

SCHALLSCHUTZ



NACH DIN 4109 UND BISOTHERM
SCHALLSCHUTZ-ZULASSUNG



DER BISOTHERM SCHALLSCHUTZ-GUIDE

Mit unseren Produkten erzielen Sie nicht nur Spitzenwerte
beim Wärme-, sondern auch beim Schallschutz.



Bisotherm[®]



INHALT

Allgemeine Informationen

1.1	Wie laut ist laut?	3
1.2	Subjektive Wahrnehmung des Schallschutzes	4
1.3	Differenzierung der Anforderungen im Wohnungsbau	6
1.4	Hinweise zur Planung und Ausführung	8

Bauakustische Bemessung

2.1	Schalldämmung von Fassaden gegen Außenlärm	10
2.2	Schalldämmung zweischaliger Haustrennwände	12
2.3	Luftschalldämmung in Mehrfamilienhäusern	16

Wandrohdichten und Rohdichte von Mauermörteln

3.1.1	Ermittlung der flächenbezogenen Masse von Mauerwerk nach DIN EN 1996 aus der Rohdichteklasse	18
3.1.2	Berücksichtigung von Mauermörteln	18
3.1.3	Berücksichtigung von Putzschichten	18

Konstruktionsabhängige Kennwerte

3.2.1	Bewertetes Schalldämm-Maß (R_w) homogener einschaliger Bauteile aus Beton und Leichtbeton	19
3.2.2	Bewertete Direktschall-Dämm-Maße (R_w) für einschalige Wände aus Normaplan-Leichtbetonmauerwerk	19
3.2.3	Direktschalldämm-Maße von wärmedämmendem Isotherm-Leichtbetonmauerwerk	21
3.3	Stoßstellendaten	22
3.3.1	Außenwand – Deckenknoten	24
3.3.2	Isotherm Außenwand – Wohnungstrennwand	25
3.3.3	Entkoppelte Bauteilanschlüsse	26

Hinweise zum erhöhten Schallschutz

4.1	Erhöhter Schallschutz in Mehrfamilienhäusern, Einfamilien-, Reihen- und Doppelhäusern	27
4.2	Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz in Mehrfamilienhäusern nach DIN 4109-5	27
4.3	Luft- und Trittschallschutz zwischen Einfamilien-, Reihen- und Doppelhäusern	28
4.4	Luft- und Trittschallschutz in Mehrfamilienhäusern	29

Objektbeispiel Mehrfamilienhaus

5.1	Mehrfamilienhaus mit Außenwänden aus wärmedämmendem Isotherm-Mauerwerk	30
5.1.1	Vertikale Übertragungssituation	31
5.1.2	Horizontale Übertragungssituation einschalige Wohnungstrennwand	33
5.1.3	Horizontale Übertragungssituation zweischalige Wohnungstrennwand	35
5.2	Schutz gegen Außenlärm	36

Objektbeispiel Einfamilien-, Reihen- und Doppelhaus

5.3	Schalldämmung einer zweischaligen Haustrennwand	37
	Objektbeispiele	38

Begriffserklärung und Nachweise

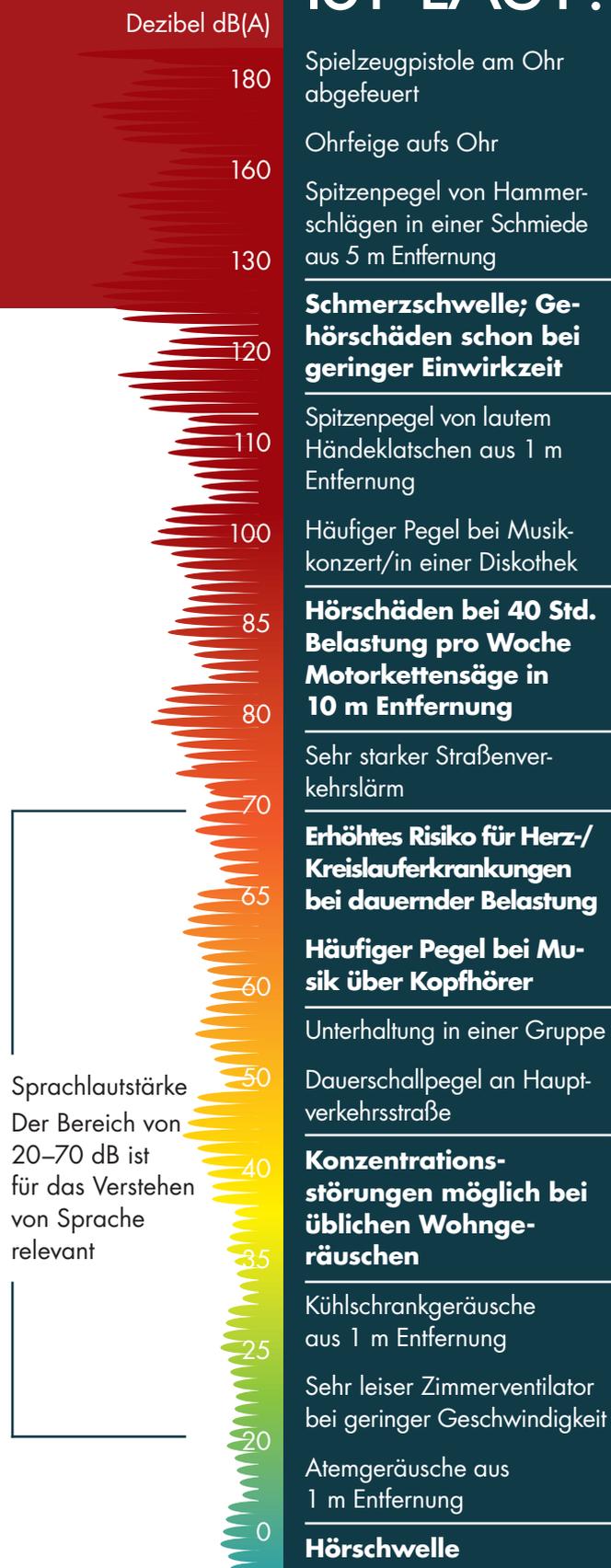
6.	Wichtige Symbolerklärungen	39
7.	Literatur	39

Literarnachweise sind im Text kursiv dargestellt [X] und verweisen auf die Seite 39

Adressen/Ansprechpartner	40
---------------------------------	-----------

WIE LAUT IST LAUT?

DER BISO THERM SCHALLSCHUTZ-GUIDE



1.1 Wie laut ist laut?

Der bauliche Schallschutz gehört zu den wichtigsten individuellen Schutzzielen im Hochbau. Schallschutz wirkt sich im Gegensatz zu Wärmeschutz nicht in Euro und Cent für die Hausbewohner aus, jedoch ist sein Stellenwert nicht weniger wichtig. Denn von einer ausreichenden Schalldämmung hängt wesentlich das Wohlbefinden und die Gesundheit der Menschen ab. Schallschutz bedeutet deshalb jede Art von entstehendem Lärm in seiner Einwirkung auf den Menschen so weit wie möglich zu verringern oder auszuschalten. Im Gegensatz zu den absolut objektiven Anforderungen an die Tragfähigkeit von Mauerwerk, den Brand- und Wärmeschutz, handelt es sich hierbei um subjektiv wahrnehmbare Qualitäten, die vom Nutzer durchaus unterschiedlich wahrgenommen werden können. Die Schalldämmung eines Bauteils wird daher über einen Mindestwert hinaus in ihrer Leistungsfähigkeit auf die Bedürfnisse des Nutzers dimensioniert. So ist zum Beispiel bekannt, dass in Mehrfamilienwohnhäusern mit unmittelbar horizontal und vertikal zueinander angeordneten Nachbarwohnungen konstruktionsbedingt ein geringerer Schallschutz erzielt werden kann, als zwischen vertikal getrennten Reihen- oder Doppelhäusern. In freistehenden Einfamilienhäusern spielen die Nachbarschaftsgeräusche keine Rolle, es geht dort im ungünstigsten Fall um den Schutz gegen Außenlärm.

1.2 Subjektive Wahrnehmung des Schallschutzes

Der wahrnehmbare Schallschutz wird sowohl wesentlich durch die stets vorhandenen Grundgeräusche innerhalb einer Wohnung als auch aus dem Wohnumfeld von außen bestimmt. Dringt kein oder nur geringer Lärm von außen ein, ergibt sich in Wohnräumen ohne Aktivitäten ein sehr geringer Grundgeräuschpegel, der die Wahrnehmbarkeit störender Geräusche aus Nachbarwohnungen erhöhen kann.

Tabelle 1.1: Subjektive Wirkung von Schalldämm-Maßen bezogen auf die Lärmquelle „normal-laute Sprache“ nach Gösele [1] in Abhängigkeit des Grundgeräuschpegels im Raum und der Schalldämmung des Trennbauteils

Wahrnehmbarkeit	Erforderliches bewertetes Schalldämm-Maß R_w in dB	
	Grundgeräusch 20 dB(A)	Grundgeräusch 30 dB(A)
nicht zu hören	67	57
zu hören, jedoch nicht zu verstehen	57	47
teilweise zu verstehen	52	42
gut zu verstehen	42	32

Eine deutlich wahrnehmbare Verbesserung des Schallschutzes tritt bei leisen Geräuschen ab etwa 3 dB, bei sehr lauten Geräuschen bei etwa 10 dB höherer Schalldämmung ein.

Aus diesem Grund ist die Festlegung der Schallschutzqualitäten der Bauteile vor allem im Mehrfamilien-Wohnungsbau im Idealfall mit dem Nutzer vorab zu klären. Dabei muss beachtet werden, dass eine absolute Ruhe innerhalb einer Wohnung nicht erreicht werden kann, da die Geräuschentwicklung der verschiedenen Schallquellen nicht immer beeinflussbar ist. Die Skala auf Seite 3 zeigt den alltäglichen Lärmpegel verschiedener Verursacher und erlaubt somit eine vergleichende Abschätzung der Störwirkung und des gewünschten Schutzziels.

PRAXISTIPP !

Der Schallschutz im Wohnungsbau macht nur einen sehr kleinen Teilbereich der Skala aus: etwa 45 dB(A) betragen übliche Wohngeräusche. Das Atmen einer ein Meter entfernten Person stellt mit 25 dB(A) die wohl geringste in der Praxis vorkommende Schallemission dar.

Ein norm- oder wunschgemäßer baulicher Schallschutz hängt von zahlreichen Faktoren ab. Zunächst gilt es, in der Planungsphase das gewünschte Schutzziel festzulegen. Als Basis gelten die bauordnungsrechtlichen Schallschutz-Anforderungen der DIN 4109 [3], die nicht unterschritten werden dürfen. Darüber hinaus können zwischen Bauherrn und Bauträger höhere Standards, beispielsweise nach DIN 4109-5 [11] vereinbart werden.

PRAXISTIPP !

Heute übliche Qualitäts- und Komfortstandards erfordern unter Umständen erhöhte Anstrengungen zum Schallschutz. Die Rechtsprechung des Bundesgerichtshof (BGH) hat gefordert, den Schallschutz im gehobenen Wohnungsbau so zu gestalten, dass er den Erwartungen des Gebäudenutzers und vor allem der Leistungsfähigkeit der ausgeführten Konstruktion entspricht. Daher ist es sinnvoll, das gewünschte Schallschutzniveau transparent darzustellen und vertraglich zu vereinbaren [2].

Im Massivbau fällt die Schalldämmung von Mauerwerk aus Leichtbetonsteinen durch dessen poröse Struktur und die verwendeten Zuschläge des Baustoffs in Abhängigkeit der flächenbezogenen Masse immer höher aus, als diejenige gleichschwerer Wandbaustoffe. Die in DIN 4109 [3] festgelegten Massekurven tragen diesem Umstand Rechnung.

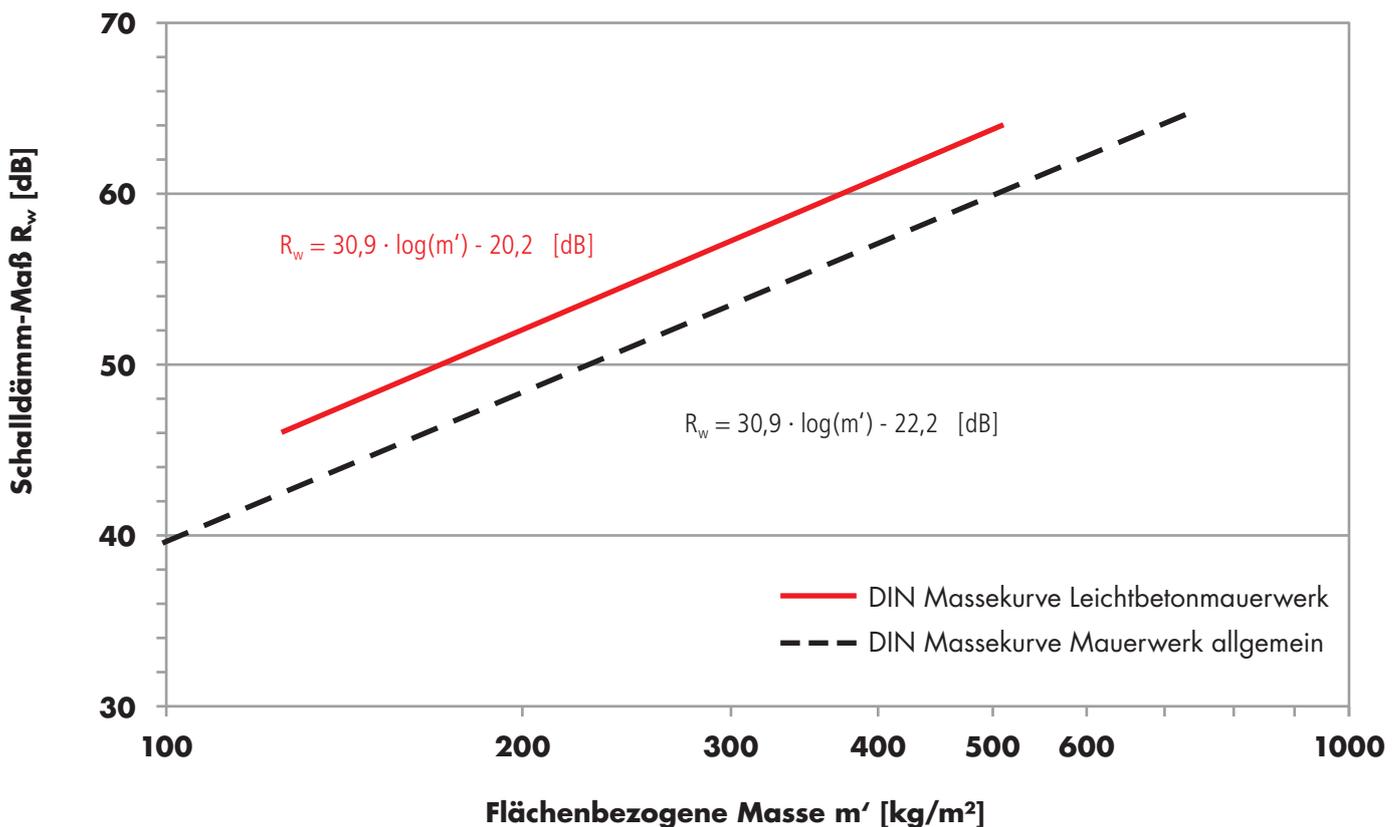


Bild 1.2: Schalldämmung von Leichtbetonmauerwerk in Abhängigkeit der flächenbezogenen Masse.

Im Bereich von m' 140–480 kg/m² ist das Schalldämm-Maß R_w um 2 dB höher als von Mauerwerk allgemein.

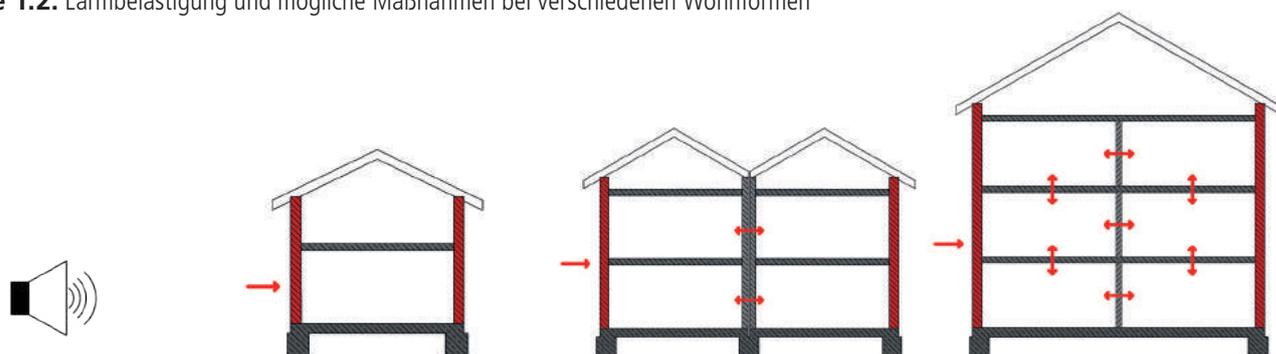
PRAXISTIPP !

Vorteil von + 2 dB bei Ausführung mit Leichtbetonwandbaustoffen bei identischer Wanddicke und Rohdichteklasse (RDK) im Vergleich zum Mauerwerk allgemein!

1.3 Differenzierung der Anforderungen im Wohnungsbau

Wie bereits zuvor erwähnt, ergeben sich die Maßnahmen zum Schallschutz aus der Quelle einer Geräuschbelastung und dem Ruhebedürfnis bei verschiedenen Wohnformen in abweichender Form:

Tabelle 1.2: Lärmbelastung und mögliche Maßnahmen bei verschiedenen Wohnformen



Geräuschbelastung durch	Einfamilienhaus freistehend	Einfamilien-, Reihen- oder Doppelhaus	Mehrfamilienhaus
Außenlärm	Gegebenenfalls durch Straßenverkehr, Fluglärm, Gewerbebetriebe, etc.		
Maßnahme:	Schalldämmung der Fenster, Dächer und Außenwände beachten		
Nachbarn	nicht unmittelbar vorhanden	im Nachbargebäude	in der Nachbarwohnung
Maßnahme:	keine Maßnahmen erforderlich	zweischalige Haustrennwand aus Leichtbetonmauerwerk mit schallbrückenfreier Trennfuge z. B. 2 * 17,5 cm RDK \geq 1,2	24 cm Wohnungstrennwand aus Leichtbetonmauerwerk RDK \geq 2,0 \geq 20 cm Stahlbetondecke mit schwimmendem Estrich
Mitbewohner in der selben Wohnung	eventuell zu berücksichtigen		zusätzlicher Schallschutz besonders zu vereinbaren
Maßnahme:	optimierte Grundrissgestaltung mit Trennung lauter Räume (Bad, Küche, Spielzimmer) zu ruhigen Räumen (Schlafen); hochwertige Innentüren, massive Innenwände; kurze Raumnachhallzeiten durch Bedämpfung		wie beim Einfamilienhaus, zusätzlich bauakustische Fachplanung

Die erforderlichen oder auch die zusätzlich gewünschten Maßnahmen zum Schallschutz gestalten sich für Einfamilienhäuser grundsätzlich völlig unproblematisch – entweder es liegen keine Anforderungen vor oder aber die Ausführung von z. B. Haustrennwänden bei Reihenhäusern erfolgt als zweischalige Leichtbetonmauerwerk-Konstruktion mit einfach zu bemessenden Wandquerschnitten.

Anforderungen an die Luftschalldämmung in Mehrfamilienhäusern, die bauordnungsrechtlich mindestens einzuhalten sind, enthält die folgende Tabelle. Die erforderlichen Bau-Schalldämm-Maße R'_w zwischen Räumen fremder Nutzungen sind DIN 4109 [3] entnommen.

Tabelle 1.3: Erforderliche Luftschalldämmung erf. R'_w in Mehrfamilienhäusern

Luftschalldämmung über	erf. R'_w	
Decken		
	(Wohnungs)trenndecken zwischen fremden Räumen	≥ 54 dB
	Kellerdecken, Decken zu Hausfluren und Treppenträumen	≥ 52 dB
	Decken unter allgemein nutzbaren Dachräumen, z. B. Trockenböden, Abstellräumen	≥ 53 dB
	Decken über Durchfahrten, Einfahrten von Sammelgaragen und ähnliches unter Aufenthaltsräumen	≥ 55 dB
Wände		
	Wohnungstrennwände zwischen fremden Räumen	≥ 53 dB
	Treppenraumtrennwände und Wände neben Hausfluren ¹⁾	≥ 53 dB
Türen		
	Türen, die von Hausfluren oder Treppenträumen in Flure und Dielen von Wohnungen oder Arbeitsräumen führen	≥ 27 dB
	Türen, die von Hausfluren oder Treppenträumen unmittelbar in Aufenthaltsräume – außer über Flure und Dielen – von Wohnungen führen	≥ 37 dB

1) Für Wände mit Türen gilt R'_w (Wand) = R_w (Tür) + 15 dB. Wandbreiten < 30 cm bleiben unberücksichtigt, weitere Hinweise siehe Tab. 2, DIN 4109-1.

Im Geschosswohnungsbau und bei Wünschen nach einem individuellen Schallschutz im eigenen Wohnbereich sind Planungsempfehlungen und ggf. mauerwerkspezifische Ausführungshinweise zu beachten.



1.4 Hinweise zur Planung und Ausführung

In Verbindung mit dem angestrebten Anforderungsniveau ist eine Zonierung der schutzbedürftigen Räume innerhalb eines Gebäudes in horizontaler und vertikaler Richtung in ruhige und laute Bereiche entscheidend. Schutzbedürftige Räume sind Aufenthaltsräume, die sowohl dauernd als auch lediglich zum vorübergehenden Aufenthalt von Personen dienen. Eine exakte Definition ist allerdings nicht gegeben, Wohnküchen mit Essplatz und Wohndielen sowie große Bäder zählen durchaus zu Aufenthaltsräumen und fallen damit unter die bauakustische Schutzbedürftigkeit.

Mit einer intelligenten Grundrissplanung kann mit Bauteilen, die die Mindestanforderungen der DIN 4109 [3] erfüllen, der Schallschutz auch in besonders schützenswerten Räumen wie Schlafzimmern ohne teuren baulichen Aufwand erhöhten Bedürfnissen Rechnung tragen. Da vor allem in kleinen Räumen ein hoher Schallschutz schlechter zu realisieren ist als in großen Räumen, ist deren Anordnung gegen laute Räume möglichst zu vermeiden.

Die erreichbare Schalldämmung von Bauteilen wie Wand oder Decke hängt in nicht unerheblichem Ausmaß von deren handwerklicher Verarbeitung ab. So kann z. B. eine Trennwand trotz hohem Wandgewicht eine unzureichende Luftschalldämmung aufweisen, wenn die Anschlüsse an die angrenzenden Bauteile nicht form- und kraftschlüssig hergestellt sind. Ausführungsmängel bei schwimmendem Estrich stellen die häufigste Ursache für schalltechnische Beschwerden dar. In der Regel führen Trittschallschutz-Mängel auch zur Beeinträchtigung der Luftschalldämmung.

Sind Räume unterschiedlicher Geräuschentwicklung wie z. B. Küche oder Bad an einer Wohnungstrennwand zu leisen, fremden Räumen angeordnet (Bild 1.3 und Bild 1.4 Situation a), bietet sich ggf. eine biegeeweiche Vorsatzschale im lautereren Raum sowie die Entkopplung leichter Flankenbauteile an. Dies lässt sich insbesondere in Räumen mit Wasserleitungen durch Verwendung von Vorwandinstallationen und Trockenbauverkleidungen realisieren.

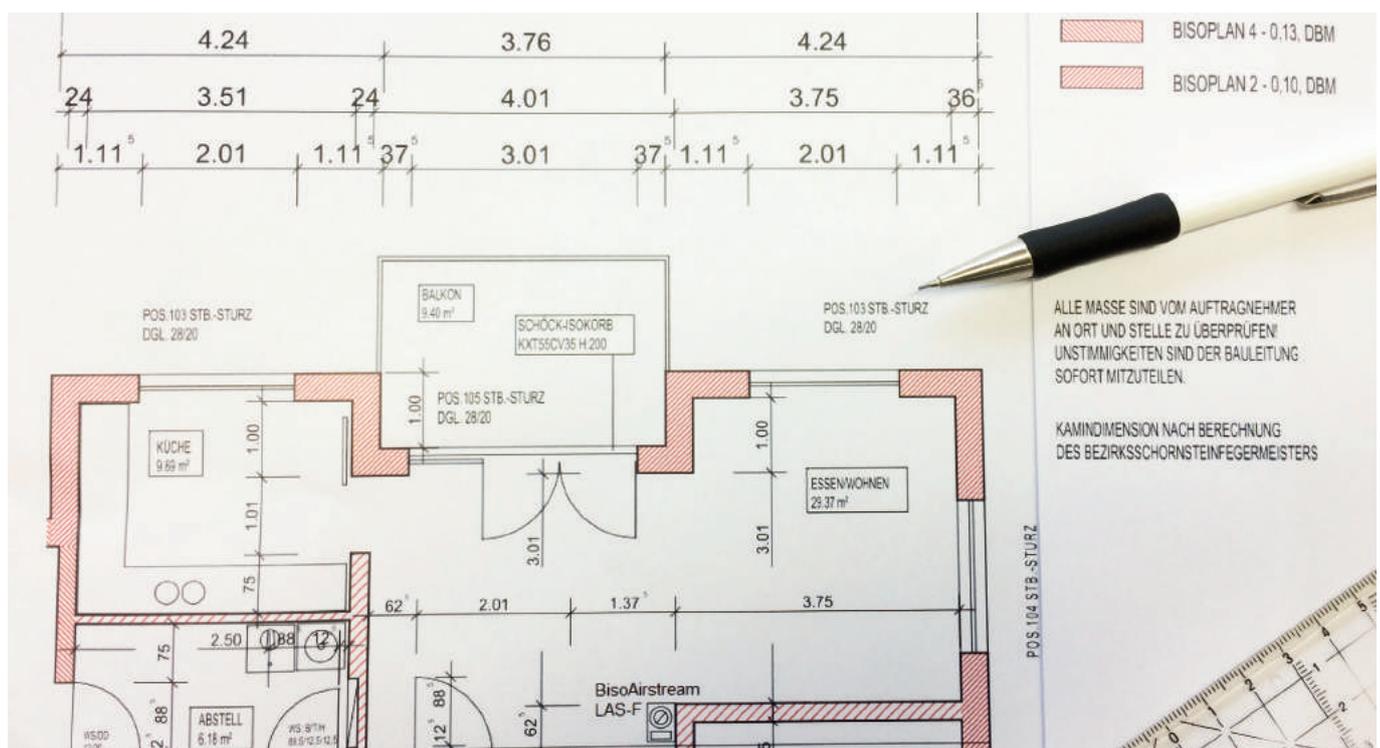
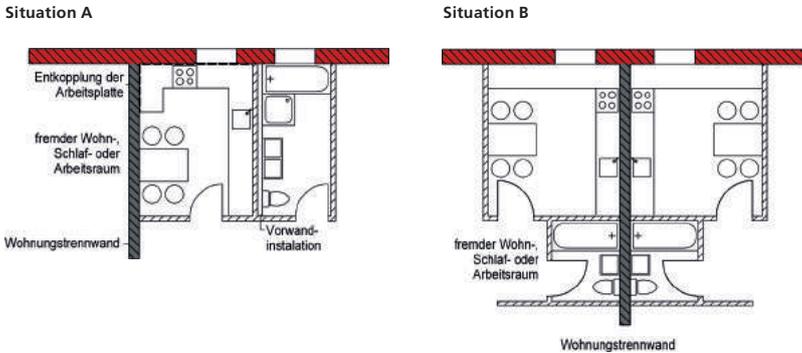


Bild 1.3: Günstige Position von Installationen gleichartiger Räume an einer Innenwand und einer Wohnungstrennwand [5].

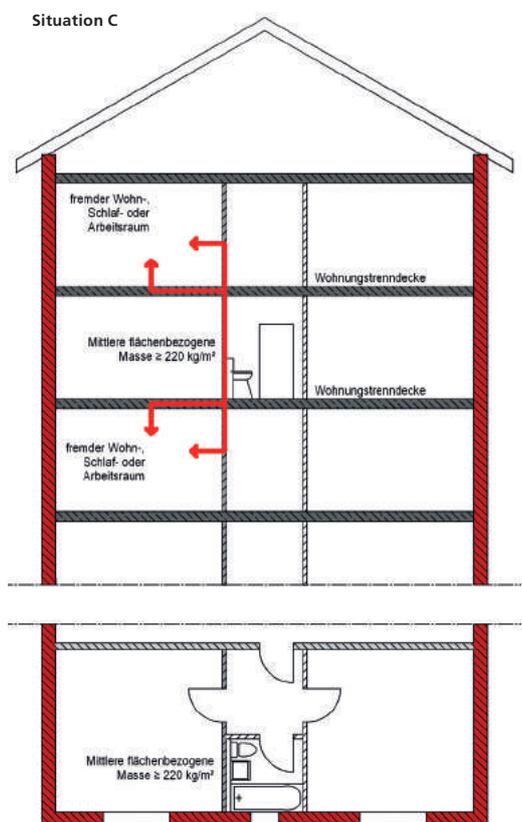
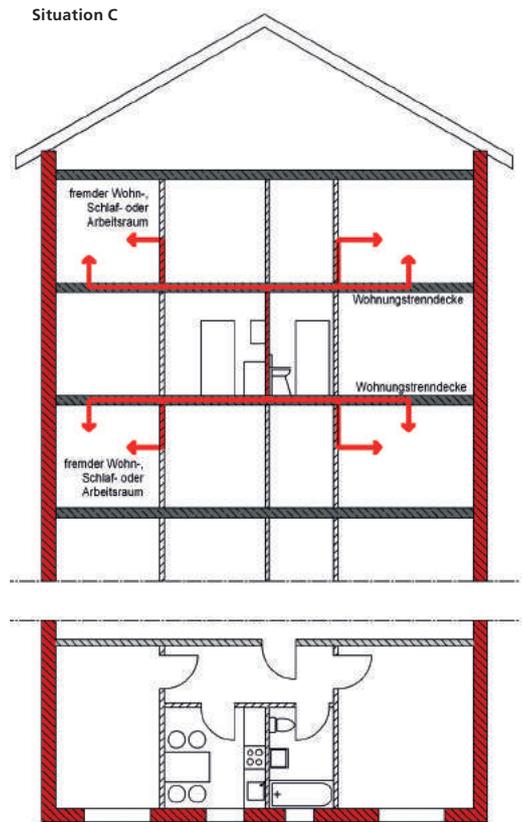
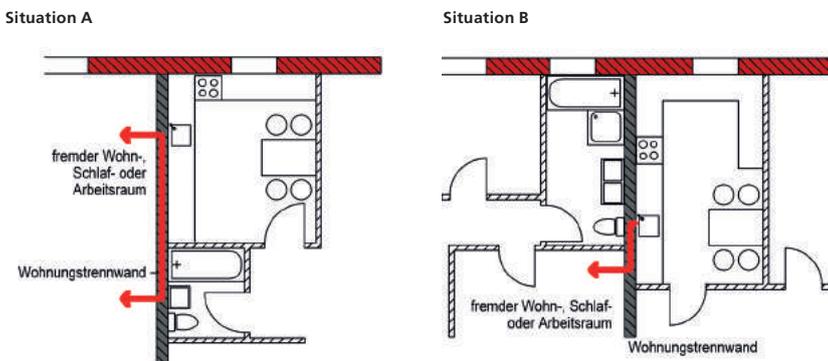


PRAXISTIPP !

Küchenarbeitsplatten sollten von trennenden Bauteilen grundsätzlich elastisch entkoppelt werden.

Bild 1.4: Ungünstige Anordnung und Diagonalposition (Bild 1.4 Situation B) von lauten Räume an einer Wohnungstrennwand [5].

Sind fremde Küchen oder Bäder gegenüberliegend angeordnet, kann dennoch diagonal zu fremden, leisen Räumen eine Körperschallbelastigung z. B. durch Betätigung von Armaturen, Küchenarbeiten etc. auftreten (Bild 1.4 Situation B).



2.1 Schalldämmung von Fassaden gegen Außenlärm

Die Bemessung der Fassaden zum Schallschutz gegen Außenlärm erfolgt immer raumweise unter Berücksichtigung der Einzelbauteile wie Außenwand, Fenster, Rollladenkästen und ggf. auch Lüftungseinrichtungen. Das erforderliche bewertete Schalldämm-Maß einer Fassade muss für Aufenthaltsräume in Wohnungen mindestens $R'_{w,ges} = 30$ dB betragen [3]. Diese Werte werden mit sämtlichen Massivwänden aus Leichtbeton und üblichen Fenstern mit Mehrscheiben-Isolierverglasung ohne weiteren rechnerischen Nachweis erfüllt. Daraus folgt im Umkehrschluss, dass ab maßgeblichen A-bewerteten Außenlärmpegeln L_a über 60 dB ein rechnerischer Nachweis erforderlich wird. Die Anforderungen an die gesamten bewerteten Bau-Schalldämm-Maße $R'_{w,ges}$ der Außenbauteile schutzbedürftiger Räume in Wohnbauten ergeben sich wie folgt:

$$R'_{w,ges} = L_a - 30 \text{ dB} \quad (1)$$

Die Berechnung der Schalldämmung der Fassade gemäß Gleichung (1) gilt für die Fälle Straßenverkehrslärm, Schienenlärm, Gewerbelärm und Lärm von Wasserstraßen. Bei Fluglärm gelten ausdrücklich andere Regelungen, die im Fluglärmschutzgesetz bzw. in den dazu gehörenden Durchführungsverordnungen festgelegt sind.

Bei allen Lärmarten ist zum besonderen Schutz des Nachtschlafes die nächtliche Störwirkung durch einen Zuschlag von 10 dB auf den maßgeblichen Außenlärmpegel zu berücksichtigen, sofern der Nachtpegel weniger als 10 dB unter dem Tagpegel liegt. Ferner ist zu beachten, dass bei überlagerten Lärmquellen, deren Gesamtwirkung auf einen schutzbedürftigen Raum zu berücksichtigen ist und eine energetische Addition der einzelnen Außenlärmpegel nach Gleichung (2) erfolgt:

$$L_{a,res} = 10 \lg \sum_{i=1}^n (10^{0,1L_{a,i}}) \text{ [dB]} \quad (2)$$

Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels: Die Einstufung in Lärmpegelbereiche für die unterschiedlichen Lärmquellen (Straßen-, Schienen-, Luft- und Wasserverkehr, Industrie/Gewerbe) kann durch gesetzliche Vorschriften, Bebauungspläne oder Lärmkarten festgelegt werden. Ist dies nicht der Fall, erfolgt die Ermittlung des „maßgeblichen Außenlärms“ nach DIN 4109-2 [7].

Die Zuordnung zu den Lärmpegelbereichen, z. B. für Straßenverkehr hängt ab von:

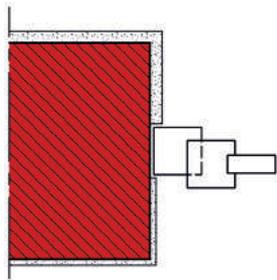
- dem Straßentyp
- der Verkehrsbelastung
- dem Abstand des Immissionsortes von der Fahrbahnmitte

Das resultierende Schalldämm-Maß einer Fassade hängt wesentlich von dessen Fensterflächenanteil und von der Schalldämmung des Fensters ab. Dies gilt zumindest für den Fall, dass die flankierende Übertragung keine Rolle spielt. Nach DIN 4109 Teil 2 [7] kann ein vereinfachtes Verfahren dann angewendet werden, wenn die resultierende Schalldämmung der gesamten Fassade $R'_{w,ges} \leq 40$ dB beträgt.

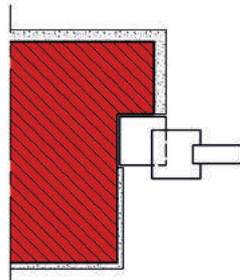
Für Wände aus Leichtbetonmauerwerk mit bekannten Schalldämm-Maßen können unter Berücksichtigung unterschiedlicher Fenster die in der folgenden *Tabelle 2.2* angegebenen Bau-Schalldämm-Maße $R'_{w,ges}$ der Fassade abgelesen werden. Dabei ist zu beachten, dass der Schallschutz bei sehr kleinen Räumen noch eine Raumflächenkorrektur in Abhängigkeit der grundflächenbezogenen Fassadenanteile erforderlich macht. Bei Lärmpegelbereichen mit Anforderungswerten über 40 dB muss die flankierende Schallübertragung über eine durch einen Bauakustiker aufzustellende Raumbilanz berücksichtigt werden.

Für Fenster- und Türelemente kann die resultierende Schalldämmung in eingebautem Zustand von den Einbaufugen beeinflusst werden. Als schalltechnisch unkritisch gilt der Einbau in monolithisches Außenmauerwerk. Siehe Einbaubeispiele 1 bis 3.

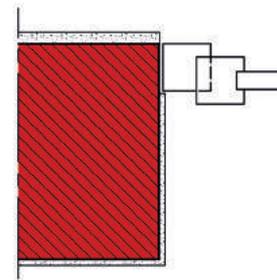
Kritische Einbausituationen liegen vor, wenn der Einbau der Fenster oder Türelemente in Wärmedämmebene bei WDVS und zweischaligem Außenmauerwerk mit oder ohne Hinterlüftung erfolgt.



Bsp. 1 | Einbau mittig in der Wand



Bsp. 2 | Einbau gegen Anschlag



Bsp. 3 | Einbau außen bündig

Tabelle 2.2: Erforderliche Schalldämmung R_w von Fenstern bei unterschiedlichen Fensterflächenanteilen A_F/A_{ges} und in Abhängigkeit der vorhandenen Schalldämm-Maße von Leichtbeton-Außenwänden

	A_F/A_{ges}	20%		30%		40%		50%		60%	
	Fassade	Wand	Fenster								
Lärmpegelbereich	$R'_{w,ges}$	$R'_{w,vorh.}$	erf. $R'_{w,F}$								
I – II	30		23,1		24,8		26,1		27,0		27,8
III	35	46	28,3	46	30,0	46	31,2	46	32,2	46	32,9
IV	40		34,0		35,6		36,7		37,6		38,2

	A_F/A_{ges}	20%		30%		40%		50%		60%	
	Fassade	Wand	Fenster								
Lärmpegelbereich	$R'_{w,ges}$	$R'_{w,vorh.}$	$R'_{w,erf.}$								
I – II	30		23,1		24,8		26,1		27,0		27,8
III	35	49	28,2	49	29,9	49	31,1	49	32,1	49	32,9
IV	40		33,5		35,2		36,4		37,3		38,0

In der Praxis besteht ein Fassadenbauteil häufig aus nicht mehr als zwei Elementen mit unterschiedlichen Schalldämm-Maßen R_w . Für diesen Fall gilt zur Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes $R'_{w,ges}$ des zusammengesetzten Bauteils folgende Gleichung:

$$R'_{w,ges} = R'_{w,1} - 10 \lg \left[1 + \frac{S_2}{S_{ges}} \cdot (10^{(R'_{w,1} - R'_{w,2})/10} - 1) \right] \quad [\text{dB}] \quad (3)$$

mit: $S_{ges} = S_1 + S_2$ = Fläche des zusammengesetzten Bauteils in m^2

S_1 : = Fläche der Wand in m^2

S_2 : = Fläche des Fensters/der Tür in m^2

$R'_{w,1}$: = bewertetes Schalldämm-Maß der Wand mit der Fläche S_1 in dB

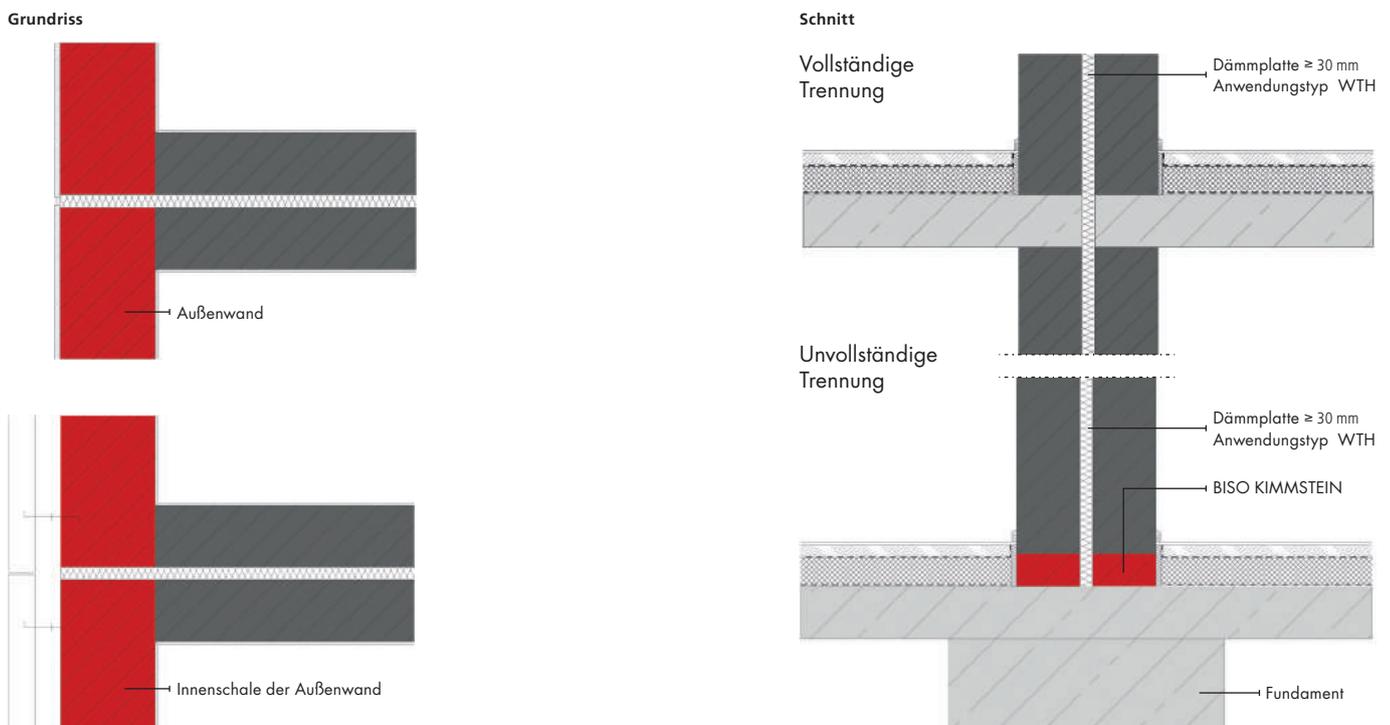
$R'_{w,2}$: = bewertetes Schalldämm-Maß des Fensters/der Tür in dB

2.2 Schalldämmung zweischaliger Haustrennwände

Die Schalldämmung zweischaliger Haustrennwände wird beeinflusst von der flächenbezogenen Masse der beiden Schalen, deren Schalenabstand (Fugenbreite), dem Dämmmaterial in der Fuge, der Ausführungsqualität (Vermeidung von Körperschallbrücken in der Trennfuge), der Gestaltung von Anschlüssen im Dach-, Fundament- und Außenwandbereich sowie der flankierenden Schallübertragung der an den Wandschalen angeschlossenen Innen- und Außenwände. Grundriss und Schnitt einer üblichen Ausführung mit bis zum Fundament durchgehender Trennfuge sind schematisch in *Bild 2.1* dargestellt.

Je nach Ausführung im Bereich des Fundaments und der Bodenplatte muss zwischen schutzbedürftigen Räumen, die sich unmittelbar über der Bodenplatte befinden, z. B. im Erdgeschoss nicht unterkellerten Gebäude, mit einer deutlichen Verringerung der Schalldämmung gerechnet werden.

Bild 2.1: Beispiel für eine zweischalige Haustrennwand mit bis zur Oberkante Fundament durchgehender Trennfuge
(Schema DIN 4109-32 [8])



Bei der konstruktiven Gestaltung zweischaliger Haustrennwände sind für die Berechnung der Schalldämmung nach *Gleichung 2* auf Seite 13 nachstehende Vorgaben zu beachten:

- die flächenbezogenen Maße der Einzelschale inkl. Putz muss $\geq 150 \text{ kg/m}^2$ betragen und die Dicke der Trennfuge muss $\geq 30 \text{ mm}$ sein
- bei einer Dicke der Trennfuge $\geq 50 \text{ mm}$ darf das Gewicht der Einzelschale auf bis zu 100 kg/m^2 reduziert werden
- der Trennfugenhohlraum ist mit dicht gestoßenen und vollflächig verlegten Mineralwoll-Dämmplatten nach DIN EN 13162 [13], Anwendungszeichen WTH, nach DIN 4108-10 [14], auszufüllen.

Das bewertete Schalldämm-Maß $R'_{w,2}$ einer zweischaligen Wand errechnet sich aus dem bewerteten Schalldämm-Maß $R'_{w,1}$ einer gleichschweren einschaligen Wand, einem Zuschlagszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$, der in Abhängigkeit von der Übertragungssituation gemäß den nachfolgenden Grafiken in *Tabelle 2.3* angesetzt werden muss, und einem Korrekturwert K zur Berücksichtigung der Übertragung über flankierende Decken und Wände.

$$R'_{w,2} = R'_{w,1} + \Delta R_{w,Tr} - K \quad [\text{dB}] \quad (4)$$

$R'_{w,1}$ wird nach folgender Beziehung aus der flächenbezogenen Masse $m'_{Tr,ges}$ der gleichschweren einschaligen Wand ermittelt und beinhaltet bereits einen Sicherheitsabschlag in Höhe von 2 dB:

$$R'_{w,1} = 28 \cdot \lg(m'_{Tr,ges}) - 20 \text{ dB} \quad (5)$$

mit: $m'_{Tr,ges}$ = flächenbezogene Masse der beiden Trennwandschalen inklusive Putzschichten

Der Korrekturwert K berücksichtigt zusätzlich die Schallübertragung flankierender Wände und Decken in den Fällen, in denen die Übertragung im Fundamentbereich vernachlässigt werden kann. Er muss deshalb nur für die Übertragungssituationen nach *Tabelle 2.3, Zeile 1* berücksichtigt werden.

Der Korrekturwert K wird nach *Gleichung (6)* aus der flächenbezogenen Masse einer Schale der zweischaligen Wand $m'_{Tr,1}$ und der mittleren flächenbezogenen Masse der unverkleideten homogenen flankierenden Bauteile $m'_{f,m}$ berechnet. $m'_{Tr,1}$ und $m'_{f,m}$ sind für den gewählten Empfangsraum zu ermitteln.

$$K = 0,6 + 5,5 \lg \left[\frac{m'_{Tr,1}}{m'_{f,m}} \right] \quad [\text{dB}] \quad (6)$$

Die nach *Gleichung (4)* berechneten Werte sind mit einer Nachkommastelle anzugeben.

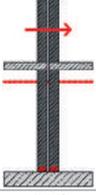
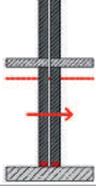
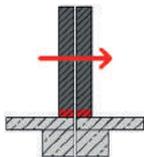
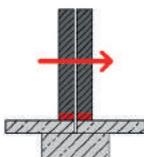
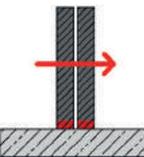
Die angegebene Beziehung gilt für $m'_{f,m} \leq m'_{Tr,1}$. Für alle anderen Fälle gilt $K = 0$.

Die Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ sind in der *Tabelle 2.3* für die maßgeblichen Geschosspositionen aufgeführt. Falls die einzelnen Schalen der Haustrennwände aus Leichtbetonsteinen mit einer Rohdichteklasse $\leq 0,8$ jeweils eine flächenbezogene Masse $m' \leq 250 \text{ kg/m}^2$ aufweisen, können die Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ um 2 dB erhöht werden.

PRAXISTIPP !

Nach den Regeln der Technik [2] sollen Haustrennwände nicht unterkellerten Gebäude im Erdgeschoss mindestens ein bewertetes Schalldämm-Maß $R'_w \geq 60 \text{ dB}$ und bei Unterkellerung $\geq 62 \text{ dB}$ aufweisen. Einschalige Haustrennwände entsprechen nicht den a.a.R.d.T.

Tabelle 2.3: Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ unterschiedlicher Übertragungssituationen (gekennzeichnet durch „Pfeil“) für zweischalige Haustrennwände^{b,c}

Zeile	Vertikalschnitt	Beschreibung	$\Delta R_{w,Tr}$ dB
1		Vollständige Trennung der Schalen und der flankierenden Bauteile ab Oberkante Bodenplatte, auch gültig für alle darüber liegenden Geschosse, unabhängig von der Ausbildung der Bodenplatte und der Fundamente	12
2		Außenwände durchgehend mit $m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$ (z. B. Kelleraußenwände als „weiße Wanne“)	9
3		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		Außenwände getrennt Bodenplatte und Fundamente getrennt	9
5		Außenwände getrennt Bodenplatte getrennt auf gemeinsamen Fundament	6
6		Außenwände getrennt Bodenplatte durchgehend mit $m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$	6

b Falls die einzelnen Schalen nicht schwerer als 250 kg/m^2 sind, können die Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ für zweischalige Haustrennwände aus Leichtbeton um 2 dB erhöht werden, wenn die Steinrohddichte $\leq 800 \text{ kg/m}^3$ ist.

c Falls der Schalenabstand mindestens 50 mm beträgt und der Fugenhohlraum mit Mineralwoll-dämmplatten nach DIN EN 13162, Anwendungskurzzeichen WTH nach DIN 4108-10 ausgefüllt wird, können die Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ bei allen Materialien in den Zeilen 1, 2, und 4 um 2 dB erhöht werden.

PRAXISTIPP !

Falls der Schalenabstand mindestens 50 mm beträgt und der Fugenhohlraum mit dicht gestoßenen und vollflächig verlegten Mineralwolle-Dämmplatten, Anwendungstyp WTH, ausgefüllt wird, können die Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ bei den Ausführungen der Zeilen 1, 2 und 4 um 2 dB erhöht werden.

Die Rechenwerte der Schalldämmung $R'_{w,2}$ von zweischaligen Haustrennwänden aus Leichtbetonmauerwerk mit jeweils 10 kg/m² Gipsputz auf jeder Wandschale ergeben bei vollständiger Trennung gemäß *Bild 2.1*, unter Berücksichtigung von Flankenbauteilen mit einer durchschnittlichen flächenbezogenen Masse ≥ 300 kg/m² und oberhalb einer Unterkellerung, die folgenden Werte in *Tabelle 2.4*.

Tabelle 2.4: Bewertetes Schalldämm-Maße $R'_{w,2}$ zweischaliger Haustrennwände aus Normplan-Leichtbetonmauerwerk mit vollständiger Trennung und flankierenden Bauteilen mit $m' > 300$ kg/m²

Wanddicke	RDK	$m'_{Tr,ges}$ [kg/m ²]	$R'_{w,1}$ [dB]	K_{300} [dB]*	$R'_{w,2}$
2 * 15,0 cm	1,6	470	54,8	–	66,8 dB
	1,8	530	56,3	0,3	68,0 dB
	2,0	590	57,6	0,6	69,0 dB
	2,2	650	58,8	0,7	70,1 dB
2 * 17,5 cm	1,6	545	56,6	0,4	68,2 dB
	1,8	615	58,1	0,7	69,4 dB
	2,0	685	59,4	0,9	70,5 dB
	2,2	755	60,6	1,1	71,5 dB
2 * 20,0 cm	1,6	620	58,2	0,7	69,5 dB
	1,8	700	59,7	1,0	70,7 dB
	2,0	780	61,0	1,2	71,8 dB
	2,2	860	62,2	1,5	72,7 dB
2 * 24,0 cm	1,6	740	60,3	1,1	71,2 dB
	1,8	836	61,8	1,4	72,4 dB
	2,0	932	63,1	1,7	73,4 dB
	2,2	1028	64,3	1,9	74,4 dB

* bei geringeren flächenbezogenen Massen der Flankenbauteile sind abweichende Korrekturen K gemäß DIN 4109-32 zu berücksichtigen.



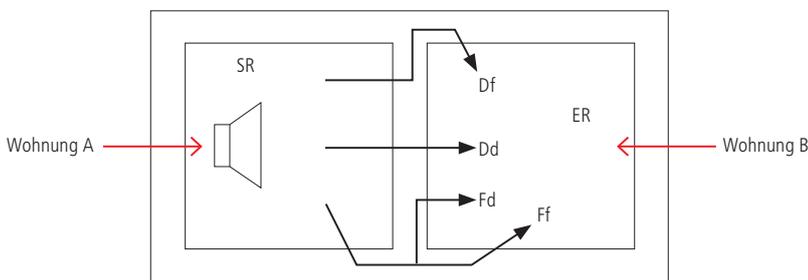
2.3 Luftschalldämmung in Mehrfamilienhäusern

Das mit Inkraftsetzung der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen [6] und der dort baurechtlich eingeführten DIN 4109 [7] mit einem akustischen Bilanzverfahren geht nicht mehr von einem bewerteten Schalldämm-Maß des Trennbauteils mit pauschalierter Flankenübertragung aus, sondern verlangt die differenzierte Berücksichtigung aller Schallnebenwege, d. h. der einzelnen Längsleitungsbeiträge einschließlich der zugehörigen Stoßstellendämmung.

Durch diese Bewertungsmethodik wird der bislang in Beiblatt 1 zu DIN 4109 [12] nur unpräzise formulierte Anwendungsausschluss zum Einfluss flankierender Lochsteinwände aufgehoben und durch eine klare, dem Stand der Technik entsprechende Regelung ersetzt. Das nachfolgend beschriebene Berechnungsverfahren basiert auf dem vereinfachten Berechnungsmodell der europäisch basierten DIN EN 12354-1 [10]. Das Verfahren prognostiziert das bewertete Bau-Schalldämm-Maß R'_{w} auf der Grundlage der Schalldämm-Maße aller an der Übertragung beteiligten Bauteile.

Die für derartige Berechnungen erforderlichen Kenngrößen wie z. B. Schalldämm-Maße der Mauerwerksbaustoffe sowie die zur Schallschutzprognose im Massivbau erforderlichen Stoßstellendämm-Maße als Eingangsgrößen für das Bilanzverfahren sind im Rahmen von öffentlich geförderten Forschungsarbeiten durch die Hochschule für Technik, Stuttgart erarbeitet und an zahlreichen Bauvorhaben validiert worden [4]. Darüber hinaus sind diese Ergebnisse Grundlage für die in einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-23.22-2075 [15] getroffenen Festlegungen zu Stoßstellendämm-Maßen in Gebäuden aus Isotherm-Außenmauerwerk.

Bild 2.2: Übertragungswege des Schalls zwischen Sende- (SR) und Empfangsraum (ER) (Schema DIN 4109-2 [7]).



- mit: SR = Senderaum, ER = Empfangsraum
 Df = Übertragungsweg Trennbauteil SR – Flanke ER
 Dd = Direktübertragung Trennbauteil SR – ER
 Fd = Übertragungsweg Flanke SR – Trennbauteil ER
 Ff = Übertragungsweg Flanke SR – Flanke ER

Darüber hinaus haben Isotherm und ein weiteres Unternehmen der Leichtbetonindustrie umfangreiche eigene Prüfstandsmessungen an Instituten und Validierungsmessungen in ausgeführten Gebäuden (erstellt mit Isotherm-Produkten) durchführen lassen.

Diese Ergebnisse waren Grundlage für zwei technisch identische allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen. Isotherm: Z-23.22-2075 [15].

Nur durch die erteilten Zulassungen mit Kennwerten der Stoßstellendämm-Maße (K_{ij} -Wert) und Direktschalldämm-Maße ($R_{w,Bau Ref}$) für hochwärmedämmendes Isotherm-Außenmauerwerk ist der baurechtliche Schallschutznachweis in Verbindung mit der DIN 4109 möglich.



Für das vereinfachte Modell wird das bewertete Bau-Schalldämm-Maß R'_w zwischen zwei Räumen wie folgt ermittelt:

$$R'_w = 10 \lg \left[10^{-R_{Dd,w} / 10} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-R_{Ff,w} / 10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w} / 10} + \sum_{F=1}^n 10^{-R_{Fd,w} / 10} \right] \quad [\text{dB}] \quad (7)$$

mit: $R_{Dd,w}$ = das bewertete Schalldämm-Maß für die Direktübertragung in dB;

$R_{Ff,w}$ = das bewertete Flankendämm-Maß für den Übertragungsweg Ff in dB;

$R_{Df,w}$ = das bewertete Flankendämm-Maß für den Übertragungsweg Df in dB;

$R_{Fd,w}$ = das bewertete Flankendämm-Maß für den Übertragungsweg Fd in dB;

n = die Anzahl der flankierenden Bauteile in einem Raum; üblicherweise ist $n = 4$, je nach Entwurf und Konstruktion kann aber n in der betreffenden Bausituation auch kleiner oder größer sein.

Daten für die Direktdämmung homogener und quasihomogener massiver Wände und Decken werden aus deren flächenbezogenen Massen ermittelt. Daten für die Direktschalldämmung von Mauerwerk aus Leichtbetonsteinen mit einer Wanddicke $d > 240$ mm oder einer Rohdichteklasse $< 0,8$ können aus Prüfstandsmessungen ermittelt und allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen entnommen werden. Daten für die Stoßstellendämmung werden in der DIN 4109-32 [8] in Verbindung mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Bisotherm Z-23.22-2075 [15] aufgeführt (siehe Kapitel 3).

Die Eingangsdaten bestehen aus:

- dem bewerteten Direkt-Schalldämm-Maß R_w der Bauteile
- dem Stoßstellendämm-Maß K_j für jede Stoßstelle und jeden Übertragungsweg
- dem bewerteten Luftschallverbesserungsmaß von eventuell vorhandenen Vorsatzschalen für das trennende und die flankierenden Bauteile

PRAXISTIPP !

Für die Schallübertragung zwischen einzelnen Räumen ist lediglich die Direktschalldämmung der unmittelbar raumumschließenden Bauteilschichten relevant. Auf Bauteilen außenseitig angebrachte Wärmedämmverbundsysteme oder Vormauerschalen werden bei der Ermittlung der Direktschalldämm-Maße R_w für diese Bemessung nicht herangezogen. Diese zusätzlichen Schichten sind lediglich beim Schallschutz gegen Außenlärm zu berücksichtigen.



3.1.1 Ermittlung der flächenbezogenen Masse von Mauerwerk nach DIN EN 1996 [22] aus der Rohdichteklasse

Die anzusetzende Rohdichte von Mauerwerk wird bestimmt durch die Rohdichte der Mauersteine und die Rohdichte des Mauermörtels. Die Rohdichte von Leicht-/Betonsteinen kann nach DIN 18148 [16] und DIN 20000-403 [20] bzw. nach den früheren Normen DIN V 18151-100 [17], DIN V 18152-100 [18] oder DIN V 18153-100 [19] in Form der Rohdichteklasse (RDK) entnommen werden.

3.1.2 Berücksichtigung von Mauermörteln

Die Rohdichte von Mauermörteln ist in den folgenden Gleichungen für die Berechnung der Wandrohichten in kg/m^3 enthalten

a) Mauerwerk mit Normalmörtel

$$\rho_w = 900 \times \text{RDK} + 100 \quad (2,2 \geq \text{RDK} \geq 0,35)$$

b) Mauerwerk mit Leichtmörtel

$$\rho_w = 900 \times \text{RDK} + 50 \quad (1,0 \geq \text{RDK} \geq 0,35)$$

c) Mauerwerk mit Dünnbettmörtel

$$\rho_w = 1\,000 \times \text{RDK} - 100 \quad (\text{RDK} > 1,0)$$

$$\rho_w = 1\,000 \times \text{RDK} - 50 \quad (\text{Klassenbreite der RDK } 100 \text{ kg/m}^3 \text{ und } \text{RDK} \leq 1,0)$$

$$\rho_w = 1\,000 \times \text{RDK} - 25 \quad (\text{Klassenbreite der RDK } 50 \text{ kg/m}^3 \text{ und } \text{RDK} \leq 1,0)$$

Werden Hohlblocksteine nach DIN 20000-403 [20], DIN V 18151 [17] und DIN V 18153 [19] umgekehrt vermauert und die Hohlräume satt mit Sand oder mit Normalmörtel gefüllt, so darf die Rohdichteklasse um 0,4 erhöht werden.

3.1.3 Berücksichtigung von Putzschichten

Zur flächenbezogenen Masse einer Putzschicht sind nachstehende Rohdichten zu verwenden:

- Gips- und Dünnlagenputze: $\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$
- Kalk- und Kalkzementputze: $\rho = 1.600 \text{ kg/m}^3$
- Leichtputze: $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$
- Wärmedämmputze: $\rho = 250 \text{ kg/m}^3$

Angaben zum Mauerwerk aus Schalungssteinen, Füllsteinen sowie großformatigen Wandtafeln siehe DIN 4109-32 [8]

3.2.1 Bewertetes Schalldämm-Maß (R_w) homogener einschaliger Bauteile aus Beton und Leichtbeton

Als homogene einschalige Bauteile gelten diejenigen Bauteile, deren Schalldämmung unmittelbar aus der flächenbezogenen Masse ermittelt werden kann. Dies gilt z. B. für ungelochte Mauersteine sowie für plattenförmige Bauteile und großformatige Fertigteilelemente. Auch für Mauerwerk aus Leichtbetonlochsteinen und Betonsteinen kann das bewertete Schalldämm-Maß aus der flächenbezogenen Masse ermittelt werden, jedoch nur dann, wenn die nachfolgenden Bedingungen eingehalten werden.

- Mauerwerk aus Vollblöcken und Hohlblöcken aus Leichtbeton nach DIN 20000-403 [20] bzw. nach den früheren Normen DIN V 18151-100 [17] und DIN V 18152-100 [18] mit Wanddicken ≤ 240 mm und mit einer Rohdichteklasse $\geq 0,8$.
- Mauerwerk aus Mauersteinen aus Beton nach DIN 20000-403 [20] bzw. nach der früheren Norm DIN V 18153-100 [19] mit Wanddicken ≤ 240 mm und mit einer Rohdichteklasse $\geq 0,8$.

Für homogene und quasihomogene einschalige Bauteile aus Leichtbeton wird das bewertete Schalldämm-Maß R_w wie folgt berechnet:

$$R_w = 30,9 \cdot \lg(m'_{ges} / m'_0) - 20,2 \quad [\text{dB}] \quad (8)$$

mit der Bezugsgröße $m'_0 = 1 \text{ kg/m}^2$

Diese Beziehung gilt für $140 \text{ kg/m}^2 < m'_{ges} < 480 \text{ kg/m}^2$.

3.2.2 Bewertete Direktschalldämm-Maße R_w für einschalige Wände aus Normaplan-Leichtbetonmauerwerk

Tabelle 3.1: Bewertetes Direktschalldämm-Maß R_w für einschalige Innenwände aus Normaplan-Vollblöcken und Vollsteinen; beidseitig verputzt

Wanddicke [cm]	Rohdichteklasse	Flächenbezogene Masse der verputzten Wand ¹⁾ m'_{ges} [kg/m ²]	Bew. Direktschalldämm-Maß ²⁾ R_w [dB]
11,5	1,0	129,3	43,0 ³⁾
11,5	2,0	238,5	53,3
11,5	2,2	261,5	54,4
15,0	2,0	305,0	56,6
15,0	2,2	335,0	57,8
17,5	2,0	352,5	58,5
17,5	2,2	387,5	59,8
20,0	2,0	400,0	60,2
20,0	2,2	440,0	61,5
24,0	2,0	476,0	62,5
24,0	2,2	524,0	61,8 ³⁾
36,5	1,2	421,5	60,9

1) je Seite 1,0 cm Gips-/Kalkgipsputz (Putzgew. 20 kg/m²)

2) nach der Formel für Leichtbeton $R_w = 30,9 \cdot \lg(m'_{ges}/m'_0) - 20,2$ für Flächenbezogene Masse: $140 \text{ kg/m}^2 < m'_{ges} < 480 \text{ kg/m}^2$

3) nach der Formel für Beton, Betonstein $R_w = 30,9 \cdot \lg(m'_{ges}/m'_0) - 22,2$ für Flächenbezogene Masse: $65 \text{ kg/m}^2 < m'_{ges} < 720 \text{ kg/m}^2$

Tabelle 3.2: Bewertetes Direktschalldämm-Maß R_w für einschalige Innenwände aus Normaplan Hohlblöcken mit $d \leq 24$ cm und $RDk \geq 0,8$; beidseitig verputzt

Wanddicke [cm]	Rohdichteklasse	Flächenbezogene Masse der verputzten Wand ¹⁾ m'_{ges} [kg/m ²]	Bew. Direktschalldämm-Maß ²⁾ $R_{w,r}$ [dB]
17,5	0,8	151,3	47,2
17,5	0,9	168,8	48,6
17,5	1,2	212,5	51,7
24,0	0,8	200,0	50,9
24,0	0,9	214,0	52,4
24,0	1,0	248,0	53,8
24,0	1,2	284,0	56,1

1) je Seite 1,0 cm Gips-/Kalkgipsputz (Putzgew. 20 kg/m²)
 2) nach der Formel für Leichtbeton $R_w = 30,9 \cdot \log(m'_{ges}/m'_0) - 20,2$ für Flächenbezogene Masse: 140 kg/m² < m'_{ges} < 480 kg/m²

Tabelle 3.3: Bewertetes Direktschalldämm-Maß R_w für einschalige Wände aus Bisophon Planelementen; beidseitig verputzt

Wanddicke [cm]	Rohdichteklasse	Flächenbezogene Masse der verputzten Wand ¹⁾ m'_{ges} [kg/m ²]	Bew. Direktschalldämm-Maß ²⁾ $R_{w,r}$ [dB]
11,5	2,0	238,5	53,3
15,0	2,0	305,0	56,6
15,0	2,2	335,0	57,8
17,5	2,0	352,5	58,5
17,5	2,2	387,5	59,8
20,0	2,0	400,0	60,2
20,0	2,2	440,0	61,5
24,0	2,0	476,0	62,5
24,0	2,2	524,0	61,8 ³⁾
30,0	2,0	590,0	63,4 ³⁾
30,0	2,2	650,0	64,7 ³⁾

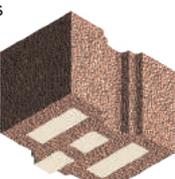
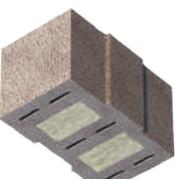
1) je Seite 1,0 cm Gips-/Kalkgipsputz (Putzgew. 20 kg/m²)
 2) nach der Formel für Leichtbeton $R_w = 30,9 \cdot \log(m'_{ges}/m'_0) - 20,2$ für Flächenbezogene Masse: 140 kg/m² < m'_{ges} < 480 kg/m²
 3) nach der Formel für Beton, Betonstein $R_w = 30,9 \cdot \log(m'_{ges}/m'_0) - 22,2$ für Flächenbezogene Masse: 65 kg/m² < m'_{ges} < 720 kg/m²

3.2.3 Direktschalldämm-Maße von wärmedämmendem Isotherm-Leichtbetonmauerwerk

Für Mauerwerk aus gelochten Steinen kann die tatsächliche Schalldämmung unter der Schalldämmung liegen, die auf Grund der flächenbezogenen Masse für homogene einschalige Bauteile nach den Tabellen 3.1, 3.2 und 3.3 zu erwarten ist.

Um eine sichere bauakustische Bemessung zu ermöglichen, werden die Direktschalldämm-Maße von hochwärmedämmenden Leichtbetonsteinen mit einer Wanddicke ≥ 300 mm und einer Rohdichteklasse $\leq 0,8$ aus Prüfstandsmessungen gewonnen und nach einer Verlustfaktorkorrektur als sog. $R_{w,Bau,Ref}$ - Werte angegeben. Für die in der folgenden Tabelle genannten Produkte sind diese Werte exemplarisch aufgeführt.

Tabelle 3.4: Beispiele für Direktschalldämm-Maße $R_{w,Bau,Ref}$ im Prüfstand ermittelt an unterschiedlichem hochwärmedämmenden Isotherm-Außenmauerwerk (beidseitig mit übl. Putz)

Produkt	Wanddicke	Steinrohdenkklasse	Direktschalldämm-Maß $R_{w,Bau,Ref}^*$
Bisomark 	36,5 cm	0,50	46,3 dB
Bisoplan 	42,5 cm	0,45	48,0 dB
Bisomark Plus 	36,5 cm	$\geq 0,45$	47,8 dB
Bisoplan Plus 	36,5 cm	$\geq 0,45$	49,5 dB
Bisoplan Plus 	42,5 cm	$\geq 0,45$	49,3 dB

* gemäß Prüfbericht

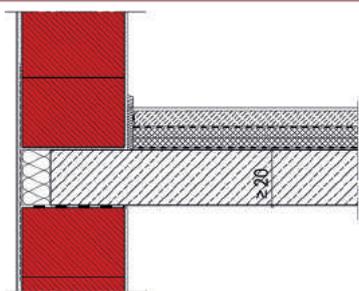
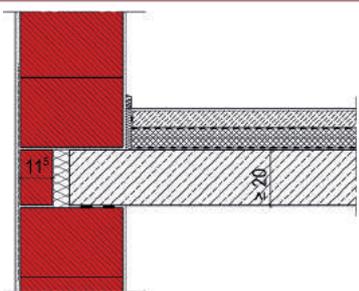
3.3 Stoßstellendaten

In der Bauausführung des Massivbaus wird vorausgesetzt, dass das trennende Bauteil fest mit den flankierenden Bauteilen verbunden ist. Die Qualität der Bauteilanschlüsse wirkt sich über die Erhöhung der Biegesteifigkeit direkt auf das Schalldämm-Maß des trennenden Bauteils aus. Die erhöhte Steifigkeit eines Anschlusses, im baulichen Schallschutz auch Stoßstelle genannt, reduziert die Schall-Längsleitung über die flankierenden Bauteile. Das Stoßstellendämm-Maß K_{ij} ist ebenfalls umso höher, je größer der Masseunterschied der beteiligten Bauteile ist. Eine hohe Stoßstellendämmung kann aber ebenso durch eine Entkopplung der aneinander grenzenden Bauteile erreicht werden. Damit ist die Körperschallweiterleitung reduziert oder unterbunden und das resultierende Schalldämm-Maß kann entsprechend hoch ausfallen.

Im Auftrag von Bisotherm wurden für akustisch besonders hochwertige Ausführungsdetails mit wärmedämmendem Bisotherm-Außenmauerwerk die Stoßstellendämm-Maße in Prüfaufbauten gemessen. Aus diesen Messwerten wurden im Rahmen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Zahlenwerte der Stoßstellendämm-Maße auf dem relevanten Übertragungsweg Ff (Außenwandflanke) abgeleitet, die zur Bemessung verwendet werden können.

Beispiele für Deckenaufleger auf Bisotherm-Außenmauerwerk:

Einfluss auf das Stoßstellendämm-Maß K_{ff} von Bisotherm-Lochsteinen bei vertikaler Übertragung

Deckenaufleger auf Außenwand mit Stirnseiten-Dämmung	Deckenaufleger auf Außenwand mit Stirnseiten-Dämmung und Abmauerung (Vollstein)
	
$\Delta K_{ij} = 0 \text{ dB}$	$K_{ij} = K_{ij} - 4 \text{ dB}$

PRAXISTIPP !

Die stirnseitige Abmauerung mindert vertikale Schalldämmung erheblich und sollte daher vermieden werden. Auch aus statischer Bewertung heraus negativ für die Ausnutzung des Wandquerschnitts.



Beispiele für Verbindungen von Außenwand und tragender Innenwand:

Einfluss auf das Stoßstellendämm-Maß K_{ff} von Bisotherm-Lochsteinen bei horizontaler Übertragung

Stumpfstoß Trennwand/Außenwand	Einbindung Trennwand/Außenwand mit Restaußenwanddicke > 12 cm und Dämmung
$\Delta K_{ij} = \Delta R_{w,L} / 2$	$\Delta K_{ij} = \Delta R_{w,L} / 2$

Bei sehr kleinen Außenwandflanken im Bereich von Wohnungstrennwänden wird die flankierende Übertragung über die Außenwand häufig deutlich vermindert. Für den Übertragungsweg Ff beim Stumpfstoß Trennwand-Außenwand aus Lochsteinen ist deshalb bei flankierenden Außenwänden mit einer Fläche

$S_i < 2,5 \text{ m}^2$ das Stoßstellendämm-Maß $K_{i3,L}$ wie folgt zu berechnen:

$$\Delta K_{ij} = \Delta R_{w,L} / 2 - 10 \lg [S_0 (1/S_1 + 1/S_3)] \quad [\text{dB}] \quad (9)$$

Dabei ist: S_0 die Bezugsfläche mit $S_0 = 1,25 \text{ m}^2$;
 S_1, S_3 die Flächen der flankierenden Außenwände, in m^2 .

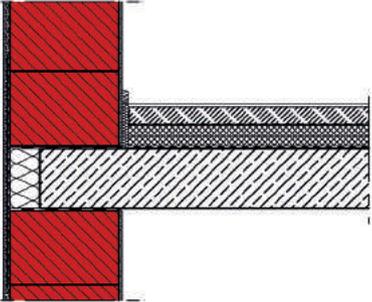
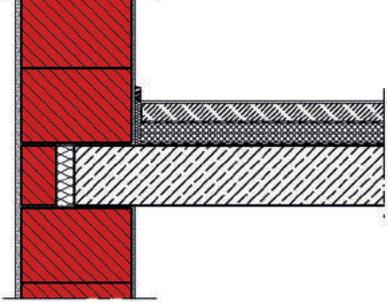
Die Flächenkorrektur $10 \lg [S_0 (1/S_1 + 1/S_3)]$ ist nur anzuwenden, wenn diese Flächenkorrektur positiv ist.

Durchbindung Trennwand/Außenwand mit Stirnseiten-Dämmung	Durchbindung Trennwand/Außenwand mit Stirnseiten-Dämmung und Abmauerung (Vollstein)
$K_{ij, LB} = K_{ij} - 2 \text{ dB}$	$K_{ij, LB} = K_{ij} - 4 \text{ dB}$

3.3.1 Außenwand – Deckenknoten

Bei hochwärmedämmenden monolithischen Außenwänden muss aus Gründen des Wärmeschutzes am Deckenspiegel eine zusätzliche Wärmedämmung vor der Stahlbetondecke eingesetzt werden. Je nach Ausführung des Deckenknotens ergeben sich auf dem Hauptflankenweg in vertikaler Richtung unterschiedlich hohe Stoßstellendämm-Maße K_{ff} . Die folgende *Tabelle 3.5* enthält die in der Baupraxis auftretenden unterschiedlichen Detailausführungen mit ihren zu erwartenden Stoßstellendämm-Maßen auf dem Hauptübertragungsweg Ff.

Tabelle 3.5: Anhaltswerte der Stoßstellendämm-Maße K_{ff} von Deckenauflagervarianten

Deckenaufleger mit Stirndämmung	Deckenaufleger mit Abmauerstein ≥ 100 mm
	
$K_{ff} \approx 13$ dB	$K_{ff} \approx 9$ dB

Das mit einem Abmauerstein und Wärmedämmung ausgeführte Deckenaufleger weist eine etwa 4 dB geringere Stoßstellendämmung auf, als das schalltechnisch optimierte Auflager mit größerer Deckenauflagertiefe und ohne Abmauerstein. Der Abschlag von 4 dB gilt sinngemäß auch dann, wenn eine Wohnungstrennwand in eine Leichtbetonaußenwand einbindet und ein Außenwandrestquerschnitt analog der rechten Darstellung der *Tabelle 3.5* verbleibt – siehe auch *Abschnitt 3.3.2*.

PRAXISTIPP ! Die stirnseitige Abmauerung mindert vertikale Schalldämmung erheblich und sollte daher vermieden werden. Auch aus statischer Bewertung heraus negativ für die Ausnutzung des Wandquerschnitts.



3.3.2 Bisotherm Außenwand – Wohnungstrennwand

Die heute übliche Anbindung einer Wohnungstrennwand an die Außenwand wird in der Regel als sogenannte Stumpfstoßtechnik ausgeführt. Dies kann dazu führen, dass die Bauteilanschlüsse nicht immer die schalltechnisch notwendige Steifigkeit aufweisen. Die Schwindverkleinerung der bindemittelgebundenen Baustoffe erzeugen Zugspannungen im Eckanschluss, die zum Abreißen der Trennwand führen können. Der als Stumpfstoß ausgeführte Trennwandanschluss an eine Leichtbeton-Außenwand zeigt grundsätzlich ein vermindertes Stoßstellendämm-Maß $K_{Ff,L}$. Dies wird rechnerisch durch eine Abminderung nach folgender Gleichung berücksichtigt:

$$K_{Ff,L} = K_{13, Norm} - \Delta K_{ij} \quad [dB] \quad (10)$$

Die Abminderung wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$\Delta K_{ij} = 0,5 \cdot (30,9 \cdot \lg(m'_{ges}/m'_0) - 20,2 - R_{w,L}) - 10 \lg[S_0(1/S_1 + 1/S_3)] \quad [dB] \quad (11)$$

mit: m'_{ges} = die flächenbezogene Masse der Außenwand in kg/m^2 ;

m'_0 = Bezugsgröße $1 kg/m^2$;

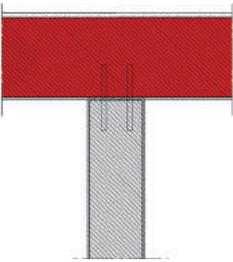
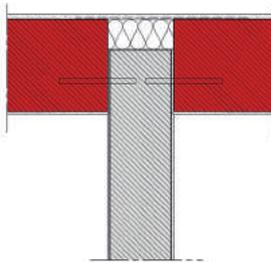
$R_{w,L}$ = die Unterschreitung der messtechnisch ermittelten Direktschalldämmung zu der aus der Massekurve zu erwartenden Direktschalldämmung der Außenwand

S_0 = Bezugsfläche $1,25 m^2$

S_1, S_3 = Fläche der flankierenden Außenwände in m^2

Trennwandeinbindungen oder besser -durchbindungen bewirken höhere Stoßstellendämm-Maße auf dem Flankenweg Ff in horizontaler Richtung. Durchbindungen, wie im rechten Bild der *Tabelle 3.6* dargestellt, werden rechnerisch um 2 dB gegenüber dem Normwert für homogene, schwere Außenwände abgemindert. Die folgende *Tabelle 3.6* enthält die in der Praxis auftretenden Unterschiede in der Ausführung der Details und die zu erwartenden Stoßstellendämm-Maße K_{Ff} .

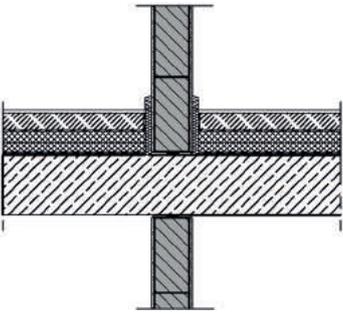
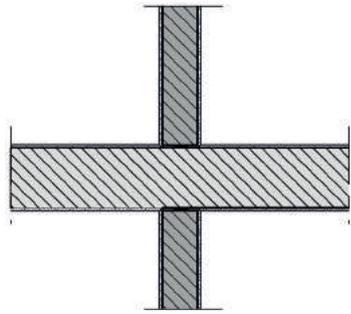
Tabelle 3.6: Nachgewiesene Anhaltswerte der Stoßstellendämm-Maße K_{Ff} von Außenwand-Trennwandanschlüssen für Bisotherm

Stumpfstoß einer Wohnungstrennwand an die Außenwand	Durchbindung einer Wohnungstrennwand mit Stirndämmung
	
$K_{Ff} \approx 6 \text{ dB}$	$K_{Ff} \approx 9 \text{ dB}$

3.3.3 Entkoppelte Bauteilanschlüsse

Insbesondere leichte massive Flankenbauteile lassen sich durch die Biegeschwingungen der in der Regel schweren Trennbauteile leicht zum Schwingen anregen und strahlen dann im Empfangsraum sehr viel Schallenergie ab. Um dies zu verhindern bietet es sich an, bei leichten massiven Trennwänden eine akustische Entkopplung vorzusehen. Die Auswertung von Baumesungen mit entkoppelten leichten Innenwänden mit einer flächenbezogenen Masse m' bis etwa 150 kg/m^2 zeigt bei Kreuzstößen Stoßstellendämm-Maße $\geq 25 \text{ dB}$, bei T-Stößen von 20 dB .

Tabelle 3.7: Anhaltswerte von Stoßstellendämm-Maßen K_{ff} von leichten Innenwänden an Trennbauteilen

Am Wandkopf zur Geschosdecke entkoppelte leichte Trennwand	Beiderseits einer Wohnungstrennwand entkoppelte leichte Trennwände
 <p>A cross-section diagram showing a vertical wall element meeting a horizontal floor slab. The wall and slab are connected at the top and bottom, but there is a visible gap or decoupling layer at the junction, indicated by hatching patterns.</p>	 <p>A cross-section diagram showing two vertical wall elements meeting at a horizontal junction. The walls are connected to each other and to the junction, but there is a visible gap or decoupling layer at the junction, indicated by hatching patterns.</p>
$K_{ff} \approx 20\text{--}25 \text{ dB}$	$K_{ff} \approx 20\text{--}25 \text{ dB}$

PRAXISTIPP ! Durch Messungen wurden für optimierte Stoßstellen deutlich verbesserte k_{ij} -Werte ermittelt.



4.1 Erhöhter Schallschutz in Mehrfamilienhäusern, Einfamilien-, Reihen- und Doppelhäusern

Besonders wichtig für den Schallschutz im Wohnungsbau ist die Abschirmung der Nachbarwohnungen, da die Wohnung dem Menschen zur Entspannung und zum Ausruhen dient und die Privatsphäre gewährleisten soll. Qualitätsanforderungen an einen erhöhten Schallschutz ergeben sich nicht nur aus einem expliziten Vertragstext, sondern auch durch sog. konkludente Vereinbarungen aus erläuternden und präzisierenden Erklärungen der Vertragsparteien, den konkreten Verhältnissen des Bauwerks und seines Umfeldes, dem qualitativen Zuschnitt und dem architektonischen Anspruch des Gebäudes.

PRAXISTIPP !

Um Unstimmigkeiten zu verhindern wird geraten, das Niveau eines erhöhten Schallschutzes im Interesse von Investoren, Eigentümern, Planern und Ausführenden stets rechtssicher vertraglich zu vereinbaren, beispielsweise nach DIN 4109-5 [11].

Erhöhte Schallschutz-Standards können zu Baukostensteigerungen führen, so dass diese vor einer verbindlichen Vereinbarung bekannt sein sollten. Häufig handelt es sich dabei nicht um baustoffgebundene Mehrkosten, sondern um Mehraufwand in der Qualität der Bauplanung, der Bauausführung und der Bauüberwachung.

4.2 Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz in Mehrfamilienhäusern nach DIN 4109-5

Die in den folgenden Tabellen 4 aufgeführten Schalldämm-Maße zum erhöhten Schallschutz basieren auf Erkenntnissen aus konkreten Bauvorhaben und sind im Massivbau auch insbesondere in kleinen Räumen mit hohen Anteilen flankierender Übertragung ohne Weiteres zu erreichen. Die Zusammenstellung ist unter den besonderen Gesichtspunkten der Praxisrelevanz, üblicher Gebäudeausstattung und der Würdigung geltender Normen und Regeln z. B. der Statik, des Brand- und Wärmeschutzes, der Bauwerksabdichtung und auch der Bauweise z. B. ohne Unterkellerung von Reihenhäusern erfolgt. Die Zahlenwerte stimmen im Wesentlichen mit den Anforderungswerten der DIN 4109-5 [11] überein.

Der aufgeführte Schallschutzstandard ist so ausgelegt, dass sowohl der Luftschallschutz als auch der Trittschallschutz in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander und gemeinsam zu einer im Vergleich mit den bauordnungsrechtlichen Anforderungen der DIN 4109 [3] deutlich verminderten Lautstärkeempfindung führen. Vorausgesetzt wird hierbei, dass ein in ruhigen Wohnlagen für die Abend- und Nachtstunden üblicher Grundgeräuschpegel innerhalb der Wohnung von etwa 20 dB vorliegt und die Aufenthaltsräume typische Raumvolumina und eine übliche Möblierung mit Nachhallzeiten von etwa 0,5 s aufweisen. Ein erhöhter Schallschutz muss schon bei der Planung eines Gebäudes z. B. durch eine günstige Anordnung der zu schützenden Räume, Auswahl geeigneter Baukonstruktionen etc. berücksichtigt werden.

PRAXISTIPP !

Sollte ein darüber hinaus gehender individuell festzulegender sehr hoher Schallschutz gewünscht sein, weil z. B. ein besonders lautes oder auch leises Wohnumfeld oder besondere Nutzungsanforderungen vorliegen, muss eine entsprechende Fachplanung durch einen Bauakustiker erfolgen.

Die in den folgenden Tabellen aufgeführten Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz gelten zum Luft- und Trittschallschutz von Aufenthaltsräumen und Wohnküchen gegen Geräusche aus fremden Räumen (z. B. Nachbarwohnungen) in Mehrfamilienhäusern. Sie gelten nicht für den Luft- und Trittschallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich sowie den Luft- und Trittschallschutz in Bädern.

4.3 Luft- und Trittschallschutz zwischen Einfamilien-, Reihen- und Doppelhäusern

Haustrennwände zwischen Doppel- und Reihenhäusern sollten grundsätzlich als zweischalige Konstruktionen ausgeführt werden. Einschalige Haustrennwände oder auch Kommunwände genannt, sind im Bereich von Einfamilien-, Reihen- oder Doppelhäusern nicht Stand der Technik und sollten daher nur in Ausnahmefällen und bei ausdrücklicher vertraglicher Vereinbarung realisiert werden.

In den folgenden Tabellen sind die in Abhängigkeit der Trennwandausbildung nach dem Stand der Technik zu erwartenden Schalldämm-Maße angegeben.

Tabelle 4.1: Kennwerte der Luftschalldämmung bei Ausführung zweischaliger Haustrennwände zwischen Einfamilienhäusern in Abhängigkeit von Trennwandausbildung und Raumanordnung

Trennwandsituation	Konstruktionsbedingter Schallschutz gemäß den anerkannten Regeln der Technik R'_{w}	Erhöhter Schallschutz R'_{w}
vollständig getrennte zweischalige Haustrennwand an Aufenthaltsräumen im Allgemeinen	≥ 62 dB	$\geq 67/64^*$ dB
zweischalige Haustrennwand bei nicht unterkellerten Aufenthaltsräumen, bzw. mit gemeinsamen Fundament oder bei weißer Wanne	$\geq 59^{**}/60$ dB	≥ 62 dB

* Unterkellerung als Weiße Wanne mit durchlaufenden flankierenden Kellerwänden ** Mindestanforderung gemäß DIN 4109-1

Tabelle 4.2: Kennwerte der Trittschalldämmung bei Ausführung zweischaliger Haustrennwände zwischen Einfamilienhäusern

Trennwandsituation	Trittschalldämmung über	Konstruktionsbedingter Schallschutz gemäß den anerkannten Regeln der Technik $L'_{n,w}$	Erhöhter Schallschutz $L'_{n,w}$
vollständig getrennte zweischalige Haustrennwand an Aufenthaltsräumen im Allgemeinen	Decken	≤ 41 dB	≤ 36 dB
	Treppenläufe und -podeste	≤ 46 dB	≤ 41 dB
zweischalige Haustrennwand bei nicht unterkellerten Aufenthaltsräumen bzw. mit gemeinsamen Fundament oder bei weißer Wanne	Kellerdecke, Bodenplatte auf Erdreich	≤ 46 dB	≤ 41 dB
	Treppenläufe und -podeste	≤ 46 dB	≤ 41 dB

Die Kennwerte für Trittschalldämmung gelten nur für die Trittschallübertragung in fremde Aufenthaltsräume ungeachtet der waagerechten, schrägen oder senkrechten Übertragungsrichtung.

4.4 Luft- und Trittschallschutz in Mehrfamilienhäusern

Tabelle 4.3: Bau-Schalldämm-Maße R'_w zum Schutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- und Arbeitsbereich in Mehrfamilienhäusern

Luftschalldämmung		Erhöhter Schallschutz R'_w
Horizontal	Wohnungstrennwände, Treppenhauswände, zwischen Aufenthaltsräumen von Wohnungen und fremden Räumen, zwischen Aufenthaltsräumen von Wohnungen und fremden Fluren bzw. Treppenhäusern	≥ 56 dB
Vertikal	Wohnungstrenndecken, zwischen Aufenthaltsräumen von Wohnungen und fremden Räumen	≥ 57 dB
Horizontal	Türen, die von Hausfluren oder Treppenräumen in Flure und Dielen von Wohnungen oder Arbeitsräumen führen	≥ 32 dB
	Türen, die von Hausfluren oder Treppenräumen unmittelbar in Aufenthaltsräume von Wohnungen führen	$\geq 42/40^*$ dB

* Die reduzierte Anforderung gilt unter der Voraussetzung, dass durch gleichwertige schallschutztechnische Maßnahmen wie Schallschleusen, offene Dielen im Eingangsbereich, der Schallschutz zwischen Treppenraum und Aufenthaltsraum verbessert wird

Tabelle 4.4: Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ zum Schutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- und Arbeitsbereich in Mehrfamilienhäusern

Trittschalldämmung		Erhöhter Schallschutz $L'_{n,w}$
In allen Richtungen	Decken zwischen Aufenthaltsräumen von Wohnungen und fremden Räumen	≤ 45 dB
	Decken, Podeste und Treppenläufe, zwischen Aufenthaltsräumen von Wohnungen und fremden Treppenhäusern	
	Decken unter Terrassen und Loggien über Aufenthaltsräumen	≤ 45 dB
	Decken unter Laubengängen	≤ 48 dB

Die Kennwerte für die Trittschalldämmung gelten nur für die Trittschallübertragung in fremde Aufenthaltsräume ungeachtet der waagerechten, schrägen oder senkrechten Übertragungsrichtung.

5.1 Mehrfamilienhaus mit Außenwänden aus wärmedämmendem Bisotherm-Mauerwerk

Gemäß DIN 4109 erfolgt die Auslegung der trennenden und flankierenden Bauteile nicht für jeden Raum eines Gebäudes. Der Nachweisführende sucht aus den Grundrissplänen und Gebäudeschnitten die akustisch ungünstigste Raumsituation und bemisst diese Bauteile. Die geplanten Bauteilaufbauten sind in *Tabelle 5.1* aufgeführt.

Bild 5.1: Objektbeispiel Mehrfamilienhaus aus Leichtbeton-Mauerwerk



Tabelle 5.1: Objektbeispiel Mehrfamilienhaus aus Bisotherm-Leichtbetonmauerwerk

Bauteilaufbau	Flächenbezogene Masse m' [kg/m ²]	Schalldämm-Maße
22 cm Stahlbeton-Geschossdecke, 60 mm Zementestrich auf 35 mm EPS-Trittschalldämmplatten	528	$R_w = 61,9$ dB $\Delta R_w = 6,5$ dB
24 cm Wohnungstrennwand aus Normaplan Vbl-P RDK 2,0 beidseits 10 mm Gipsputz	476	$R_w = 62,5$ dB
42,5 cm Bisoplan-Mauerwerk RDK 0,45 beidseitig verputzt	209	$R_{w,Bau,ref} = 48,0$ dB
17,5 cm Innenwand aus Normaplan Hbl RDK 1,2	213	$R_w = 51,7$ dB

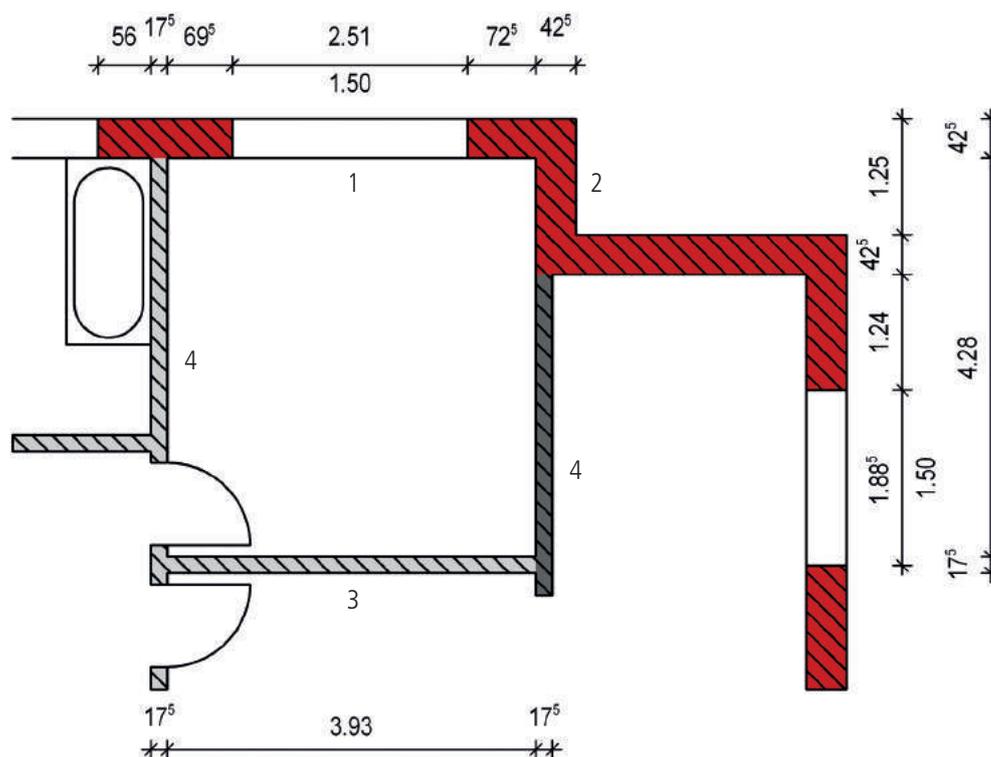
5.1.1 Vertikale Übertragungssituation Geschossdecke

Bei diesem Beispiel handelt es sich um zwei übereinander liegende Schlafräume mit zwei Außenwandflanken (Bild 5.2). Der Raum im EG und OG weist eine Grundfläche von je 16,8 m² auf. Die Stoßstellendämm-Maße ergeben sich gemäß Tabelle 5.2 und sind für die Außenwand-Deckenaufleger mit Durchbindung und Deckenstirndämmung errechnet.

Tabelle 5.2: Stoßstellendämm-Maße der vertikalen Übertragungssituation

Flanke	Stoßtyp	gemeinsame Kantenlänge [m]	Stoßstellendämm-Maße $K_{Df} - K_{Ff} - K_{Fd}$ [dB]
1 Außenwand/Decke/Außenwand	T-Stoß	3,93	5,6 - 10,7 - 5,6
2 Außenwand/Decke/Außenwand	T-Stoß	1,25	5,6 - 10,7 - 5,6
3 IW 17,5/Decke/IW 17,5	K-Stoß	3,93	8,1 - 13,9 - 8,1
4 IW 17,5/Decke/IW 17,5	K-Stoß	3,40 + 3,03	8,1 - 13,9 - 8,1

Bild 5.2: Grundriss der Wohnungen mit der vertikalen Übertragungssituation Kinderzimmer



Das berechnete Bau-Schalldämm-Maß beträgt $R'_{w} = 57,5$ dB. Dabei ist bereits ein Sicherheitsabschlag von 2 dB berücksichtigt. Betrachtet man die Einzelergebnisse, ist zu erkennen, dass die Flankenschalldämmung $R_{f,w}$ an der Stoßstelle 1 (Außenwand/Decke/Außenwand) den geringsten Wert aller Flanken-Übertragungswege aufzeigt.

Die Anforderungen an den erhöhten Schallschutz für eine ungünstige Raumsituation werden erfüllt.

Tabelle 5.3: Flankendämm-Maße und Bau-Schalldämm-Maß

Flanke	Stoßtyp	Flankendämm-Maß $R_{f,w}$
1 Außenwand/Decke/Außenwand	T-Stoß	65,8 dB
2 Außenwand/Decke/Außenwand	T-Stoß	70,8 dB
3 IW 17,5/Decke/IW 17,5	K-Stoß	70,9 dB
4 IW 17,5/Decke/IW 17,5	K-Stoß	68,8 dB
5 Trennbauteil inkl. Flankenanteile $R_{d,w}$		68,4 dB
Bau-Schalldämm-Maß R'_{w}		59,5 dB

PRAXISTIPP !

Betrachtet man die Einzelergebnisse, ist zu erkennen, dass die Flankenschalldämmung $R_{f,w}$ an der Stoßstelle 1 der langen Außenwand den geringsten Wert aller Flanken-Übertragungswege aufzeigt. Soll die Schalldämmung insgesamt erhöht werden, ist hier eine Verbesserung sinnvoll.

Trittschalldämmung der Stahlbeton-Geschossdecke zu einem darunterliegenden Raum

Äquivalenter, bewerteter Norm-Trittschallpegel der Rohdecke:

$$L_{n,eq,0,w} = 164 - 35 \lg(528 \text{ kg/m}^3) = 68,7 \text{ dB}$$

Trittschallminderung durch einen 65 mm dicken schwimmenden Zementestrich mit 130 kg/m^2 auf Trittschalldämmung mit einer dynamischen Steifigkeit $s' = 20 \text{ MN/m}^3$

$$\Delta L_w = 13 \lg(130 \text{ kg/m}^2) - 14,2 \lg(20 \text{ MN/m}^3) + 20,8 = 29,8 \text{ dB}$$

Korrekturwert für die Übertragung flankierender Bauteile mit einer durchschnittlichen flächenbezogenen Masse $m' = 211 \text{ kg/m}^2$

$$K = 0,6 + 5,5 \lg(528 \text{ kg/m}^3 / 211 \text{ kg/m}^2) = 2,8 \text{ dB}$$

Der bewertete Norm-Trittschallpegel der Geschossdecke zum darunterliegenden Raum beträgt:

$$L'_{n,w} = 68,7 - 29,8 + 2,8 = 41,7 \text{ dB} + 3 \text{ dB}$$

Unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlags von 3 dB ergibt sich ein Rechenwert des Norm-Trittschallpegels $L'_{n,w}$ von 44,7 dB.

Die Anforderungen an den erhöhten Schallschutz zur darunterliegenden Wohnung sind erfüllt.

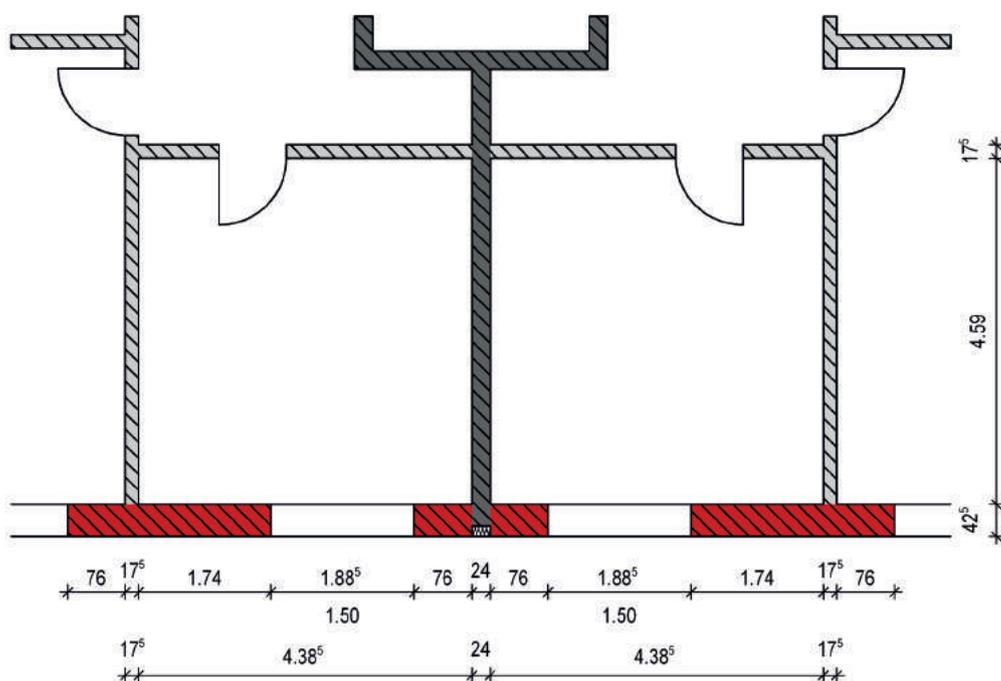
5.1.2 Horizontale Übertragungssituation einschalige Wohnungstrennwand

Bei diesem Beispiel wird die Schalldämmung zwischen zwei an einer Wohnungstrennwand liegenden Räumen berechnet (Bild 5.3). Die Räume haben eine gemeinsame Trennwandfläche von $4,59 \cdot 2,5 = 11,5 \text{ m}^2$. Die Stoßstellendämm-Maße sind in Tabelle 5.5 aufgeführt. Die Berechnung des Stoßstellendämm-Maßes Außenwand – Wohnungstrennwandanschlusses basiert auf den normativen Stoßstellenberechnung unter Berücksichtigung eines Abschlags von 2 dB – siehe Abschnitt 3.2.2.

Tabelle 5.4: Stoßstellendämm-Maße der horizontalen Übertragungssituation

Flanke	Stoßtyp	gemeinsame Kantenlänge [m]	Stoßstellendämm-Maße $K_{Df} - K_{Ff} - K_{Fd}$ [dB]
1 Außenwand/Trennwand/Außenwand mit Durchbindung	T-Stoß	2,5	5,9 – 9,1 – 5,4
2 IW 17,5/Trennwand/IW 17,5	K-Stoß	2,5	7,6 – 13,5 – 7,6
3 Boden/Trennwand/Boden	K-Stoß	4,59	5,7 – 7,9 – 5,7
4 Decke/Trennwand/Decke	K-Stoß	4,59	5,7 – 7,9 – 5,7

Bild 5.3: Grundriss zweier nebeneinander liegender Wohnräume



Das berechnete Bau-Schalldämm-Maß beträgt $R'_{w} = 56,7$ dB. Dabei ist bereits ein Sicherheitsabschlag von 2 dB berücksichtigt. Betrachtet man die Einzelergebnisse ist zu erkennen, dass die Flankenschalldämmung $R_{f,w}$ an der Stoßstelle 1 (Außenwand/Wohnungstrennwand/Außenwand) den geringsten Wert aller Flanken-Übertragungswege aufzeigt.

Die Anforderungen an den erhöhten Schallschutz für eine ungünstige Raumsituation werden erfüllt.

Tabelle 5.5: Flankendämm-Maße und Bau-Schalldämm-Maß

Flanke	Stoßtyp	Flankendämm-Maß $R_{f,w}$
1 Außenwand/Wohnungstrennwand/Außenwand	T-Stoß Durchbindung	63,7 dB
2 IW 17,5/Wohnungstrennwand/IW 17,5	K-Stoß	69,8 dB
3 WTW 30/Boden/WTW 30	K-Stoß	77,7 dB
4 WTW 30/Decke/WTW 30	K-Stoß	70,6 dB
5 Trennbauteil inkl. Flankenanteile $R_{d,w}$		63,4 dB
Bau-Schalldämm-Maß R'_{w}		58,7 dB

PRAXISTIPP !

Betrachtet man die Einzelergebnisse, ist zu erkennen, dass die Flankenschalldämmung $R_{f,w}$ an der Stoßstelle 1 der langen Außenwand den geringsten Wert aller Flanken-Übertragungswege aufzeigt. Soll die Schalldämmung insgesamt erhöht werden, ist hier eine Verbesserung sinnvoll.



5.1.3 Horizontale Übertragungssituation zweischalige Wohnungstrennwand

Bei diesem Beispiel wird die erreichbare Schalldämmung einer zweischaligen Wohnungstrennwand statt der in Kapitel 5.1.2 betrachteten einschaligen Wand ermittelt. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Geschossdecken im Bereich der zweischaligen Trennwand sowie die flankierenden Außen- und Innenwände ebenfalls vollständig getrennt sind. Die Berechnung der Schalldämmung erfolgt nach den Regelungen für zweischalige Haustrennwände gemäß Kapitel 2.2.

Der Wandaufbau stellt sich wie folgt dar:

Bauteilaufbau	Flächenbezogene Masse $m' \text{ [kg/m}^2\text{]}$	Schalldämm-Maße
Trennbauteil		
2 · 15 cm Bisotherm Normaplan Vbl-P RDK 2,0, beidseits mit 10 mm Gipsputz, 30 mm Fuge mit Mineralwoll-Dämmplatten WTH	590	$R'_{w,1} = 63,4 \text{ dB}$
Zu berücksichtigende Flankenbauteile		
3 WTW 30/Boden/WTW 30	209	–
4 WTW 30/Decke/WTW 30	213	–
5 Trennbauteil inkl. Flankenanteile $R_{d,w}$	538	–
Bau-Schalldämm-Maß R'_w	317	–

Der Korrekturwert K für die Flankenübertragung beträgt 0 dB, da die mittlere flächenbezogene Masse der drei maßgeblichen Flanken mit 317 kg/m^2 die flächenbezogene Masse einer Trennwandschale von 295 kg/m^2 übersteigt.

Die Kelleraußenwände sind aus Stahlbeton als weiße Wanne ausgebildet. Im Erdgeschoss beträgt das bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,2} = 63,4 + 9 = 72,4 \text{ dB}$. In den Geschossen darüber ergibt sich $R'_{w,2} = 63,4 + 12 = 74,4 \text{ dB}$. In beiden Fällen ist ein pauschaler Sicherheitsbeiwert von 2 dB abzuziehen, um den Rechenwert des Bau-Schalldämm-Maßes zu erhalten.

Der Schallschutz der Konstruktion ergibt gegenüber der Ausführung einer 30 cm dicken einschaligen Wohnungstrennwand in horizontaler Richtung eine 13 – 15 dB höhere Schalldämmung.

Untersucht man die Auswirkungen auf die Schalldämmung der Geschossdecke zwischen den Wohnräumen, die in vertikaler Richtung an der Wohnungstrennwand liegen, ergibt sich folgendes Ergebnis:

Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß der Geschossdecke mit einschaliger flankierender Wohnungstrennwand: $R'_w = 58,4 \text{ dB}$

Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß der Geschossdecke mit zweischaliger flankierender Wohnungstrennwand: $R'_w = 57,7 \text{ dB}$

Die Schalldämmung der Geschossdecke verringert sich bei der untersuchten Ausführung mit zweischaliger Wohnungstrennwand aus 2 · 15 cm Bisotherm Normaplan Vbl-P RDK 2,0 um knapp 1 dB. Der Grund liegt in der verminderten Flankenschalldämmung auf dem Übertragungsweg der nun leichteren Wohnungstrennwandschale sowie der sich aus der Zweischaligkeit ergebenden verminderten Stoßstellendämmung eines T-Stoßes an der Decke gegenüber einem Kreuzstoß bei durchlaufender Geschossdecke mit gemeinsamer einschaliger Wohnungstrennwand.

5.2 Schutz gegen Außenlärm

Der markierte Raum links (*Bild 5.2*) soll hinsichtlich seiner Schalldämmung gegen Außenlärm bemessen werden. Der maßgebliche Außenlärmpegel im Lärmpegelbereich III erfordert ein resultierendes Bau-Schalldämm-Maß erf.

$R'_{w,ges}$ von 65 dB – 30 dB – 35 dB (*vgl. Abschnitt 2.1*).

Die Fensterfläche beträgt $2,51 \text{ m} \cdot 1,50 \text{ m} = 3,8 \text{ m}^2$. Die Außenwandfläche ist $(3,93 + 1,25) \text{ m} \cdot 2,5 \text{ m} - 3,8 \text{ m}^2 = 9,15 \text{ m}^2$ groß.

Die Grundfläche des Raumes beträgt $3,93 \text{ m} \cdot 4,28 \text{ m} = 16,8 \text{ m}^2$.

Für den rechnerischen Nachweis gilt:

$$R'_{w,ges} - 2 \text{ dB} \geq \text{erf. } R'_{w,ges} + K_{AL} \quad (10)$$

Zu der erforderlichen Schalldämmung der Fassade $R'_{w,ges}$ muss eine Raumkorrektur wie folgt vorgenommen werden:

$$K_{AL} = 10 \cdot \lg (S_{(W+F)} / 0,8 \cdot S_G) = 10 \cdot \lg (12,95 \text{ m}^2 / 0,8 \cdot 16,8 \text{ m}^2) = -0,3 \text{ dB}$$

Die erforderliche Schalldämmung der Fassade muss demnach 36,7 dB betragen.

Die Außenwand weist ein bewertetes Schalldämm-Maß $R_{w,ref}$ Bau,ref von 49,5 dB [7] auf. Werden Fenster mit einer Schalldämmung R_w von etwa 32 dB eingesetzt, kann nach dem vereinfachten Verfahren gemäß DIN 4109-2 bzw. *Gleichung (1)* das resultierende Schalldämm-Maß der Fassade wie folgt bestimmt werden:

$$R'_{w,res} = 49,5 - 10 \cdot \lg (1 + 3,8 \text{ m}^2 / (3,8 \text{ m}^2 + 9,15 \text{ m}^2) \cdot (10^{(49,5 \text{ dB} - 32 \text{ dB})/10} - 1)) = 37,1 \text{ dB}$$

Die Schalldämmung der Fassade erfüllt somit unter Berücksichtigung der Raumkorrektur und eines Sicherheitsabschlags von 2 dB die Anforderungen des Lärmpegelbereichs III.



5.3 Schalldämmung einer zweischaligen Haustrennwand

Die Luftschalldämmung zweischaliger Haustrennwände kann im Gegensatz zur bisherigen Vorgehensweise Gemäß DIN 4109 nun auch für Bausituationen im Erdgeschoss ohne Unterkellerung bzw. bei Ausführungen mit unvollständiger Trennung der Wandscheiben bestimmt werden [9].

Die zu bewertende Haustrennwand ist wie folgt aufgebaut: 2 · 17,5 cm Normaplan Vbl-P RDK 2,0, raumseitig je 10 mm Kalkgipsputz, Scha- lenabstand 30 mm mit Mineralwollplatte WTH gefüllt. Die flächenbezogene Masse m' ergibt sich gemäß *Tabelle 2.2* zu:

$$2 \cdot 0,175 \text{ m} \cdot (1900 - 100) \text{ kg/m}^3 + 2 \cdot 0,01 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 685 \text{ kg/m}^2.$$

Das bewertete Schalldämm-Maß $R'_{w,1}$ der zweischaligen Haustrennwand in Abhängigkeit der flächenbezogenen Masse m' wird nach *Gleichung (2)* bestimmt:

$$R'_{w,1} = 28 \cdot \lg 685 - 20 = 59,4 \text{ dB}.$$

In diesem Schalldämm-Maß ist bereits ein Sicherheitsabschlag von 2 dB enthalten.

In Abhängigkeit der Geschosslage und der Art der Fundamentausbildung werden die Zuschlagswerte $\Delta R_{w,Tr}$ aus *Tabelle 2.2* angewandt. Weiterhin ist die Korrektur K zum Einfluss der Flankenübertragung zu ermitteln. Dazu müssen die flächenbezogenen Massen der flankierenden Bauteile in den einzelnen Geschossen berechnet werden. Die mittlere flächenbezogene Masse der Flankenbauteile in den Wohnge- schossen beträgt ca. 310 kg/m², daraus ergibt sich gemäß *Tabelle 2.2* eine Korrektur K von 0,9 dB.

Das bewertete Schalldämm-Maß der zweischaligen Haustrennwand beträgt in Erd- und Obergeschoss bei vollständiger Trennung der Scha- len und der flankierenden Bauteile ab Oberkante Kellerdecke, auch gültig für alle darüber liegenden Geschosse demnach:

$$R_{w,2} = 59,4 \text{ dB} + 12 \text{ dB} - 0,9 \text{ dB} = 70,5 \text{ dB}.$$

Die erhöhten Anforderungen von $R'_w = 67 \text{ dB}$ zwischen Räumen, unter denen sich mindestens ein Geschoss, befindet werden sicher erfüllt.





6. Wichtige Begriffe aus der Broschüre

$L'_{n,w}$	Bewerteter Norm-Trittschallpegel im Bau mit Flankenübertragung Einzahlangabe des Trittschallpegels einer Decke ohne flankierende Übertragung, bezogen auf eine Bezugsabsorptionsfläche von $A_0 = 10 \text{ m}^2$
ΔL_w	Bewertete Trittschallminderung Einzahlangabe zur Kennzeichnung der Verbesserung der Trittschalldämmung einer Massivdecke durch eine Deckenauflage
m'	Flächenbezogene Masse Masse je Flächeneinheit eines flächigen Bauteils
$m'_{f,m}$	Mittlere flächenbezogene Masse der flankierenden Bauteile
$R_{Dd,w}$	Bewertetes Direktchalldämm-Maß des trennenden Bauteils Einzahlangabe der Schalldämmung eines Bauteils, bei der ausschließlich die Schallübertragung über das Bauteil selbst unter Ausschluss jeglicher anderer Übertragungswege betrachtet wird
$R_{Ff,w}$	Bewertetes Flankendämm-Maß für die Übertragungswege Ff, Df und Fd
$R_{Df,w}$	Bewertetes Flankendämm-Maß für den Übertragungsweg Df
$R_{Fd,w}$	Bewertetes Flankendämm-Maß für den Übertragungsweg Fd
R_w	Bewertetes Schalldämm-Maß ohne Flankenübertragung Einzahlangabe des Schalldämm-Maßes eines Bauteils ohne flankierende Übertragung
R'_w	Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß mit Flankenübertragung Einzahlangabe der Schalldämmung zwischen zwei Räumen unter Berücksichtigung aller in Frage kommenden Schallübertragungswege
$R'_{w,1}$	Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß einer einschaligen Wand
$R'_{w,2}$	Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß einer zweischaligen Haustrennwand
$R'_{w,2}$	Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß einer zweischaligen Wand
$R'_{w,ges}$	Gesamtes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß
$R'_{w,res}$	Bewertetes Schalldämm-Maß zusammengesetzter Bauteile
$\Delta R_{w,Tr}$	Zweischaligkeitszuschlag
K	Korrekturwert Flankenübertragung Trittschall Massivbau Wert zur Berücksichtigung der flankierenden Übertragung bei Trittschallanregung
K_{AL}	Korrekturwert Außenlärm Wert zur Festlegung der Anforderung an den Schallschutz von Außenbauteilen unter Berücksichtigung des Verhältnisses der schallübertragenden Fassadenfläche zur Grundfläche des Empfangsraumes
K_{ij}	Stoßstellendämm-Maß Größe zur Beschreibung der Minderung der Körperschallübertragung an einer im Übertragungsweg liegenden Diskontinuität (Stoßstelle) nach DIN EN ISO 10848-1
$\Delta R_{w,L}$	Unterschreitung der messtechnische ermittelten Direktchalldämmung zu der aus der Massekurve zu erwartenden Direktchalldämmung

Weitere Begriffe und Symbole finden Sie in den entsprechenden Normen.

7. Literatur

- [1] Gösele, Schüle, Künzel: Schall, Wärme, Feuchte, 10. Auflage, Bauverlag, Wiesbaden 1997
- [2] Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA): Die allgemein anerkannten Regeln der Technik in der Bauakustik – Memorandum; DEGA BR 0101, März 2011, Berlin.
- [3] DIN 4109-1: Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen, Ausgabe Januar 2018, Beuth Verlag, Berlin.
- [4] Schneider, M., Fischer, H.-M.: Umsetzung der europäischen Normen des baulichen Schallschutzes für die Leichtbetonindustrie. Abschlussbericht Nr. 1372 der Hochschule für Technik, Stuttgart, 2002.
- [5] VDI 4100 Richtlinie: Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung, Ausgabe August 2007, Beuth Verlag, Berlin.
- [6] Deutsches Institut für Bautechnik: Musterliste der Technischen Baubestimmungen, Anlage 4.2/1, Berlin 2012.
- [7] DIN 4109-2: Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen, Ausgabe Januar 2018, Beuth Verlag, Berlin.
- [8] DIN 4109-32: Schallschutz im Hochbau – Teil 32: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Massivbau, Ausgabe Juli 2016, Beuth Verlag, Berlin.
- [9] Maack, J.: Schallschutz zwischen Reihenhäusern mit unvollständiger Trennung, ITA Ingenieurgesellschaft, Abschlussbericht F 2474, Fraunhofer IRB Verlag, 1995, Stuttgart.
- [10] DIN EN ISO 12354-1: Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften, Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen, November 2017, Beuth Verlag, Berlin.
- [11] DIN 4109-5: Schallschutz im Hochbau – Anforderungen für einen erhöhten Schallschutz im Wohnungsbau
- [12] DIN 4109: Schallschutz im Hochbau. Beuth Verlag, Berlin.
- [13] DIN EN 13162: Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle
- [14] DIN 4108-10: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe – Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe
- [15] Allgemein bauaufsichtliche Zulassung Z.23.22-2075, aus Januar 2017, Bisotherm
- [16] DIN 18148:2000-10 Hohlwandplatten aus Leichtbeton
- [17] DIN V 18151-100:2005-10 Hohlblöcke aus Leichtbeton – Teil 100: Hohlblöcke mit besonderen Eigenschaften
- [18] DIN V 18152-100:2005-10 Vollsteine und Vollblöcke aus Leichtbeton – Teil 100: Vollsteine und Vollblöcke mit besonderen Eigenschaften
- [19] DIN V 18153-100:2005-10 Mauersteine aus Beton (Normalbeton) – Teil 100: Mauersteine mit besonderen Eigenschaften
- [20] DIN 20000-403: 2019-11 Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 403: Regeln für die Verwendung von Mauersteinen aus Beton nach DIN EN 771-3
- [21] Werte zum Teil von Fördergemeinschaft Gutes Hören
- [22] DIN EN 1996: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten mit nationalen Anhängen

**Broschüre erstellt unter Mitwirkung von
Dipl.-Ing. Michael Gierga, Bottrop**



BISO-HOTLINE: +49 2630 9876-0
FAX: +49 2630 9876-92



info@bisotherm.de



BISOAIRSTREAM®-HOTLINE:
 +49 2630 9876-60



LIEFERSERVICE:
 „just in time“



www.bisotherm.de



TECHNIK-SUPPORT:
 Beratung, Wärmeschutz,
 Schallschutz, Statik ...

SERVICE

Vertretungen Deutschland:

Ljubomir Nikolow
 19306 Neustadt-Glewe
 +49 157 74015944
ljubomir.nikolow@bisotherm.de

Achim Bremer
 51643 Gummersbach
 +49 175 2229852
achim.bremer@bisotherm.de

**Günter Ax + Sohn
 Winand Ax**
 56218 Mülheim-Kärlich
 +49 171 6298553
winand.ax@bisotherm.de

André Retterath
 56743 Mendig
 +49 170 2273402
a.retterath@bisotherm.de

Thomas Rimmel
 57234 Wilnsdorf
 +49 171 6264374
thomas.rimmel@bisotherm.de

Jörg Ewen
 66809 Nalbach
 +49 177 7536335
joerg.ewen@bisotherm.de

Vertretungen Schweiz:

Bernhard Wyss
 FL-9497 Triesenberg
 +41 793462869
b.wyss@bisotherm.ch

Stammwerk:

**1 Dr. Carl Riffer GmbH &
 Co. KG Baustoffwerke**
 56218 Mülheim-Kärlich
 Verwaltung: Eisenbahnstr. 12
 LKW-Einfahrt:
 Landstraße 21-49
 +49 2630 9875-12/14

Lieferwerke:

**2 Rausch Therm
 Stein GmbH**
 56637 Plaidt
 Miesenheimer Straße 81
 +49 2630 9876-0

3 J. Hillen GmbH
 Schornsteinsysteme, BisoArt
 56566 Neuwied
 Dierdorfer Str. 530
 +49 2630 9876-60

**4 Dr. Carl Riffer GmbH &
 Co. KG Baustoffwerke**
 Schüttungen, Rutsch-Ex
 56566 Neuwied
 Gladbacher Feld 5
 +49 2630 9876-0

**5 ROTEC GmbH & Co. KG
 ROHSTOFF-TECHNIK**
 Waschbims, Substrate
 56220 Urmitz
 Bubenheimer Weg
 +49 2630 9876-0

6 WEM GmbH
 BISOHEAT Wandheizung
 56220 Urmitz
 Rudolf-Diesel-Straße 37
 +49 2630 9876-88

**7 WESER
 Bauelemente-Werk GmbH**
 31737 Rinteln
 Alte Todenmänner Straße 39
 +49 5751 9604-30

**8 Schnuch
 SB-Baustoffe GmbH**
 56220 Bassenheim
 Karmelenbergerweg 42
 +49 2625 95300



ONLINE ANSCHAUEN



Bisotherm®

Eisenbahnstraße 12 | 56218 Mülheim-Kärlich