

Müller-BBM Building Solutions GmbH
Standort Gelsenkirchen
Fritz-Schupp-Straße 4
45899 Gelsenkirchen

Telefon +49(209)98308 0
Telefax +49(209)98308 11

www.mbbm-bso.com

Dr. Wolfgang Drescher
Telefon +49(209)98308 29
Wolfgang.Drescher@mbbm.com

06. April 2023
B152948/03 Version 1 DRR/ZNR

Neubau der Grundschule an der Ruhr, Mintarder Weg 43 in Essen-Kettwig

Bau- und Raumakustik Entwurfsplanung

Bericht Nr. B152948/03

Bauherrin:	Stadt Essen, Immobilienwirtschaft Lindenallee 59 - 67 45127 Essen
Generalplaner:	SSP AG Lise-Meitner-Straße 30 44801 Bochum
Bearbeitet von:	Dr. Wolfgang Drescher
Berichtsumfang:	Insgesamt 43 Seiten, davon 40 Seiten Textteil, 3 Seiten Anhang

Müller-BBM Building Solutions GmbH
Standort Gelsenkirchen
HRB München 278753
USt-IdNr. DE355267779

Geschäftsführer:
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	4
2	Grundlagen	4
3	Bauakustische Anforderungen	5
3.1	Luft- und Trittschallanforderungen	6
3.2	Gebäudetechnische Anlagen	7
3.3	Raumluftechnische Anlagen	8
4	Fassade	9
4.1	Schallschutz gegen Außenlärm	9
4.2	Schalllängsdämmung	9
5	Maßnahmen	10
5.1	Wände	10
5.2	Türen	17
5.3	Decken	19
5.4	Treppen und Treppenpodeste	22
6	Gebäudetechnische Anlagen	22
6.1	Sanitärinstallationen	22
6.2	Lagerung von Technikgeräten	23
6.3	Aufzug	23
6.4	Lüftungskanäle	24
6.5	Durchdringungen und Durchbrüche	26
7	Raumakustische Anforderungen	27
7.1	Grundlagen	27
7.2	Zusammenfassung der Anforderungen an die Nachhallzeit	28
8	Raumakustische Maßnahmen	29
8.1	Sporthalle	29
8.2	Forum	30
8.3	Mensa	33
8.4	Lernbereich Klasse	34
8.5	Differenzierungsräume	37
8.6	Flure, Verkehrsflächen	39
8.7	Umkleiden, Bibliothek, Lesebereiche, Selbstlernzentrum mit Großmöbel	39

8.8	Küche	39
9	Schlussbemerkungen	40

Anhang Elastische Lagerung

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Essen plant den Neubau der Schule an der Ruhr am Mintarder Weg 43 in Essen-Kettwig. Es handelt sich um eine zweizügige Grundschule mit einer Einfach-Sporthalle.

Nachfolgend wird die Entwurfsplanung Bau- und Raumakustik aufgestellt.

2 Grundlagen

- [1] Grundrisse, Schnitte und Ansichten mit Stand vom 03.08.2023, erhalten von SSP AG
- [2] Projektbesprechung mit dem Planungsteam am 13.01.2022
- [3] DIN 4109-1: Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen. 2018-01
- [4] DIN 4109-2: Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen. 2018-01
- [5] Beiblatt 2 zu DIN 4109: Schallschutz im Hochbau; Hinweise für Planung und Ausführung; Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich. November 1989
- [6] VDI 2081, Blatt 1: Geräuscherzeugung und Lärminderung in Raumluftechnischen Anlagen. Juli 2001
- [7] DIN 18041: Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung. 2016-03
- [8] VDI 2569: Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro 2019-10
- [9] VDI 3728: Schalldämmung beweglicher Raumabschlüsse – Türen und Mobilwände: 2012-03
- [10] Technischen Regeln für Arbeitsstätten – ASR, A3.7, Mai 2018
- [11] Kriterien BNB-Zertifizierung, System 2017
- [12] Checkliste Fachplaner BNB Schule an der Ruhr vom 26.08.2022, erstellt von Krämer-Evers Bauphysik GmbH & Co. KG
- [13] Besprechung mit dem Bauherrn und dem Generalplaner zu den Bodenaufbauten im EG sowie Bauherren-Entscheidung hierzu, 23.02.2023
- [14] Besprechung mit dem Bauherrn und dem Generalplaner am 15.03.2023.

Tabelle 1. Schalltechnische Kenngrößen zur zahlenmäßigen Beschreibung der schalltechnischen Anforderungen bzw. Empfehlungen.

Zeichen	Kenngröße	Anforderung an
R'_w	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß in dB mit Schallübertragung über flankierende Bauteile	Luftschalldämmung von Decken und Wänden (bauteilbezogen)
R_w	bewertetes Schalldämm-Maß in dB ohne Schallübertragung über flankierende Bauteile	Schalldämmung einzelner Bauteile sowie Türen und Fenster (bauteilbezogen). Frühere Bezeichnung bei Türen und Fenstern: $R_{w,P}$
$D_{n,f,w}$	bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz in dB	Luftschallübertragung flankierender Bauteile, v. a. im Leicht- und Trockenbau sowie bei Fassaden, Frühere Bezeichnung: $D_{n,f,w,P}$
$L'_{n,w}$	bewerteter Norm-Trittschallpegel in dB mit Schallübertragung über flankierende Bauteile	Trittschalldämmung von Trenndecken sowie Treppenpodesten und -läufen
$L_{n,f,w}$	bewerteter Norm-Flankentrittschallpegel in dB	flankierende Trittschallübertragung über Doppel- und Holzböden
ΔL_w	bewertete Trittschallminderung in dB	Trittschallminderung von Bodenaufbauten und Belägen
$L_{AFmax,n}$	maximaler Norm-Schalldruckpegel in dB(A)	Maximale Schallpegel durch gebäudetechnische Anlagen

3 Bauakustische Anforderungen

Für Schulen und vergleichbare Unterrichtsbauten gelten bau- und genehmigungsrechtlich verbindliche Anforderungen der DIN 4109 [3], die es zwischen Unterrichtsräumen zu beachten und einzuhalten gilt. Die darin beschriebenen Anforderungen sind als baurechtlich geschuldetes Mindestmaß anzusehen.

Darüber hinaus gibt es neben den verbindlichen Schallschutzanforderungen Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Arbeitsbereich, die sich z. B. auf Büroräume beziehen. Diese werden im Beiblatt 2 zu DIN 4109 (Ausgabe 1989) [5] in Empfehlungen für den normalen und erhöhten Schallschutz unterteilt.

Aufgrund der Checkliste BNB [12] und der entsprechenden Kriterien sind die folgenden zusätzlichen Anforderungen einzuhalten:

- Trittschallschutz zwischen Unterrichtsräumen sowie Unterrichtsräumen und besonders lauten Räumen oder Büroräumen: Übererfüllung der Anforderungen nach DIN 4109 um mindestens 3 dB
- Trittschallschutz gegenüber Arbeitsräumen im eigenen Bereich: Normaler Trittschallschutz nach DIN 4109 Bbl. 2

3.1 Luft- und Trittschallanforderungen

Folgende Anforderungen bzw. Empfehlungen werden für das bewertete Schalldämm-Maß R'_w bzw. den bewerteten Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ in der DIN 4109 bzw. dem Beiblatt 2 angegeben:

Tabelle 2. Schalltechnische Anforderungen und Empfehlungen an die Luft- und Trittschalldämmung.

Pos.	Bauteil	erf. R'_w [dB]	erf. $L'_{n,w}$ [dB]
Anforderungen nach DIN 4109 „Schulen und vergleichbare Einrichtungen“ mit ergänzenden Anforderungen BNB			
Decken			
1	Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen/Decken unter Fluren	≥ 55	≤ 50 ^{b)}
2	Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z. B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräume, Spielräume, Technikzentralen)	≥ 55	≤ 43 ^{c)}
3	Boden der Terrasse		≤ 53
4	Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z. B. Sporthallen, Werkräume	≥ 60	≤ 43
Wände			
5	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander und zu Fluren	≥ 47	-
6	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenhäusern	≥ 52	-
7	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z. B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräume, Spielräume, Technikzentralen)	≥ 55	-
8	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z. B. Sporthallen, Werkräume (solche Wände aktuell nicht vorhanden)	≥ 60	-
9	Wände von Aufzugschächten	≥ 57	-
10	Wände von lauten Räumen (z. B. Technikzentralen), Schalldruckpegel LAF = 75...80 dB(A)	≥ 57	
11	Mobile Trennwand	≥ 45	
Türen			
12	Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	≥ 32 ^{d)}	
13	Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander	≥ 37 ^{d)}	

Pos.	Bauteil	erf. R'_w [dB]	erf. $L'_{n,w}$ [dB]
Anforderungen nach DIN 4109 „Schulen und vergleichbare Einrichtungen“ mit ergänzenden Anforderungen BNB			
Empfehlung nach Beiblatt 2 zu DIN 4109 für den eigengenutzten Bereich			
14	Trennwände um Büros üblicher Bürotätigkeit (z. B. Sekretariat)	37 (42)	-
15	Trennwände um Lehrerzimmer, Erste-Hilfe-Räume und Hort-/Schulleiterbüros (Räume mit besonderen Anforderungen an die geistige Konzentration und Vertraulichkeit)	45 (52)	-
16	Flurtüren zu üblichen Büroräumen (z. B. Sekretariat)	27 (32)	-
17	Flurtüren zu Lehrerzimmer, Psychologe, Erste-Hilfe-Räumen und Schulleiterbüros (Räumen mit besonderen Anforderungen an die geistige Konzentration und Vertraulichkeit)	37	-

- a) Zu ähnlichen Räumen gehören auch solche Räume mit erhöhtem Ruhebedürfnis, z. B. Schlafräume.
- b) Die Anforderung an die Trittschalldämmung gilt für die Trittschallübertragung in Aufenthaltsräume in alle Schallausbreitungsrichtungen.
- c) Wegen verstärkten tieffrequenten Schalls können in Technikzentralen zusätzliche Maßnahmen zur Körperschalldämmung erforderlich sein.
- d) Bei Türen gilt das bewertete Schalldämm-Maß erf. R_w .

Anmerkung:

Klammerwerte entsprechen den Empfehlungen eines erhöhten Schallschutzes.

Für die Sichtfenster in den Flurwänden werden weder in der DIN 4109 noch im BNB-Kriterium 4.1.1 irgendwelche Anforderungen festgelegt. Aufgrund von Erfahrungen bei anderen Projekten schlagen wir vor, die Anforderung für Wände ($R'_w = 47$ dB) für die Fenster um 5 dB abzumildern. Dies lässt sich dadurch rechtfertigen, dass in Flurwänden ohnehin ein schalltechnischer Schwachpunkt durch die Türen gegeben ist. Die Vorgehensweise sollte mit dem BNB-Auditor abgestimmt werden.

3.2 Gebäudetechnische Anlagen

Zu den gebäudetechnischen Anlagen zählen neben der Wasserinstallation, die zum zugesagten Betrieb des Gebäudes erforderlichen technischen Einrichtungen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die nach DIN 4109 [3] maximal zulässigen Schall-druckpegel von Geräuschen aus gebäudetechnischen Anlagen, die in den angrenzenden schutzbedürftigen Räumen auftreten dürfen, angegeben.

Tabelle 3. Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel in fremden schutzbedürftigen Räumen, erzeugt von gebäudetechnischen Anlagen.

Geräuschquelle	Maximal zulässige Schalldruckpegel
Sanitärtechnik (Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)	$L_{AF,max,n} \leq 35 \text{ dB(A)}$ ^{a) b)}
Sonstige hausinterne, fest installierte technische Schallquellen der techn. Ausrüstung, Ver- und Entsorgung	$L_{AF,max,n} \leq 35 \text{ dB(A)}$
^{a)} Einzelne kurzzeitige Spitzen, die beim Betätigen der Armaturen und Geräte (Öffnen, Schließen, Umstellen, Unterbrechen u. a.) entstehen, sind zz. nicht zu berücksichtigen.	
^{b)} Voraussetzungen zur Erfüllung des zulässigen Schalldruckpegels: <ul style="list-style-type: none"> - 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 Teilnahme vor Verschließen bzw. Bekleiden der Installation hinzugezogen werden 	

Tabelle 4. Geräusche aus sonstigen gebäudetechnischen Anlagen; maximal zulässige Schalldruckpegel $L_{AF,max,n}$ differenziert nach Raumtypen

Situation	$L_{AF,max,n}$
Unterrichts-/Gruppenraum	35 dB(A)
Besprechungsräume	35 dB(A)
Geräuschpegel in Lüftungszentralen	80 dB(A)
Wasserinstallationen	35 dB(A)
Bürobereich	35 dB(A)

3.3 Raumluftechnische Anlagen

Für den einzuhaltenden Störgeräuschpegel von RLT-Anlagen *in belüfteten Räumen*, gelten folgende Richtwerte nach VDI 2081 [6]. Dazu gehören Strömungs- und Anlagengeräusche von und über die Luftein- und -auslässe, die schallabstrahlenden Kanäle, Umluftkühlgeräte usw.:

Tabelle 5. Störgeräuschpegel von RLT-Anlagen in belüfteten Räumen nach VDI 2081.

Raum	mögl. Spanne $L_{AF} [\text{dB(A)}]$	Richtwert $L_{AF} [\text{dB(A)}]$
Unterrichts-, Gruppenraum	30 ... 35	35
Einzelbüro	30 ... 35	35
Ruhe-, Pausenraum	30 ... 35	35
Speiseraum	35 ... 50	45
Turnhalle	45 ... 50	45
Forum *)	30 ... 40	35
Wasch-, WC-Raum	40 ... 50	45

*) Einstufung des Forums entsprechend einem großen Konferenzraum nach VDI 2081

Die zwischen Bauherrn, Nutzer und Planer vereinbarten Geräuschpegel sollen innerhalb der oben angegebenen Spanne liegen. Bei fehlender konkreter Vereinbarung oder Nutzervorgabe ist der Richtwert in der letzten Spalte heranzuziehen.

Die Störgeräuschpegel dürfen im gesamten typischen Aufenthaltsbereich eines Raumes die Werte *als Summenwert aller einwirkenden RLT-Quellen* nicht überschreiten. Die Störgeräusche dürfen zudem weder tonal noch impulshaltig sein; andernfalls müssen die Richtwerte um 5 dB unterschritten werden.

4 Fassade

4.1 Schallschutz gegen Außenlärm

Nach den Lärmkartierungsdaten des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW ist im Bereich des Baufeldes keine relevante Schalleinwirkung zu erwarten, weshalb auf einen Nachweis zum Schallschutz gegen Außenlärm verzichtet werden kann.

4.2 Schalllängsdämmung

Um die geplante Schalldämmung von Trenndecken und Trennwänden erzielen zu können, muss die Fassade eine ausreichend hohe Schalllängsdämmung im Anschlussbereich dieser Bauteile aufweisen.

Zur Erzielung der Anforderung an das Schalldämm-Maß der Trenndecken üblicher Unterrichtsräume muss die Fassade eine vertikale Normflankenpegeldifferenz von $D_{n,f,w,P,vertikal} \geq 60$ dB aufweisen. Sollte es Trenndecken-/Fassadenanschlüsse von lauten Räumen (Turnhalle, Werkräume) geben, so werden dort höhere Werte erforderlich, die bei Bedarf ausgelegt werden können.

Die Anforderung an die horizontale Normflankenpegeldifferenz ist davon abhängig, welches Schalldämm-Maß die Trennwand erzielen soll.

- Trennwand zwischen Unterrichtsräumen und „lauten Räumen“ u. Ä. ($R'_w = 55$ dB):
erf. $D_{n,f,w,horizontal} \geq 64$ dB
- Trennwand zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren u. Ä. ($R'_w = 47$ dB):
erf. $D_{n,f,w,horizontal} \geq 56$ dB
- Trennwand um Lehrerzimmer, Erste-Hilfe, Schulleiter u. Ä. ($R'_w = 45$ dB):
erf. $D_{n,f,w,horizontal} \geq 54$ dB
- Trennwand Standardbüro u. Ä. ($R'_w = 42$ dB):
erf. $D_{n,f,w,horizontal} \geq 51$ dB

Die Höhe der Anforderungen hat einen konstruktiven und damit auch gestalterischen Einfluss auf die Fassade (in der Regel gilt: je höher die Anforderung desto breiter wird der Schwertanschluss und desto schwerer wird der Fassadenpfosten). Insofern sollte zu einem frühen Zeitpunkt in der Planung festgelegt werden, welche Schalldämmanforderung an die Trennwände – auch im Hinblick einer möglichen zukünftigen Umnutzung – realisierbar sein soll.

Beim Anschluss der Trennwände an die massiven Außenwände werden die o. g. Werte erreicht.

5 Maßnahmen

Zur Einhaltung der Schalldämmanforderungen werden die nachfolgend beschriebenen Konstruktionen erforderlich:

5.1 Wände

5.1.1 Allgemeines zur Bauweise der Wände

Die Wände werden aufgrund der Erfordernis zum Hochwasserschutz sowie zur Bereitstellung thermischer Speichermassen in Massivbauweise errichtet. Nachfolgend werden zunächst die Konstruktionen für die Massivbauweise, ergänzend aber auch die Leichtbaukonstruktionen, zum Beispiel zur Abschottung von Sitznischen oder Ähnliches genannt.

Die Flurwände von Unterrichtsräumen müssen ein Gesamt Schalldämm-Maß von $R'_w = 47$ dB erbringen. Die Fensterkonstruktionen müssen ein bewertetes Schalldämm-Maß von erf $R_w = 42$ dB erbringen.

Bei der Erweiterung des Luftraums des Forums hinein in das 1. OG ist der Fensterflächenanteil größer als bei den Klassenräumen, so dass dort ein bewertetes Schalldämm-Maß der inneren Glasfassade von erf. $R_w = 45$ dB erforderlich wird.

5.1.2 Anforderung erf. $R'_w = 57$ dB (z. B. Aufzugschachtwände)

Massivkonstruktion mit $m' \geq 580$ kg/m², z. B. ≥ 250 mm Stahlbeton

Hinweis:

Von einer Verkleidung von Massivwänden mit Trockenputz ist abzuraten, da solche Konstruktionen die Schalldämmung mindern würden.

5.1.3 Anforderung erf. $R'_w = 55$ dB (z. B. Wände zwischen Unterrichtsräumen und „lauten“ Räumen)

- Massive Trennwand:

Massivkonstruktion mit $m' \geq 490$ kg/m², z. B. ≥ 220 mm Stahlbeton oder 24 cm KSV-Mauerwerk oder 24 cm Planfüllziegel-Mauerwerk (Rohdichte ≥ 2000 kg/m³) mit 10 mm Putz

- **Trennwand in Ständerbauart:**

Gipskartonständerwand mit getrenntem Ständerwerk, $d \geq 155$ mm
(mit $R_{w,R} \geq 62$ dB als Systemwand auszuschreiben) bestehend aus:

- 2 x 12,5 mm Gipskartonplatten nach Herstellerangaben
- ≥ 50 mm CW50 Metallprofil, dazwischen 40 mm Mineralfaserdämmung nach Herstellerangaben
- 5 mm Zwischenschicht
- ≥ 50 mm CW50 Metallprofil, dazwischen 40 mm Mineralfaserdämmung nach Herstellerangaben
- 2 x 12,5 mm Gipskartonplatten nach Herstellerangaben

Anforderungen an die flankierenden Bauteile

Schalllängsdämmung Decke:

Die Trennwände sind an die Rohdecke (≥ 250 mm Stahlbeton) anzuschließen. Im Falle eines gleitenden Deckenanschlusses ist dieser mittels GK-Streifenpaket (analog Detail Knauf W116-V02 o. glw.) auszuführen. Für eine baupraktisch funktionierende Ausführung des Deckenanschlusses ist dieser mit einem dauerelastischen Material schalldicht zu versiegeln.

Etwaige Abminderungen durch gleitende Deckenanschlüsse müssen vom Anbieter selbstständig berücksichtigt werden.

Schalllängsdämmung Fußboden:

Die Trennwände sind auf den Rohboden zu stellen. Der schwimmende Estrich bzw. Hohl- oder Doppelboden ist seitlich anzuarbeiten (Trennfuge mit Randdämmstreifen).

Schalllängsdämmung Flurtrennwand:

Flankierende Flurtrennwände in Trockenbauweise sind im Bereich des Trennwandanschlusses zu unterbrechen. Flankierende Flurtrennwände in Massivbauweise müssen ein Flächengewicht von ≥ 300 kg/m² aufweisen (z. B. ≥ 140 mm Stahlbeton).

5.1.4 Anforderung erf. $R'w = 52$ dB (z. B. Treppenraumwände, Trennwände zu ELT-Räumen)

- **Massive Trennwand:**

Massivkonstruktion mit $m' \geq 380$ kg/m², z. B. ≥ 170 mm Stahlbeton oder 175 mm Mauerwerkswand, Rohdichte ≥ 2000 kg/m³, beidseitig mit ≥ 5 mm Putz

- **Trennwand in Ständerbauart:**

Trennendes Bauteil und Flanken gemäß Abs. 5.1.3, alternativ ein Einfachständerwand-System, $d = 150$ mm, beplankt mit schweren Schallschutzplatten (z. B. 2 x Knauf Silentboard o. glw.)

5.1.5 Anforderung erf. $R'_w = 47$ dB (z.B. Wände von Unterrichtsräumen, Differenzierungsräumen, Selbstlernzentrum oder ähnlichen Räumen zueinander und zu Fluren)

Ausführungen in Massivbauweise:

Folgende alternative Ausführungen sind erforderlich:

- 195 mm (Gesamtdicke) KSV-Mauerwerkswände, Steinrohdichte $\rho \geq 1,6 \text{ kg/dm}^3$ (175 mm Steine zzgl. mindestens 2 x 10 mm Gips- oder Kalkgips-Putz)
- 140 mm Stahlbeton

Trennwand in Ständerbauart

Gipskartonständerwand, $d \geq 150 \text{ mm}$ (mit $R_w \geq 54 \text{ dB}$ als Systemwand auszu-schreiben) bestehend aus:

- 2 x 12,5 mm Gipskartonplatten nach Herstellerangaben
- ≥ 100 mm CW100 Metallprofil, dazwischen 60 mm Mineralfaserdämmung nach Herstellerangaben
- 2 x 12,5 mm Gipskartonplatten nach Herstellerangaben

Anforderungen an die flankierenden Bauteile

Schalllängsdämmung Decke:

Die Trennwände sind an die Rohdecke ($\geq 250 \text{ mm}$ Stahlbeton) anzuschließen. Im Falle eines gleitenden Deckenanschlusses ist dieser mittels GK-Streifenpaket (analog Detail Knauf W116-V02 o. glw.) auszuführen. Für eine baupraktisch funktionierende Ausführung des Deckenanschlusses ist dieser mit einem dauerelastischen Material schalldicht zu versiegeln.

Etwaige Abminderungen durch gleitende Deckenanschlüsse müssen vom Anbieter selbstständig berücksichtigt werden.

Schalllängsdämmung Fußboden:

Die Trennwände müssen auf die Rohdecke gestellt werden.

Schalllängsdämmung Flurtrennwand:

Flankierende Flurtrennwände in Trockenbauweise können bei doppelter Beplankung durchlaufen. Flankierende Flurtrennwände in Massivbauweise müssen ein Flächen-gewicht von $\geq 300 \text{ kg/m}^2$ aufweisen (z. B. $\geq 140 \text{ mm}$ Stahlbeton).

Schalllängsdämmung Fassade:

Der Anschluss an die Fassade erfolgt vorzugsweise im Bereich massiver Wand-scheiben. Falls bauliche Situationen mit einem Wandanschluss an eine leichte Fassade auftreten, so wird eine schalltechnische Beratung hierzu erforderlich.

5.1.6 Anforderung erf. $R'_w = 45$ dB (z. B. Trennwände um Lehrerzimmer, Erste-Hilfe-Räume und Leitungsbüros usw.)

Ausführungen in Massivbauweise:

Folgende Ausführung ist erforderlich:

- 195 mm (Gesamtdicke) KSV-Mauerwerkswände, Steinrohdichte $\rho \geq 1,6$ kg/dm³ (175 mm Steine zzgl. mindestens 2 x 10 mm Gips- oder Kalkgips-Putz)

Trennwand in Ständerbauart

Gipskartonständerwand, $d \geq 125$ mm (mit $R_w \geq 53$ dB als Systemwand auszu-schreiben) bestehend aus:

- 2 x 12,5 mm Gipskartonplatten nach Herstellerangaben
- ≥ 75 mm CW75 Metallprofil, dazwischen 60 mm Mineralfaserdämmung nach Herstellerangaben
- 2 x 12,5 mm Gipskartonplatten nach Herstellerangaben

Anforderungen an die flankierenden Bauteile

Schalllängsdämmung Decke:

Die Trennwände sind an die Rohdecke (≥ 250 mm Stahlbeton) anzuschließen. Im Falle eines gleitenden Deckenanschlusses ist dieser mittels GK-Streifenpaket (analog Detail Knauf W116-V02 o. glw.) auszuführen. Für eine baupraktisch funktionierende Ausführung des Deckenanschlusses ist dieser mit einem dauerelastischen Material schalldicht zu versiegeln.

Etwaige Abminderungen durch gleitende Deckenanschlüsse müssen vom Anbieter selbstständig berücksichtigt werden.

Schalllängsdämmung Fußboden:

Die Trennwände sollten vorzugsweise auf die Rohdecke gestellt werden. Auf einen Hohl- oder Doppelboden können sie nur dann aufgestellt werden, wenn hierfür eine Trennfuge im Boden im Bereich der Trennwand angeordnet wird, was wiederum die Ausführung einer doppelten Stützenreihe in diesem Bereich erforderlich macht. Je nach Hohlbodentyp wird ggf. zusätzlich ein Dämmschott im Hohlraum unterhalb der Trennwand erforderlich.

Schalllängsdämmung Flurtrennwand:

Flankierende Flurtrennwände müssen ein Flächengewicht von ≥ 300 kg/m² aufweisen.

Schalllängsdämmung Fassade:

Der Anschluss an die Fassade erfolgt vorzugsweise ohne eine verjüngende Schwertkonstruktion. Alternativ erfolgt der Anschluss über eine Schwertkonstruktion an einen Fassadenpfosten. Durch die verjüngende Schwertkonstruktion darf der Rechenwert der Trennwand nicht gemindert werden (z. B. Fa. Knauf Fassadenanschlussswert o. glw.). Die Fassade muss eine Normflankenpegeldifferenz $D_{n,f,w,P} \geq 54$ dB aufweisen.

Hinweis:

Bei Anbindung von benachbarten Büroräumen an ein und denselben Lüftungskanal muss durch Einbau ausreichend dimensionierter Telefonieschalldämpfer gewährleistet sein, dass die Schalldämmung der Trennwand nicht durch eine Schallübertragung über den Lüftungskanal reduziert wird.

5.1.7 Mobile Trennwand**Trennendes Bauteil**

Die mobile Trennwand ist aus Flächenelementen mit form- und kraftschlüssigen Elementverbindungen und ausfahrbaren horizontalen Dichtleisten gegen Fußboden und Deckenschienen vorzusehen. Das Schalldämm-Maß für das funktionsfähig eingebaute Gesamtsystem Trennwandsystem ist durch den Systemhersteller nachzuweisen.

Es hat sich gezeigt, dass aufgrund der vielen Funktionsfugen von variablen Trennwänden die im Labor gemessenen Werte der Schalldämmung am Bau deutlich unterschritten werden. Aufgrund der umfangreichen Messerfahrung von Müller-BBM ist davon auszugehen, dass eine Unterschreitung von ≥ 10 dB am Bau zu erwarten ist (siehe auch [9]). Aus diesem Grunde ist es erforderlich, zum Erreichen der Anforderung erf. $R'_w = 45$ dB im eingebauten Zustand, unter Berücksichtigung der vorhandenen Nebenwege für die mobilen Trennwände, eine Konstruktion vorzusehen, die im Prüfstand ein bewertetes Labor-Schalldämm-Maß von

$$R_w (\equiv R_{w,P}) \geq 55 \text{ dB}$$

aufweist.

Flankierender Boden

In den Achsen der mobilen Trennwände ist ein schalltechnisch vollständig getrenntes Massivschott erforderlich. Die Fußbodenkonstruktionen der angrenzenden Räume stoßen stumpf über entkoppelnde Randdämmstreifen an die notwendige Aufkantung im Fußboden an. Trennfugen müssen den Bodenaufbau bis zur Rohdecke vollständig und schallbrückenfrei trennen und sind in der Ebene des Bodenbelags mit einer elastischen Schiene zu versehen (z. B. Fabr. Migua u. a. m.).

Flankierende Wände bzw. Fassade

Flankierende Massivwände sind mit einer flächenbezogenen Masse von $m' \geq 300 \text{ kg/m}^2$ auszuführen (z. B. mindestens 15 cm dicke Stahlbetonwände o. Ä.).

Deckenanschluss

Die Unterkonstruktion der oberen Schiene der mobilen Trennwand wird an der Massivdecke befestigt. Der Zwischenraum zwischen der Schiene der variablen Trennwand und der Rohdecke muss z. B. durch eine beidseitig doppelte Gipskartonbeplankung mit Mineralwolleeinlage abgeschottet werden. Durchdringungen dieses Deckenschotts sind in geeigneter Weise zu schließen (z. B. auszustopfen und luftdicht z. B. mit Brandschutzmörtel zu verschließen).

Aufgrund der zu erwartenden Deckendurchbiegungen sind die Führungsschienen der mobilen Trennwände nachjustierbar auszuführen.

5.1.8 Anforderung erf. $R'_w = 42 \text{ dB}$ (z. B. Trennwände von Standardbüros, empfohlene Anforderung)

Ausführungen in Massivbauweise:

Folgende Ausführungen ist erforderlich:

- 135 mm (Gesamtdicke) KSV-Mauerwerkswände, Steinrohichte $\rho \geq 2,0 \text{ kg/dm}^3$ (115 mm Steine zzgl. mindestens 2 x 10 mm Gips- oder Kalkgips-Putz)

Variante Trockenbauwand

Eine 125 mm dicke Trockenbauwand mit folgendem Aufbau ist geeignet (mit $R_w \geq 49 \text{ dB}$ als Systemwand auszuschreiben):

- 2 x 12,5 mm Gipskarton-Bauplatten
- 75 mm CW-Profil mit vollflächig 60 mm Mineralwollämmung nach DIN EN 13162, längenbezogener Strömungswiderstand nach DIN EN 29053: $r \geq 5 \text{ kPa}\cdot\text{s/m}^2$
- 2 x 12,5 mm Gipskarton-Bauplatten

Anforderungen an die flankierenden Bauteile

Schalllängsdämmung Decke:

Die Trennwände sind an die Rohdecke ($\geq 250 \text{ mm}$ Stahlbeton) anzuschließen. Im Falle eines gleitenden Deckenanschlusses ist dieser mittels GK-Streifenpaket (analog Detail Knauf W116-V02 o. glw.) auszuführen. Für eine baupraktisch funktionierende Ausführung des Deckenanschlusses ist dieser mit einem dauerelastischen Material schalldicht zu versiegeln.

Etwaige Abminderungen durch gleitende Deckenanschlüsse müssen vom Anbieter selbstständig berücksichtigt werden.

Schalllängsdämmung Fußboden:

Bei der Ausführung von schwimmenden Estrichen wird es immer erforderlich, dass eine Trennfuge im Boden im Bereich der Trennwand angeordnet wird. Alternativ müssen die Trennwände auf den Rohboden gestellt werden.

Schalllängsdämmung Fassade:

Der Anschluss an die Fassade kann über eine Schwertkonstruktion an einen Fassadenpfosten oder an die Massivwand erfolgen. Durch die verjüngende Schwertkonstruktion darf der Rechenwert der Trennwand nicht gemindert werden (z. B. Fa. Knauf Fassadenanschlussswert o. glw.). Der Fassadenpfosten muss eine Normflankenpegeldifferenz $D_{n,f,w} \geq 51$ dB aufweisen.

Hinweis:

Bei Anbindung von benachbarten Büroräumen an ein und denselben Lüftungskanal muss durch Einbau ausreichend dimensionierter Telefonieschalldämpfer gewährleistet sein, dass die Schalldämmung der Trennwand nicht durch eine Schallübertragung über den Lüftungskanal reduziert wird.

5.1.9 Installationswände

Zur Gewährleistung des unter Punkt 3, Tabelle 3 angegebenen Anforderungswertes von $L_{AF,max,n} \leq 35$ dB(A) werden von Müller-BBM folgende Maßnahmen empfohlen:

- Ausschließliche Anwendung der Vorwandinstallation vor den Trennwänden (Massivwand oder Ständerwand)
- Anordnung einer In-Wand-Installation nur in Ausnahmefällen (Platzmangel) und dann nur bei Ständerwänden
- Ausschließliche Verwendung von kompletten, geschlossenen Installations-Systemen der jeweiligen Firmen mit firmenseitiger Gewährleistungsgarantie

5.1.10 Sichtfenster in Flurwänden mit Anforderung erf. $R_w = 42$ dB

In den Flurwänden und Wänden zu den Teamflächen sind Sichtfenster mit Kastenverglasung mit einem Laborwert des Gesamtsystems von $R_w \geq 44$ dB vorzusehen.

5.1.11 Glaswand zwischen Forum und Selbstlernzentrum / Großmöbel mit Anforderung erf. $R_w = 45$ dB

Es sind Sichtfenster mit Kastenverglasung mit einem Laborwert $R_w \geq 47$ dB vorzusehen.

Hinweis:

Da auch mit der vorgenannten Dimensionierung eine gegenseitige Störung von lautem Obergeschoss und hochwertiger Veranstaltung im Forum (z. B. Vortrag, Konzert) nicht auszuschließen ist, muss organisatorisch eine Gleichzeitigkeit vermieden werden.

5.2 Türen

Es wird generell empfohlen, Fertigtürkonstruktionen zu verwenden, für die Prüfzeugnisse über die erreichbare Schalldämmung vorliegen. Nachfolgend sind prinzipielle Konstruktionshinweise für Türkonstruktionen mit unterschiedlichen Schalldämm-Maßen angeführt.

Anforderung: erf. $R_w = 27$ dB (z. B. Flurtür Standardbüro)

Fertigkonstruktionen: Werden komplette Fertigtürkonstruktionen eingebaut, so müssen diese ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R_w \geq 32$ dB, im betriebsfertigen Zustand im Labor gemessen, aufweisen.

Die nachfolgenden Angaben sind nur als konstruktive Hinweise zu verstehen. Es sind keine „Bauanleitungen“, mit denen die Einhaltung des geforderten Schalldämm-Maßes garantiert werden kann.

- | | |
|-----------------|---|
| Türblatt: | <ul style="list-style-type: none"> - Türblätter mit Laborwert $R_w \geq 37$ dB - einschalige Türblätter (z. B. Span- oder Röhrenspanplatten) mit flächenbezogener Masse $m' \geq 45$ kg/m² oder geschichtete Türblätter mit $m' \geq 25$ kg/m² - erforderliche Türblattdicke $d \geq 40$ mm - einfachgefälztes Türblatt - das Türblatt soll mit mind. 2 justierbaren, normalen Bändern angeschlagen sein |
| Zargendichtung: | <ul style="list-style-type: none"> - eine in <i>einer</i> Ebene umlaufende Lippendichtung - Einfederung an allen Stellen ≥ 6 mm bei Anpresskraft ≤ 15 N/m |
| Bodendichtung: | <ul style="list-style-type: none"> - keine Bodendichtung erforderlich bei ≤ 2 mm Fuge über Teppichbelag |
| Zarge: | <ul style="list-style-type: none"> - Stahlzarge aus mind. 1 mm dickem Stahlblech, hohlraumfrei mit Mörtel, Beton oder Gips hinterfüllt - Holzfutter mit Bekleidung, Hohlräume dicht mit Mineralwolle ausgestopft |

Anforderung: erf. $R_w = 32$ dB (z. B. Tür zwischen Unterrichtsräumen und Fluren)

Fertigkonstruktionen: Werden komplette Fertigtürkonstruktionen eingebaut, so müssen diese ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R_w \geq 37$ dB, im betriebsfertigen Zustand im Labor gemessen, aufweisen.

Die nachfolgenden Angaben sind nur als konstruktive Hinweise zu verstehen. Es sind keine „Bauanleitungen“, mit denen die Einhaltung des geforderten Schalldämm-Maßes garantiert werden kann.

- Türblatt:** Türblätter mit Laborwert von $R_w \geq 42$ dB
einschalige Türblätter (z. B. Span- oder Röhrenspanplatten bzw. Glasplatten)
mit flächenbezogener Masse $m' \geq 60$ kg/m² oder
mehrschalige Türblätter mit $m' \geq 60$ kg/m²
erforderliche Türblattdicke $d \geq 60$ mm
einfachgefalztes Türblatt
das Türblatt soll mit mind. zwei justierbaren, starken Bändern angeschlagen sein.
- Zargendichtung:** zwei jeweils in einer Ebene umlaufende Lippendichtungen
Einfederung an allen Stellen ≥ 6 mm bei
Anpresskraft ≤ 15 N/m
- Bodendichtung:** justierbares Hohl- oder Lippengummiprofil
in Verbindung mit einer Wulstschwelle
mechanisch absenkbare Dichtung, bei Textilbelägen
oder unebenem Boden gegen glattes Metallprofil stoßend
elastische Wulst- oder Höckerschwelle in Verbindung
mit abgeschrägter Türblattunterseite
die Bodendichtung muss in derselben Ebene wie die Zargendichtung verlaufen und dicht anbinden
- Zarge:** Stahlzarge aus mind. 1 mm dickem Stahlblech,
hohlraumfrei mit Faserdämmstoff, Mörtel, Beton oder Gips
hinterfüllt
Holzfutter mit Bekleidung, Hohlräume dicht mit
Mineralfaser ausgestopft

Anforderung: erf. $R_w = 37$ dB (z. B. Türen zwischen Unterrichtsräumen und ähnlichen Räumen untereinander, Flurtüren von Lehrerzimmer, Schulleiterbüro o. ä.)

Fertigkonstruktionen: Werden Fertigtürkonstruktionen eingebaut, so müssen diese ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R_w \geq 42$ dB im Labor, im betriebsfertigen Zustand gemessen, aufweisen.

Die nachfolgenden Angaben sind nur als konstruktive Hinweise zu verstehen. Es sind keine „Bauanleitungen“, mit denen die Einhaltung des geforderten Schalldämm-Maßes garantiert werden kann.

- | | |
|-----------------|---|
| Türblatt: | <ul style="list-style-type: none"> - Türblätter mit Laborwert $R_w \geq 47$ dB - mehrschichtige Türblätter oder Türblätter mit Beschwerungseinlage $m' \geq 50$ kg/m² - erforderliche Türblattdicke $d \geq 60$ mm - doppeltgefälztes Türblatt - das Türblatt soll mit mind. 3 justierbaren, starken Bändern angeschlagen sein |
| Zargendichtung: | <ul style="list-style-type: none"> - doppelte, jeweils in <i>einer</i> Ebene umlaufende Lippendichtung - Einfederung an allen Stellen ≥ 6 mm bei Anpresskraft ≤ 15 N/m |
| Bodendichtung: | <ul style="list-style-type: none"> - justierbares Hohl- oder Lippengummiprofil in Verbindung mit einer Wulstschelle - mechanisch absenkbare Dichtung, bei Textilbelägen oder unebenem Boden gegen glattes Metallprofil stoßend - evtl. müssen o. g Bodendichtungen zusätzlich mit einer Absorptionskammer kombiniert werden - die Bodendichtung muss in derselben Ebene wie die Zargendichtung verlaufen und dicht anbinden |
| Zarge: | <ul style="list-style-type: none"> - Stahlzarge aus mind. 2 mm dickem Stahlblech, hohlraumfrei mit Mörtel, Beton oder Gips hinterfüllt - schweres und stabiles Holzfutter mit Bekleidung, Hohlräume dicht mit Mineralwolle ausgestopft - Wand- und Bodenanschlüsse dauerelastisch versiegelt |

5.3 Decken

5.3.1 Bodenplatte

Die Bodenplatte wird in Stahlbeton ausgeführt. Zur Minderung der horizontalen und vertikal aufsteigenden Trittschallübertragung ergibt sich auch auf der Bodenplatte die Notwendigkeit eines schwimmenden Estrichs. Eine alternative Ausführung aus Verbundestrich mit weichfederndem Kautschuk-Bodenbelag würde den erhöhten Trittschallschutz nicht erreichen und kommt daher nicht in Frage [13].

Von folgendem Prinzipaufbau ist auszugehen (von oben nach unten):

- ... mm Bodenbelag nach Angabe Architekten (z. B. Linoleum)
- 60 mm Zementestrich
- 1 mm Trennschicht, z. B. PE-Folie
- 20 mm Trittschalldämmung aus z. B. expandiertem Polystyrol (EPS) nach DIN EN 13163, Anwendungstyp DES-sg nach DIN 4108-10, dynamische Steifigkeit $s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$
- ... mm ggf. Ausgleichsschicht (Installationsebene), z. B. aus expandiertem Polystyrol (EPS) nach DIN EN 13163, Anwendungstyp DEO nach DIN 4108-10
- 10 mm ggf. Abdichtung
- ≥ 400 mm Stahlbeton-Bodenplatte (WU)
- ... mm Wärmedämmung

Der Aufbau erreicht rechnerisch folgende Kennwerte:

- bewerteter Norm-Trittschallpegel (horizontal) $L'_{n,w} \leq 43 \text{ dB}$
- bewerteter Norm-Trittschallpegel (vertikal aufsteigend) $L'_{n,w} \leq 35 \text{ dB}$

Die Anforderungen der DIN 4109 und BNB sind rechnerisch erfüllt.

Hinweise:

- Der Estrich ist in Türbereichen schutzbedürftiger Räume raumweise komplett mit einer Fuge zu trennen.
- Die Trennwände müssen ausnahmslos auf der Rohdecke stehen, nicht auf dem schwimmenden Estrich.

5.3.2 Bodenplatte Turnhalle

Von folgendem Prinzipaufbau ist auszugehen (von oben nach unten):

- 160 mm Schwingboden auf Elastomerstreifen, ggf. mit Fußbodenheizung
- inkl. ≥ 60 mm Wärmedämmung, Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \leq 0,035 \text{ W/(mK)}$
- ≥ 400 mm Stahlbeton-Bodenplatte (WU) gemäß Angabe Tragwerksplaner
- ... mm Wärmedämmung

5.3.3 Trenndecken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren,

$R'_w = 55 \text{ dB}$, $L'_{n,w,\text{vertikal}} = 50 \text{ dB}$

Die Geschossdecken werden als Stahlbetondecken ausgeführt. Im Folgenden wird zur Sicherheit von der akustisch erforderlichen Mindestdicke von $d \geq 200 \text{ mm}$ ausgegangen, dickere Decken verbessern die Schalldämmung weiter. Hiermit ergibt sich aus bauakustischer Sicht folgender Musteraufbau (von oben nach unten):

- ... mm Bodenbelag nach Angabe Architekten
- 60 mm Zementestrich
- 1 mm Trennschicht, z. B. PE-Folie
- 30 mm Trittschalldämmung aus z. B. expandiertem Polystyrol (EPS) nach DIN EN 13163, Anwendungstyp DES-sg nach DIN 4108-10, dynamische Steifigkeit $s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$
- ... mm Ggf. Ausgleichsschicht (Installationsebene), z. B. aus expandiertem Polystyrol (EPS) nach DIN EN 13163, Anwendungstyp DEO nach DIN 4108-10
- $\geq 200 \text{ mm}$ Stahlbeton-Massivdecke $m' \geq 460 \text{ kg/m}^2$
- *raumakustische Unterdecken nach gesonderter Planung*

Bei einer mittleren flächenbezogenen Masse $m'_{L,\text{mittel}}$ der flankierenden Bauteile von $m'_{L,\text{mittel}} \geq 300 \text{ kg/m}^2$ ergeben sich rechnerisch folgende Werte:

- bewertetes Schalldämm-Maß $R'_w \geq 57 \text{ dB}$
- bewerteter Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$

Gebäudetechnische Anlagen müssen Körperschallentkoppelt aufgestellt werden. Technikräume für laute Anlagen (RLT-Aggregate usw.) sollten mit einem Verbundestrich ausgestattet werden, auf dem die entsprechenden Elastomerschichten für die Körperschallentkopplung unter den Aggregaten bzw. den schwimmenden Fundamenten angeordnet werden.

5.3.4 Trenndecke zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen, $R'_w = 60 \text{ dB}$, $L'_{n,w} = 43 \text{ dB}$

Zur Einhaltung der Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung wird folgender Geschossdeckenaufbau erforderlich:

- Bodenbelag gemäß Angabe Architekt
- $\geq 60 \text{ mm}$ Zementestrich gemäß Vorgabe Statik
- Trennlage z. B. PE-Folie 0,2 mm, mit 100 mm Stoßüberlappungen verlegt
- 30 Trittschalldämmung, dynamische Steifigkeit $s' \leq 20 \text{ MN/m}^3$
- ... mm Wärmedämmung als Ausgleichsschicht
- 280 mm Stahlbetonrohdecke

Flankierende Bauteile müssen biegeweich (z. B. Gipskartonständerwände) sein oder eine flächenbezogene Masse $\geq 300 \text{ kg/m}^2$ aufweisen. Trennwände im Erdgeschoss müssen grundsätzlich auf der Rohdecke aufgestellt werden.

5.4 Treppen und Treppenpodeste

Für die Treppenhäuser (auch für die Läufe) sind trittschallmindernde Maßnahmen vorzusehen. Folgende Ausführungsvarianten sind denkbar:

- konstruktive Einbindung des Treppenpodestes in die Treppenraumwand mit Verlegung eines schwimmenden Estrichs auf dem Podest, Ausbildung der Treppenläufe als Fertigteile und Auflagerung des Laufes über körperschallisierende Elemente auf dem Podest, Ablösung des Laufes von der Treppenraumwand
- vollständige Abtrennung der Treppenpodeste und Treppenläufe von den aufgehenden Bauteilen, die Auflagerung der Treppenpodeste erfolgt über körperschallisierende Elemente (erf. $\Delta L_{n,w}^* \geq 17 \text{ dB}$), z. B. Schöck-Tronsole oder Neoprenlager o. glw., auf einen schwimmenden Estrich im Podestbereich kann verzichtet werden.

6 Gebäudetechnische Anlagen

6.1 Sanitärinstallationen

Die Sanitärinstallationen sollten als Vorwandinstallationen ausgeführt werden. Wenn Sanitärinstallationen an Massivwänden befestigt werden, sind diese zwingend in einer flächenbezogenen Masse von $m' \geq 220 \text{ kg/m}^2$ auszuführen.

Sämtliche Installationen und Armaturen dürfen ausschließlich mit Befestigungselementen mit nachgewiesener körperschallisierender Wirkung (weichelastische Einlagen von Schellen, Ummantelungen der Wasser- und Abwasserrohre, isolierende Klosttträger usw.) an der Baukonstruktion befestigt werden. Wir empfehlen die Verwendung von Installationsblöcken der gängigen Hersteller mit schalltechnischem Eignungsnachweis.

Wasser- und Abwasserleitungen sind im Bereich von Leitungsdurchführungen, Brandabschottungen in Schächten und sonstigen möglichen Kontaktstellen zur Baukonstruktion lückenlos körperschallisierend zu ummanteln, mit mindestens 10 mm dicken Dämmhüllen aus Mineralfaserdämmstoff oder elastischem Schaumstoff.

Die verwendeten Armaturen müssen der Geräuschkategorie I entsprechen und ein gültiges Prüfzeichen nach DIN EN ISO 3822 besitzen. Die Wasserversorgungsanlage darf unter einem Ruhedruck von maximal 5 bar betrieben werden, ggf. sind zur Einhaltung des Grenzwertes Druckminderer vorzuschalten.

6.2 Lagerung von Technikgeräten

In Abhängigkeit vom Aufstellungsort körperschallerzeugender Technikgeräte, der Lage des nächstgelegenen schützenswerten Raumes und der Art der Technikgeräte werden körperschallentkoppelnde Maßnahmen bei Aufstellung der Geräte erforderlich.

Im Folgenden werden prinzipielle Maßnahmen dargestellt, mit denen eine ausreichende Entkopplung erzielt wird. Dabei wird zwischen herkömmlichen Lagerungen über Stahlfedern bzw. Gummielemente und Lagerungen über sogenannte KSD-Elemente unterschieden.

Prinzipiell sollten die Maßnahmen zur elastischen Lagerung der haustechnischen Anlagen auf der Rohdecke erfolgen, d. h. ein Aufstellen der Geräte auf einem schwimmenden Estrich ist nicht zu empfehlen.

Die von vergleichbaren Maschinen unterschiedlicher Hersteller bei gleicher Leistung emittierten Körperschallpegel unterscheiden sich meist bereits beträchtlich. Wie theoretische Untersuchungen und praktische Erfahrungen zeigen, ist es aber trotzdem möglich, Maschinen entsprechend ihrer Körperschallemission in Gruppen zu unterteilen. Folgende Gliederung hat sich als sinnvoll erwiesen, wobei in der Gruppe I Maschinen mit vergleichbar geringer, in der Gruppe II mit mittlerer und in der Gruppe III mit hoher Körperschallemission zusammengefasst sind:

Maschinengruppe I: RLT-Geräte

Maschinengruppe II: Große Pumpen o. Ä.

Maschinengruppe III: Aufzugsaggregat, Verdichter, Notstromaggregate

Maschinen mit einem Gewicht von < 200 kg können üblicherweise der nächstgelegenen Gruppe mit entsprechend geringerer Körperschallemission zugeordnet werden.

Im Anhang A Seite 2 - 3 sind prinzipielle alternative Lagerungsmöglichkeiten für die bei diesem Bauvorhaben unterschiedlichen Gerätetypen dargestellt. Dabei wird noch unterschieden, ob die Anlagen oberhalb oder unterhalb von schützenswerten Aufenthaltsräumen aufgestellt werden.

Eine genaue Auslegung der Lagerung muss durch die ausführende Haustechnikfirma auf Grundlage der Kenndaten der tatsächlich zum Einsatz kommenden Anlagen (exakter Maschinentyp mit Schalleistungen, Drehzahl und Gewicht der einzelnen Geräte) erfolgen. Die Eigenresonanz der Lagerung muss mindestens zwei Oktaven unterhalb der Erregerfrequenz liegen. Ein detaillierter Nachweis ausreichender Körperschallentkopplung ist Müller-BBM von der ausführenden Firma zur Prüfung vorzulegen.

6.3 Aufzug

Mit dem jeweiligen Aufzugshersteller sind die Maßnahmen zur Körperschall- und Luftschalldämmung abzustimmen. Die ausführende Firma muss die Einhaltung der nachfolgend genannten maximal zulässigen Schalldruckpegel im nächstgelegenen schutzbedürftigen Aufenthaltsraum gewährleisten bzw. es sind folgende Werte vertraglich zu vereinbaren:

- Maximaler Schalldruckpegel vor der Schachttür: $L_{AF,max} \leq 55 \text{ dB(A)}$
- Maximaler Schalldruckpegel im Aufzugsschacht: $L_{AF,max} < 75 \text{ dB(A)}$
- Schalldruckpegel im nächstgelegenen Aufenthaltsraum: $L_{AF,max} \leq 35 \text{ dB(A)}$

Die Aufzugstüren müssen so ausgeführt sein, dass beim Schließen keine unzulässigen Körperschallübertragungen stattfinden. Es sind daher nach dem Stand der Technik entsprechende Türen mit einem elektronisch geregelten Türantrieb zu verwenden. Dabei dürfen an der Schachtwand keine Schalter oder Hebel, die mechanisch von dem Fahrkorb betätigt werden, angebracht sein. Die im Schachtkopf installierten Umlenkrollen, Schaltschränke und dergleichen sind nach Erfordernis schallentkoppelt zu befestigen. Die Anforderungen der DIN 8989 sind einzuhalten.

Zur Einhaltung der Anforderungen an zulässige Schalldruckpegel von Maschinen in Arbeitsräumen von $L_{AF,max,n} \leq 35 \text{ dB(A)}$ wird je nach Lage des Maschinenraumes eine einfache bzw. doppelte Lagerung der im Schacht bzw. im Maschinenraum installierten Aufzugsaggregate erforderlich. Die Art der erforderlichen Lagerung ist in der DIN 8989 dargestellt.

Für alle Triebwerke, Rollengerüste und Schaltgeräte wird eine körperschallentkoppelte Lagerung bzw. Befestigung an massiven Bauteilen erforderlich.

Die Ausführung einer ausreichenden Schallentkopplung liegt in der Verantwortung des Aufzugbauers.

6.4 Lüftungskanäle

An der Saug- und Druckseite sind unmittelbar an den Aggregaten zunächst geeignete Schalldämpfer anzuordnen. Die Kanäle sind durch Segeltuchkompensatoren körperschallentkoppelt anzuschließen.

Alle Lüftungskanäle müssen körperschallisoliert abgehängt bzw. körperschallisoliert aufgeständert werden. Wenn Kanäle in Schächten oder abgehängten Decken an bzw. über Aufenthaltsräumen vorbeilaufen, so sind die Schächte geeignet abzumauern und die abgehängten Decken mindestens mit 2 x 12,5 mm geschlossenen Gipskartonbauplatten zu beplanken.

Um unzulässig hohe Schalldruckpegel an den Lüftungsein- und -auslässen der Räume zu vermeiden, sind zwischen Lüftungsöffnungen und Volumenstromreglern stets geeignete Schalldämpfer vorzusehen.

6.4.1 Installationswände

Zur Gewährleistung des angegebenen Anforderungswertes von $L_{AF,max,n} \leq 35 \text{ dB(A)}$ werden von Müller-BBM folgende Maßnahmen empfohlen:

- Ausschließliche Anwendung der Vorwandinstallation vor den Trennwänden (Massivwand oder Ständerwand)
- Anordnung einer In-Wand-Installation nur in Ausnahmefällen (Platzmangel) und dann nur bei Ständerwänden

- Ausschließliche Verwendung von kompletten, geschlossenen Installationssystemen der jeweiligen Firmen mit firmenseitiger Gewährleistungsgarantie

Alle massiven einschaligen Wände, an denen Leitungen bzw. Armaturen der Sanitär- und Wasserinstallation befestigt sind (einschließlich Frisch- und Abwasserleitung), müssen nach DIN 4109 eine flächenbezogene Masse von $m' \geq 220 \text{ kg/m}^2$ aufweisen. Dies bedeutet, dass bei 11,5 mm dicken Mauerwerkswänden Steine der Rohdichteklasse 2,0 einseitig verputzt, verwendet werden müssen.

Alternativ können Installationswände aus Gipskartonständerkonstruktionen verwendet werden (Ausführung nach DIN 4109-33 oder mit entsprechendem Eignungsnachweis des Herstellers).

6.4.2 Leitungen und Armaturen

Um Körperschallübertragungen im Bereich der WCs zu vermeiden, sind für die Befestigungen der WCs und Urinale körperschallgedämmte Registerkonstruktionen erforderlich.

Alle weiteren Gegenstände wie Waschbecken, Ablagen etc. sollten über Neoprenzwischenlager körperschallgedämmt befestigt werden.

Rohrleitungen (Frisch- und Abwasserleitungen) müssen elastisch befestigt werden. Die Befestigung der Rohrleitungen vor der Wand erfolgt z. B. durch Zwischenlagen von ca. 5 mm dicken Neoprenstreifen in den Rohrschellen.

Werden Rohrleitungen in Wandschlitzn eingemauert, so müssen diese vollständig mit einer weichfedernden, geschlossenzelligen Dämmung ummantelt werden. Diese Dämmung muss beständig gegen Feuchtigkeit sein, damit während des Vermörtelns bzw. Einbetonierens keine Zementmilch in die Dämmung einfließen kann. Die verbleibende Wandstärke hinter dem Wandschlitz muss ein Flächengewicht von mind. 220 kg/m^2 aufweisen.

Insbesondere bei Frischwasserleitungen ist darauf zu achten, dass auch im Bereich der Armaturen eine körperschallgedämmte Befestigung sichergestellt ist. Es wird empfohlen, Armaturen der Armaturengruppe 1 nach DIN 52218 zu verwenden. Der Ruhedruck an den Armaturen soll max. 5 bar betragen.

Hinweis

Sollten außerhalb der Technikschrächte Leitungsverzöge erforderlich sein, so werden zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Dies ist im weiteren Projektverlauf entsprechend abzustimmen.

6.4.3 Installationsschrächte

Alle Installationsschrächte, die an schutzbedürftigen Räumen vorbeilaufen, sind mit 11,5 cm KSV-Mauerwerk, Rohdichte $\geq 1,8 \text{ kg/dm}^3$, abzumauern.

Sofern nur Wasserinstallationen im Schacht verlaufen, so ist alternativ folgende Konstruktion möglich (vom Installationsschracht zum Aufenthaltsraum):

- 50 mm Metallständerwerk nach DIN 18181-18183 (CW50, Blechdicke nach Statik), U-Profile an den Rohdecken über Dämmstreifen montiert. Im Gefach: 40 mm Hohlraumbedämpfung aus Faserdämmstoffplatten nach DIN EN 13162, Anwendungstyp WTR (Dämmung von Raumtrennwänden), längenbezogener Strömungswiderstand nach DIN EN 29053 $r > 5 \text{ kPa s /m}^2$.
- 25 mm Gipskartonbauplatten (zweilagige Beplankung mit versetzten Fugen trocken auf Metallständerwerk nach DIN 18181-18183 montiert), Fugen verspachtelt

Die Befestigung der Wasserinstallationen muss an Massivwänden erfolgen. Die Befestigung der Leitungen an der Massivwand muss trotzdem mit einer körperschalldämmenden Entkopplung erfolgen. Diese Körperschallentkopplung muss zu einer Pegelminderung von $\Delta L_p = 10 \text{ dB}$ führen. Geeignetes Produkt ist z. B. der Dämmgulast Puffer oder Schraubrohrschellen mit Dämmgulast, gelb, Fa. Müpro, www.muepro.com o. Ä. Als Schmutzwasserfallrohre sind Gussrohre (SML-Rohre) oder zweischalige, schalltechnisch optimierte Kunststoffrohre, z. B. dB 20, Fa. Geberit geeignet.

6.5 Durchdringungen und Durchbrüche

In den Bereichen, in denen Wände mit Schallschutzanforderungen von Kanal- oder Leitungsdurchführungen durchdrungen werden, werden besondere Maßnahmen erforderlich. Die entsprechenden Leitungs- und Kanaldurchführungen müssen so geplant werden, dass sich das bewertete Schalldämm-Maß der Wände nicht reduziert und kein Körperschall in die Baukonstruktion eingeleitet wird. Prinzipielle Ausführungskonstruktionen für Kanal-, Kabel- oder Rohrdurchführungen sind in der Lph 5 zu entwickeln.

7 Raumakustische Anforderungen

7.1 Grundlagen

Für die Raumakustik gibt es keine baurechtlich verbindlichen Vorgaben. Jedoch sind aus Sicht des Arbeitsschutzes in den Arbeitsräumen die Anforderungen gemäß ASR 3.7 einzuhalten [10].

Für Unterrichtsräume sollen die raumakustischen Anforderungen entsprechend Inklusion (A4) eingehalten werden. Die weiteren Anforderungen und Empfehlungen der DIN 18041 [7] sind aufgrund der BNB-Zertifizierung zu beachten.

Bei der Aufstellung raumakustischer Anforderungen bzw. Empfehlungen muss grundsätzlich zwischen Räumen unterschieden werden, bei denen es auf die Erzielung einer guten Sprachverständlichkeit über mittlere und größere Entfernungen ankommt (gemäß DIN 18041 [7] Räume der Gruppe A) und Räumen, bei denen durch raumakustische Maßnahmen in erster Linie der Störgeräuschpegel reduziert werden soll, um eine angemessene Sprachkommunikation über geringe Entfernungen zu ermöglichen (Räume der Gruppe B). Für Besprechungsräume sowie Büros mit Besprechungstisch sind laut BNB Kriterium 3.1.4 allerdings die Anforderungen Unterricht inklusiv (A4) einzuhalten.

Raumgruppe A (RG A):

Für Räume der RG A ist eine gute Hörsamkeit durch eine optimale Sprachkommunikation über mittlere und größere Entfernungen zu erzielen. Dies bedeutet, dass ein langer Nachhall sowie störende Reflexionen zu vermeiden sind.

Die raumakustischen Anforderungen an Räume der Gruppe A (RG A) sind in der DIN 18041 [7] zusammengestellt. Als Zielwert wird die Nachhallzeit T_{soil} angegeben. Je nach Nutzungsart des Raumes wird zwischen fünf unterschiedlichen Nutzungsarten RG A1 bis RG A5 unterschieden. Für die Nachhallzeit T_{soil} ist dabei eine Abweichung der Nachhallzeit von $\pm 20\%$ tolerierbar, der Raum wird dabei i. d. R. bei einem Besetzungsgrad von 80 % betrachtet.

Raumgruppe B (RG B):

Um Räume der Gruppe B, gemäß DIN 18041 [7], handelt es sich bei allen Räumen um solche, bei denen es auf eine gute Sprachverständlichkeit über kurze Entfernungen, eine akustische Behaglichkeit sowie eine Reduzierung des Störgeräuschpegels ankommt. Zur Gewährleistung der erforderlichen akustischen Verhältnisse ist eine ausreichende Raumbedämpfung erforderlich. Hierzu werden in der DIN 18041 für Räume der Gruppe B Empfehlungen für das Verhältnis der äquivalenten Schallabsorptionsfläche A des Raums zum Raumvolumen V , das sog. A/V -Verhältnis, gegeben. Diese gelten für den Frequenzbereich von 250 ... 2.000 Hz im unbesetzten Zustand der Räume und sind abhängig von der jeweiligen Nutzungsart und der Raumhöhe. Je höher das A/V -Verhältnis ist, desto größer ist die Raumbedämpfung.

Aufgrund des nutzungsbedingten Grundgeräuschpegels und der notwendigen Sprachverständlichkeit sind umfangreiche raumakustische Maßnahmen erforderlich. Da die Trennbauteile aufgrund des offenen Konzepts teilweise mit einer relativ geringen Schalldämmung vorgesehen sind, muss für eine gewisse Kompensation eine besonders gute Raumbedämpfung, u. a. auch in den Fluren, Verkehrsflächen, offenen Teamflächen und Flexzonen erreicht werden.

Eine Zusammenstellung aller raumakustischen Zielwerte enthält Tabelle 6 unter Abschnitt 7.2.

Geometrische Gestaltung

In Räumen mit einer Länge größer 9 m, die einen rechteckigen Grundriss aufweisen und deren Wände nicht durch Möbel, Fensterrücksprünge oder weitere Einrichtungsgegenstände stark gegliedert sind, besteht die Gefahr von langverzögerten Reflexionen, die die Sprachverständlichkeit vermindern. Bei Ausführung einer vollflächig absorbierenden Decke und gleichzeitig schallharten parallelen Wänden kann außerdem die Gefahr von Flatterechos und der dadurch hervorgerufenen Verlängerung der Nachhallzeit bestehen. Durch geeignete Maßnahmen, wie beispielsweise der Planung von akustisch günstigen Einrichtungsgegenständen (offene oder schallabsorbierend ausgeführte Regale/Schränke) oder der entsprechenden Anordnung von absorbierenden Wandelementen (z. B. in Form von schallabsorbierenden Magnetpinnwänden oder Akustikbildern), kann diesen Effekten entgegengewirkt werden. Absorbierende Flächen sollten dabei an der Rückwand gegenüber dem Sprecher sowie ggf. an mindestens einer Seitenwand ab einer Höhe von etwa $h = 1,2$ m bis ca. 2,5 m angeordnet werden.

7.2 Zusammenfassung der Anforderungen an die Nachhallzeit

Unter Berücksichtigung der DIN 18041 sowie des BNB-Kriteriums 3.1.4 werden in der nachfolgenden Tabelle 6 Zielwerte für raumakustische Maßnahmen formuliert. Die Zielwerte werden in Form der Nachhallzeiten T_{soll} angegeben.

Tabelle 6. Zusammenstellung geometrischer Raumdaten und raumakustischer Zielwerte für exemplarische Räumlichkeiten gem. DIN 18041[7].

Raum	RG	Grundfläche [m ²]	Höhe [m]	Volumen [m ³]	T_{soll} [s]
EG Sporthalle	A5	441	5,5	2426	≤ 1,55
EG Forum	A3	209	3,06	640	0,85
EG Mensa	B5	150	3,06	460	≤ 0,61
EG Schulleitung	A4	33,29	3,06	101,9	≤ 0,70
EG Lehrerzimmer + Sozialraum	B4	56	3,06	171	≤ 0,60
EG Umkleide	B5	13,4	3,06	41,0	≤ 0,50
1. OG Bibliothek	B3	83	3,06	253	≤ 0,88

Raum		RG	Grundfläche [m ²]	Höhe [m]	Volumen [m ³]	T_{soll} [s]
1. OG	Unterrichtsraum OGS3	A4	72,9	3,06	223	$\leq 0,47$
1. OG	Küche	B4	61	3,06	186	$\leq 0,72$
1. OG	Gruppenraum OGS	A4	72,	3,06	220	$\leq 0,47$
2. OG	Musik	A3	61	3,06	186	0,55

Auf Grundlage dieser Zielwerte erfolgt in Abschnitt 8 die Angabe von erforderlichen schallabsorbierenden Maßnahmen an Decken und Wänden.

8 Raumakustische Maßnahmen

8.1 Sporthalle

Bei der Sporthalle sollte die Gesamtabsorptionsfläche prinzipiell auf die Decke sowie mindestens eine Seiten- und eine Stirnwand aufgeteilt werden, um ungünstige Flatterechos zu vermeiden.

8.1.1 Decke

Die Unterdecke der Sporthalle wird als Akustikunterdecke ausgeführt. Zum Einsatz können gelochte Gipskarton-Deckenkonstruktion mit 20 mm Mineralwolle-Auflage und einer Abhanghöhe von ≥ 400 mm oder übliche Akustikdeckenplatten aus gepressten Fasersystemen (OWA, Ecophon u. a. m.) kommen. Die Fläche der schallabsorbierenden Unterdecke beträgt ≥ 310 m².

8.1.2 Prallwände, umlaufend

In der Sporthalle wird ein raumakustisch wirksames System aus einer gelochten oder geschlitzten Holzwerkstoffplatte mit Dämmstoff bis zu einer Höhe von ca. 2,20 m erforderlich. Aufbauhöhe ≥ 27 mm (z. B. Prallwände von Fa. BER, Fa. HARO Protect Light 27 Pro u. a. m.). Reine Schaumstoffsysteme mit aufgebrachtem textilem Oberbelag wären bei mittleren und tiefen Frequenzen nicht ausreichend wirksam.

Der frequenzabhängige Schallabsorptionsgrad sollte in etwa den Angaben in der folgenden Tabelle 7 entsprechen.

Tabelle 7. Frequenzabhängiger Schallabsorptionsgrad α_p der schallabsorbierenden Prallwand.

Frequenz f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
α_p	0,05	0,20	0,60	0,60	0,40	0,40

Der bewertete Schallabsorptionsgrad der Konstruktion muss $\alpha_w \geq 0,40$ betragen.

Die insgesamt mit Prallschutz zu bekleidende Fläche beträgt ca. 190 m².

8.1.3 Prognose der Nachhallzeiten

Die zu erwartenden Nachhallzeiten unter Berücksichtigung der aufgeführten Maßnahmen sind in der folgenden Abbildung 1 dargestellt:

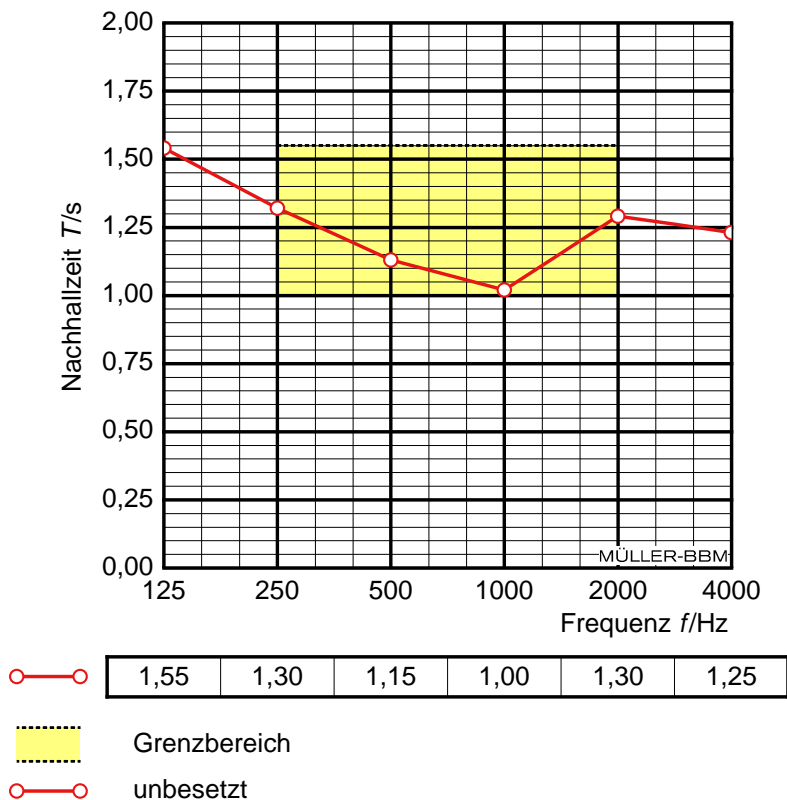


Abbildung 1. Prognose der zu erwartenden Nachhallzeiten in der Sporthalle A unter Berücksichtigung der aufgeführten Maßnahmen.

Wie der Abbildung 1 zu entnehmen ist, wird die Anforderung der DIN 18041 eingehalten.

8.2 Forum

8.2.1 Raumakustische Zielsetzung

Das Forum besitzt ein raumakustisch wirksames Volumen von $V \approx 640 \text{ m}^3$.

Für die tägliche Nutzung als Eingangshalle ist eine ausreichend hohe akustische Dämpfung sicherzustellen, um den nutzungsbedingten Geräuschpegel zu begrenzen. Für sporadische Sprachdarbietungen, die bei dieser Raumgröße eine Beschallungsanlage erfordern, muss eine angemessene Sprachverständlichkeit sichergestellt sein. Gleichzeitig muss eine Multifunktionsnutzung, teilweise auch mit (verstärkter) Musikdarbietung ermöglicht werden. Die mittlere Nachhallzeit sollte daher auf $T \approx 0,85 \text{ s}$ eingestellt werden.

Als Zuhöreranzahl wurden 100 Stühle, normativ zu 80 % besetzt, berücksichtigt.

8.2.2 Maßnahmen

Über dem Forum befindet sich im zentralen Bereich ein Luftraum, der sich in das Selbstlernzentrum fortsetzt. Abstimmungsgemäß sollen im zentralen Deckenbereich Akustikbaffeln umgesetzt werden, die in diesem Bereich durchlaufen.

Allerdings kann durch die Akustikbaffeln keine ausreichende Tiefenabsorption erreicht werden. Umlaufend wird daher eine abgehängte, gelochte Gipskartonunterdecke erforderlich.

Ergänzend sind auch schallabsorbierende Maßnahmen an den Wänden im oberen Wandbereich erforderlich, da mit der Akustikdecke die gestellten Anforderungen nicht eingehalten werden.

Folgende Konstruktionen werden erforderlich:

8.2.2.1 Teilfläche Baffelkonstruktion, $S = 53 \text{ m}^2$

- Betondecke
- Ca. 300 mm Deckenhohlraum über Baffeln
- 300 mm hohe schallabsorbierende Baffeln, Reihenabstand (Achsabstand) ≤ 300 mm, Dicke der Baffeln 55 mm

Für das System muss ein bewerteter Schallabsorptionsgrad von $\alpha_w \geq 0,60$ nachgewiesen worden sein (z. B. Heradesign superfine o. glw.).

8.2.2.2 Teilfläche gelochte Abhangdecke, $S = 53 \text{ m}^2$

- Betondecke
- 400 mm Deckenhohlraum, seitlich luftdicht abgeschottet
- 12,5 mm Gipskartonplatten mit geringem Lochanteil $\leq 13 \%$ (z. B. 8/12/50 R o. ä.)

Für das System muss ein Schallabsorptionsgrad mit hoher Tiefenabsorption und begrenzter Höhenabsorption nachgewiesen werden.

Tabelle 8. Frequenzabhängiger Schallabsorptionsgrad α_p der gelochten Abhangdecke Forum.

Frequenz f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
α_p	0,60	0,70	0,65	0,75	0,55	0,60

8.2.2.3 Decke über der Bühne

Die Decke über der Bühne wird im wesentlichen schallreflektierend ausgeführt. Besonders günstig ist eine gefaltete Deckenstruktur aus ungelochten Gipskartonplatten.

8.2.2.4 Wandabsorber

Im Forum werden Wandabsorber an den Massivwänden Achse A.A und Achse A.D erforderlich. Aufbauhöhe: ≥ 60 mm. Zur Vermeidung von Beschädigungen sollten die Absorber im oberen Wandbereich angeordnet werden.

Geeignet sind beispielsweise gelochte Blechkassetten mit schwerer Mineralwolle (z. B. Fural, Durlum u. a. m.) oder Holzwolleleichtbauplatten mit Mineralfaserhinterlegung (z. B. Heradesign etc.) oder gelochte bzw. geschlitzte Akustiksysteme (n'H, BER, Akustikplus, Lignokustik u. a. m.).

Der frequenzabhängige Schallabsorptionsgrad sollte in etwa den Angaben in der folgenden Tabelle 9 entsprechen.

Tabelle 9. Frequenzabhängiger Schallabsorptionsgrad α_p der schallabsorbierenden Wandverkleidungen.

Frequenz f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
α_p	0,35	0,85	0,85	0,90	0,80	0,60

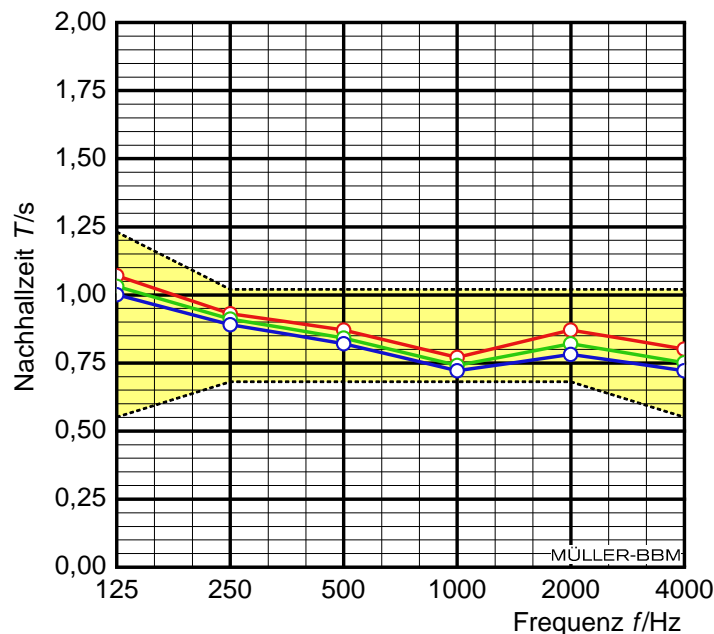
Der bewertete Schallabsorptionsgrad der Konstruktion muss $\alpha_w \geq 0,75$ betragen.

Die insgesamt mit Wandabsorbern zu bekleidende Fläche beträgt $\geq 35 \text{ m}^2$.

Zur Erreichung einer gewissen Variabilität der Nachhallzeiten ist der eingezeichnete Vorhang als sehr sinnvoll zu betrachten.

8.2.3 Prognose der Nachhallzeiten

Die zu erwartenden Nachhallzeiten unter Berücksichtigung der aufgeführten Maßnahmen sind in der folgenden Abbildung 2 dargestellt:



—○—	1,05	0,95	0,85	0,75	0,85	0,80
—○—	1,05	0,90	0,85	0,75	0,80	0,75
—○—	1,00	0,90	0,80	0,70	0,80	0,70

- Grenzbereich
- leer, unbestuhlt
- unbesetzt, bestuhlt
- 80% besetzt

Abbildung 2. Prognose der zu erwartenden Nachhallzeiten im Forum unter Berücksichtigung der aufgeführten Maßnahmen. Besetzung: 80 % x 100 Personen = 80 Personen.

Wie der Abbildung 2 zu entnehmen ist, wird die Anforderung der DIN 18041 eingehalten.

8.3 Mensa

8.3.1 Raumakustische Zielsetzung

Die Mensa besitzt ein raumakustisch wirksames Volumen von $V \approx 460 \text{ m}^3$.

Für die tägliche Nutzung der Mensa als Speiseraum, d.h. mit geschlossener mobiler Trennwand, ist eine ausreichend hohe akustische Bedämpfung sicherzustellen, um den nutzungsbedingten Geräuschpegel zu begrenzen.

8.3.2 Maßnahmen

In der Mensa ist eine gelochte Gipskartonunterdecke wie unter Abs. 8.2.2.2 beschrieben erforderlich. Die schallabsorbierende Deckenfläche beträgt $\geq 128 \text{ m}^2$ ($\approx 85 \%$)

Weiterhin werden $\geq 30 \text{ m}^2$ Wandabsorber wie unter Abs. 8.2.2.4 beschrieben erforderlich.

8.3.3 Prognose der Nachhallzeiten

Die zu erwartenden Nachhallzeiten unter Berücksichtigung der oben beschriebenen Maßnahmen sind in der folgenden Abbildung 3 dargestellt:

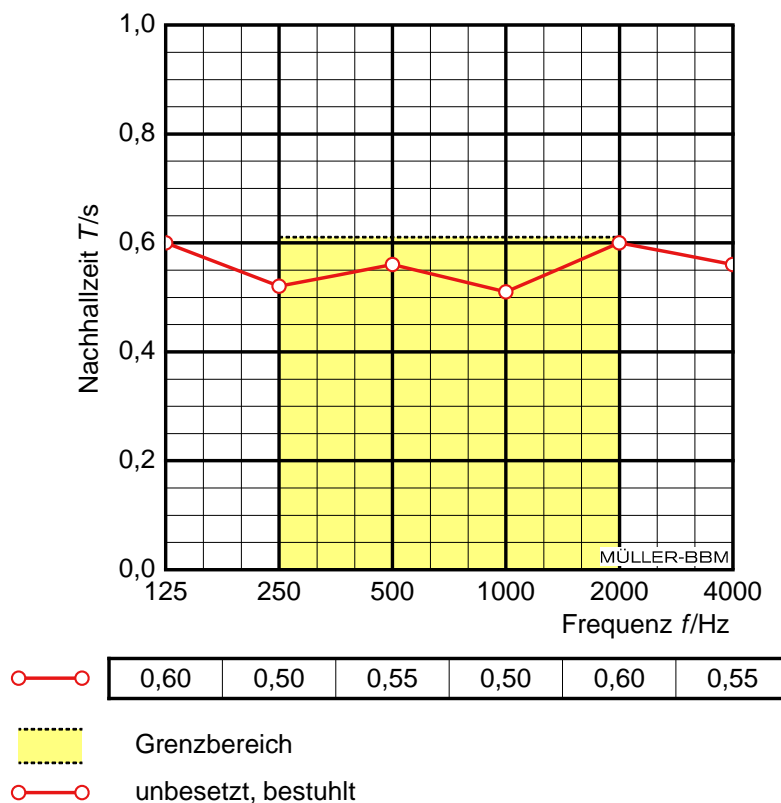


Abbildung 3. Prognose der zu erwartenden Nachhallzeiten in der Mensa.

Wie der Abbildung zu entnehmen ist, wird die Anforderung der DIN 18041 eingehalten.

8.4 Lernbereich Klasse

8.4.1 Räumliche Gegebenheiten

Am Beispiel des Unterrichtsraumes Lernbereichs Klasse 1 erfolgt eine Dimensionierung der erforderlichen raumakustischen Maßnahmen für die Unterrichtsräume.

8.4.2 Maßnahmen

Gemäß den Berechnungen werden folgende Flächen erforderlich:

- Akustikdecke 8/18 Q
gelochter Anteil

$S_{\text{gelocht}} \approx 59 \text{ m}^2$
(entspricht 80 % der
Raumgrundfläche)

- Hochwertige Wandabsorber

$S_{\text{Wandabsorber}} \geq 8 \text{ m}^2$

Deckenkonstruktion (ganzflächige Abhangdecke)

Als Schallabsorptionsgrad der gelochten Gipskartondecke sollten die folgenden Werte erreicht werden (z. B. Lochung 8/18 Q o. glw.):

Tabelle 10. Frequenzabhängiger Schallabsorptionsgrad α_p einer geeigneten gelochten Abhangdecke, Abhanghöhe ca. 400 mm, mit Akustikvlies und Mineralwollendämmung von 20 mm.

Frequenz f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
α_p	0,60	0,70	0,75	0,70	0,75	0,75

Wandabsorber

Zur Erzielung einer ausreichenden Raumbedämpfung sind Wandabsorber in den zu betrachtenden Räumen erforderlich.

In den betreffenden Räumen ist an den Rückwänden (falls vorhanden) bzw. an mindestens einer Wand jeweils ein Streifen ab Kopfhöhe mit ca. 1,0 m Höhe (1,0 m ... 2,5 m über OK.FFB) schallabsorbierend zu verkleiden.

Der bewertete Schallabsorptionsgrad sollte bei $\alpha_w \geq 0,80$ (z. B. gelochtes Metallblech mit dahinterliegendem porösen Absorber o. Ä.) liegen. Die Aufbauhöhe muss mindestens 50 mm betragen. Zur Erreichung einer Schallabsorption auch bei tiefen Frequenzen sind insbesondere gelochte Wandpaneele mit schwerer Mineralfaserhinterlegung (Raumgewicht 100 kg/m³) günstig.

Der frequenzabhängige Schallabsorptionsgrad sollte in etwa den Angaben in der folgenden Tabelle 11 entsprechen (z. B. Fural Metallkassetten, Perforation 0704, relative freie Lochfläche ca. 4 %, rückseitig kaschiert mit Faservlies, 50 mm Mineralfaser (Raumgewicht 100 kg/m³), in PE-Folie eingeschweißt, o. glw.).

Tabelle 11. Frequenzabhängiger Schallabsorptionsgrad α_p von Wandabsorbern mit der erforderlichen breitbandigen Wirkung.

Frequenz f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
α_p	0,35	0,85	0,85	0,90	0,80	0,60

Zur Erreichung des vorstehend beschriebenen Schallabsorptionsgrades ist eine speziell für breitbandige Schallabsorption ausgelegte Konstruktion mit einer Konstruktionshöhe von ≥ 50 mm und einem Aufbau wie folgt erforderlich (von der Raumseite nach außen):

- ca. 0,6 mm Lochblech, relative freie Lochfläche ca. 4 %
- ... mm Faservlies oder Glasseidengewebe mit geringem Strömungswiderstand $R_s \leq 80 \text{ Pa} \cdot \text{s} / \text{m}$
- ca. 2 mm Luftabstand zwischen Faservlies und Mineralfaser
- 50 mm Mineralfaser (Raumgewicht 100 kg/m^3) in PE-Folie eingeschweißt
- ... mm Geschl. Wandschale

8.4.3 Prognose der Nachhallzeit

Die mit den oben beschriebenen Maßnahmen prognostizierte Nachhallzeit für den Unterrichtsraum ist in der folgenden Abbildung 4 dargestellt.

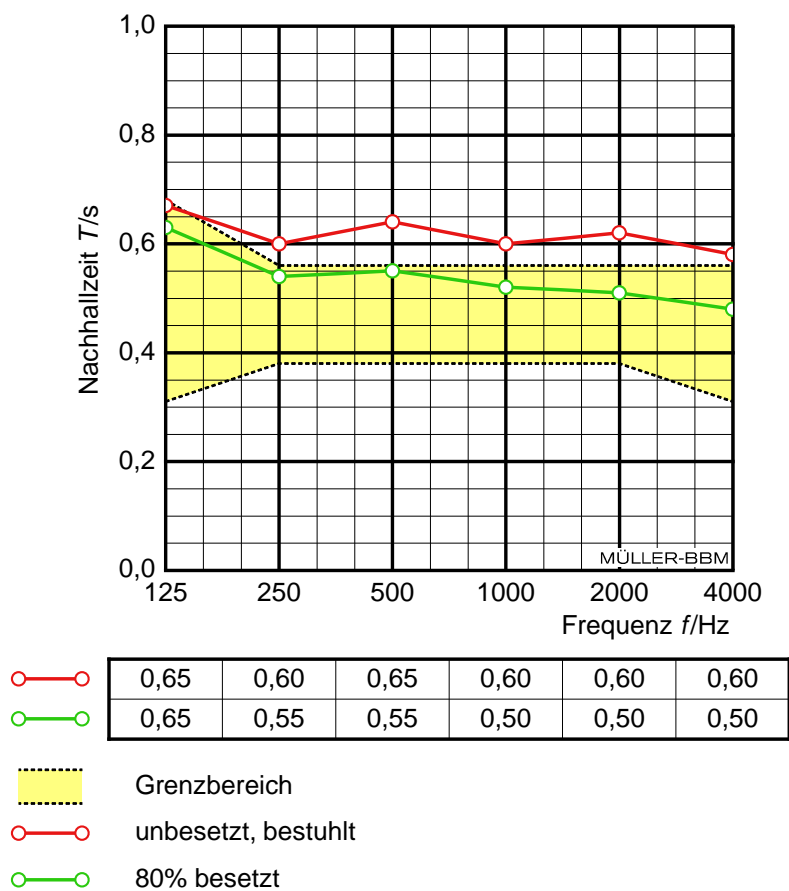


Abbildung 4. Berechnete Nachhallzeiten für einen Unterrichtsraum, Vergleich mit den Anforderungen nach DIN 18041, inklusive Nutzung.

Die Anforderung wird im zu 80 % besetzten Zustand eingehalten.

8.4.4 Anmerkung

Die akustische Raumausstattung des Lernbereich Klasse ist sinngemäß auf ähnliche Raumsituationen wie Gruppenräume OGS zu übertragen, wobei die Fläche der Wandabsorber entsprechend zu skalieren ist.

8.5 Differenzierungsräume

8.5.1 Räumliche Gegebenheiten und Anforderung

Am Beispiel des Differenzierungsraumes 1.19 (Grundfläche 20 m²) erfolgt eine Dimensionierung der erforderlichen raumakustischen Maßnahmen für kleinere Räume.

Das raumakustisch wirksame Volumen beträgt $V \approx 61,4 \text{ m}^3$. Wir gehen von einer Belegung mit 5 Schülern und einer Kommunikation in diesem Raum aus. Für das Nutzungsprofil A4 liegt die Anforderung bei $T_{\text{soll}} = 0,35 \text{ s}$.

8.5.2 Maßnahmen Differenzierungsraum – Deckensegel

Analog zum verkleideten Deckenanteil des Unterrichtsraums (vgl. Abschnitt 0) werden im Differenzierungsraum die folgenden Flächen erforderlich:

- Gelochte Flächen von Deckensegeln 8/18 Q
mit Akustikvlies- und Mineralfaserauflage

$$S_{\text{gebohrt}} \geq 16 \text{ m}^2$$

(entspricht 80 % der Raumgrundfläche)

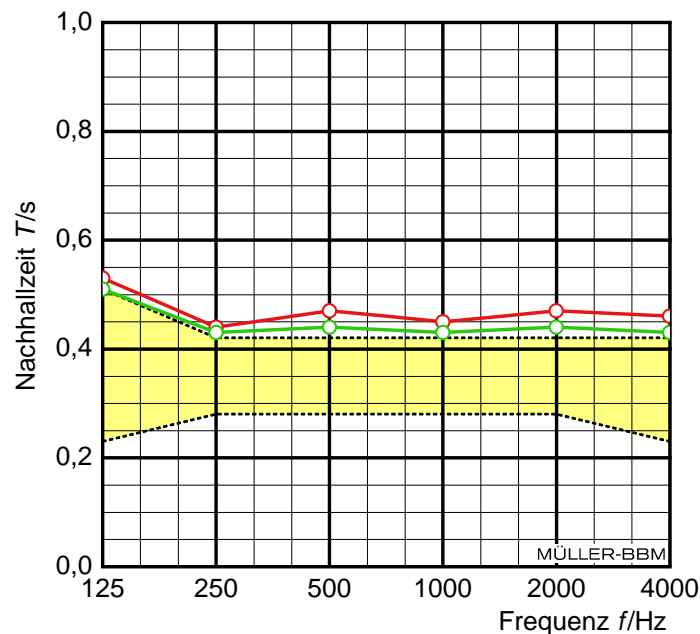
- Hochwertige Breitband-Wandabsorber,
z. B. Metallkassetten

$$S_{\text{Wandabsorber}} = 6 \text{ m}^2$$

Die Absorptionsgrade der Deckensegel sowie der hochwertigen Breitband-Wandabsorber werden entsprechend Abschnitt 0 angesetzt, d. h. die gleichen Konstruktionen sind erforderlich.

8.5.3 Prognose der Nachhallzeiten

Die mit den oben beschriebenen Maßnahmen prognostizierte Nachhallzeit ist in der folgenden Abbildung 5 dargestellt.



○—○	0,55	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
○—○	0,50	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45

- Grenzbereich
- unbesetzt, bestuhlt
- 80% besetzt

Abbildung 5. Berechnete Nachhallzeiten für den Differenzierungsraum 01.19 mit Akustikunterdecke und 6 m² Wandabsorbern.

Die Anforderung wird immer noch ganz leicht überschritten. Wir gehen davon aus, dass mit einer üblichen Raumeinrichtung eine grenzwertige Einhaltung zu erwarten ist. Sollte dies wider Erwarten nicht der Fall sein, so müssten evtl. noch 1...2 elementierte Absorber nachgerüstet werden.

8.5.4 Weitere Anmerkung zu Differenzierungsräumen

Die Anforderungen für Differenzierungsräume sind weder in der DIN 18 041 noch im BNB Kriterium 3.1.4 beschrieben. Bei der oben genannten Dimensionierung wurden die Differenzierungsräume als Unterrichtsräume eingestuft. Jedoch befindet sich in diesen kein Besprechungstisch und keine Zuhörerbestuhlung. Sollte es angemessen sein, die Differenzierungsräume schwerpunktmäßig für Stillarbeit oder zur Kommunikation zwischen maximal 2 Personen zu nutzen, so könnte der BNB Auditor prüfen, ob vom Nutzungsprofil als Unterrichtsraum abgesehen werden kann. Ggf. schlagen wir die folgende alternative Anforderung vor:

Die Zielnachhallzeit nach DIN 18041, Empfehlung der Kategorie B4, liegt bei

$$T \leq 0,70 \text{ s}$$

im mittleren Frequenzbereich.

In diesem Fall würde die Akustikdecke ausreichen und die Wandabsorber könnten entfallen.

8.6 Flure, Verkehrsflächen

Speziell in Schulen sollten alle Verkehrsflächen gemäß DIN 18041 eine erhöhte Aufenthaltsqualität aufweisen, im Unterschied zu reinen Verkehrsflächen in Bürogebäuden.

Um eine gegenseitige Störung in offenen Konzepten zu reduzieren, ist eine Grundbedämpfung der Flure und Verkehrsflächen zwingend erforderlich. Hierzu sollten die Flure inklusive angeschlossene Teamräume, Flexzonen, Vorräume usw. eine abgehängte Decke erhalten, die auf ≥ 80 % der Grundfläche akustisch wirksam ist. Möglich sind beispielsweise gelochte Gipskartondecken gemäß Abs. 0 o. glw.

8.7 Umkleiden, Bibliothek, Lesebereiche, Selbstlernzentrum mit Großmöbel

Auch die Umkleiden, Bibliothek, Lesebereiche, Selbstlernzentrum mit Großmöbel etc. sind sehr weitgehend zu bedämpfen, um den nutzungsbedingten Geräuschpegel zu reduzieren bzw. die gegenseitigen Störungen durch Gespräche möglichst zu bedämpfen. Hierzu sollten vorgenannten Räume eine abgehängte Decke erhalten, die auf ≥ 80 % der Grundfläche akustisch wirksam ist. Möglich sind beispielsweise gelochte Gipskartondecken gemäß Abs. 0 o. glw.

8.8 Küche

Die Tätigkeiten in Küchen führen regelmäßig zu einer erhöhten Geräuschentwicklung. Um das Störpotenzial für die Personen in der Küche zu reduzieren, ist eine schallabsorbierende Deckenbekleidung an mindestens ≥ 50 % der Deckenfläche zu empfehlen. Alternativ kann eine vergleichbare schallabsorbierende Fläche auch umlaufend im oberen Wandbereich realisiert werden. Als Produkte sind schallabsorbierende Hygiene-Systeme verschiedener Hersteller (z. B. OWA Clean u. a. m.) denkbar.

Inwieweit in der Küche eine absorbierende Decke zur Geräuschminderung ausgeführt werden kann oder soll, sollte mit der Küchenplanung abgestimmt werden.

9 Schlussbemerkungen

Die im vorliegenden Bericht vorgeschlagenen Maßnahmen sind geeignet, um die raum- und bauakustischen Empfehlungen innerhalb des Gebäudes und seiner Nebeneinrichtungen einzuhalten. Unabhängig von der Auswahl der Bieter, muss der praktische Schallabsorptionsgrad sowie das Schalldämm-Maß durch Vorlage eines Prüfzeugnisses nachgewiesen werden können. Im weiteren Planungsverlauf sollten die möglichen und realisierbaren akustischen Maßnahmen konkretisiert und mit Müller-BBM abgestimmt werden.



Dr. Wolfgang Drescher

Anhang

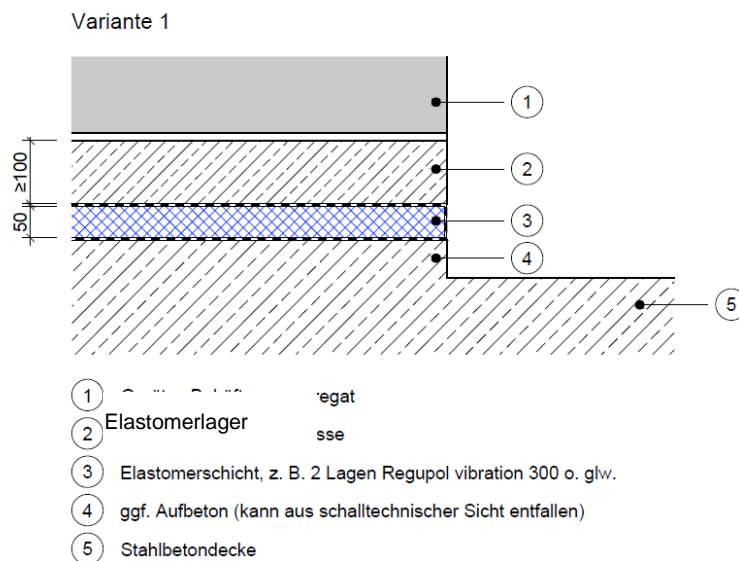
Elastische Lagerung

\\S-gkn-fs02.mbbm-group.com\allefirmen\B\Proj\152\B152948\B152948_03_Ber_1D.DOCX:06. 04. 2023

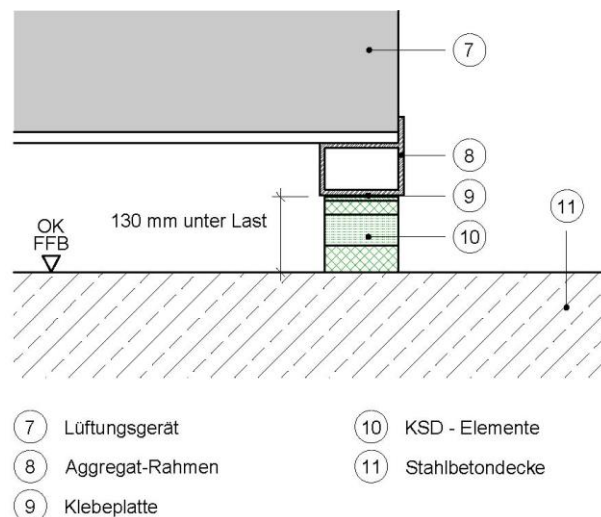
Elastische Lagerung Typ I (geringe bis mittlere Körperschallanregung)

- Elastische Lagerung von haustechnischen Anlagen (werkseitig elastisch auf den Grundrahmen gelagert) **mit geringerer Körperschallanregung**, wie z. B. RLT-Anlagen, Trafos, die **neben oder über schutzbedürftigen Räumen** aufgestellt werden.
- Elastische Lagerung von haustechnischen Anlagen (werkseitig elastisch auf dem Grundrahmen gelagert) **mit mittlerer Körperschallanregung**, wie z. B. Turboverdichter, Wärmepumpen die **unterhalb von schutzbedürftigen Räumen** aufgestellt werden.

Variante 1



Variante 2

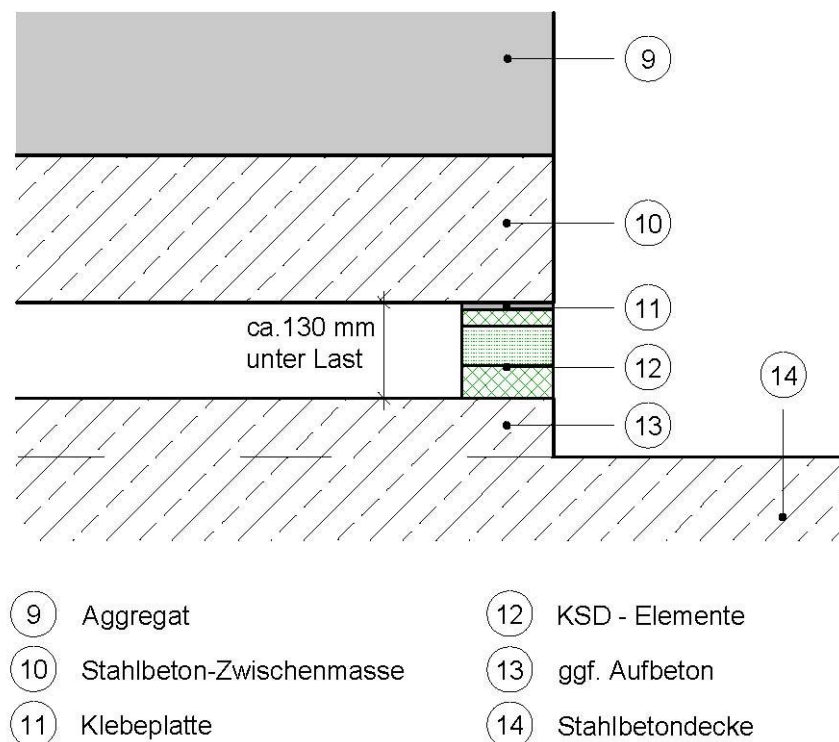


Bemerkungen:

Bei obigen Skizzen handelt es sich nur um eine schematische Darstellung von geeigneten Arten der Lagerung. Die genaue Abstimmung der erforderlichen Lagerung muss durch die ausführende Firma erfolgen, sobald der Gerätetyp und die Gerätedaten (Betriebsgewichte, Massenverteilung, Drehzahl etc.) bekannt sind. Die Eigenresonanz der Lagerung muss mindestens 1 Oktave unterhalb der Erregerfrequenz liegen. Das Flächengewicht des Fundaments muss dem Gewicht der Anlage entsprechen.

Elastische Lagerung Typ II (mittlere bis hohe Körperschalleinleitung)

- Elastische Lagerung von haustechnischen Anlagen (werkseitig elastisch auf dem Grundrahmen gelagert) **mit mittlerer Körperschallanregung**, wie z. B. Turboverdichter, Wärmepumpen, die **über oder neben schutzbedürftigen Räumen** aufgestellt werden.
- Elastische Lagerung von haustechnischen Anlagen (werkseitig elastisch auf dem Grundrahmen gelagert) **mit hoher Körperschallanregung**, wie z. B. Aufzugsaggregate, die **unterhalb von schutzbedürftigen Räumen** aufgestellt werden.



Bemerkungen:

Bei obigen Skizzen handelt es sich nur um eine schematische Darstellung von geeigneten Arten der Lagerung. Die genaue Abstimmung der erforderlichen Lagerung muss durch die ausführende Firma erfolgen, sobald der Gerätetyp und die Gerätedaten (Betriebsgewichte, Massenverteilung, Drehzahl etc.) bekannt sind. Die Eigenresonanz der Lagerung muss mindestens 1 Oktave unterhalb der Erregerfrequenz liegen. Das Flächengewicht des Fundaments muss dem Gewicht der Anlage entsprechen.