holzständerwand

2.4.3 Bauteilgrafik



2.4.4 Bauteildefinition

2 x 12,5 mm Gipsfaserplatte
Holzständerwerk mit Dämmeinlage
27 mm Federschiene
2 x 12,5 mm Gipsfaserplatte.

TRENNBAUTEIL:

$S_s = 17,17$ m², $m' = 80,0$ kg/m², $R_{Dd,w} = 56,0$ dB.

2.4.5 Angeschlossene Flanken

FLANKE 1: "Flanke 1"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,1} = 6,400$ m, $D_{n,f,1} = 56,0$ dB.

FLANKE 2: "Flanke 2"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,2} = 3,150$ m, $D_{n,f,2} = 58,0$ dB.

FLANKE 3: "Flanke 3"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,3} = 3,150$ m, $D_{n,f,3} = 52,0$ dB.



FLANKE 4: "Flanke 4"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,4} = 6,400 \text{ m}$, $D_{n,f,4} = 67,0 \text{ dB}$.

2.4.6 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: "Trennwand, Holzständerwand"	R_{Dd}	56,0/2	56,0/2			0,0	56,0
Skelettbau:		$D_{n,f,w}$ dB		$10\log_{10}$ (S_s/A_0) dB	$10\log_{10}$ (l_{lab}/l_f) dB		$R_{Ff,w}$ dB
F1: "Flanke 1"	$R_{Ff,1}$	56,0		2,3	-1,5		56,8
F2: "Flanke 2"	$R_{Ff,2}$	58,0		2,3	-0,5		59,8
F3: "Flanke 3"	$R_{Ff,3}$	52,0		2,3	-0,5		53,8
F4: "Flanke 4"	$R_{Ff,4}$	67,0		2,3	-1,5		67,8

2.4.7 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$$R'_w = -10\log_{10}[10^{-56,0/10} + 10^{-56,8/10} + 10^{-59,8/10} + 10^{-53,8/10} + 10^{-67,8/10}] \text{ dB},$$

$$R'_w = 50,0 \text{ dB}.$$

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

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

Bauteilfläche:

$$\text{vorh. } R'_w = 48,0 \text{ dB}$$

$$A = 17,17 \text{ m}^2$$

- 2. Stütze, Holzmassivbau

2.4.8 Bauteildefinition

200 mm Holzmassivbauteil
+ beidseitig je 1 x 12,5 mm GKF
gemäß Massekurve nach Informationsdienst Holz.

TRENNBAUTEIL:

$$S_s = 0,95 \text{ m}^2, m' = 120,0 \text{ kg/m}^2, R_{Dd,w} = 45,0 \text{ dB}.$$

2.4.9 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 ($l_g = 0$).

2.4.10 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: "Stütze, Holzmassivbau"	R_{Dd}	45,0/2	45,0/2			0,0	45,0

2.4.11 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$$R'_w = -10\log_{10}[10^{-45,0/10}] \text{ dB},$$

$$R'_w = 45,0 \text{ dB}.$$

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

$$D_{n,w} = R'_w - 10 \cdot \log_{10}(A/A_0) = 43,0 - 10 \cdot \log_{10}(0,95/10) = 53,2 \text{ dB}.$$

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

Bauteilfläche:

$$\text{vorh. } R'_w = 43,0 \text{ dB}$$

$$A = 0,95 \text{ m}^2$$



- 3. Unterzug, Holzmassivbau

2.4.12 Bauteildefinition

160 mm Holzmassivbauteil mit beidseitig 2 x 12,5 mm Gipsfaserplatten gemäß Massekurve nach Informationsdienst Holz.

TRENNBAUTEIL:

$S_S = 2,05 \text{ m}^2$, $m' = 133,5 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 46,1 \text{ dB}$.

2.4.13 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 ($l_g = 0$).

2.4.14 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: "Unterzug, Holzmassivbau"	R_{Dd}	46,1/2	46,1/2			0,0	46,1

2.4.15 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$R'_w = -10\log_{10}[10^{-46,1/10}] \text{ dB}$,

$R'_w = 46,1 \text{ dB}$.

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

$D_{n,w} = R'_w - 10\log_{10}(A/A_0) = 44,1 - 10\log_{10}(2,34/10) = 50,4 \text{ dB}$.

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

Bauteilfläche:

vorh. $R'_w = 44,1 \text{ dB}$

$A = 2,05 \text{ m}^2$

2.4.16 Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes:

$R'_{w,\text{res}} = -10 \lg [1/20,17 * (17,17 * 10^{-48,0/10} + 0,95 * 10^{-43,0/10} + 2,05 * 10^{-44,1/10})]$

Vorhandenes resultierendes Schalldämm-Maß:

vorh. $R'_{w,\text{res}} = 47 \text{ dB}$

2.4.17 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

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

Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz:

Die Anforderungen nach Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11, Tabelle 3 sind **erfüllt**.

2.5 KOMBINATIONSBAUTEIL 3: Trennwand, Holzständerwerk (zw. Treppenhäusern und Unterrichtsräumen)

2.5.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

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

Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

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

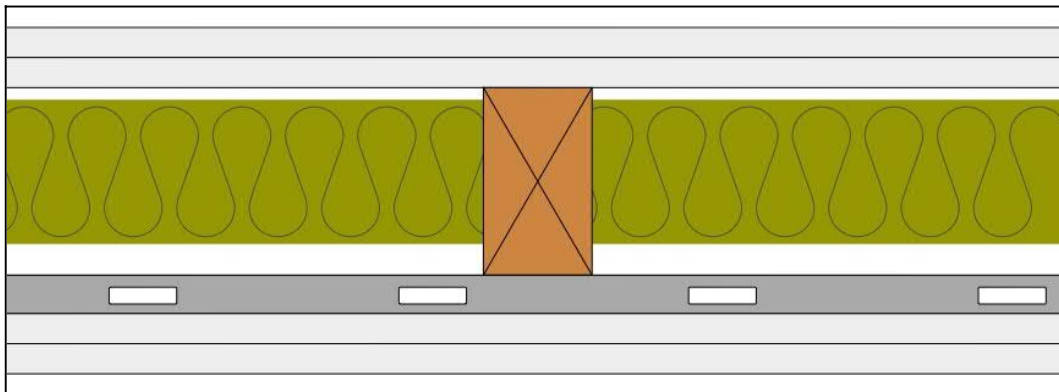
2.5.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

Das Kombinationsbauteil besteht aus folgenden Bauteilen:

- 1. Trennwand, Holzständerwand

2.5.3 Bauteilgrafik



2.5.4 Bauteildefinition

2 x 12,5 mm Gipsfaserplatte
Holzständerwerk mit Dämmeinlage
27 mm Federschiene
2 x 12,5 mm Gipsfaserplatte.

TRENNBAUTEIL:

$S_s = 17,55$ m², $m' = 80,0$ kg/m², $R_{Dd,w} = 58,0$ dB.

2.5.5 Angeschlossene Flanken

FLANKE 1: "Flanke 1"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,1} = 6,200$ m, $D_{n,f,1} = 68,0$ dB.

FLANKE 2: "Flanke 2"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,2} = 3,150$ m, $D_{n,f,2} = 61,0$ dB.

FLANKE 3: "Flanke 3"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,3} = 3,150$ m, $D_{n,f,3} = 61,0$ dB.

FLANKE 4: "Flanke 4"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,4} = 6,200$ m, $D_{n,f,4} = 67,0$ dB.



2.5.6 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, Holzständerwand"	R_{Dd}	58,0/2	58,0/2			0,0	58,0
Skelettbau:		$D_{n,f,w}$ dB		$10\log_{10}$ (S_s/A_0) dB	$10\log_{10}$ (I_{lab}/I_t) dB		$R_{Ff,w}$ dB
F1: "Flanke 1"	$R_{Ff,1}$	68,0		2,4	-1,4		69,0
F2: "Flanke 2"	$R_{Ff,2}$	61,0		2,4	-0,5		62,9
F3: "Flanke 3"	$R_{Ff,3}$	61,0		2,4	-0,5		62,9
F4: "Flanke 4"	$R_{Ff,4}$	67,0		2,4	-1,4		68,0

2.5.7 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$$R'_w = -10\log_{10}[10^{-58,0/10} + 10^{-69,0/10} + 10^{-62,9/10} + 10^{-62,9/10} + 10^{-68,0/10}] \text{ dB,}$$

$$R'_w = 55,4 \text{ dB.}$$

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

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

Bauteilfläche:

$$\text{vorh. } R'_w = 53,4 \text{ dB}$$

$$A = 17,55 \text{ m}^2$$

- 2. Unterzug, Holzmassivbau

2.5.8 Bauteildefinition

160 mm Holzmassivbauteil mit beidseitig 2 x 12,5 mm Gipsfaserplatten gemäß Massekurve nach Informationsdienst Holz.

TRENNBAUTEIL:

$$S_s = 1,98 \text{ m}^2, m' = 133,5 \text{ kg/m}^2, R_{Dd,w} = 50,0 \text{ dB.}$$

2.5.9 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 ($l_g = 0$).

2.5.10 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: "Unterzug, Holzmassivbau"	R_{Dd}	50,0/2	50,0/2			0,0	50,0

2.5.11 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$$R'_w = -10\log_{10}[10^{-50,0/10}] \text{ dB,}$$

$$R'_w = 50,0 \text{ dB.}$$

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

$$D_{n,w} = R'_w - 10 \cdot \log_{10}(A/A_0) = 48,0 - 10 \cdot \log_{10}(1,98/10) = 55,0 \text{ dB.}$$

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

Bauteilfläche:

$$\text{vorh. } R'_w = 48,0 \text{ dB}$$

$$A = 1,98 \text{ m}^2$$

2.5.12 Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes:

$$R'_{w,\text{res}} = -10 \lg [1/19,53 \cdot (17,55 \cdot 10^{-53,4/10} + 1,98 \cdot 10^{-48,0/10})]$$

Vorhandenes resultierendes Schalldämm-Maß:

$$\text{vorh. } R'_{w,\text{res}} = 52 \text{ dB}$$



2.5.13 Bauteilbewertung

Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz:

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



2.6 KOMBINATIONSBAUTEIL 4: Trennwand, Systemtrennwand / Glastrennwand (zu Unterrichtsräumen)

2.6.1 Öffentlich-rechtlich verlangter Schallschutz

Keine Anforderungen.

2.6.2 Zivilrechtlich verlangter oder freiwillig vereinbarter Schallschutz

Keine Anforderungen.

Das Kombinationsbauteil besteht aus folgenden Bauteilen:

- 1. Systemtrennwand / Glastrennwand

2.6.3 Bauteildefinition

Systemtrennwand / Glastrennwand mit Direkt-Schalldämmung nach Herstellerangabe.

TRENNBAUTEIL:

$S_s = 15,12 \text{ m}^2$, $m' = 40,0 \text{ kg/m}^2$, $R_{Dd,w} = 49,0 \text{ dB}$.

2.6.4 Angeschlossene Flanken

FLANKE 1: "Flanke 1"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,1} = 4,800 \text{ m}$, $D_{n,f,1} = 52,0 \text{ dB}$.

FLANKE 2: "Flanke 2"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,2} = 3,150 \text{ m}$, $D_{n,f,2} = 58,0 \text{ dB}$.

FLANKE 3: "Flanke 3"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,3} = 3,150 \text{ m}$, $D_{n,f,3} = 58,0 \text{ dB}$.

FLANKE 4: "Flanke 4"

Typ: "Skelettbau", $l_{f,4} = 4,800 \text{ m}$, $D_{n,f,4} = 57,0 \text{ dB}$.

2.6.5 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: "Systemtrennwand / Glastrennwand"	R_{Dd}	49,0/2	49,0/2			0,0	49,0
Skelettbau:		$D_{n,f,w}$ dB		$10\log_{10}$ (S_s/A_0) dB	$10\log_{10}$ (l_{lab}/l_f) dB		$R_{Ff,w}$ dB
F1: "Flanke 1"	$R_{Ff,1}$	52,0		1,8	-0,3		53,5
F2: "Flanke 2"	$R_{Ff,2}$	58,0		1,8	-0,5		59,3
F3: "Flanke 3"	$R_{Ff,3}$	58,0		1,8	-0,5		59,3
F4: "Flanke 4"	$R_{Ff,4}$	57,0		1,8	-0,3		58,5

2.6.6 Berechnung der Vergleichsgrößen:

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

$$R'_w = -10\log_{10}[10^{-49,0/10} + 10^{-53,5/10} + 10^{-59,3/10} + 10^{-59,3/10} + 10^{-58,5/10}] \text{ dB},$$

$$R'_w = 46,8 \text{ dB}.$$

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

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

Bauteilfläche:

$$\text{vorh. } R'_w = 44,8 \text{ dB}$$

$$A = 15,12 \text{ m}^2$$



- 2. Tür

Vorhandenes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

vorh. $R'_w = 32,0 \text{ dB}$

Bauteilfläche:

$A = 2,10 \text{ m}^2$

2.6.7 Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes:

$$R'_{w, \text{res}} = -10 \lg [1/17,22 * (15,12 * 10^{-44,8/10} + 2,10 * 10^{-32,0/10})]$$

Vorhandenes resultierendes Schalldämm-Maß:

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

ANLAGE 2

Rechnerischer Nachweis - Massivholzdecke

ANLAGE 2: rechn. Nachweis - Schallschutz Massivholzdecke

Projekt:

Modellprojekt Schulbau Bendeleben

Projektnummer:

1717



Senderraum		KlassenR 4b	Empfangsraum Hortr. / Speiser. / MZR	
Trennbau teil:		Massivholzdecke, neu	Trennfläche	S = 24,3 m
65 mm		Bodebelag, beliebig	Ansatz angelehnt an [3], Tab. 26, Zeile 2 ¹⁾ :	
30 mm		Estrich	bew. Schalldämm-Maß R_w	= 66 dB
80 mm		flächenbez. Masse $\geq 120 \text{ kg/m}^2$	bew. Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$	= 48 dB
> 120 mm		Trittschalldämmung	¹⁾ Aufbau ist abweichend von Bauteilkatalog	
		dyn. Steifigkeit $\leq 10 \text{ MN/m}^3$	höhere Estrichsstärke, aber auch höhere	
		Schüttung	dyn. Steifigkeit der Trittschalldämmung	
		flächenbez. Masse $\geq 60 \text{ kg/m}^2$	R_w um 2 dB vermindert	
		BSP-Decke	$L_{n,w}$ um 2 dB erhöht	

Flankenübertragung		Flanke 1	Flanke 2	Flanke 3	Flanke 4
		Außenwand Leichtbau über BSP-Decke [4]	Innenwand Leichtbau über BSP-Decke [4]	Innenwand Leichtbau über BSP-Decke [4]	Innenwand Leichtbau über BSP-Decke [4]
Kantenlänge	l [m]	9,8	9,8	6,2	6,2
Norm-Flanken- pegeldifferenz	$D_{n,f,w}$ [dB]	67	67	67	67
Flankendämm-Maß	$R_{Ff,w}$ [dB]	67,5	67,5	69,5	69,5
Norm-Flanken- trittschallpegel	$L_{n,f,w}$ [dB]	40	40	40	40

Ergebnis zum rechn. Nachweis nach [1]		Anforderung nach [2] erfüllt?	
bew. Schalldämm-Maß	$R'_w = 58,8 \text{ dB}$ (inkl. $u_{\text{prog}} = 2 \text{ dB}$)	erf. $R'_w \geq 55 \text{ dB}$	ja
bew. Norm-Trittschallpegel	$L'_{n,w} = 52,7 \text{ dB}$ (inkl. $u_{\text{prog}} = 3 \text{ dB}$)	zul. $L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	ja

Quellen [1] Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten, ift-Forschungsbericht, 2017

[2] DIN 4109-1:2018-01

[3] Schallschutz im Holzbau - Grundlagen und Vorbemessung, Informationsdienst Holz, 2019

[4] DIN 4109-2:2018-01 und DIN 4109-33:2016-07