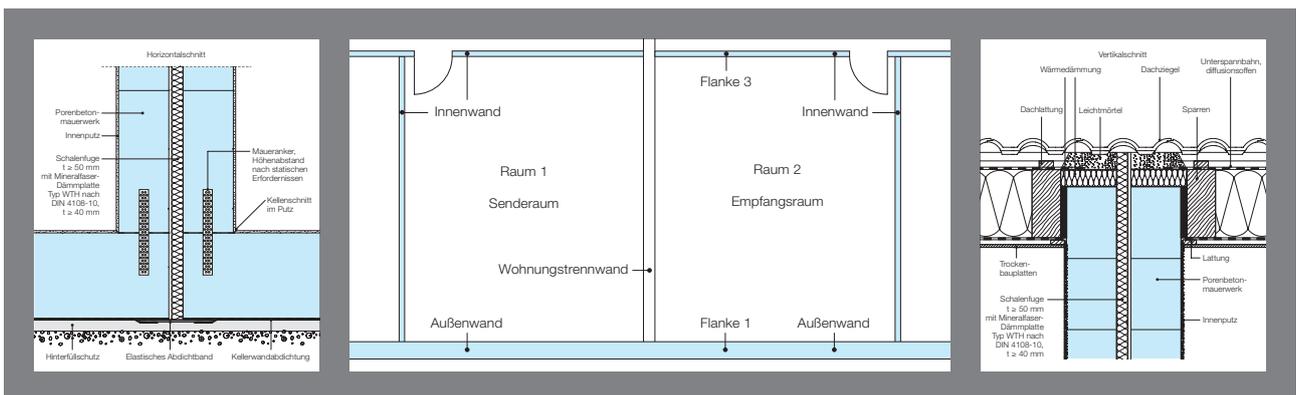
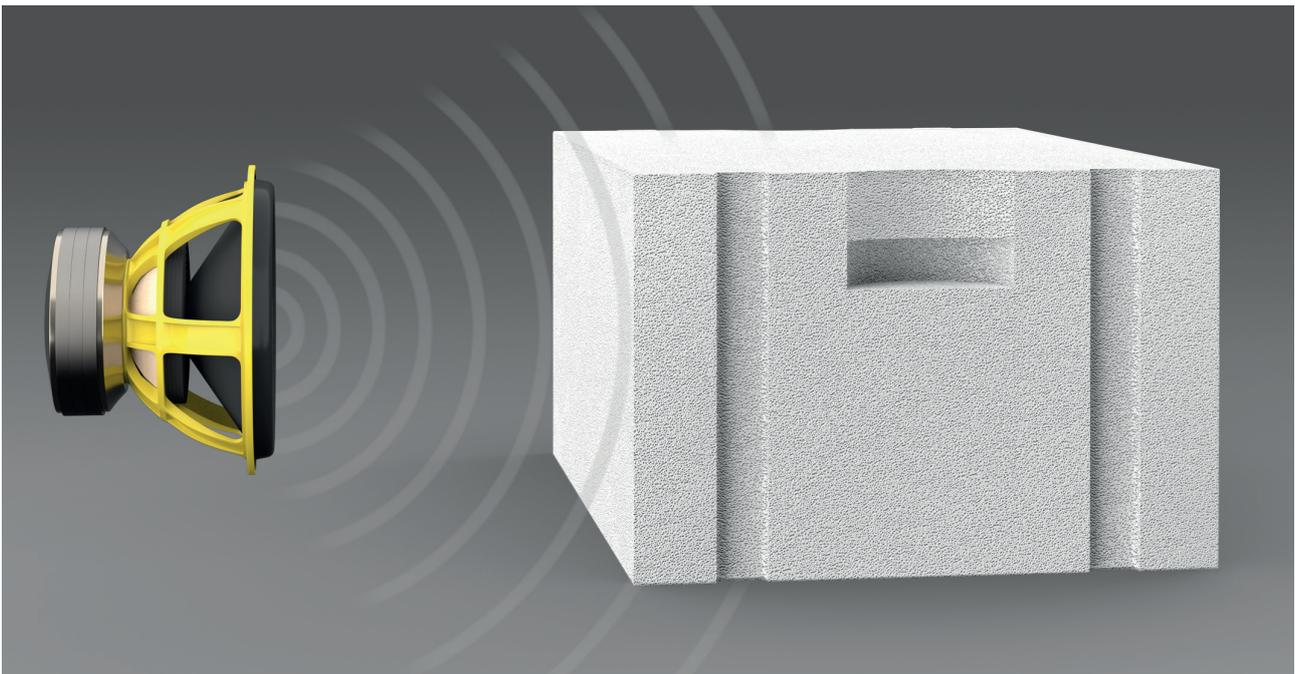


PORENBETON

BERICHT 27

Schallschutz mit Porenbeton



PORENBETON BERICHT 27

Schallschutz mit Porenbeton

1. Auflage

Impressum

Herausgeber

Bundesverband Porenbetonindustrie e.V. · Kochstr. 6–7 · 10969 Berlin
Telefon 030 / 25 92 82 14 · www.bv-porenbeton.de

Verfasser/Redaktion

Bundesverband Porenbetonindustrie e.V., Berlin: Dipl.-Ing. Georg Flassenberg, Petra Lieback
Kurz und Fischer GmbH (Ingenieurgesellschaft / Bauphysik), Bottrop-Kirchellen: Dipl.-Ing. Michael Gierga /
Schallschutz-Berechnungsbeispiele Kapitel 3 – 3.1.4, 3.1.5, 3.1.7, 3.1.9, 3.2.1

Gestaltung

Bundesverband Porenbetonindustrie e.V., Berlin

Druck

AC medienhaus GmbH, Wiesbaden

Der Inhalt dieses Berichtes wurde nach bestem Wissen entsprechend dem neuesten Stand der Technik zum Zeitpunkt der Drucklegung erarbeitet. Da die Verwendung von Produkten und Bauteilen aus Porenbeton den einschlägigen DIN-Vorschriften bzw. Zulassungsbescheiden unterliegt und diese Änderungen unterworfen sind, bleiben die Angaben ohne Gewähr, Irrtümer oder Änderungen sind vorbehalten.

PORENBETON BERICHT 27

1. Auflage (Februar 2021)

© Bundesverband Porenbetonindustrie e.V.

Veröffentlichungen, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers

Inhalt

1	Einführung.....	7
1.1	Allgemeines.....	7
1.2	Allgemeine Eigenschaften von Porenbeton.....	8
2	Schallschutzanforderungen nach DIN 4109-1 und DIN 4109-5	11
2.1	Allgemeines.....	11
2.2	Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung von Mehrfamilienhäusern und zwischen Einfamilien-Reihenhäusern oder Doppelhäusern	12
2.3	Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen gegen Außenlärm.....	12
3	Schallschutz mit Wandkonstruktionen aus Porenbetonmauerwerk....	15
3.1	Rechenverfahren zur Ermittlung der Luftschalldämmung.....	15
3.1.1	Ermittlung der Direktschalldämmung von Wandkonstruktionen aus Porenbetonmauerwerk gemäß DIN 4109-32.....	16
3.1.2	Ermittlung der Flankendämmung gemäß DIN 4109-2.....	18
3.1.3	Ermittlung des Stoßstellendämm-Maßes gemäß DIN 4109-32.....	19
3.1.4	Berechnungsbeispiel Mehrfamilienhaus – Nachweis der Luftschalldämmung einer Wohnungstrennwand.....	20
3.1.5	Berechnungsbeispiel Mehrfamilienhaus – Nachweis der Luftschalldämmung einer Wohnungstrenndecke zweier übereinanderliegender Eckräume	22
3.1.6	Rechenverfahren zur Ermittlung der Luftschalldämmung zweischaliger Haustrennwände gemäß DIN 4109-2.....	24
3.1.7	Berechnungsbeispiel Einfamilien-Reihenhaus oder Doppelhaus, nicht unterkellert – Nachweis der Luftschalldämmung einer zweischaligen Haustrennwand	28
3.1.8	Rechenverfahren zur Ermittlung der Luftschalldämmung gegen Außenlärm gemäß DIN 4109-2.....	29
3.1.9	Berechnungsbeispiel Mehrfamilienhaus – Nachweis der Luftschalldämmung eines Außenraumes gegen Außenlärm (Außenlärmpegelbereich IV).....	31
3.2	Rechenverfahren zur Ermittlung der Trittschalldämmung	32
3.2.1	Berechnungsbeispiel Mehrfamilienhaus – Nachweis der Trittschalldämmung einer Wohnungstrenndecke zweier übereinanderliegender Eckräume	34

Einführung

1.1 Allgemeines

Bei der Wohn- und Lebensqualität nimmt der Schutz vor Lärm und störenden Geräuschen einen immer höheren Stellenwert ein. Denn Lärm- und Geräuschbelastigungen beeinflussen das gesundheitliche Wohlbefinden und stören die Privatsphäre. Darum ist baulicher Schallschutz in Wohngebäuden besonders wichtig – als Schutz vor Außenlärm und zur Reduzierung der Schallübertragung von einer Wohneinheit zur anderen innerhalb eines Gebäudes bzw. bei aneinandergrenzenden Gebäuden.

Die Abb. 1.1 zeigt beispielhaft, was im Allgemeinen unter unterschiedlichen Schallschutzniveaus – von der Hörgrenze bis zur Schmerzgrenze – zu verstehen ist. Wie der Außengeräuschpegel über das Schalldämm-Maß der Außenwand reduziert wird, zeigt die linke Grafik der Abb. 1.2. Die Reduktion von Geräuschen aus der benachbarten Haushälfte über das Schalldämm-Maß der Haustrennwand zum eigenen Wohnbereich veranschaulicht die rechte Grafik der Abb. 1.2. Dabei ist die Wahrnehmbarkeit bzw. das Störpotential von Geräuschen erheblich vom Grundgeräuschpegel in der eigenen Wohnung abhängig. So werden Geräusche in ruhigen Abendstunden eher als störend empfunden, als am Tage, wenn z. B. Verkehrslärm andere Geräusche überdeckt. Auch die subjektive Einstellung zur Geräuschquelle und die Geräuschart spielen eine entscheidende Rolle.

Die Lautstärke eines Geräusches (Schalldruckpegel) aus einer Nachbarwohnung reduziert sich in der Regel nicht allein über das Direkt-schalldämm-Maß R_w des Trennbauteiles. Auch die Schalldämm-Maße über die Stoßstellen zu den angrenzenden Bauteilen sind maßgebend für die gesamte Schalldämmung. Abb. 1.2 veranschaulicht die grundsätzliche Reduzierung des Schalldruckpegels über geeignete Außen- bzw. Trennbauteile. Auch werden tieffrequente Geräusche wie beispielsweise tiefe Männerstimmen oder Bässe von Musikanlagen in Gebäuden stärker übertragen und daher eher als störend empfunden.



Abb. 1.1: Darstellung der Schallschutzniveaus am Beispiel verschiedener Geräuscharten

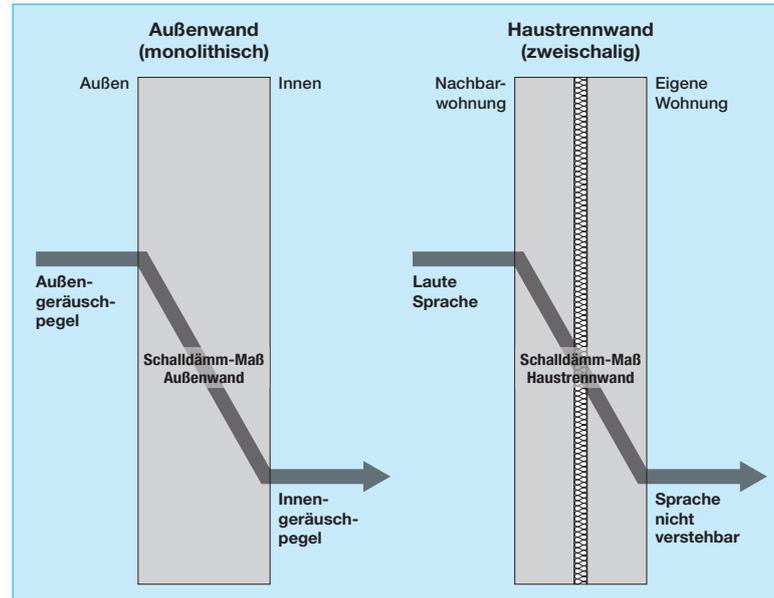


Abb. 1.2: Darstellung der grundsätzlichen Reduzierung des Schalldruckpegels über geeignete Bauteile

1.2 Allgemeine Eigenschaften von Porenbeton

Porenbeton ist ein mineralischer, hoch wärmedämmender Massivbaustoff und gehört zur Gruppe der Leichtbetone. Seine Stärke ist sein Eigenschaftsprofil, das monolithische Wandkonstruktionen ermöglicht und gleichzeitig die Anforderungen an die Tragfähigkeit sowie den Wärme-, Brand-, Feuchte- und Schallschutz moderner Massivbauwerke im Wohn- und Wirtschaftsraum erfüllt. Für den Bau von Einfamilienhäusern, Mehrfamilienhäusern sowie Gewerbe- und Bürobauten aus monolithischem Mauerwerk sind Vollsteine aus Porenbeton bestens geeignet.

Das Porenbeton-Bausystem umfasst Plansteine, Planelemente und Planbauplatten sowie unbewehrte oder bewehrte Ergänzungsprodukte wie Höhenausgleichssteine, Ecksteine, Deckenrandsteine, Flachstürze, Stürze und U-Schalen für die Erstellung von tragenden und nicht tragenden Wandkonstruktionen (Kellerwände, Außenwände, Innenwände, Trennwände, Brandwände etc.) und für Detailausbildungen. Die aufeinander abgestimmten Mauerwerksprodukte aus Porenbeton sind in allen anwendungsüblichen Steinformaten mit verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten von Festigkeitsklassen, Rohdichteklassen und Wärmeleitfähigkeiten verfügbar.

Porenbetonsteine sind in der europäisch harmonisierten Baustoffnorm DIN EN 771-4 [1.1] „Festlegungen für Mauersteine – Teil 4: Porenbetonsteine“ geregelt. Nach dieser Norm hergestellte Bauprodukte aus Porenbeton, die aus EU-Mitgliedsstaaten gehandelt und in Verkehr gebracht werden, sind mit einem CE-Zeichen zu versehen, anhand dessen die Leistungskennwerte für Porenbetonprodukte erkennbar sind. Die Verwendung von Porenbetonsteinen in Bauwerken ist in Deutschland in der bauaufsichtlich eingeführten Anwendungsnorm DIN 20000-404 [1.2] „Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 404: Regeln für die Verwendung von Porenbetonsteinen nach DIN EN 771-4“ festgelegt. Alle Produkteigenschaften zur Erfüllung der nationalen Anforderungen an Bauwerke werden in der Leistungserklärung (DoP) nach Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) – Verordnung (EU) Nr. 305/2011 deklariert, d. h. es sind keine gesonderten Herstellererklärungen und/oder Anforderungsdokumente für Porenbetonsteine notwendig.

Tab. 1.1 zeigt eine Übersicht der Regeln für die Eigenschaften von Mauerwerksprodukten aus Porenbeton, ergänzt um die Regeln für die Anwendung und Berechnung. Die Druckfestigkeits- und Rohdichteklassen sowie Wichten von Mauerwerk aus Porenbetonprodukten können Tab. 1.2 entnommen werden.

Tab. 1.1: Regeln für die Eigenschaften, Anwendung und Berechnung von Mauerwerksprodukten aus Porenbeton

Produkt	Regeln für Mauerwerksprodukte aus Porenbeton		
	Eigenschaften	Anwendung	Berechnung
Planstein	DIN EN 771-4 [1.1] DIN 20000-404 [1.2]	DIN EN 1996 + NA [1.7], [1.8]	DIN EN 1996 + NA [1.7], [1.8] DIN EN 1991 + NA [1.9], [1.10] DIN 4149 [1.11]
Planelement	DIN EN 771-4 [1.1] DIN 20000-404 [1.2]	DIN EN 1996 + NA [1.7], [1.8]	DIN EN 1996 + NA [1.7], [1.8] DIN EN 1991 + NA [1.9], [1.10] DIN 4149 [1.11]
Planbauplatte	DIN 4166 [1.3]	DIN EN 1996 + NA [1.7], [1.8]	DIN EN 1996 + NA [1.7], [1.8] DIN EN 1991 + NA [1.9], [1.10]
Flachsturz	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung [1.4]	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung [1.4]	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung [1.4] Typenstatik [1.5]
Sturz (tragend)	DIN EN 12602 [1.6]	DIN EN 12602 [1.6] DIN 4223-102 [1.13]	DIN EN 12602 [1.6] DIN 4223-101 [1.12]

Mauerwerk aus unbewehrten Porenbetonprodukten			
Produkt	Festigkeitsklasse	Rohdichteklasse	Wichte ¹⁾ γ [kN/m ³]
Planstein/ Planelement	2	0,35	4,5
		0,40	5,0
		0,50	6,0
	4	0,50	6,0
		0,55	6,5
		0,60	7,0
	6	0,65	7,5
		0,70	8,0
8	0,80	9,0	
Planbauplatte	–	0,50	6,0
		0,55	6,5
		0,60	7,0
Mauerwerk aus bewehrten Porenbetonprodukten			
Produkt	Festigkeitsklasse	Rohdichteklasse	Wichte γ [kN/m ³]
Flachsturz/ Sturz (tragend)	4,5	0,55	6,7
		0,60	7,2

Tab. 1.2: Festigkeitsklassen, Rohdichteklassen und Wichten von anwendungsüblichen unbewehrten und bewehrten Mauerwerksprodukten aus Porenbeton

¹⁾ Die Werte schließen den Dünnbettmörtel und die übliche Feuchte ein.

Literatur

- [1.1] DIN EN 771-4: Festlegungen für Mauersteine – Teil 4: Porenbetonsteine; Deutsche Fassung EN 771-4:2011 + A1:2015, Ausgabe 2015-11
- [1.2] DIN 20000-404: Regeln für die Verwendung von Porenbetonsteinen nach DIN EN 771-4, Ausgabe 2018-04
- [1.3] DIN 4166: Porenbeton-Bauplatten und Porenbeton-Planbauplatten, Ausgabe 1997-10
- [1.4] Deutsches Institut für Bautechnik: Allgemein bauaufsichtliche Zulassung Z-17.1-634: Porenbeton-Flachstürze, Berlin 2018
- [1.5] Landeshauptstadt Hannover: Bescheid zur Typenprüfung in statischer Hinsicht, Porenbeton-Flachstürze mit Zuggurt Typ A nach bauaufsichtlicher Zulassung Z-17.1-634, Hannover 2010
- [1.6] DIN EN 12602: Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton, Ausgabe 2018-05
- [1.7] DIN EN 1996: Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
- [1.8] DIN EN 1996/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
- [1.9] DIN EN 1991: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke
- [1.10] DIN EN 1991-1-1/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke
- [1.11] DIN 4149: Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten, Ausgabe 2005-04
- [1.12] DIN 4223-101: Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton – Entwurf und Bemessung, Ausgabe 2014-12
- [1.13] DIN 4223-102: Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton – Anwendung in Bauwerken, Ausgabe 2014-12

Schallschutzanforderungen nach DIN 4109-1 und DIN 4109-5

2.1 Allgemeines

Bauliche Anlagen sind gemäß § 3 und § 15 Absatz 2 Musterbauordnung (MBO) [2.1] so zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass sie einen ihrer Nutzung entsprechenden Schallschutz haben. Gemäß den jeweiligen Landesbauordnungen (LBO) und den dazugehörigen Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen (VV TB) der Bundesländer ist dabei die DIN 4109-1 „Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen“ [2.2] einzuhalten.

Dabei kann der schalltechnische Nachweis gemäß DIN 4109-2 „Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen“ [2.3] in Verbindung mit:

- DIN 4109-31: Schallschutz im Hochbau – Teil 31: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Rahmendokument [2.4]
- DIN 4109-32: Schallschutz im Hochbau – Teil 32: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Massivbau [2.5]
- DIN 4109-33: Schallschutz im Hochbau – Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau [2.6]
- DIN 4109-34: Schallschutz im Hochbau – Teil 34: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen [2.7]
- DIN 4109-35: Schallschutz im Hochbau – Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden [2.8]
- DIN 4109-36: Schallschutz im Hochbau – Teil 36: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Gebäudetechnische Anlagen [2.9]

geführt werden.

Alternativ könnte für Bauteile im Massivbau DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau – Beiblatt 1: Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren“ [2.10] für den Nachweis herangezogen werden. Aufgrund der veralteten Nachweisführung unter der pauschalen Berücksichtigung der Flankendämmung führt der Schallschutznachweis nach diesem Beiblatt 1 jedoch zu Fehleinschätzungen des zu erreichenden Schallschutzes

und kann daher – auch für privatrechtliche Bauvertragsvereinbarungen – nicht empfohlen werden. Die Nachweisführung gemäß DIN 4109-2 in Verbindung mit DIN 4109-31 bis DIN 4109-36 stellt hingegen den aktuellen Stand der Technik dar und wird von der Fachwelt anerkannt.

Insgesamt legt DIN 4109-1 Mindestanforderungen für den Schutz gegen Geräusche aus fremden Räumen, gegen Außenlärm oder gegen Geräusche von Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung in folgenden Situationen fest:

- Mehrfamilienhäuser, Bürogebäude und gemischt genutzte Gebäude
 - Einfamilien-Reihenhäuser und Doppelhäuser
 - Hotels und Beherbergungsstätten
 - Krankenhäuser und Sanatorien
 - Schulen und vergleichbare Einrichtungen
 - Außenbauteile
 - Besonders laute Räume
 - Gebäudetechnische Anlagen und Betriebe
 - Raumluftechnische Anlagen im eigenen Wohnbereich
 - Armaturen und Geräte der Trinkwasser-Installation
- Gemäß DIN 4109-1 zählen zu den schallschutzbedürftigen Aufenthaltsräumen in Gebäuden:
- Wohnräume einschließlich Wohndielen, Wohnküchen
 - Schlafräume einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten
 - Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien
 - Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen
 - Büroräume
 - Praxisräume, Sitzungsräume und ähnliche Arbeitsräume

Für diese Aufenthaltsräume sollen gemäß DIN 4109-1 folgende Schutzziele erreicht werden:

- Gesundheitsschutz
- Vertraulichkeit bei normaler Sprechweise
- Schutz vor unzumutbaren Belästigungen

In DIN 4109-5 „Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen“ [2.11] sind gegenüber den in DIN 4109-1 festgelegten Mindestanforderungen erhöhte Anforderungen an den Schallschutz festgelegt. Diese sind beschränkt auf:

- Wohngebäude und Gebäude mit Wohn- und Arbeitsbereichen
- Hotels und Beherbergungsstätten
- Krankenhäuser und Sanatorien

Die Anforderungen der DIN 4109-5 gelten u. a. nicht für freistehende Einfamilienhäuser und den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich.

Als wahrnehmbar höherer Schallschutz gilt die Erhöhung der Anforderung von mindestens 3 dB bei der Luftschalldämmung und die Absenkung von mindestens 5 dB bei der Trittschalldämmung sowie die Reduzierung von mindestens 3 dB bei Geräuschen von gebäudetechnischen Anlagen.

Wie in DIN 4109-1 wird auch in DIN 4109-5 von einem Grundgeräuschpegel von $L_{AF,eq} = 25$ dB ausgegangen. Zum Schallschutz gegen Außenlärm werden in DIN 4109-5 keine erhöhten Anforderungen gegenüber DIN 4109-1 gestellt.

Durch Schlitz-, Aussparungen und Einbauten wird die Schalldämmung eines Bauteils infolge der geringeren flächenbezogenen Masse geschwächt. Bereits bei der Grundrissplanung ist darauf zu achten, dass z. B. eine Installationswand (Küche, Bad oder WC) oder ein Installationsschacht (Rohrleitungen) nicht unmittelbar an einen schallschutzbedürftigen Raum grenzt.

Geschuldet wird der Schallschutz, den die Vertragspartner durch eine eindeutige, rechtssichere Vereinbarung abschließen. In dieser Vereinbarung werden konkrete Schallschutzwerte und/oder bestimmte Bauweisen/Baukonstruktionen festgelegt. Baurechtlich sind grundsätzlich die Mindestanforderungen an den Schallschutz gemäß DIN 4109-1 einzuhalten, privatrechtlich werden oft erhöhte Anforderungen an den Schallschutz gemäß DIN 4109-5 gestellt.

2.2 Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung von Mehrfamilienhäusern und zwischen Einfamilien-Reihenhäusern oder Doppelhäusern

Die wesentlichen, bauordnungsrechtlich nachzuweisenden Mindestanforderungen an den Schallschutz gemäß DIN 4109-1 und die erhöhten Anforderungen

an den Schallschutz gemäß DIN 4109-5 von Mehrfamilienhäusern und zwischen Einfamilien-Reihenhäusern oder Doppelhäusern sind in Tab. 2.1 dargestellt. Die kennzeichnenden Größen sind für die Luftschalldämmung das bewertete Bauschalldämm-Maß R'_{w} (Wände und Decken) bzw. R_w (Türen) sowie für die Trittschalldämmung der bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$.

2.3 Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen gegen Außenlärm

Die Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen gegen Außenlärm sind aus dem gesamten bewerteten Bauschalldämm-Maß $R'_{w,ges}$, das sich aus dem maßgeblichen Außenlärmpegel L_a und einem Korrekturwert $K_{Raumart}$ zur Berücksichtigung unterschiedlicher Raumarten ergibt, zu ermitteln:

$$R'_{w,ges} = L_a - K_{Raumart}$$

- $K_{Raumart} = 25$ dB für Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien
- $K_{Raumart} = 30$ dB für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume o. ä.
- $K_{Raumart} = 35$ dB für Büroräume o. ä.

Dabei gelten folgende Mindestwerte:

- $R'_{w,ges} = 35$ dB für Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien
- $R'_{w,ges} = 30$ dB für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume, Büroräume o. ä.
- $L_a =$ maßgeblicher Außenlärmpegel nach DIN 4109-2, Abschnitt 4.4.5

Die rechnerische Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels L_a kann im Falle von Verkehrslärm mittels Nomogrammen aus DIN 18005-1 [2.12] erfolgen. Für die Tag- und Nachtsituation sind in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung, dem Abstand zwischen Fassade und Straßenmitte, der Straßenart, der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, der Straßenoberfläche, der Entfernung zur nächsten Lichtsignalanlage und der Art der Bebauung aus den Nomogrammen der DIN 18005-1 die Beurteilungspegel $L_{r,Tag}$ und $L_{r,Nacht}$ zu entnehmen. Der abgelesene jeweilige Beurteilungspegel ist um 3 dB zu erhöhen.

Beträgt die Differenz zwischen den Beurteilungspegeln L_r für Tag und Nacht (Straßenverkehr) weniger als 10 dB, ist der maßgebliche Außenlärmpegel zum Schutz des Nachtschlafes neben einem um 3 dB erhöhten Beurteilungspegel für die Nacht um einen Zuschlag von 10 dB zu erhöhen:

$$L_a = L_{r,Nacht} + 3 \text{ dB} + 10 \text{ dB}$$

Bei Außenlärm durch Schienenverkehr muss eine Reduktion des maßgeblichen Außenlärmpegels um 5 dB erfolgen.

Für den Fall, dass keine speziellen Außenlärmpegel, sondern ausschließlich Lärmpegelbereiche vorliegen, ist die Zuordnung der maßgeblichen Außenlärmpegel L_a zu den Lärmpegelbereichen nach Tab. 2.2 vorzunehmen.

Schallschutzanforderungen an Bauteile von Mehrfamilienhäusern und zwischen Einfamilien-Reihenhäusern oder Doppelhäusern gemäß DIN 4109-1 (Mindestanforderungen) sowie gemäß DIN 4109-5 (erhöhte Anforderungen)			
Anforderungen an die Luftschalldämmung			
Gebäudeart	Bauteile	Bewertetes Bauschalldämm-Maß $R'_{w,erf}$ bzw. R_w [dB]	
		DIN 4109-1	DIN 4109-5
Mehrfamilienhaus	Wohnungstrennwände	≥ 53	≥ 56
	Treppenhauswände	≥ 53	≥ 56
	Wohnungstrenndecken	≥ 54	≥ 57
	Türen, die von Hausfluren oder Treppenträumen in geschlossene Flure von Wohnungen führen	≥ 27	≥ 32
	Türen, die von Hausfluren oder Treppenträumen unmittelbar in Aufenthaltsräume führen	≥ 37	≥ 42
Einfamilien-Reihenhaus oder Doppelhaus	Haustrennwände zwischen fremden Aufenthaltsräumen, unter denen mindestens ein Geschoss vorhanden ist	≥ 62	≥ 67 ³⁾
	Haustrennwände im untersten Geschoss	≥ 59	≥ 62
Anforderungen an die Trittschalldämmung			
Gebäudeart	Bauteile	Bewerteter Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w,zul}$ [dB]	
		DIN 4109-1	DIN 4109-5
Mehrfamilienhaus	Wohnungstrenndecken	≤ 50 ¹⁾²⁾	≤ 45
	Decken zu Treppenhäusern	≤ 50	≤ 45
	Decken von Balkonen, Loggien und Terrassen über Wohnungen	≤ 50	≤ 45
	Decken unter Laubengängen	≤ 53	≤ 48
Einfamilien-Reihenhaus oder Doppelhaus	Decken	≤ 41	≤ 36
	Treppen	≤ 46	≤ 41
	Bodenplatten auf Erdreich bzw. Decken über Kellergeschoss	≤ 46	≤ 41

Tab. 2.1: Schallschutzanforderungen an Bauteile von Mehrfamilienhäusern und zwischen Einfamilien-Reihenhäusern oder Doppelhäusern gemäß DIN 4109-1 [2.2] und DIN 4109-5 [2.11]

¹⁾ bei baulichen Änderungen von Gebäuden, die vor dem 1. Juli 2016 fertiggestellt wurden: $L'_{n,w,zul} \leq 53$ dB
²⁾ beim Neubau von Gebäuden mit Deckenkonstruktionen aus Holz-, Leicht- und Trockenbau: $L'_{n,w,zul} \leq 53$ dB
³⁾ bei Ausführung einer Unterkellerung als Weiße Wanne mit durchlaufenden flankierenden Außenwänden: $R'_{w,erf} \geq 64$ dB

Maßgeblicher Außenlärmpegel L_a der unterschiedlichen Lärmpegelbereiche gemäß DIN 4109-1							
Kenngröße	Lärmpegelbereiche						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Maßgeblicher Außenlärmpegel L_a [dB]	55	60	65	70	75	80	> 80 ¹⁾

Tab. 2.2: Zuordnung der maßgeblichen Außenlärmpegel L_a zu den Lärmpegelbereichen I bis VII gemäß DIN 4109-1 [2.2]

¹⁾ für $L_a > 80$ dB sind die Anforderungen aufgrund örtlicher Gegebenheiten festzulegen

Literatur

- [2.1] Musterbauordnung (MBO) Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22. Februar 2019
- [2.2] DIN 4109-1: Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen, Ausgabe 2018-01
- [2.3] DIN 4109-2: Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen, Ausgabe 2018-01
- [2.4] DIN 4109-31: Schallschutz im Hochbau – Teil 31: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Rahmendokument, Ausgabe 2016-07
- [2.5] DIN 4109-32: Schallschutz im Hochbau – Teil 32: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Massivbau, Ausgabe 2016-07
- [2.6] DIN 4109-33: Schallschutz im Hochbau – Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau, Ausgabe 2016-07
- [2.7] DIN 4109-34: Schallschutz im Hochbau – Teil 34: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen, Ausgabe 2016-07
- [2.8] DIN 4109-35: Schallschutz im Hochbau – Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden, Ausgabe 2016-07
- [2.9] DIN 4109-36: Schallschutz im Hochbau – Teil 36: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Gebäudetechnische Anlagen, Ausgabe 2016-07
- [2.10] DIN 4109 Beiblatt 1: Schallschutz im Hochbau – Beiblatt 1: Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren, Ausgabe 1989-11
- [2.11] DIN 4109-5: Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen, Ausgabe 2020-08
- [2.12] DIN 18005-1: Schallschutz im Städtebau – Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung, Ausgabe 2002-07

Schallschutz mit Wandkonstruktionen aus Porenbetonmauerwerk

3.1 Rechenverfahren zur Ermittlung der Luftschalldämmung

Die Anforderungen an die Luftschalldämmung von Bauteilen sind in DIN 4109-1 [3.1] festgelegt. Der Nachweis der Luftschalldämmung zwischen zwei Räumen wird auf Grundlage von DIN 4109-2 [3.2] geführt, in der die Berechnungsverfahren geregelt sind. Beim schalltechnischen Nachweis werden die direkte Schallübertragung über das trennende Bauteil und die Schallübertragung über alle flankierenden Bauteile berücksichtigt. Bei einer üblichen Schallübertragungssituation, an der ein

trennendes Bauteil und vier flankierende Bauteile (Flanken) beteiligt sind, ergeben sich insgesamt dreizehn Schallübertragungswege. Einer davon erfolgt direkt über das trennende Bauteil, die anderen zwölf über die flankierenden Bauteile Boden, Decke sowie rechtes und linkes Anschlussbauteil.

Das bewertete Bauschalldämmmaß R'_w wird aus dem Schalldämmmaß $R_{Dd,w}$ aus direkter Schallübertragung über das Trennbauteil und aus den Schalldämmmaßen $R_{Ff,w}$, $R_{Df,w}$ und $R_{Fd,w}$ aus flankierender Schallübertragung ermittelt:

Im Rahmen eines vereinfachten Nachweises wird dieses berechnete Bauschalldämmmaß R'_w um einen Sicherheitsabschlag von 2 dB vermindert (Prognoseunsicherheit). Der Nachweis der Luftschalldämmung zwischen zwei Räumen ist erbracht, wenn der verminderte Wert den Anforderungswert $R'_{w,erf}$ (siehe Kapitel 2, Tab. 2.1) mindestens erreicht:

$$R'_w - 2 \text{ dB} \geq R'_{w,erf}$$

$$R'_w = -10 \cdot \lg \left(10^{-0,1 \cdot R_{Dd,w}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-0,1 \cdot R_{Ff,w}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0,1 \cdot R_{Df,w}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1 \cdot R_{Fd,w}} \right)$$

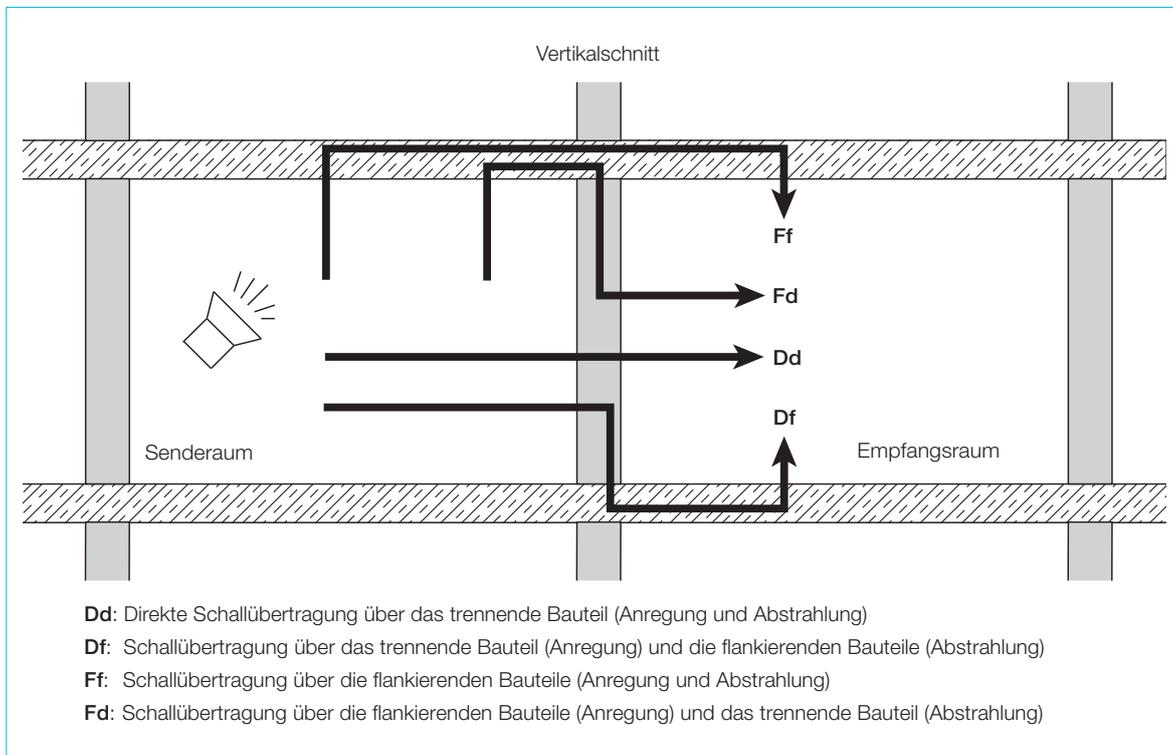


Abb. 3.1: Beispielhafte Schallübertragungswege bei der Luftschalldämmung

3.1.1 Ermittlung der Direktschall-dämmung von Wandkonstruktionen aus Porenbetonmauerwerk gemäß DIN 4109-32

Handelt es sich um massive Bauteile wie Wände aus Porenbetonmauerwerk, ist zur Ermittlung des Direktschalldämm-Maßes DIN 4109-32 [3.3] zu berücksichtigen. Sind vor solchen massiven Bauteilen Vorsatzkonstruktionen angeordnet, sind außerdem die Bestimmungen gemäß DIN 4109-34 [3.4] relevant.

Das Direktschalldämm-Maß $R_{Dd,w}$ für den direkten Übertragungsweg setzt sich aus dem Schalldämm-Maß $R_{s,w}$ des trennenden massiven Bauteils und der gesamten Verbesserung des Schalldämm-Maßes $\Delta R_{Dd,w}$ durch gegebenenfalls zusätzlich angebrachte Vorsatzkonstruktionen auf der Send- und/oder Empfangsseite des trennenden Bauteils zusammen:

$$R_{Dd,w} = R_{s,w} - \Delta R_{Dd,w}$$

Die schalltechnische Qualität eines einschaligen massiven Bauteils, z. B. einer monolithischen Wand aus Porenbetonmauerwerk, ist abhängig von der flächenbezogenen Masse m' . Die zur Ermittlung des Schalldämm-Maßes $R_{s,w}$ des trennenden Massivbauteils erforderliche flächenbezogene Masse m' wird gemäß DIN 4109-32 unter Berücksichtigung der Wanddicke t des Bauteils und seiner Rohdichte ρ berechnet:

$$m' = t \cdot \rho$$

Die anzusetzende Wandrohndichte ρ_w von Porenbetonmauerwerk wird durch Korrektur der Rohdichteklasse (RDK) des Mauerwerks (Klassenbreite der Rohdichteklasse von 50 kg/m^2 , Rohdichteklasse $\leq 1,0$) ermittelt, wobei die Rohdichte des Dünnbettmörtels enthalten ist:

$$\rho_w = 1.000 \cdot \text{RDK} - 25$$

Wird eine zweischalige Außenwand erstellt, bei der z. B. die innere Schale aus Porenbetonmauerwerk und die äußere Schale aus Vormauerziegeln besteht, wird für das Mauerwerk der Vormauerschale mit Normalmörtel ($2,2 \geq \text{RDK} \geq 0,35$) die anzusetzende Rohdichte folgendermaßen ermittelt:

$$\rho_w = 900 \cdot \text{RDK} + 100$$

Für die flächenbezogene Masse m'_{Putz} einer Putzschicht d , gegebenenfalls auch beidseitig aufgetragener Putzschichten – gilt:

$$m'_{\text{Putz}} = d_{\text{Putz}} \cdot \rho_{\text{Putz}}$$

Sofern Putzschichten vorhanden sind, gehen sie in die Berechnung der gesamten flächenbezogenen Masse m'_{ges} der Wand aus Porenbetonmauerwerk mit ein:

$$m'_{\text{ges}} = m'_{\text{Wand}} + m'_{\text{Putz}}$$

Aus der flächenbezogenen Masse m'_{ges} errechnet sich das bewertete Direktschalldämm-Maß R_w von Wänden aus Porenbetonmauerwerk wie folgt:

$$\blacksquare 50 \text{ kg/m}^2 \leq m'_{\text{ges}} \leq 150 \text{ kg/m}^2:$$

$$R_w = 32,6 \cdot \lg(m'_{\text{ges}}) - 22,5$$

$$\blacksquare 150 \text{ kg/m}^2 \leq m'_{\text{ges}} \leq 300 \text{ kg/m}^2:$$

$$R_w = 26,1 \cdot \lg(m'_{\text{ges}}) - 8,4$$

Die aus den vorgenannten Gleichungen ermittelten Ergebnisse, dargestellt in Abb. 3.2, bestätigen die Resultate von Untersuchungen in Prüfständen [3.6], die zeigen, dass Wände aus Porenbetonmauerwerk um etwa 2 bis 4 dB besser bewertet werden können als Wände aus anderen Materialien mit gleicher flächenbezogener Masse. Die Ursache dieses schalltechnisch günstigeren Verhaltens ist die sogenannte innere Dämpfung, bei der in Porenbetonwänden im Vergleich zu anderen Wänden ein größerer Teil der Schallenergie in Wärmeenergie umgewandelt wird.

Die bewerteten Direktschalldämm-Maße R_w von unterschiedlich dicken einschaligen Wänden aus Porenbetonmauerwerk, die beidseitig mit einem Putz versehen sind, können Tab. 3.1 (für Außenwände) und Tab. 3.2 (für Innenwände) entnommen werden.

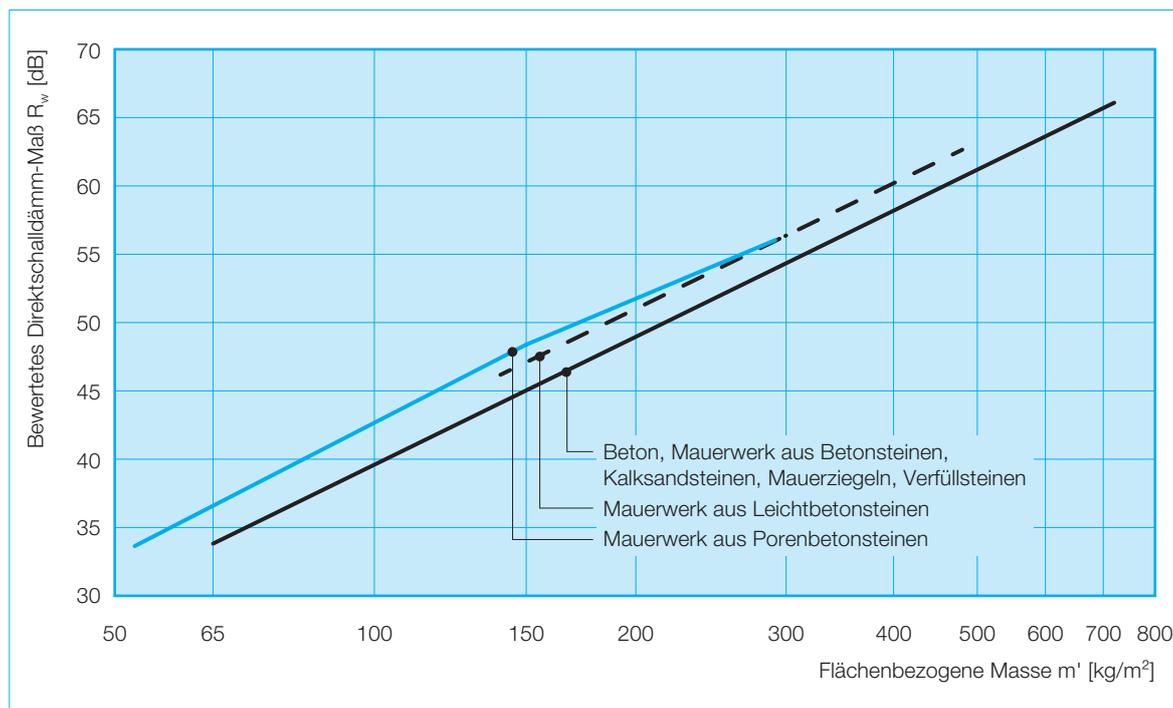


Abb. 3.2: Bewertetes Direktschalldämm-Maß R_w einschaliger massiver Wände in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse m' nach DIN 4109-32 [3.3]

Bewertetes Direktschalldämm-Maß einschalige Außenwand aus Porenbetonsteinen* mit beidseitigem Putz (Außenputz 15 mm: Leichtputz Typ II mit Rohdichte = 900 kg/m ³ / Innenputz 10 mm: Gips- oder Kalkgipsputz mit Rohdichte = 1.000 kg/m ³)								
Produkt	Rohdichte- klasse	Schalltechnisches Berechnungsgewicht nach DIN 4109-32 [kg/m ³]	Bewertetes Direktschalldämm-Maß R_w [dB]					
			Wanddicke t in mm					
			300	365	400	425	480	500
Planstein/ Planelement	0,35	325	45,4	47,7	48,7	49,2	50,4	50,8
	0,40	375	47,1	49,2	50,1	50,6	51,9	52,3
	0,50	475	49,5	51,5	52,4	53,0	54,3	54,7
	0,55	525	50,5	52,5	53,4	54,0	55,3	55,7
	0,60	575	51,4	53,4	54,3	55,0	56,2	56,7
	0,65	625	52,3	54,3	55,2	55,8	57,1	57,5
	0,70	675	53,0	55,1	-	-	-	-
	0,80	775	54,5	56,5	-	-	-	-

Tab. 3.1: Bewertetes Direktschalldämm-Maß R_w einer einschaligen Außenwand aus Porenbetonsteinen mit beidseitigem Putz

* Plansteine/Planelemente mit Dünnbettmörtel

Bewertetes Direktschalldämm-Maß einschalige Innenwand aus Porenbetonsteinen* mit beidseitigem Putz (Innenputz 10 mm: Gips- oder Kalkgipsputz mit Rohdichte = 1.000 kg/m ³)								
Produkt	Rohdichte- klasse	Schalltechnisches Berechnungsgewicht nach DIN 4109-32 [kg/m ³]	Bewertetes Direktschalldämm-Maß R_w [dB]					
			Wanddicke t in mm					
			115	150	175	200	240	
Planstein/ Planelement	0,50	475	38,6	41,4	43,1	44,7	46,8	
	0,55	525	39,6	42,5	44,3	45,9	48,1	
	0,60	575	40,6	43,6	45,4	46,9	49,0	
	0,65	625	41,5	44,5	46,4	48,0	49,8	
	0,70	675	42,4	45,4	47,3	48,8	50,6	

Tab. 3.2: Bewertetes Direktschalldämm-Maß R_w einer einschaligen Innenwand aus Porenbetonsteinen mit beidseitigem Putz

* Plansteine/Planelemente mit Dünnbettmörtel

3.1.2 Ermittlung der Flanken-dämmung gemäß DIN 4109-2

Die flankierende Schallübertragung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Luftschalldämmung von Bauteilen. Daher kommt der schallschutztechnischen Planung und Ausführung der Anschlussdetails zwischen Trennbauteil und Flanken eine bedeutende Rolle zu. Stoßstellen zwischen Mauerwerkswänden können im Verband gemauert, stumpf gestoßen oder als durchgeführte Trennwand ausgebildet werden. Bei einer rationellen Bauweise werden diese Anschlüsse als Stumpfstoß unter Verwendung von Mauerankern erstellt. Die Anforderungen an den Schallschutz einer einschaligen Wohnungstrennwand können mit dem flankierenden Bauteil „einschalige Außenwand aus Porenbetonmauerwerk“ erfüllt werden.

Bei der Massivbauweise wird das bewertete Flankenschalldämm-Maß $R_{ij,w}$ der an der Flankenschallübertragung beteiligten Bauteile aus den bewerteten Schalldämm-Maßen $R_{i,w}$ und $R_{j,w}$ des schallaufnehmenden Bauteils im Senderaum (i) und des schallabgebenden Bauteils im Empfangsraum (j) ermittelt. Falls flankierende Bauteile mit Vorsatzkonstruktionen versehen sind, ist die gesamte bewertete Verbesserung des Schalldämm-Maßes $\Delta R_{ij,w}$ des flankierenden Bauteils im Senderaum (i) und/oder im Empfangsraum (j) mit zu erfassen.

Für die gesamte bewertete Verbesserung des Schalldämm-Maßes $\Delta R_{ij,w}$ durch zusätzlich angebrachte Vorsatzkonstruktionen ist zu unterscheiden, ob sie auf der Sende- und/oder Empfangsseite des flankierenden Bauteils aufgebracht sind. Befinden sich Vorsatzkonstruktionen auf der Senderaumseite und der Empfangsraumseite des Trennbauteils, wird die Vorsatzkonstruktion mit dem geringeren Verbesserungsmaß $\Delta R_{i,w}$ bzw. $\Delta R_{j,w}$ rechnerisch nur zur Hälfte in Ansatz gebracht.

Die Verbesserung des Schalldämm-Maßes ΔR_w einer Vorsatzkonstruktion hängt u. a. von der Resonanzfrequenz f_0 der Gesamtkonstruktion und dem Direktchalldämm-Maß R_w der Massivkonstruktion ab:

$$\Delta R_w = 74,4 - 20 \cdot \lg(f_0) - 0,5 \cdot R_w$$

Die Resonanzfrequenz f_0 wird unter Berücksichtigung der flächenbezogenen Massen m'_1 und m'_2 der beiden Schalen, z. B. Porenbetonmauerwerk und Gipskartonplattenbekleidung auf Lattengerüst, sowie der dynamischen Steifigkeit s' der Dämmschicht ermittelt. Für den Frequenzbereich von $f_0 = 30$ bis 160 Hz gilt:

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{s' \cdot \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$$

Die dynamische Steifigkeit s' der Dämmschicht ergibt sich aus deren dynamischem Elastizitätsmodul E_{dyn} und deren Dicke d :

$$s' = \frac{E_{dyn}}{d}$$

Zudem sind die akustischen Eigenschaften der Verbindung von trennendem und flankierendem Bauteil, ausgedrückt durch das Stoßstellendämm-Maß K_{ij} , relevant. Als geometrische Größen gehen die Fläche S_s des trennenden Bauteils, die gemeinsame Kopplungslänge l_f (Kantenlänge) der Verbindungsstelle zwischen dem trennenden und dem flankierenden Bauteil sowie die Bezugs-Kopplungslänge von $l_0 = 1$ m in die Berechnung ein. Beträgt die Trennfläche S_s weniger als 10 m^2 , ist die bewertete Norm-Schallpegeldifferenz $D_{n,w}$ zu ermitteln. Fenster- und Türflächen, die nicht geschosshoch sind, bleiben bei der Berechnung der Schallübertragung über flankierende Bauteile unberücksichtigt. Das gesamte bewertete Flankendämm-Maß $R_{ij,w}$ wird somit wie folgt ermittelt:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w}}{2} + \frac{R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \cdot \lg \frac{S_s}{l_0 \cdot l_f}$$

3.1.3 Ermittlung des Stoßstellendämm-Maßes gemäß DIN 4109-32

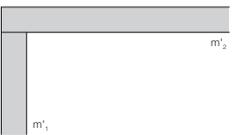
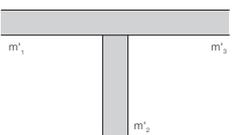
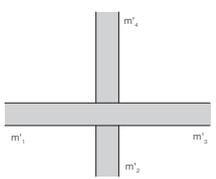
Stoßstellen sind Bereiche auf dem Ausbreitungsweg des Körperschalls, bei denen der Körperschall aufgrund von Baustoffwechseln, Querschnittsänderungen oder Bauteilverbindungen reflektiert wird und eine Verminderung der Schallübertragung zur Folge hat. Für massive, homogene und biegesteif miteinander verbundene Bauteile ist zur Ermittlung des Stoßstellendämm-Maßes K_{ij} die sogenannte Hilfsgröße M aus der flächenbezogenen Masse m'_i des Bauteils im Übertragungsweg und der flächenbezogenen Masse $m'_{\perp i}$ des anderen, die Stoßstelle bildenden Bauteils senkrecht dazu, zu ermitteln:

$$M = \lg \left(\frac{m'_{\perp i}}{m'_i} \right)$$

Bei der Berechnung des Stoßstellendämm-Maßes K_{ij} ist zu unterscheiden, ob ein T-Stoß, Kreuzstoß oder Eckstoß mit den Schallübertragungswegen 1-2 oder 1-3 vorliegt (siehe Tab. 3.3).

Wenn das nach den in Tab. 3.3 aufgeführten Gleichungen ermittelte Stoßstellendämm-Maß K_{ij} kleiner als ein Mindestwert $K_{ij,min}$ ist, ist für die weitere Berechnung der Mindestwert zu verwenden, der unter Beachtung der Flächen des angeregten Bauteils S_i im Senderraum und des abstrahlenden Bauteils S_j im Empfangsraum zu ermitteln ist:

$$K_{ij,min} = 10 \cdot \lg \left[l_f \cdot l_o \cdot \left(\frac{1}{S_i} + \frac{1}{S_j} \right) \right]$$

Stoßstellendämm-Maß verschiedener Stoßstellenausführungen gemäß DIN 4109-32			
Art der Stoßstelle	Schallübertragungswege der Bauteile	Hilfsgröße M	Stoßstellendämm-Maß K_{ij} [dB]
Eckstoß 	1-2	–	$K_{12} = 2,7 + 2,7 \cdot M^2 (= K_{ij})$
T-Stoß¹⁾ 	1-2	–	$K_{12} = 4,7 + 5,7 \cdot M^2 (= K_{Fd} = K_{Dt})$
	1-3	< 0,215	$K_{13} = 5,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 (= K_{Fi})$
		≥ 0,215	$K_{13} = 8 + 6,8 \cdot M (= K_{Fi})$
Kreuzstoß¹⁾ 	1-2	–	$K_{12} = 5,7 + 15,4 \cdot M^2 (= K_{Fd} = K_{Dt})$
	1-3	< 0,182	$K_{13} = 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 (= K_{Fi})$
		≥ 0,182	$K_{13} = 9,6 + 11 \cdot M (= K_{Fi})$

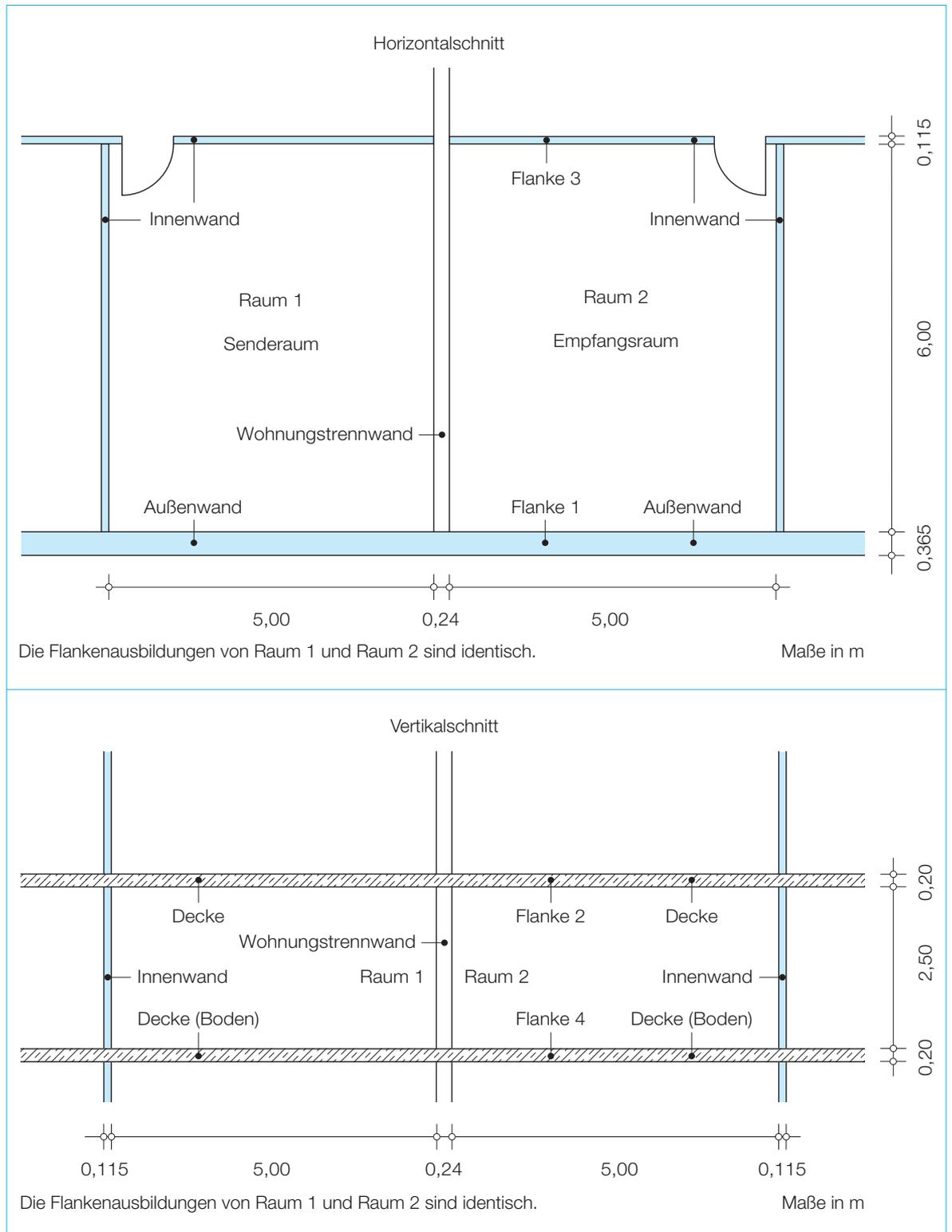
Tab. 3.3: Stoßstellendämm-Maß K_{ij} von verschiedenen Stoßstellenausführungen (massiv, starr) gemäß DIN 4109-32 [3.3]

¹⁾ Bei den zur Ermittlung der Stoßstellendämm-Maße K_{ij} zu berücksichtigenden Schallübertragungswegen 1-2 und 1-3 wird davon ausgegangen, dass das Bauteil nach der Stoßstelle die gleiche flächenbezogene Masse m' hat wie vor der Stoßstelle, d. h. $m'_3 = m'_1$ und $m'_4 = m'_2$.

3.1.4 Berechnungsbeispiel Mehrfamilienhaus – Nachweis der Luftschalldämmung einer Wohnungstrennwand

Anschluss einer Wohnungstrennwand aus Kalksandsteinmauerwerk an eine einschalige Außenwand aus Porenbetonmauerwerk und eine Stahlbetondecke

Abb. 3.3: Anschluss einer Wohnungstrennwand aus Kalksandsteinmauerwerk an eine einschalige Außenwand aus Porenbetonmauerwerk und eine Stahlbetondecke – Darstellung der Raumsituation (Horizontal- und Vertikalschnitt)



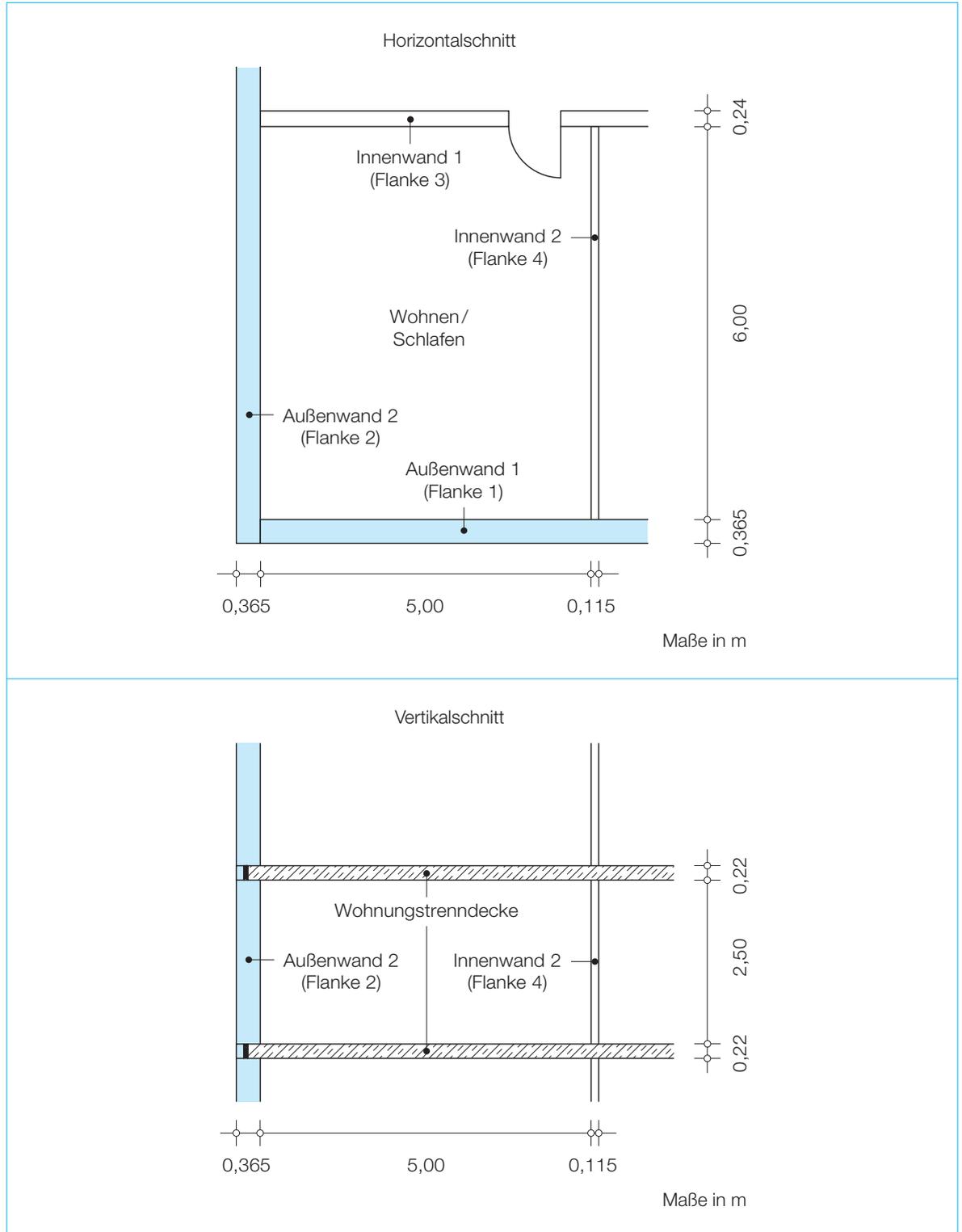
Berechnungsbeispiel: Nachweis der Luftschalldämmung einer Wohnungstrennwand gemäß DIN 4109-2								
Bauteil / Bauteilbeschreibung	Bewertetes Direktschall- dämm-Maß $R_{Dd,w}$ [dB]	Bewertetes Flankendämm-Maß			Stoßstellendämm- Maß			
		$R_{Ff,w}$ [dB]	$R_{Fd,w}$ [dB]	$R_{Df,w}$ [dB]	Art der Stoß- stelle	K_{Ff} [dB]	K_{Fd} [dB]	K_{Df} [dB]
Wohnungstrennwand: Kalksandsteinmauerwerk Einschalige Wohnungstrennwand aus Kalksand-Plansteinen/-Planelementen der Rohdichteklasse 2,2, Wanddicke $t = 240$ mm, beidseitig 10 mm Kalk- oder Kalkzementputz ($\rho = 1.600$ kg/m ³), Wohnungstrennwand stumpf an die Porenbeton-Außenwand gestoßen	62,1	-	-	-	-	-	-	-
Flanke 1: Außenwand Porenbetonmauerwerk Einschalige Außenwand aus Porenbeton-Plansteinen/-Planelementen der Rohdichteklasse 0,35, Wanddicke $t = 365$ mm, 15 mm Leichtputz außen ($\rho = 900$ kg/m ³), 10 mm Dünnlagenputz innen ($\rho = 1.000$ kg/m ³)	47,7	67,4	69,3	69,3	T-Stoß	11,9	6,6	6,6
Flanke 2: Stahlbetondecke Deckendicke $t = 200$ mm ($\rho = 2.400$ kg/m ³)	60,7	74,2	71,1	71,1	K-Stoß	9,5	5,7	5,7
Flanke 3: Innenwand Porenbetonmauerwerk Einschalige Innenwand aus Porenbeton-Plansteinen/-Planelementen der Rohdichteklasse 0,55, Wanddicke $t = 115$ mm, beidseitig 10 mm Dünnlagenputz ($\rho = 1.000$ kg/m ³)	39,6	66,1	74,8	74,8	K-Stoß	18,7	16,2	16,2
Flanke 4: Stahlbetondecke (Boden) Deckendicke $t = 200$ mm ($\rho = 2.400$ kg/m ³) + Vorsatzkonstruktion: 45 mm Zementestrich + 30-3 EPS-Trittschalldämmung mit einer dynamischen Steifigkeit $s' < 15$ MN/m ³ , bewertete Verbesserung der Vorsatzkonstruktion: $\Delta R_{F,w} = 7,0$ dB	60,7	84,7	78,1	78,1	K-Stoß	9,5	5,7	5,7
Sicherheitsbeiwert $u_{prog} = 2$ dB								
Nachweis der Luftschalldämmung der Wohnungstrennwand								
Berechnungsergebnis: $R'_w - u_{prog} = 58,1$ dB $- 2$ dB = $56,1$ dB \geq erf. $R'_{w,DIN 4109-1} = 53$ dB \geq erf. $R'_{w,DIN 4109-5} = 56$ dB								
Damit sind die Mindestanforderungen an die Luftschalldämmung nach DIN 4109-1 [3.1] sowie die erhöhten Anforderungen an die Luftschalldämmung nach DIN 4109-5 [3.5] der Wohnungstrennwand erfüllt!								

Tab. 3.4: Nachweis der Luftschalldämmung einer Wohnungstrennwand aus Kalksandsteinmauerwerk in einem Mehrfamilienhaus gemäß DIN 4109-2 [3.2] (Darstellung der Raumsituation siehe Abb. 3.3)

3.1.5 Berechnungsbeispiel Mehrfamilienhaus – Nachweis der Luftschalldämmung einer Wohnungstrenndecke zweier übereinanderliegender Eckräume

Anschluss einer Wohnungstrenndecke aus Stahlbeton an eine einschalige Außenwand aus Porenbetonmauerwerk

Abb. 3.4: Anschluss einer Wohnungstrenndecke aus Stahlbeton an eine einschalige Außenwand aus Porenbetonmauerwerk – Darstellung der Raumsituation (Horizontal- und Vertikalschnitt)



Berechnungsbeispiel: Nachweis der Luftschalldämmung einer Wohnungstrenndecke gemäß DIN 4109-2								
Bauteil / Bauteilbeschreibung	Bewertetes Direktschall- dämm-Maß $R_{Dd,w}$ [dB]	Bewertetes Flankendämm-Maß			Stoßstellendämm- Maß			
		$R_{Ff,w}$ [dB]	$R_{Fd,w}$ [dB]	$R_{Df,w}$ [dB]	Art der Stoß- stelle	K_{Ff} [dB]	K_{Fd} [dB]	K_{Df} [dB]
Wohnungstrenndecke: Stahlbeton Deckendicke $t = 220 \text{ mm}$ ($\rho = 2.400 \text{ kg/m}^3$) + Vorsatzkonstruktion: 45 mm Zementestrich + 30-3 EPS-Trittschalldämmung mit einer dynamischen Steifigkeit $s' < 15 \text{ MN/m}^3$, bewertete Verbesserung der Vorsatz- konstruktion: $\Delta R_{F,w} = 6,5 \text{ dB}$	68,4	-	-	-	-	-	-	-
Flanke 1: Außenwand 1 Porenbetonmauerwerk Einschalige Außenwand aus Porenbeton- Plansteinen/-Planelementen der Rohdichte- klasse 0,35, Wanddicke $t = 365 \text{ mm}$, 15 mm Leichtputz außen ($\rho = 900 \text{ kg/m}^3$), 10 mm Dünnlagenputz innen ($\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$)	47,7	67,4	69,2	75,7	T-Stoß	11,9	6,6	6,6
Flanke 2: Außenwand 2 Porenbetonmauerwerk Einschalige Außenwand aus Porenbeton- Plansteinen/-Planelementen der Rohdichte- klasse 0,35, Wanddicke $t = 365 \text{ mm}$, 15 mm Leichtputz außen ($\rho = 900 \text{ kg/m}^3$), 10 mm Dünnlagenputz innen ($\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$)	47,7	66,6	68,4	74,9	T-Stoß	11,9	6,6	6,6
Flanke 3: Innenwand 1 Kalksandsteinmauerwerk Einschalige Innenwand aus Kalksand- Plansteinen/-Planelementen der Rohdichte- klasse 2,0, Wanddicke $t = 240 \text{ mm}$, beidseitig 10 mm Kalk- oder Kalkzementputz ($\rho = 1.600 \text{ kg/m}^3$)	60,5	77,8	74,7	81,2	K-Stoß	9,3	5,7	5,7
Flanke 4: Innenwand 2 Kalksandsteinmauerwerk Einschalige Innenwand aus Kalksand- Plansteinen/-Planelementen der Rohdichte- klasse 2,0, Wanddicke $t = 115 \text{ mm}$, beidseitig 10 mm Kalk- oder Kalkzementputz ($\rho = 1.600 \text{ kg/m}^3$)	51,3	71,7	71,1	77,6	K-Stoß	13,4	7,6	7,6
Sicherheitsbeiwert $u_{\text{prog}} = 2 \text{ dB}$								
Nachweis der Luftschalldämmung der Wohnungstrenndecke								
Berechnungsergebnis: $R'_w - u_{\text{prog}} = 59,6 \text{ dB} - 2 \text{ dB} = 57,6 \text{ dB} \geq \text{erf. } R'_{w,\text{DIN 4109-1}} = 54 \text{ dB}$ $\geq \text{erf. } R'_{w,\text{DIN 4109-5}} = 57 \text{ dB}$								
Damit sind die Mindestanforderungen an die Luftschalldämmung nach DIN 4109-1 [3.1] sowie die erhöhten Anforderungen an die Luftschalldämmung nach DIN 4109-5 [3.5] der Wohnungstrenndecke erfüllt!								

Tab. 3.5: Nachweis der Luftschalldämmung einer Wohnungstrenn-
decke aus Stahlbeton
zweier übereinander-
liegender Eckräume in
einem Mehrfamilien-
haus gemäß
DIN 4109-2 [3.2]
(Darstellung der Raum-
situation siehe Abb. 3.4)

3.1.6 Rechenverfahren zur Ermittlung der Luftschalldämmung zweischaliger Haustrennwände gemäß DIN 4109-2

An zweischalige massive Haustrennwände von Einfamilien-Reihenhäusern oder Doppelhäusern werden besondere Anforderungen gestellt. Grundsätzlich werden die in Abb. 3.5 dargestellten Varianten von zweischaligen Haustrennwänden ausgeführt.

Voraussetzung ist, dass die Trennfuge zwischen den Einzelschalen ausreichend breit ist und ordnungsgemäß ausgeführt wird (siehe Abb. 3.6 bis Abb. 3.9). Beginnend von der Unterkante des Gebäudes bis unter die Dachhaut darf die Trennfuge nicht durch Schallbrücken wie Mörtelreste oder unsauber eingeschalteten Beton gestört werden. Eine besondere Bedeutung kommt auch der Dämmung in der Trennfuge zu, die aus Mineralfaser-Dämmplatten Typ WTH gemäß DIN 4108-10 [3.7] bestehen muss.

Abb. 3.5: Ausführungsvarianten von zweischaligen Haustrennwänden aus schweren, biegesteifen Schalen

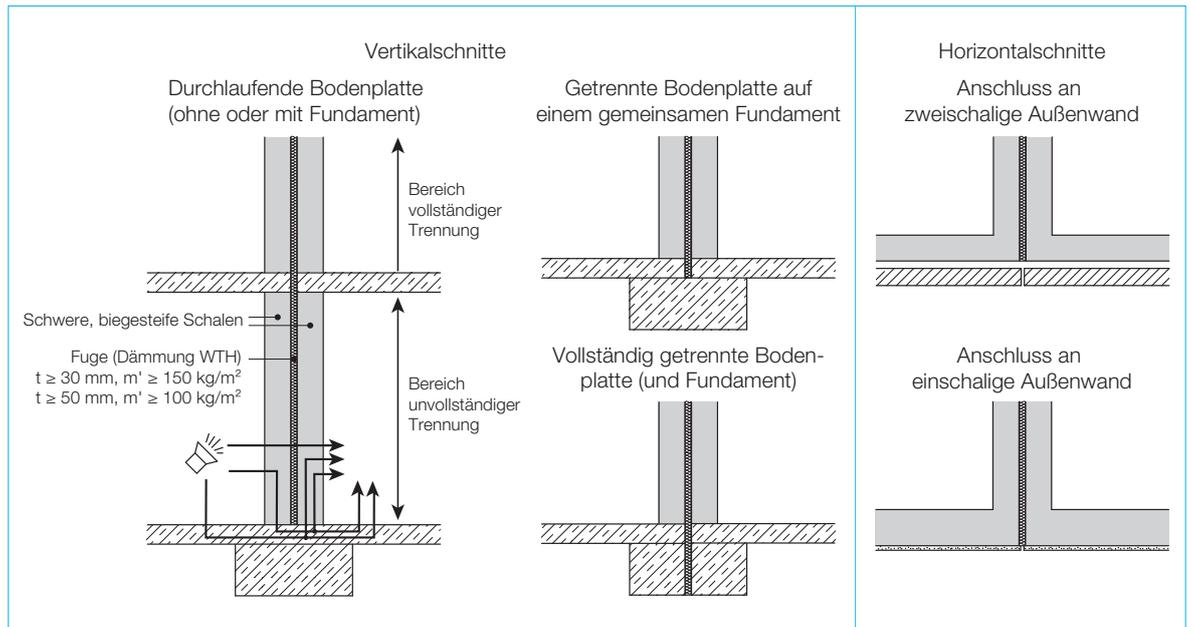
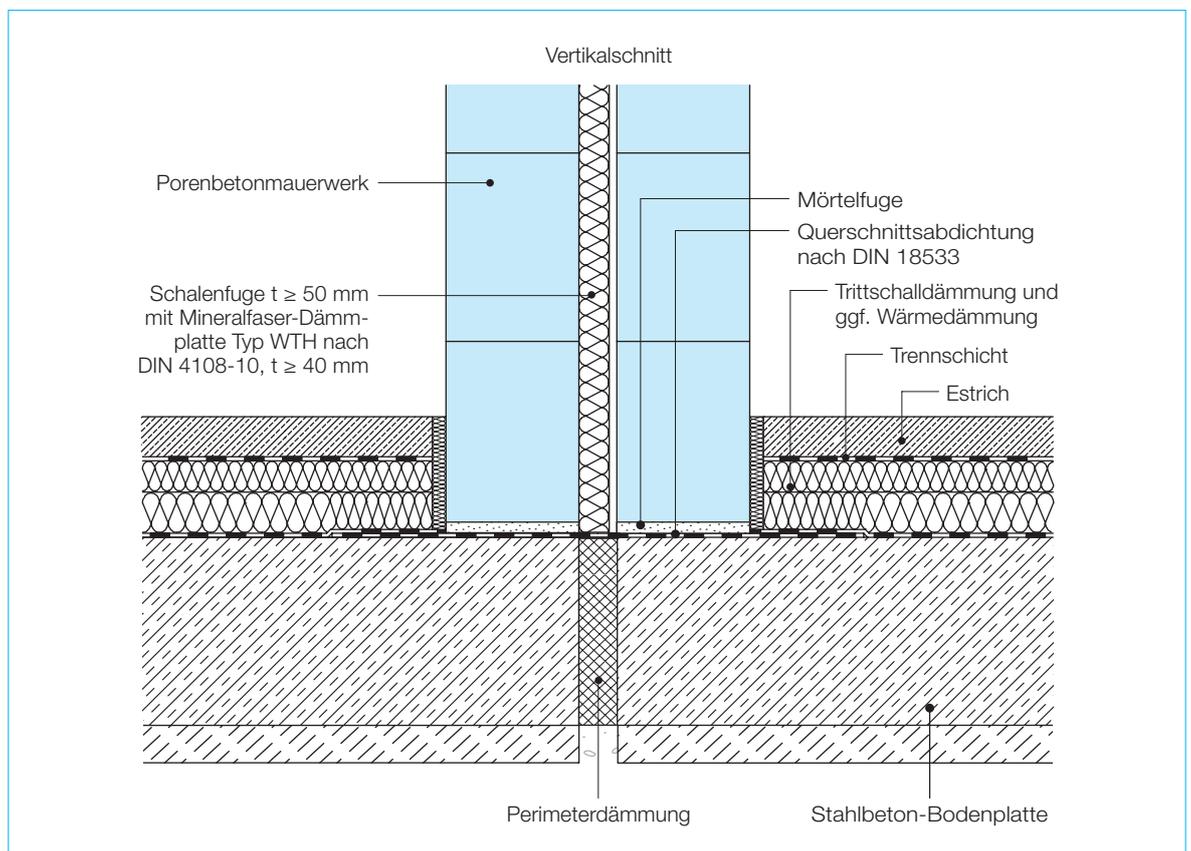


Abb. 3.6: Anschluss einer zweischaligen Haustrennwand aus Porenbetonmauerwerk an eine getrennte Bodenplatte bei einem nicht unterkellerten Gebäude



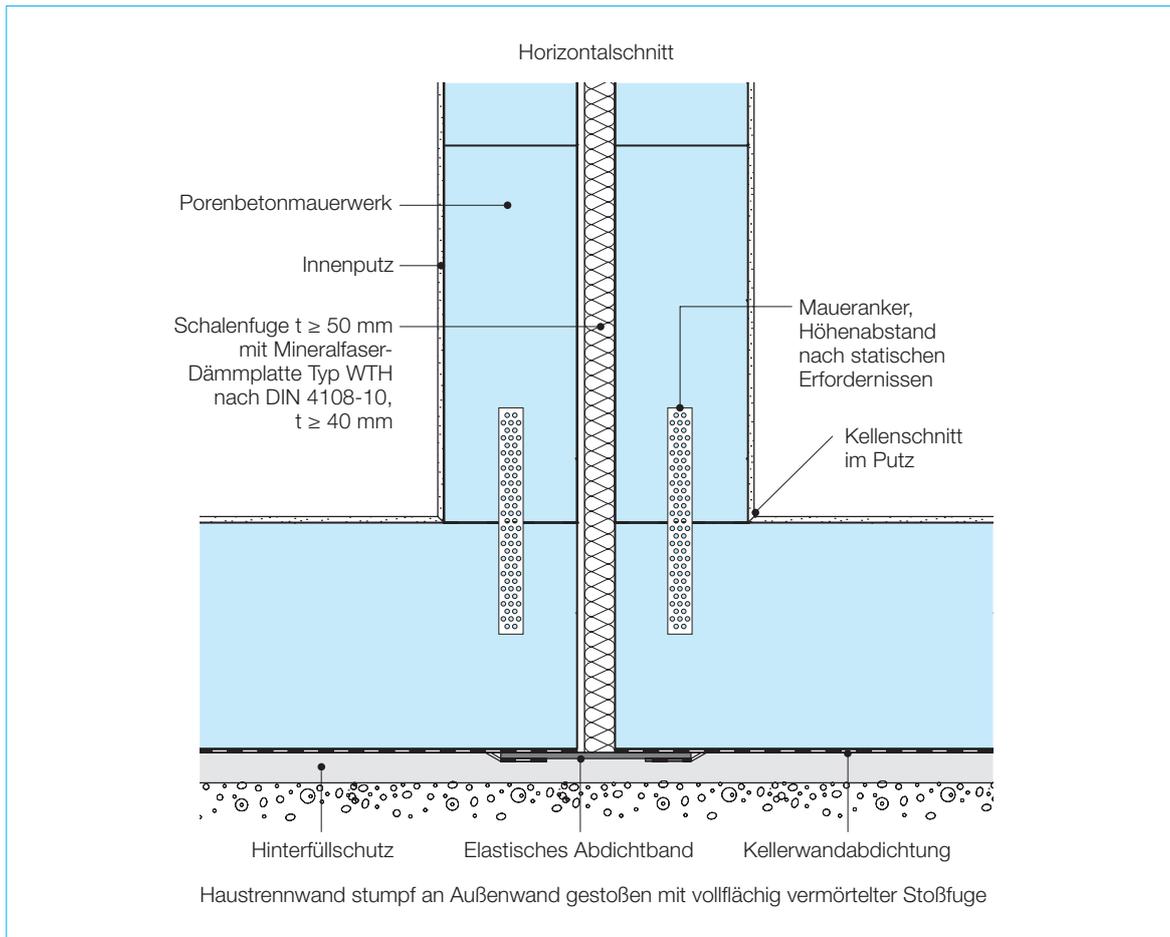


Abb. 3.7: Anschluss einer zweischaligen Haustrennwand aus Porenbetonmauerwerk an eine Kelleraußenwand aus Porenbetonmauerwerk (vertikale Kellerwandabdichtung)

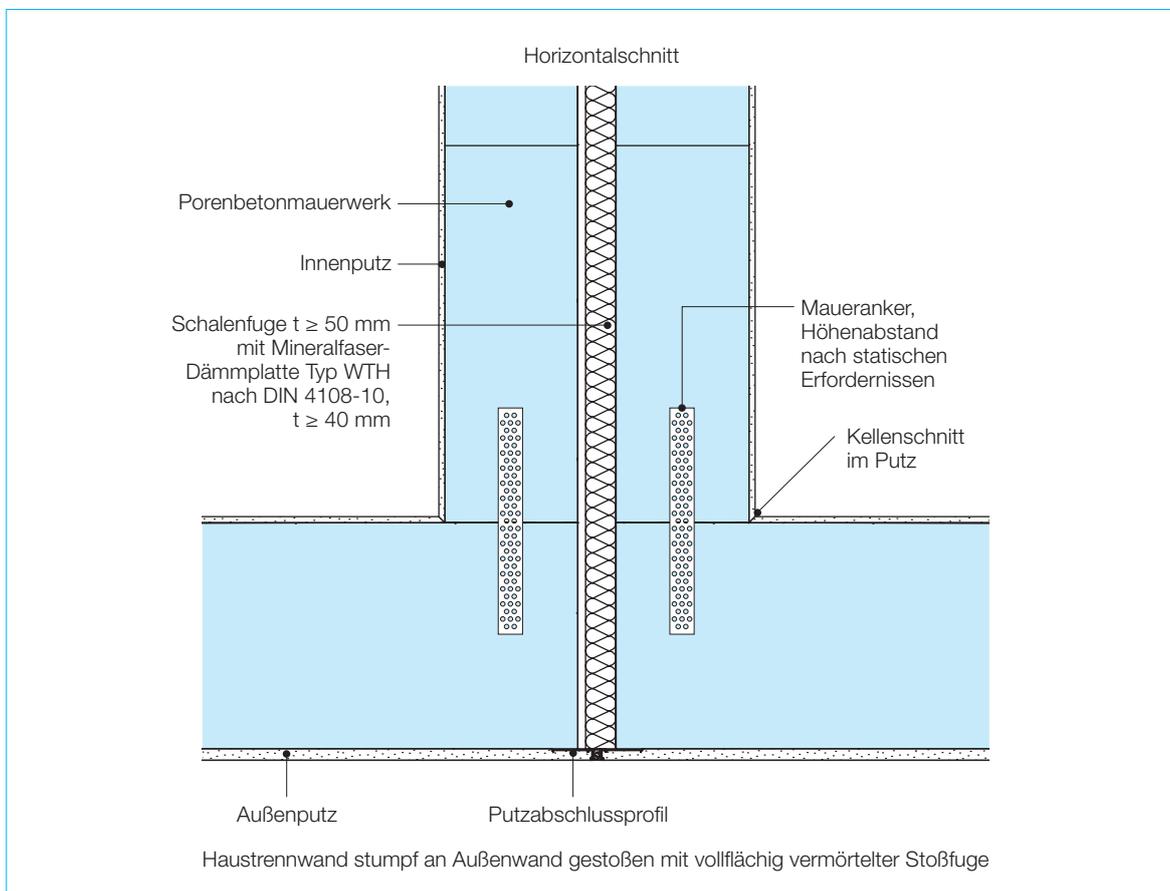
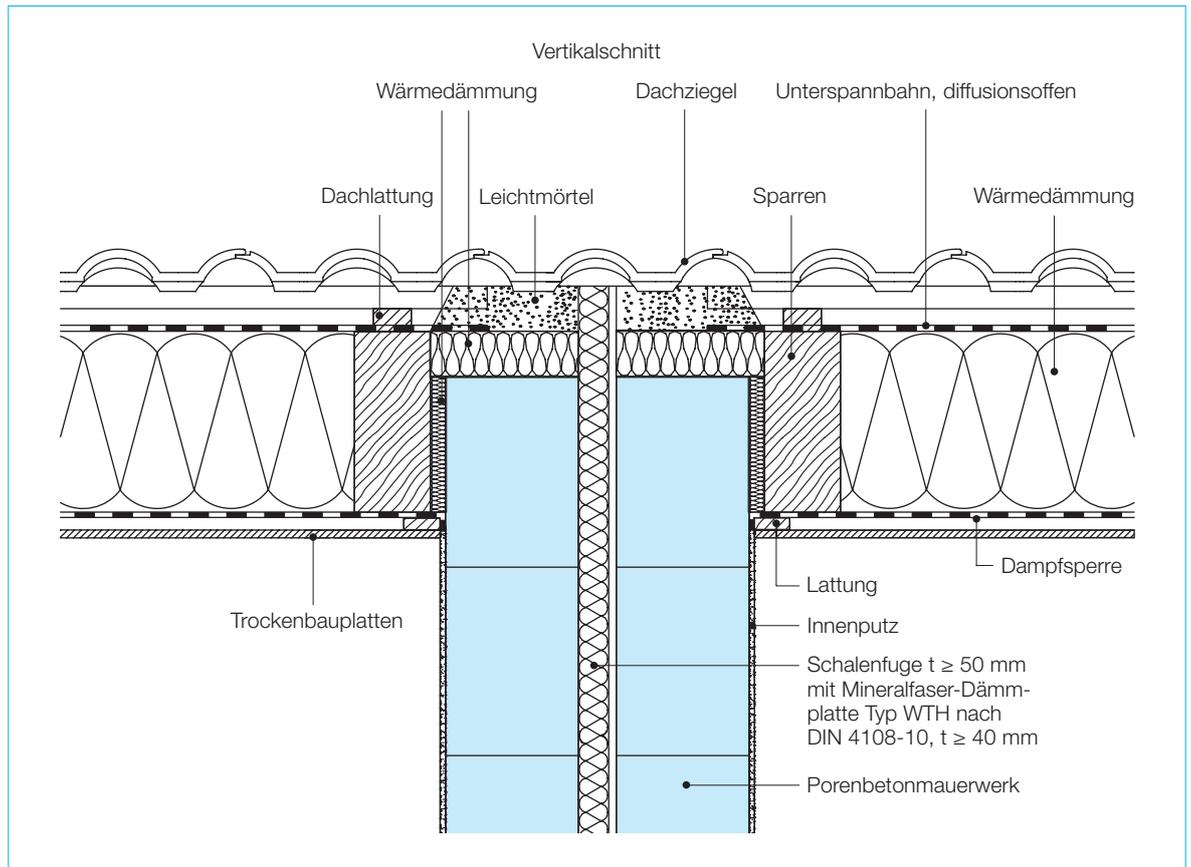


Abb. 3.8: Anschluss einer zweischaligen Haustrennwand aus Porenbetonmauerwerk an eine einschalige Außenwand aus Porenbetonmauerwerk

Abb. 3.9: Anschluss einer zweischaligen Haustrennwand aus Porenbetonmauerwerk an ein Holzdach



Beim vereinfachten Nachweisverfahren wird das bewertete Bauschalldämm-Maß $R'_{w,2}$ einer zweischaligen massiven Haustrennwand von Einfamilien-Reihenhäusern oder Doppelhäusern aus dem bewerteten Schalldämm-Maß $R'_{w,1}$ einer gleich schweren einschaligen Wand, einem Zuschlagswert $\Delta R_{w,Tr}$ für die Zweischaligkeit und einem Korrekturwert K zur Berücksichtigung der Übertragung über flankierende Decken und Wände berechnet:

$$R'_{w,2} = R'_{w,1} - \Delta R_{w,Tr} - K$$

Das bewertete Schalldämm-Maß $R'_{w,1}$ ist von der flächenbezogenen Masse $m'_{Tr,ges}$ beider Schalen abhängig:

$$R'_{w,1} = 28 \cdot \lg(m'_{Tr,ges}) - 18$$

Der Zuschlagswert $\Delta R_{w,Tr}$ für die Zweischaligkeit ist je nach Gebäude- und Übertragungssituation Tab. 3.6 zu entnehmen. Insbesondere die in den Fußnoten enthaltenen Bestimmungen sind zu beachten, die für zweischalige Haustrennwände aus Porenbetonmauerwerk relevante Verbesserungen enthalten.

Der Korrekturwert K wird unter Beachtung der flächenbezogenen Masse $m'_{Tr,1}$ einer Schale der zweischaligen Haustrennwand und der mittleren flächenbezogenen Masse $m'_{f,m}$ der flankierenden Bauteile ermittelt:

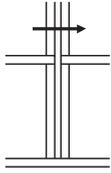
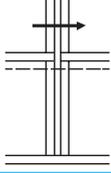
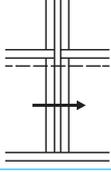
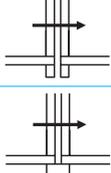
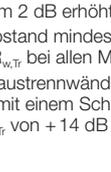
$$K = 0,6 + 5,5 \cdot \lg\left(\frac{m'_{Tr,1}}{m'_{f,m}}\right)$$

Dabei wird $m'_{f,m}$ wie folgt berechnet:

$$m'_{f,m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m'_{f,i}$$

Die flächenbezogene Masse m'_f flankierender Bauteile, die durch Vorsatzkonstruktionen mit einer Frequenz von $f_0 < 125$ Hz belegt sind, wird bei der Berechnung der flächenbezogenen Masse $m'_{f,m}$ der flankierenden Bauteile nicht berücksichtigt. In der Gleichung ist n die Anzahl der mit Vorsatzkonstruktionen versehenen Bauteile.

Mit zweischaligen Haustrennwänden aus Porenbetonmauerwerk können die in Abb. 3.10 gezeigten bewerteten Bauschalldämm-Maße erreicht werden.

Zweischaligkeitszuschlag von zweischaligen Haustrennwänden für unterschiedliche Gebäude- und Übertragungssituationen (durch „Pfeil“ gekennzeichnet)		
Gebäude- und Übertragungssituation (Vertikalschnitt)	Beschreibung der Gebäudesituation	Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}^{1)2)3)}$ [dB]
1 	Vollständige Trennung der Schalen und der flankierenden Bauteile ab Oberkante Bodenplatte	12
2 	Vollständige Trennung der Schalen und der flankierenden Bauteile ab Oberkante Bodenplatte, jedoch Außenwände durchgehend mit $m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$ (z. B. Kelleraußenwände als „weiße Wanne“)	9
3 	Vollständige Trennung der Schalen und der flankierenden Bauteile ab Oberkante Bodenplatte, jedoch Außenwände durchgehend mit $m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$ (z. B. Kelleraußenwände als „weiße Wanne“) Bodenplatte durchgehend mit $m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$	3
4 	Bodenplatte, Fundament und Außenwände getrennt	9
5 	Gemeinsames Fundament, Bodenplatte und Außenwände getrennt	6 ⁴⁾
6 	Durchgehende Bodenplatte, Außenwände getrennt Bodenplatte durchgehend mit $m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$	6 ⁴⁾

Tab. 3.6: Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ unterschiedlicher Gebäude- und Übertragungssituationen für zweischalige Haustrennwände gemäß DIN 4109-2 [3.2]

¹⁾ Falls die einzelnen Schalen nicht schwerer als 200 kg/m^2 sind, können die Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ für zweischalige Haustrennwände aus Porenbetonmauerwerk für die Gebäudesituationen 1, 2, 3 und 4 um 3 dB und für die Gebäudesituationen 5 und 6 um 6 dB erhöht werden.
²⁾ Falls die einzelnen Schalen nicht schwerer als 250 kg/m^2 sind, können die Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ für zweischalige Haustrennwände aus Leichtbetonmauerwerk um 2 dB erhöht werden, wenn die Steinrohichte $\leq 800 \text{ kg/m}^3$ ist.
³⁾ Falls der Schalenabstand mindestens 50 mm beträgt und verfüllt ist mit Mineralfaser-Dämmplatten, Typ WTH nach DIN 4108-10, können die Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ bei allen Materialien der Gebäudesituationen 1, 2 und 4 um 2 dB erhöht werden.
⁴⁾ Für zweischalige Haustrennwände, bestehend aus zwei Schalen je 175 mm Porenbetonmauerwerk aus Porenbetonsteinen der Rohdichteklasse 0,60 (oder größer) mit einem Schalenabstand von mindestens 50 mm, verfüllt mit Mineralfaser-Dämmplatten, Typ WTH nach DIN 4108-10, kann insgesamt ein $\Delta R_{w,Tr}$ von + 14 dB angesetzt werden. Zuschläge nach Fußnote 1) sind bereits berücksichtigt.

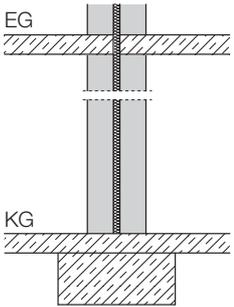
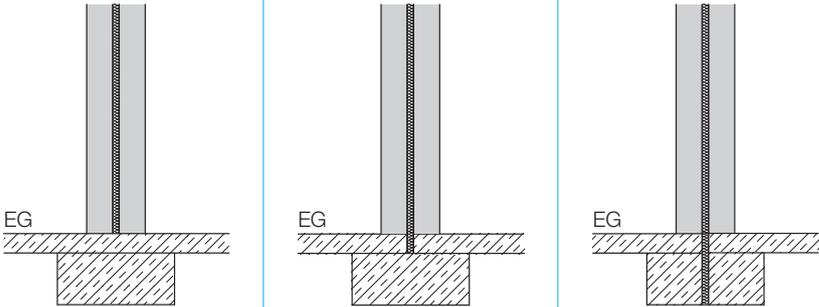
In Prüfständen und ausgeführten Bauten gemessene bewertete Bauschalldämm-Maße zweischaliger Haustrennwände aus Porenbetonmauerwerk ¹⁾	
Vollständige Trennung	Unvollständige Trennung
Trennfuge bis Oberkante Bodenplatte, Beurteilung der Schalldämmung ab Erdgeschoss bei einem unterkellerten Gebäude	Trennfuge bis Oberkante Bodenplatte oder bis Unterkante Bodenplatte oder bis Unterkante Bodenplatte und Fundament Beurteilung der Schalldämmung ab unterstem Geschoss (Erdgeschoss) bei einem nicht unterkellerten Gebäude
	
Im EG: $R'_w \geq 64 \text{ dB}$ Im OG: $R'_w \geq 67 \text{ dB}$	Im EG: $R'_w \geq 60 \text{ dB}$ ($R'_w \geq 62 \text{ dB}$ bei getrenntem Fundament) Im OG: $R'_w \geq 62 \text{ dB}$ ($R'_w \geq 65 \text{ dB}$ bei getrenntem Fundament)

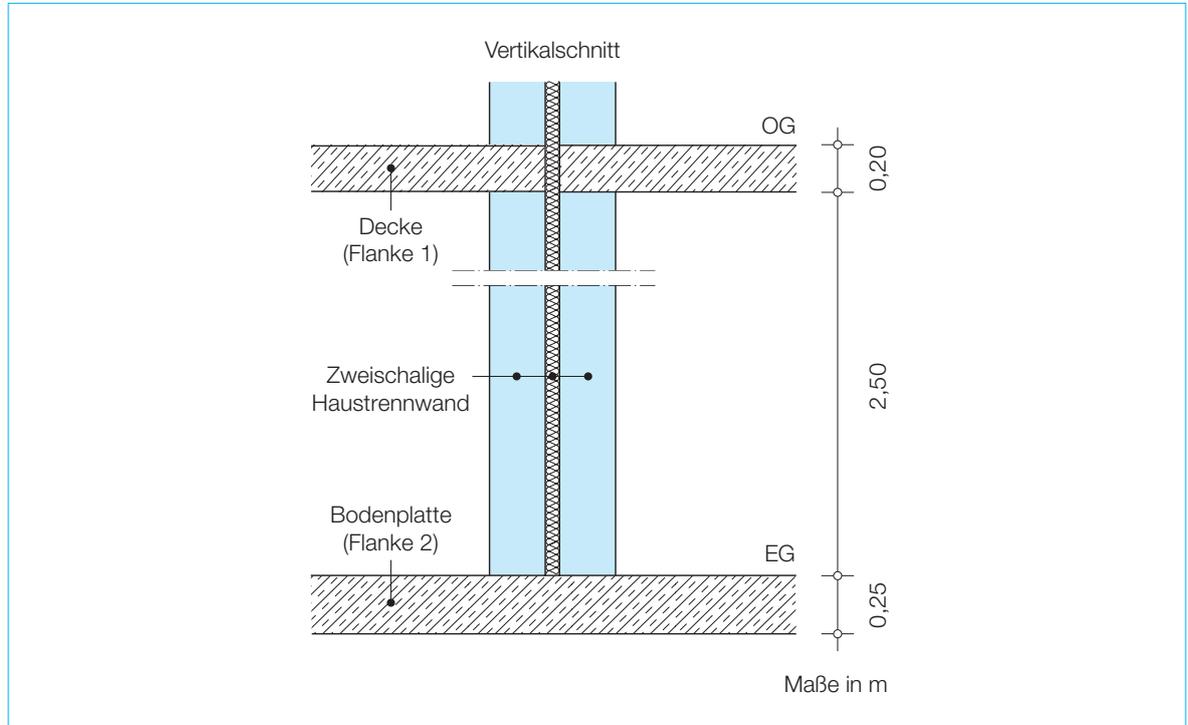
Abb. 3.10: Bewertete Bauschalldämm-Maße R'_w zweischaliger Haustrennwände aus Porenbetonmauerwerk, gemessen in Prüfständen und ausgeführten Bauten [3.8]

¹⁾ Zweischalige Haustrennwand aus Porenbetonmauerwerk, 2 x Schalendicke $t = 175 \text{ mm}$, bestehend aus Porenbeton-Plansteinen der Rohdichteklasse 0,60 mit einem Schalenabstand von 50 mm, verfüllt mit Mineralfaser-Dämmplatten Typ WTH gemäß DIN 4108-10, sowie 10 mm Innenputz.

3.1.7 Berechnungsbeispiel Einfamilien-Reihenhaus oder Doppelhaus, nicht unterkellert – Nachweis der Luftschalldämmung einer zweischaligen Haustrennwand

Anschluss einer zweischaligen Haustrennwand aus Porenbetonmauerwerk an eine Stahlbetondecke und eine durchgehende Bodenplatte aus Stahlbeton

Abb. 3.11: Anschluss einer zweischaligen Haustrennwand aus Porenbetonmauerwerk an eine Stahlbetondecke und eine durchgehende Bodenplatte aus Stahlbeton – Darstellung der Raumsituation (Vertikalschnitt) und Bauteilbeschreibung



Bauteil	Bauteilbeschreibung
Zweischalige Haustrennwand: Porenbetonmauerwerk	2 x Schalendicke $t = 175$ mm aus Porenbeton-Plansteinen/-Planelementen der Rohdichteklasse 0,60, 15 mm Dünnlagenputz innen ($\rho = 1.000$ kg/m ³), Masse $m' = 115,6$ kg/m ² je Schale, Schalensabstand 50 mm, verfüllt mit Mineralfaser-Dämmplatten Typ WTH gemäß DIN 4108-10, Trennfuge ab Oberkante Bodenplatte, Anschluss Haustrennwand an Außenwände ¹⁾ durchgehend getrennt
Flanke 1: Stahlbetondecke	Deckendicke $t = 200$ mm ($\rho = 2.400$ kg/m ³), Masse $m' = 414$ kg/m ³
Flanke 2: Bodenplatte aus Stahlbeton	Durchgehende Bodenplatte, Bodenplattendicke $t = 250$ mm, Masse $m' \geq 575$ kg/m ²

¹⁾ Außenwände: Porenbetonmauerwerk aus Porenbeton-Plansteinen/-Planelementen der Rohdichteklasse 0,35, Wanddicke $t = 365$ mm, 15 mm Leichtputz außen ($\rho = 900$ kg/m³), 10 mm Dünnlagenputz innen ($\rho = 1.000$ kg/m³).

Tab. 3.7: Nachweis der Luftschalldämmung einer zweischaligen Haustrennwand aus Porenbetonmauerwerk bei nicht unterkellerten Einfamilien-Reihenhäusern oder Doppelhäusern gemäß DIN 4109-2 [3.2] (Darstellung der Raumsituation und Bauteilbeschreibung siehe Abb. 3.11)

Berechnungsparameter		Ergebnis
Flächenbezogene Masse m'_{tr} je Schale		115,6 kg/m ²
Gesamtmasse $m'_{tr,ges}$ beider Schalen		231,3 kg/m ²
Bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,1}$		48,2 dB
Zweischaligkeitszuschlagswerte $\Delta R'_{w,tr}$ gemäß Tab. 3.6 Im EG: Gebäude- und Übertragungssituation 6, Fußnote ⁴⁾ Im OG: Gebäude- und Übertragungssituation 1, Fußnoten ¹⁾ und ³⁾		14 dB 12 dB + 3 dB + 2 dB = 17 dB
Sicherheitsbeiwert $u_{prog} = 2$ dB		
Nachweis der Luftschalldämmung der zweischaligen Haustrennwand		
Berechnungsergebnis im EG: $R'_{w,2} - u_{prog} = 62,2$ dB - 2 dB = 60,2 dB \geq zul. $R'_{w,DIN 4109-1} = 59$ dB		
Berechnungsergebnis im OG: $R'_{w,2} - u_{prog} = 65,2$ dB - 2 dB = 63,2 dB \geq zul. $R'_{w,DIN 4109-1} = 62$ dB		
Damit sind die Mindestanforderungen an die Luftschalldämmung der zweischaligen Haustrennwand nach DIN 4109-1 [3.1] erfüllt!		

3.1.8 Rechenverfahren zur Ermittlung der Luftschalldämmung gegen Außenlärm gemäß DIN 4109-2

Für Außenbauteile, die Fenster und/oder Türen enthalten, ist das gesamte bewertete Bauschalldämmmaß $R'_{w,ges}$ entscheidend für die schalltechnische Beurteilung. Dieses ergibt sich aus den auf die übertragende Fläche bezogenen bewerteten Schalldämmmaßen $R_{e,i,w}$ der an der Direktübertragung beteiligten Bauteile (Wand, Fenster, Dach, Rollladenkasten, Lüftungselement usw.) und den bewerteten Flankenschalldämmmaßen $R_{ij,w}$ für die Wege Ff, Df und Fd (siehe Abb. 3.12) nach folgender Gleichung:

$$R'_{w,ges} = -10 \cdot \lg \left(\sum_{i=1}^m 10^{-0,1 \cdot R_{e,i,w}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-0,1 \cdot R_{Ff,w}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0,1 \cdot R_{Df,w}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1 \cdot R_{Fd,w}} \right)$$

Für den häufig auftretenden Fall, dass die Flanken-

schallübertragung von untergeordneter Bedeutung ist, kann das gesamte bewertete Bauschalldämmmaß $R'_{w,ges}$ vereinfacht ermittelt werden. Werden Fenster verwendet, die heute bauüblich sind, und wenn $R'_{w,ges} \leq 40$ dB ist, kann die Flankenschallübertragung vernachlässigt werden:

$$R'_{w,ges} = -10 \cdot \lg \left(\sum_{i=1}^m 10^{-0,1 \cdot R_{e,i,w}} \right)$$

Das gesamte bewertete Bauschalldämmmaß $R'_{w,ges}$ wird im Rahmen einer vereinfachten Ermittlung um einen Sicherheitsbeiwert von 2 dB (Prognoseunsicherheit) vermindert. Der Nachweis der Luftschalldämmung von Außenbauteilen ist erbracht, wenn der verminderte Wert den um den Korrekturwert K_{AL} erhöhten Anforderungswert mindestens erreicht:

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

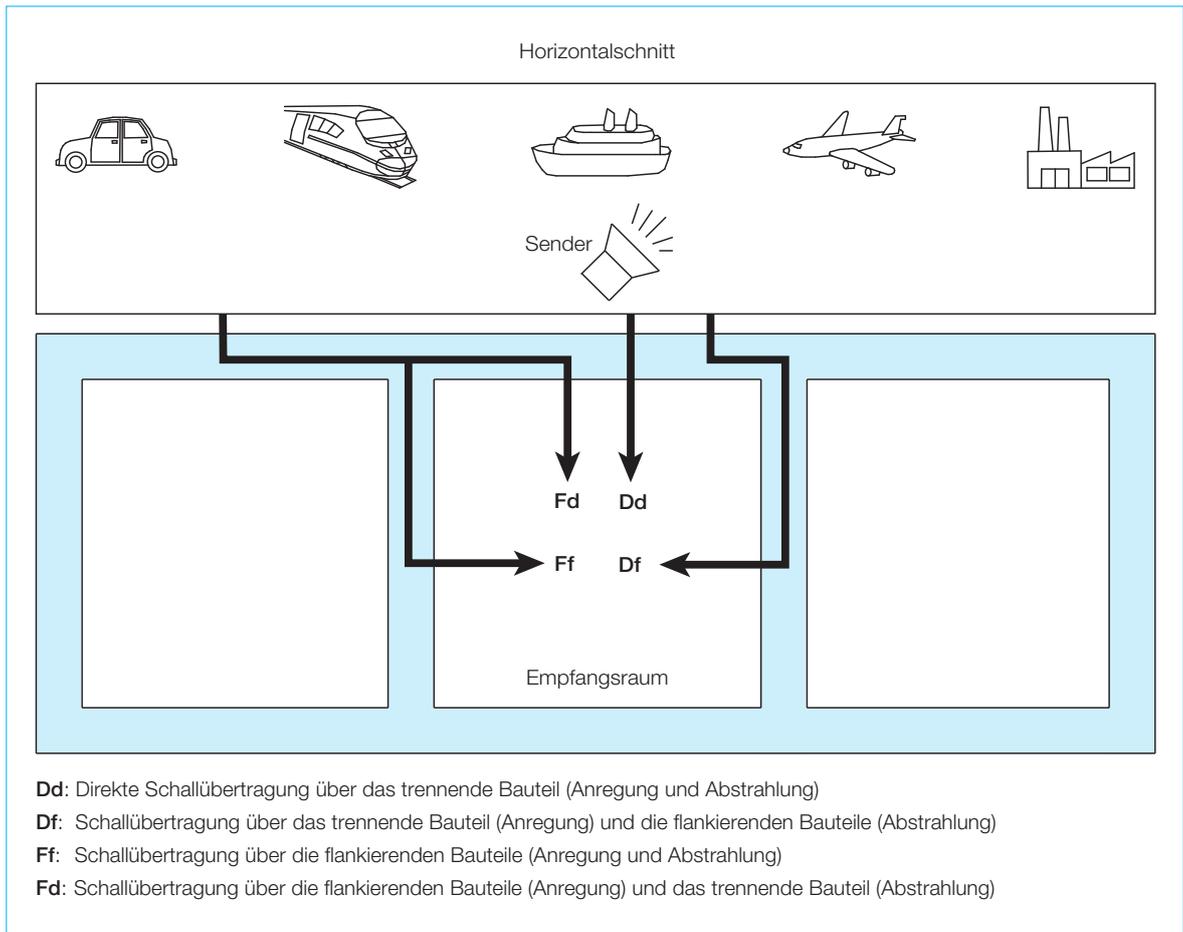


Abb. 3.12: Schallübertragungswege über Bauteile bei der Luftschalldämmung von Außenlärm

Das auf Basis des maßgeblichen Außenlärmpegels L_a ermittelte gesamte bewertete Bauschalldämm-Maß $R'_{w,ges,erf}$ ist zur Berücksichtigung der Raumgeometrie, d. h. dem Verhältnis Schalldämm-Maß aus gesamter Außenbauteilfläche S_s zur Raumgrundfläche S_G , gemäß DIN 4109-2 um einen Korrekturwert K_{AL} zu korrigieren:

$$K_{AL} = 10 \cdot \lg \left(\frac{S_s}{0,8 \cdot S_G} \right)$$

Das auf die übertragende Fläche bezogene bewertete Schalldämm-Maß $R_{e,i,w}$ üblicher Bauteile wie Wände oder Fenster, die durch ein bewertetes Schalldämm-Maß R_w beschrieben werden, wird unter Berücksichtigung der Fläche S_i des Bauteils und der vom Raum aus gesehenen Fassadenfläche S_s berechnet:

$$R_{e,i,w} = R_{i,w} + 10 \cdot \lg \left(\frac{S_s}{S_i} \right)$$

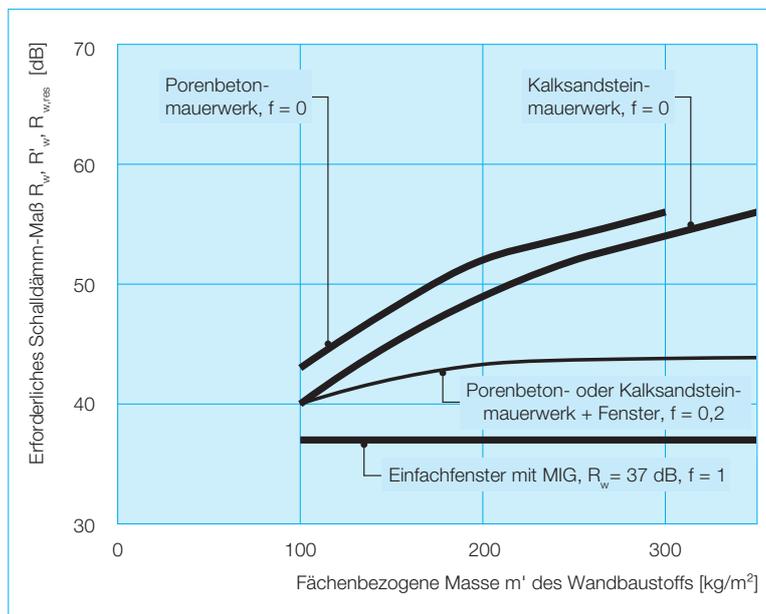
Abb. 3.13 zeigt schematisch, dass bei einem Außenbauteil die flächenbezogene Masse m' des Wandbaustoffs bei Beurteilung des Schallschutzes gegen Außenlärm von geringem Einfluss ist, wenn z. B. ein Fenster mit einem Schalldämm-Maß von $R_w = 37$ dB und einem Fensterflächenanteil von $f = 0,2$ bzw. 20 % eingebaut ist. Die entsprechende Kurve in der Grafik ist ab einer bestimmten flächenbezogenen Masse m' des Wandbaustoffs weitgehend eine Parallele zur Abszisse. Diese Ausprägung nimmt mit größeren Fensterflächenanteilen zu.

Sind Fenster mit niedrigen Schalldämm-Maßen in einem Außenbauteil enthalten, kann dies nur sehr begrenzt durch massive Wandbaustoffe mit höheren flächenbezogenen Massen ausgeglichen werden. Insofern wird das schalltechnische Verhalten von Außenwänden aus Porenbetonmauerwerk durch die vergleichsweise geringe flächenbezogene

Masse nur wenig eingeschränkt, andererseits kann die sehr gute wärmetechnische Qualität des Baustoffs ausgenutzt werden.

Bei zweischaligen Mauerwerkskonstruktionen mit Luftschicht oder mit Wärmedämmung aus Mineralfaser-Dämmplatten wird das bewertete Direktschalldämm-Maß $R_{Dd,w}$ aus der Summe der flächenbezogenen Massen der beiden Schalen wie bei einschaligen biegesteifen Wänden ermittelt und um $\Delta R = 5$ dB erhöht. Wenn die flächenbezogene Masse der an die Innenschale der zweischaligen Außenwand anschließenden Trennwände größer als 50 % der flächenbezogenen Masse der Innenschale der Außenwand ist, wird $R_{Dd,w}$ um $\Delta R = 8$ dB erhöht.

Abb. 3.13: Darstellung der Schalldämmung homogener und zusammengesetzter Bauteilflächen mit unterschiedlichen Fensterflächenanteilen f am Beispiel von Porenbeton- und Kalksandsteinmauerwerk



3.1.9 Berechnungsbeispiel Mehrfamilienhaus – Nachweis der Luftschalldämmung eines Außenraumes gegen Außenlärm (Außenlärmpegelbereich IV)

Anschluss einer einschaligen Außenwand aus Porenbetonmauerwerk mit Fenster an einschalige Innenwände aus Kalksandsteinmauerwerk

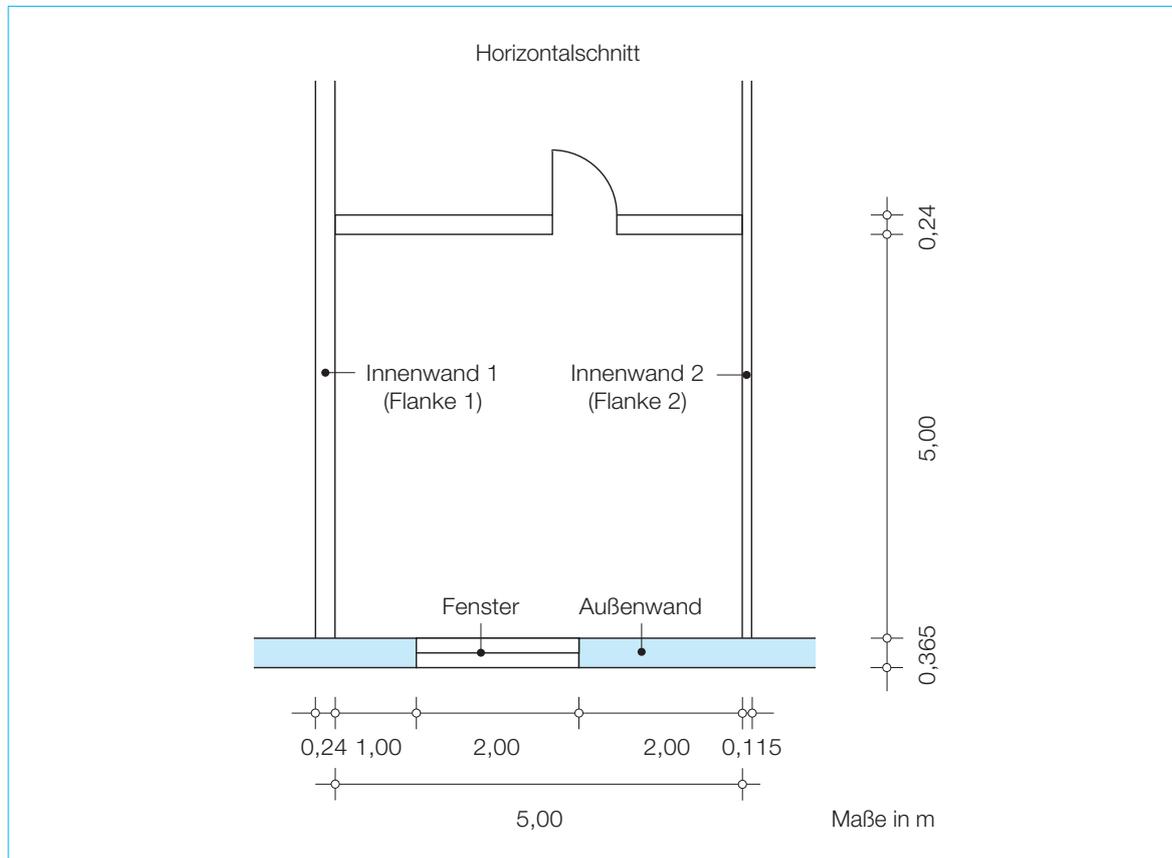


Abb. 3.14: Anschluss einer einschaligen Außenwand aus Porenbetonmauerwerk mit Fenster an einschalige Innenwände aus Kalksandsteinmauerwerk – Darstellung der Raumsituation (Horizontalschnitt) und Bauteilbeschreibung

Bauteil	Bauteilbeschreibung
Außenwand: Porenbetonmauerwerk	Außenwand aus Porenbeton-Plansteinen/-Planelementen der Rohdichteklasse 0,35, Wanddicke $t = 365$ mm, 15 mm Leichtputz außen ($\rho = 900$ kg/m ³), 10 mm Dünnlagenputz innen ($\rho = 1.000$ kg/m ³), Wandhöhe 2,50 m
Fenster	Mehrschicht-Isolierglas mit $R_w = 35$ dB, Fensterfläche 3 m ² , $R_{e,w} = 41,2$ dB, Fensterlänge 2,00 m, Fensterhöhe 1,50 m
Flanke 1: Innenwand 1 Kalksandsteinmauerwerk	Einschalige Innenwand aus Kalksand-Plansteinen/-Planelementen der Rohdichteklasse 2,0, Wanddicke $t = 240$ mm, beidseitig 10 mm Kalk- oder Kalkzementputz ($\rho = 1.600$ kg/m ³), Wandhöhe 2,50 m
Flanke 2: Innenwand 2 Kalksandsteinmauerwerk	Einschalige Innenwand aus Kalksand-Plansteinen/-Planelementen der Rohdichteklasse 2,0, Wanddicke $t = 115$ mm, beidseitig 10 mm Kalk- oder Kalkzementputz ($\rho = 1.600$ kg/m ³), Wandhöhe 2,50 m

Tab. 3.8: Nachweis der Luftschalldämmung eines Außenraumes in einem Mehrfamilienhaus gegen Außenlärm (Außenlärmpegelbereich IV) gemäß DIN 4109-2 [3.2] (Darstellung der Raumsituation und Bauteilbeschreibung siehe Abb. 3.14)

Berechnungsbeispiel: Nachweis der Luftschalldämmung eines Außenraumes gegen Außenlärm (Außenlärmpegelbereich IV) gemäß DIN 4109-2	
Berechnungsparameter	Ergebnis
Bewertetes Schalldämm-Maß $R_{e,w}$ des Bauteils Außenwand Fläche S_w der Außenwand aus Porenbetonmauerwerk Bewertetes Schalldämm-Maß $R_{e,w}$ der Außenwand aus Porenbetonmauerwerk	9,5 m ² 48 dB
Bewertetes Schalldämm-Maß $R_{e,w}$ des Bauteils Fenster Fensterfläche S_F (Fensterlänge 2,00 m, Fensterhöhe 1,50 m) Bewertetes Schalldämm-Maß $R_{e,w}$ der Fensterfläche (Mehrschicht-Isolierglas mit $R_w = 35$ dB)	3 m ² 41,2 dB
Fassadenfläche S_s	12,5 m ²
Grundfläche S_G des Außenraumes	25 m ²
Bewertetes Bauschalldämm-Maß $R'_{w,ges}$	41,2 dB
Korrekturwert K_{AL}	-2 dB
$K_{Raumart}$ für Aufenthaltsräume in Wohnungen	30 dB
Sicherheitsbeiwert $u_{prog} = 2$ dB	
Nachweis der Luftschalldämmung des Außenraumes gegen Außenlärm	
Berechnungsergebnis: $R'_{w,ges} - u_{prog} - K_{AL} = 40,4 \text{ dB} - 2 \text{ dB} - (-2 \text{ dB}) = 40,4 \text{ dB}$ $\geq R'_{w,ges,erf} = L_a - K_{Raumart} = 70 \text{ dB} - 30 \text{ dB} = 40 \text{ dB}$	
Damit sind die Anforderungen an die Luftschalldämmung eines Außenraumes gegen Außenlärm für den Außenlärmpegelbereich IV nach DIN 4109-1 [3.1] erfüllt!	

3.2 Rechenverfahren zur Ermittlung der Trittschalldämmung

Der Nachweis der Trittschallübertragung zwischen zwei übereinanderliegenden Räumen wird auf Grundlage von DIN 4109-2 geführt, in der die Berechnungsverfahren geregelt sind.

Beim schalltechnischen Nachweis wird ein berechneter bewerteter Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ im Rahmen einer vereinfachten Ermittlung um einen Sicherheitsbeiwert von 3 dB erhöht (Prognoseunsicherheit). Der Nachweis der Trittschalldämmung in Gebäuden ist erbracht, wenn der erhöhte Wert den Anforderungswert $L'_{n,w,zul}$ nicht überschreitet:

$$L'_{n,w} + 3 \text{ dB} \leq L'_{n,w,zul}$$

Trittschall, der von Decken, Treppenpodesten oder Treppenläufen ausgeht, wird auf unterschiedlichen Wegen in Räume übertragen, die entweder unmittelbar unter oder diagonal unter der angeregten Decke liegen (siehe Abb. 3.15). Auch die Schallübertragung in einen direkt neben dem Senderraum liegenden Empfangsraum ist zu berücksichtigen.

Der bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ von Massivdecken übereinanderliegender Räume wird aus dem äquivalenten bewerteten Norm-Trittschallpegel $L'_{n,eq,0,w}$ der Rohdecke, der bewerteten Trittschallminderung ΔL_w und in Abhängigkeit von der Raumzuordnung aus einem Korrekturwert K bzw. K_T berechnet:

- Übereinanderliegende Räume

$$L'_{n,w} = L'_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + K$$

- Unterschiedliche Raumanordnungen

$$L'_{n,w} = L'_{n,eq,0,w} - \Delta L_w - K_T$$

Der äquivalente bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,eq,0,w}$ (z. B. einer Stahlbetondecke) wird auf Grundlage der flächenbezogenen Masse m' ermittelt.

Für eine direkte Trittschallübertragung in einen direkt unter der Decke liegenden Raum gilt:

$$L'_{n,eq,0,w} = 164 - 35 \cdot \lg(m')$$

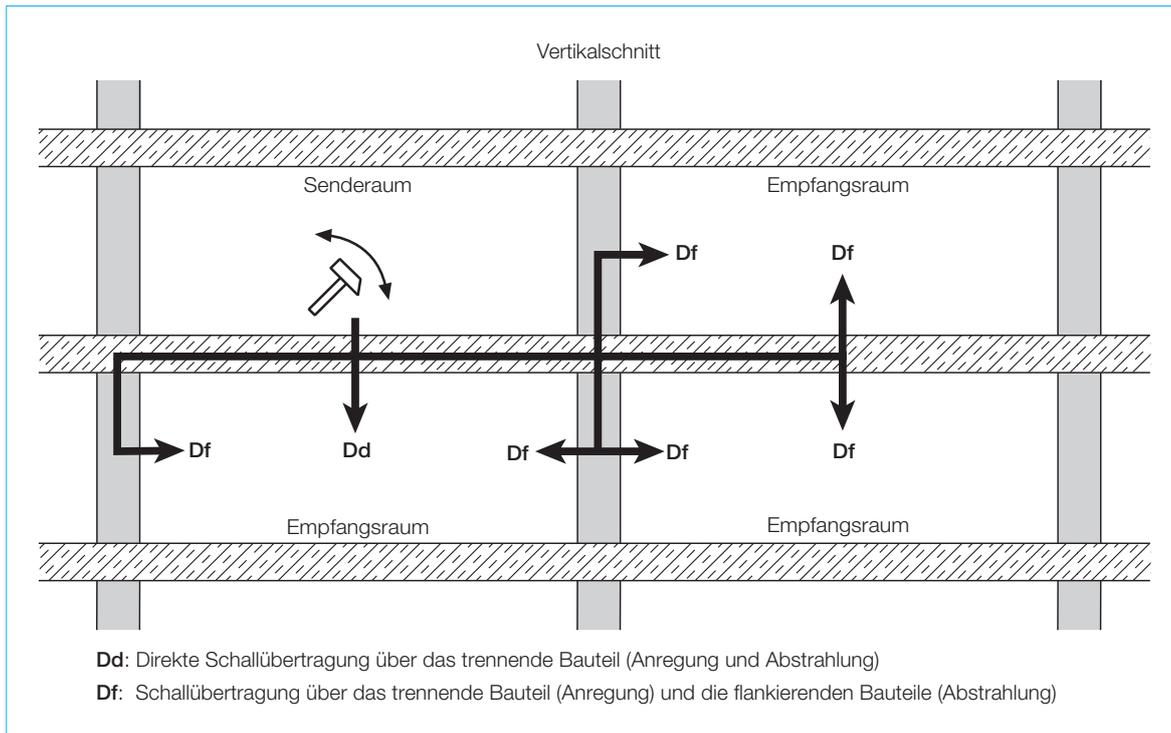


Abb. 3.15: Schallübertragungswege über Bauteile bei der Trittschallübertragung

Grundlage für die bewertete Trittschallminderung ΔL_w schwimmender Estriche auf Massivdecken sind die dynamische Steifigkeit s' der Dämmschicht und die flächenbezogene Masse m' des Estrichs:

■ Schwimmende Mörtel-estriche

$$\Delta L_w = 13 \cdot \lg(m') - 14,2 \lg(s') + 20,8$$

mit $6 \text{ MN/m}^3 \leq s' \leq 50 \text{ MN/m}^3$
 und $60 \text{ kg/m}^2 \leq m' \leq 160 \text{ kg/m}^2$

■ Schwimmende Gussasphalt- oder Fertigteil-estriche

$$\Delta L_w = (-0,21 \cdot m' - 5,45) \cdot \lg(s') + 0,46 \cdot m' + 23,8$$

mit $15 \text{ MN/m}^3 \leq s' \leq 40 \text{ MN/m}^3$
 und $15 \text{ kg/m}^2 \leq m' \leq 40 \text{ kg/m}^2$
 (Fertigteil-estriche)
 mit $15 \text{ MN/m}^3 \leq s' \leq 50 \text{ MN/m}^3$
 und $58 \text{ kg/m}^2 \leq m' \leq 87 \text{ kg/m}^2$
 (einlagige Gussasphaltestriche)

Die flächenbezogene Masse m' von mineralisch gebundenen Estrichen wird gegenüber den Rechenwerten aus den Bemessungsnormen um 10 % gemindert.

Durch den Korrekturwert K wird bei übereinanderliegenden Räumen die Trittschallübertragung über flankierende Bauteile berücksichtigt. Er ist für Massivdecken ohne Unterdecke in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse m'_s der Trenndecke und der mittleren flächenbezogenen Masse $m'_{f,m}$ der homogenen massiven flankierenden Bauteile, die nicht mit Vorsatzkonstruktionen belegt sind, zu ermitteln:

■ Falls $m'_{f,m} \leq m'_s$

$$K = 0,6 + 5,5 \cdot \lg\left(\frac{m'_s}{m'_{f,m}}\right)$$

■ Falls $m'_{f,m} > m'_s$

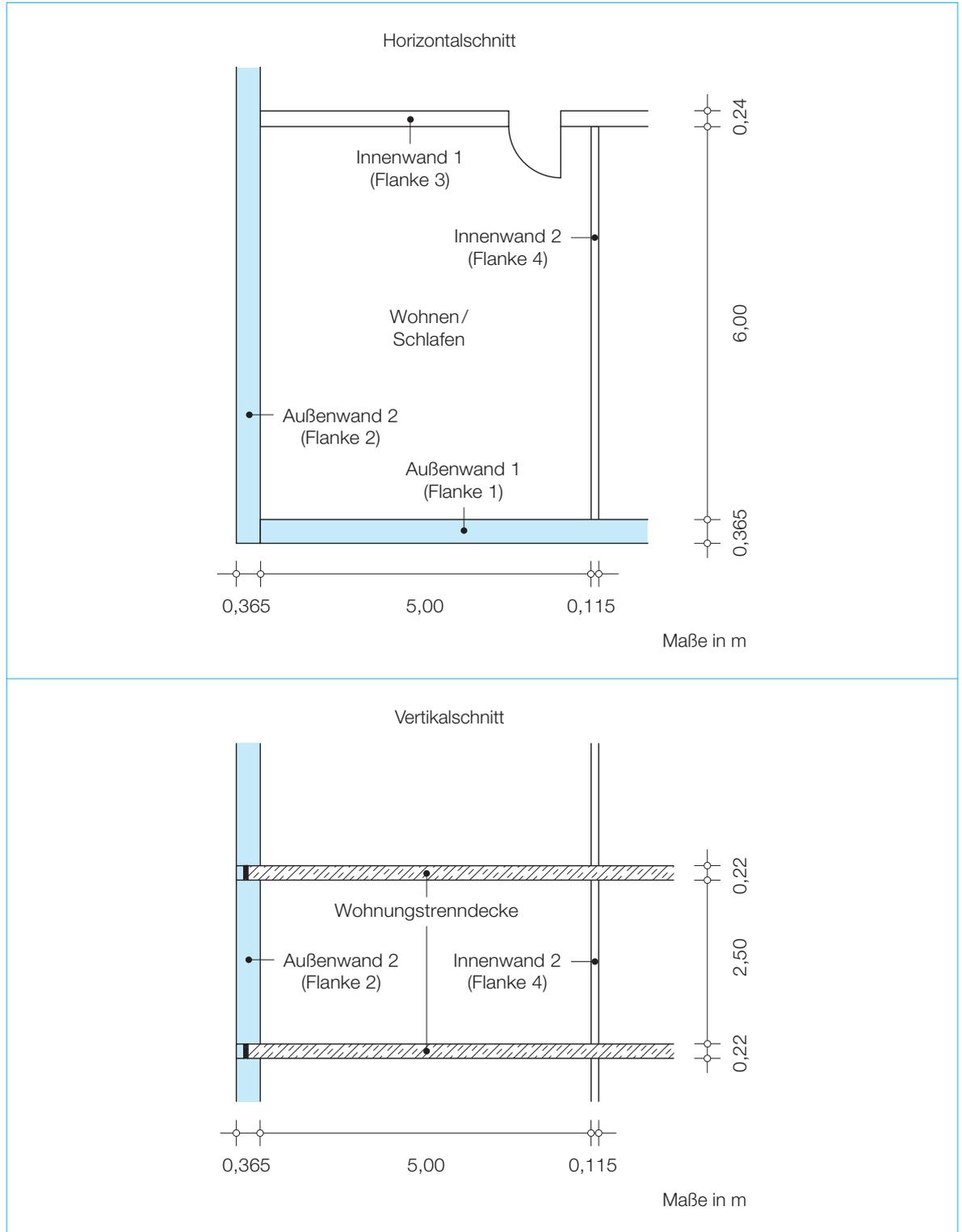
$$K = 0 \text{ dB}$$

Befindet sich die Trenndecke nicht zwischen übereinanderliegenden Räumen, wird die Übertragungssituation zwischen Sende- und Empfangsraum durch den Korrekturwert K_T der Tabelle 2 der DIN 4109-2 berücksichtigt. Bei der Trittschallübertragung über eine Haustrennwand mit zwei biegesteifen Schalen und Trennfuge beträgt der Korrekturwert $K_T = 15 \text{ dB}$.

3.2.1 Berechnungsbeispiel Mehrfamilienhaus – Nachweis der Trittschalldämmung einer Wohnungstrenndecke zweier übereinanderliegender Eckräume

Anschluss einer Wohnungstrenndecke aus Stahlbeton an eine einschalige Außenwand aus Porenbetonmauerwerk

Abb. 3.16-1: Anschluss einer Wohnungstrenndecke aus Stahlbeton an eine einschalige Außenwand aus Porenbetonmauerwerk – Darstellung der Raumsituation (Horizontal- und Vertikalschnitt)



Bauteil	Bauteilbeschreibung
Wohnungstrenndecke: Stahlbeton	Deckendicke $t = 220 \text{ mm}$ ($\rho = 2.400 \text{ kg/m}^3$) + Vorsatzkonstruktion: 45 mm Zementestrich + 30-3 EPS-Trittschalldämmung mit einer dynamischen Steifigkeit $s' < 15 \text{ MN/m}^3$, bewertete Trittschallminderung $\Delta L_w = 29,5 \text{ dB}$
Flanken 1 und 2: Außenwand 1 und 2 Porenbetonmauerwerk	Einschalige Außenwand aus Porenbeton-Plansteinen/-Planelementen der Rohdichteklasse 0,35, Wanddicke $t = 365 \text{ mm}$, 15 mm Leichtputz außen ($\rho = 900 \text{ kg/m}^3$), 10 mm Dünnlagenputz innen ($\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$)
Flanke 3: Innenwand 1 Kalksandsteinmauerwerk	Einschalige Innenwand aus Kalksand-Plansteinen/-Planelementen der Rohdichteklasse 2,0, Wanddicke $t = 240 \text{ mm}$, beidseitig 10 mm Kalk- oder Kalkzementputz ($\rho = 1.600 \text{ kg/m}^3$)
Flanke 4: Innenwand 2 Kalksandsteinmauerwerk	Einschalige Innenwand aus Kalksand-Plansteinen/-Planelementen der Rohdichteklasse 2,0, Wanddicke $t = 115 \text{ mm}$, beidseitig 10 mm Kalk- oder Kalkzementputz ($\rho = 1.600 \text{ kg/m}^3$)

Abb. 3.16-2: Anschluss einer Wohnungstrenndecke aus Stahlbeton an eine einschalige Außenwand aus Porenbetonmauerwerk – Bauteilbeschreibung

Berechnungsbeispiel: Nachweis der Trittschalldämmung einer Wohnungstrenndecke aus Stahlbeton gemäß DIN 4109-2	
Berechnungsparameter	Ergebnis
Flächenbezogene Masse m' der Stahlbetondecke	528 kg/m ²
Bewerteter Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ der Stahlbetondecke	68,71 dB
Bewertete Trittschallminderung ΔL_w der Vorsatzkonstruktion	-29,5 dB
Korrekturwert K Trittschallübertragung	2,4 dB
Gesamter bewerteter Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$	41,6 dB
Sicherheitsbeiwert $u_{prog} = +3 \text{ dB}$	
Nachweis der Trittschalldämmung der Wohnungstrenndecke	
Berechnungsergebnis: $L'_{n,w} + u_{prog} = 41,6 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 44,6 \text{ dB} \leq \text{erf. } L'_{n,w,DIN 4109-1} = 50 \text{ dB}$ $\leq \text{erf. } L'_{n,w,DIN 4109-5} = 45 \text{ dB}$	
Damit sind die Mindestanforderungen an die Trittschalldämmung nach DIN 4109-1 [3.1] sowie die erhöhten Anforderungen an die Trittschalldämmung nach DIN 4109-5 [3.5] der Wohnungstrenndecke erfüllt!	

Tab. 3.9: Nachweis der Trittschalldämmung einer Wohnungstrenndecke aus Stahlbeton zweier übereinanderliegender Eckräume in einem Mehrfamilienhaus gemäß DIN 4109-2 [3.2] (Darstellung der Raumsituation und Bauteilbeschreibung siehe Abb. 3.16-1 und Abb.3.16-2)

Literatur

- [3.1] DIN 4109-1: Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen, Ausgabe 2018-01
- [3.2] DIN 4109-2: Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen, Ausgabe 2018-01
- [3.3] DIN 4109-32: Schallschutz im Hochbau – Teil 32: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Massivbau, Ausgabe 2016-07
- [3.4] DIN 4109-34: Schallschutz im Hochbau – Teil 34: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen, Ausgabe 2016-07
- [3.5] DIN 4109-5: Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen, Ausgabe 2020-08
- [3.6] Bundesverband Porenbetonindustrie e.V. (Herausgeber): Schallschutz – Bericht 13, September 2002
- [3.7] DIN 4108-10: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe – Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe, Ausgabe 2015-12
- [3.8] Bundesverband Porenbetonindustrie e.V. (Herausgeber): Merkblatt „Schallschutz zweischaliger Haustrennwände – was ist geschuldet, was ist möglich?“, Mai 2009

PORENBETON BERICHT 27

1. Auflage (Februar 2021)

Herausgeber	Bundesverband Porenbetonindustrie e.V. · Kochstr. 6–7 · 10969 Berlin
Vertrieb	BVP-Porenbeton-Informationen-GmbH · Kochstr. 6–7 · 10969 Berlin Telefon 030 / 25 92 82 14 · info@bv-porenbeton.de · www.bv-porenbeton.de
Schutzgebühr	€ 6,-