

ENOTHERM
BAUPHYSIK

BERICHT

Genehmigungsplanung – Bauakustik gemäß DIN 4109

PROJEKT	E23-022 Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule Karl-Brauckmann-Straße 5 59439 Holzwickede
BAUHERR	Kreis Unna Friedrich-Ebert-Straße 17 59425 Unna
AUFTRAGGEBER	Kreis Unna Friedrich-Ebert-Straße 17 59425 Unna
BEARBEITUNG	ENOTHERM GmbH – Niederlassung Dortmund Hauert 12 44227 Dortmund Tel. 0231 / 725464 - 15 Mail: p.jankowiak@enotherm.de Projektleiter: Philipp Jankowiak, M. Sc.



Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
1.1	Aufgabenstellung	4
1.2	Grundlagen	4
1.3	Gesetze, Normen und Regelwerke	4
1.4	Formelzeichen	4
1.5	Angaben zum Berechnungsverfahren	5
1.6	Baukontrollen	5
1.7	Spektrum-Anpassungswerte	5
2	Anforderungen an den Schallschutz	5
2.1	Rechtliche Hintergründe	5
2.2	Vereinbartes Schallschutzniveau	5
2.3	Maßgeblicher Außenlärmpegel	6
2.3.1	Überlagerung mehrerer Schallimmissionen	6
2.3.2	Lageplan	6
2.3.3	Straßenverkehr	7
2.3.4	Parkplatzlärm	10
2.3.5	Gewerbe	12
2.3.6	Zusammenstellung der Beurteilungspegel und maßgeblichen Außenlärmpegel	13
2.4	Anforderungen an die Luftschalldämmung der Außenbauteile nach DIN 4109	15
2.5	Anforderungen an den Luft- und Trittschallschutz im Gebäude	16
2.6	Anforderungen an den Luft- und Trittschallschutz bei „besonders lauten Räumen“	16
2.7	Anforderungen an den Schallschutz der technischen Gebäudeausrüstung	17
3	Nachweisführung	20
3.1	Außenlärm	20
3.1.1	Allgemeines	20
3.1.2	Bauteilaufbauten	20
3.1.3	Fenster	23
3.1.4	Flankierende Bauteile	28
3.1.5	Nachweis	29
3.2	Luftschall und Trittschall der Trennbauteile	30
3.2.1	Bodenplatte	30
3.2.2	Trennwände	31
3.2.3	Türen	38



3.2.4	Treppen	38
3.3	Technische Gebäudeausrüstung	39
3.3.1	Allgemeines	39
3.4	Immissionsschutz – Schalldruckpegel außen	39
3.5	Sanitärinstallationen	39
3.5.1	Nachweisführung	39
3.5.2	Nachweise	39
3.5.3	Nachweise mit bauakustischen Messungen	42
4	Zusammenstellung der Ergebnisse und Nachweise	43
ANLAGE 1 - ERGÄNZENDE HINWEISE ZUM NACHWEIS		45
ANLAGE 2 - BERECHNUNGEN ZUM NACHWEIS		57

1 Allgemeines

1.1 Aufgabenstellung

Die ENOTHERM GmbH wurde mit der Erstellung des öffentlich-rechtlich geforderten Schallschutznachweis für die Erweiterung der Karl-Brauckmann-Schule in Holzwickede beauftragt.

Nachzuweisen ist der erforderliche Schallschutz zwischen den schützenswerten Räumen, der Schallschutz gegen Außenlärm und der Schutz gegen Lärm aus haustechnischen Anlagen.

Die folgenden Seiten beschreiben die genehmigungsfähige bauakustische Planung für das Schulgebäude.

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um ein eingeschossiges Schulgebäude, bestehend aus mehreren Gebäudeteilen. Der obere Abschluss des Gebäudes wird mit Flachdächern (Massiv- und Holzbau) und Pultdächern (Holzbau) ausgeführt. Das Grundstück des Vorhabensbereichs wird der Gebietseinstufung „Allgemeines Wohngebiet“ zugeordnet.

1.2 Grundlagen

- Planunterlagen und Angaben des Büros Lindner Lohse Architekten BDA
 - Grundriss Kellergeschoss (Stand: 11.06.2024)
 - Grundriss Erdgeschoss (Stand: 17.05.2024)
 - Schnitte (Stand: 17.05.2024)
 - Ansichten (Stand: 17.05.2024)
 - Lageplan (Stand: 17.05.2024)
 - Grundrissausschnitt Gebäude C (Stand: 18.06.2024)
 - Skizze / Vorabzug der Raumtrennwände Klassen – Variante 1 und Variante 2 (Stand: 27.01.2025)
- Fragenkatalog Bauakustik
- Verkehrsdaten für die Straßen „Autobahn A1“ und „Massener Straße“ abgerufen über die Straßeninformationsbank NRW (<https://www.nwsib-online.nrw.de>)
- Flächennutzungsplan der Gemeinde Holzwickede (Stand: 31.03.1999)

1.3 Gesetze, Normen und Regelwerke

Detaillierte Angaben zu Gesetzen, Normen und Regelwerken finden sich in Anlage 1 zum Nachweis.

1.4 Formelzeichen

Detaillierte Angaben zu Formelzeichen finden sich in Anlage 1 zum Nachweis.

1.5 Angaben zum Berechnungsverfahren

Der folgende Bericht basiert auf den Berechnungsverfahren der DIN 4109-2.

Für Einzelfragestellungen, wie z.B. die Berücksichtigung von Fahrstühlen, werden weitere Regelwerke (bei Fahrstühlen z.B. die DIN 8989) verwendet.

Die folgenden Berechnungen beinhalten nur die Nachweise zum Schutz der Nutzung im umbauten Raum, Außenbereiche werden hier nicht berücksichtigt.

Bauakustische Berechnungen erfolgen mit dem KS-Schallschutzrechner in der aktuellen Version.

Weitere Angaben zum Berechnungsverfahren befinden sich in Anlage 1 zum Nachweis.

1.6 Baukontrollen

Die Durchführung der erforderlichen Baukontrollen sollte die Bauleitung vor Baubeginn mit uns abstimmen. Die erste Baukontrolle sollte noch während der Rohbauphase erfolgen.

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass eine Baukontrolle nach der Fertigstellung des Bauvorhabens nicht mehr zulässig ist und dann eine Erstellung der benötigten Bescheinigungen nicht möglich ist. In diesem Fall ist das weitere Vorgehen mit der Genehmigungsbehörde abzustimmen.

Weitere Angaben zu Baukontrollen finden sich in Anlage 1 zum Nachweis.

1.7 Spektrum-Anpassungswerte

Detaillierte Angaben zu Spektrum-Anpassungswerten befinden sich in Anlage 1 zum Nachweis.

2 Anforderungen an den Schallschutz

2.1 Rechtliche Hintergründe

Detaillierte Ausführungen zu den rechtlichen Hintergründen finden sich in Anlage 1 zum Nachweis.

2.2 Vereinbartes Schallschutzniveau

Mit dem Bauherrn wurde das folgende Schallschutzniveau vereinbart:

- Mindestschallschutz gemäß DIN 4109-1 für den Schallschutz gegen Außenlärm
- Mindestschallschutz gemäß DIN 4109-1 für den Schallschutz für die Trennbauerteile

Abweichende Anforderungen wurden nicht vereinbart.

ANMERKUNG: Markplätze

Die neu entstehenden Marktplätze in den Gebäuden B und C sollen vorwiegend zu Unterrichtszwecken genutzt werden. Für die Trennwände gilt somit die gleiche Anforderung wie bereits bei der Nutzung im

Bestand. Für die Türen zwischen Markplatz und Unterrichtsräumen ergeben sich allerdings neue Anforderungen, da es sich nun um Türen zwischen Unterrichtsräumen untereinander handelt.

Sollte eine laute Nutzung in den Markplätzen stattfinden, findet diese nach aktuellem Kenntnisstand nicht parallel mit der Unterrichtsnutzung in den angrenzenden Räumen statt.

Der vorliegende Bericht berücksichtigt keine eventuell vorhandenen arbeitsrechtlichen Anforderungen.

2.3 Maßgeblicher Außenlärmpegel

2.3.1 Überlagerung mehrerer Schallimmissionen

Detaillierte Ausführungen zur Überlagerung mehrerer Schallimmissionen finden sich in Anlage 1 zum Nachweis.

2.3.2 Lageplan

Die Lage des Bauobjektes im maßgeblichen Umfeld ist der nachstehenden Abbildung zu entnehmen.

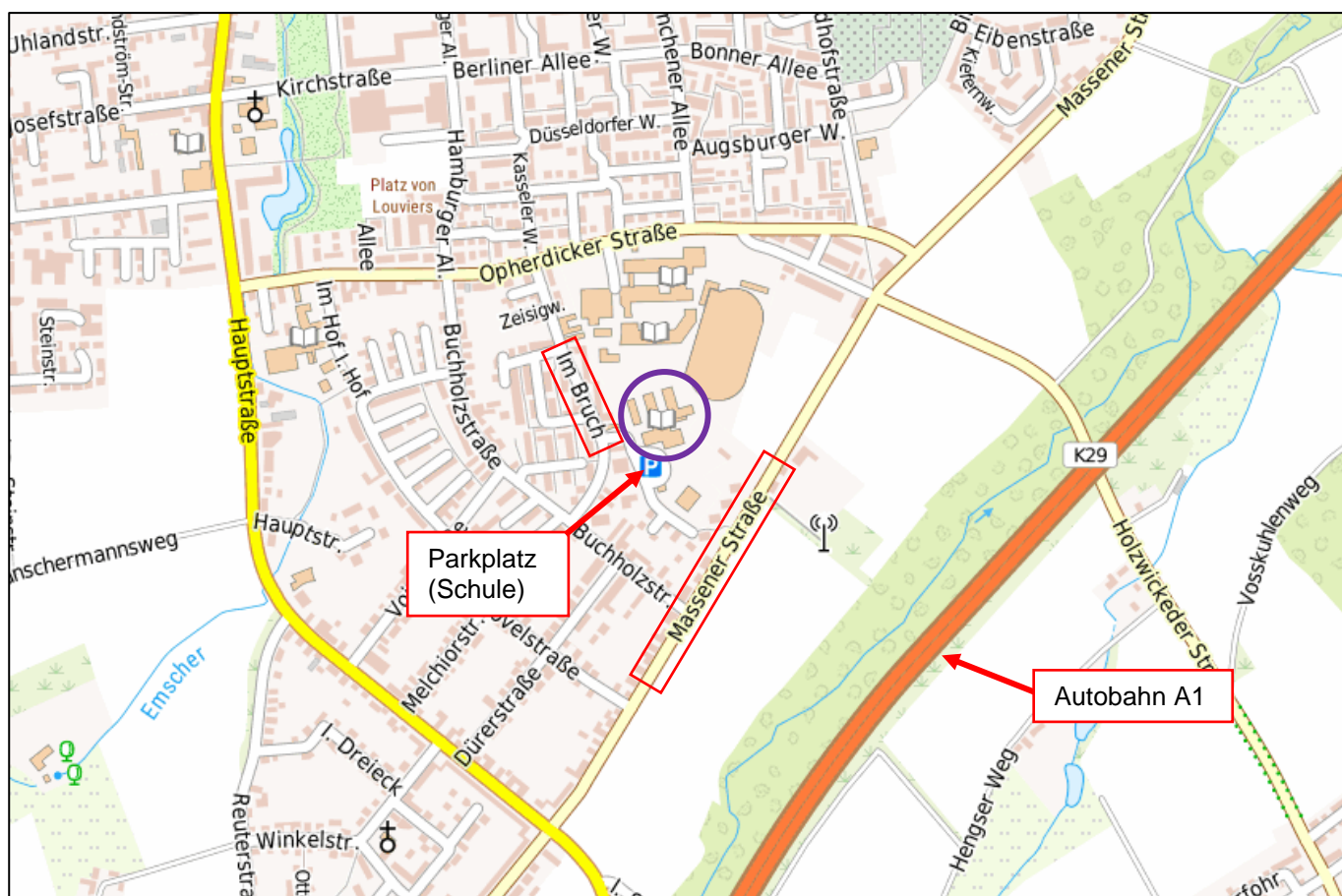


Abbildung 2.3-1 Lageplan, genordet, mit Kennzeichnung der wesentlichen immissionsrelevanten Schallquellen (Quelle: GEOportal.NRW)

Eine Nutzung in der Nacht ist nicht vorgesehen (Schulgebäude). Somit werden nachfolgend nur die Beurteilungspegel für den Tag ermittelt.

2.3.3 Straßenverkehr

Für die Lärmquelle Straßenverkehr sind folgende Straßen relevant für das geplante Bauvorhaben.

- Autobahn A1
- Massener Straße (Kreisstraße K31)
- Im Bruch (Stadt- bzw. Gemeindestraße)

Der Beurteilungspegel aus Straßenverkehr wird gemäß DIN 4109-2 mithilfe des Nomogramms gemäß DIN 18005-1 abgeschätzt. Auf eine Ermittlung des Außenlärmpegels in der Nacht wird verzichtet, da eine Nutzung – hier Schule – in der Nacht nicht vorgesehen ist.

Die Verkehrsdaten für die Straßen „Autobahn A1“ und „Massener Straße“ aus dem Jahr 2021 wurden von der Straßeninformationsbank NRW abgerufen. Für eine prognostizierte Erhöhung des Verkehrs wird die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke um 0,5 % pro Jahr bis zum Jahre 2035 erhöht.

Für die Straße „Im Bruch“ liegen nach telefonischer Rücksprache mit der Gemeinde Holzwickede (Fachbereich IV / Technische Dienste) keine Verkehrsdaten vor. Aus diesem Grund wird die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke abgeschätzt.

Für die Ermittlung der Beurteilungspegel werden die folgenden Verkehrsstärken und Abstände zwischen den Straßen und dem nächstgelegenen Fenster (schutzbedürftiger Raum) angesetzt.

Autobahn A1

Verkehrsdaten gemäß Straßeninformationsbank NRW:	$DTV_{2021} = 97.000 \text{ Kfz/24h}$
Hochrechnung + 0,5 % Verkehrszuwachs pro Jahr bis 2035:	$DTV_{2035} = \underline{\text{ca. } 103.790 \text{ Kfz/24h}}$
Abstand zwischen Straße und nächstgelegenen Fenster:	$s = \text{ca. } 480 \text{ m}$

Massener Straße (Kreisstraße K31)

Verkehrsdaten gemäß Straßeninformationsbank NRW:	$DTV_{2021} = 3.205 \text{ Kfz/24h}$
Hochrechnung + 0,5 % Verkehrszuwachs pro Jahr bis 2035:	$DTV_{2035} = \underline{\text{ca. } 3.430 \text{ Kfz/24h}}$
Abstand zwischen Straße und nächstgelegenen Fenster:	$s = \text{ca. } 150 \text{ m}$

Im Bruch

Annahme der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke:	$DTV = 1.000 \text{ Kfz/24h}$
Abstand zwischen Straße und nächstgelegenen Fenster:	$s = \text{ca. } 50 \text{ m}$

Aufgrund der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h (abgerufen über Google Street View) wird bei der Ermittlung des Beurteilungspegels eine Korrektur von $-2,5 \text{ dB(A)}$ berücksichtigt.

Aus den angesetzten Verkehrsstärken, Abständen und Korrekturen für Sonderfälle ergeben sich gemäß DIN 18005-1 folgende Beurteilungspegel für den Tag:

- Autobahn A1: $L_{r,TAG} = 61,5 \text{ dB(A)}$
- Massener Straße: $L_{r,TAG} = 52,5 \text{ dB(A)}$
- Im Bruch: $L_{r,TAG} = 49,0 - 2,5 = 46,5 \text{ dB(A)}$

ANMERKUNG:

Bei der angesetzten Verkehrsstärke für die Straße „Im Bruch“ handelt es sich um eine Abschätzung. Für eine genaue Aussage über die vorliegenden Lärmimmissionen aus Straßenverkehr wäre eine Verkehrszählung oder Messung erforderlich.

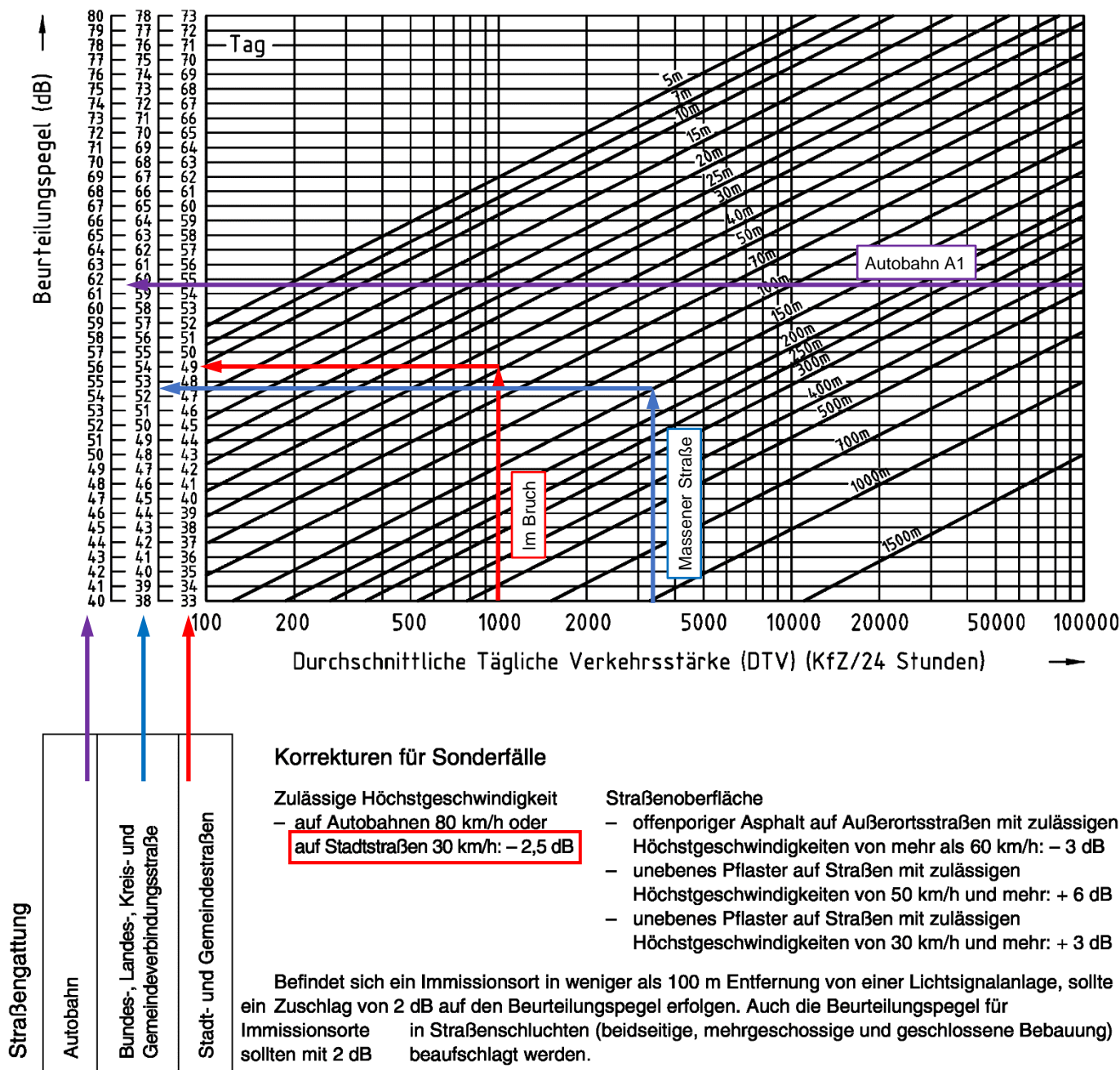


Abbildung 2.3-2 Nomogramm zur Abschätzung des Beurteilungspegels von Straßenverkehr für den Tag gemäß DIN 18005-1

2.3.4 Parkplatzlärm

Die Berücksichtigung von Parkplatzlärm als besondere Form des Verkehrslärms ist nicht eindeutig in der Norm geregelt. Da dieser jedoch eindeutig dem Außenlärm zuzuordnen ist, wird er im Folgenden berücksichtigt.

Gemäß aktueller Planung sind 22 Stellplätze, die als Mitarbeiterparkplätze dienen, vorgesehen.

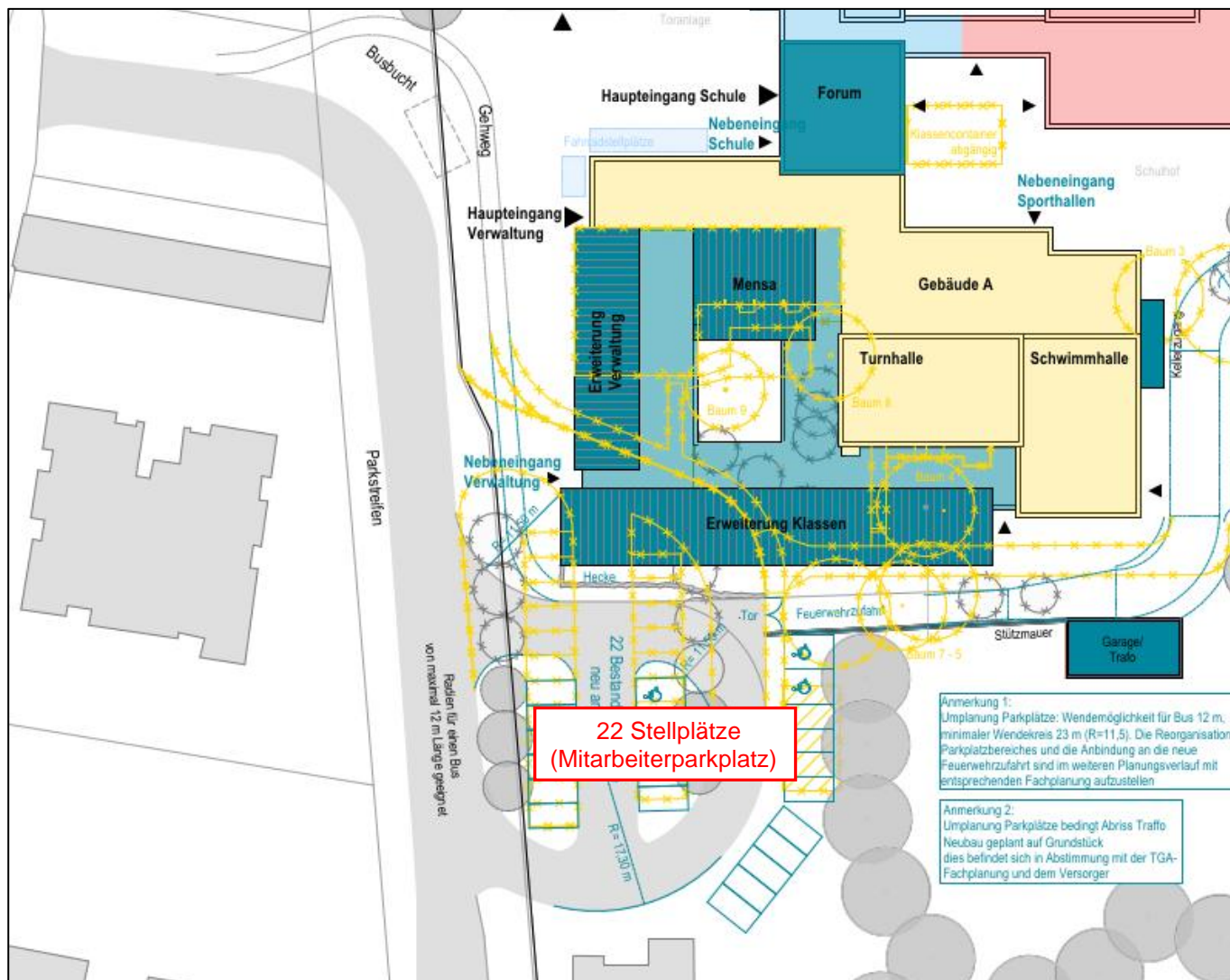


Abbildung 2.3-3 Parkplatz Schule – Ausschnitt aus Lageplan des Büros Lindner Lohse Architekten mit Lage der Stellplätze

Die Ermittlung der Emissionen infolge der vorhandenen Stellplätze wird in Anlehnung an die Parkplatzlärmstudie 2007 mit dem zusammengefassten Verfahren abgeschätzt. Für die Berechnungen werden 22 Stellplätze für den Parkplatz Schule zu Grunde gelegt.

Für die Frequentierung der Stellplätze werden folgende Bewegungen (Zu- und Abfahrten) pro Stellplatz am Tag berücksichtigt:

- Parkplatz Schule: 4 Bewegungen pro Stellplatz am Tag (Annahme)

Die Nacht wird nicht berücksichtigt.

Die Zuschläge K_{PA} und K_I – für die Parkplatzart „Besucher- und Mitarbeiterparkplätze“ – werden zu 0 dB(A) und 4 dB(A) gemäß Parkplatzlärmstudie, Tabelle 34 gewählt. Unter Annahme einer Parkplatzoberfläche aus Betonsteinpflaster (Fugen > 3 mm) wird zudem ein Zuschlag von 1 dB(A) berücksichtigt. Die Pegelerhöhung infolge des Durchfahr- und Parksuchverkehrs K_D ermittelt sich gemäß Parkplatzlärmstudie in Abhängigkeit von der Anzahl der vorhandenen Stellplätze.

Für den Abstand zwischen Schallquelle (Parkplatz) und Immissionsort (nächstgelegenes Fenster schutzbedürftiger Raum) werden ca. 7 m angesetzt.

Die Eingangsdaten für die Berechnung sowie der ermittelte Schallleistungspegel und Schalldruckpegel sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 2.3-1: Zusammenstellung der Berechnungsgrundlagen und Ergebnisse

Zeitraum	Bewegungs- häufigkeit N (Bewegung pro Stell- platz und Stunde)	Zuschläge				Schall- leistungspegel	Schall- druckpegel
		K _{PA} dB(A)	K _I dB(A)	K _{StrO} dB(A)	K _D dB(A)	L _w dB(A)	L _p dB(A)
Parkplatz Schule: 22 Stellplätze							
Tag (6:00 – 22:00 Uhr)	0,25	0	4,0	1,0	2,78	78,2	53,3

2.3.5 Gewerbe

Für die Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels für den Gewerbelärm wird im Regelfall der Immissionsrichtwert gemäß TA Lärm für die jeweilige Gebietskategorie angesetzt.

Gemäß Rücksprache mit der Gemeinde Holzwickede (Fachbereich IV / Technische Dienste) liegt für den Vorhabenbereich kein Bebauungsplan vor. Das Grundstück der Schule ist gemäß Flächennutzungsplan der Gemeinde Holzwickede von Wohnbauflächen umschlossen. In Anlehnung an den Flächennutzungsplan wird bei der Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels die Gebietseinstufung „Allgemeines Wohngebiet“ berücksichtigt.

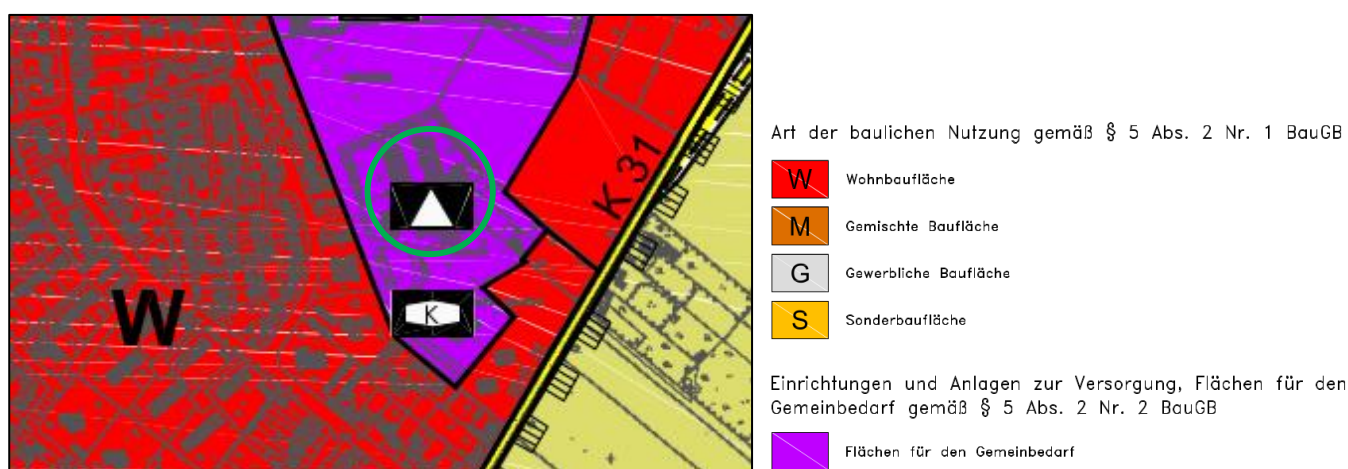


Abbildung 2.3-4 Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan der Gemeinde Holzwickede mit Kennzeichnung des Vorhabenbereichs

Tabelle 2.3-2 Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm

Gebietsart	Zeitraum	Immissionsrichtwert in dB(A)
Allg. Wohngebiet, Kleinsiedlungsgebiet	tags	55
	nachts	40

Hierbei ist darauf zu achten, dass auch die technischen Anlagen am eigenen Gebäude die Vorgaben der TA Lärm einhalten. Dieser Nachweis ist vom jeweiligen Anlagenbauer zu erbringen.

2.3.6 Zusammenstellung der Beurteilungspegel und maßgeblichen Außenlärmpegel

Eine Nutzung in der Nacht ist nicht vorgesehen. Somit werden die Beurteilungspegel für den Tag bei der Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels berücksichtigt.

Der maßgebliche Beurteilungspegel des Außenlärms ergibt sich damit gemäß folgender Tabelle.

Tabelle 2.3-3 Maßgeblicher Beurteilungspegel des Außenlärms für die unterschiedlichen Fassaden am TAG

Immissionsquelle	A-bewerteter Beurteilungspegel L_{rA} in dB				
	Fassadenausrichtung				Zwischenbereich Gebäude B und C
	Nord	Ost	Süd	West	
Autobahn A1 <i>Abschlag für offene Bebauung: – 5 dB</i>	61,5	61,5	61,5	$61,5 - 5 = 56,5$	$61,5 - 5 = 56,5$
Massener Straße <i>Abschlag für offene Bebauung: – 5 dB</i>	52,5	52,5	52,5	$52,5 - 5 = 47,5$	$52,5 - 5 = 47,5$
Im Bruch <i>Abschlag für offene Bebauung: – 5 dB</i>	46,5	$46,5 - 5 = 41,5$	46,5	46,5	$46,5 - 5 = 41,5$
Parkplatz Schule <i>Abschlag für offene Bebauung: – 5 dB</i>	$53,3 - 5 = 48,3$	$53,3 - 5 = 48,3$	53,3	53,3	$53,3 - 5 = 48,3$
Gewerbe	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
Summenzuschlag	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3
Maßg. Außenlärmpegel (TAG)	67	66	67	64	63

The site plan shows a school complex with four main buildings: Gebäude A (yellow), Gebäude B (blue), Gebäude C (pink), and Gebäude D (grey). Building A contains a Mensa, Sporthalle, and Schwimmhalle. Building B contains a Hauptingang Schule and Fahrradstellplätze. Building C contains a Hauptingang Schule and Erweiterung Klassen. Building D contains a Hauptingang Verwaltung and Erweiterung Klassen. The plan also shows a Hauptingang Feuerweh, a Neben- und Erweiterung Klassen, and a Neben- und Erweiterung Klassen. Noise level contours are marked with red arrows and labels: 64 dB(A) on the West side, 66 dB(A) on the East side, and 67 dB(A) on the North and South sides. The plan includes a legend for building types and a note about parking space planning.

Abbildung 2.3-5 Darstellung der maßgeblichen Außenlärmpegel an der Fassade

2.4 Anforderungen an die Luftschalldämmung der Außenbauteile nach DIN 4109

Die Anforderung an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen ergibt sich gemäß DIN 4109-1 Abschnitt 7 wie folgt:

$$R'_{w,ges.} = L_a - K_{Raumart} \geq 30 \text{ dB} \quad \text{für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume, Büroräume und Ähnliches}$$

Tabelle 2.4-1 Korrekturwerte $K_{Raumart}$ für die Raumnutzung

Raumnutzung	Korrekturwert $K_{Raumart}$ in dB
Unterrichtsräume und Ähnliches	30
Büroräume und Ähnliches	35

Tabelle 2.4-2 Anforderungen an die Luftschalldämmung der Außenbauteile (Erforderliches Schalldämm-Maß)

Fassadenausrichtung	Maßgeblicher Außenlärmpegel L_a in dB(A)	Erforderliches Schalldämm-Maß $R'_{w,ges.}$ in dB	
		Unterrichtsräume	Büroräume
Nord	67	37	32
Ost	66	36	31
Süd	67	37	32
West	64	34	30
Zwischenbereich Gebäude B und C	63	33	30

2.5 Anforderungen an den Luft- und Trittschallschutz im Gebäude

Tabelle 2.5-1 Anforderungen an den Luft- und Trittschallschutz für Schulen und vergleichbare Einrichtungen (Anm.: zu den „ähnlichen Räumen“ gehören auch Räume mit einem erhöhten Ruhebedürfnis (z.B. Schlafräume))

Bauteile		Mindestschallschutz		Erhöhter Schallschutz	
		DIN 4109-1		individuell	
		R' _w in dB	L' _{n,w} in dB	R' _w in dB	L' _{n,w} in dB
Decken	Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen	≥ 55	≤ 53		
	Decken unter Fluren	≥ 55	≤ 53		
	Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z.B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräume, Spielerräume, Technikzentralen)	≥ 55	≤ 46		
	Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z.B. Sporthallen, Werkräumen	≥ 60	≤ 46		
Wände	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander und zu Fluren	≥ 47	-		
	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenhäusern	≥ 52	-		
	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z.B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräume, Spielerräume, Technikzentralen)	≥ 55	-		
	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z.B. Sporthallen, Werkräumen	≥ 60	-		
Türen	Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	≥ 32	-		
	Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander	≥ 37	-		

Hinweis:

In DIN 4109-1 sind keine Anforderungen an Treppenläufe und -podeste bei Schulgebäuden und vergleichbaren Einrichtungen (z.B. Kindertagesstätten) enthalten.

Für Büroräume und ähnliche Nutzungen in Schulgebäuden gibt die DIN 4109-1 keine Anforderungen vor. Für Schulgebäude werden lediglich Anforderungen an Bauteile zu Unterrichtsräumen und ähnlichen Räumen (Räume mit erhöhtem Ruhebedürfnis, z.B. Schlafräume) beschrieben.

2.6 Anforderungen an den Luft- und Trittschallschutz bei „besonders lauten Räumen“

Als „Besonders laute Räume“ gemäß DIN 4109-1 Abschnitt 8 gelten Räume,

- in denen für den Schalldruckpegel des Luftschalls häufig gilt: $L_{AF,max} > 75$ dB und/oder
- in denen häufigere und größere Körperschallanregungen stattfinden als in Wohnungen (sowohl Gehgeräusche als auch Körperschallübertragung von Maschinen oder Tätigkeiten mit starker Körperschallanregung, z. B. in Großküchen).

Beispiele für „besonders laute Räume“ sind Räume von Handwerks- und Gewerbebetrieben einschließlich Verkaufsstätten, Gasträume von Gaststätten, Cafés und Imbissstuben, Räume von Kegelbahnen, Technikräume, Küchenräume von Beherbergungsstätten, Krankenhäusern, Sanatorien, Gaststätten (ausgenommen Kleinküchen), klinische Sonderräume (Kernspintomographie), Schwimmbäder, Spiel- und ähnliche Gemeinschaftsräume, Theater, Musik- und Werkräume, Sporthallen, sofern sie nicht durch anderweitige Regelungen der DIN 4109-1 abgedeckt sind.

Die Mindestanforderungen gemäß DIN 4109-1 an die Luft- und Trittschalldämmung von Bauteilen zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Bei der Nachweisführung sind neben der Flankenschallübertragung über Bauteile auch sonstige Nebenwegübertragungen, z. B. RLT-Anlagen, zu berücksichtigen. In vielen Fällen ist eine zusätzliche Körperschalldämmung von Maschinen, Geräten und Rohrleitungen erforderlich.

Tabelle 2.6-1 Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung von Bauteilen zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen

Art der Räume	Mindestschallschutz		Erhöhter Schallschutz	
	DIN 4109-1		individuell	
	R'_w in dB	$L'_{n,w}$ ^{1), 2)} in dB	R'_w in dB	$L'_{n,w}$ in dB
	Schalldruckpegel in dB(A)		Schalldruckpegel in dB(A)	
	$75 \leq L_{AF,max} \leq 80$	$81 \leq L_{AF,max} \leq 85$	$75 \leq L_{AF,max} \leq 80$	$81 \leq L_{AF,max} \leq 85$
Räume mit „besonders lauten“ gebäudetechnischen Anlagen oder Anlageteilen	≥ 57	≥ 62	≤ 43 ³⁾	Nicht vereinbart.

1) Jeweils in Richtung der Schallausbreitung.

2) Die für Maschinen erforderliche Körperschalldämmung ist mit diesem Wert nicht erfasst; hierfür sind gegebenenfalls weitere Maßnahmen erforderlich. Ebenso kann je nach Art des Betriebes ein niedrigeres $L'_{n,w}$ notwendig sein; dies ist im Einzelfall zu überprüfen. Wegen der verstärkten Übertragung tiefer Frequenzen können zusätzliche Maßnahmen zur Schalldämmung erforderlich sein.

3) Nicht erforderlich, wenn geräuscherzeugende Anlagen ausreichend körperschallgedämmt aufgestellt werden; eventuelle weitere Anforderungen gemäß DIN 4109-1 bleiben hiervon unberührt.

Im vorliegenden Fall ist von folgenden Randbedingungen und/oder Abweichungen auszugehen:

- Da keine schalltechnischen Angaben zu den geplanten haustechnischen Anlagen (z.B. in den Technikräumen in Gebäude B und C) vorliegen, wird davon ausgegangen, dass kein Raum vorliegt, in dem planmäßig ein Schalldruckpegel $L_{AF,max}$ von häufig mehr als 75 dB erreicht wird und somit kein besonders lauter Raum vorhanden ist. Sollte der maximale Schalldruckpegel aus den gewählten Anlagen jedoch größer als 75 dB sein, ist dies mit dem Aufsteller des Schallschutznachweis abzustimmen!
- Die geräuscherzeugenden gebäudetechnischen Anlagen sind ausreichend körperschallgedämmt auf den Decken aufzustellen!

2.7 Anforderungen an den Schallschutz der technischen Gebäudeausrüstung

Gebäudetechnische Anlagen im Sinne der DIN 4109-1 sind:

- Versorgungs- und Entsorgungsanlagen,
- Transportanlagen,
- fest eingebaute, betriebstechnische Anlagen,
- Gemeinschaftswaschanlagen,
- Schwimmanlagen, Saunen und dergleichen

- Sportanlagen,
- zentrale Staubsauganlagen
- Garagenanlagen,
- fest eingebaute, motorbetriebene außenliegende Sonnenschutzanlagen und Rollläden.

Die gemäß DIN 4109-1 von diesen gebäudetechnischen Anlagen und baulich mit dem Gebäude verbundenen Betrieben *in fremden schutzbedürftigen Räumen* erzeugten maximal zulässigen A-bewerteten Schalldruckpegel sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Die jeweils erforderlichen Maßnahmen zur Minderung der daraus erforderlichen Geräuschausbreitung sind vom Produkthersteller anzugeben.

Tabelle 2.7-1 Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel in fremden schutzbedürftigen Räumen, erzeugt von gebäudetechnischen Anlagen und baulich mit dem Gebäude mit Unterrichts- und Arbeitsräumen verbundenen Betrieben

Geräuschquelle	Mindestschallschutz		Erhöhter Schallschutz	
	DIN 4109-1		individuell	
	Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel in Unterrichts- und Arbeitsräumen in dB			
	L _{AF,max,n}	L _r	L _{AF,max,n}	L _r
Sanitärtechnik / Wasserinstallationen (Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)	≤ 35 1)2)	-	Nicht vereinbart.	
Sonstige hausinterne, fest installierte technische Schallquellen der technischen Ausrüstung, Ver- und Entsorgung sowie Garagenanlagen	≤ 35	-		

¹⁾ Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen, die beim Betätigen der Armaturen und Geräte (Öffnen, Schließen, Umstellen, Unterbrechen) entstehen, sind derzeit nicht zu berücksichtigen.

²⁾ 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.

Die Anforderungen an Armaturen und Geräte der Trinkwasser-Installation (und die Festlegungen der Armaturengruppen nach den gemessenen Armaturengeräuschpegels L_{ap}) gemäß DIN 4109-1 sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Nach den bauaufsichtlichen Vorschriften bedürfen Armaturen der Trinkwasser-Installation hinsichtlich des Geräuschverhaltens eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfberichtes, in dem das auf der Armatur anzubringende Prüfzeichen – gegebenenfalls mit Verwendungsaufgaben und Durchflussklassen – erteilt wird.



Tabelle 2.7-2 Anforderungen an Armaturen und Geräte der Trinkwasserinstallation

Armaturen	Armaturengeräuschpegel L_{ap} für kennzeichnenden Fließdruck oder Durchfluss in dB	Armaturen-gruppe
Auslaufarmaturen	$L_{ap} \leq 20^{1)}$	I
Anschlussarmaturen (Geräte Anschlussarmaturen, elektronisch gesteuerte Armaturen mit Magnetventil)		
Druckspüler		
Spülkästen		
Durchflusswassererwärmer		
Durchgangsarmaturen (z.B. Absperrventile, Eckventile, Rückflussverhinderer, Sicherheitsgruppen, Systemtrenner, Filter)	$L_{ap} \leq 30^{1)}$	II
Drosselarmaturen (z.B. Vordrosseln, Eckventile)		
Druckminderer		
Duschköpfe		
Auslaufvorrichtungen, die direkt an die Auslaufarmatur angeschlossen werden, wie Strahlregler und Durchflussbegrenzer	$L_{ap} \leq 15$	I
Auslaufvorrichtungen, die direkt an die Auslaufarmatur angeschlossen werden, wie Kugelhähne, Rohrbelüfter und Rückflussverhinderer	$L_{ap} \leq 25$	II

¹⁾ Geräuschspitzen, die beim Betätigen der Armaturen entstehen (Öffnen, Schließen, Umstellen, Unterbrechen u. a.), werden bei der Bestimmung der Armaturengeräuschpegel im Allgemeinen nicht erfasst.

3 Nachweisführung

3.1 Außenlärm

3.1.1 Allgemeines

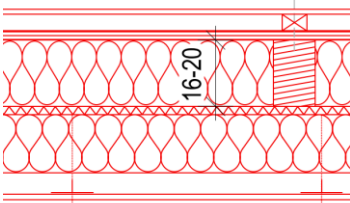
Der Nachweis der Luftschalldämmung von Außenbauteilen erfolgt gemäß DIN 4109-2.

Durch Pegelspitzen oder tieffrequente Lärmquellen sind störende Geräusche in den schutzbedürftigen Räumen nicht auszuschließen. Diese wurden in dem folgenden Nachweis nicht berücksichtigt.

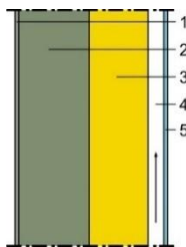
Für den Nachweis der Außenbauteile werden die folgenden Konstruktionen angesetzt.

3.1.2 Bauteilaufbauten

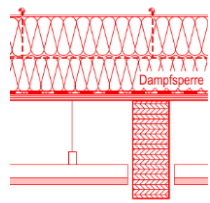
AW_01 – Holzständerwand mit Außenbekleidung (≥ 16 cm) – Neubau

Aufbau (schematisch)	Bezeichnung	d in cm	ρ in kg/m ³	m' in kg/m ²
 (gemäß Architektenplanung)	1 Gipskartonplatte (mindestens erforderlich)	1,25	-	-
	2 Installationsebene (mit Hohlraumfüllung)	$\geq 4,0$	-	-
	3 OSB/3-Platte	2,2	-	-
	4 Holzständer mit Hohlraumbedämpfung (Mineralwolle)	$\geq 16,0$	-	-
	5 Unterdeckplatte diffusionsoffen	2,0	-	-
	6 Mineralwolle (Dicke siehe Wärmeschutz)	-	-	-
	7 Unterkonstruktion Alu Z-Profile, Luftschicht	3,0	-	-
	8 Faserzementplatte	0,8	-	-
Position im Gebäude: • Außenwand im Neubau				
In Anlehnung an DIN 4109-33, Tabelle 7, Zeile 1 und 2				$R_w = 51$ dB
<u>Abweichungen und Korrekturen:</u>				
Gipskartonplatte statt Gipsfaserplatte (auf der sicheren Seite)				$\Delta R_w = - 3$ dB
Außenbekleidung nicht berücksichtigt (auf der sicheren Seite)				$\Delta R_w = 0$ dB
Annahme für mindestens erforderliches bewertetes Schalldämm-Maß				$R_w = 48$ dB
Da dieser Nachweis rechnerisch nicht konform den Vorgaben der Normengruppe DIN 4109 geführt werden kann, erfolgt der bauaufsichtliche Nachweis nach DIN 4109-4 anhand einer bauakustischen Messung.				

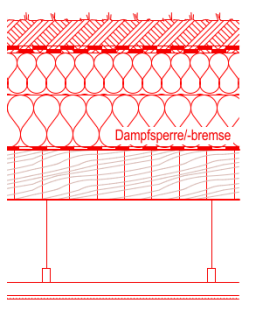
AW_02 – Wand mit hinterlüfteter Bekleidung – Bestand

Aufbau (schematisch)	Bezeichnung	d in cm	ρ in kg/m ³	m' in kg/m ²
	1 Innenputz	≥ 1,0	1000	≥ 10
	2 Kalksandstein Bestand (Annahme min. RDK 1.4, mit Normalmörtel)	24,0	1360	326,4
	3 Dämmung (Dicke siehe Wärmeschutz)	-	-	-
	4 Unterkonstruktion Alu Z-Profile, Luftschicht	3,0	-	-
	5 Faserzementplatte	0,8	-	-
Position im Gebäude: • Außenwand im Bestand (Sanierung)				
R_{s,w} = 55,9 dB				
Gemäß DIN 4109-32 wird bei Außenwänden mit Außenwandbekleidung oder Fassadenbekleidung nur die flächenbezogene Masse der inneren Wand berücksichtigt.				
Anmerkung: Es handelt sich um eine Annahme des Bauteilaufbaus der massiven Bestandswand. Sollte sich im Verlauf der Planung bzw. des Baus ein anderer Aufbau ergeben, ist der Nachweis gegebenenfalls anzupassen.				

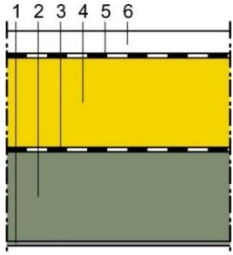
DA_01 – Pultdach (Holzbau) mit Kalzip-Eindeckung – Neubau

Aufbau (schematisch)	Bezeichnung	d in cm	ρ in kg/m ³	m' in kg/m ²
 <p>(gemäß Architektenplanung)</p>	1 Innenausbau (AHD HHWL-Platte) – nicht berücksichtigt	-	-	-
	2 Dachschalung 2-lagig (Dicke siehe Statik)	≥ 4,0	-	-
	3 Dampfbremse / Dampfsperre	-	-	-
	4 Dämmung zweilagig gemäß Herstellervorgaben (Dicke siehe Wärmeschutz)	-	-	-
	5 Dacheindeckung Kalzip „Duo Plus“	-	-	-
Position im Gebäude: • Abschluss über Klassenräumen (Neubau) • Abschluss über Verwaltung (Neubau)				
In Anlehnung an Schallschutzübersicht für Dachaufbauten der Firma Kalzip – Aufbau Nr. 16				
R_w = 45 dB				
Abweichungen und Korrekturen: Für den oben beschriebenen Dachaufbau DuoPlus als Sparrendachaufbau auf Schalung aus Holz liegen gemäß Auskunft der Firma Kalzip keine Prüfwerte vor.				
Annahme für mindestens erforderliches bewertetes Schalldämm-Maß				
R_w = 45 dB				
Da dieser Nachweis rechnerisch nicht konform den Vorgaben der Normengruppe DIN 4109 geführt werden kann, erfolgt der bauaufsichtliche Nachweis nach DIN 4109-4 anhand einer bauakustischen Messung.				

DA_02 – Flachdach (Holzbau) mit Gründach – Neubau

Aufbau (schematisch)	Bezeichnung	d in cm	ρ in kg/m ³	m' in kg/m ²
 <p>(gemäß Architektenplanung)</p>	1 Innenausbau (AHD) – nicht berücksichtigt	-	-	-
	2 Brettstapeldecke (Dicke siehe Statik)	≥ 18,0	-	-
	3 Dampfbremse / Dampfsperre	-	-	-
	4 Dämmung (Dicke siehe Wärmeschutz)	-	-	-
	5 Dachabdichtung gemäß DIN 18531	-	-	-
	6 Dachbegrünung (siehe Architektenplanung)	-	-	-
	7			
	8			
Position im Gebäude: • Abschluss über Klassentraktanbau Gebäude B und C (Neubau)				
In Anlehnung an Flachdachaufbau (Konstruktion: fdmnko01-00) von Dataholz (www.dataholz.eu)				$R_w = 50 \text{ dB}$
Abweichungen und Korrekturen:				
Dachbegrünung anstatt Bekiesung (auf der sicheren Seite)				$\Delta R_w = -4 \text{ dB}$
Brettstapeldecke 18 cm statt 12,5 cm (auf der sicheren Seite)				$\Delta R_w = 0 \text{ dB}$
				$R_w = 46 \text{ dB}$
Da dieser Nachweis rechnerisch nicht konform den Vorgaben der Normengruppe DIN 4109 geführt werden kann, erfolgt der bauaufsichtliche Nachweis nach DIN 4109-4 anhand einer bauakustischen Messung.				

DA_03 – Flachdach (Stahlbeton) mit Gründach – Bestand

Aufbau (schematisch)	Bezeichnung	d in cm	ρ in kg/m ³	m' in kg/m ²
	1 Kein Innenputz berücksichtigt	-	-	-
	2 Stahlbeton (Dicke siehe Statik)	≥ 16,0	2400	384
	3 Dampfbremse / Dampfsperre	-	-	-
	4 Dämmung (Dicke siehe Wärmeschutz)	-	-	-
	5 Dachabdichtung gemäß DIN 18531	-	-	-
	6 Dachbegrünung (siehe Architektenplanung)	-	-	-
Position im Gebäude: • Abschluss über Verwaltung / Flure im Gebäude A (Sanierung) • Abschluss über Therapie und Bällebad (Sanierung) • Abschluss über Klassentrakt im Gebäude B und C (Sanierung)				
				$R_{s,w} = 57,7 \text{ dB}$

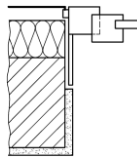
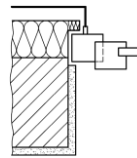
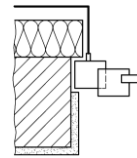
3.1.3 Fenster

Die erforderliche Qualität der Fenster und Fenstertüren ergibt sich aus den Anforderungen an die gesamte Fassadenfläche eines Raumes in Verbindung mit den Qualitäten der entsprechenden opaken Flächen.

Auf Grundlage der Angaben des Architekten ist gemäß der aktuellen Planung der Einbau von Raffstoren in ausgewählten Räumen vorgesehen. Die Raffstorekästen liegen im Sanierungsbereich vor der Bestandswand und im Neubaubereich wird eine bauakustisch unkritische Einbausituation festgelegt. Somit liegen die Raffstoren vor der schalltechnisch wirksamen Ebene und sind demnach in der nachfolgenden Bemessung nicht berücksichtigt. Für die Lüftung sind gemäß der aktuellen Planung keine Außenwanddurchlässe (ALD) bzw. dezentrale Lüfter vorgesehen und sind demnach nicht in den nachfolgenden Berechnungen der Außenbauteile berücksichtigt. Sollten sich im Laufe der weiteren Planung Änderungen ergeben, ist dies mit dem Aufsteller des Schallschutznachweises abzustimmen.

Zudem wird gemäß den vorliegenden Angaben der Einfluss der Einbausituation wie folgt berücksichtigt. Die Tabelle zeigt die Einbausituation beispielhaft für den Massivbau und gilt sinngemäß auch für den Holzbau.

Tabelle 3.1-1 Einfluss der Außenwand- und Einbausituation auf die Schalldämmung von Fenstern und Türen im Massivbau (Prinzipskizzen) gemäß DIN 4109-2 mit Identifizierung der hier vorliegenden kritischen Einbausituationen

Außenwand	Einbaubeispiel 1	Einbaubeispiel 2	Einbaubeispiel 3
Massivwand mit vorgehängter, hinterlüfteter Bekleidung			
Einbaulage	Einbau in Dämmebene, außen bündig	Einbau in Dämmebene, innen bündig	Einbau außen bündig in der Massivwand
Einbausituation	schalltechnisch kritisch	schalltechnisch kritisch	schalltechnisch unkritisch

Auf Grundlage der Angaben des Architekten sowie der vorliegenden Planunterlagen ist hier von einer schalltechnisch kritischen Einbausituation der Fenster auszugehen, da diese im Bereich der Dämmebene angeordnet werden. Somit kann die resultierende Schalldämmung der Fensterelemente im eingebauten Zustand von den Einbaufugen beeinflusst werden. Gemäß DIN 4109-2 gilt für die Planung und Ausführung von Fenstern, dass das Fugenschalldämm-Maß $R_{S,w}$ mindestens 10 dB über dem Schalldämm-Maß R_w des Fensters liegen sollte. Je nach vorhandenen Schalldämm-Maß des Fensters können die entsprechenden Fugenausbildungen und Fugenschalldämm-Maße gemäß DIN 4109-35 der folgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 3.1-2 Schalldämmung von Fugen, die während der Gebrauchszeit dauerhaft abgedichtet werden (Bauanschluss-fugen) gemäß DIN 4109-35

Merkmal der Fuge	Fugentiefe in mm	Fugenbreite in mm	Fugenschalldämm-Maß $R_{S,w}$ in dB
Fuge, gefüllt mit Montageschaum ¹⁾	50 bis 100	10	≥ 50
		20	≥ 47
		30	≥ 45
Fuge, beidseitig abgedichtet mit Hinterfüllschnur und elastischem Dichtstoff ¹⁾	50 bis 100	10	≥ 55
		20	≥ 54
		30	≥ 53
Fuge, beidseitig abgedichtet mit Bauanschlussfolie $\geq 1 \text{ mm}^{1)}$	50 bis 100	10	≥ 50
		20	≥ 45
		30	≥ 40

¹⁾ Bei der Angabe der Werte wurde die Übertragung der idealen Fugengeometrie auf praktische Anwendungsfälle, z.B. Bauanschlussfugen von Fenstern, berücksichtigt.

Der im Weiteren angesetzte Sicherheitsbeiwert (Aufschlag auf das erforderliche bewertete Schalldämm-Maß des Fensters) basiert auf der Studie „Schallschutz von Fenstern in vorgesetzter Einbaulage (F3164)“ vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP vom 6. Mai 2019.

Tabelle 3.1-3 Sicherheitsbeiwerte bei vorgesetztem Einbau in Abhängigkeit von der Schallschutzklasse der Fenster gemäß Forschungsbericht F3164, Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP vom 6. Mai 2019

Schallschutzklasse SSK	Zusätzlicher Sicherheitsbeiwert $\Delta R_{S,w}$ (dB)	Zusätzlicher Sicherheitsbeiwert $\Delta R_{S,w} + C_{tr,50-5000}$ (dB)
2	1	1
3	1	1
4	2	3
5	2	4

Eine Beurteilung der Fenster mit entsprechenden Spektrum-Anpassungswert wurde nicht vereinbart.

Die erforderlichen Fenster- und Fenstertürqualitäten inklusive opaker Bauteile sind (bemessen nach den bauakustisch maßgeblichen Räumen) der nachfolgenden Tabelle 3.1-4 zu entnehmen. Ähnliche Räume hinsichtlich Geometrie und Fensterflächen sind entsprechend auszuführen.

Tabelle 3.1-4 Zusammenfassung der Nachweisergebnisse für die erforderlichen Fensterqualitäten

Ge- schoss	Ausrichtung	Nutzung	Erforderliches bewerte- tes Schalldämm-Maß der Fenster und Fens- tertüren inkl. opaker Bauteile (Prüfwert) erf. $R_{w,F}^{1)}$ inkl. $\Delta R_{S,w}$ (gemäß Tabelle 3.1-3) in dB	Angenommene Norm-Schallpe- geldifferenz des Raffstorekastens $D_{n,e,lab,w}^{2)}$ in dB	Erforderliches bewertetes Fu- genschalldämm- Maß $R_{S,w}$ in dB
Neubau: Gebäude A					
	Süd	Unterricht	≥ 42 dB	Keine Berücksichtigung aufgrund der schalltech- nisch unkritischen Ein- bausituation.	≥ 51 dB
	West	Unterricht / PC-Raum	≥ 39 dB		≥ 48 dB
	West	Büro / Besprechung	≥ 33 dB		≥ 42 dB
Neubau: Gebäude B und C					
	Nord / Ost	Unterricht	≥ 39 dB	Keine Berücksichtigung aufgrund der schalltech- nisch unkritischen Ein- bausituation.	≥ 48 dB
Bestand: Gebäude A					
	Nord	Büro	≥ 33 dB	Keine Berücksichtigung aufgrund der schalltech- nisch unkritischen Ein- bausituation.	≥ 42 dB
Bestand: Gebäude B und C					
	West	Unterricht	≥ 36 dB	Keine Berücksichtigung aufgrund der schalltech- nisch unkritischen Ein- bausituation.	≥ 45 dB
	Zwischenbereich Gebäude B und C	Unterricht	≥ 35 dB		≥ 44 dB
	Ost	Unterricht	≥ 37 dB		≥ 46 dB
	Süd	Therapieraum / Unterricht	≥ 38 dB		≥ 47 dB

¹⁾ Das Gesamtelement bestehend aus dem Fenster mit Rahmen, Glasflächen, und Fensterdichtungen (optional Fensterfalzlüftern) muss das erforderliche bewertete Schalldämm-Maß der aufweisen. Hierbei handelt es sich um einen Prüfwert, der sich jedoch nicht auf das Norm-Prüffenster bezieht, sondern auf das tatsächlich geplante Element. Siehe hierzu folgenden Hinweis zu Korrekturwerte Fenster.

²⁾ $D_{n,e,lab,w} / D_{n,e,w}$ die Schallpegeldifferenz des Bauteils ermittelt im Labor

Allgemeiner Hinweis für den Fensterbauer / Architekten zu Korrekturwerten der Fenster:

Im Vergleich zum Prüfstands-Fenster mit den Normabmessungen verändert sich das Schalldämm-Maß eines Fensters aufgrund der Glasformate, des Anschlages und der Materialität. Falls nötig muss der Anforderungswert $R_{w,F}$ aus Tabelle 3.1-4 korrigiert werden. Eine rechnerische Abschätzung kann gemäß DIN 4109-35, Kapitel 4.1.4 nachfolgender Formel und der dort aufgeführten Korrekturwerte erfolgen. Vom Endergebnis können bestimmte Konstruktionsmerkmale abgeleitet werden (siehe Tabelle 3.1-5).

Formel (1) aus DIN 4109-35:

$$R_{w,F} = R_w + K_{AH} + K_{RA} + K_S + K_{FV} + K_{F,1.5} + K_{F,3} + K_{Sp}$$

Nach Umstellung der Formel lässt sich der erforderliche Bestellwert des Fensters wie folgt ermitteln:

$$R_w = R_{w,F} - (K_{AH} + K_{RA} + K_S + K_{FV} + K_{F,1.5} + K_{F,3} + K_{Sp})$$

Dabei ist:

$R_{w,F}$	rechnerischer Anforderungswert des gesamten Fensters inkl. Einbausituation nach Tabelle 3.1-4
R_w	Anforderungswert nach Tabelle 3.1-5 und damit Bestellwert des Fensters mit allen Korrekturwerten
K_{AH}	der Korrekturwert für Aluminium-Holzfenster; Diese Korrektur entfällt, wenn die aluminiumschale zum Flügel- und Blendrahmen hin abgedichtet wird. Kleine Öffnungen zum Zweck des Dampfdruckausgleichs zwischen Aluminiumschale und Holzrahmen sind zulässig.
K_{RA}	der Korrekturwert für einen Rahmenanteil < 30 %; Der Rahmenanteil ist die Gesamtfläche des Fensters abzüglich der sichtbaren Scheibengröße. K_{RA} darf bei Festverglasungen nicht berücksichtigt werden.
K_S	der Korrekturwerte für Stulpfenster (zweiflügelige Fenster ohne festes Mittelstück)
K_{FV}	der Korrekturwert für Festverglasungen mit erhöhtem Scheibenanteil
$K_{F,1.5}$	der Korrekturwert für Fenster < 1,5 m ²
$K_{F,3}$	der Korrekturwert für Fenster mit Einzelscheibe > 3 m ²
K_{Sp}	der Korrekturwert für glasteilende Sprossen

Beispielberechnung (ohne Bezug zum vorliegenden Projekt):

Anforderungswert für das Fenster berechnet nach DIN 4109-2: $R_{w,F}^* = 35 \text{ dB}$

Einbausituation nach Tabelle 3.1-3: $\Delta R_{S,w} = + 1 \text{ dB}$

$$\Rightarrow R_{w,F} = 35 + 1 = 36 \text{ dB}$$

Annahmen bauliche Randbedingungen:

(Korrekturwerte in Abhängigkeit von der erforderlichen Fensterqualität $R_w \geq 36 \text{ dB}$)

- Fenster mit Einzelscheiben > 3 m²: $K_{F,3} = - 2 \text{ dB}$
- Glasteilende Sprossen: $K_{Sp} = 0 \text{ dB}$
- Aluminium-Holzfenster: $K_{AH} = - 1 \text{ dB}$

Erforderlicher Bestellwert des jeweiligen Fensters:

$$\begin{aligned}
 R_w &= R_{w,F} - (K_{AH} + K_{RA} + K_S + K_{FV} + K_{F,1.5} + K_{F,3} + K_{Sp}) \\
 &= 36 - ((-1) + (-2) + 0) \\
 &= \mathbf{39 \text{ dB}} \text{ (mögliche Ausführung, siehe nachfolgende Tabelle (markiert))}
 \end{aligned}$$

Hierbei handelt es sich nur um eine exemplarische Berechnung für ein Fensterelement. Die Werte werden sich je nach Ausführung bei jedem Fenster ändern.

Die Umsetzung der in Tabelle 3.1-4 genannten Anforderungen sind ausdrücklich durch den Fensterhersteller nachzuweisen.
Tabelle 3.1-5 Schalldämmung von Einfachfenstern mit Mehrscheiben Isolierglas (MIG) aus DIN 4109-35 (dort: Tabelle 1)

R_w [dB]	C_a [dB]	C_{tr}^a [dB]	Konstruktionsmerk- male	Einfachfenster mit MIG ^b	Korrekturwerte						
					K_{AH} [dB]	K_{RA} [dB]	K_S [dB]	$K_{F,V}$ [dB]	$K_{F,1.5}$ [dB]	$K_{F,3}$ [dB]	K_{Sp} [dB]
25			d_{Ges} [mm] SZR [mm] oder $R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	≥ 6 ≥ 8 ≥ 27 -	-1	-	-	-	-	-2	-
30	-	-	d_{Ges} [mm] SZR [mm] oder $R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	≥ 6 ≥ 12 ≥ 30 ¹⁾	-1	-	-	-	-	-2	-
33	-2	-5	Glasaufbau [mm] SZR [mm] oder $R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	$\geq 4 + 4$ ≥ 12 ≥ 30 ¹⁾	-1	-2	0	-1	0	-2	0
34	-2	-6	Glasaufbau [mm] SZR [mm] oder $R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	$\geq 4 + 4$ ≥ 16 ≥ 30 ¹⁾	-1	-2	0	-1	0	-2	0
35	-2	-4	Glasaufbau [mm] SZR [mm] oder $R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	$\geq 6 + 4$ ≥ 16 ≥ 33 ¹⁾	-1	-2	0	-1	0	-2	0
36	-1	-4	Glasaufbau [mm] SZR [mm] oder $R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	$\geq 6 + 4$ ≥ 16 ≥ 35 ¹⁾	-1	-2	0	-1	0	-2	0
37	-1	-4	Glasaufbau [mm] SZR [mm] oder $R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	$\geq 6 + 4$ ≥ 16 ≥ 38 ²⁾ (AD/MD+ID) ^c	-1	-2	0	-1	0	-2	0
38	-2	-5	Glasaufbau [mm] SZR [mm] oder $R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	$\geq 8 + 4$ ≥ 16 ≥ 38 ²⁾ (AD/MD+ID) ^c	-1	-2	0	0	0	-2	0



R_w [dB]	C_a [dB]	$C_{tr,a}$ [dB]	Konstruktionsmerkmale	Einfachfenster mit MIG ^b	Korrekturwerte						
					K_{AH} [dB]	K_{RA} [dB]	K_S [dB]	$K_{F,V}$ [dB]	$K_{F,1.5}$ [dB]	$K_{F,3}$ [dB]	K_{Sp} [dB]
39	-2	-5	Glasaufbau [mm] SZR [mm] oder $R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	$\geq 10 + 4$ ≥ 20 ≥ 39 ²⁾ (AD/MD+ID) ^c	-1	-2	0	0	0	-2	0
40	-2	-5	$R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	≥ 40 ²⁾ (AD/MD+ID)	-1	-2	0	0	-1	-2	-1
41	-2	-5	$R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	≥ 41 ²⁾ (AD/MD+ID)	-1	0	0	0	-1	-2	-2
42	-2	-5	$R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	≥ 44 ²⁾ (AD/MD+ID)	-1	0	-1	0	-1	-2	-2
43	-2	-4	$R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	≥ 46 ²⁾ (AD/MD+ID)	-1	0	-2	0	-1	-2	-2
44	-1	-4	$R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	≥ 49 ²⁾ (AD/MD+ID)	-1	0	-2	+1	-1	-2	-2
45	-1	-5	$R_{w,GLAS}$ [dB] Falzdichtung	≥ 51 ²⁾ (AD/MD+ID)	-1	0	-2	+1	-1	-2	-2
$\geq 46^d$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

HINWEIS:

Im Zuge der Baukontrollen prüfen wir die Umsetzung der im Nachweis festgelegten Ausführungen. Beachten Sie hierzu die Anmerkungen im Kapitel 1.6 des Hauptdokumentes und die ergänzenden Hinweise in der Anlage 1. Da viele für die Bauakustik relevanten Bauteile nicht auf der Baustelle geprüft werden können, benötigen wir dazu ergänzende Bescheinigungen der Fachunternehmen. Diese werden Ihnen dann während der Baukontrollen genannt.

Ein wichtiger Punkt sind hierbei die Bescheinigungen des Fensterherstellers über die Schalldämm-Maße der verbauten Fenster. Hierbei muss das resultierende Schalldämm-Maß des gesamten Fensters (inklusive Glas, Rahmen und Bauteilfugen in verbauter Form) nachgewiesen werden; ein Nachweis des Glases oder eines Normfensters allein reicht nicht aus. Bitte besprechen Sie dieses Thema frühzeitig mit dem Fensterhersteller, da dieser Nachweis zwingend vorgelegt werden muss, um eine Bescheinigung nach Fertigstellung zu erhalten.

3.1.4 Flankierende Bauteile

Bei der Nachweisführung der Fassade („Fassade“ hier im Sinne der DIN 4109-2 Abs. 4.4) gegen Außenlärm werden die flankierenden Bauteile nur bei Ausführung der Fassade in Massivbauweise berücksichtigt; dieses gilt jedoch auch nur dann, wenn zur Erfüllung der Anforderungen das Schalldämm-Maß $R_{i,w}$ des massiven Außenbauteils $R_w \geq 50$ dB und das gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,ges.} > 40$ dB betragen soll.

Im Massivbau stellt die akustisch biegesteife Anbindung des trennenden Bauteils an die Flankenbauteile die Regelbauweise dar. Da im vorliegenden Fall keine abweichenden Informationen vorliegen, erfolgt die Berechnung entsprechend.

3.1.5 Nachweis

Die Nachweisführung wird vereinbarungsgemäß entsprechend DIN 4109-2 für den Mindestschallschutz geführt und beschränkt sich hier auf die maßgeblichen Räume mit großen Fensterflächen.

Als Sicherheitsbeiwert wird entsprechend DIN 4109-2 im Nachweis $u_{\text{prog}} = 2 \text{ dB}$ berücksichtigt.

Bei Räumen mit Fassadenbereichen, die durch voneinander abweichenden maßgeblichen Außenlärmpegeln beansprucht werden, gilt normgemäß:

Um diese an den jeweiligen Fassadenflächen anliegenden unterschiedlichen Lärmpegel zu berücksichtigen, wird für jeden maßgeblichen Außenlärmpegel, der vom maximal vorliegenden maßgeblichen Außenlärmpegel abweicht, ein Korrekturwert K_{LPB} berechnet und auf alle Schalldämm-Maße der diesem maßgeblichen Außenlärmpegel zugeordneten Fassadenteile addiert.

Die Berechnungen sind in der Anlage dokumentiert.

Alle an die Fassade erhobenen Anforderungen werden durch in den vorangegangenen Abschnitten beschriebene Fassadenkonstruktion (im Sinne der DIN 4109-2) erfüllt.

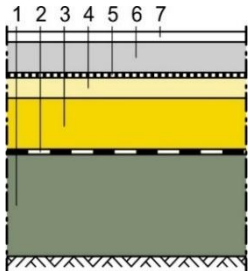
3.2 Luftschall und Trittschall der Trennbauteile

3.2.1 Bodenplatte

Die maßgebliche Trittschallübertragung liegt aufgrund der Eingeschossigkeit in horizontaler Richtung vor. Die Nachweisführung erfolgt für den maßgeblichen Bauteilaufbau.

3.2.1.1 Bauteilaufbauten

BO_01 – Bodenplatte auf Erdreich mit schwimmendem Estrich

Aufbau (schematisch)	Bezeichnung	d in cm	ρ in kg/m ³	m' in kg/m ²
 (exemplarische Darstellung)	1 Stahlbeton (Dicke siehe Statik)	≥ 16,0	2400	384
	2 Abdichtung gemäß DIN 18533	-	-	-
	3 Wärmedämmung (Dicke siehe Wärmeschutz)	-	-	-
	4 Trittschalldämmung ¹⁾ , erf. $s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$	gemäß Prüfzeugnis		
	5 Schrenzlage	-	-	-
	6 Zementestrich	≥ 7,0	2000	≥ 140
	7 Bodenbelag (vernachlässigt)	-	-	-
Position im Gebäude: • Decke unter Erdgeschoss (Bodenplatte)				
Vorgegebene Höhe des Fußbodenaufbaus gemäß Architektenplanung. Die Anlagen im Haustechnikraum / Technikraum sind schallentkoppelt auf dem Boden aufzustellen.				
$L_{n,eq,0,w} = 73,5 \text{ dB}$, $\Delta L_w = 27,7 \text{ dB}$				
¹⁾ Hinweis: Die Trittschalldämmung muss ungestört durchlaufen und frei von Schallbrücken verlegt werden. Zudem sind Randdämmstreifen an allen flankierenden Wänden vorzusehen. Hierbei sind auch schallharte Fußböden so zu verlegen, dass keine Schallbrücken zu den Wänden entstehen. Zur Einhaltung des maximal zulässigen Norm-Trittschallpegels in horizontaler Richtung zwischen schutzbedürftigen Räumen, ist der schwimmende Estrich unter den Türen durch einen Trennschnitt und Dämmstreifen zu unterbrechen. Installationen auf der Decke müssen innerhalb der Höhenausgleichsschicht verlegt werden. Durchdringungen des schwimmenden Estrichs sind zu entkoppeln.				

3.2.1.2 Ausführungshinweise

Siehe Anlage 1 zum Nachweis.

3.2.1.3 Flankierende Bauteile

Grundsätzlich kann der Nachweis der Trittschallübertragung aus dem untersten Geschoss in den darüberliegenden Raum nur im Massivbau geführt werden; als flankierende Wände im Senderraum werden somit massive Wände angenommen, andere Konstruktionen bleiben unberücksichtigt.

3.2.1.4 Nachweis

Als Sicherheitsbeiwert wird entsprechend DIN 4109-2 im Trittschall-Nachweis $u_{\text{prog}} = 3 \text{ dB}$ berücksichtigt.

Die Berechnungen sind in der Anlage dokumentiert.

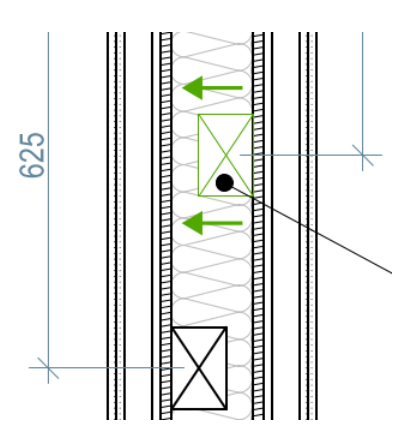
Alle an die Bodenplatte erhobenen Anforderungen werden durch in den vorangegangenen Abschnitten beschriebene Konstruktion erfüllt, vgl. Ergebnisübersicht in Abschnitt 4.

3.2.2 Trennwände

ANMERKUNG: Die Klassenräume mit Gruppenraum in den Gebäudeteilen B und C gehören nach Rücksprache mit Lindner Lohse Architekten funktional zusammen und bilden somit eine Nutzungseinheit.

3.2.2.1 Bauteilaufbauten

IW_01 – Holzständerwand (Doppelständerwand) – Trennwand zwischen Unterrichtsräumen

Aufbau (schematisch)	Bezeichnung	d in cm	ρ in kg/m ³	m' in kg/m ²
 <p>(Skizze / Vorabzug – Raumtrennwand Klassen Variante 2 gemäß Architektenplanung)</p>	1 Gipsplatten (2 x 1,25 mm) → In Teilbereichen raumakustisch wirksam. (siehe Raumakustiknachweis)	2,5	-	-
	2 Installationsebene (mit Hohlraumfüllung)	≥ 4,0	-	-
	3 Gipsplatte	1,25	-	-
	4 Holzwerkstoffplatte	1,6	-	-
	5 Doppel-Holzständer (2 x 80 / 120 mm, e = 625 mm) mit 140 mm Hohlraumbedämpfung – Mindestschalenab- stand: s ≥ 140 mm	≥ 14,0	-	-
	6 Holzwerkstoffplatte	1,6	-	-
	7 Gipsplatte	1,25	-	-
	8 Installationsebene (mit Hohlraumfüllung)	≥ 4,0	-	-
	9 Gipsplatten (2 x 1,25 mm) → In Teilbereichen raumakustisch wirksam. (siehe Raumakustiknachweis)	2,5	-	-

Position im Gebäude:

- Trennwand zwischen Unterrichtsräumen

In Anlehnung an DIN 4109-33, Tabelle 3, Zeile 14

$R_w = 54$ dB

Abweichungen und Korrekturen:

Holzwerkstoffplatte 1,6 cm statt 1,3 cm (auf der sicheren Seite)

$\Delta R_w = 0$ dB

$R_w = 54$ dB

Vorsatzkonstruktionen sind als Teil der Gesamtkonstruktion anzusehen. Die Berechnung der Verbesserung durch Vorsatzschalen ist momentan nicht möglich. Die Angaben zur Raumakustik hinsichtlich der gelochten akustisch wirksamen Flächen sind zu berücksichtigen. Der Hohlraum der Vorsatzschalen sollte mit Dämmung ausgefüllt werden.

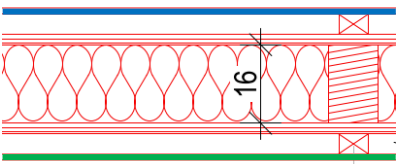
Da dieser Nachweis rechnerisch nicht konform den Vorgaben der Normengruppe DIN 4109 geführt werden kann, erfolgt der bauaufsichtliche Nachweis nach DIN 4109-4 anhand einer bauakustischen Messung.

Erforderliche Flankenausbildung gemäß Tabelle 3.2-1:

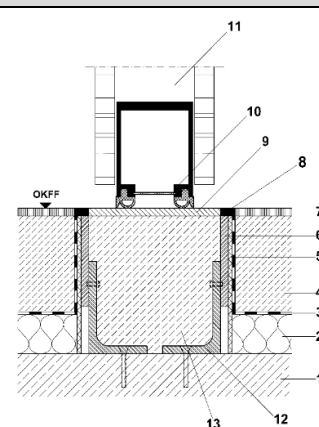
Nr. 1 (flankierende Außenwand), Nr. 2 (flankierende Dach), Nr. 3 (flankierende Innenwand)

Die Trennwände sind auf dem Rohfußboden aufzustellen.

IW_02 – Holzständerwand (16 cm Ständer) – Trennwand zwischen Unterrichtsräumen und Flur

Aufbau (schematisch)		Bezeichnung	d in cm	ρ in kg/m ³	m' in kg/m ²
 (gemäß Architektenplanung)	1	Beplankung 1 (blau) → Art und Anzahl der Lagen ist noch festzulegen.	-	-	-
	2	Installationsebene (mit Hohlraumfüllung)	≥ 4,0	-	-
	3	OSB-Platte	2,2	-	-
	4	Holzständer mit Hohlraumbedämpfung	≥ 16,0	-	-
	5	OSB-Platte	2,2	-	-
	6	Installationsebene (mit Hohlraumfüllung)	≥ 4,0	-	-
	7	Beplankung 2 (grün) → Art und Anzahl der Lagen ist noch festzulegen.	-	-	-
Position im Gebäude: <ul style="list-style-type: none">Trennwand zwischen Unterrichtsräumen					
In Anlehnung an DIN 4109-33, Tabelle 4, Zeile 2				$R_w = 56$ dB	
<u>Abweichungen und Korrekturen:</u> Holzständer 16 cm statt 14 cm (auf der sicheren Seite)				$\Delta R_w = 0$ dB $R_w = 56$ dB	
Vorsatzkonstruktionen sind als Teil der Gesamtkonstruktion anzusehen. Die Berechnung der Verbesserung durch Vorsatzschalen ist momentan nicht möglich.					
Die Beplankungen 1 und 2 sind unterschiedlich auszuführen (asymmetrischer Aufbau). Des Weiteren sind die Angaben zur Raumakustik hinsichtlich der gelochten akustisch wirksamen Flächen zu berücksichtigen. Der Hohlraum der Vorsatzschalen sollte mit Dämmung ausgefüllt werden.					
Da dieser Nachweis rechnerisch nicht konform den Vorgaben der Normengruppe DIN 4109 geführt werden kann, erfolgt der bauaufsichtliche Nachweis nach DIN 4109-4 anhand einer bauakustischen Messung.					
Erforderliche Flankenausbildung gemäß Tabelle 3.2-1: Nr. 3 (flankierende Innenwand), Nr. 2 (flankierende Dach) Die Trennwände sind auf dem Rohfußboden aufzustellen.					

IW_03 – Mobile Trennwand – Trennwand zwischen Unterrichtsräumen

Aufbau Mobile Trennwand	
<p>Schalltechnische Bewertung gemäß VDI 3728 (2012-03) für Mobilwände, die horizontal in Deckenlaufschienen verfahren werden (beim Betätigen der Mobilwände verursachte Geräusche werden nicht berücksichtigt).</p> <p>Im Bereich von Decken mit Trittschallanforderungen zwischen Sende- und Empfangsraum ist der Estrich unterhalb der Mobilwand der Empfehlungen der VDI 3728 schallschutztechnisch zu entkoppeln (hier Bodentrennung Typ 2 gemäß Abbildung).</p>	 <p>Legende OKFF Oberkante des fertigen Fußbodens</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rohboden 2. Trittschalldämmung 3. Trennfolie 4. schwimmender Estrich 5. Dämmstreifen 6. Flachstahl 7. Oberboden 8. dauerelastische Fuge 9. Schwelle / Edelstahlblech (o.ä.) 10. Dichtbalken (ausgefahren) 11. Trennwandelement 12. Stahlwinkel 13. Estrich
<p>Position im Gebäude:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mobile Trennwand zwischen Unterrichtsräumen (Förderraum 01 zu Förderraum 02) 	
<p>Bei der mobilen Trennwand handelt es sich um ein zusammengesetztes Bauteil aus mehreren Einzelbauteilen. Das gesamte bewertete Schalldämm-Maß ergibt sich aus den Flächenanteilen der Einzelbauteile und den jeweiligen bewerteten Schalldämm-Maßen. Zur Erfüllung der Anforderung sind, die nachfolgend aufgeführten mindestens erforderlichen bewerteten Schalldämm-Maß in der Berechnung berücksichtigt.</p>	
Bewertetes Schalldämm-Maß der mobilen Trennwand (keine Tür vorhanden!) – $S_i = \text{ca. } 17,34 \text{ m}^2$	$R_{w, \text{Mobilwand}} \geq 59 \text{ dB}$
Bewertetes Schalldämm-Maß Trennwand oberhalb der Mobilwand – $S_i = \text{ca. } 7,24 \text{ m}^2$ (Aufbau der Wand gemäß Bauteilaufbau IW_01)	$R_{w, \text{Wand}} \geq 54 \text{ dB}$
Gesamtes bewertetes Schalldämm-Maß des zusammengesetzten Bauteils	$R_w \geq 54 \text{ dB}$
Die eingebaute mobile Trennwand muss ein gültiges Prüfzeugnis besitzen.	
<p><u>Die mobilen Trennwände schließen an den Fußbodenaufbau (Estrichschicht) an. Unterhalb der mobilen Trennwand ist eine Trennung durch eine durchgehende Fuge vorzusehen (siehe Abbildung oben). Der Anschluss an flankierende Wände und Dach erfolgt an Holzbauteile. (Erforderliche Flankenausbildung gemäß Tabelle 3.2-1: Nr. 4 bis 6)</u></p>	

ANMERKUNG:

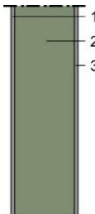
Für den Schallschutznachweis beweglicher Raumabschlüsse, wie z.B. Mobilwände mit und ohne Türen, sind in DIN 4109 keine Vorgaben enthalten.

Die schalltechnischen Eigenschaften dieser Bauteile werden in der Richtlinie VDI 3728 (2012-03) behandelt, welche als Grundlage für diesen Nachweis herangezogen wird. Die dort beschriebene Vorgehensweise bezieht sich ausschließlich auf Drehflügeltüren und Mobilwände, die horizontal in Deckenlaufschienen verfahren werden. Beim Betätigen der Mobilwände verursachte Geräusche werden nicht berücksichtigt.

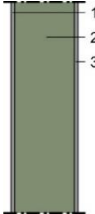
Der Nachweis erfolgt unter Berücksichtigung der Schallübertragung über flankierende Bauteile.

Die Berechnungen sind in der Anlage dokumentiert. Als Sicherheitsbeiwert wird entsprechend VDI 3728 und DIN 4109-2 im Nachweis $u_{\text{prog}} = 5 \text{ dB}$ berücksichtigt.

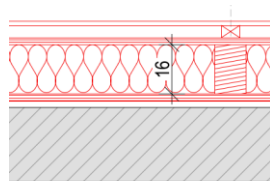
IW_04 – Massive Trennwand (Kalksandstein) – Bällebad zu Therapie

Aufbau (schematisch)		Bezeichnung	d in cm	ρ in kg/m ³	m' in kg/m ²
	1	Gipsputz	$\geq 0,5$	1000	5
	2	Kalksandstein (min. RDK 2.0), mit Dünnbettmörtel	$\geq 24,0$	1900	456
	3	Gipsputz	$\geq 0,5$	1000	5
	4				
	5				
Position im Gebäude:					
<ul style="list-style-type: none"> Trennwand zwischen Bällebad (lauter Raum) und Therapie 					
$R_w = 60,3 \text{ dB}$					
Erforderliche Flankenausbildung gemäß Tabelle 3.2-1: Nr. 7 (flankierende Außenwand), Nr. 8 (flankierende Innenwand), Nr. 9 (flankierende Decke), Nr. 10 (flankierende Dach)					

IW_05 – Massive Trennwand (Kalksandstein) – Flur zu Therapie

Aufbau (schematisch)		Bezeichnung	d in cm	ρ in kg/m ³	m' in kg/m ²
	1	Gipsputz	$\geq 0,5$	1000	5
	2	Kalksandstein (min. RDK 1.6), mit Dünnbettmörtel	$\geq 24,0$	1500	360
	3	Gipsputz	$\geq 0,5$	1000	5
	4				
	5				
Position im Gebäude:					
<ul style="list-style-type: none"> Trennwand zwischen Flur und Therapie 					
$R_w = 57,2 \text{ dB}$					
Erforderliche Flankenausbildung gemäß Tabelle 3.2-1: Nr. 8 (flankierende Innenwand), Nr. 9 (flankierende Decke), Nr. 10 (flankierende Dach), Nr. 11 (flankierende Innenwand)					

IW_06 – Massive Trennwand (Kalksandstein) mit freistehender Holzständerwand

Aufbau (schematisch)		Bezeichnung	d in cm	ρ in kg/m ³	m' in kg/m ²
 (gemäß Architektenplanung)	1	Innenputz	≥ 1,0	1000	10
	2	Kalksandstein Bestand (Annahme min. RDK 1.4, mit Normalmörtel)	24,0	1360	326,4
	3	Fuge (keine körperschallübertragende Verbindung zwischen Grundbauteil und Ständerwerk)	-	-	-
	4	Freistehende Holzständerwand (Bauteilaufbau gemäß Architektenplanung)	≥ 16,0	-	-
Position im Gebäude: <ul style="list-style-type: none">Trennwand zwischen Unterrichtsräumen und Technikraum (Gebäude B und C)					
Bewertetes Schalldämm-Maß der massiven Bestandswand				$R_{s,w} = 55,9 \text{ dB}$	
Bewertete Verbesserung der Direktschalldämmung durch Vorsatzkonstruktion (freistehende Holzständerwand)				$\Delta R_w = 14,6 \text{ dB}$	
Bewertetes Schalldämm-Maß der Bestandswand mit Vorsatzschale				$R_{Dd,w} = 70,5 \text{ dB}$	
Anmerkung: Es handelt sich um eine Annahme des Bauteilaufbaus der massiven Bestandswand. Sollte sich im Verlauf der Planung bzw. des Baus ein anderer Aufbau ergeben, ist der Nachweis gegebenenfalls anzupassen. <u>Des Weiteren wird eine Trennung zwischen Bestand und Neubau angenommen.</u>					

3.2.2.2 Ausführungshinweise

Bei Schlitzten und Öffnungen in gemauerten Wänden sind die Vorgaben gemäß DIN EN 1996-1-1 und DIN EN 1996-1-1/NA zu berücksichtigen.

3.2.2.3 Flankierende Bauteile

Als flankierende Bauteile relevant für die Bewertung der Trennwände sind andere Wände (Innenwände und Innenschalen von Außenwänden) sowie der obere und der untere Raumabschluss (Decke, Dächer).

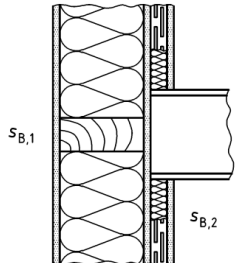
Grundsätzlich werden im allgemeinen Massivbau biegesteife Konstruktionen angenommen. Da im vorliegenden Fall keine abweichenden Informationen vorliegen, erfolgt die Berechnung entsprechend. Der Anschluss optionaler biegeweichere Bauteile, wie z.B. Gipskartonständerwände sowie die umlaufende biege- weiche Entkopplung massiver Wände wird gemäß den normativen Vorgaben im Nachweis berücksichtigt und muss hier nicht weiter ausgeführt werden.

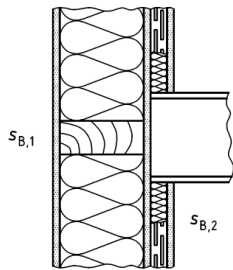
Für Konstruktionen des Leicht- und Holzbaus werden normgemäß nur biegeweichere Anschlüsse angenommen; damit erfolgt die rechnerische Berücksichtigung der Flankenschallübertragung hier mittels im Prüfstand gemessener bewerteter Norm-Flankenschallpegeldifferenzen $D_{n,f,w}$, die dann anhand der vorliegenden geometrischen Randbedingungen in bewertete Flankendämm-Maße $R_{Ff,w}$ umgerechnet werden.

Die im Nachweis der Trennwände angesetzten leichten Flankenbauteile sind mit ihren Konstruktionen und bewerteten Norm-Flankenschallpegeldifferenzen $D_{n,f,w}$ in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Des Weiteren sind in der Tabelle die im Nachweis der Trennwände angesetzten massiven Flankenbauteile aufgeführt.

Die aufgeführten erforderlichen bewerteten Norm-Flankenschallpegeldifferenzen erf. $D_{n,f,w}$ sind in der weiteren Planung nachzuweisen.

Tabelle 3.2-1 Angaben zu den im Nachweis der Trennwand angesetzten Flankenbauteile

Lfd. Nr.	Beschreibung	Hinweise zur Ausführung des Anschlusses	Bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ in dB
1	<p>Anschluss von Holzständerwänden an Außenfassade (Holzständer / Fensterpaneel):</p> <p>Annahme: Anschluss an Außenwand in Holzbauweise, Vorsatzschalen im Brüstungsbereich der Trennwand unterbrochen, Anschluss der Trennwand an Fenster mit Blindpaneel</p> <p>Die flankierende Übertragung wurde mit einer erforderlichen Norm-Flankenschallpegeldifferenz berücksichtigt.</p>	<p>Das Anschlussdetail ist in der weiteren Planung zu konkretisieren!</p> <p>z.B. Abstimmungen zu:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Art des Blindpaneels ▪ innenseitige Vorsatzschalen 	<p>erf. $D_{n,f,w} \geq 50$ dB</p>
2	<p>Anschluss von Holzständerwänden an Dach in Holzbauweise:</p> <p>Dachkonstruktion wird nicht durch Trennwand unterbrochen, Dachschalung und Wärmedämmung laufen durch</p> <p>Die Vorsatzschalen der Trennwände sind bis zur Unterkante der Dachschalung hochziehen.</p>	<p>Das Anschlussdetail ist in der weiteren Planung zu konkretisieren!</p>	<p>$D_{n,f,w} = \text{ca. } 53$ dB</p>
3	<p>Anschluss von Holzständerwänden an Innenwände in Holzbauweise:</p> <p>Vorsatzschalen im Bereich der Trennwand unterbrochen</p> <p>Die flankierende Übertragung über eine durchlaufende flankierende Metallständerwand wird gemäß DIN 4109-33 Abschnitt 5.1.3.2 bewertet.</p>	 <p>(gemäß DIN 4109-33)</p>	<p>$D_{n,f,w} = 68$ dB</p>

Lfd. Nr.	Beschreibung	Hinweise zur Ausführung des Anschlusses	Bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ in dB
4	Anschluss mobile Trennwand an Außenfassade: Die flankierende Übertragung wurde mit einer erforderlichen Norm-Flankenschallpegeldifferenz berücksichtigt.	Das Anschlussdetail ist in der weiteren Planung zu konkretisieren!	erf. $D_{n,f,w} \geq 52$ dB
5	Anschluss mobile Trennwand an Innenwände in Holzbauweise: Vorsatzschalen im Bereich der Trennwand unterbrochen Die flankierende Übertragung über eine durchlaufende flankierende Metallständerwand wird gemäß DIN 4109-33 Abschnitt 5.1.3.2 bewertet.	 (gemäß DIN 4109-33)	$D_{n,f,w} = 68$ dB
6	Anschluss mobile Trennwand an Dach in Holzbauweise: Dachkonstruktion wird nicht durch Trennwand unterbrochen, Dachschalung und Wärmedämmung laufen durch Die Vorsatzschalen der Trennwand sind bis zur Unterkante der Dachschalung hochziehen.	Das Anschlussdetail ist in der weiteren Planung zu konkretisieren!	$D_{n,f,w} = \text{ca. } 53$ dB
7	Anschluss von massiven Innenwänden an Außenfassade / Fenster (Bällebad – lauter Raum): Die flankierende Übertragung wurde mit einer erforderlichen Norm-Flankenschallpegeldifferenz berücksichtigt.	Das Anschlussdetail ist in der weiteren Planung zu konkretisieren! z.B. Abstimmungen zu: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Art des Blindpaneels ▪ innenseitige Vorsatzschalen ▪ Einbau einer Abhangdecke ▪ ggf. gemauerter Anschlussbereich 	erf. $D_{n,f,w} \geq 65$ dB

Lfd. Nr.	Beschreibung	Hinweise zur Ausführung des Anschlusses	Bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ in dB
8	Massivbauweise: Innenwand als Flanke; 24 cm KS-Mauerwerk, RDk 1.6 , mit $\geq 0,5$ cm Putz beidseitig		
9	Massivbauweise: Boden als Flanke; 16 cm Stahlbeton; mit schwimmendem Estrich		
10	Massivbauweise: Flachdach als Flanke; 16 cm Stahlbeton		
11	Massivbauweise: Innenwand als Flanke; 24 cm KS-Mauerwerk, RDk 2.0 , mit $\geq 0,5$ cm Putz beidseitig		

3.2.2.4 Nachweis

Als Sicherheitsbeiwert wird entsprechend DIN 4109-2 im Luftschall-Nachweis $u_{\text{prog}} = 2$ dB berücksichtigt.

Nachzuweisen ist im Regelfall ein ausreichend hohes Bau-Schalldämm-Maß. Bei Räumen mit einer Trennfläche $S_s < 10 \text{ m}^2$ oder ohne gemeinsame Trennfläche (diagonal angeordnete Räume) ist stattdessen eine ausreichend hohe Norm-Schallpegeldifferenz (siehe DIN 4109-2 Abschnitt 4.2.1.2) nachzuweisen.

Die Berechnungen sind in der Anlage dokumentiert.

Alle an die Trennwände erhobenen Anforderungen werden durch in den vorangegangenen Abschnitten beschriebene Konstruktion erfüllt, vgl. Ergebnisübersicht in Abschnitt 4.

3.2.3 Türen

Als Sicherheitsbeiwert wird entsprechend DIN 4109-2 im Nachweis $u_{\text{prog}} = 5$ dB berücksichtigt.

Weiterhin gilt:

- Die eingebaute Tür muss ein gültiges Prüfzeugnis besitzen.
- Die Eingangsdaten für den Nachweis R_w (bzw. $R_{w,P}$) werden aus Prüfzeugnis / Prüfbericht des Herstellers entnommen.

Im Bereich von Decken mit Trittschallanforderungen zwischen Sende- und Empfangsraum ist der Estrich unterhalb der Tür schallschutztechnisch zu entkoppeln.

Die hier an die Türen erhobenen bewerteten Luftschalldämm-Maße sind der Ergebnisübersicht in Abschnitt 4 zu entnehmen.

3.2.4 Treppen

In DIN 4109-1 sind keine Anforderungen an Treppenläufe und -podeste bei Schulgebäuden und vergleichbaren Einrichtungen enthalten. Der Nachweis entfällt.

3.3 Technische Gebäudeausrüstung

3.3.1 Allgemeines

Schallpegel, die von haus- und betriebstechnischen Anlagen ausgehen, dürfen die in Kapitel 2.7 vereinbarten Anforderungen im schutzbedürftigen Raum bei geschlossenen Fenstern nicht übersteigen. Die Einhaltung der Anforderung ist vom Anlagenhersteller nachzuweisen.

3.4 Immissionsschutz – Schalldruckpegel außen

Eine Untersuchung des Schallimmissionsschutzes gemäß TA Lärm zur Nachbarschaft ist nicht Teil dieser Bearbeitung.

3.5 Sanitärinstallationen

3.5.1 Nachweisführung

Die Nachweisführung für Sanitärinstallation ist in DIN 4109-36 Abschnitt 6 geregelt; dabei wird grundsätzlich zwischen Nachweisen ohne bauakustische Messungen und Nachweisen mit bauakustischen Messungen unterschieden.

3.5.2 Nachweise

Nachweise ohne bauakustische Messungen werden für die sanitärtechnischen Anlagen anhand von Referenzlösungen (Musterinstallationswände) entsprechend DIN 4109-36 Abs. 6.4.4 behandelt, auf deren detaillierte Ausführungen zur baukonstruktiven und anlagentechnischen Umsetzung hier ausdrücklich verwiesen wird.

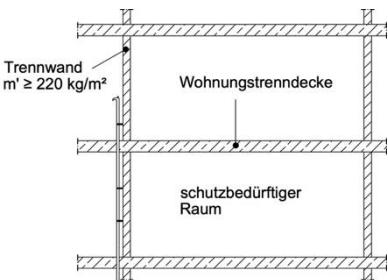
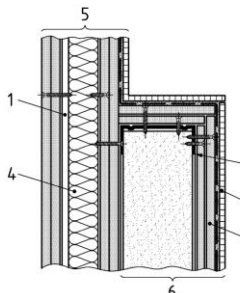
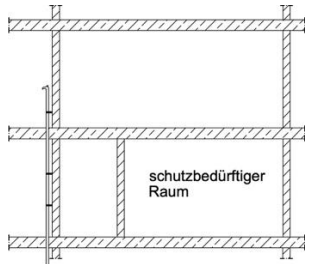
Ein rechnerischer Nachweis mit schalltechnischen Kennwerten der Bauteile und Installationen kann aufgrund fehlender Berechnungsverfahren und fehlender Datenbasis nicht durchgeführt werden; deshalb werden in DIN 4109-36 Musterinstallationswände als Referenzkonstruktionen aufgeführt, mit denen unter Einhaltung der beschriebenen Konstruktionsmerkmale und Randbedingungen der Nachweis zur Erfüllung der Anforderungen ohne bauakustische Messungen geführt werden kann. Daraus ergibt sich dann auch, dass Installationswände, Installationen und bauliche Bedingungen, die den Vorgaben dieses Abschnitts der Norm nicht entsprechen, mit bauakustischen Messungen nachgewiesen werden müssen. Die Wirksamkeit bestimmter schalltechnischer Maßnahmen zur Einhaltung der Anforderungen aus DIN 4109-1 ist vom Produkthersteller nachzuweisen.

Der Nachweis der baukonstruktiv erforderlichen Randbedingungen erfolgt hier gemäß folgender Tabelle, die installationstechnischen Randbedingungen gemäß DIN 4109-36 sind dann in Tabelle 3.5-2 ergänzend zusammengestellt.

Der Nachweis über die nachfolgend genannten Musterinstallationswände kann nur für Installationswände durchgeführte werden, die nicht direkt an schutzbedürftige Räume angrenzen (diagonale Übertragung).

Wenn diese Wände unmittelbar an schutzbedürftige Räume grenzen (direkte Übertragung) muss ein gesonderter Nachweis mit bauakustischen Messungen geführt werden.

Tabelle 3.5-1 Nachweis der baukonstruktiven Randbedingungen für sanitärtechnische Anlagen ohne bauakustische Messungen für maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel $L_{AF,max,n} \leq 30$ dB (Wohn- und Schlafräume) bzw. $L_{AF,max,n} \leq 35$ dB (Unterrichts- und Arbeitsräume)

Armaturen- gruppe ¹⁾	Lage ²⁾	Anforderung an die Trennwand	Nachweis
I ³⁾		<p>Einschalige Massivbau-Musterinstallationswand aus massiven Baustoffen mit einer flächenbezogenen Masse (einschließlich Putzschichten) von ≥ 220 kg/m². <i>Zusätzlich: Einhaltung der installationstechnischen Randbedingungen gemäß DIN 4109-36 Absätze 6.4.4.2.3 und 6.4.4.2.4, vgl. Tabelle 3.5-2.</i></p>	
		<p>Leichtbau Musterinstallationswand aus Gipsplatten gemäß DIN 18183-1 mit Metallunterkonstruktionen gemäß DIN EN 14195 bzw. DIN 18182-1 als:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einfachständerwand⁴⁾ mit zusätzlicher Vorwandinstallation⁵⁾ entsprechend nebenstehendem Bild, - Doppelständerwand⁴⁾ mit zusätzlicher Vorwandinstallation⁵⁾ - Doppelständerwand⁶⁾ mit innenliegender Sanitärinstallation. <p><i>Zusätzlich: Einhaltung der installationstechnischen Randbedingungen gemäß DIN 4109-36 Absätze 6.4.4.3.3 und 6.4.4.3.4, vgl. Tabelle 3.5-2.</i></p>	 <p>1 Einfachständerwerk 2 Oberflächenbeschichtung 3 Gips-/Gipsfaserplatte 4 Hohlraumdämmung 5 Einfachständerwand 6 Vorwand</p>
II ⁷⁾		Keine Leichtbau-Installationswand ohne weiteren Nachweis zulässig.	Massivwand ohne Nachweis

¹⁾ Armaturen dieser Armaturengruppe und deren Wasserleitungen

Genehmigungsplanung – Bauakustik gemäß DIN 4109

- 2) Sanitäre Ausstattungsgegenstände, die außer an der Installationswand zusätzlich an den flankierenden Wänden oder dem Boden befestigt sind (z. B. Wannen) bedürfen eines besonderen Nachweises durch bauakustische Messungen. Die Einhaltung der Anforderungen aus DIN 4109-1 ist vom Produkthersteller nachzuweisen.
- 3) Abwasserleitungen und sanitäre Ausstattungsgegenstände dürfen an den Wänden angebracht werden, wenn vom Produkthersteller die Einhaltung der Anforderungen nachgewiesen wird.
- 4) Ausführung mit mindestens einer zweilagigen GKB- oder GKF-Beplankung je Seite mit $d = 12,5\text{-mm}$ und $m' \geq 11\text{ kg/m}^2$ je Plattenlage, Hohlraumdicke $h \geq 75\text{ mm}$, Hohlraumbedämpfung aus Faserdämmstoff mit einem längenspezifischen Strömungswiderstand von $\geq 5\text{ kPa s/m}^2$ (z. B. Mineralwolle nach DIN EN 13162) mit $d \geq 60\text{ mm}$
- 5) Ausführung mit mindestens einer zweilagigen GKB- oder GKF-Beplankung mit $d = 12,5\text{-mm}$ und $m' \geq 11\text{ kg/m}^2$ je Plattenlage
- 6) Die CW-Ständerprofile der beiden Wandseiten können (wie in DIN 18183-1 beschrieben) mittels Gipsplattenstreifen oder Blechprofilen in Höhe von $1/3$ und $2/3$ der Wandhöhe durch Laschen zug- und druckfest miteinander verbunden werden; Rohrleitungen und Rohrschellen sind an einer separaten Unterkonstruktion aus Ständerprofilen (z. B. aus Aussteifungsprofilen UA) zu befestigen, welche freistehend und ohne Kontakt zu den Beplankungsschalen oder Laschen im Hohlraum eingebaut wurden.
- 7) Gilt einschließlich deren Wasserleitungen, Abwasserleitungen und sanitären Ausstattungsgegenstände ohne besonderen Nachweis sowie auch für in die Trennwand einbindende Wände.

Tabelle 3.5-2 Zusammenstellung der installationstechnischen Randbedingungen nach DIN 4109-36 Abschnitt 6.4.4

Trennwand	Installation	Anforderung an die Installation
Massivbauweise	Armaturen und Geräte, Trinkwasserinstallation	<ul style="list-style-type: none"> - Armaturen und Geräte erfüllen die Anforderungen nach Tabelle 2.7-2. - Der Ruhedruck der Trinkwasser Installation nach Verteilung in den Stockwerken vor den Armaturen beträgt $p \leq 0,5\text{ MPa}$ (ggf. sind Druckminderer vorzusehen). - Durchgangsarmaturen (z. B. Absperrventile, Eckabsperrventile) müssen im Betrieb immer voll geöffnet sein und dürfen nicht zum Drosseln verwendet werden. - Einhaltung des je nach Durchflussklasse¹⁾ zulässigen Durchflusses: $O \rightarrow < 0,15\text{ l/s}$, $Z \rightarrow 0,15\text{ l/s}$, $A \rightarrow 0,25\text{ l/s}$, $S \rightarrow 0,33\text{ l/s}$, $B \rightarrow 0,42\text{ l/s}$, $C \rightarrow 0,50\text{ l/s}$, $D \rightarrow 0,63\text{ l/s}$.
	Sonstige Festlegungen	<ul style="list-style-type: none"> - Trink- und Abwasserleitungen²⁾ sind schallentkoppelt vor der Wand anzubringen (\rightarrowVerwendung körperschallentkoppelter Rohrschellen, Ausschluss von Körperschallbrücken). Bei Verlegung dieser Leitungen in Wandschlitzen müssen die Leitungen vollständig und sorgfältig mit körperschalldämmender Ummantelung versehen werden. - Abwasserleitungen dürfen an Wänden in schutzbedürftigen Räumen nicht freiliegend verlegt werden. - Ein innerhalb der Vorwand vor der Massivwand eingebautes Installationssystem ist in allen Einzelkomponenten vom Gebäudekörper körperschallentkoppelt auszuführen. - Rohrleitungen sind grundsätzlich entkoppelt mit Rohrschellen mit Dämmeinlage zu befestigen; eine Direktbefestigung an der Wand ist nicht zulässig (die Eignung von schalldämmenden Rohrschellen in Verbindung mit schalldämmenden Abwasserrohren kann vom Rohrhersteller auf Basis einer Prüfung gemäß DIN EN 14366 bestätigt werden). - Durchdringungen von Leitungen und Armaturen durch Massivwände sind so auszubilden, dass eine Körperschallübertragung durch Anordnung elastischer Manschetten oder elastischer Rohrumhüllungen oder durch freie Durchführungen der Rohrleitungen vermieden wird.
Leichtbauweise	Armaturen und Geräte, Trinkwasserinstallation	Es gelten die Festlegungen für Massivbauweise.
	Sonstige Festlegungen	<ul style="list-style-type: none"> - Ein innerhalb der Installations- oder der Vorwand eingebautes Installationssystem ist in allen Einzelkomponenten vom Gebäudekörper körperschallentkoppelt auszuführen.

		<ul style="list-style-type: none"> - Vor der Wand bzw. Vorwandkonstruktion eingebaute sanitäre Einrichtungsgegenstände (Waschbecken, Klosettbecken, Bidets, Urinale etc.) sind an die dafür vorgesehenen Unterkonstruktionen körperschallentkoppelt zu befestigen. - Rohrleitungen sind am Metallständerwerk oder an gesonderten Tragelementen, die mit dem Metallständerwerk verbunden sind, entkoppelt³⁾ mit Rohrschellen mit Dämmeinlage zu befestigen; Direktbefestigung an der Beplankung ist nicht zulässig. Leichte Abwasserrohre sind, sofern keine geeigneten Nachweise zur Einhaltung der Anforderungen aus DIN 4109-1 vorliegen, zur Reduzierung der Luftschallabstrahlung akustisch wirksam zu ummanteln. - Durchdringungen von Ständern und Beplankungen durch Leitungen und Armaturen sind so auszubilden, dass eine Körperschallübertragung durch Anordnung elastischer Manschetten oder elastischer Rohrumhüllungen oder durch freie Durchführungen der Rohrleitungen vermieden wird.
--	--	---

- ¹⁾ Die Auslaufvorrichtungen dürfen keiner höheren Durchflussklasse angehören als der zugehörige Armaturenabgang; damit müssen Auslaufvorrichtungen wie Strahlregler, Brausen und Durchflussbegrenzer den Durchfluss durch die Armatur entsprechend begrenzen.
- ²⁾ Gleiches gilt für sanitäre Ausstattungsgegenstände; die Wirksamkeit ist hier vom Hersteller anzugeben.
- ³⁾ Erforderliche Unterbrechungen der Rohrdämmungen durch Brandabschottungen sind zulässig. Vorteilhaft sind durchlaufende Rohrummantelungen.

3.5.3 Nachweise mit bauakustischen Messungen

Die Einhaltung von Schallschutzanforderungen für eine bestimmte Sanitärinstallation in Verbindung mit einer bestimmten baulichen Situation kann durch messtechnische Untersuchungen in einer praxisgerechten Situation (z. B. Installationsprüfstand) überprüft werden. Die Wirksamkeit bestimmter schalltechnischer Maßnahmen zur Einhaltung der Anforderungen aus DIN 4109-1 ist vom Produkthersteller nachzuweisen. Wir verweisen hier (beispielhaft!) auf die sehr umfangreichen Ausarbeitungen und dazugehörigen allgemeinen Prüfzeugnisse (Durchführung: i.d.R. Fraunhofer Institut für Bauphysik) der Firma Geberit.

Im Sinne einer Güteprüfung kann die Einhaltung der Schallschutzanforderungen für eine konkrete Bausituation vor Ort mit festgelegten Messverfahren überprüft werden. Angaben zum Nachweis mit bauakustischen Messungen enthält DIN 4109-4:2016-07, B.4.

4 Zusammenstellung der Ergebnisse und Nachweise

Einen Überblick über die nachgewiesenen Bauteile gibt die nachfolgende Tabelle.

Bauteil / Position	Anforderungswert		Ist-Wert		Schutzniveau
	R' _w / D _{n,w} in dB	L' _{n,w} in dB	R' _w / D _{n,w} in dB	L' _{n,w} in dB	DIN 4109-1
Fenster	siehe Abschnitt 3.1.3				✓
BO_01 Bodenplatte unter Erdgeschoss	-	≤ 46	-	43,8	✓
IW_01 Holzständerwand (Doppelständerwand): Unterricht zu Unterricht	≥ 47	-	47,0	-	✓
IW_02 Holzständerwand: Flur zu Unterricht (Anmerkung: Trennfläche < 10 m²)	≥ 47	-	54,2	-	✓
IW_03 Mobile Trennwand: Unterricht zu Unterricht	≥ 47	-	47,3	-	✓
IW_04 Massive Trennwand: Bällebad (lauter Raum) zu Therapie Anmerkung: Abstimmung in der weiteren Planung hinsichtlich der Detaillausbildung (Anschluss Außenfassade) erforderlich!	≥ 55	-	55,0	-	✓
IW_05 Massive Trennwand: Flur zu Therapie	≥ 47	-	52,9	-	✓
IW_06 Trennwand: Unterricht zu Technikraum Anmerkung: Abstimmung in der weiteren Planung hinsichtlich der Detaillausbildung erforderlich (Trennung zwischen Bestand und Neubau)!	≥ 55	-	65,2	-	✓
Türen, zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	R _w = 32 dB		R _w = 37 dB (gemäß Prüfzeugnis)		✓
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander Anmerkung: Das erforderliche Schalldämm-Maß (Prüfwert) gilt zudem für die Türen zwischen den Unterrichtsräumen und Marktplätzen.	R _w = 37 dB		R _w = 42 dB (gemäß Prüfzeugnis)		✓
Sanitärinstallationen	siehe Abschnitt 3.3				



ENOTHERM
BAUPHYSIK

Aufgestellt

Philipp Jankowiak

M. Sc. // Projektleiter

Telefon 0231 725464-15

Mobil 0151 14071785

E-Mail p.jankowiak@enotherm.de

Wolfgang M. Willems

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. // Geschäftsführer-Gesellschafter

Staatlich anerkannter Sachverständiger für Schall- und Wärmeschutz





ANLAGE 1 - ERGÄNZENDE HINWEISE ZUM NACHWEIS

1 Allgemeines

1.3 Gesetze, Normen und Regelwerke

- DIN 4109-1 (01.2018) Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen
- DIN 4109-2 (01.2018) Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen
- DIN 4109-31 bis 36 (07.2016) Schallschutz im Hochbau – Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkataloge)
- DIN 4109-5 (08.2020) Schallschutz im Hochbau – Erhöhte Anforderungen
- DIN 4109-34 A1 (12.2019) Schallschutz im Hochbau – Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) –Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen
- DIN A1 4109-35 A1 (12.2019) Schallschutz im Hochbau – Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden
- DIN 4109, Beiblatt 1 (11.1989) Schallschutz im Hochbau – Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren
- DIN 4109, Bbl. 1 A1 (09.2003) Schallschutz im Hochbau – Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren, Änderung 1
- DIN 4109, Beiblatt 2 (11.1989) Schallschutz im Hochbau – Hinweise für Planung und Ausführung, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich
- DIN 8989 (08.2019) Schallschutz in Gebäuden – Aufzüge
- DIN 18005-1 (07.2002) Schallschutz im Städtebau – Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung
- DIN 52210-5 (07.1985) Bauakustische Prüfungen; Luft- und Trittschalldämmung; Messung der Luftschalldämmung von Außenbauteilen am Bau (zurückgezogen, ersetzt durch DIN EN ISO 16283-1:2018-04)
- DIN 52219 (07.1993) Bauakustische Prüfungen; Messung von Geräuschen der Wasserinstallationen in Gebäuden (zurückgezogen, ersetzt durch DIN EN ISO 10052:2010-10)
- DIN EN ISO 717-1 (05.2021) Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung
- DIN EN ISO 10481 (02.2018) Akustik - Messung der Flankenübertragung von Luftschall, Trittschall und Schall von gebäudetechnischen Anlagen zwischen benachbarten Räumen im Prüfstand und am Bau - Teil 1: Rahmen-dokument
- VDI 2566-1 (04.2011) Schallschutz bei Aufzugsanlagen mit Triebwerksraum

- VDI 2566-2 (05.2004) Schallschutz bei Aufzugsanlagen ohne Triebwerksraum
- VDI 2715 (11.2011) Schallschutz an heiztechnischen Anlagen
- VDI 2719 (08.1987) Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen
- VDI 4100 (08.2007) Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung
- VDI 4100 (10.2012) Schallschutz in Hochbau - Wohnungen, Beurteilung und Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz
- TA Lärm (Stand 1.6.2017) Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz; Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm
- DEGA BR 101 (03.2011) Die allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik
- DEGA Empfehlung 103 (01.2018) Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis
- DEGA Memorandum 104 (02.2015) Memorandum – Schallschutz im eigenen Wohnbereich
- 16. BImSchV (12.2014) Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung)

1.4 Formelzeichen

Formelzeichen	Einheit	Bedeutung
R_w	dB	bewertetes Schalldämmmaß; Einzahlangabe des Schalldämm-Maßes eines Bauteils ohne flankierende Übertragung
R'_w	dB	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß; Einzahlangabe der Schalldämmung zwischen zwei Räumen unter Berücksichtigung aller in Frage kommenden Schallübertragungswege
$R_{s,w}$	dB	bewertetes Schalldämm-Maß des trennenden einschaligen massiven Bauteils
$R_{Dd,w}$	dB	bewertetes Direktschalldämm-Maß; Einzahlangabe der Schalldämmung eines Bauteils, bei der ausschließlich die Schallübertragung über das Bauteil selbst unter Ausschluss jeglicher anderer Übertragungswege betrachtet wird
$R_{e,i,w}$	dB	bewertetes flächenbezogenes Schalldämm-Maß von Elementen; auf die übertragende Gesamtfläche S_s bezogenes bewertetes Schalldämm-Maß des Elementes i
$R_{i,j,w}$	dB	bewertetes Flankendämm-Maß; Einzahlangabe des Schalldämm-Maßes für die flankierende Übertragung auf dem Übertragungsweg ij , bei welchem das Bauteil i im Senderraum angeregt und über das Bauteil j im Empfangsraum Schallleistung abgestrahlt wird
$L_{n,w}$	dB	bewerteter Norm-Trittschallpegel; Einzahlangabe des Trittschallpegels einer Decke ohne flankierende Übertragung, bezogen auf eine Bezugsabsorptionsfläche $A_0 = 10 \text{ m}^2$
$L'_{n,w}$	dB	bewerteter Norm-Trittschallpegel am Bau; Einzahlangabe des Trittschallpegels einer Decke am Bau unter Berücksichtigung aller in Frage kommenden Schallübertragungswege, bezogen auf eine Bezugsabsorptionsfläche $A_0 = 10 \text{ m}^2$
$L'_{n,eq,0,w}$	dB	äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel einer Rohdecke ohne Deckenauflage
ΔL_w	dB	bewertete Trittschallminderung; Einzahlangabe zur Kennzeichnung der Verbesserung der Trittschalldämmung einer Massivdecke durch eine Deckenauflage
ΔR_w	dB	Verbesserung des bewerteten Schalldämm-Maßes durch eine auf einem Bauteil (Trenn- oder Flankenbauteil) zusätzlich angebrachte Vorsatzkonstruktion



Formelzeichen	Einheit	Bedeutung
$\Delta R_{ij,w}$	dB	gesamte bewertete Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch Vorsatzkonstruktionen; Verbesserung des bewerteten Schalldämm-Maßes durch auf dem betrachteten Übertragungsweg ij zusätzlich angebrachte Vorsatzkonstruktionen im Sende- (i) und/ oder im Empfangsraum (j)
K_{AL}	dB	Korrekturwert für Außenlärm; Wert zur Festlegung der Anforderung an den Schallschutz von Außenbauteilen unter Berücksichtigung des Verhältnisses der schallübertragenden Fassadenfläche zur Grundfläche des Empfangsraumes
L_a	dB	maßgeblicher Außengeräuschpegel; Pegel für die Bemessung der Schalldämmung zum Schutz gegen Außengeräusche
K_1	dB	Korrekturwert Flankenübertragung Trittschall Holzbau Df; Wert zur Berücksichtigung der Flankenübertragung auf dem Weg Df bei Trittschallanregung im Holzbau
K_2	dB	Korrekturwert Flankenübertragung Trittschall Holzbau Dff; Wert zur Berücksichtigung der Flankenübertragung auf dem Weg Dff bei Trittschallanregung im Holzbau
K	dB	Korrekturwert Flankenübertragung Trittschall Massivbau; Wert zur Berücksichtigung der flankierenden Übertragung bei Trittschallanregung
K_T	dB	Korrekturwert räumliche Zuordnung Trittschall; Wert für die räumliche Zuordnung von Sende- und Empfangsraum zur Ermittlung des bewerteten Norm-Trittschallpegels, gemäß DIN 4109-2, Tab.2
L_{eq}	dB	äquivalenter Dauerschallpegel
L_{AF}	dB	A-bewerteter Schalldruckpegel; mit der Frequenzbewertung A und der Zeitbewertung F „Fast“ bewerteter Schalldruckpegel, als Maß für die Stärke eines Geräusches
$L_{AF,95}$	dB	Grundgeräuschpegel; der in 95% der Messzeit überschrittene A-bewertete Schalldruckpegel, der mit Anzeigedynamik Fast gemessen wurde
L_{ap}	dB	Armaturengeräuschpegel; A-bewerteter Schalldruckpegel als charakteristischer Wert für das Geräuschverhalten einer Armatur
L_{In}	dB	Installations-Schallpegel gemäß DIN 52219
$L_{AF,max,n}$	dB	maximaler Norm-Schalldruckpegel: mit der Zeitkonstante „Fast“ gemessener A-bewerteter Maximalpegel, bezogen auf die Bezugsabsorptionsfläche $A_0 = 10 \text{ m}^2$ für Einzelgeräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude
$L_{AF,max,nT}$	dB	maximaler Standard-Schalldruckpegel: mit der Zeitkonstante „Fast“ gemessener A-bewerteter Maximalpegel, standardisiert auf die Bezugsnachhallzeit von 0,5 s für Einzelgeräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude
L_r	dB	Beurteilungspegel; Maß für die Stärke der Schallbelastung innerhalb der Beurteilungszeit T_r
$D_{n,f,w}$	dB	bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz; Einzahlangabe der auf eine Bezugsabsorptionsfläche $A_0 = 10 \text{ m}^2$ bezogene Schalldruckpegeldifferenz, wenn die Übertragung nur über einen festgelegten Flankenweg stattfindet
$D_{n,w}$	dB	bewertete Norm-Schallpegeldifferenz; Einzahlangabe der Schallpegeldifferenz zwischen zwei Räumen unter Berücksichtigung aller in Frage kommenden Schallübertragungswege, bezogen auf eine Bezugsabsorptionsfläche $A_0 = 10 \text{ m}^2$
$D_{nT,w}$	dB	bewertete Standard-Schallpegeldifferenz; Einzahlangabe der unter Baubedingungen in Terzbändern ermittelten Schallpegeldifferenz zwischen zwei Räumen, bezogen auf eine Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5 \text{ s}$
m'	kg/m ²	flächenbezogene Masse; Masse je Flächeneinheit eines flächigen Bauteils
s'	MN/m ³	Dynamische Steifigkeit
l	m	Kantenlänge des flankierenden Bauteils
l_0	m	Bezugslänge; für Decken, Unterdecken, Fußböden = 4,5 m; für Wände = 2,8 m
C	dB	Spektrum-Anpassungswert; Wert, addiert zur entsprechenden Einzahlangabe für die Luftschallübertragung (R_w , R'_w , $D_{nT,w}$), zur Berücksichtigung der Merkmale bestimmter Schallspektren und z.B. typischen Lärms innerhalb von Wohnungen

Formelzeichen	Einheit	Bedeutung
C_{tr}	dB	Spektrum-Anpassungswert Straßenverkehr; Wert, addiert zur entsprechenden Einzahlangabe für die Luftschallübertragung (R_w , R'_w , $D_{nT,w}$), zur Berücksichtigung der Merkmale bestimmter Schallspektren und tieffrequenten Lärms, z.B. von innerstädtischem Straßenverkehr
C_l	dB	Spektrum-Anpassungswert Trittschall; Wert, addiert zur entsprechenden Einzahlangabe für die Trittschallübertragung (R_w , R'_w , $D_{nT,w}$), zur Berücksichtigung der Merkmale bestimmter Anregevorgänge und insbesondere hoher Trittschallpegel bei tiefen Frequenzen
K_{ij}	dB	Stoßstellendämm-Maß; Größe zur Beschreibung der Minderung der Körperschallübertragung an einer im Übertragungsweg liegenden Diskontinuität (Stoßstelle) gemäß DIN EN ISO 10848-1
$\Delta R_{w,Tr}$	dB	Zweischaligkeitszuschlag; Berücksichtigung der höheren Schalldämmung von massiven zweischaligen Trennwänden (Haustrennwänden) gegenüber der gleichschweren einschaligen Konstruktion

1.5 Angaben zum Berechnungsverfahren

Das in der bauaufsichtlich eingeführten DIN 4109 (11.1989) für den Massivbau verwendete Rechenverfahren basiert auf den in den Sechzigerjahren üblichen schweren Bauweisen mit kleinteiligen Steinformaten. Für heute verwendete leichte Baustoffe und Konstruktionen ist das Verfahren nicht mehr sinnvoll anwendbar und führt teilweise zu signifikanten Fehleinschätzungen.

Seit dem Jahr 2000 ist die europäische Normengruppe EN 12354 als DIN eingeführt; von den dort vorgestellten zwei unterschiedlich komplexen Verfahren für den Massivbau bietet sich die Verwendung des sogenannten vereinfachten Verfahrens aufgrund der Ausgewogenheit von Aufwand und Rechengenauigkeit an.

Nach langer Bearbeitungszeit erschien im Juli 2016 die neue DIN 4109 sowie im Januar 2018 eine Überarbeitung der Normenteile 1 und 2. seit Januar 2019 ist die neue Normengruppe DIN 4109 in den Ländern auf Basis der jeweils landesspezifisch angepassten MVV TB (in NRW beispielsweise mit der VV TB NRW) bauaufsichtlich eingeführt worden. Die im Rahmen dieses Schallschutznachweises beschriebenen Rechenalgorithmen für den Massivbau beruhen im Wesentlichen auf dem vereinfachten Verfahren der DIN EN 12354; für einige konstruktive Sonderfälle (z.B. zweischalige Gebäudetrennwand) wurden abweichende Rechenansätze herangezogen. Insgesamt bestehen punktuell noch offene Fragen (insbesondere im Bereich der Bauteilkataloge), die derzeit im Einzelfall durch ingenieurmäßige Abschätzungen beantwortet werden müssen. Für nicht massive Baukonstruktionen (Konstruktionen in Holz-, Leicht- und Mischbauweise) wurde das vorhandene europäische Rechenverfahren erweitert und basiert grundsätzlich auf Messwerten. Auch wenn die jeweilige landesspezifische VV TB (z.B. die VV TB NRW) im Rahmen der bauaufsichtlichen Nachweisführungen für einige Bereiche des Massivbaus noch die Anwendung der alten DIN 4109 Bbl. 1 (11.1989) erlaubt, wird hier grundsätzlich nur nach neuer DIN 4109 gerechnet.

1.6 Baukontrollen

1.6.1 Hinweis zu landesrechtlichen Regelungen

Einige Bundesländer, wie z.B. Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Hessen, fordern während der Bauausführung stichprobenhafte Kontrollen darüber, dass die baulichen Anlagen und deren gebäudetechnische Ausrüstungen entsprechend dem Schallschutznachweis errichtet werden.

In NRW und Niedersachsen müssen diese Baukontrollen durch den staatlich anerkannten Sachverständigen, der die Nachweise aufgestellt oder geprüft hat, durchgeführt werden. In Hessen müssen diese Baukontrollen durch den Nachweisberechtigten, der die Nachweise aufgestellt, oder den Prüfenieur, der die Nachweise geprüft hat, durchgeführt werden.

1.6.2 Rechtlicher Hintergrund

Gemäß §68 Bauordnung NRW hat sich der zuständige staatlich anerkannte Sachverständige, der auch den Schallschutznachweis aufgestellt bzw. geprüft hat, durch stichprobenhafte Kontrollen davon zu überzeugen, dass die baulichen Anlagen entsprechend den Vorgaben des Schallschutznachweises errichtet werden. Nach Fertigstellung des Bauvorhabens erstellt er gemäß §84 (4) Bauordnung NRW hierüber eine Bescheinigung. Diese Bescheinigung ist bei genehmigungspflichtigen Bauvorhaben spätestens mit der Anzeige der Fertigstellung der unteren Bauaufsichtsbehörde vorzulegen. Bei genehmigungsfreien Gebäuden muss diese Bescheinigung vom Bauherrn aufbewahrt werden.

1.6.3 Umfang und Zeitpunkt

In §84 Bauordnung NRW ist die Rede von „stichprobenhaften Baukontrollen“. Der Plural impliziert, dass hierbei mehr als ein bzw. mindestens zwei Baustellentermine durchzuführen sind. Bei komplexen Gebäuden und je nach Baufortschritt können mehr Kontrolltermine notwendig werden. Ferner werden nicht alle baulichen Anlagen vor Ort kontrolliert, sondern – im Sinne einer Stichprobe – die wichtigsten Aspekte. In diesem Sinne werden normalerweise z.B. die nachfolgenden Punkte in Augenschein genommen:

- Abmessungen und Bauteilkenndaten (z.B. Rohdichten, dynamische Steifigkeiten) der Bauteile
- Anschlüsse der Trennbauteile an flankierende Bauteile
- Schalldämm-Maße der eingebauten Fenster und Türen
- Trittschalldämmung und Randdämmstreifen bei Bodenaufbauten (z.B. bei Bodenplatten und Geschossdecken)
- Anschlüsse der Treppen an Treppenraumwände bzw. Podeste
- Anschlüsse der Sanitärinstallationen

Der verantwortliche Bauleiter trägt dafür Sorge, frühzeitig eine Terminabstimmung vorzunehmen, so dass die vorgenannten Aspekte vor Ort in Augenschein genommen werden können.

1.6.4 Konsequenz versäumter Baukontrollen

Wurden Baukontrollen nicht oder nicht in dem erforderlichen Umfang vorgenommen, darf der Sachverständige gemäß §23 (2) Sachverständigenverordnung NRW (SV-VO NRW) keine Bescheinigung bei Fertigstellung ausstellen. Die Ingenieurkammer NRW hat im Mai 2015 in einem Rundschreiben an die staatlich anerkannten Sachverständigen ausdrücklich darauf hingewiesen, dass ansonsten ein Pflichtverstoß nach §6, Absatz (1) SV-VO vorliegt.

Haben stichprobenhafte Kontrollen nicht stattgefunden, ist vom Bauherrn in Abstimmung mit der Bauaufsicht festzulegen, welche Ersatzmaßnahmen erforderlich sind, um die Freigabe der Nutzung zu erreichen.

1.7 Spektrum-Anpassungswerte

Die Ermittlung des vorhandenen bewerteten Luftschalldämm-Maßes eines Bauteiles (z.B. Wand, Decke, Tür, Fenster, Fassadenelement) erfolgt nach der entsprechenden Norm mit einem Schallsignal, das stationär sein und im betrachteten Frequenzbereich ein kontinuierliches Spektrum besitzen muss. Wenn Breitbandrauschen verwendet wird, darf das Spektrum angepasst werden – grundsätzlich wird seitens der Norm ein weißes Rauschen empfohlen.

Die Bestimmung des bewerteten Luftschalldämm-Maßes (→ Einzahlangabe mit Index w) erfolgt dann anhand der zulässigen Abweichungen zur Bewertungskurve im Frequenzbereich von 100 bis 3150 Hz; außerhalb dieses Bereiches auftretende akustische Effekte (insbesondere im tieffrequenten Bereich, wie z.B. das sogenannte „Estrichdröhnen“) werden damit nicht erfasst.

Zusammenfassend kann hinsichtlich der Interpretation der so ermittelten Luftschalldämm-Maße R'_w bzw. R_w konstatiert werden, dass

- dass der Messung / Berechnung zugrundeliegende Schallsignal mit realen Geräuschen wie z.B. Straßenverkehr, Kinderspielen, Gewerbelärm in der Regel wenig gemeinsam hat und dass
- der im Rahmen der Kennwertermittlung betrachtete Frequenzbereich gegenüber dem realen Umgebungsgeräusch unter Umständen deutlich eingeschränkt ist.

Als Kompensation dieser Problempunkte (vgl. dazu auch entsprechende Planungshinweise in DIN 4109-2 und VDI 4100) stehen im Rahmen des zivilrechtlichen Nachweises (nicht beim bauaufsichtlichen Nachweis) sogenannte Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} zu Verfügung; sie dienen zur Quantifizierung der Eigenarten unterschiedlicher Geräuschkpektren sowie zur Erfassung von Schalldämmkurven mit einem sehr niedrigen Wert in einem einzelnen Bereich. Sie werden nicht mit in die Einzahlangabe der Schalldämm-Maße oder Norm-Schallpegeldifferenzen aufgenommen, sondern als separate Angaben ergänzt. In der nachfolgenden, der DIN EN ISO 717-1 entnommenen Tabelle wird eine Reihe von verschiedenen Geräuschquellen den Spektrum-Anpassungswerten zugeordnet; diese Tabelle kann als Richtlinie für die Anwendung der Spektrum-Anpassungswerte für die Einstufung der Schalldämmung in Bezug auf diese Geräuschquellen im Frequenzbereich 100 bis 3150 Hz herangezogen werden.

Tabelle 1.7-1 Entsprechende Spektrum-Anpassungswerte für verschiedene Arten von Geräuschquellen gemäß DIN EN ISO 717-1

Art der Geräuschquelle	Entsprechender Spektrum-Anpassungswert
Wohnaktivität (Unterhaltung, Musik, Radio, TV) Spielende Kinder Schienenverkehr bei mittlerer und hoher Geschwindigkeit Autobahnverkehr > 80 km/h Düsenflugzeug in geringem Abstand Betriebe, die überwiegend mittel- und hochfrequente Geräusche abstrahlen	C (Spektrum Nr 1)
Städtischer Straßenverkehr Schienenverkehr bei geringer Geschwindigkeit Propellerflugzeug Düsenflugzeug in großem Abstand Discomusik Betriebe, die überwiegend nieder- und mittelfrequente Geräusche abstrahlen	C_{tr} (Spektrum Nr 2)

Sollen zusätzlich außerhalb des bauaufsichtlich relevanten Bereiches von 100 bis 3150 Hz besonders hoch- oder tieffrequente Geräusche oder Effekte berücksichtigt werden, so kann das Frequenzband der Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} entsprechend erweitert werden, beispielsweise zu $C_{50-5000}$ oder $C_{tr50-5000}$.

2 Anforderungen an den Schallschutz

2.1 Rechtliche Hintergründe

Die *bauaufsichtlich eingeführte* – und damit verbindlich im Entwurfsprozess umzusetzende – Schallschutznorm DIN 4109-1 bildet mit ihren Anforderungen an den Schallschutz von Bauteilen sowie den begrenzenden Anforderungen an Geräusche aus Wasserinstallationen sowie haustechnischen Anlagen lediglich die *Basisanforderungen* im Sinne einer Vorbeugung gegenüber gesundheitsschädlichen Folgeerscheinungen ab. Mit dieser Forderung nach der Erfüllung eines medizinisch erforderlichen Mindestschallschutzes hat der Gesetzgeber seine Aufgabe im Sinne einer Gesundheitsvorsorge erfüllt. Daraus folgt, dass die Anforderungen der DIN 4109-1 – zumindest bei Neubaumaßnahmen und in der Regel auch beim Bauen im Bestand – zwingend einzuhalten und bautechnisch umzusetzen sind.

Der *zivilrechtliche geschuldete Schallschutz* ergibt sich jedoch aus der geplanten Verwendung und Wertigkeit des betrachteten Gebäudes. Dabei ist auch zu bedenken, dass allein schon eine Beschreibung des Bauobjektes (z.B. in der Präambel von Baubeschreibungen) als „gehobene“, „zeitgemäße“ oder ähnliche Bauweise bereits in konkludenter Form (also ohne die Erfordernis weiterer Vereinbarungen) die Schuldung eines im Vergleich zu DIN 4109-1 ggf. sehr deutlich verbesserten Schallschutzes beinhaltet.

Grundsätzlich wird in den diversen Regelwerken sowie insbesondere auch in den entsprechenden BGH-Urteilen eine Planung entsprechend den „Allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T)“ verlangt. Da diese in der Regel jedoch nicht als Zahlenwerte oder Baukonstruktionen verbindlich formuliert

worden sind, zielt diese Vorgabe der a.a.R.d.T. auf eine frühzeitige, fundierte Beratung des Bauherrn oder Architekten durch den Fachplaner ab.

Zur Einschätzung und Festlegung der Anforderungen für Mehrfamilienwohngebäude stehen dazu – neben DIN 4109-1 – unterschiedliche Referenzwerke zur Verfügung, z.B. DIN SPEC 91314, DIN 4109-5, die zurückgezogene, jedoch häufig genutzte VDI 4100 von 2007, die neue VDI 4100 von 2012 oder die DEGA Empfehlung 103 (für den eigenen Wohnbereich sei hier noch ergänzend auf das DEGA Memorandum 104 hingewiesen). Insgesamt ergeben sich dadurch 15 unterschiedliche Vorschläge für Anforderungsniveaus im baulichen Schallschutz.

Die folgend aufgeführten fünf Niveaus für Mehrfamilienhäuser beschreiben die zu erwartende Geräuschwahrnehmung in Abhängigkeit der - in den Regelwerken dargestellten - Schallschutzqualitäten.

Hinweis

Die Baukosten steigen bei der Wahl besonders hoher Schallschutzqualitäten erheblich.

Tabelle 2.1-1 Beschreibung verschiedener Anforderungsniveaus im baulichen Schallschutz

Art der Geräuschemission	Wahrnehmung der Immission aus der Nachbarschaft bei einem Hintergrundpegel von 20 dB(A) und üblicher Raumgröße ¹⁾				
	Mindestschallschutz DIN 4109-1	Erhöhter Schallschutz nach DIN 4109-5	VDI 4100 (10.2012) SSt II	VDI 4100 (10.2012) SSt III	DEGA 103 Klasse A*/A
Laute Sprechweise	tlws. verstehbar, i. A. hörbar	i. A. verstehbar	i. A. nicht verstehbar	i. A. nicht verstehbar	nicht verstehbar, noch hörbar
Angehobene Sprechweise	i. A. nicht verstehbar, noch hörbar	i. A. nicht verstehbar	nicht verstehbar	nicht verstehbar	nicht verstehbar, nicht hörbar
Normale Sprechweise	nicht verstehbar, noch hörbar	nicht verstehbar	nicht hörbar	nicht hörbar	nicht verstehbar, nicht hörbar
Sehr laute Musik (Party)	sehr deutlich hörbar	sehr deutlich hörbar	deutlich hörbar	noch hörbar	noch hörbar
Laute Musik (auch Radio / TV)	sehr deutlich hörbar	deutlich hörbar	i. A. hörbar	kaum hörbar	kaum hörbar
Normal laute Musik	deutlich hörbar	hörbar	kaum hörbar	nicht hörbar	nicht hörbar
Spielende Kinder	deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	kaum hörbar	nicht hörbar
Gehgeräusche	hörbar	noch hörbar, i. A. nicht störend	nicht störend	nicht störend	nicht hörbar
Nutzergeräusche		hörbar	noch hörbar	i. A. nicht hörbar	
Haustechnische Anlagen	hörbar	noch hörbar, geleg. störend	i. A. nicht störend	nicht / nur selten störend	nicht hörbar
Sanitär- und Wasserinstallation	hörbar	noch hörbar			nicht hörbar
Betätigungsspitzen	(gut) hörbar	hörbar			nicht hörbar
Haushaltsgeräte	deutlich hörbar	hörbar	kaum hörbar	i. A. nicht hörbar	nicht hörbar

¹⁾ Abkürzungen: i. A. = im Allgemeinen, tlws. = teilweise, geleg. = gelegentlich

2.3.1 Überlagerung mehrerer Schallimmissionen

Rührt die Geräuschbelastung von mehreren (gleich- oder verschiedenartigen) Quellen her, so berechnet sich der resultierende Außenlärmpegel $L_{a,res.}$ jeweils getrennt für Tag und Nacht, aus den einzelnen maßgeblichen Außenlärmpegeln $L_{a,i}$ wie folgt:

$$L_{a,res.} = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_{a,i}}$$

Im Sinne einer Vereinfachung werden dabei unterschiedliche Definitionen der einzelnen maßgeblichen Außenlärmpegel in Kauf genommen. Die Addition des Zuschlags von 3 dB(A) darf nur einmal, mithin auf den Summenpegel, erfolgen.

Für die von der maßgeblichen Lärmquelle abgewandten Gebäudeseiten darf der maßgebliche Außenlärmpegel ohne besonderen Nachweis

- bei offener Bebauung um 5 dB(A),
- bei geschlossener Bebauung bzw. bei Innenhöfen um 10 dB(A) gemindert werden.

Sind Lärmschutzwände oder Lärmschutzwälle vorhanden, darf der maßgebliche Außenlärmpegel gemindert werden (Nachweis siehe 16. BImSchV). Sofern es im Sonderfall gerechtfertigt ist, sind zur Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels auch Messungen zulässig.

2.7 Anforderungen an den Luft- und Trittschallschutz bei „besonders lauten Räumen“

Als besonders laute Räume werden in DIN 4109-1 Räume bezeichnet, in denen häufig der Schalldruckpegel des Luftschalls $L_{AF,max} > 75$ dB beträgt und/oder in denen häufigere und größere Körperschallanregungen stattfinden als in Wohnungen.

Anmerkung 1:

$L_{AF,max}$ ist nach DIN EN ISO 10052 die kennzeichnende Größe für die Einwirkung von Störgeräuschen aus Wasserinstallationen und sonstigen gebäudetechnischen Anlagen auf zu schützende Aufenthaltsräume, die mit der Frequenzbewertung A und der Zeitbewertung F (Fast) gemessen wird. Wird diese Größe auf eine Absorptionsfläche $A_0 = 10 \text{ m}^2$ bezogen, so wird der Index „n“ ergänzt; bei Bezug auf einen vor Ort gemessenen Bezugswert k der Nachhallzeit im Empfangsraum erhält sie den Index „nT“.

Typische Beispiele sind Räume von Handwerks- und Gewerbebetrieben, Technikräume, Verkaufsstätten, Gasträume von Gaststätten etc., Küchenräume von Beherbergungsstätten, Krankenhäusern, Sanatorien, Schwimmbäder, Spiel- und ähnliche Gemeinschaftsräume, Musikräume etc., vgl. dazu DIN 4109-1 Abs. 8 (S. 20).

Schutzbedürftige Räume im Sinne der DIN 4109-1 Abs 3.16 sind beispielsweise Wohnräume (einschließlich Wohndielen und Wohnküchen), Schlafräume (einschließlich Übernachtungsräumen in Beherbergungsstätten), Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien, Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen, Büroräume, Praxisräume, Sitzungsräume und ähnliche Arbeitsräume.

Betriebe im direkten Zusammenhang mit eigenen Büroräumen und ähnlichem

Häufig steht die Frage im Raum, ob im Rahmen der bauaufsichtlichen Nachweisführung diese Anforderungen grundsätzlich zu befriedigen sind – ob sie also auch im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich anzuwenden sind. Die Formulierungen in den Abschnitten 8 und 9 der Norm sind in dieser Hinsicht leider nicht durchweg konsistent oder eindeutig.

Zur Beantwortung werden hier herangezogen:

1. DIN 4109-1 (01.2018)
2. Stellungnahme des NA 005-55-74 AA vom 19. April 2021
3. Fischer, H.-M.; Schneider, M.: Handbuch zu DIN 4109 – Schallschutz im Hochbau, 1. Auflage 2019, Deutsches Institut für Normung, Berlin 2019

Die DIN 4109-1 erhebt entsprechend Abschnitt 1 „Anwendungsbereich“ Anforderungen zum Schutz gegen Geräusche aus fremden Räumen und gegen Geräusche aus Anlagen der TGA sowie aus Gewerbe- und Industriebetrieben, die im selben oder in baulich damit verbundenen Gebäuden vorhanden sind (Basis ist die TA Lärm, die diese Anforderung für fremde Gewerbe- und Industriebetrieben erhebt). Weiterhin wird in diesem Abschnitt ausgeführt, dass die Anforderungen (mit Ausnahme derer gegen - die vom Nutzer nicht beeinflussbaren - Geräusche aus RLT-Anlagen) nicht für den eigenen Wohn- und Arbeitsbereich gelten.

Nach Einschätzung des Normausschusses erhebt die DIN 4109-1 grundsätzlich (bis auf wenige Ausnahmen) keine Anforderungen an den Schallschutz im eigenen Bereich. Damit gelten die Anforderungen nach Tab. 8 der DIN 4109-1 für betriebsfremde Räume, also ausdrücklich nicht für Büros, die dem Betriebszweck eines Betriebes dienen - jedoch immer für Wohnungen, die in baulicher Verbindung zu einem eigenen Betrieb stehen. Als Basis dieser Auslegung wird auch hier die TA Lärm gesehen.

Fischer und Schneider konstatieren auf Seite 159 in Absatz 6: „Dass bei den Anforderungen nicht die Geräte und Anlagen im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich gemeint sind, hat in der DIN 4109 Tradition“. Weiterhin wird auf den (im Vorfeld schon angeführten) Anwendungsbereich der Norm verwiesen. Und auf Seite 86 im Absatz 3 heißt es: „Der ... geltend gemachte Schallschutz gilt ... stets aber (mit einer Ausnahme) aus einem fremden Bereich“.

3 Nachweisführung

3.2.1.2 Allgemeine Ausführungshinweise

- Schwimmender Estrich ist schallbrückenfrei zu erstellen. Ein Hinterlaufen der Schrenzlage durch Estrichbestandteile ist zu verhindern.
- Auf eine vollständige Entkopplung zwischen Estrich und seitlichen Wänden, z.B. durch Mineralwolle-Randdämmstreifen, ist zu achten.
- Randdämmstreifen sind bis zur Oberkante des Fußbodenbelages zu erstellen.

- Trockenbauwände / Metallständerwände sind nach den Arbeitsvorlagen der Hersteller unter sorgfältigster Beachtung auszuführen.
- Die Anforderungen und Hinweise der DIN 4109 zum Schutz gegen Geräusche von haustechnischen Anlagen und Installationsgeräuschen sowie zur Schallübertragung durch Schächte und Kanäle sind zu beachten.
- Wasser- und Abwasserleitungen dürfen keine starre Verbindung zum Baukörper aufweisen.
- Löcher in den Trenndecken, die nicht mehr gebraucht werden, sind wieder auszubetonieren oder anderweitig massiv zu füllen. Durchlaufende Rohre dürfen keinen Kontakt zur Verfüllung haben (Schallentkopplung).
- Leichte flankierende Bauteile, die keine tragenden Eigenschaften haben, sind sofern möglich von dem trennenden Bauteil zu entkoppeln. Andernfalls sollten sie aus schallschutztechnischer Sicht möglichst dick ausgeführt werden.

5 Anmerkungen zum Nachweis

Der Schallschutznachweis basiert auf den aktuell geltenden Normen, bzw. dem aktuellen Stand der Technik zur Ermittlung der Schalldämm-Maße für Außenbauteile. Eine Ermittlung der sich einstellenden Innenpegel nach VDI 2719 wurde nicht vorgenommen. Sollte eine Ermittlung der maximal zu erwartenden Innenpegel erwünscht sein, kann diese bei Bedarf vorgenommen werden.

Eine Spitzenpegelbetrachtung für den Außenlärm wurde nicht vorgenommen. Aufgrund von kurzzeitigen Spitzenpegeln kann es somit zu erhöhten Innenpegeln kommen. Eine zusätzliche Bemessung der Außenbauteile kann bei Bedarf erstellt werden.

Veränderungen von Konstruktionen (Bauteilstärken, Materialien, etc.) und Raumanordnungen haben eine Neuberechnung des Schallschutznachweises zur Folge. Der Nachweisersteller ist über jede gewünschte schallschutztechnisch relevante Veränderung schnellstmöglich zu informieren.

Der Nachweis basiert auf den Angaben der Architekten und des Bauherrn.



ANLAGE 2 - BERECHNUNGEN ZUM NACHWEIS

ENOTHERM GmbH

Hauer 12

44227 Dortmund

Philipp Jankowiak, M. Sc.

0231 725464-15

p.jankowiak@enotherm.de

E23-022

07.04.2025

Schalltechnische Untersuchung

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

Karl-Brauckmann-Straße 5

59439 Holzwickede

Genehmigungsplanung - Bauakustik gemäß DIN 4109

Inhaltsverzeichnis

	Seite
IW 01 Holz: Unterricht - Unterricht	3
IW 02 Holz: Flur - Unterricht	7
IW 03 Mobile Trennwand: Unterricht - Unterricht	11
IW 04 Massiv: Bällebad - Therapie	15
IW 05 Massiv: Flur - Therapie	19
IW 06 Massiv + VSS: Unterricht zu Technik	23
Süd: Unterricht 01 - Neubau	27
Süd: Unterricht 02 - Neubau	31
Süd/West: Unterricht - Neubau	35
West: Büroräume / Besprechung - Neubau	39
West: Unterricht 01 - Bestand	43
West: Unterricht 02 - Bestand	47
Zwischenbereich: Unterricht - Bestand	51
Nord/Ost: Unterricht - Neubau	55
Ost: Unterricht - Neubau	59
Ost: Unterricht 01 - Bestand	63
Ost: Unterricht 02 - Bestand	67
Süd: Therapie / Unterricht - Bestand	71

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

IW 01 Holz: Unterricht - Unterricht

Berechnung der Schalldämmung zwischen den Räumen:

Therapie (A1-23)

und

Gruppenraum (A1-24)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule

Schema Raumsituation

IW 01 Holz: Unterricht - Unterricht

Raum 1: Therapie (A1-23)

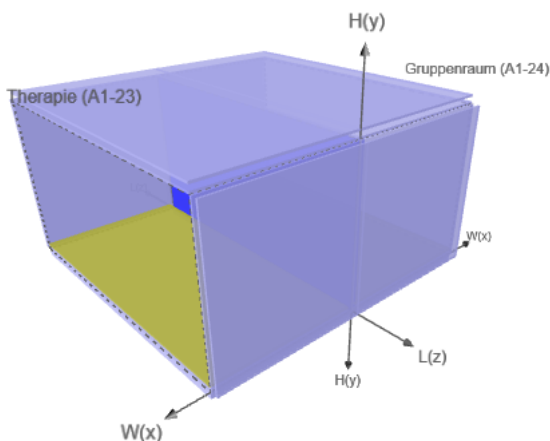
Volumen $V1 = 85.55 \text{ m}^3$

$L \times W \times H$: $6.8 \times 3.48 \times 3.615 \text{ [m]}$

Raum 2: Gruppenraum (A1-24)

Volumen $V2 = 85.55 \text{ m}^3$

$L \times W \times H$: $6.8 \times 3.48 \times 3.615 \text{ [m]}$




Trennbauteil

Fläche = 24.58 m^2

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Ingenieurmäßige Abschätzung für das bewertete Schalldämm-Maß der Holzständerwand
(Doppelständerwand)
 $R_w = 54.0 \text{ dB}$

Luftschallübertragung nach DIN 4109-2:2018-01

Standard-Schallpegeldifferenz (Raum 1 -> Raum 2) inkl. Sicherheitsbeiwert $u\text{-prog} = 2 \text{ dB}$	$D_{nT,w}$	47.5 dB	
bewertetes Bauschalldämm-Maß inkl. Sicherheitsbeiwert $u\text{-prog} = 2 \text{ dB}$	R'_w	47.0 dB	
Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Tab. 2 für: Schulen und vergleichbare Einrichtungen - Wände zwischen Unterrichtsräumen, Fluren	erf. R'_w	47 dB	Anforderung $R'_w \geq \text{erf. } R'_w$ erfüllt 

Flankenbauteile Raum 1

Flankenbauteile Raum 2

Flanke (vorne)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 3.62 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 12.58 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:

Abschätzung:

Anschluss an Außenwand in Holzbauweise, Vorsatzschalen im Brüstungsbereich der Trennwand unterbrochen, Anschluss an Blindpaneel Fenster

bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} = 50.0 \text{ dB}$

Flanke (vorne)

Flankenfläche $A_f = 12.58 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F1 (Raum 1)

Flanke (Decke)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 6.80 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 23.66 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:

Anschluss an Pultdach in Holzbauweise, Dachkonstruktion wird nicht durch Trennwand unterbrochen, Dachschalung und Wärmedämmung laufen durch

bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} = 53.0 \text{ dB}$

Flanke (Decke)

Flankenfläche $A_f = 23.66 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F2 (Raum 1)

Flanke (hinten)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 3.62 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 12.58 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:

Anschluss an Flurwand in Holzbauweise, Vorsatzschalen im Bereich der Trennwand unterbrochen

bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} = 68.0 \text{ dB}$

Flanke (hinten)

Flankenfläche $A_f = 12.58 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F3 (Raum 1)

Flanke (Boden)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 6.80 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 23.66 \text{ m}^2$

Vorsatzkonstruktion (Raum 1):

C : schwimmender Estrich (Zement- / Calciumsulfat)

flächenbezogene Masse $m' = 140 \text{ kg/m}^2$; dynamische Steifigkeit der Dämmschicht $s' = 30 \text{ MN/m}^3$; $\Delta R_w = 6.8 \text{ dB}$ ($f_0 = 87 \text{ Hz}$)

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 384 \text{ kg/m}^2$

bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 57.7 \text{ dB}$

Flanke (Boden)

Flankenfläche $A_f = 23.66 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F4 (Raum 1)

Detailergebnisse Luftschallübertragung

Trennbauteil

Korrekturwert Flankenentkopplung	KE	0 dB
Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch die Vorsatzschale im Raum 1	ΔR_w	0.0 dB ($f_0 = 0$ Hz)
Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch die Vorsatzschale im Raum 2	ΔR_w	0.0 dB ($f_0 = 0$ Hz)
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	$\Delta R_{Dd,w}$	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß (mit Vorsatzkonstruktion(en) und Flanken-Entkopplung)	$R_{Dd,w}$	54.0 dB

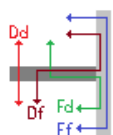
Flanke (vorne)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	52.8 dB	999.9 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	52.8 dB		

Flanke (Decke)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	55.1 dB	999.9 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	55.1 dB		

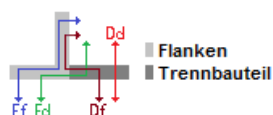
Flanke (hinten)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	70.8 dB	999.9 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	70.8 dB		

Flanke (Boden)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	10.2 dB	6.8 dB	6.8 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	-2.4 dB	0.0 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	71.1 dB	999.9 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	71.1 dB		

Übertragungswege Luftschall:



durchlaufende Flanke

abgewinkelte Flanken
(versetzte Räume)

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

IW 02 Holz: Flur - Unterricht

Berechnung der Schalldämmung zwischen den Räumen:

Flur Klassentrakt (A1-19)

und

Therapie (A1-23)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule
IW 02 Holz: Flur - Unterricht

Schema Raumsituation

Raum 1: Flur Klassentrakt (A1-19)

Volumen V1 = 80.26 m³

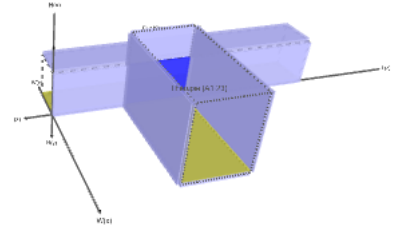
L x W x H: 15 x 2.09 x 2.56 [m]

Raum 2: Therapie (A1-23)

Volumen V2 = 103.88 m³

L x W x H: 3.48 x 6.8 x 4.39 [m]

Z-Versatz: 4.134 m




Trennbauteil

Fläche = 8.91 m²

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Ingenieurmäßige Abschätzung für das bewertete Schalldämm-Maß der Holzständerwand
R_w = 56.0 dB

Luftschallübertragung nach DIN 4109-2:2018-01

Standard-Schallpegeldifferenz (Raum 2 -> Raum 1) inkl. Sicherheitsbeiwert u-prog = 2 dB	DnT,w	58.3 dB	
bewertetes Bauschalldämm-Maß inkl. Sicherheitsbeiwert u-prog = 2 dB	R' _w	53.7 dB	Trennbauteilfläche < 10 m². Die Anforderungsgröße nach DIN 4109-1:2018-01 ist die Norm- Schallpegeldifferenz Dn,w
Norm-Schallpegeldifferenz inkl Sicherheitsbeiwert u-prog = 2 dB	Dn,w	54.2 dB	
Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Tab. 2 für: Schulen und vergleichbare Einrichtungen - Wände zwischen Unterrichtsräumen, Fluren	erf. Dn,w	47 dB	Anforderung Dn,w ≥ erf. Dn,w erfüllt 

Flankenbauteile Raum 1

Flankenbauteile Raum 2

Flanke (vorne)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 2.56 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 10.58 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Anschluss an Flurwand in Holzbauweise, Vorsatzschalen im
Bereich der Trennwand unterbrochen
bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} = 68.0 \text{ dB}$

Flanke (vorne)

Flankenfläche $A_f = 29.85 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F1 (Raum 1)

Flanke (Decke)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 3.48 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 31.35 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:

bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} = 53.0 \text{ dB}$

Flanke (Decke)

Flankenfläche $A_f = 6.37 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F2 (Raum 1)

Flanke (hinten)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 2.56 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 18.91 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Anschluss an Flurwand in Holzbauweise, Vorsatzschalen im
Bereich der Trennwand unterbrochen
bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} = 68.0 \text{ dB}$

Flanke (hinten)

Flankenfläche $A_f = 29.85 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F3 (Raum 1)

Flanke (Boden)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 3.48 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 31.35 \text{ m}^2$

Vorsatzkonstruktion (Raum 1):
C : schwimmender Estrich (Zement- / Calciumsulfat)
flächenbezogene Masse $m' = 140 \text{ kg/m}^2$; dynamische Steifigkeit
der Dämmschicht $s' = 30 \text{ MN/m}^3$; $\Delta R_w = 6.8 \text{ dB}$ ($f_0 = 87 \text{ Hz}$)

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 384 \text{ kg/m}^2$

bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 57.7 \text{ dB}$

Flanke (Boden)

Flankenfläche $A_f = 23.66 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F4 (Raum 1)

Detailergebnisse Luftschallübertragung

Trennbauteil

Korrekturwert Flankenentkopplung	KE	0 dB
Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch die Vorsatzschale im Raum 1	ΔR_w	0.0 dB ($f_0 = 0$ Hz)
Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch die Vorsatzschale im Raum 2	ΔR_w	0.0 dB ($f_0 = 0$ Hz)
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	$\Delta R_{Dd,w}$	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß (mit Vorsatzkonstruktion(en) und Flanken-Entkopplung)	$R_{Dd,w}$	56.0 dB

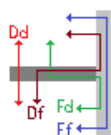
Flanke (vorne)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	999.9 dB	999.9 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	996.9 dB		

Flanke (Decke)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	999.9 dB	999.9 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	996.9 dB		

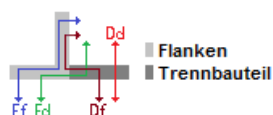
Flanke (hinten)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	999.9 dB	999.9 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	996.9 dB		

Flanke (Boden)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	10.2 dB	6.8 dB	6.8 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	-5.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	67.0 dB	999.9 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	67.0 dB		

Übertragungswege Luftschall:



durchlaufende Flanke

abgewinkelte Flanken
(versetzte Räume)

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

IW 03 Mobile Trennwand: Unterricht - Unterricht

Berechnung der Schalldämmung zwischen den Räumen:

Förderraum 01 (A1-21)

und

Förderraum 02 (A1-22)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule

Schema Raumsituation

IW 03 Mobile Trennwand: Unterricht - Unterricht

Raum 1: Förderraum 01 (A1-21)

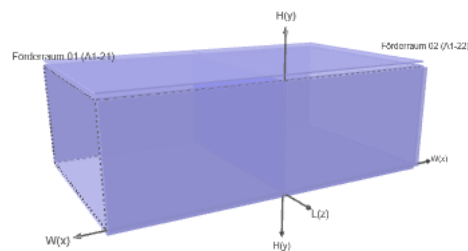
Volumen V1 = 140.24 m³

L x W x H: 6.8 x 5.705 x 3.615 [m]

Raum 2: Förderraum 02 (A1-22)

Volumen V2 = 141.84 m³

L x W x H: 6.8 x 5.77 x 3.615 [m]




Trennbauteil

Fläche = 24.58 m²

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Mobile Trennwand (Zusammengesetzte Wand)
erforderliches bewertetes Schalldämm-Maß der Mobilwand $R_w \geq 59$ dB
 $R_w = 54.0$ dB

Luftschallübertragung nach DIN 4109-2:2018-01

Standard-Schallpegeldifferenz (Raum 2 -> Raum 1) inkl. Sicherheitsbeiwert u-prog = 2 dB	$D_{nT,w}$	49.9 dB	
bewertetes Bauschalldämm-Maß inkl. Sicherheitsbeiwert u-prog = 2 dB	R'_w	47.3 dB	
Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Tab. 2 für: Schulen und vergleichbare Einrichtungen - Wände zwischen Unterrichtsräumen, Fluren	erf. R'_w	47 dB	Anforderung $R'_w \geq$ erf. R'_w erfüllt 

Flankenbauteile Raum 1

Flankenbauteile Raum 2

Flanke (vorne)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 3.62 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 20.62 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
erforderliche Norm-Flankenschallpegeldifferenz
bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} = 52.0 \text{ dB}$

Flanke (vorne)

Flankenfläche $A_f = 20.86 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F1 (Raum 1)

Flanke (Decke)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 6.80 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 38.79 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Anschluss an Pultdach in Holzbauweise, Dachkonstruktion wird
nicht durch Trennwand unterbrochen, Dachschalung und
Wärmedämmung laufen durch
bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} = 53.0 \text{ dB}$

Flanke (Decke)

Flankenfläche $A_f = 39.24 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F2 (Raum 1)

Flanke (hinten)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 3.62 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 20.62 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Anschluss an Flurwand in Holzbauweise, Vorsatzschalen im
Bereich der Trennwand unterbrochen
bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} = 68.0 \text{ dB}$

Flanke (hinten)

Flankenfläche $A_f = 20.86 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F3 (Raum 1)

Flanke (Boden)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 6.80 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 38.79 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:
0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 384 \text{ kg/m}^2$
bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 57.7 \text{ dB}$

Flanke (Boden)

Flankenfläche $A_f = 39.24 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F4 (Raum 1)

Detailergebnisse Luftschallübertragung

Trennbauteil

Korrekturwert Flankenentkopplung	KE	0 dB
Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch die Vorsatzschale im Raum 1	ΔR_w	0.0 dB ($f_0 = 0$ Hz)
Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch die Vorsatzschale im Raum 2	ΔR_w	0.0 dB ($f_0 = 0$ Hz)
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	$\Delta R_{Dd,w}$	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß (mit Vorsatzkonstruktion(en) und Flanken-Entkopplung)	$R_{Dd,w}$	54.0 dB

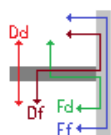
Flanke (vorne)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	54.8 dB	999.9 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	54.8 dB		

Flanke (Decke)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	55.1 dB	999.9 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	55.1 dB		

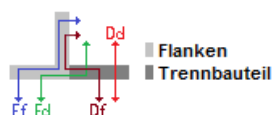
Flanke (hinten)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	70.8 dB	999.9 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	70.8 dB		

Flanke (Boden)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	-4.6 dB	0.0 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	58.7 dB	999.9 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	58.7 dB		

Übertragungswege Luftschall:



durchlaufende Flanke

abgewinkelte Flanken
(versetzte Räume)

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

IW 04 Massiv: Bällebad - Therapie

Berechnung der Schalldämmung zwischen den Räumen:

Therapie (C-25)

und

Bällebad (C-24)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule

Schema Raumsituation

IW 04 Massiv: Bällebad - Therapie

Raum 1: Therapie (C-25)

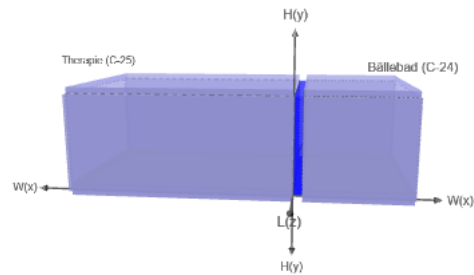
Volumen V1 = 64.63 m³

L x W x H: 4.53 x 5.73 x 2.49 [m]

Raum 2: Bällebad (C-24)

Volumen V2 = 30.96 m³

L x W x H: 4.53 x 2.745 x 2.49 [m]



Trennbau teil

Fläche = 11.28 m²

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m³) (1000 kg/m³)
0.24 m KS-Mauerwerk / Dünnbettmörtel (1900 kg/m³)
0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m³) (1000 kg/m³)

flächenbezogene Masse m' = 466 kg/m²
bewertetes Schalldämm-Maß R_w = 60.3 dB

Luftschallübertragung nach DIN 4109-2:2018-01

Standard-Schallpegeldifferenz (Raum 1 -> Raum 2) inkl. Sicherheitsbeiwert u-prog = 2 dB	DnT,w	54.4 dB		
bewertetes Bauschalldämm-Maß inkl. Sicherheitsbeiwert u-prog = 2 dB	R'w	55.0 dB		
Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Tab. 2 für: Schulen und vergleichbare Einrichtungen - Wände zwischen Unterrichtsräumen und 'lauten' Räumen	erf. R'w	55 dB	Anforderung R'w ≥ erf. R'w erfüllt	✓

Trittschallübertragung nach DIN 4109-2:2018-01

bewerteter Standard-Trittschallpegel inkl. Sicherheitsbeiwert u-prog = 3 dB	L'nT,w	43.8 dB		
bewerteter Norm-Trittschallpegel inkl. Sicherheitsbeiwert u-prog = 3 dB Korrekturwert für die Trittschallübertragung KT = 5 dB	L'n,w	43.8 dB		
äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel L _{n,eq,0,w} = 73.5 dB Trittschallminderung ΔL _w = 27.7 dB				

Flankenbauteile Raum 1

Flankenbauteile Raum 2

Flanke (vorne)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 2.49 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 14.27 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
erforderliche Norm-Flankenschallpegeldifferenz
bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} = 65.0 \text{ dB}$

Flanke (vorne)

Flankenfläche $A_f = 6.84 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F1 (Raum 1)

Flanke (Decke)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 4.53 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 25.96 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:
0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 384 \text{ kg/m}^2$
bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 57.7 \text{ dB}$

Flanke (Decke)

Flankenfläche $A_f = 12.43 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F2 (Raum 1)

Flanke (hinten)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 2.49 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 14.27 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:
0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)
0.24 m KS-Mauerwerk / Dünnbettmörtel (1500 kg/m^3)
0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 370 \text{ kg/m}^2$
bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 57.2 \text{ dB}$

Flanke (hinten)

Flankenfläche $A_f = 6.84 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F3 (Raum 1)

Flanke (Boden)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 4.53 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 25.96 \text{ m}^2$

Vorsatzkonstruktion (Raum 1):
C : schwimmender Estrich (Zement- / Calciumsulfat)
flächenbezogene Masse $m' = 140 \text{ kg/m}^2$; dynamische Steifigkeit
der Dämmschicht $s' = 30 \text{ MN/m}^3$; $\Delta R_w = 6.8 \text{ dB}$ ($f_0 = 87 \text{ Hz}$)

massive Konstruktion:
0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 384 \text{ kg/m}^2$
bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 57.7 \text{ dB}$
äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel $L_{n,eq,0,w} = 73.5 \text{ dB}$
Trittschallminderung $\Delta L_w = 27.7 \text{ dB}$

Flanke (Boden)

Flankenfläche $A_f = 12.43 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F4 (Raum 1)

Detailergebnisse Luftschallübertragung

Trennbauteil

Korrekturwert Flankenentkopplung	KE	0 dB
Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch die Vorsatzschale im Raum 1	ΔR_w	0.0 dB ($f_0 = 0$ Hz)
Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch die Vorsatzschale im Raum 2	ΔR_w	0.0 dB ($f_0 = 0$ Hz)
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	$\Delta R_{Dd,w}$	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß (mit Vorsatzkonstruktion(en) und Flanken-Entkopplung)	$R_{Dd,w}$	60.3 dB

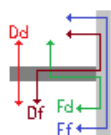
Flanke (vorne)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	66.0 dB	999.9 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	66.0 dB		

Flanke (Decke)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	6.9 dB	4.7 dB	4.7 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	68.6 dB	67.7 dB	67.7 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	65.1 dB		

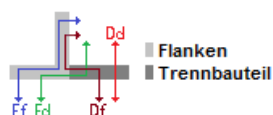
Flanke (hinten)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	7.2 dB	4.8 dB	4.8 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	71.0 dB	70.1 dB	70.1 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	67.5 dB		

Flanke (Boden)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	10.2 dB	6.8 dB	6.8 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	6.9 dB	4.7 dB	4.7 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	78.8 dB	74.5 dB	74.5 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	73.1 dB		

Übertragungswege Luftschall:



durchlaufende Flanke

abgewinkelte Flanken
(versetzte Räume)

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

IW 05 Massiv: Flur - Therapie

Berechnung der Schalldämmung zwischen den Räumen:

Flur (C27a)

und

Therapie (C-25)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule

Schema Raumsituation

IW 05 Massiv: Flur - Therapie

Raum 1: Flur (C27a)

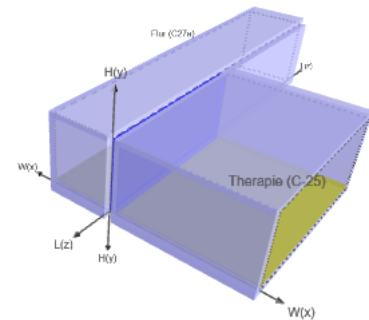
Volumen V1 = 64.54 m³

L x W x H: 12 x 2.16 x 2.49 [m]

Raum 2: Therapie (C-25)

Volumen V2 = 64.63 m³

L x W x H: 5.73 x 4.53 x 2.49 [m]



Trennbau teil

Fläche = 14.27 m²

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m³) (1000 kg/m³)
 0.24 m KS-Mauerwerk / Dünnbettmörtel (1500 kg/m³)
 0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m³) (1000 kg/m³)

flächenbezogene Masse $m' = 370 \text{ kg/m}^2$
 bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 57.2 \text{ dB}$

Luftschallübertragung nach DIN 4109-2:2018-01

Standard-Schallpegeldifferenz (Raum 2 -> Raum 1) inkl. Sicherheitsbeiwert $u\text{-prog} = 2 \text{ dB}$	$D_{nT,w}$	54.5 dB		
bewertetes Bauschalldämm-Maß inkl. Sicherheitsbeiwert $u\text{-prog} = 2 \text{ dB}$	R'_w	52.9 dB		
Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Tab. 2 für: Schulen und vergleichbare Einrichtungen - Wände zwischen Unterrichtsräumen, Fluren	erf. R'_w	47 dB	Anforderung $R'_w \geq \text{erf. } R'_w$ erfüllt	✓

Trittschallübertragung nach DIN 4109-2:2018-01

bewerteter Standard-Trittschallpegel inkl. Sicherheitsbeiwert $u\text{-prog} = 3 \text{ dB}$	$L_{nT,w}$	40.6 dB		
bewerteter Norm-Trittschallpegel inkl. Sicherheitsbeiwert $u\text{-prog} = 3 \text{ dB}$ Korrekturwert für die Trittschallübertragung $KT = 5 \text{ dB}$	$L'_{n,w}$	43.8 dB		
äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel $L_{n,eq,0,w} = 73.5 \text{ dB}$ Trittschallminderung $\Delta L_w = 27.7 \text{ dB}$				

Flankenbauteile Raum 1

Flankenbauteile Raum 2

Flanke (vorne)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 2.49 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 5.38 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Dünnbettmörtel (1500 kg/m^3)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 370 \text{ kg/m}^2$

bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 57.2 \text{ dB}$

Flanke (vorne)

Flankenfläche $A_f = 11.28 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F1 (Raum 1)

Flanke (Decke)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 5.73 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 25.92 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 384 \text{ kg/m}^2$

bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 57.7 \text{ dB}$

Flanke (Decke)

Flankenfläche $A_f = 25.96 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F2 (Raum 1)

Flanke (hinten)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 2.49 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 15.61 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Dünnbettmörtel (1500 kg/m^3)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 370 \text{ kg/m}^2$

bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 57.2 \text{ dB}$

Flanke (hinten)

Flankenfläche $A_f = 11.28 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Dünnbettmörtel (1900 kg/m^3)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 466 \text{ kg/m}^2$

bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 60.3 \text{ dB}$

Flanke (Boden)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 5.73 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 25.92 \text{ m}^2$

Vorsatzkonstruktion (Raum 1):

C : schwimmender Estrich (Zement- / Calciumsulfat)

flächenbezogene Masse $m' = 140 \text{ kg/m}^2$; dynamische Steifigkeit

der Dämmschicht $s' = 30 \text{ MN/m}^3$; $\Delta R_w = 6.8 \text{ dB}$ ($f_0 = 87 \text{ Hz}$)

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 384 \text{ kg/m}^2$

bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 57.7 \text{ dB}$

äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel $L_{n,eq,0,w} = 73.5 \text{ dB}$

Trittschallminderung $\Delta L_w = 27.7 \text{ dB}$

Flanke (Boden)

Flankenfläche $A_f = 25.96 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F4 (Raum 1)

Detailergebnisse Luftschallübertragung

Trennbauteil

Korrekturwert Flankenentkopplung	KE	0 dB
Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch die Vorsatzschale im Raum 1	ΔR_w	0.0 dB ($f_0 = 0$ Hz)
Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch die Vorsatzschale im Raum 2	ΔR_w	0.0 dB ($f_0 = 0$ Hz)
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	$\Delta R_{Dd,w}$	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß (mit Vorsatzkonstruktion(en) und Flanken-Entkopplung)	$R_{Dd,w}$	57.2 dB

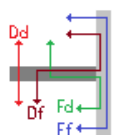
Flanke (vorne)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	5.7 dB	4.7 dB	4.7 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	70.5 dB	69.5 dB	69.5 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	67.0 dB		

Flanke (Decke)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	5.5 dB	4.7 dB	4.7 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	67.2 dB	66.1 dB	66.1 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	63.6 dB		

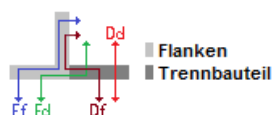
Flanke (hinten)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	0.0 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	4.8 dB	7.2 dB	4.8 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	71.1 dB	72.0 dB	71.1 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	68.1 dB		

Flanke (Boden)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	10.2 dB	6.8 dB	6.8 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	5.5 dB	4.7 dB	4.7 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	77.4 dB	72.9 dB	72.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	71.6 dB		

Übertragungswege Luftschall:



durchlaufende Flanke

abgewinkelte Flanken
(versetzte Räume)

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

IW 06 Massiv + VSS: Unterricht zu Technik

Berechnung der Schalldämmung zwischen den Räumen:

Klassenraum (B-11)

und

Technik Neu (B1-01)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule

Schema Raumsituation

IW 06 Massiv + VSS: Unterricht zu Technik

Raum 1: Klassenraum (B-11)

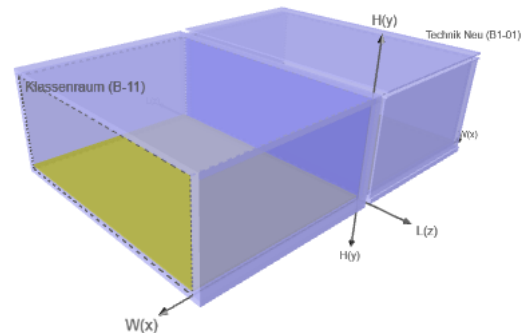
Volumen $V_1 = 119.81 \text{ m}^3$

$L \times W \times H$: $7.26 \times 5.76 \times 2.865 \text{ [m]}$

Raum 2: Technik Neu (B1-01)

Volumen $V_2 = 99.22 \text{ m}^3$

$L \times W \times H$: $7.26 \times 4.77 \times 2.865 \text{ [m]}$



Trennbauteil

Fläche = 20.80 m^2

0.01 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)
0.24 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 336.4 \text{ kg/m}^2$
bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 55.9 \text{ dB}$

Vorsatzkonstruktion (Raum 2):

A : Vorsatzkonstruktion mit Luftschicht zu massiven Bauteil (auch Unterdecke)

flächenbezogene Masse $m' = 8.5 \text{ kg/m}^2$; Schalenabstand $s = 0.16 \text{ m}$; $\Delta R_w = 14.6 \text{ dB}$ ($f_0 = 39 \text{ Hz}$)

Luftschallübertragung nach DIN 4109-2:2018-01

Standard-Schallpegeldifferenz (Raum 1 -> Raum 2) inkl. Sicherheitsbeiwert $u\text{-prog} = 2 \text{ dB}$	$D_{nT,w}$	67.0 dB		
bewertetes Bauschalldämm-Maß inkl. Sicherheitsbeiwert $u\text{-prog} = 2 \text{ dB}$	R'_w	65.2 dB		
Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Tab. 2 für: Schulen und vergleichbare Einrichtungen - Wände zwischen Unterrichtsräumen und 'lauten' Räumen	erf. R'_w	55 dB	Anforderung $R'_w \geq \text{erf. } R'_w$ erfüllt	✓

Trittschallübertragung nach DIN 4109-2:2018-01

bewerteter Standard-Trittschallpegel inkl. Sicherheitsbeiwert $u\text{-prog} = 3 \text{ dB}$	$L'_{nT,w}$	38.8 dB		
bewerteter Norm-Trittschallpegel inkl. Sicherheitsbeiwert $u\text{-prog} = 3 \text{ dB}$ Korrekturwert für die Trittschallübertragung $KT = 5 \text{ dB}$	$L'_{n,w}$	43.8 dB		
äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel $L_{n,eq,0,w} = 73.5 \text{ dB}$ Trittschallminderung $\Delta L_w = 27.7 \text{ dB}$				

Flankenbauteile Raum 1

Flankenbauteile Raum 2

Flanke (vorne)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 16.50 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.01 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

0.01 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 346.4 \text{ kg/m}^2$

bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 56.3 \text{ dB}$

Flanke (vorne)

Flankenfläche $A_f = 13.67 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:

Trennung vorhanden

bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} = 99.0 \text{ dB}$

Flanke (Decke)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 7.26 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 41.82 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 384 \text{ kg/m}^2$

bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 57.7 \text{ dB}$

Flanke (Decke)

Flankenfläche $A_f = 34.63 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:

Trennung vorhanden

bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} = 99.0 \text{ dB}$

Flanke (hinten)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 16.50 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.01 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 336.4 \text{ kg/m}^2$

bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 55.9 \text{ dB}$

Flanke (hinten)

Flankenfläche $A_f = 13.67 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:

Trennung vorhanden

bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w} = 99.0 \text{ dB}$

Flanke (Boden)

T-Stoß, gemeinsame Kantenlänge mit Trennbauteil: $l_f = 7.26 \text{ m}$

Flankenfläche $A_F = 41.82 \text{ m}^2$

Vorsatzkonstruktion (Raum 1):

C : schwimmender Estrich (Zement- / Calciumsulfat)

flächenbezogene Masse $m' = 140 \text{ kg/m}^2$; dynamische Steifigkeit

der Dämmschicht $s' = 30 \text{ MN/m}^3$; $\Delta R_w = 6.8 \text{ dB}$ ($f_0 = 87 \text{ Hz}$)

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

flächenbezogene Masse $m' = 384 \text{ kg/m}^2$

bewertetes Schalldämm-Maß $R_w = 57.7 \text{ dB}$

äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel $L_{n,eq,0,w} = 73.5 \text{ dB}$

Trittschallminderung $\Delta L_w = 27.7 \text{ dB}$

Flanke (Boden)

Flankenfläche $A_f = 34.63 \text{ m}^2$

Aufbau identisch zu Flanke F4 (Raum 1)

Detailergebnisse Luftschallübertragung

Trennbauteil

Korrekturwert Flankenentkopplung	KE	0 dB
Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch die Vorsatzschale im Raum 1	ΔR_w	0.0 dB ($f_0 = 0$ Hz)
Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch die Vorsatzschale im Raum 2	ΔR_w	14.6 dB ($f_0 = 39$ Hz)
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	$\Delta R_{Dd,w}$	14.6 dB
bewertetes Schalldämm-Maß (mit Vorsatzkonstruktion(en) und Flanken-Entkopplung)	$R_{Dd,w}$	70.5 dB

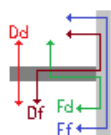
Flanke (vorne)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	14.6 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	0.0 dB	2.7 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	999.9 dB	82.0 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	996.9 dB		

Flanke (Decke)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	14.6 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	0.0 dB	2.7 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	999.9 dB	78.7 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	996.9 dB		

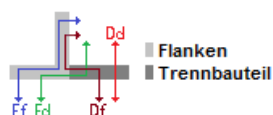
Flanke (hinten)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	0.0 dB	14.6 dB	0.0 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	0.0 dB	2.7 dB	0.0 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	999.9 dB	81.8 dB	999.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	996.9 dB		

Flanke (Boden)		Weg Ff	Weg Fd	Weg Df
bewertetes Verbesserungsmaß der Vorsatzkonstruktion(en)	ΔR_w	10.2 dB	18.0 dB	6.8 dB
Stoßstellendämm-Maß	K	4.9 dB	4.7 dB	4.7 dB
bewertetes Schalldämm-Maß mit Vorsatzkonstruktion(en)	R	77.4 dB	84.1 dB	72.9 dB
Flankendämm-Maß (Summe der Wege Ff und Df)	Rfw	71.6 dB		

Übertragungswege Luftschall:



durchlaufende Flanke



abgewinkelte Flanken
(versetzte Räume)

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

Süd: Unterricht 01 - Neubau

Berechnung der Schalldämmung gegen Außenlärm für den Raum:

Gruppenraum (A1-24)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

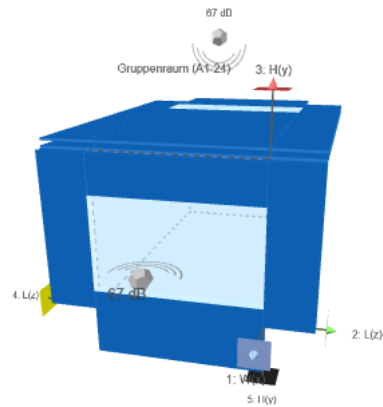
Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule
Süd: Unterricht 01 - Neubau

Schema Raumsituation

Gruppenraum (A1-24)

Raumvolumen $V = 95.25 \text{ m}^3$
(eigene Vorgabe: $((3.24+4.81)/2) \cdot (3.48 \cdot 6.80)$)

Raumgrundfläche $SG = 23.66 \text{ m}^2$



Nr.	Außenbauteile	Fläche S [m²]	LPB/La [dB]	korr. LPB [dB]	R'e,i,w [dB]
1	Außenbauteil (vorne)	11.28	67 *)	0.0	48.2
2					
3	Außenbauteil (oben)	29.48 *)	67	0.0	45.8
4					
5					
6					
		*) eigene Vorgabe	*) Bezugs- Außenlärmpegel	R'w,ges	43.8 dB
	übertragende Gesamtfläche Ss	40.75			
	Raumgrundfläche SG	23.66			
	Korrekturfaktor Außenlärm			K_AL	3.3 dB
	Sicherheitsbeiwert			u_prog	2.0 dB
Standard-Schallpegeldifferenz (Raumvolumen $V = 95.25 \text{ m}^3$)				Dn,Tw	42.5 dB

LPB / La : Lärmpegelbereich / Außenlärmpegel
korr. LPB : Korrektur zum Bezugs-Außenlärmpegel
R'e,i,w : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile (Wand, Fenster, ...) der Orientierung
(inkl. Flankenübertragung; flächen- u. LPB-korrigiert)
R'w,ges : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile

bewertetes Bauschalldämm-Maß

$R'w = R'w,ges - u_prog - K_AL$ **38.5 dB**

Beurteilung Außenlärm nach DIN 4109-1 : 2018-01

Bezugs-Außenlärmpegel	La	67 dB
Beurteilungskorrektur Raumart	K_Raumart	30 dB

Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Abs. 7.1 für:
- Wohnräume, Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume

erf. $R'w = La - K_Raumart$ **37 dB**

Anforderung $R'w \geq \text{erf. } R'w$

erfüllt



BAUTEILAUFBAUTEN

AUSSENBAUTEILE

Außenbauteil (vorne)

Fasadenfläche $S = 11.28 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Holzständerwand mit Außenbekleidung
 $R_w = 48.0 \text{ dB}$

Flächenelemente (Fenster ...)
- Fenster; $(H \times L) = 2.01 \text{ m} \times 3.48 \text{ m} = 6.99 \text{ m}^2$; $R_w = 41 \text{ dB}$; $R_{ew} = 48.7 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 1 - Außenbauteil (vorne):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 11.28 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.24 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 11.28 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.24 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 11.28 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.48 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (oben)

Fasadenfläche $S = 29.48 \text{ m}^2$ (eigene Vorgabe $S = 7.00 \times 3.48 + 1.47 \times 3.48$)

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Kalzip-Dach
 $R_w = 45.0 \text{ dB}$

Flächenelemente (Fenster ...)
- Fenster; $(H \times L) = 0.9 \text{ m} \times 3.48 \text{ m} = 3.13 \text{ m}^2$; $R_w = 41 \text{ dB}$; $R_{ew} = 52.1 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 3 - Außenbauteil (oben):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 29.48 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.24 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: oben von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 29.48 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.48 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 29.48 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.24 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

INNENBAUTEILE

Innenwandflanke (rechts)

Bauteilfläche $S = 22.03 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:
(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Innenwandflanke (links)

Bauteilfläche $S = 22.03 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:
(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Bodenflanke

Bauteilfläche $S = 23.66 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:
0.16 m Normalbeton (2400 kg/m³)
Flächenmasse m' = 384.0 kg/m²; R_{sw} = 57.7 dB

Innenwandflanke (hinten)

Bauteilfläche S = 11.28 m²

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:
(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

Süd: Unterricht 02 - Neubau

Berechnung der Schalldämmung gegen Außenlärm für den Raum:

Klassenraum (A1-25)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

BAUTEILAUFBAUTEN

AUSSENBAUTEILE

Außenbauteil (vorne)

Fasadenfläche $S = 18.57 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Holzständerwand mit Außenbekleidung
 $R_w = 48.0 \text{ dB}$

Flächenelemente (Fenster ...)

- Fenster; $(H \times L) = 2.01 \text{ m} \times 2.115 \text{ m} = 4.25 \text{ m}^2$; $R_w = 41 \text{ dB}$; $R_{ew} = 53.0 \text{ dB}$
- Fenstertür; $(H \times L) = 2.71 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} = 4.06 \text{ m}^2$; $R_w = 41 \text{ dB}$; $R_{ew} = 53.2 \text{ dB}$
- Fenster; $(H \times L) = 2.01 \text{ m} \times 2.115 \text{ m} = 4.25 \text{ m}^2$; $R_w = 41 \text{ dB}$; $R_{ew} = 53.0 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 1 - Außenbauteil (vorne):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 18.57 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.24 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 18.57 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.24 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 18.57 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 5.73 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (oben)

Fasadenfläche $S = 48.53 \text{ m}^2$ (eigene Vorgabe $S = 7.00 \times 5.73 + 1.47 \times 5.73$)

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Kalzip-Dach
 $R_w = 45.0 \text{ dB}$

Flächenelemente (Fenster ...)

- Fenster; $(H \times L) = 0.9 \text{ m} \times 5.73 \text{ m} = 5.16 \text{ m}^2$; $R_w = 41 \text{ dB}$; $R_{ew} = 52.1 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 3 - Außenbauteil (oben):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 48.53 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.24 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: oben von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 48.53 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 5.73 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 48.53 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.24 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

INNENBAUTEILE

Innenwandflanke (rechts)

Bauteilfläche $S = 22.03 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:
(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Innenwandflanke (links)

Bauteilfläche $S = 22.03 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:
(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Bodenflanke

Bauteilfläche $S = 38.96 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Innenwandflanke (hinten)

Bauteilfläche $S = 18.57 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:

(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

Süd/West: Unterricht - Neubau

Berechnung der Schalldämmung gegen Außenlärm für den Raum:

Förderraum 01 (A1-21)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

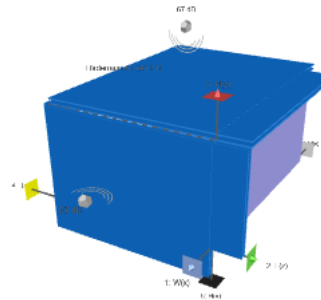
Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule
Süd/West: Unterricht - Neubau

Schema Raumsituation

Förderraum 01 (A1-21)

Raumvolumen $V = 156.15 \text{ m}^3$
(eigene Vorgabe: $((3.24+4.81)/2) \cdot (5.705 \cdot 6.80)$)

Raumgrundfläche $SG = 38.79 \text{ m}^2$



Nr.	Außenbauteile	Fläche S [m²]	LPB/La [dB]	korr. LPB [dB]	R'e,i,w [dB]
1	Außenbauteil (vorne)	18.48	67 *)	0.0	54.8
2					
3	Außenbauteil (oben)	48.32 *)	67	0.0	47.6
4	Außenbauteil (links)	22.03	64	3.0	48.9
5					
6					
		*) eigene Vorgabe	*) Bezugs- Außenlärmpegel	R'w,ges	44.8 dB
	übertragende Gesamtfläche Ss	88.84			
	Raumgrundfläche SG	38.79			
	Korrekturfaktor Außenlärm			K_AL	4.6 dB
	Sicherheitsbeiwert			u_prog	2.0 dB
Standard-Schallpegeldifferenz (Raumvolumen $V = 156.15 \text{ m}^3$)				Dn,Tw	42.3 dB

LPB / La : Lärmpegelbereich / Außenlärmpegel
 korr. LPB : Korrektur zum Bezugs-Außenlärmpegel
 R'e,i,w : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile (Wand, Fenster, ...) der Orientierung
 (inkl. Flankenübertragung; flächen- u. LPB-korrigiert)
 R'w,ges : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile

bewertetes Bauschalldämm-Maß

$R'w = R'w,ges - u_prog - K_AL$ **38.2 dB**

Beurteilung Außenlärm nach DIN 4109-1 : 2018-01

Bezugs-Außenlärmpegel	La	67 dB
Beurteilungskorrektur Raumart	K_Raumart	30 dB

Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Abs. 7.1 für:
 - Wohnräume, Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume

erf. $R'w = La - K_Raumart$ **37 dB**

Anforderung $R'w \geq \text{erf. } R'w$

erfüllt



BAUTEILAUFBAUTEN

AUSSENBAUTEILE

Außenbauteil (vorne)

Fasadenfläche S = 18.48 m²

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Holzständerwand mit Außenbekleidung
Rw = 48.0 dB

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 1 - Außenbauteil (vorne):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche S = 18.48 m², gemeinsame Kantenlänge lf = 3.24 m
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche S = 18.48 m², gemeinsame Kantenlänge lf = 5.71 m
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (oben)

Fasadenfläche S = 48.32 m² (eigene Vorgabe S = 7.00*5.705+1.47*5.705)

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Kalzip-Dach
Rw = 45.0 dB

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 3 - Außenbauteil (oben):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche S = 48.32 m², gemeinsame Kantenlänge lf = 3.24 m
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: oben von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche S = 48.32 m², gemeinsame Kantenlänge lf = 5.71 m
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (links)

Fasadenfläche S = 22.03 m²

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Holzständerwand mit Außenbekleidung
Rw = 48.0 dB

Flächenelemente (Fenster ...)
- Fenster; (H x L) = 2.01 m x 6.8 m = 13.67 m²; Rw = 38 dB; Rew = 49.1 dB

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 4 - Außenbauteil (links):

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche S = 22.03 m², gemeinsame Kantenlänge lf = 3.24 m
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche S = 22.03 m², gemeinsame Kantenlänge lf = 6.80 m
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

INNENBAUTEILE

Innenwandflanke (rechts)

Bauteilfläche S = 22.03 m²

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:
(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Bodenflanke

Bauteilfläche $S = 38.79 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Innenwandflanke (hinten)

Bauteilfläche $S = 18.48 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:

(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

West: Büroräume / Besprechung - Neubau

Berechnung der Schalldämmung gegen Außenlärm für den Raum:

Besprechung (A1-03)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule

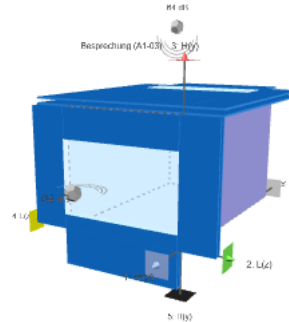
Schema Raumsituation

**West: Büroräume / Besprechung -
Neubau**

Besprechung (A1-03)

Raumvolumen $V = 75.30 \text{ m}^3$
(eigene Vorgabe: $((3.23+4.76)/2) \cdot (3.33 \cdot 5.66)$)

Raumgrundfläche $SG = 18.85 \text{ m}^2$



Nr.	Außenbauteile	Fläche S [m²]	LPB/La [dB]	korr. LPB [dB]	R'e,i,w [dB]
1	Außenbauteil (vorne)	10.76	64 *)	0.0	39.1
2					
3	Außenbauteil (oben)	24.31 *)	64	0.0	41.4
4					
5					
6					
		*) eigene Vorgabe	*) Bezugs- Außenlärmpegel	R'w,ges	37.1 dB
	übertragende Gesamtfläche Ss	35.06			
	Raumgrundfläche SG	18.85			
	Korrekturfaktor Außenlärm			K_AL	3.7 dB
	Sicherheitsbeiwert			u_prog	2.0 dB
Standard-Schallpegeldifferenz (Raumvolumen $V = 75.30 \text{ m}^3$)				Dn,Tw	35.5 dB

LPB / La : Lärmpegelbereich / Außenlärmpegel
 korr. LPB : Korrektur zum Bezugs-Außenlärmpegel
 R'e,i,w : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile (Wand, Fenster, ...) der Orientierung
 (inkl. Flankenübertragung; flächen- u. LPB-korrigiert)
 R'w,ges : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile

bewertetes Bauschalldämm-Maß

$R'w = R'w,ges - u_prog - K_AL$ **31.4 dB**

Beurteilung Außenlärm nach DIN 4109-1 : 2018-01

Bezugs-Außenlärmpegel	La	64 dB
Beurteilungskorrektur Raumart	K_Raumart	35 dB

Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Abs. 7.1 für:
- Büroräume und ähnliche Räume

erf. $R'w = La - K_Raumart$ **30 dB**

Anforderung $R'w \geq \text{erf. } R'w$

erfüllt



BAUTEILAUFBAUTEN

AUSSENBAUTEILE

Außenbauteil (vorne)

Fasadenfläche $S = 10.76 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Holzständerwand mit Außenbekleidung
 $R_w = 48.0 \text{ dB}$

Flächenelemente (Fenster ...)
- Fenster; $(H \times L) = 2.01 \text{ m} \times 3.33 \text{ m} = 6.69 \text{ m}^2$; $R_w = 32 \text{ dB}$; $R_{ew} = 39.2 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 1 - Außenbauteil (vorne):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 10.76 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.23 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 10.76 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.23 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 10.76 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.33 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (oben)

Fasadenfläche $S = 24.31 \text{ m}^2$ (eigene Vorgabe $S = 5.86 \times 3.33 + 1.44 \times 3.33$)

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Kalzip-Dach
 $R_w = 45.0 \text{ dB}$

Flächenelemente (Fenster ...)
- Fenster; $(H \times L) = 0.9 \text{ m} \times 3.33 \text{ m} = 3.00 \text{ m}^2$; $R_w = 32 \text{ dB}$; $R_{ew} = 42.7 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 3 - Außenbauteil (oben):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 24.31 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.23 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: oben von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 24.31 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.33 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 24.31 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.23 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

INNENBAUTEILE

Innenwandflanke (rechts)

Bauteilfläche $S = 18.28 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:
(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Innenwandflanke (links)

Bauteilfläche $S = 18.28 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:
(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Bodenflanke

Bauteilfläche $S = 18.85 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:
0.16 m Normalbeton (2400 kg/m³)
Flächenmasse m' = 384.0 kg/m²; R_{sw} = 57.7 dB

Innenwandflanke (hinten)

Bauteilfläche S = 10.76 m²

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:
(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

West: Unterricht 01 - Bestand

Berechnung der Schalldämmung gegen Außenlärm für den Raum:

Gruppenraum (B-10a)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule
West: Unterricht 01 - Bestand

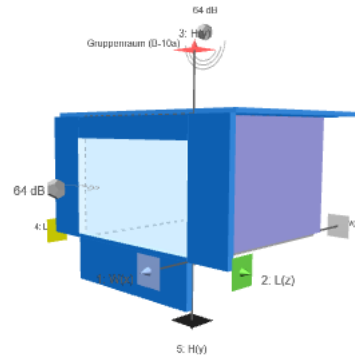
Schema Raumsituation

Gruppenraum (B-10a)

Raumvolumen $V = 45.10 \text{ m}^3$

$L \times W \times H : 3.44 \times 4.576 \times 2.865 \text{ [m]}$

Raumgrundfläche $SG = 15.74 \text{ m}^2$



Nr.	Außenbauteile	Fläche S [m²]	LPB/La [dB]	korr. LPB [dB]	R'e,i,w [dB]
1	Außenbauteil (vorne)	9.86	64 *)	0.0	40.1
2					
3	Außenbauteil (oben)	15.74	64	0.0	56.6
4					
5					
6					
	übertragende Gesamtfläche Ss	25.60	*) Bezugs- Außenlärmpegel	R'w,ges	40.0 dB
	Raumgrundfläche SG	15.74			
	Korrekturfaktor Außenlärm			K_AL	3.1 dB
	Sicherheitsbeiwert			u_prog	2.0 dB
Standard-Schallpegeldifferenz (Raumvolumen $V = 45.10 \text{ m}^3$)				Dn,Tw	37.5 dB

LPB / La : Lärmpegelbereich / Außenlärmpegel

korr. LPB : Korrektur zum Bezugs-Außenlärmpegel

R'e,i,w : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile (Wand, Fenster, ...) der Orientierung
(inkl. Flankenübertragung; flächen- u. LPB-korrigiert)

R'w,ges : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile

bewertetes Bauschalldämm-Maß

$R'w = R'w,ges - u_{prog} - K_{AL}$ **34.9 dB**

Beurteilung Außenlärm nach DIN 4109-1 : 2018-01

Bezugs-Außenlärmpegel	La	64 dB
Beurteilungskorrektur Raumart	K_Raumart	30 dB

Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Abs. 7.1 für:
- Wohnräume, Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume

erf. $R'w = La - K_{Raumart}$ **34 dB**

Anforderung $R'w \geq \text{erf. } R'w$

erfüllt



BAUTEILAUFBAUTEN

AUSSENBAUTEILE

Außenbauteil (vorne)

Fasadenfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.010 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 336.4 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 55.9 \text{ dB}$

Flächenelemente (Fenster ...)

- Fenster; ($H \times L$) = $2.26 \text{ m} \times 3.44 \text{ m} = 7.77 \text{ m}^2$; $R_w = 35 \text{ dB}$; $R_{ew} = 40.2 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 1 - Außenbauteil (vorne):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.44 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (oben)

Fasadenfläche $S = 15.74 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 3 - Außenbauteil (oben):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 15.74 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: oben von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 15.74 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.44 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 15.74 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

INNENBAUTEILE

Innenwandflanke (rechts)

Bauteilfläche $S = 13.11 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 336.4 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 55.9 \text{ dB}$

Innenwandflanke (links)

Bauteilfläche $S = 13.11 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:

(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Bodenflanke

Bauteilfläche $S = 15.74 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Innenwandflanke (hinten)

Bauteilfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.175 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 248.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 51.8 \text{ dB}$

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

West: Unterricht 02 - Bestand

Berechnung der Schalldämmung gegen Außenlärm für den Raum:

Klassenraum (B-09)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

BAUTEILAUFBAUTEN

AUSSENBAUTEILE

Außenbauteil (vorne)

Fasadenfläche $S = 20.17 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.010 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 336.4 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 55.9 \text{ dB}$

Flächenelemente (Fenster ...)

- Fenster; ($H \times L$) = $2.26 \text{ m} \times 6.96 \text{ m} = 15.73 \text{ m}^2$; $R_w = 35 \text{ dB}$; $R_{ew} = 40.9 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 1 - Außenbauteil (vorne):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 20.17 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 20.17 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 20.17 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 7.04 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (oben)

Fasadenfläche $S = 40.55 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 3 - Außenbauteil (oben):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 40.55 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: oben von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 40.55 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 7.04 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 40.55 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

INNENBAUTEILE

Innenwandflanke (rechts)

Bauteilfläche $S = 16.50 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:

(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Innenwandflanke (links)

Bauteilfläche $S = 16.50 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 336.4 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 55.9 \text{ dB}$

Bodenflanke

Bauteilfläche $S = 40.55 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Innenwandflanke (hinten)

Bauteilfläche $S = 20.17 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.175 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 248.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 51.8 \text{ dB}$

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

Zwischenbereich: Unterricht - Bestand

Berechnung der Schalldämmung gegen Außenlärm für den Raum:

Gruppenraum (C-08a)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule

Schema Raumsituation

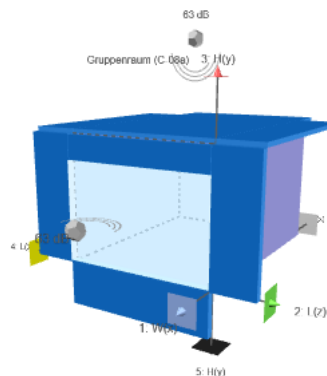
**Zwischenbereich: Unterricht -
Bestand**

Gruppenraum (C-08a)

Raumvolumen $V = 45.10 \text{ m}^3$

$L \times W \times H : 3.44 \times 4.576 \times 2.865 \text{ [m]}$

Raumgrundfläche $SG = 15.74 \text{ m}^2$



Nr.	Außenbauteile	Fläche S [m²]	LPB/La [dB]	korrr. LPB [dB]	R'e,i,w [dB]
1	Außenbauteil (vorne)	9.86	63 *)	0.0	39.1
2					
3	Außenbauteil (oben)	15.74	63	0.0	56.6
4					
5					
6					
	übertragende Gesamtfläche Ss	25.60	*) Bezugs- Außenlärmpegel	R'w,ges	39.1 dB
	Raumgrundfläche SG	15.74			
	Korrekturfaktor Außenlärm			K_AL	3.1 dB
	Sicherheitsbeiwert			u_prog	2.0 dB
Standard-Schallpegeldifferenz (Raumvolumen $V = 45.10 \text{ m}^3$)				Dn,Tw	36.6 dB

LPB / La : Lärmpegelbereich / Außenlärmpegel

korrr. LPB : Korrektur zum Bezugs-Außenlärmpegel

R'e,i,w : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile (Wand, Fenster, ...) der Orientierung
(inkl. Flankenübertragung; flächen- u. LPB-korrigiert)

R'w,ges : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile

bewertetes Bauschalldämm-Maß

$R'w = R'w,ges - u_prog - K_AL$

34.0 dB

Beurteilung Außenlärm nach DIN 4109-1 : 2018-01

Bezugs-Außenlärmpegel	La	63 dB
Beurteilungskorrektur Raumart	K_Raumart	30 dB

Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Abs. 7.1 für:
- Wohnräume, Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume

erf. $R'w = La - K_Raumart$ **33 dB**

Anforderung $R'w \geq \text{erf. } R'w$

erfüllt



BAUTEILAUFBAUTEN

AUSSENBAUTEILE

Außenbauteil (vorne)

Fasadenfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.010 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 336.4 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 55.9 \text{ dB}$

Flächenelemente (Fenster ...)

- Fenster; ($H \times L$) = $2.26 \text{ m} \times 3.44 \text{ m} = 7.77 \text{ m}^2$; $R_w = 34 \text{ dB}$; $R_{ew} = 39.2 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 1 - Außenbauteil (vorne):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.44 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (oben)

Fasadenfläche $S = 15.74 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 3 - Außenbauteil (oben):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 15.74 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: oben von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 15.74 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.44 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 15.74 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

INNENBAUTEILE

Innenwandflanke (rechts)

Bauteilfläche $S = 13.11 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 336.4 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 55.9 \text{ dB}$

Innenwandflanke (links)

Bauteilfläche $S = 13.11 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:

(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Bodenflanke

Bauteilfläche $S = 15.74 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Innenwandflanke (hinten)

Bauteilfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.175 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 248.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 51.8 \text{ dB}$

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

Nord/Ost: Unterricht - Neubau

Berechnung der Schalldämmung gegen Außenlärm für den Raum:

Gruppenraum (C1-02)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule
Nord/Ost: Unterricht - Neubau

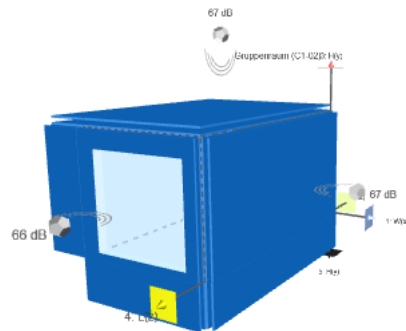
Schema Raumsituation

Gruppenraum (C1-02)

Raumvolumen $V = 51.99 \text{ m}^3$

$L \times W \times H : 5.75 \times 3.145 \times 2.875 \text{ [m]}$

Raumgrundfläche $SG = 18.08 \text{ m}^2$



Nr.	Außenbauteile	Fläche S [m²]	LPB/La [dB]	korr. LPB [dB]	R'e,i,w [dB]
1	Außenbauteil (vorne)	16.53	67 *)	0.0	53.0
2	Außenbauteil (rechts)	9.04	67	0.0	55.7
3	Außenbauteil (oben)	18.08	67	0.0	50.6
4	Außenbauteil (links)	9.04	66	1.0	48.7
5					
6					
	übertragende Gesamtfläche Ss	52.70	*) Bezugs- Außenlärmpegel	R'w,ges	45.2 dB
	Raumgrundfläche SG	18.08			
	Korrekturfaktor Außenlärm			K_AL	5.6 dB
	Sicherheitsbeiwert			u_prog	2.0 dB
Standard-Schallpegeldifferenz (Raumvolumen $V = 51.99 \text{ m}^3$)				Dn,Tw	40.2 dB

LPB / La : Lärmpegelbereich / Außenlärmpegel

korr. LPB : Korrektur zum Bezugs-Außenlärmpegel

R'e,i,w : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile (Wand, Fenster, ...) der Orientierung
(inkl. Flankenübertragung; flächen- u. LPB-korrigiert)

R'w,ges : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile

bewertetes Bauschalldämm-Maß

$R'w = R'w,ges - u_prog - K_AL$

37.6 dB

Beurteilung Außenlärm nach DIN 4109-1 : 2018-01

Bezugs-Außenlärmpegel	La	67 dB
Beurteilungskorrektur Raumart	K_Raumart	30 dB

Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Abs. 7.1 für:
- Wohnräume, Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume

erf. $R'w = La - K_Raumart$ **37 dB**

Anforderung $R'w \geq \text{erf. } R'w$

erfüllt



BAUTEILAUFBAUTEN

AUSSENBAUTEILE

Außenbauteil (vorne)

Fasadenfläche $S = 16.53 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Holzständerwand mit Außenbekleidung
 $R_w = 48.0 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 1 - Außenbauteil (vorne):

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 16.53 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 5.75 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (rechts)

Fasadenfläche $S = 9.04 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Holzständerwand mit Außenbekleidung
 $R_w = 48.0 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 2 - Außenbauteil (rechts):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 9.04 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.88 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 9.04 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.15 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (oben)

Fasadenfläche $S = 18.08 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Brettstapeldecke mit Gründach
 $R_w = 46.0 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 3 - Außenbauteil (oben):

- Flanke (Anordnung: oben von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 18.08 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 5.75 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (links)

Fasadenfläche $S = 9.04 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Holzständerwand mit Außenbekleidung
 $R_w = 48.0 \text{ dB}$

Flächenelemente (Fenster ...)
- Fenster; $(H \times L) = 2.26 \text{ m} \times 2.36 \text{ m} = 5.33 \text{ m}^2$; $R_w = 38 \text{ dB}$; $R_{ew} = 48.9 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 4 - Außenbauteil (links):

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 9.04 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.88 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 9.04 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.15 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

INNENBAUTEILE

Bodenflanke

Bauteilfläche $S = 18.08 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Innenwandflanke (hinten)

Bauteilfläche $S = 16.53 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:

(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

Ost: Unterricht - Neubau

Berechnung der Schalldämmung gegen Außenlärm für den Raum:

Klassenraum (C1-03)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

BAUTEILAUFBAUTEN

AUSSENBAUTEILE

Außenbauteil (vorne)

Fasadenfläche $S = 19.42 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Holzständerwand mit Außenbekleidung
 $R_w = 48.0 \text{ dB}$

Flächenelemente (Fenster ...)
- Fenster; $(H \times L) = 2.26 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 13.56 \text{ m}^2$; $R_w = 38 \text{ dB}$; $R_{ew} = 45.3 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 1 - Außenbauteil (vorne):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 19.42 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.88 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 19.42 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.88 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 19.42 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 6.75 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (oben)

Fasadenfläche $S = 38.84 \text{ m}^2$

mehrschalige (leichte) Konstruktion:
Brettstapeldecke mit Gründach
 $R_w = 46.0 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 3 - Außenbauteil (oben):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 38.84 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.88 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: oben von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 38.84 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 6.75 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)
Flankenfläche $S = 38.84 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.88 \text{ m}$
Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

INNENBAUTEILE

Innenwandflanke (rechts)

Bauteilfläche $S = 16.53 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:
(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Innenwandflanke (links)

Bauteilfläche $S = 16.53 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:
(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Bodenflanke

Bauteilfläche $S = 38.84 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:
0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)
Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Innenwandflanke (hinten)

Bauteilfläche $S = 19.42 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:
(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

Ost: Unterricht 01 - Bestand

Berechnung der Schalldämmung gegen Außenlärm für den Raum:

Gruppenraum (C-10a)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule
Ost: Unterricht 01 - Bestand

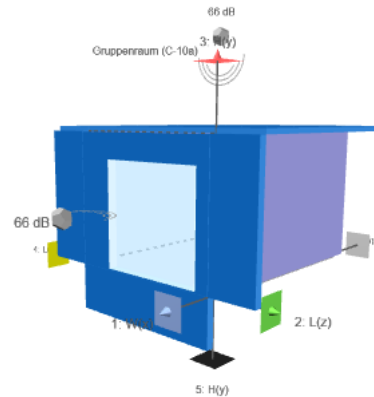
Schema Raumsituation

Gruppenraum (C-10a)

Raumvolumen $V = 45.14 \text{ m}^3$

$L \times W \times H : 3.44 \times 4.58 \times 2.865 \text{ [m]}$

Raumgrundfläche $SG = 15.76 \text{ m}^2$



Nr.	Außenbauteile	Fläche S [m²]	LPB/La [dB]	korr. LPB [dB]	R'e,i,w [dB]
1	Außenbauteil (vorne)	9.86	66 *)	0.0	42.8
2					
3	Außenbauteil (oben)	15.76	66	0.0	56.6
4					
5					
6					
	übertragende Gesamtfläche Ss	25.61	*) Bezugs- Außenlärmpegel	R'w,ges	42.6 dB
	Raumgrundfläche SG	15.76			
	Korrekturfaktor Außenlärm			K_AL	3.1 dB
	Sicherheitsbeiwert			u_prog	2.0 dB
Standard-Schallpegeldifferenz (Raumvolumen $V = 45.14 \text{ m}^3$)				Dn,Tw	40.1 dB

LPB / La : Lärmpegelbereich / Außenlärmpegel
 korr. LPB : Korrektur zum Bezugs-Außenlärmpegel
 R'e,i,w : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile (Wand, Fenster, ...) der Orientierung
 (inkl. Flankenübertragung; flächen- u. LPB-korrigiert)
 R'w,ges : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile

bewertetes Bauschalldämm-Maß

$R'w = R'w,ges - u_{prog} - K_{AL}$ **37.5 dB**

Beurteilung Außenlärm nach DIN 4109-1 : 2018-01

Bezugs-Außenlärmpegel La 66 dB
 Beurteilungskorrektur Raumart K_Raumart 30 dB

Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Abs. 7.1 für:
 - Wohnräume, Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume erf. $R'w = La - K_{Raumart}$ **36 dB**

Anforderung $R'w \geq \text{erf. } R'w$ **erfüllt**



BAUTEILAUFBAUTEN

AUSSENBAUTEILE

Außenbauteil (vorne)

Fasadenfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.010 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 336.4 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 55.9 \text{ dB}$

Flächenelemente (Fenster ...)

- Fenster; ($H \times L$) = $2.26 \text{ m} \times 2.3 \text{ m} = 5.20 \text{ m}^2$; $R_w = 36 \text{ dB}$; $R_{ew} = 42.9 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 1 - Außenbauteil (vorne):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.44 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (oben)

Fasadenfläche $S = 15.76 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 3 - Außenbauteil (oben):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 15.76 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: oben von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 15.76 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 3.44 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 15.76 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

INNENBAUTEILE

Innenwandflanke (rechts)

Bauteilfläche $S = 13.12 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 336.4 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 55.9 \text{ dB}$

Innenwandflanke (links)

Bauteilfläche $S = 13.12 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:

(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Bodenflanke

Bauteilfläche $S = 15.76 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Innenwandflanke (hinten)

Bauteilfläche $S = 9.86 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.175 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 248.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 51.8 \text{ dB}$

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

Ost: Unterricht 02 - Bestand

Berechnung der Schalldämmung gegen Außenlärm für den Raum:

Klassenraum (C-10)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule
Ost: Unterricht 02 - Bestand

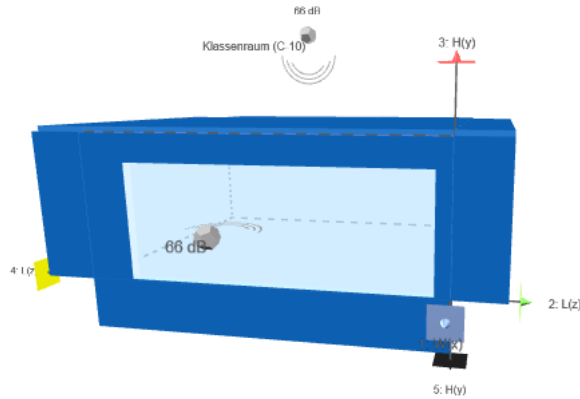
Schema Raumsituation

Klassenraum (C-10)

Raumvolumen $V = 116.18 \text{ m}^3$

$L \times W \times H : 7.04 \times 5.76 \times 2.865 \text{ [m]}$

Raumgrundfläche $SG = 40.55 \text{ m}^2$



Nr.	Außenbauteile	Fläche S [m²]	LPB/La [dB]	korr. LPB [dB]	R'e,i,w [dB]
1	Außenbauteil (vorne)	20.17	66 *)	0.0	42.5
2					
3	Außenbauteil (oben)	40.55	66	0.0	57.4
4					
5					
6					
	übertragende Gesamtfläche Ss	60.72	*) Bezugs- Außenlärmpegel	R'w,ges	42.4 dB
	Raumgrundfläche SG	40.55			
	Korrekturfaktor Außenlärm			K_AL	2.7 dB
	Sicherheitsbeiwert			u_prog	2.0 dB
Standard-Schallpegeldifferenz (Raumvolumen $V = 116.18 \text{ m}^3$)				Dn,Tw	40.3 dB

LPB / La : Lärmpegelbereich / Außenlärmpegel

korr. LPB : Korrektur zum Bezugs-Außenlärmpegel

R'e,i,w : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile (Wand, Fenster, ...) der Orientierung
(inkl. Flankenübertragung; flächen- u. LPB-korrigiert)

R'w,ges : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile

bewertetes Bauschalldämm-Maß

$R'w = R'w,ges - u_prog - K_AL$ **37.7 dB**

Beurteilung Außenlärm nach DIN 4109-1 : 2018-01

Bezugs-Außenlärmpegel	La	66 dB
Beurteilungskorrektur Raumart	K_Raumart	30 dB

Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Abs. 7.1 für:
- Wohnräume, Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume

erf. $R'w = La - K_Raumart$ **36 dB**

Anforderung $R'w \geq \text{erf. } R'w$

erfüllt



BAUTEILAUFBAUTEN

AUSSENBAUTEILE

Außenbauteil (vorne)

Fasadenfläche $S = 20.17 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.010 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 336.4 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 55.9 \text{ dB}$

Flächenelemente (Fenster ...)

- Fenster; ($H \times L$) = $2.26 \text{ m} \times 5.85 \text{ m} = 13.22 \text{ m}^2$; $R_w = 36 \text{ dB}$; $R_{ew} = 42.6 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 1 - Außenbauteil (vorne):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 20.17 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 20.17 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 20.17 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 7.04 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (oben)

Fasadenfläche $S = 40.55 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 3 - Außenbauteil (oben):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 40.55 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: oben von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 40.55 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 7.04 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche $S = 40.55 \text{ m}^2$, gemeinsame Kantenlänge $l_f = 2.87 \text{ m}$

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

INNENBAUTEILE

Innenwandflanke (rechts)

Bauteilfläche $S = 16.50 \text{ m}^2$

mehrschaliges (leichtes) Flankenbauteil:

(keine Berücksichtigung der Flankenübertragung)

Innenwandflanke (links)

Bauteilfläche $S = 16.50 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 336.4 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 55.9 \text{ dB}$

Bodenflanke

Bauteilfläche $S = 40.55 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Innenwandflanke (hinten)

Bauteilfläche $S = 20.17 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.175 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m^3)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 248.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 51.8 \text{ dB}$

Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule

Süd: Therapie / Unterricht - Bestand

Berechnung der Schalldämmung gegen Außenlärm für den Raum:

Therapie (C-25)

nach DIN 4109-2 : 2018-01 in Verbindung mit den Bauteilkatalogen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36
Beurteilung der Schalldämmung nach DIN 4109-1 : 2018-01

Sanierung und Erweiterung Karl-
Brauckmann-Schule

Schema Raumsituation

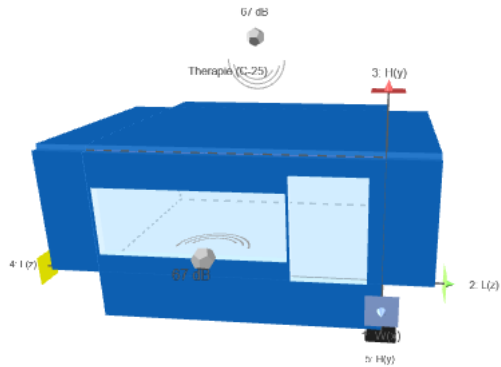
Süd: Therapie / Unterricht - Bestand

Therapie (C-25)

Raumvolumen $V = 64.63 \text{ m}^3$

$L \times W \times H : 5.73 \times 4.53 \times 2.49 \text{ [m]}$

Raumgrundfläche $SG = 25.96 \text{ m}^2$



Nr.	Außenbauteile	Fläche S [m²]	LPB/La [dB]	korr. LPB [dB]	R'e,i,w [dB]
1	Außenbauteil (vorne)	14.27	67 *)	0.0	43.7
2					
3	Außenbauteil (oben)	25.96	67	0.0	58.3
4					
5					
6					
	übertragende Gesamtfläche Ss	40.22	*) Bezugs- Außenlärmpegel	R'w,ges	43.5 dB
	Raumgrundfläche SG	25.96			
	Korrekturfaktor Außenlärm			K_AL	2.9 dB
	Sicherheitsbeiwert			u_prog	2.0 dB
Standard-Schallpegeldifferenz (Raumvolumen $V = 64.63 \text{ m}^3$)				Dn,Tw	40.6 dB

LPB / La : Lärmpegelbereich / Außenlärmpegel

korr. LPB : Korrektur zum Bezugs-Außenlärmpegel

R'e,i,w : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile (Wand, Fenster, ...) der Orientierung
(inkl. Flankenübertragung; flächen- u. LPB-korrigiert)

R'w,ges : Summe der Schalldämm-Maße aller Außenbauteile

bewertetes Bauschalldämm-Maß

$R'w = R'w,ges - u_prog - K_AL$ **38.6 dB**

Beurteilung Außenlärm nach DIN 4109-1 : 2018-01

Bezugs-Außenlärmpegel	La	67 dB
Beurteilungskorrektur Raumart	K_Raumart	30 dB

Mindest-Anforderungswert DIN 4109-1:2018-01, Abs. 7.1 für:
- Wohnräume, Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume

erf. $R'w = La - K_Raumart$ **37 dB**

Anforderung $R'w \geq \text{erf. } R'w$

erfüllt



BAUTEILAUFBAUTEN

AUSSENBAUTEILE

Außenbauteil (vorne)

Fasadenfläche S = 14.27 m²

massive Konstruktion:

0.010 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m³) (1000 kg/m³)

0.24 m KS-Mauerwerk / Normalmörtel (1360 kg/m³)

Flächenmasse m' = 336.4 kg/m²; Rsw = 55.9 dB

Flächenelemente (Fenster ...)

- Fenster; (H x L) = 1.385 m x 3.78 m = 5.24 m²; Rw = 37 dB; Rew = 45.9 dB

- Fenstertür; (H x L) = 2.135 m x 1.5 m = 3.20 m²; Rw = 37 dB; Rew = 48.0 dB

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 1 - Außenbauteil (vorne):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche S = 14.27 m², gemeinsame Kantenlänge lf = 2.49 m

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche S = 14.27 m², gemeinsame Kantenlänge lf = 2.49 m

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: unten von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche S = 14.27 m², gemeinsame Kantenlänge lf = 5.73 m

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

Außenbauteil (oben)

Fasadenfläche S = 25.96 m²

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m³)

Flächenmasse m' = 384.0 kg/m²; Rsw = 57.7 dB

Außenbauteilflanken von Fassaden-Hauptbauteil Nr. 3 - Außenbauteil (oben):

- Flanke (Anordnung: rechts von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche S = 25.96 m², gemeinsame Kantenlänge lf = 2.49 m

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: oben von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche S = 25.96 m², gemeinsame Kantenlänge lf = 5.73 m

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

- Flanke (Anordnung: links von Fassaden-Hauptbauteil)

Flankenfläche S = 25.96 m², gemeinsame Kantenlänge lf = 2.49 m

Flankenaufbau identisch zu Hauptbauteil

INNENBAUTEILE

Innenwandflanke (rechts)

Bauteilfläche S = 11.28 m²

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m³) (1000 kg/m³)

0.24 m KS-Mauerwerk / Dünnbettmörtel (1900 kg/m³)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m³) (1000 kg/m³)

Flächenmasse m' = 466.0 kg/m²; Rsw = 60.3 dB

Innenwandflanke (links)

Bauteilfläche S = 11.28 m²

massive Konstruktion:

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m³) (1000 kg/m³)

0.24 m KS-Mauerwerk / Dünnbettmörtel (1900 kg/m³)

0.005 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m³) (1000 kg/m³)

Flächenmasse $m' = 466.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 60.3 \text{ dB}$

Bodenflanke

Bauteilfläche $S = 25.96 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.16 m Normalbeton (2400 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 384.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.7 \text{ dB}$

Innenwandflanke (hinten)

Bauteilfläche $S = 14.27 \text{ m}^2$

massive Konstruktion:

0.010 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

0.24 m KS-Mauerwerk / Dünnbettmörtel (1500 kg/m^3)

0.010 m Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m^3) (1000 kg/m^3)

Flächenmasse $m' = 380.0 \text{ kg/m}^2$; $R_{sw} = 57.5 \text{ dB}$