

Nachweis nach
DIN 4109:2016-07



[ks-original.de](https://www.ks-original.de)

Schallschutz.

Sicher geplant und einfach ausgeführt
mit Kalksandstein.

* KEINE SORGEN.

Der Kalksandstein
KS*

1. Schallschutz im Überblick	3
2. Nutzererwartung und Schallschutznormung	4
2.1 Anforderungen nach DIN 4109 als „untere Grenze“	5
2.2 Empfehlungen zum erhöhten Schallschutz	5
2.2.1 DIN 4109 Beiblatt 2	5
2.2.2 VDI 4100	5
2.2.3 DEGA-Empfehlung 103: Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis	5
2.3 Aktuelle Regelwerke zum Schallschutz führen in die Sackgasse	8
2.4 Empfehlungen der Kalksandsteinindustrie	9
3. KS-Schallschutzrechner – zeitgemäße Schallschutzplanung	10
3.1 Höhere Genauigkeit durch neue Rechenverfahren	10
3.2 Der KS-Schallschutzrechner als Nachweisprogramm	11
3.3 Nachweis anhand der maßgeblichen Übertragungssituation	13
3.4 Sicherheitsabschlag	13
4. Lösungswege mit Konstruktionen aus Kalksandstein	14
4.1 Grundlagen zur Schallschutzkonzeption	14
4.2 Empfehlungen für den Geschosswohnungsbau	14
4.3 Schallschutz im eigenen Wohnbereich	15
5. Bauausführung als Schlüssel zum Erfolg	17
5.1 Hinweise zur Ausführung des Trennbauteils	17
5.2 Hinweise zur Ausführung der Anschlussdetails	17
5.2.1 Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Außenwand	18
5.2.2 Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Innenwand	19
5.2.3 Abgewinkelte Wohnungstrennwand	21
5.2.4 Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Geschossdecke bzw. Dach	23
5.3 Ausführung und Einfluss von Installationen	24
6. Reihen- und Doppelhaustrennwände	25
7. Fazit	28
Literatur	29

KALKSANDSTEIN
Schallschutz sicher geplant – einfach ausgeführt
Hrsg.: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.
Entenfangweg 15, 30419 Hannover,
Telefon 0511/2 79 54-0
www.kalksandstein.de
www.facebook.com/kalksandstein

Stand: Juni 2016

Redaktion:
Dipl.-Ing. R. Herz, Ludwigshafen
Dipl.-Ing. G. Meyer, Hehlen
Dipl.-Wirtsch.-Ing. O. Pekrul, Hannover
Dipl.-Ing. O. Roschkowski, Duisburg
Dipl.-Ing. C. Runge, Ahlhorn
Dr.-Ing. M. Schäfers, Hannover

BV-9071-17/09

Alle Angaben erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen, jedoch ohne Gewähr.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung.

Schutzgebühr € 5,-

Gesamtproduktion und
© by Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf

1. SCHALLSCHUTZ IM ÜBERBLICK

Über 70 % der Bevölkerung fühlen sich durch Lärm gestört (vgl. Bild 1). Dies belegt eine Trendbefragung aus dem Jahr 2008 [1]. Weitere Ergebnisse der Befragung sind:

- Für eine deutliche Mehrheit (61 %) der Mieter und Besitzer ist Lärmbelästigung sogar ein Umzugsgrund (vgl. Bild 2). Knapp jeder Sechste hat aus diesem Anlass bereits die Wohnung oder das Haus gewechselt oder denkt darüber nach.
- Neben dem Lärm von Straßen und öffentlichen Verkehrsmitteln (ca. 35 %) fühlen sich die Bewohner indirekt oder direkt durch den Lärm der Nachbarn gestört, Bild 3.

Wissenschaftlich ist belegt, dass Lärm nicht nur belästigt, sondern auch gesundheitlich belastet und zu chronischen Erkrankungen führen kann. Daher werden hohe Erwartungen an den Schallschutz gestellt. Besonders wichtig ist es, dieses optisch nicht sichtbare Qualitätskennzeichen eindeutig zwischen den Baubeteiligten zu beschreiben. Geschieht dies nicht, so sind Streitigkeiten die Folge, die sich im Wesentlichen mit der Frage beschäftigen, welche Leistung geschuldet und erbracht wurde.

Etwa 20 % der Baustreitigkeiten vor Gericht werden im Bereich Schallschutz ausgetragen.

Weitere, häufig auftretende Gründe für Streitigkeiten sind:

- In Planung und Ausführung werden Fehler gemacht, z.B. ungünstige Anordnung von schutzbedürftigen Räumen, mangelhafte Planung und Ausführung der Stoßstellen.
- Die Lärmbelästigung nimmt zu, sowohl im privaten Umfeld als auch im Beruf.
- Guter/schlechter Schallschutz ist nicht sichtbar.
- Mängel im Schallschutz lassen sich kaum oder nur unter erheblichem Aufwand nachbessern.

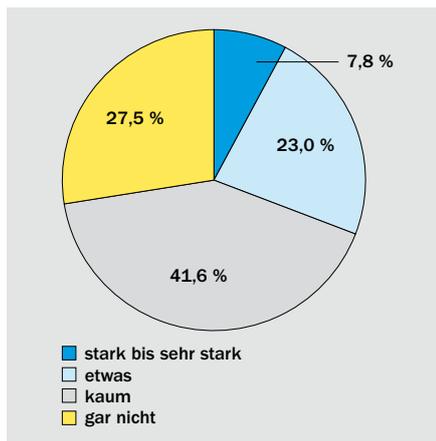


Bild 1: Wie sehr fühlen Sie sich in Ihrer Wohnung/Ihrem Haus durch Lärm belästigt [1]

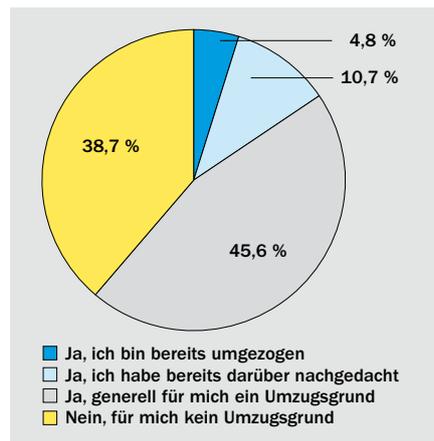


Bild 2: Würden Sie aufgrund von Lärmbelästigung einen Umzug in Erwägung ziehen? [1]

Tafel 1: Bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ und das Durchhören von Sprache [2]

Sprachverständlichkeit	Erforderliches bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$	
	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

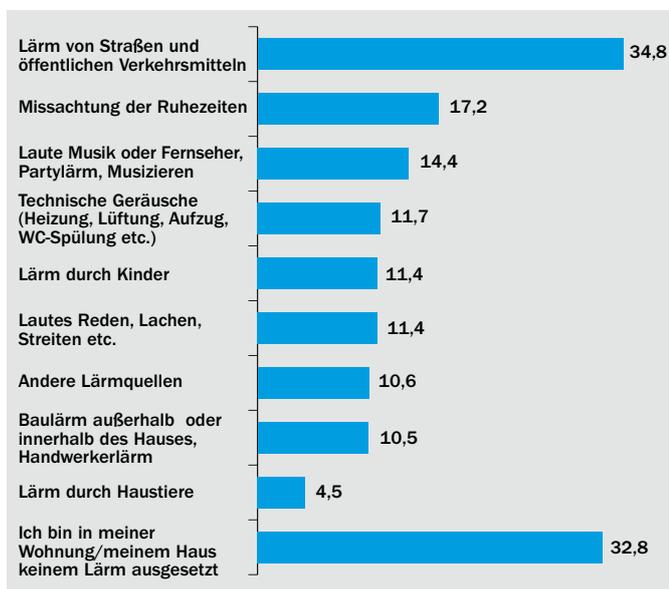


Bild 3: Welchen Arten von Lärm fühlen Sie sich zu Hause ausgesetzt? [1]

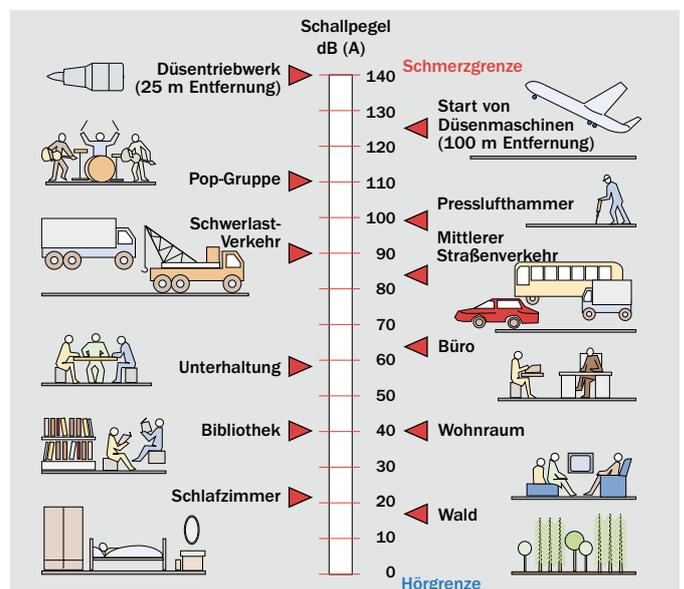


Bild 4: Schallpegel unterschiedlicher Verursacher

Die Schallübertragung zwischen zwei Räumen im realen Gebäude erfolgt neben der direkten Übertragung über das Trennbauteil (gekennzeichnet durch das Direktschalldämm-Maß R_w) auch über die flankierenden Bauteile (Bild 5). Die Gesamtschalldämmung setzt sich also aus dem Direktschalldämm-Maß R_w des Trennbauteils und der flankierenden Übertragung zum bewerteten Schalldämm-Maß R'_w zusammen. Die flankierende Übertragung resultiert aus der Höhe der Direktschalldämm-Maße der Flankenbauteile und der Ausbildung der Stoßstellen (siehe Bild 5).

Weitere Ausführungen hierzu siehe Abschnitt 2 und [3].

Schallschutz nach DIN 4109

In DIN 4109-1 [4] werden Anforderungen an den erforderlichen Schallschutz gestellt. Dies sind Mindestanforderungen, die auch ohne Vereinbarung baurechtlich geschuldet sind.

Schallschutz nach DIN 4109 stellt nur das Mindestmaß dar. Bei erhöhten Anforderungen sind diese zu beschreiben und zu vereinbaren.

Aufgrund der in DIN 4109 festgelegten Anforderungen, kann nicht erwartet werden, dass Geräusche von außen oder aus benachbarten Räumen nicht mehr wahrgenommen werden. Daraus ergibt sich insbesondere die Notwendigkeit gegenseitiger Rücksichtnahme durch Vermeidung unnötigen Lärms.

In den letzten Jahren haben sich für einige Bereiche der Bautechnik standardmäßige

Grundkonstruktionen durchgesetzt. Der Einsatz dieser Konstruktionen kann bewirken, dass ein über die Anforderungen von DIN 4109 hinausgehender Schallschutz erreicht wird. Dies betrifft vor allem den Einsatz zweischaliger Haustrennwände (siehe z.B. [5]). Da der Einsatz derartiger Konstruktionen mittlerweile als allgemein anerkannte Regel der Technik (aaRdT) betrachtet wird, gelten auch die mit ihnen zu erreichenden schalltechnischen Kennwerte als allgemein anerkannte Regel der Technik.

Tafel 2 enthält mögliche Lösungen mit Kalksandstein zur Erfüllung der Anforderungen nach DIN 4109.

Erhöhter Schallschutz

Ein über das ohnehin geschuldete Maß (Schallschutz nach DIN 4109) hinausgehender erhöhter Schallschutz ist ein wesentliches Qualitäts- und Komfortmerkmal. Da der Begriff „erhöhter Schallschutz“ in verschiedenen Regelwerken ([6]; [7]; [8]; [9]; [10]) mit unterschiedlichen Zahlenwerten verbunden ist, sind klare Vereinbarungen über den geschuldeten Schallschutz zu empfehlen.

Guter Schallschutz ist nicht nachrüstbar! Erhöhte Anforderungen an den Schallschutz einzelner oder aller Bauteile sind konkret zwischen Bauherren und Entwurfsverfasser zu vereinbaren.

Erhöhter Schallschutz kann auch durch die Vereinbarung bestimmter Bauweisen bzw. Baukonstruktionen vereinbart sein. Der Bundesgerichtshof (BGH) führt im Urteil vom 14.06.2007 (VII ZR 45/06) hierzu aus: „Können durch die vereinbarte Bau-

weise bei einwandfreier, den anerkannten Regeln der Technik hinsichtlich der Bauausführung entsprechender Ausführung höhere Schallschutzwerte erreicht werden, als sie sich aus den Anforderungen der DIN 4109 [Anmerkung: oder anderen Regelwerken] ergeben, sind diese Werte unabhängig davon geschuldet, welche Bedeutung den Schalldämm-Maßen der DIN 4109 sonst zukommt.“ [9]

Der erhöhte Schallschutz liegt nach allgemeiner Erkenntnis vor, wenn eine deutlich spürbare Verbesserung gegenüber dem Schallschutz nach DIN 4109 vorhanden ist. Bei einschaligen Wänden ist daher eine Erhöhung des Anforderungswertes nach DIN 4109 um mindestens 3 dB und bei zweischaligen Wänden um mindestens 5 dB erforderlich.

Tafel 3 enthält Lösungsvorschläge zur Erfüllung der Anforderungen an den erhöhten Schallschutz.

2. NUTZERERWARTUNG UND SCHALLSCHUTZNORMUNG

Die Nutzererwartung bezüglich des Schallschutzes entspricht zumeist nicht dem vertraglich vereinbarten und bauaufsichtlich geschuldeten Niveau. Eine mangelnde Aufklärung der Bauherren über die Diskrepanz zwischen seinem Wunsch und bauaufsichtlich geschuldeter Realität führt zu einer Vielzahl an Baustreitigkeiten über das sensible Thema Lärm und Schallschutz.

Der Schallschutz ist eine wesentliche Planungsaufgabe. Es ist wichtig, die Aspekte des Schallschutzes bereits während der Planungsphase zu beachten und die Grundrisse und die Konstruktionen dahingehend zu optimieren. Ein guter Schallschutz stellt sich nicht automatisch ein, sondern ist bewusst zu planen. Wesentlichen Einfluss hat hier neben dem Trennbauteil und den Flanken die Ausführung der Anschlussdetails, die in Abschnitt 5 behandelt wird.

Entscheidend für die Wahrnehmung der Lärmbelastigung ist der Grundgeräuschpegel. Je geringer der Grundgeräuschpegel, desto besser ist die Sprachverständlichkeit. Tafel 1 zeigt diesen Zusammenhang. Somit kann ein niedrigerer Grundgeräuschpegel zu einer höheren Anforderung an das Schalldämm-Maß führen.

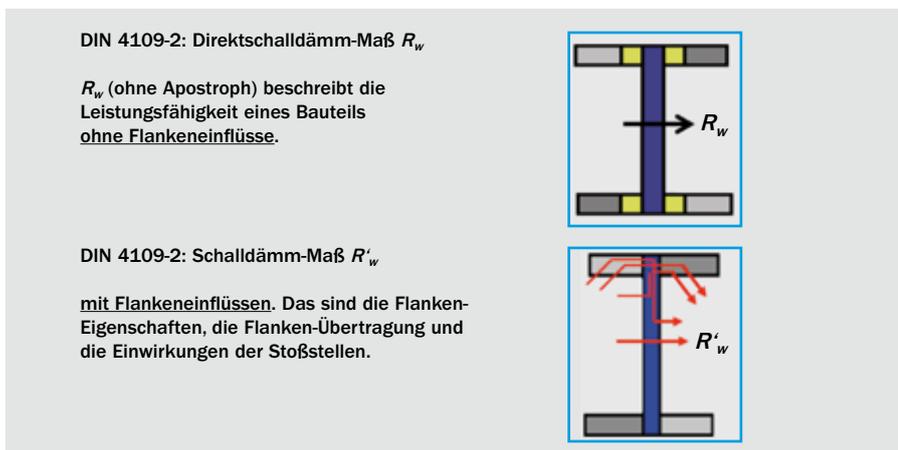


Bild 5: Direktschalldämm-Maß R_w und bewertetes Schalldämm-Maß R'_w

2.1 Anforderungen nach DIN 4109 als „untere Grenze“

Die Nutzererwartung bezüglich des Schallschutzes liegt zumeist über dem bauaufsichtlich geschuldeten Mindest-Schallschutz gemäß DIN 4109. Laut Urteil des Bundesgerichtshofs sind „die Schalldämm-Maße der DIN 4109 von vornherein nicht geeignet, als anerkannte Regeln der Technik zu gelten“ [11]. Sie dienen lediglich der Festlegung eines Schallschutz-Niveaus zum Schutz gegen unzumutbare Belästigungen, legen also keinen Schallschutz fest, der für Wohnungen mit üblichem Qualitäts- und Komfortstandard angewendet werden kann. Privatrechtlich ist demzufolge ein höheres Niveau geschuldet, vgl. [9], [11]. Anhaltspunkte für die Vereinbarung eines über DIN 4109 hinausgehenden erhöhten Schallschutzes können gemäß [11] die Regelwerke VDI 4100:2007-08 oder das Beiblatt 2 der DIN 4109 liefern.

In Ergänzung zu oben genannten Gerichtsurteilen wird im DEGA Memorandum folgende Auffassung zur anerkannten Regel der Technik geäußert:

„Die zunehmend unter wärmetechnischen Aspekten dimensionierten Außenbauteile haben sich auf den Schallschutz zwischen Wohnungen nur teilweise positiv ausgewirkt. Mit den gegenwärtig auch üblichen Bauweisen mit leichten, massiven Außen- und Innenwandkonstruktionen als flankierende Bauteile sind in der Regel keine besseren Werte für die Luftschalldämmung von Wänden/Decken zwischen Wohnungen und Arbeitsräumen in Mehrfamilienhäusern erreichbar, als in dem Normblatt DIN 4109, Ausgabe 1989 mit $R'_w \geq 53/54$ dB mindestens gefordert.“ [5]

Bei Gebäuden mit funktionsgetrennten KS-Außenwandkonstruktionen und massiven KS-Innenwänden liegt die anerkannte Regel der Technik (im Sinne des DEGA Memorandums: DIN 4109) jedoch höher.

2.2 Empfehlungen zum erhöhten Schallschutz

2.2.1 DIN 4109 Beiblatt 2

Beiblatt 2 zu DIN 4109 enthält unter anderem Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz und Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich. Die Werte der Empfehlungen nach Beiblatt 2 zu DIN 4109 sind Tafel 4 zu entnehmen.

Die Empfehlungen in Beiblatt 2 für den erhöhten Schallschutz von Wohnungstrenn-

wänden und -decken weisen mit 2 dB bzw. 1 dB nur eine sehr geringe Differenz zu den bauaufsichtlichen Mindestanforderungen nach DIN 4109 auf. Um eine wahrnehmbare Verbesserung gegenüber den Mindestanforderungen nach DIN 4109 zu erreichen, ist hingegen mindestens eine Verbesserung von 3 dB erforderlich. Deshalb ist ein Schallschutz gemäß DIN 4109 Beiblatt 2 im Geschosswohnungsbau in der Regel nicht ausreichend, um rechtssicher einen erhöhten Schallschutz zu vereinbaren.

2.2.2 VDI 4100

Neben dem Beiblatt 2 zu DIN 4109 steht dem Planer die VDI-Richtlinie 4100 als Grundlage für privatrechtliche vertragliche Vereinbarungen zur Verfügung. Die Empfehlungen gliedern sich in drei Schallschutzstufen: SSt I, SSt II und SSt III. Während die Ausgabe des Jahres 2007 die Mindestanforderungen an den Schallschutz aus DIN 4109 in der Schallschutzstufe SSt I aufgriff, ist die neue Ausgabe des Jahres 2012 vollkommen losgelöst von DIN 4109 und umfasst lediglich Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz, wobei die Anforderungswerte gegenüber der Ausgabe 2007 deutlich erhöht wurden. Eine weitere wesentliche Änderung der Neuausgabe der VDI-Richtlinie ist die Umstellung auf eine neue volumen- und richtungsabhängige Anforderungsgröße: die Bewertete Standard-Pegeldifferenz $D_{n,T,w}$. Die Regelungen und Empfehlungen innerhalb der Neufassung der Richtlinie VDI 4100 werden in der Fachwelt kontrovers diskutiert. Der Diskussion können die folgenden Kernthesen entnommen werden:

- Die vollständige Abkopplung von DIN 4109 (sowohl hinsichtlich der Kenngrößen als auch hinsichtlich der Anforderungshöhe) wird von verschiedenen Seiten kritisch gesehen.
- Teilweise wird empfohlen, sich bei der Vereinbarung eines erhöhten Schallschutzes auch zukünftig auf die alte VDI 4100:2007 zu beziehen.
- Im Falle des Luftschallschutzes in Wohngebäuden entspricht die SSt II (2007) nunmehr lediglich etwa SSt I (2012).
- Die Zuordnung, dass in VDI 4100:2012 die SSt II einer Wohnung mit durchschnittlichen Komfortansprüchen entspricht, wird im Allgemeinen nicht akzeptiert. Eher wird nach wie vor die

SSt II (2007) zur Abgrenzung gegenüber dem Mindestschallschutz gewählt.

Die obigen Aussagen werden belegt durch eine Studienarbeit, die durch die Kalksandsteinindustrie in Auftrag gegeben wurde [12]. Die Ergebnisse zeigen, dass bei üblicher Planung und Bauausführung (Kalksandstein-Mauerwerk mit hohen Rohdichten) 60 % der untersuchten horizontalen Übertragungssituationen in SSt II (2007) fallen. Bei optimierter Schallschutzplanung wird erwartet, dass ohne Mehrkosten noch mehr Einstufungen in die SSt II (2007) erfolgen könnten.

Angesichts dieser Zusammenhänge wird geraten, Anforderungen, die über die Schallschutzstufe I der VDI 4100:2012 hinausgehen, nur dann vertraglich zu vereinbaren, wenn im Planungsstadium die sichere konstruktive Umsetzung aufgezeigt werden kann.

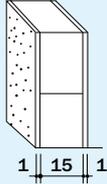
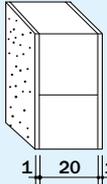
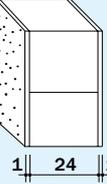
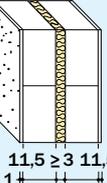
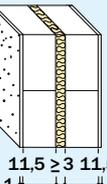
2.2.3 DEGA-Empfehlung 103: Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis

Die DEGA-Empfehlung 103 [10] wurde 2009 von der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DEGA) veröffentlicht. Sie beschreibt ein Konzept zur Klassifizierung von Wohneinheiten mittels Schallschutzklassen. Die sieben Schallschutzklassen werden als Ergänzung der Schallschutzanforderungen der Norm DIN 4109 definiert. Im Wesentlichen werden folgende Ziele verfolgt:

- Schaffung eines mehrstufigen Systems zur differenzierten Planung und Kennzeichnung des baulichen Schallschutzes zwischen Raumsituationen unabhängig von der Art des Gebäudes
- Entwicklung eines Punktesystems auf dieser Basis zur einfachen Kennzeichnung des Schallschutzes von ganzen Wohneinheiten oder Gebäuden

Der DEGA-Schallschutzausweis ähnelt in seiner Systematik anderen Labelling-Systemen wie z.B. der Energiekennzeichnung Weißer Ware und bietet somit dem Nutzer (in der Regel akustischer Laie) die Möglichkeit zur Orientierung (Bild 6). Deshalb kann der DEGA-Schallschutzausweis als ein sehr sinnvolles Werkzeug zur schallschutztechnischen Klassifizierung von Wohneinheiten bzw. -gebäuden betrachtet werden.

Tafel 2: Die Anforderungen an den Mindestschallschutz, Beispiellösungen

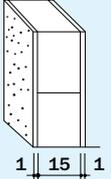
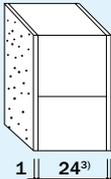
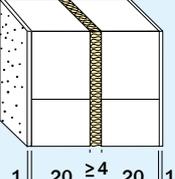
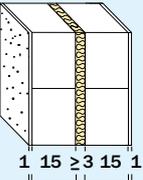
Anforderungen nach DIN 4109-1:2016, z.B. für Wände zwischen	erf. R'_w	So nehmen Sie den Lärm wahr ¹⁾	Lösung mit Kalksandstein ²⁾		
			Wandaufbau ³⁾ [cm]	R_w	R'_w
<ul style="list-style-type: none"> – Übernachtungsräumen – Krankenräumen – Unterrichtsräumen 	47	<p>Normale Sprache: teilweise verständlich, i.A. hörbar</p> <p>Laute Sprache (Rufen): gut verständlich, sehr deutlich hörbar</p> <p>Musik aus Radio und TV (Zimmerlautstärke): sehr deutlich hörbar</p>	 <p>1 15 1</p> <p>RDK $\geq 1,8$</p>	53,2	49,4
<ul style="list-style-type: none"> – Treppenhaus und Wohnungen – Wohnungen und Aufenthaltsräumen – Räumen in Altenwohn- und -pflegeheimen 	53	<p>Normale Sprache: unverständlich, noch hörbar</p> <p>Laute Sprache (Rufen): teilweise verständlich, i.A. hörbar</p> <p>Musik aus Radio und TV (Zimmerlautstärke): deutlich hörbar</p>	 <p>1 20 1</p> <p>RDK $\geq 2,0$</p>	58,2	53,4
<ul style="list-style-type: none"> – Durchfahrten, Einfahrten von Sammelgaragen u.Ä. – Spiel- und ähnlichen Gemeinschaftsräumen – Unterrichtsräumen – „Besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen (Küchenanlagen, Gaststätten usw.) 	55	<p>Normale Sprache: unverständlich, i.A. hörbar</p> <p>Laute Sprache (Rufen): i.A. verständlich, i.A. hörbar</p> <p>Musik aus Radio und TV (Zimmerlautstärke): deutlich hörbar</p>	 <p>1 24 1</p> <p>RDK $\geq 2,0$</p>	60,5	55,2
<ul style="list-style-type: none"> – Doppel-/ Reihenhäusern ohne Kellergeschoss (mit Anforderungen an den Schallschutz im Erdgeschoss) – (Bodenplatte durchgehend, Außenwände getrennt) – Zuschlag EG: 6 dB – Zuschlag OG: 12 dB 	EG: 59 OG: 62	<p>Normale Sprache: unverständlich, unhörbar</p> <p>Laute Sprache (Rufen): i.A. unverständlich, noch hörbar</p> <p>Musik aus Radio und TV (Zimmerlautstärke): noch hörbar</p> <p>Laute Musik: hörbar</p>	 <p>11,5 \geq 3 11,5</p> <p>1# #1</p> <p>RDK $\geq 2,0$</p>		EG: 60 OG: 66
<ul style="list-style-type: none"> – Doppel-/ Reihenhäusern mit Kellergeschoss (ohne Anforderungen an den Schallschutz im Kellergeschoss) – Zuschlag KG: 6 dB – Zuschlag EG: 12 dB 	KG: – EG: 62		 <p>11,5 \geq 3 11,5</p> <p>1# #1</p> <p>RDK $\geq 1,6$</p>		KG: 57 EG: 63

¹⁾ Bei einem Grundgeräuschpegel von 25 dB (A)

²⁾ Die Lösung mit Kalksandstein (Nachweis mit KS-Schallschutzrechner mit Sicherheitsabschlag/Vorhaltemaß 2 dB) gilt für folgende Randbedingungen: Flankierende Decken mind. 18 cm Stahlbeton, Außenwände 17,5 cm Kalksandstein RDK 2,0 mit WDVS (Thermohaut), Innenwände 11,5 cm Kalksandstein RDK 1,8, alle Wände und Decken sind starr angeschlossen (z.B. Stumpfstoß). Es sind T-Stöße vorausgesetzt, mit der Ausnahme, dass an der flankierenden Innenwand und an der unteren Geschossdecke ein Kreuzstoß vorliegt. Beispiel mit 12,5 m² Trennwandfläche (Skizze in Tafel 3).

³⁾ Die angegebenen Putze weisen je eine flächenbezogene Masse von 10 kg/m² auf.

Tafel 3: Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz, Beispiellösungen

Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz, z.B. für Wände zwischen	erf. R'_w	So nehmen Sie den Lärm wahr ¹⁾	Lösung mit Kalksandstein ⁴⁾		
			Wandaufbau ⁵⁾ [cm]	R_w	R'_w
– „Lauten“ und „leisen“ Räumen im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich, z.B. zwischen Wohn- und Schlafzimmer	47	Normale Sprache: teilweise verständlich, i.A. hörbar Laute Sprache (Rufen): gut verständlich, sehr deutlich hörbar Musik aus Radio und TV (Zimmerlautstärke): sehr deutlich hörbar	 RDK $\geq 1,8$	53,2	49,4
– Treppenhaus und Wohnungen – Wohnungen und Aufenthaltsräumen – Räumen in Altenwohn- und -pflegeheimen	56	Normale Sprache: unverständlich, unhörbar Laute Sprache (Rufen): i.A. unverständlich, teilweise hörbar Musik aus Radio und TV (Zimmerlautstärke): hörbar	 RDK $\geq 2,2$	61,8	56,2
Doppel-/Reihenhäusern, Voraussetzungen: – Ohne Untergeschoss oder mit hochwertig genutztem Untergeschoss (mit Anforderungen an den Schallschutz im Untergeschoss) – Getrennte Bodenplatte – Trennfuge ≥ 4 cm und mit Mineralfaserplatten Typ WTH vollflächig gefüllt – Trennfuge durchgehend bis auf das Fundament 1) Zuschlag EG: 6 dB 2) Zuschlag OG: 12 dB	67	Normale Sprache: unverständlich, unhörbar Laute Sprache (Rufen): unverständlich, unhörbar Musik aus Radio und TV (Zimmerlautstärke): i.A. unhörbar Laute Musik: noch hörbar	 RDK $\geq 2,0$		EG: 67 ³⁾ OG: 72
Doppel-/Reihenhäusern, Voraussetzungen: – Mit Untergeschoss (ohne Anforderungen an den Schallschutz im Untergeschoss) – Trennfuge ≥ 3 cm und mit Mineralfaserplatten Typ WTH vollflächig gefüllt – Trennfuge durchgehend bis auf das Fundament – Zuschlag OG: 12 dB	KG: – EG: 67		 RDK $\geq 1,8$		OG: 68

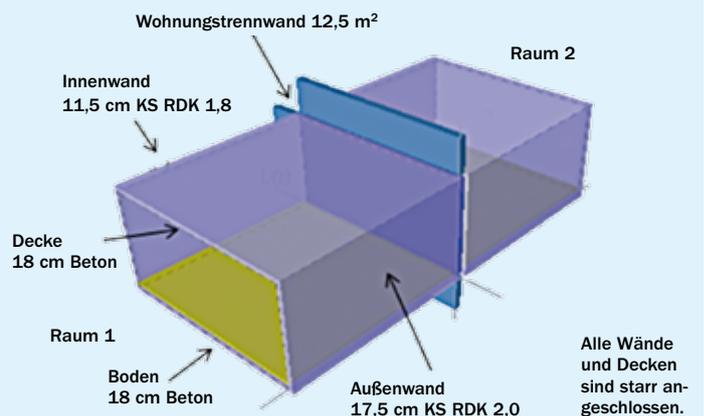
¹⁾ Bei einem Grundgeräuschpegel von 25 dB (A)

²⁾ Alternativ: Kalksandstein, $d = 26,5$ cm, RDK = 2,0 mit beidseitig Putz ($2 \cdot 10$ mm \triangleq $2 \cdot 10$ kg/m²)

³⁾ Ausführung nach Bild 38

⁴⁾ Die Lösung mit Kalksandstein (Nachweis mit KS-Schallschutzrechner mit Sicherheitsabschlag/Vorhaltemaß 2 dB) gilt für folgende Randbedingungen: Flankierende Decken mind. 18 cm Stahlbeton, Außenwände 17,5 cm Kalksandstein RDK 2,0 mit WDVS (Thermohaut), Innenwände 11,5 cm Kalksandstein RDK 1,8, alle Wände und Decken sind starr angeschlossen (z.B. Stumpfstoß). Es sind T-Stöße vorausgesetzt, mit der Ausnahme, dass an der flankierenden Innenwand und an der unteren Geschossdecke ein Kreuzstoß vorliegt. Beispiel mit 12,5 m² Trennwandfläche.

⁵⁾ Die angegebenen Putze weisen je eine flächenbezogene Masse von 10 kg/m² auf.



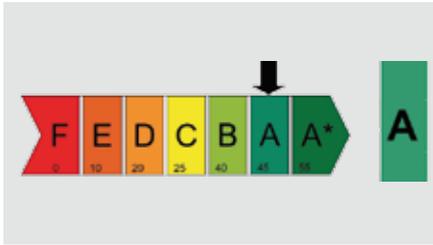


Bild 6: Bewertungsskala aus dem DEGA-Schallschutzausweis [10]

Ungeachtet dessen eignet sich der DEGA-Schallschutzausweis jedoch nicht zur rechtssicheren Vereinbarung eines Schallschutzniveaus, weil dort keine Differenzierung zwischen Mehrfamilienhäusern (Geschosswohnungsbau) und Reihen- bzw. Doppelhäusern vorgenommen wird. Die

se Unterscheidung spielt im Rahmen der Rechtsprechung in Deutschland bei der Beantwortung der Frage nach einem geschuldeten Schallschutz jedoch immer eine Rolle.

2.3 Aktuelle Regelwerke zum Schallschutz führen in die Sackgasse

DIN 4109 legt – wie bereits beschrieben – ausschließlich bauaufsichtlich geschuldete Anforderungen an den baulichen Schallschutz fest. Dies hat sich auch mit der neu erschienenen Norm nicht geändert und wird in DIN 4109-1 dadurch unterstrichen, dass der Titel „Schallschutz im Hochbau, Teil 1: **Mindestanforderungen**“ lautet. Demzufolge entsprechen die Anforderungen in DIN 4109 für den Wohnungsbau weiterhin nicht den anerkannten Regeln der Technik. Zur privatrechtlichen Ver-

einbarung eines Schalldämm-Niveaus ist DIN 4109 deshalb in der Regel weiterhin ungeeignet. Für besonders kostengünstige Wohngebäude sind gesonderte Vereinbarungen auf Basis der DIN 4109 möglich.

Die Vereinbarung der Empfehlungen des Beiblatts 2 birgt, wie in Abschnitt 2.2.1 beschrieben, eine deutliche Rechtsunsicherheit, da aufgrund der geringen Differenz der für den Wohnungsbau empfohlenen Schalldämm-Maße zum Mindestschallschutz (2 dB bei horizontaler und nur 1 dB bei vertikaler Schallübertragung) kein wahrnehmbarer Qualitätsunterschied für die Bewohner vorliegt.

VDI 4100:2012 spricht indes Empfehlungen aus, bei denen bereits die als „durchschnittlich“ gekennzeichnete SSt II in aller

Tafel 4: Anforderungen und Empfehlungen zum baulichen Schallschutz

		DIN 4109-1: 2016	DIN 4109:1989	Beiblatt 2 zu DIN 4109: 1989	Empfehlung Kalksandstein- industrie ¹⁾	VDI 4100:2007			VDI 4100:2012			
						SSt I	SSt II	SSt III	SSt I	SSt II	SSt III	
Randbedingungen	Anwendungsgebiet	Mindestschallschutz Bauaufsichtlich relevante Anforderungen		Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz (Vorschläge für vertragliche Vereinbarungen)								
	Schutzbedürftige Räume	Aufenthaltsräume						Räume mit Grundflächen $\geq 8 \text{ m}^2$				
	Anforderungskenngrößen	$R'_w / L'_{n,w} / L_{AF,max,n}$						$D_{nT,w} / L'_{nT,w} / L_{AF,max,nT}$				
Anforderungen/Empfehlungen	Mehrfamilienhaus	Luftschallübertragung horizontal	53	53	55	56	53	56	59	56	59	64
		Luftschallübertragung vertikal	54	54	55	57	54	57	60			
		Trittschallübertragung Decken	50	53	46	46	53	46	39	51	44	37
		Trittschallübertragung Treppen	53	58	46	46	58	53	46			
		Luftschallübertragung Tür: Treppenhaus – Flur	27 ²⁾	27 ²⁾	37 ²⁾	32 ²⁾	–	–	–	–	–	–
		Luftschallübertragung Tür: Treppenhaus – Aufenthalts- raum	37 ²⁾	37 ²⁾	–	– ³⁾	–	–	–	–	–	–
		Gebäudetechnische Anlagen	30	30	–	27	30	30	25	30	27	24
	Reihen-/Doppelhaus	Luftschallübertragung (unterstes Geschoss)	59	57	67	67	57	63	68	65	69	73
		Luftschallübertragung (alle anderen Geschosse)	62									
		Trittschallübertragung Decken	41	48	38	38	48	41	34	46	39	32
		Trittschallübertragung Boden- platte	46			41						
		Trittschallübertragung Treppen	46			53						
Gebäudetechnische Anlagen	30	30	–	25	30	25	20	30	25	22		

¹⁾ Für den Schutz gegen Außenlärm werden die Anforderungen von DIN 4109 empfohlen. Für den erhöhten Schallschutz raumlufttechnischer Anlagen wird für den Geräuscherzeuger $L_{AFeq,nT} \leq 22 \text{ dB (A)}$ empfohlen.

²⁾ Schalldämm-Maß R'_w

³⁾ Bei erhöhten Anforderungen an den Schallschutz wird diese Art der Grundrissgestaltung nicht empfohlen.

⁴⁾ Mit schalltechnisch entkoppelten Treppen sind deutlich geringere Werte möglich.

Regel nicht mit im Wohnungsbau üblichen Konstruktionen – selbst bei der Wahl ausschließlich schwerer Bauteile mit hohen Rohdichten – realisiert werden kann.

Dies ist für die Planungspraxis ein äußerst unbefriedigender Zustand und es wäre zu wünschen, dass eine Harmonisierung zwischen den verschiedenen Regelwerken und Empfehlungen erfolgen würde. Da dies in absehbarer Zeit jedoch nicht zu erwarten ist, werden nachfolgend für Gebäude aus Kalksandstein Empfehlungen gegeben, die für die privatrechtliche Vereinbarung des Schallschutzes herangezogen werden können. Diese Empfehlungen weisen gegenüber den zuvor beschriebenen Regelwerken den Vorteil auf, dass Sie die Leistungsfähigkeit der konkreten Bauweise widerspiegeln (vgl. auch [9]) und durch einen in der Regel wahrnehmbaren Unterschied zum Mindestschallschutz eine möglichst hohe Rechtssicherheit bieten.

2.4 Empfehlungen der Kalksandsteinindustrie

Die öffentlich-rechtlich geschuldete Schallschutzanforderung ist die Anforderung gemäß DIN 4109. Dieses Niveau ist in jedem Fall geschuldet und kann als „untere Auffangregel“ verstanden werden. In aller Regel ist für den Schallschutz zwischen Wohneinheiten privatrechtlich allerdings ein höheres Niveau geschuldet. Tafel 4 gibt einen Überblick über die Festlegungen verschiedener Regelwerke und die Empfehlungen der Kalksandsteinindustrie. Um sich wahrnehmbar von der Mindestanforderung der DIN 4109 abzuheben und ein konstruktiv sicher erreichbares Niveau zu wählen, empfiehlt es sich, für den horizontalen Luftschallschutz ein R'_{w} von 56 dB zu vereinbaren. Dies liefert eine hörbare Verbesserung und kann mit üblichen Kalksandstein-Konstruktionen des Geschosswohnungsbaus bei mängelfreier Ausführung sicher erreicht werden (vgl. auch [13]). Ebenso empfiehlt sich ein Anforderungswert von $R'_{w} = 57$ dB für den Luftschallschutz vertikal und $L'_{n,w} = 46$ dB für den Trittschallschutz zur Vereinbarung eines erhöhten Schallschutzes (Bild 7).

Die Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz zwischen Reihen- bzw. Doppelhäusern berücksichtigen eine Verbesserung gegenüber dem Mindestschallschutz von 5 dB.

Es ist zu beachten, dass der Schallschutz für jedes Objekt zu planen und mit den nachfolgend dargestellten Methoden rechnerisch zu dimensionieren ist.

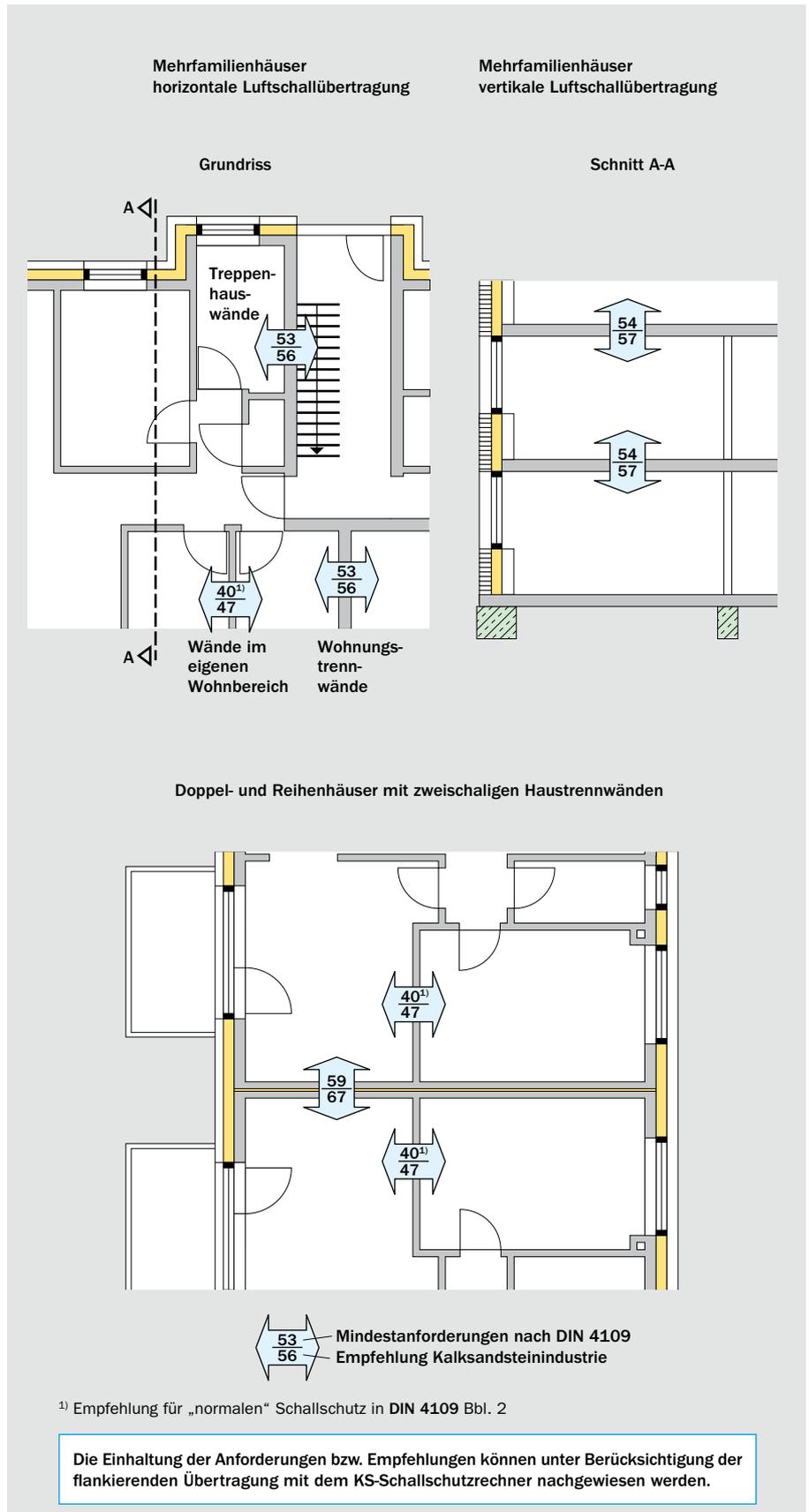


Bild 7: Mindestanforderungen nach DIN 4109 und Empfehlungen der Kalksandsteinindustrie für die erhöhte Luftschalldämmung zwischen geschlossenen Räumen mit Trennwänden ohne Türen (R'_{w})

3. KS-SCHALLSCHUTZRECHNER – ZEITGEMÄSSE SCHALLSCHUTZPLANUNG

Die rechnerische Dimensionierung des Schallschutzes erfolgte nach dem bisherigen Verfahren gemäß DIN 4109 Beiblatt 1 im Wesentlichen in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse des Trennbauteils. Weitere Parameter, die einen maßgeblichen Einfluss auf den tatsächlich erreichbaren Schallschutz haben, wurden außer Acht gelassen oder nur pauschal berücksichtigt (siehe Tafel 5). Daher ist dieses Verfahren in seinem Anwendungsbereich und seiner Prognose-Genauigkeit deutlichen Einschränkungen unterlegen. Vor diesem Hintergrund enthält die neue Schallschutznorm DIN 4109-2:2016 [14] für die Berechnung des Luftschallschutzes das europäisch harmonisierte Verfahren nach DIN EN 12354-1, welches systematisch alle an der Schallübertragung beteiligten Wege berücksichtigt.

Die in Tafel 5 aufgezeigten Einflussparameter auf den resultierenden Schallschutz werden nachfolgend näher betrachtet. Darüber hinaus erfolgt eine Erläuterung des Berechnungsverfahrens der neuen DIN 4109. Das Berechnungswerkzeug „KS-Schallschutzrechner“ wird vorgestellt und Kriterien zur Wahl der maßgeblichen Übertragungssituation aufgestellt.

3.1 Höhere Genauigkeit durch neue Rechenverfahren

Das Rechenverfahren nach DIN EN 12354-1 bzw. DIN 4109-2 zur Prognose des Luftschallschutzes zwischen Wohnungen berücksichtigt systematisch alle Schallübertragungswege, deren Beiträge zur gesamten Schallübertragung zusammengefasst werden (vgl. Bild 8).

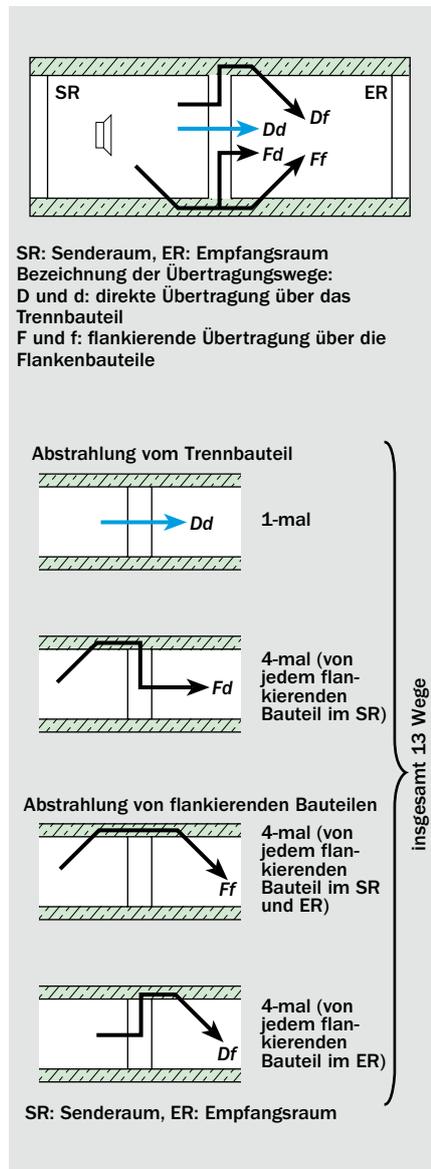


Bild 8: Direkte und flankierende Übertragungswerte zwischen zwei Räumen [3]

Bild 8 zeigt, dass sich eine Übertragungssituation aus insgesamt 13 Übertragungswege zusammensetzt. Zwölf dieser Wege sind Flanken-Übertragungswege.

Das Rechenverfahren nach DIN 4109-2:2016 gilt zunächst für umlaufend starr angeschlossene Trennbauteile, wie sie im Massivbau üblich sind. Die Entkopplung einschaliger Bauteile gegenüber den angrenzenden Bauteilen führt zu einer verminderten Energieübertragung an den Bauteilrändern, zu einem veränderten Schwingungsverhalten des Trennbauteils und damit zu einer Erhöhung der Schallenergie auf dem Bauteil selbst. Dadurch wird seine Direktdämmung vermindert. Andererseits kann durch die Entkopplung die Flankendämmung erhöht werden.

Die zusätzliche Berücksichtigung der Stoßeigenschaftensorten sorgt für eine exaktere Prognose der bauakustischen Eigenschaften eines Gebäudes und liefert der schalltechnischen Planung neue Ansätze zur Optimierung.

Sehr kleine Trennbauteilflächen führen im Rahmen des neuen Rechenmodells zu einer überproportional starken Bewertung der flankierenden Übertragung. Dies führt dazu, dass die Kenngröße R'_{w} insbesondere im Falle versetzt angeordneter Räume mit kleinen Trennbauteilflächen keine plausible Beschreibung des wahrnehmbaren Schallschutzes liefert.

Deshalb wird die Anforderung in DIN 4109:2016 im Falle gemeinsamer Trennflächen $< 10 \text{ m}^2$ an $D_{n,w}$ gestellt, was dem Ansatz einer Mindest-Trennbauteilfläche von 10 m^2 entspricht. Alternativ kann bei der Planung des erhöhten Schallschutzes auch die Kenngröße $D_{nT,w}$ herangezogen werden.

Tafel 5: Im Rechenmodell berücksichtigte Einflussparameter

	DIN 4109 Bbl. 1	DIN 4109-2
Masse des Trennbauteils m'	✓	✓
Masse der Flanken m'	Pauschal	✓
Trennbauteilfläche S_s	–	✓ ¹⁾
Kantenlängen der Flanken l_f	–	✓
Flankenfläche A_f	–	✓
Anbindung der Flanken	–	✓
Kreuz- oder T-Stoß	–	✓
Elastische Entkopplung	–	✓
Vorsatzschale auf Flanken	Pauschal	✓
Ungünstige Lochung	–	✓

Eine ausführliche Darstellung des Rechenverfahrens findet sich in [3] und [15]. Die grundsätzliche Vorgehensweise ist in Bild 9 dargestellt.

Die beschriebenen Einflussfaktoren auf das resultierende Schalldämm-Maß zeigen, dass die Berechnung mit Hilfe eines geeigneten Berechnungsprogramms naheliegend ist. Hierzu kann der KS-Schallschutzrechner genutzt werden, der auf der Homepage www.kalksandstein.de zum kostenlosen Download zur Verfügung steht und im Folgenden vorgestellt wird.

¹⁾ Bei gemeinsamen Trennflächen $< 10 \text{ m}^2$ wird die Anforderung in DIN 4109:2016 an $D_{n,w}$ gestellt.

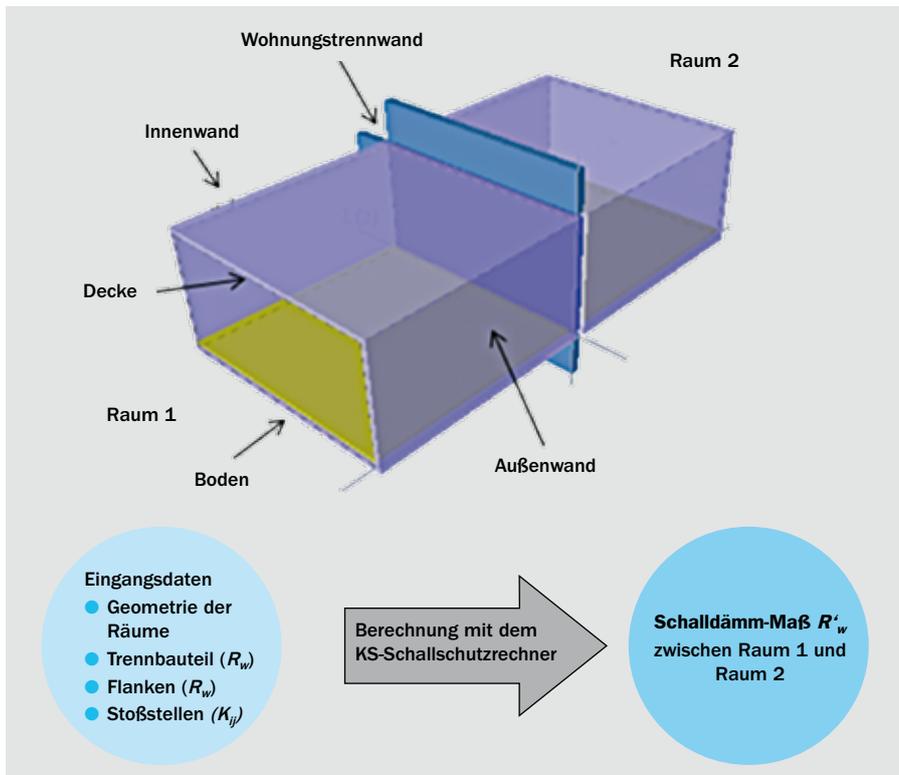


Bild 9: Berechnungsvorgehen mit dem KS-Schallschutzrechner

Tafel 6: Direktschalldämm-Maße von Kalksandsteinwänden nach DIN 4109-2:2016

Direktschalldämm-Maß R_w [dB]					
Wanddicke [mm]	Putzdicke ¹⁾ [mm]	Steinrohdichteklasse (RDK)			
		1,4	1,8	2,0	2,2 ²⁾
115	–	45,0	48,6	50,1	51,4
	10	45,9	49,3	50,7	52,0
	20	46,7	49,9	51,3	52,5
175	–	50,6	54,2	55,7	57,1
	10	51,2	54,7	56,1	57,4
	20	51,8	55,1	56,5	57,8
240	–	54,9	58,5	60,0	61,3
	10	55,3	58,8	60,3	61,6
	20	55,7	59,1	60,5	61,8
300	–	57,9	61,5	63,0	64,3
	10	58,2	61,7	63,2	64,5
	20	58,5	62,0	63,4	64,7

¹⁾ Für den Putz wurde eine Rohdichte von 1.000 kg/m³ angesetzt.

²⁾ Auf Anfrage

3.2 Der KS-Schallschutzrechner als Nachweisprogramm

Mit Hilfe des KS-Schallschutzrechners können alle Einflussparameter für die Berechnung nach dem harmonisierten europäischen Verfahren nach DIN 4109-2:2016 berücksichtigt werden. Trotz der Vielzahl der zu berücksichtigenden Parameter ist die Handhabung einfach und intuitiv.

Der KS-Schallschutzrechner verfügt über die Berechnungsfunktionen „Einschaliges Trennbauteil“, „Zweischaliges Trennbauteil“, „Schallschutz gegen Außenlärm“ und „Aufzugsanlagen“. Neben der Berechnung der Luftschalldämmung ist auch eine Bewertung des Trittschallschutzes möglich.

Des Weiteren ist im KS-Schallschutzrechner die Eingabe von Leichtbaukonstruktionen möglich. Sie können entweder manuell definiert werden, wenn die notwendigen Bauteilkenndaten vorliegen, oder einer begrenzten Datenbank entnommen werden. Zur möglichst genauen Modellierung der Bausituation stehen verschiedene Stoßstellenausbildungen zur Verfügung (vgl. Bild 10).

Dank der grafischen Ergebnisdarstellung in Form von Balkendiagrammen können Schwachstellen schnell identifiziert oder Bauteile optimiert werden. Neben der Ergebnisdarstellung für die Raumsituation, ist die Einsicht der Zwischenergebnisse der einzelnen Bauteile möglich. Sollen Bauteile modelliert werden, die im KS-Schallschutzrechner nicht vordefiniert sind, so können eigene Eingaben z.B. aus allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen (abZ) getätigt werden.

Eine weitere Funktion des aktuellen KS-Schallschutzrechners ist die Variantenbildung über das Kopieren und Einfügen von Raumsituationen. Die Varianten können anschließend im Variantenvergleich direkt gegenübergestellt werden. Somit ist eine schnelle Optimierung der Planung durchführbar.

Weitere Informationen zum KS-Schallschutzrechner und seiner Handhabung sowie eine Beschreibung der zugrundeliegenden Berechnungsverfahren können dem Handbuch zum Schallschutzrechner entnommen werden [15].

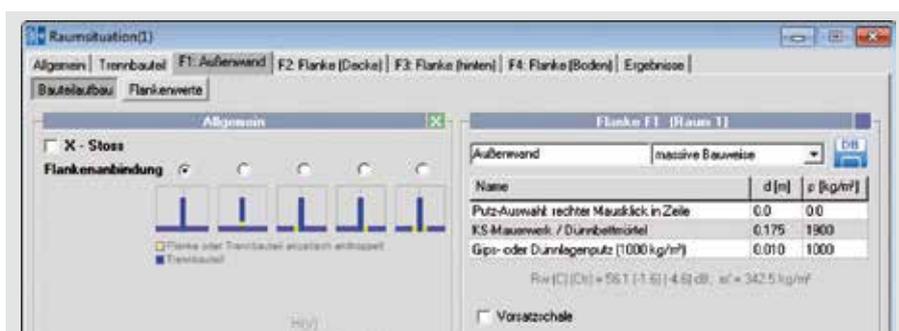


Bild 10: Stoßstellenausbildung und Bauteildefinition im KS-Schallschutzrechner

Tafel 7: Stoßstellenarten und Auswirkungen auf die flankierende Übertragung

Stoßstelle	T-Stoß	Kreuzstoß (X-Stoß)	Winkelstoß	Hinweise
Beispiel	Trennwand an Außenwand	Innere Trennwand	Versetzte Grundrisse	
1. Schalltechnisch starrer Anschluss				Stumpfstoß ¹⁾ und verzahnter Stoß sind in der Berechnung akustisch gleichwertig.
2. Flankierendes Bauteil durchgehend, Trennbauteil einseitig abgekoppelt				Erhöhte Übertragung über das flankierende Bauteil und Trennbauteil
3. Trennbauteil durchgehend, flankierendes Bauteil einseitig abgekoppelt				Erheblich verringerte Übertragung über das flankierende Bauteil
4. Trennbauteil durchgehend, flankierendes Bauteil beidseitig abgekoppelt				Keine Übertragung über das flankierende Bauteil und erhöhte Übertragung über das Trennbauteil

¹⁾ Bei Baustoffen mit unterschiedlichem Verformungsverhalten ist immer ein akustisch wirksamer Trennriss (= Entkopplung) entsprechend den Beispielen 2 bis 4 anzunehmen.

Von großer Bedeutung ist die Ausbildung der Stoßstellen (Tafel 7). Hierbei sind vor allem folgende Fälle zu unterscheiden:

- Art des Stoßes:
 - a) Kreuzstoß
 - b) T-Stoß
 - c) Winkelstoß
- Kopplung des Stoßes:
 - a) Starrer Anschluss (z.B. durch Verzahnung der Wände) oder vermörtelter, funktionstüchtiger Stumpfstoß
 - b) Entkoppelter Anschluss (z.B. bei Abriss des Stumpfstoßes, ggf. auch geplant entkoppelt)

Der Einfluss unterschiedlicher Stoßstellen-ausbildungen auf das Bau-Schalldämm-Maß wird exemplarisch in Bild 11 dargestellt. In der dort betrachteten Übertragungssituation beeinflusst die unterschiedliche Anbindung der Außenwand an die Wohnungstrennwand das Flankendämm-Maß und somit auch das Bauschalldämm-Maß. Das Direktschalldämm-Maß variiert in diesem Fall nicht, da nur eine Flanke entkoppelt wird. Es wird deutlich, welche Auswirkungen unterschiedliche

konstruktive Ausbildungen auf das resultierende Bauschalldämm-Maß haben. Die Gegenüberstellung der Berechnungsergebnisse nach DIN 4109-2:2016 und denen nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 verdeutlicht anschaulich den Genauigkeitszuwachs der

durch die Umstellung auf das zukünftige Rechenverfahren erreicht wird [16].

Hinweise zur konkreten bautechnischen Ausführung der dargestellten Anschlusssituationen finden sich in Abschnitt 5.2.

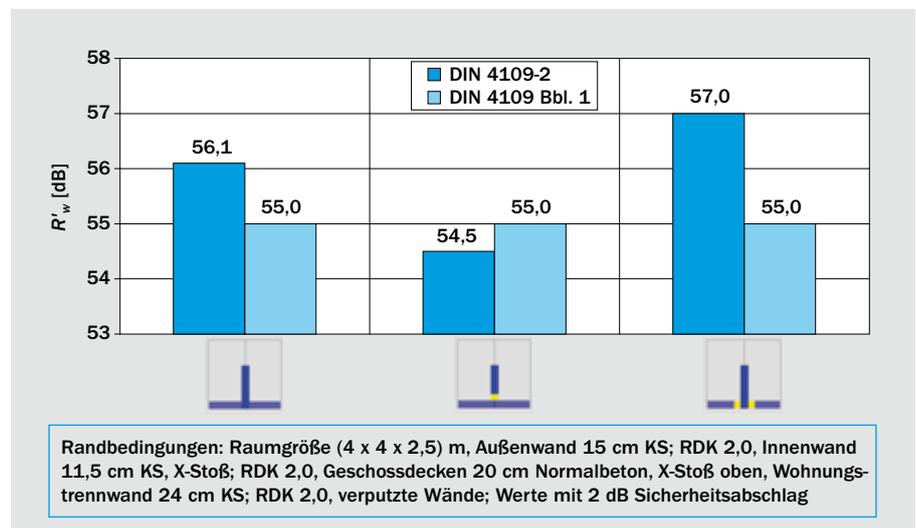


Bild 11: Berechnungsergebnisse für Variationen der Stoßstellenausbildung zwischen Wohnungstrennwand und Außenwand [16]

Mit dem KS-Schallschutzrechner können die folgenden Berechnungen und Nachweise durchgeführt werden:

- Schalldämmung R'_w einschaliger massiver Wände und Decken zwischen zwei Räumen
- Schallschutz $D_{nT,w}$ zwischen zwei Räumen horizontal und vertikal
- Bauteile auch mit Vorsatzschalen oder schwimmenden Estrichen und abgehängten Decken
- Frei wählbare Stoßstellenausbildungen bzw. Kopplungen zu Flankenbauteilen
- Schalldämmung bzw. Schallschutz zweischaliger Haustrennwände
- Trittschalldämmung $L'_{n,w}$ bzw. Trittschallschutz $L_{nT,w}$ für Decken

Er ermöglicht:

- Eingabe mehrschaliger Bauteile (Leichtbau)
- Berücksichtigung von Spektrum-Anpassungswerten C oder C_{tr}
- Bemessung für Schallschutz gegen Außenlärm
- Bemessung des Schallschutzes bei Aufzugsanlagen

3.3 Nachweis anhand der maßgeblichen Übertragungssituation

Der Nachweis des Luftschallschutzes erfolgt nicht mehr über eine reine Betrachtung des Trennbauteils, sondern über die Betrachtung der maßgeblichen Übertragungssituation. Zu berücksichtigen und schallschutztechnisch zu dimensionieren sind in diesem Zusammenhang Übertragungssituationen zwischen schutzbedürftigen Räumen (in der Regel Aufenthaltsräume). Der planende Ingenieur oder Architekt hat die Aufgabe, die maßgebliche Übertragungssituation zu identifizieren und anhand dieser den Nachweis des Schallschutzes zu erstellen.

Um die maßgebende Übertragungssituation zu bestimmen, können die folgenden Anhaltspunkte eine Hilfestellung bieten:

- Kleine Trennbauteilfläche (bei Bemessung nach R'_w), kleines Raumvolumen des Empfangsraums (bei Bemessung nach $D_{nT,w}$)
- Flanken mit kleinen Flankenschalldämm-Maßen (z.B. stumpf an das Trennbauteil anbindende Massivbauteile mit geringer Rohdichte)

- Akustische Entkopplung am Stumpfstoß (siehe Tafel 7 und Bild 11)
- Elastische Entkopplung des Trennbauteils an mehr als einer Kante
- T-Stöße weisen geringere Flankenschalldämm-Maße als gleichartige Kreuz-Stöße auf, daher sind bei vertikaler Übertragung in der Regel Eckräume maßgeblich.

Kleine Aufenthaltsräume können bei der vertikalen Schallübertragung ebenso zu den maßgeblichen Übertragungssituationen zählen wie Räume mit leichten flankierenden Wänden.

Durch die Dimensionierung der Bauteile auf Grundlage der maßgeblichen Übertragungssituation, erreichen die übrigen, nicht maßgeblichen Räume einen höheren Schallschutz, da die so ausgelegten Bauteile dann über das gesamte Gebäude in der festgelegten Qualität (z.B. flächenbezogene Masse) durchgehend ausgeführt werden. Eine Änderung der Bauteildicken von Raum zu Raum ist in der Regel nicht üblich.

3.4 Sicherheitsabschlag

Die Eigenschaften der verwendeten Baustoffe und die Qualität der Bauausführung sind Schwankungen unterlegen. Deshalb wird die Prognose der Schalldämmung mit einem so genannten Sicherheitsabschlag, früher Vorhaltemaß u_{prog} versehen (DIN 4109 spricht in diesem Zusammenhang von „Prognose-Unsicherheit“). Der Sicherheitsabschlag berücksichtigt die Unsicherheiten infolge dieser Schwankungen und reduziert das prognostizierte Schalldämm-Maß. Dadurch liegt der schalltechnische Nachweis „auf der sicheren Seite“.

Der um den Sicherheitsabschlag reduzierte Rechenwert muss größer sein, als der mindestens erforderliche Wert der Anforderungskenngröße:

$$R'_w - u_{prog} \geq R'_{w,erf}$$

Der Sicherheitsabschlag beträgt für die Luftschalldämmung 2 dB und für die Trittschalldämmung 3 dB als Zuschlag. Wird ein Nachweis zu bauaufsichtlich relevanten Anforderungen geführt, so sind diese Sicherheitsabschläge verbindlich.

Wird hingegen ein Nachweis über ein darüber hinausgehendes privatrechtlich vereinbartes Niveau geführt, liegt die Festlegung der Prognose-Unsicherheit in der Verantwortung des Planers [3]. Langjährige durch schalltechnische Messungen abgesicherte Erfahrungen innerhalb der Kalksandsteinindustrie zeigen, dass der Sicherheitsabschlag auf ein Maß von 1 dB reduziert werden kann, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Die Ausführungsempfehlungen des Abschnitts 4 werden eingehalten.
- Alle Bauteilanschlüsse werden starr ausgebildet (vgl. Abschnitt 4), da einfache Anschlussdetails ein deutlich geringeres Risiko der fehlerhaften Bauausführung aufweisen, als komplizierte und aufwendige Sonderkonstruktionen wie z.B. planmäßige Entkopplungen.
- Die Wohnungstrennwand wird durch die Außenwand „durchgeführt“ (vgl. Bild 12). Derart ist ein in der Baupraxis nicht sicher zu verhindernder Abriss der vermörtelten Fugen zwischen Trennwand und Flanken nicht nachteilig.

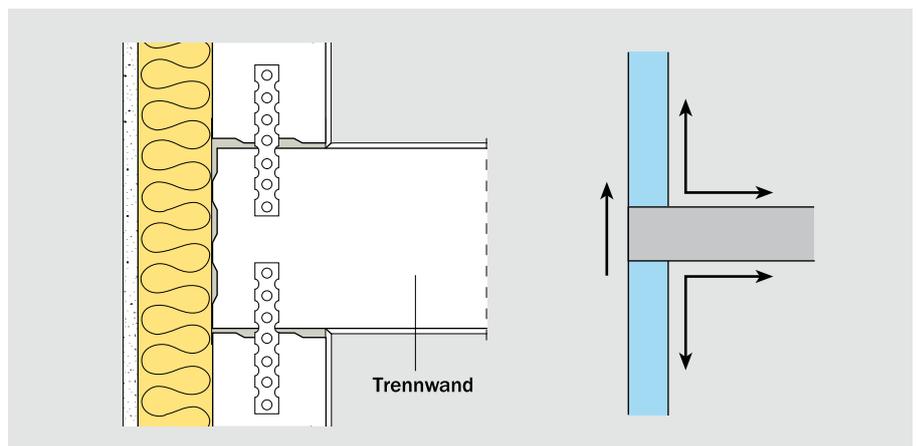


Bild 12: Trennwand durchgeführt, flankierende Wände stumpf angeschlossen

lig für den Schallschutz, sondern führt sogar zu einer Verbesserung der Flankendämmung.

- Der Planer verfügt über ausreichend Erfahrung im Bereich der schallschutztechnischen Planung und Realisierung von Objekten in Kalksandstein-Bauweise.

Die Erfahrungen zu reduzierten Sicherheitsabschlägen < 2 dB beziehen sich auf den Geschosswohnungsbau mit einschaligen Trennwänden sowie Innen- und Außenwänden aus Kalksandstein-Mauerwerk und Geschossdecken aus Stahlbeton mit schwimmendem Estrich. Deshalb sollte eine Reduzierung auch nur in diesem Bereich vorgenommen werden.

4. LÖSUNGSWEGE MIT KONSTRUKTIONEN AUS KALKSANDSTEIN

4.1 Grundlagen zur Schallschutzkonzeption

Bevor nachfolgend konkrete Lösungsmöglichkeiten mit Konstruktionen aus Kalksandstein für unterschiedliche Komfortbedürfnisse aufgezeigt werden, erfolgt zunächst eine kurze Zusammenstellung der Einflussparameter auf einen guten Schallschutz und der wesentlichen Grundlagen für eine Schallschutzkonzeption. Folgende Punkte sind in diesem Zusammenhang zu beachten:

- Schallschutzoptimierte Grundrissplanung – störende und empfindliche Bereiche sind räumlich zu trennen.
- Trennbauteile mit hohem Flächengewicht ausbilden
- Trennbauteile durch die Außenwand „durchführen“
- Flankierende Innen- und Außenwände ausreichend „schwer machen“
- Schwere schwimmende Estriche auf weichen Dämmschichten
- Bei leichten flankierenden Dächern, Trennwand in die Dachkonstruktion einbinden
- Bei zweischaligen Trennwänden auf eine (möglichst) vollständige Trennung der beiden Wandschalen achten

Weitere, detailliertere Empfehlungen zur Planung und Ausführung eines guten Schallschutzes werden in den nachfolgenden Abschnitten 4.2 bis 4.3 und 5 gegeben.

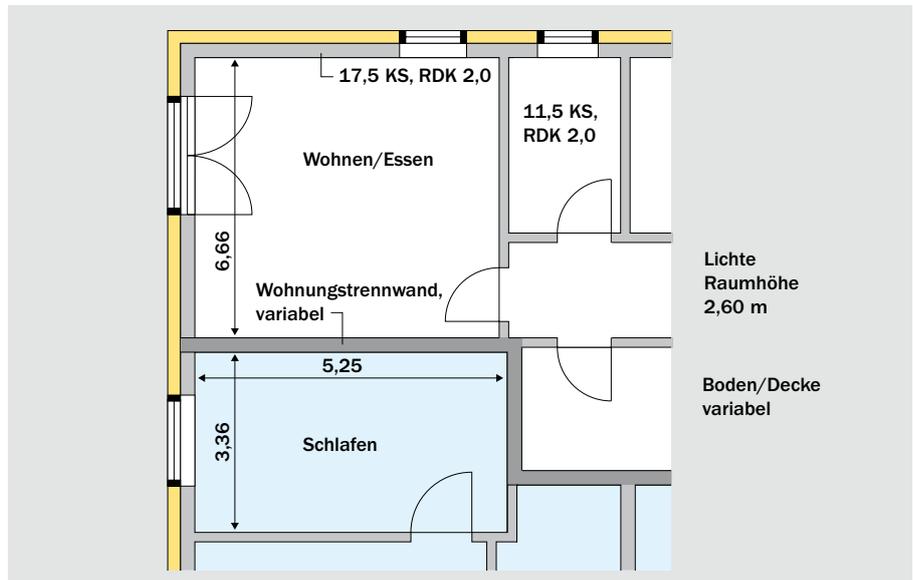


Bild 13: Ausschnitt Grundriss eines Mehrfamilien-Wohnhauses

4.2 Empfehlungen für den Geschosswohnungsbau

Anhand eines Beispiels wird gezeigt, mit welchen Bauteilaufbauten die Empfehlungen der Kalksandsteinindustrie aus Abschnitt 2.4 zum einen und die SSt II der VDI 4100:2012 zum anderen realisiert werden können. Als Beispiel für ei-

ne Übertragungssituation zeigt Bild 13 den Ausschnitt eines Grundrisses mit Bauteilaufbauten eines Mehrfamilien-Geschosswohnungsbaus. Die betrachteten Bauteilaufbauten zum Erreichen der unterschiedlichen Empfehlungs- bzw. Anforderungsstufen für die untersuchte Raumsituation sind in Tafel 8 zusammengefasst. Die dazugehörigen Bauschalldämm-Maße und Standard-Schallpegeldifferenzen zeigen die Bilder 15 und 16.

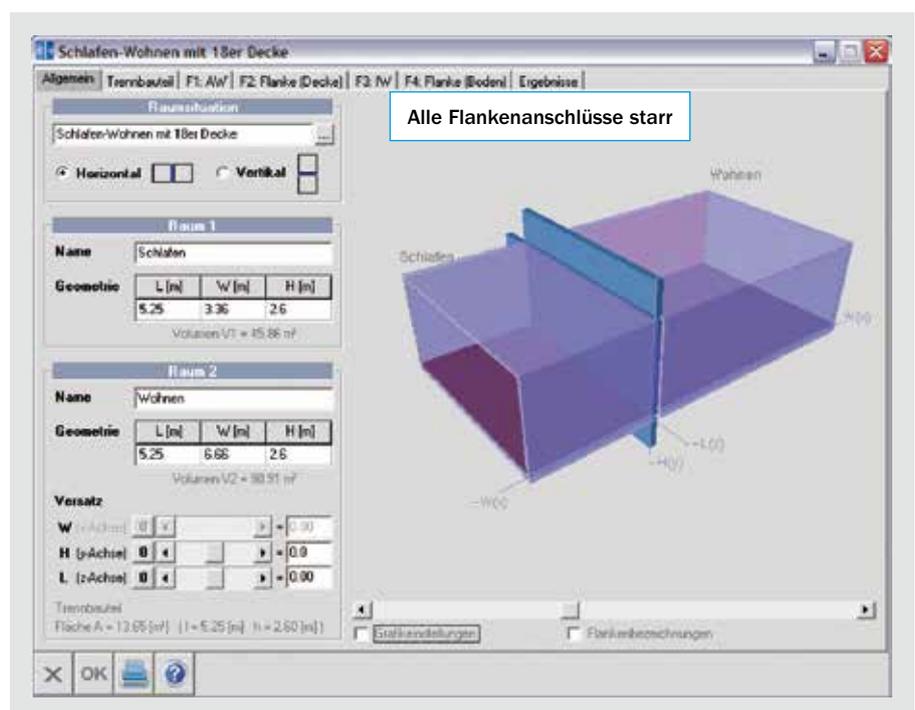


Bild 14: Raumsituation im KS-Schallschutzrechner nachgebildet

Tafel 8: Überblick Bauteilaufbauten zur Erreichung der unterschiedlichen Schallschutzniveaus für den Grundriss von Bild 13

	Variante I DIN 4109:2016 $R'_w = 53$ dB	Variante II Empfehlung KS $R'_w = 56$ dB	Variante III VDI 4100 SSt II $D_{nT,w} = 59$ dB
Bauteil	Bauteilaufbau		
Trennwand: Kalksandstein	24 cm; RDK 1,8	24 cm; RDK 2,0	30 cm ; RDK 2,0
Geschossdecken: Stahlbeton	18 cm	22 cm	25 cm
Anschluss Trennwand/Außenwand	starr	starr	entkoppelt

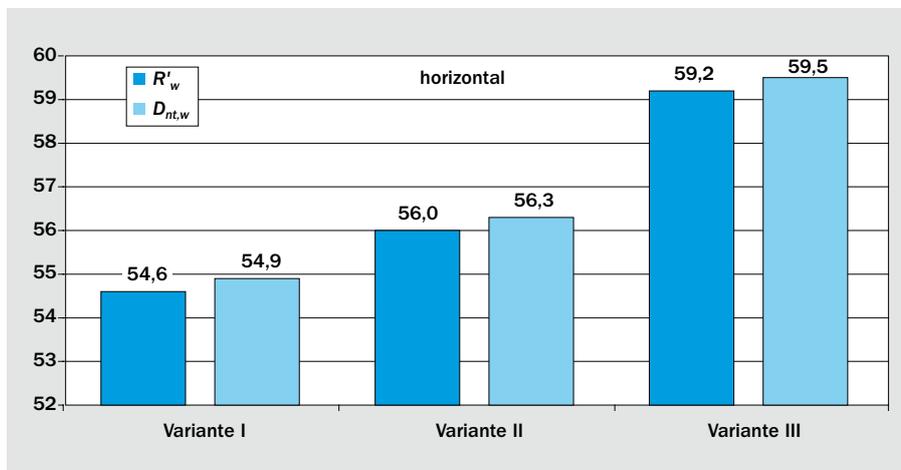


Bild 15: Bauschalldämm-Maße R'_w und Schallpegeldifferenzen $D_{nT,w}$ für die drei Anforderungs-Varianten, horizontale Schallübertragung (Trennwand) nach Bild 13 mit Sicherheitsabschlag 2 dB

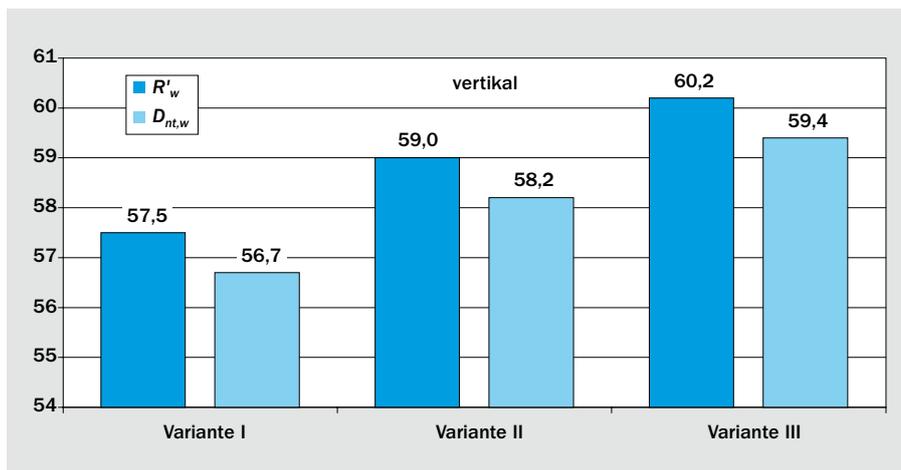


Bild 16: Bauschalldämm-Maße R'_w und Schallpegeldifferenzen $D_{nT,w}$ für die drei Anforderungs-Varianten, vertikale Schallübertragung (Geschossdecke) für den Raum Schlafen nach Bild 13 mit Sicherheitsabschlag 2 dB

Die Berechnungen mit dem KS-Schallschutzrechner zeigen für unterschiedliche Ausführungen der Wohnungstrennwand, dass mit einer 24 cm Kalksandsteinwand (KS RDK 2,0) ein Bauschalldämm-Maß R'_w von 56 dB (mit einem Sicherheitsabschlag von 2 dB) erreicht wird (Bild 15). Vertikal resultiert mit der 24 cm Kalksandstein-

wand (KS RDK 2,0) als Wohnungstrennwand und einer 22 cm dicken Geschossdecke aus Stahlbeton ein Bauschalldämm-Maß von $R'_w = 59$ dB ($D_{nT,w} = 58,2$ dB; $L_{nT,w} = 43,8$ dB) (Bild 16).

Um die Schallschutzstufe II der VDI 4100:2012 mit $D_{nT,w} = 59$ dB zu erreichen,

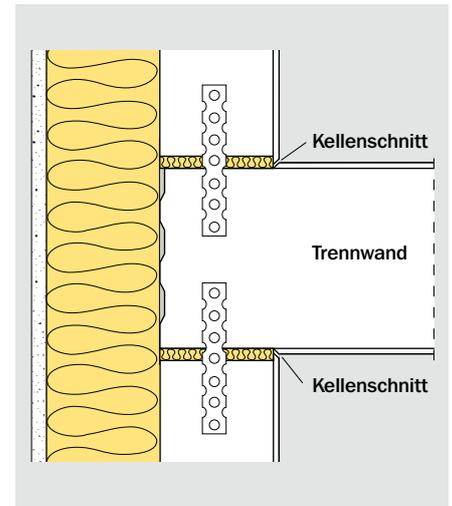


Bild 17: Schalltechnische Entkopplung der Außenwand von der Wohnungstrennwand

ist bei dem hier betrachteten Beispiel eine massivere Konstruktion zu wählen. Die Wohnungstrennwand ist mit 30 cm Kalksandstein der Rohdichteklasse 2,0, die Außenwand von der Wohnungstrennwand schalltechnisch entkoppelt auszuführen (Bild 17). Die Geschossdecke wird in diesem Beispiel mit 25 cm Normalbeton festgelegt, somit wird auch vertikal eine Standard-Schallpegeldifferenz von 59 dB erreicht.

Das obige Beispiel zeigt die Realisierung der unterschiedlichen Zielwerte mit Kalksandstein-Konstruktionen. An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass die Berechnung lediglich ein exemplarisches Beispiel zeigt, wie mit Kalksandstein-Konstruktionen Anforderungs- bzw. Empfehlungswerte umgesetzt werden können. Die Ergebnisse können nicht auf jedwede andere Raumsituation übertragen werden, da die Rahmenbedingungen der Konstruktion und Geometrie eine erhebliche Rolle spielen. Es ist in jedem Fall eine Berechnung der im Einzelfall vorliegenden Raumsituation vorzunehmen.

Einen allgemeinen Überblick über Schallpegeldifferenzen $D_{nT,w}$ und Bauschalldämm-Maße R'_w , die mit verschiedenen KS-Wandkonstruktionen bei einer beispielhaften Raumsituation (Grundfläche 5 x 3 m) erreicht werden, zeigt Bild 18.

4.3 Schallschutz im eigenen Wohnbereich
An den Schallschutz im eigenen Wohnbereich werden in DIN 4109 keine Anforderungen gestellt. Es wird davon ausgegangen, dass Lärmquellen im eigenen Wohn-

bereich selbst beeinflusst werden können und daher keine besonderen Schutzmaßnahmen erforderlich sind. In der Praxis ist aber festzustellen, dass auch der Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich ein wichtiges Kennzeichen für hohe Bauqualität ist. Denn nahezu alle Tätigkeiten des täglichen Lebens unter einem Dach sind mit mehr oder weniger starkem Lärm verbunden:

- Hausarbeiten, z.B. Staubsaugen, Kochen mit Dunstabzugshaube
- Spielen im Kinder- oder Wohnzimmer etc.

Parallel zu diesen lauten Tätigkeiten besteht bei anderen Familienmitgliedern der Wunsch nach Ruhe für konzentrierte Tätigkeiten oder Erholung, z.B.:

- Schreibarbeiten
- Lernen, Lesen etc.

Um die gleichzeitig stattfindenden „lauten“ und „leisen“ Tätigkeiten ohne gegenseitige Störung ausführen zu können, ist es wichtig, den Schallschutz im eigenen Wohnbereich zu planen. Hierzu zählt zum einen die Grundrissgestaltung, bei der „laute“ und „leise“ Räume sinnvoll angeordnet werden. Zum anderen tragen offen gestaltete Treppenhäuser und Wohnräume zu einem geringeren Schallschutz im eigenen Wohnbereich bei. Die unterschiedlichen Empfehlungen zum Schallschutz im eigenen Wohnbereich sind in Tafel 9 wiedergegeben. Sie gelten für Wände ohne Türen.

Für die vertikale Schalldämmung (z.B. zwischen Erdgeschoss und Obergeschoss)

empfiehlt das Beiblatt 2 von DIN 4109 ein Schalldämm-Maß $R'_{w,r} = 54$ dB. Diese Anforderung ist mit leichten flankierenden Wänden ohne Entkopplung praktisch nicht einzuhalten. Bei schalltechnisch entkoppelten, leichten Massivwänden ist zu beachten, dass bereits eine Überspachtelung der Trennfuge die schalltechnische Wirksamkeit der Entkopplung aufheben kann.

Die Betrachtung einer beispielhaften Raumsituation (Bild 19) zeigt, dass mit üblichen Kalksandstein-Konstruktionen die Empfehlungen an den erhöhten Schallschutz gemäß Beiblatt 2 zu DIN 4109 mit 47 dB erreicht werden. Für die dargestellte Raumsituation wird ein Bauschalldämm-Maß von 47,6 dB (mit Sicherheitsabschlag) ($D_{nT,w} = 48,1$ dB) erreicht. Ein besonderer Vorteil massiver innerer Trennwände aus Kalksandstein mit hohen Rohdichten liegt im homogenen Verlauf der frequenzabhängigen Schalldämmkurve. Damit wird im Vergleich zu anderen Konstruktionsweisen über den gesamten Frequenzbereich eine gute Schalldämmung erreicht.

Wenn Schallschutzanforderungen an die Schalldämmung von Trennwänden innerhalb einer Wohnung gestellt werden, ist bei der Ausführung entkoppelter Anschlüsse zu beachten, dass die Direktämmung nach DIN 4109-2 durch Korrekturwerte abzumindern ist, die je nach flächenbezogener Masse der entkoppelten Bauteile und der Anzahl der entkoppelten Kanten bis zu 6 dB betragen können. Im KS-Schallschutzrechner (Abschnitt 2) wird diese Korrektur bereits berücksichtigt.

Tafel 9: Vorschläge für den Luftschallschutz im eigenen Wohnbereich (Wände ohne Türen)

Beiblatt 2 zu DIN 4109 (1989)		DEGA-Empfehlung 103		DEGA-Memorandum BR 0104		
R'_w		R'_w		EW1	EW2	EW3
Normaler Schallschutz	Erhöhter Schallschutz	EW1	EW2	EW1	EW2	EW3
40	47	42	47	40	43	47

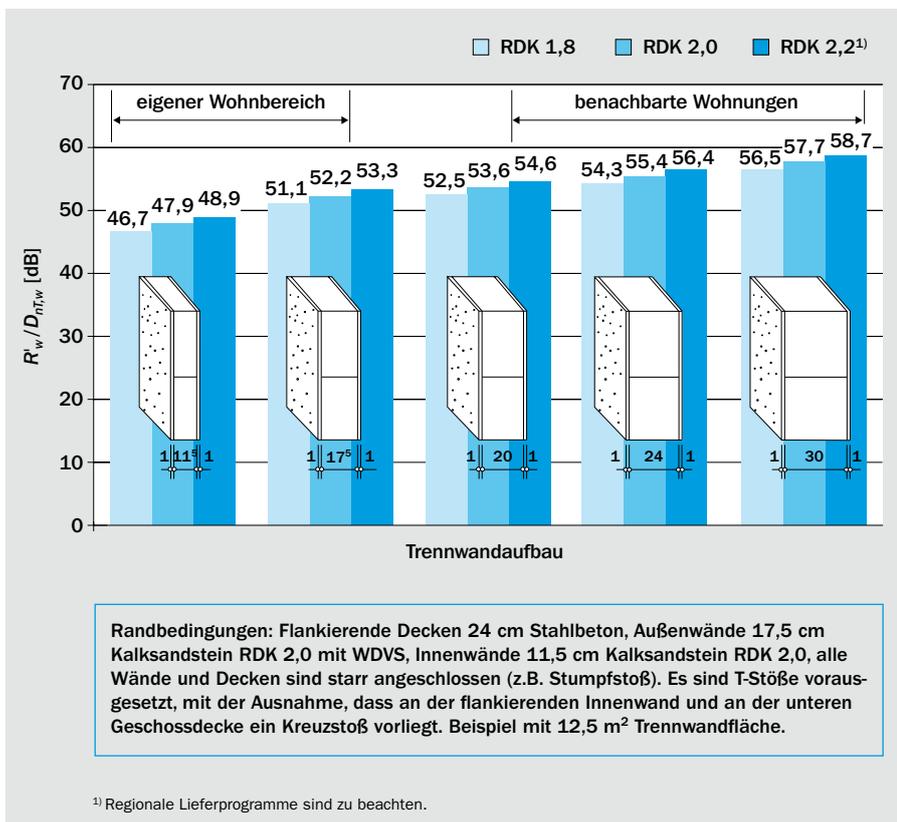


Bild 18: Bauschalldämm-Maß und Schallpegeldifferenz für unterschiedliche Trennwandaufbauten

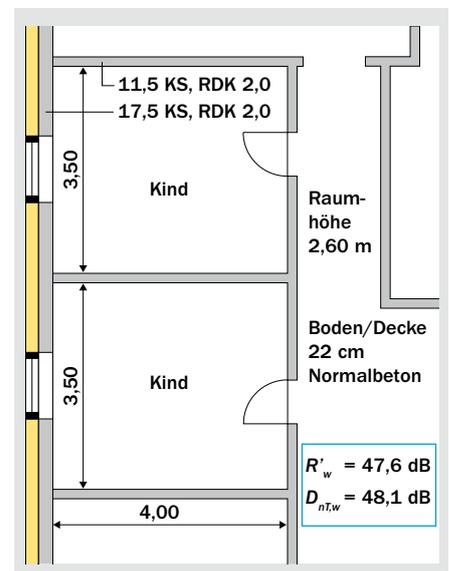


Bild 19: Beispiel Raumsituation für den Schallschutz im eigenen Wohnbereich

5. BAUAUSFÜHRUNG ALS SCHLÜSSEL ZUM ERFOLG

5.1 Hinweise zur Ausführung des Trennbauteils

Zur Sicherstellung eines vereinbarten Schallschutzes sind nicht nur die zuvor beschriebenen Aspekte der Planung zu beachten. Auch bei der Ausführung sind wesentliche Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Das aus der flächenbezogenen Masse zu erwartende Schalldämm-Maß einer Mauerwerkswand gemäß Massekurve kann nur dann erreicht werden, wenn die Ausführung gemäß der anerkannten Regeln der Technik erfolgt und wenn nicht Installationen, Fugen, Schlitze oder Undichtigkeiten die Schalldämmung verringern.

Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung
Mauerwerk aus KS-R-Steinen und KS-Plansteinen oder -elementen werden in der Regel ohne Stoßfugenvermörtelung ausgeführt. Hierbei stellt sich die Frage, ob die Schalldämmung bei offenen Fugen auch deshalb leidet, weil die flächenbezogene Masse der Wand reduziert wird. Selbst wenn offene Fugenflächen im ungünstigsten Fall einen Flächenanteil von 1 % haben sollten, fällt die Verminderung der flächenbezogenen Masse schalltechnisch nicht ins Gewicht, so dass dadurch keine Minderung der Schalldämmung zu berücksichtigen ist [17].

Sichtbar bleibende, offene Fugen sind aufgrund des direkten Schalldurchgangs durch die offenen Fugen hingegen in je-

dem Fall zu vermeiden. Deshalb ist eine entsprechende schalltechnische Abdichtung, z.B. mit Putz erforderlich. Bei Wänden mit unvermörtelten Stoßfugen reichen bereits dünne Putze mit beidseitig 5 mm zur schalltechnischen Abdichtung aus [17]. Bei dickeren Putzschichten steigt die Schalldämmung dann nur noch entsprechend dem Massezuwachs an, ohne dass schalltechnisch die Dichtigkeit weiter erhöht würde [3].

Zu beachten ist die Vorgabe in DIN EN 1996-1/NA [18], dass Stoßfugen mit Breiten > 5 mm beim Mauern beidseitig an der Wandoberfläche mit Mörtel verschlossen werden müssen.

Die schalltechnisch ausreichende Abdichtung mit beidseitig dünnen Putzen setzt voraus, dass die Wand im Stoßfugenbereich sorgfältig und fachgerecht aufgemauert wurde. Schon ein einseitig aufgetragener Putz mit z.B. 10 mm Dicke erfüllt die schalltechnischen Anforderungen.

Der Putz ist bis auf OK Rohdecke zu führen, damit im Fußbodenbereich keine Undichtigkeiten verbleiben.

Wird das Mauerwerk sichtbar belassen, sind die Stoßfugen auch bei Nut-Feder-Systemen sorgfältig zu vermörteln. Falls diese Vermörtelung nicht erfolgt, muss – zumindest einseitig – eine dichtende, geschlossene Schicht, z.B. Dünnlagenputz oder Putz, aufgebracht werden.

Wird bei einer schalltechnisch undichten Rohbauwand ein Wand-Trockenputz durch Einbau von Gipskartonplatten mit einzelnen Gipsbatzen oder -streifen an der Wand befestigt, ist mit einer Verringerung der Schalldämmung gegenüber nass verputzten Wänden zu rechnen. Bei Verwendung von Trockenputzen muss die Wand schalltechnisch dicht sein bzw. vor dem Aufbringen des Trockenputzes z.B. durch Zuspachteln der Fugen abgedichtet werden. Darüber hinaus ist bei Trockenputz mit Gipsbatzen o.Ä. trotzdem mit Verschlechterungen zu rechnen. Vollflächig angesetzter Trockenputz auf schalltechnisch abgedichteten Wänden ist dagegen problemloser.

5.2 Hinweise zur Ausführung der Anschlussdetails

Die flankierende Schallübertragung kann einen dominierenden Einfluss auf das Schalldämm-Maß einer Übertragungssituation haben (siehe Abschnitt 3.2). Deshalb kommt der schalltechnisch günstigen Planung und Ausführung der Anschlussdetails zwischen Trennbauteil und Flanken eine zentrale Rolle bei der Realisierung eines hochwertigen Schallschutzes zu.

Stoßstellen zwischen Mauerwerkswänden können im Verband gemauert, stumpf gestoßen oder durchgeführt werden (siehe Bild 20). Angesichts der deutlich schnelleren Bauausführung, stellen heute der Stumpfstoß oder die „durchgeführte“ Trennwand (jeweils unter Verwendung von Stumpfstoßankern) die Regel dar.

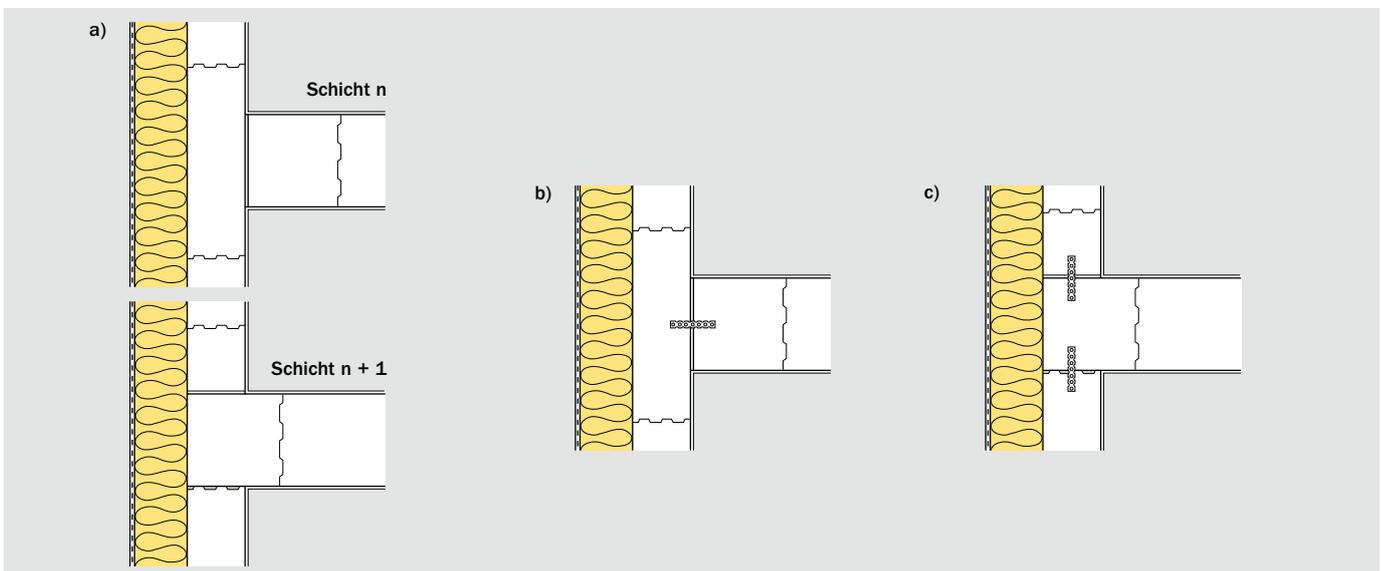


Bild 20: Stoßstelle a) im Verband gemauert, b) Stumpfstoß und c) durchgeführte Trennwand

Durch zusätzlich eingebaute Trennschichten wie z.B. Kork-, Mineralfaser- oder Bitumenfilzstreifen können Stoßstellen auch planmäßig gelöst, d.h. akustisch entkoppelt werden. Welche der beschriebenen Stoßstellenausbildungen aus schallschutztechnischer Sicht am geeignetsten ist, hängt von den anzuschließenden Bauteilen (AW, TW, IW etc.), von der Höhe des geplanten Schallschutzniveaus sowie von weiteren Faktoren ab. Nachfolgend werden die für die üblicherweise auftretenden Mauerwerksstoßstellen günstigsten Lösungen erörtert sowie Empfehlungen zur Ausbildung der Stoßstellen zwischen Mauerwerk und anderen Konstruktionen (Stahlbetongeschossdecken, Dächer etc.) gegeben.



Bild 21: Wohnungstrennwand an Außenwand mit beidseitig gelöster Mörtelfuge

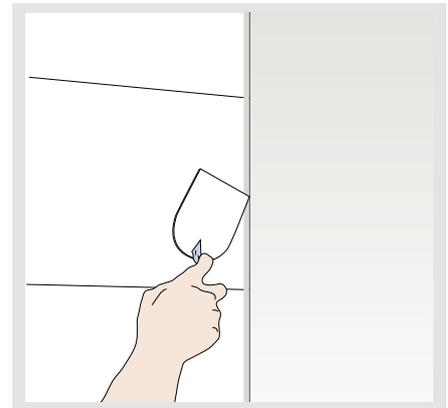


Bild 23: Kellenschnitt

Wie die unterschiedlichen Stoßstellenausbildungen im KS-Schallschutzrechner modelliert werden, ist in Tafel 7 abgebildet.

5.2.1 Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Außenwand

Seit Einführung der Stumpfstoßtechnik stellt die Ausführung des Anschlusses zwischen Wohnungstrennwand und Außenwand als Stumpfstoß (gemäß Bild 20b) die Regel dar. Dabei variiert die Dicke der Anschlussfugen zwischen nahezu 0 cm (ohne Mörtel) bis zu mehr als 3 cm. Der eingebrachte Normalmauermörtel schwindet in der Regel so stark, dass sich nahezu immer klar erkennbare Abrisse zeigen (Bild 21). Solche Abrisse lösen den starren Stoß, wodurch sich das akustische Verhalten der Stoßstelle einer plan-

mäßigen Entkopplung nähert. Dies wirkt sich in schalltechnischer Hinsicht negativ aus und verschlechtert die Stoßstellendämmung.

Deshalb ist ein „Durchführen“ der Wohnungstrennwand durch die Außenwand gemäß Bild 21c die schalltechnisch bessere Variante. Bei dieser Ausführung verbessert sich die Stoßstellendämmung gegenüber dem starren Stoß, wenn es zu einem Abriss im Fugenbereich kommt. Die „durchgeführte“ Wohnungstrennwand liegt somit schalltechnisch auf der sicheren Seite und an die Ausführungsqualität der beiden Fugen zwischen Außenwand und Wohnungstrennwand sind keine besonderen Anforderungen zu stellen.

Sind in der Nähe der Trennwand raumhohe Fenster angeordnet und liegt aufgrund dessen nur eine vergleichsweise geringe Flankenfläche der Außenwand vor, ist die flankierende Schallübertragung bereits hierdurch begrenzt. Wenn die Außenwandlänge vor dem Trennbauteil kleiner als 1,25 m ist, kann deshalb auf ein „Durchführen“ der Außenwand verzichtet werden (siehe Bild 22).

Läuft die Wohnungstrennwand bis zur Außenkante durch das Außenbauteil durch, kann die Flankenschalldämmung durch eine planmäßige Entkopplung weiter erhöht werden. Hierzu ist allerdings eine vollständige schalltechnische Entkopplung notwendig, d.h. die Fuge muss vollständig

Variante 1: Stumpfstoß, wenn Außenwandlänge $\leq 1,25$ m		Variante 2: „Durchführen“, wenn Außenwandlänge $> 1,25$ m	
Variante 1a: Stumpfstoß, akustisch kraftschlüssig 	Variante 1b: Stumpfstoß, akustisch entkoppelt 	Variante 2a: „Durchführen“, akustisch kraftschlüssig 	Variante 2b: „Durchführen“, akustisch entkoppelt
Akustische Trennung ist anzusetzen bei mangelhafter handwerklicher Ausführung und Baustoffen mit unterschiedlichem Verformungsverhalten.	Diese Ausführung ist nicht zu empfehlen. Eine Verschlechterung der Schalldämmung ist möglich.	Die bauübliche handwerkliche Ausführung neigt zu einem akustischen Abriss → Schalltechnische Verbesserung!	Die planmäßige schalltechnische Entkopplung ist bei hohen Anforderungen ($R'_w > 57$ dB) zu empfehlen.
Bis zu einer Pfeilerlänge der Außenwand von $\leq 1,25$ m ist die auf den Nachbarraum übertragene Schallenergie bei nahezu raumhohen Fensteröffnungen gering. Daher können aus baupraktischen Gründen dort Stumpfstoße ausgeführt werden.			

Bild 22: Ausführungsvarianten der Stoßstelle zwischen Außenwand und Wohnungstrennwand



Bild 24: Flankierende Übertragung (vertikal) über die Außenwand

mit geeigneten Entkopplungsstreifen (s.o.) ausgefüllt sein, es dürfen keine Mörtelbrücken auftreten und der Putz ist im Eckbereich mit einem Kellenschnitt vollständig zu trennen (Bild 23). Es wird deutlich, dass die planmäßige Entkopplung mit einer größeren Anfälligkeit für Ausführungsfehler behaftet ist als nicht entkoppelte Anschlüsse. Kommt diese Stoßstellenausbildung zum Einsatz und wird sie rechnerisch in Ansatz gebracht, ist die Bauausführung mit großer Sorgfalt durchzuführen und anschließend durch den Fachplaner zu überprüfen.

Einfluss außenliegender Wärmedämmschichten

Die Flankenübertragung der Außenwand wird durch außenliegende Wärmedämmschichten (wie z.B. bei WDVS oder zweischaligem Mauerwerk) nicht beeinflusst (Bild 24). Alle Schichten außerhalb der massiven Außenwandschale können deshalb bei der Ermittlung der Schalldämmung zwischen benachbarten Wohnungen vernachlässigt werden.

5.2.2 Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Innenwand

Die im heutigen Mauerwerksbau übliche Anbindungsart zwischen Wohnungstrennwand und Innenwand ist der vermörtelte Stumpfstoß mit Stumpfstoßankern. Bild 25 stellt die korrekte Ausführung eines vermörtelten Stumpfstoßes dar.

Zur Erhöhung der Sicherheit der Verbindung empfiehlt sich die Verwendung von schwindarmen Mörteln und die Begrenzung der Dicke der Stoßfuge, um einen akustischen Abriss infolge Schwindens zu vermeiden. Dies wird beispielsweise bei der Verwendung von Dünnbettmörtel gewährleistet. Im Gegensatz zur biegesteifen Verbindung kann der Knotenpunkt, wie in Bild 26 dargestellt, ebenfalls als Stumpfstoß mit planmäßiger Entkopplung (Dämmmaterial in der Fuge) ausgeführt werden.

Hierdurch wird die flankierende Übertragung über die Innenwände verringert, und der Schallschutz zwischen den benachbar-

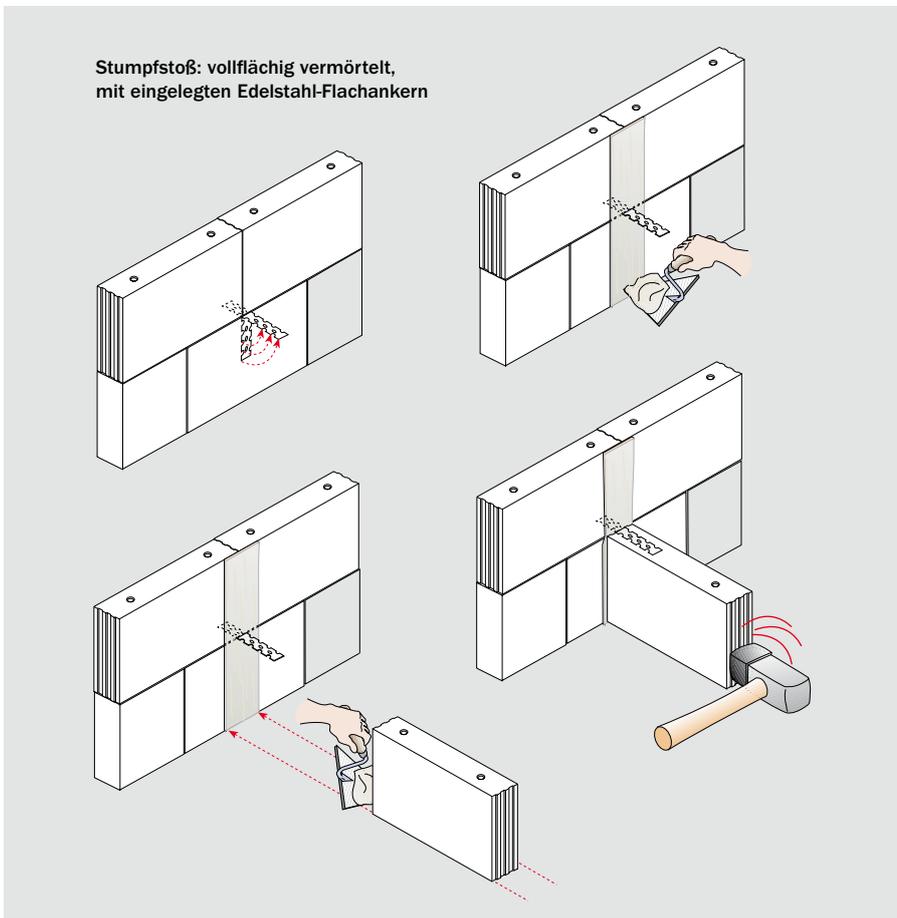


Bild 25: Fachgerechte Ausführung des Stumpfstoßes mit Normalmauer- oder Dünnbettmörtel



Maueranker halten die Wand ohne negativen Einfluss auf den Schallschutz.

Akustische Trennung der nicht tragenden Innenwand zur Wohnungstrennwand, hier durch Korkstreifen.

Bild 26: Akustische Trennung der nicht tragenden Innenwand ($m' < 200 \text{ kg/m}^2$) zur Wohnungstrennwand

Tafel 10: Seitliche Wandanschlüsse für nicht tragende Innenwände unter Berücksichtigung von Statik, Brand- und Schallschutz

Anschlussdetail Fuge ≤ 30 mm	Statik	Schallschutz	Brandschutz ¹⁾
<p>Anschlüsse im eigenen Wohnbereich</p> <p>Mauerwerk mit NM oder DM</p> <p>Stumpfstoßanker T = 0,75</p> <p>Mörtelgruppen: NM II bis NM III Dünnbettmörtel</p>	<p>Starr gehalten</p> <p>durch Maueranker und vollflächig vermörtelte Anschlussfuge mit NM oder DM</p>	<p>Schalltechnisch biegesteif und dicht</p> <p>Bei Baustoffen mit unterschiedlichem Verformungsverhalten oder nicht vollflächiger Vermörtelung ist ggf. eine Entkopplung und Undichtigkeit anzunehmen.</p>	<p>Anschlussfuge voll vermörtelt mit NM oder DM</p> <p>F 90 bzw. EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst F 60 bzw. EI 60</p>
<p>Anschlüsse im eigenen Wohnbereich</p> <p>Mauerwerk mit NM oder DM</p> <p>Dämmschicht</p> <p>Zweitelliger Anker, z.B. System Halfen für Normalmauer- oder Dünnbettmörtel nach DIN 52460</p> <p>Vermörtelung oder elastische Fugendichtmasse</p>	<p>Gelenkig gehalten</p> <p>durch in Ankerschiene eingelegte Maueranker, vertikal beweglich</p>	<p>Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt</p> <p>bei Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenprägnierter Wollfilzpappe²⁾</p> <p>Schalltechnisch dicht</p> <p>mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar</p> <p>Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m³</p> <p>F 90 bzw. EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst F 60 bzw. EI 60</p>
<p>Anschlüsse im eigenen Wohnbereich</p> <p>Bewegliche Maueranker für DM-Mauerwerk</p> <p>Wandanker beweglich</p> <p>Halteanker beweglich</p>	<p>Starr gehalten</p> <p>durch Wandanker, Bewegung in Längsrichtung ist möglich</p> <p>Gelenkig gehalten</p> <p>durch Halteanker</p>	<p>Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt</p> <p>bei Halteankern und Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenprägnierter Wollfilzpappe²⁾</p> <p>Schalltechnisch dicht</p> <p>mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar</p> <p>Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m³</p> <p>F 90 bzw. EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst F 60 bzw. EI 60</p>
<p>Anschlüsse an Wohnungstrennwand</p> <p>Wohnungstrennwand</p> <p>Stumpfstoßanker</p> <p>Nicht tragende Innenwand Flächenbezogene Masse < 200 kg/m²</p>	<p>Gelenkig gehalten</p> <p>durch Mauerwerksanker und nachgiebiger Füllung mit Mineralfaserstreifen des Stumpfstoßanschlusses</p>	<p>Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt</p> <p>bei Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenprägnierter Wollfilzpappe²⁾</p> <p>Schalltechnisch dicht</p> <p>mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar</p> <p>Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m³</p> <p>F 90 bzw. EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst F 60 bzw. EI 60</p>

¹⁾ Die Klassifizierung des Wandanschlusses entspricht der Klassifizierung der Wand, wenn die angegebenen Bedingungen eingehalten werden. Nicht tragende raumabschließende Wände nach DIN 4102: F (X) bzw. nach DIN EN 13501-2: EI (X)

²⁾ Der Putz ist bei entkoppelten Anschlüssen mit einem Kellenschnitt zu trennen und nachträglich z.B. mit Acryl zu schließen.

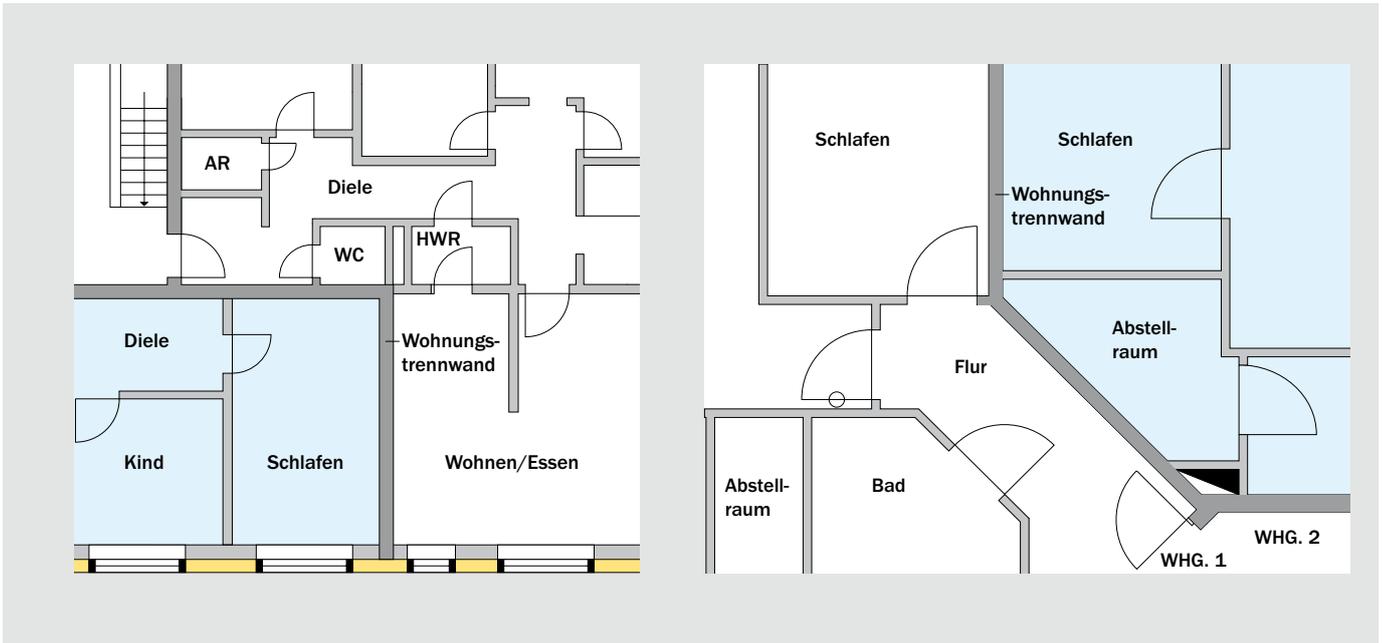


Bild 27: Grundriss-Situationen mit abgewinkelten Wohnungstrennwänden

ten Wohnungen verbessert. Es muss allerdings beachtet werden, dass sich dadurch gleichzeitig der Schallschutz im eigenen Wohnbereich (Schalldämmung der Innenwand) bei Entkopplung mehrerer Flanken verschlechtern kann.

Bei Entkopplung der Verbindung Wohnungstrennwand-Innenwand, sollten die anderen Stoßstellen der nicht tragenden Innenwand starr ausgeführt werden.

Folgende Ausführungsvarianten können empfohlen werden:

- Starre Stoßstelle, $m' > 200 \text{ kg/m}^2$ (KS 11,5 – RDK 2,0)
- Planmäßige akustische Entkopplung, $m' < 200 \text{ kg/m}^2$

Eine zusammenfassende Betrachtung der schallschutztechnischen, statischen und brandschutztechnischen Aspekte gibt Tafel 10 wieder.

5.2.3 Abgewinkelte Wohnungstrennwand

In aktuell üblichen Grundrissen treten häufig versetzte Raumsituationen auf, bei denen die Wohnungstrennwand unter Umständen nicht geradlinig verläuft, sondern Ecken oder beliebige Winkel aufweist (siehe Bild 27). In diesen Fällen kann das rechnerisch erwartete Direktchalldämm-

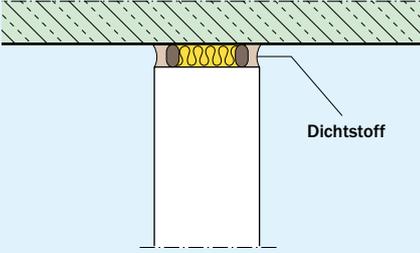
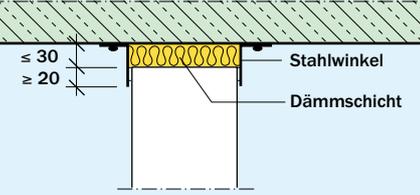
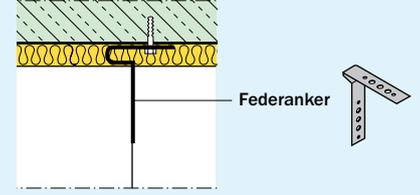
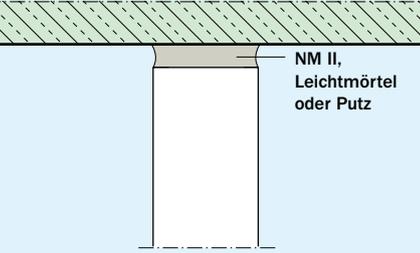
maß der Wand nur erreicht werden, wenn die an der Ecke entstehende Stoßstelle als starre, biegesteife Verbindung ausgebildet wird. Wird die Ecke als Stumpfstoß ausgeführt, muss dieser sorgfältig unter Verwendung von Stumpfstoßankern und schwindarmem Mörtel gemäß der Empfehlungen in Abschnitt 5.2.2 ausgeführt wer-

den, damit Schwindrisse, wie in Bild 21 dargestellt, sicher vermieden werden. Fehlerhafte Ausführungen dieser Stoßstelle, die zu einer drastischen Reduzierung der Schalldämmung führen, sind in Bild 28 dargestellt. Eine alternative Möglichkeit, die Stoßstelle dauerhaft starr auszuführen, stellt der gemauerte Verband dar.



Bild 28: Nicht vermörtelter bzw. nachträglich vermörtelter Stumpfstoß

Tafel 11: Obere Wandanschlüsse für nicht tragende Innenwände unter Berücksichtigung von Statik, Brand- und Schallschutz

Anschlussdetail Fuge ≤ 30 mm	Statik	Schallschutz	Brandschutz ¹⁾
 <p>Dichtstoff</p>	<p>Oberer Rand nicht gehalten</p> <p>die Wand ist 3-seitig zu halten</p>	<p>Schalltechnisch entkoppelt und dicht</p> <p>mit beidseitigem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht in nichtbrennbar</p> <p>Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m³</p> <p>F 90 bzw. EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst F 60 bzw. EI 60</p> <p>Die Fugen müssen dicht ausgestopft werden. Für F 30 mind. 50 mm; für F 60 mind. 60 mm und für F 90 und „Brandwände“ mind. 100 mm Breite der jeweiligen Wanddicke.</p>
 <p>≤ 30 ≥ 20</p> <p>Stahlwinkel</p> <p>Dämmschicht</p>	<p>Oberer Rand gehalten</p> <p>die Wand kann 4-seitig bzw. 3-seitig gehalten sein, mit einem freien vertikalen Rand</p>	<p>Schalltechnisch entkoppelt und nicht dicht</p> <p>Als trennendes Bauteil nur geeignet mit zusätzlichem Fugendichtstoff in der Anschlussfuge</p>	<p>Dämmschicht in nichtbrennbar</p> <p>Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m³</p> <p>F 90 bzw. EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst F 60 bzw. EI 60</p>
 <p>Federanker</p>	<p>Oberer Rand gehalten</p> <p>die Wand kann 4-seitig bzw. 3-seitig gehalten sein, mit einem freien vertikalen Rand</p>	<p>Schalltechnisch entkoppelt und dicht</p> <p>mit beidseitigem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar</p> <p>Schmelzpunkt ≥ 1.000 °C Rohdichte ≥ 30 kg/m³</p> <p>F 90 bzw. EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst F 60 bzw. EI 60</p>
 <p>NM II, Leichtmörtel oder Putz</p>	<p>Oberer Rand gehalten</p> <p>mit Auflast infolge Kriechen und Schwinden der Stahlbetondecke²⁾</p> <p>die Wand kann 4-seitig bzw. 3-seitig gehalten sein, mit einem freien vertikalen Rand</p> <p>Anschlussfuge vollständig durch NM II, Leichtmörtel oder Putz ausgefüllt.</p>	<p>Schalltechnisch biegesteif und dicht</p> <p>Bei Wänden mit Schallschutzanforderungen sollte diese Ausführungsvariante gewählt werden.</p>	<p>F 90 bzw. EI 90 ab Wanddicke ≥ 100 mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst F 60 bzw. EI 60</p>

¹⁾ Nicht tragende raumabschließende Wände nach DIN 4102: F (X) bzw. nach DIN EN 13501-2: EI (X)

²⁾ Bei Wandlängen > 5 m sollte dieser Anschluss mit dem Tragwerksplaner abgestimmt werden.

Empfehlungen für die Ausführung von nicht tragenden Innenwänden:

- Wände grundsätzlich auf eine Trennschicht (z.B. Bitumenpappe, PE-Folie, o.Ä.) stellen
- Seitliche Anschlüsse an Treppenhaus- und Wohnungstrennwände akustisch entkoppelt ausführen, wenn die flächenbezogene Masse der nicht tragenden Trennwände < 200 kg/m² beträgt
- Seitliche Anschlüsse untereinander vermörtelt, schalltechnisch biegesteif (kraftschlüssig) ausführen
- Bei kraftschlüssiger Ausführung der oberen Anschlussfuge ist Mörtel geringer Festigkeit (z.B. Leichtmörtel oder Putz) zu wählen.

5.2.4 Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Geschossdecke bzw. Dach

Die schalltechnisch günstigste Ausführung ist eine tragende Wohnungstrennwand, auf der die Geschossdecke vollflächig aufliegt, so dass die Wohnungstrennwand starr an die Geschossdecke angeschlossen ist und kein direkter Schalldurchgang möglich ist. Wird die Wohnungstrennwand nicht tragend ausgeführt und die Geschossdecke entkoppelt (Bild 29a und b), ist in jedem Fall eine vollständige Luftdichtigkeit des Anschlusses zu gewährleisten, um eine direkte Luftschallübertragung auszuschließen.

Trotz der Sicherstellung der Luftdichtigkeit des Anschlusses, kann es zu einer deutlichen Reduzierung der Schalldämmung kommen, da das Schwingungsverhalten der massiven Wohnungstrennwand durch die Entkopplung beeinflusst wird. Deshalb ist von dieser Ausführung aus schalltech-

nischer Sicht sowohl bei der Wohnungstrennwand als auch bei Innenwänden im eigenen Wohnbereich wenn möglich abzusehen.

Besser ist es, die Fuge zwischen Trennwand und Geschossdecke mit Mörtel auszufüllen, damit eine kraftschlüssige Verbindung entsteht (Bild 29c). Hierbei sind jedoch aus tragwerksplanerischer Sicht die folgenden Voraussetzungen zu erfüllen, damit die (nicht tragende) Wand keine zu großen Lasten erhält und sich z.B. das statische System der Decke nicht verändert (siehe auch [19]):

- Die Vermörtelung sollte möglichst spät erfolgen, damit der größte Anteil der Deckendurchbiegung bereits erfolgt ist.
- Der verwendete Mörtel sollte keine zu hohe Festigkeit aufweisen, z.B. Normalmauermörtel II

- Der kraftschlüssige Kontakt zwischen Vermörtelung und nicht tragender Wohnungstrennwand sowie der Geschossdecke ist dauerhaft zu gewährleisten.

Das Verfüllen der Fuge mit Mörtel stellt die schalltechnisch beste Variante dar, ist aber in jedem Fall in Absprache mit dem Tragwerksplaner durchzuführen.

Eine vollständige Betrachtung schalltechnischer, statischer und brandschutztechnischer Aspekte des oberen Wandanschlusses nicht tragender Innenwände erfolgt in Tafel 11.

KS-Wärmedämmstein

Zur Reduzierung von Wärmebrückeneffekten, werden z.B. an Wandfußpunkten häufig KS-Wärmedämmsteine eingesetzt. Diese weisen eine geringere Wärmeleitfähigkeit und eine geringere Rohdichte als das restliche Mauerwerk auf. Eine rechnerische Überprüfung in Verbindung mit Un-

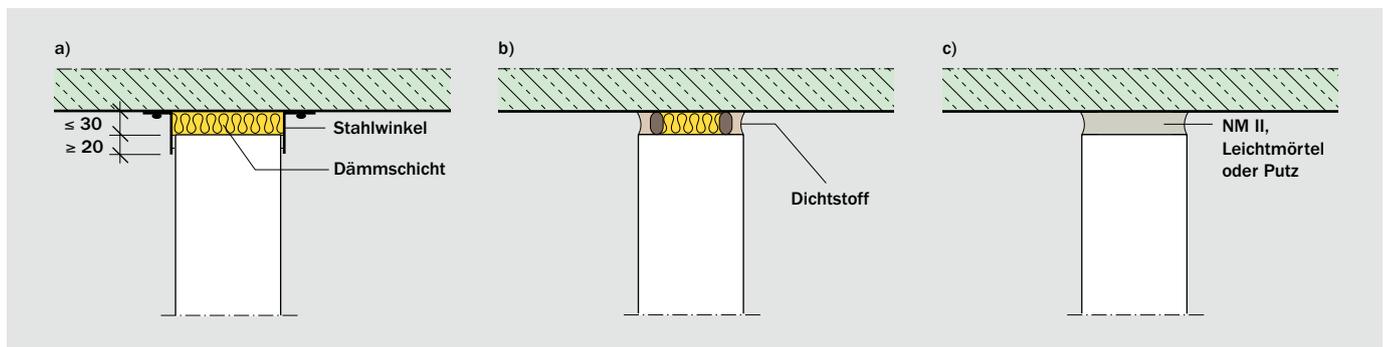


Bild 29: Obere Anschlussvarianten einer nicht tragenden Wand an die Geschossdecke

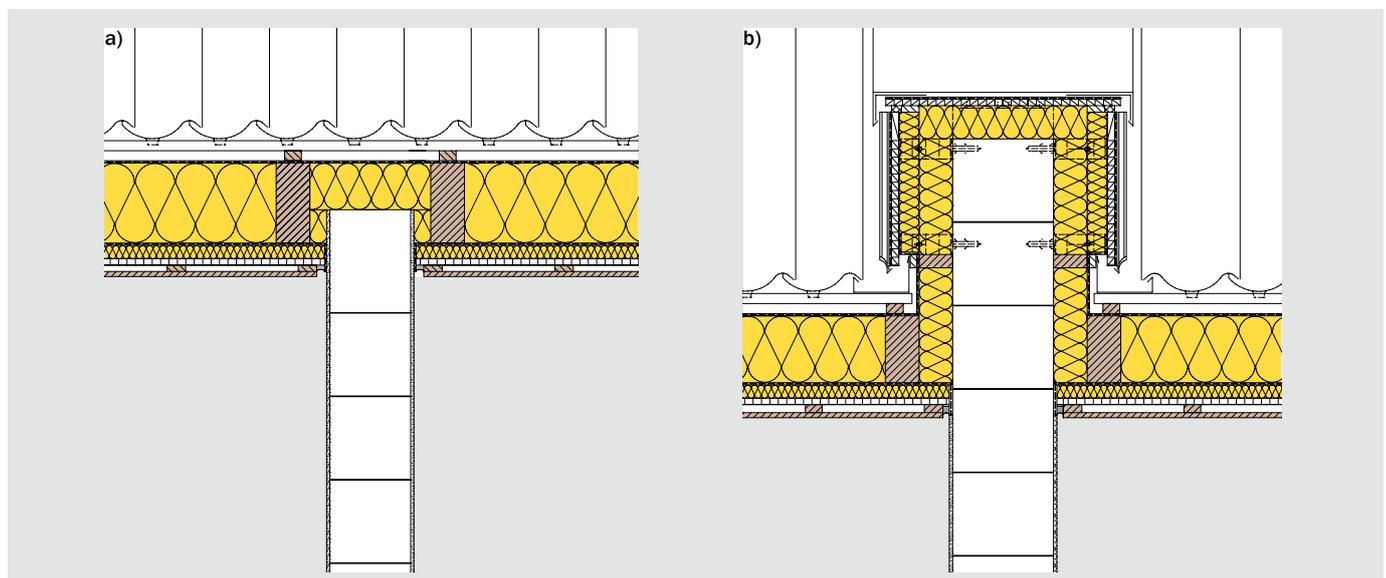


Bild 30: Anschluss der Wohnungstrennwand an die Dachebene, a) WTW wird bis zur Hälfte in die Dachhaut geführt, b) WTW durchstößt die Dachebene

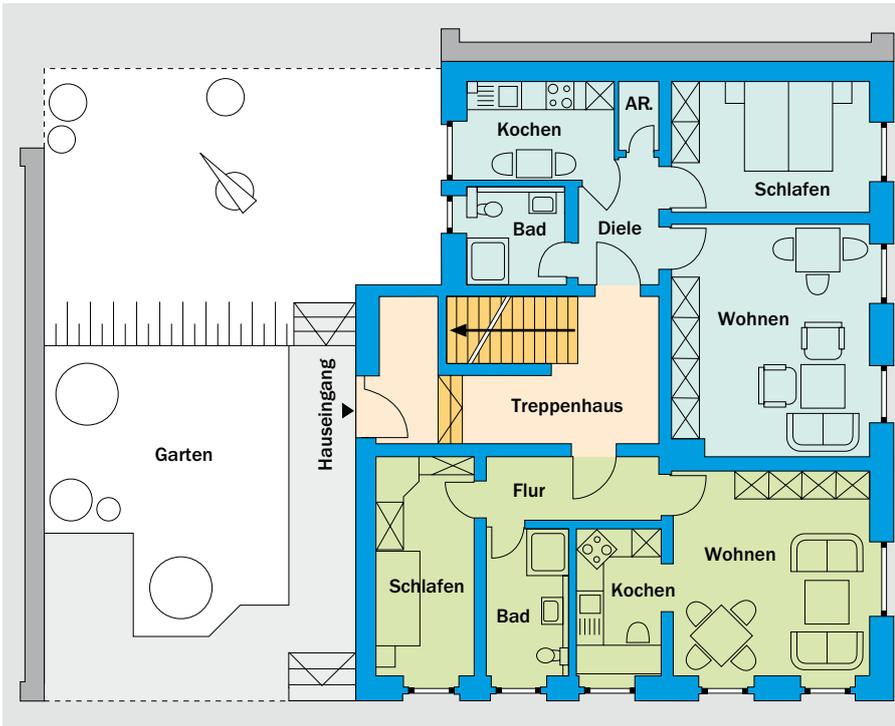


Bild 31: Beispiel für günstige Anordnung der Nassräume (Küche und Bad/WC) abseits von schutzbedürftigen Räumen

tersuchungen im Prüfstand ergaben, dass sich zwischen den Varianten mit und ohne Wärmedämmstein kein Unterschied im bewerteten Schalldämm-Maß ergibt [20].

Anschluss der Wohnungstrennwand an leichte Dachkonstruktionen

Beim Anschluss von Wohnungstrennwänden an leichte Dachkonstruktionen wäre

aus schalltechnischer Sicht ein „Durchführen“ der Wohnungstrennwand bis unter die Dachhaut die optimale Lösung. Eine solche Ausführung ist jedoch aus wärmetechnischer Sicht nicht zulässig, da sie mit einem starken Wärmebrückeneffekt einhergehen würde. Daher kann als Kompromiss zwischen Wärme- und Schallschutz die in Bild 30a dargestellte Variante emp-

fohlen werden, bei der die Wohnungstrennwand etwa bis zur Hälfte in die Dachebene einbindet. Um den Wärmebrückeneffekt bei dieser Ausführung möglichst gering zu halten, sollte oberhalb des Wandkopfes ein Wärmedämmstoff mit geringerer Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zum Dämmstoff innerhalb der Regelkonstruktion verwendet werden. Eine alternative, schallschutztechnisch sehr günstige Variante bei Brandschutzanforderungen, bei der die Wohnungstrennwand die Dachebene durchstößt, ist in Bild 30b dargestellt. Die Wärmebrückeneffektwirkung wird hier durch eine die WTW außen umschließende Dämmebene reduziert.

Die Planung der Stoßstellen sollte mit entsprechenden Details auf den Werkplänen dargestellt werden.

5.3 Ausführung und Einfluss von Installationen

Bereits bei der Grundrissplanung ist darauf zu achten, dass die Installationswand (für Küche, Bad, WC) nicht unmittelbar an einen schutzbedürftigen Raum grenzt. Empfehlenswert ist es daher, Grundrisse spiegelbildlich zur Wohnungstrennwand zu planen und die Nassräume am Treppenhaus anzuordnen, Bild 31.

Rohrleitungen für fließende Medien (Wasser/Abwasser und Gase) sowie z.B. Waschbecken oder WCs sollten aufgrund des störenden Körperschalls als Vorwandinstallation mit raumseitiger Verkleidung ausgeführt werden. Bei Vorwandinstallationen ist darauf zu achten, dass die schalltechnische „Dichtigkeit“ der Mauerwerkswand vor deren Einbau z.B. durch das Aufbringen eines Putzes oder zumindest das Verspachteln der Fugen sichergestellt wird (siehe Bild 32).

Einschalige Wände (einschalige Massivbau-Musterinstallationswand), an denen diese Leitungen befestigt werden, sollten nach DIN 4109-36 eine flächenbezogene Masse von mindestens 220 kg/m² haben, zum Beispiel eine verputzte einschalige, 11,5 cm dicke Wand aus Kalksandstein der RDK 2,0.

Schwere Wände werden durch Körperschall weniger stark angeregt als leichte Wände; sie strahlen damit auch weniger Schall ab.



Bild 32: Vorwandinstallation mit verspachtelten Mauerwerksfugen

Leichtere Installationswände mit einer flächenbezogenen Masse < 220 kg/m²

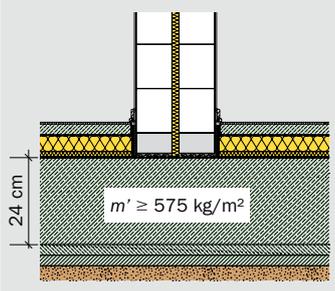
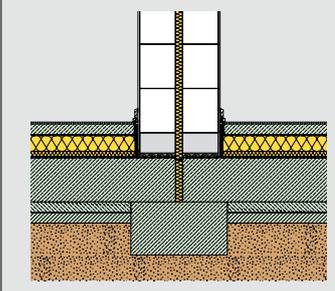
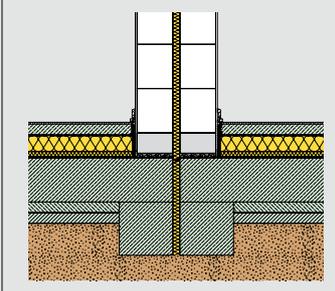
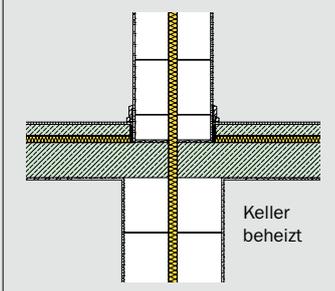
Fall 1: gemeinsame Bodenplatte	Fall 2: getrennte Bodenplatten, gemeinsames Fundament	Fall 3: getrennte Bodenplatten, getrennte Fundamente	Fall 4: durchgehende Trennfuge bis zum Fundament
Räume direkt über der Bodenplatte	Räume direkt über den Bodenplatten	Räume direkt über den Bodenplatten	Räume mindestens 1 Etage über dem Fundament
$\Delta R_{w,Tr} = + 6 \text{ dB}$ Bei durchgehenden Außenwänden ($m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$) im Keller: $\Delta R_{w,Tr} = + 3 \text{ dB}$	$\Delta R_{w,Tr} = + 6 \text{ dB}$ Es konnten deutlich höhere Werte gemessen werden [21], jedoch wurde wegen der noch geringen Datenmenge eine Erhöhung des Zuschlags um 3 dB noch nicht vorgenommen.	$\Delta R_{w,Tr} = + 9 \text{ dB}$	$\Delta R_{w,Tr} = + 12 \text{ dB}$ Bei durchgehenden Außenwänden ($m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$) im Keller: $\Delta R_{w,Tr} = + 9 \text{ dB}$
			

Bild 33: Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$ für zweischalige Haustrennwände in Abhängigkeit von der Fundamentausbildung und der Raumsituation

können verwendet werden, wenn durch Eignungsprüfungen (z.B. durch den Prüfbericht einer unabhängigen Prüfstelle) nachgewiesen ist, dass sie sich schalltechnisch nicht ungünstiger verhalten.

Werden Wände durch Schlitz- und Einbauten geschwächt, verringert sich ihre Schalldämmung infolge der verringerten flächenbezogenen Masse. Das stellenweise geschwächte Bauteil ist als zusammengesetztes Bauteil mit Teilflächen unterschiedlicher Schalldämmung zu betrachten. Kabelleitungen (z.B. Elektro-, Klingel- oder Telefonleitungen) werden sinnvollerweise über Kabelkanäle (z.B. als Fußleiste) oder im Estrichaufbau horizontal verteilt. Die vertikalen Steigleitungen werden in Schlitz nach DIN EN 1996-1-1/NA geführt. Die Schlitz sind mit Mörtel zu schließen. Auch bei beidseitiger Installation der Dosen muss nicht mit einer Minderung der Schalldämmung gerechnet werden, sofern die Öffnungen für die Dosen von beiden Seiten separat ohne durchgehende Bohrung hergestellt werden [17].

6. REIHEN- UND DOPPELHAUS-TRENNWÄNDE

Bei zweischaligen Haustrennwänden aus zwei schweren, biegesteifen Schalen mit durchgehender Trennfuge, z.B. bei Reihenhäusern, kann die Schallübertragung zwischen benachbarten Häusern gegenüber einschaligen Haustrennwänden erheblich

verringert und somit die Schalldämmung erhöht werden.

Voraussetzungen dafür sind:

- Die Fuge ist von der Oberkante des Fundaments lückenlos bis zur Dachhaut durchzuführen (Bilder 33 bis 35).
- Die flächenbezogene Masse der Einzelschale (inklusive eines eventuell vorhandenen Putzes) muss mindestens 150 kg/m^2 aufweisen. Die Dicke der Trennfuge muss dabei mindestens 30 (besser 40) mm sein.
- Bei einem Schalenabstand $\geq 50 \text{ mm}$ muss die Masse der Einzelschale mindestens 100 kg/m^2 betragen.
- Der Fugenhohlraum sollte idealerweise mit dicht gestoßenen und vollflächig verlegten Mineralfaserplatten Typ WTH nach DIN EN 13162 in Verbindung mit DIN 4108-10 ausgeführt werden, Bild 37, um Mörtelbrücken zu vermeiden.

Die Erhöhung des Schalenabstandes wirkt sich günstig auf den Schallschutz aus. Dies gilt nicht bei üblichen Schalenabständen im untersten Geschoss, wenn die Fußpunkte der Schalen (z.B. durch gemeinsame Bodenplatten und/oder Fundamente) gekoppelt sind. Hier wirkt sich die Erhöhung der flächenbezogenen Mas-

se der Schalen deutlicher aus als eine Erhöhung des Schalenabstands.

Die bisherige Ermittlung des bewerteten Schalldämm-Maßes nach DIN 4109, Beiblatt 1 unter Berücksichtigung eines Bonus von 12 dB für die zweischalige Ausführung mit vollständiger Trennung der Schalen ist unter anderem an folgende Annahmen geknüpft:

- Durchgehende Trennfuge vom Fundament bis zur Dachhaut
- Breite der Trennfuge mindestens 3 cm

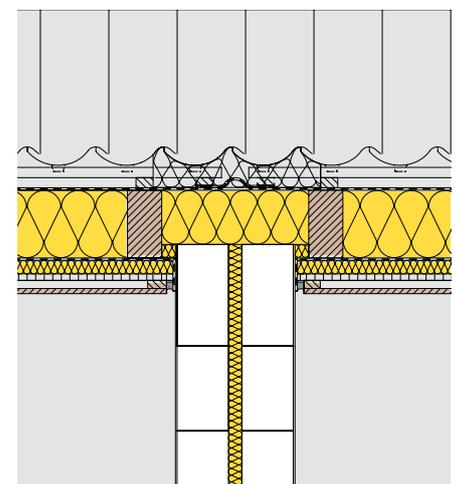


Bild 34: Dachanschluss zweischalige Haustrennwand

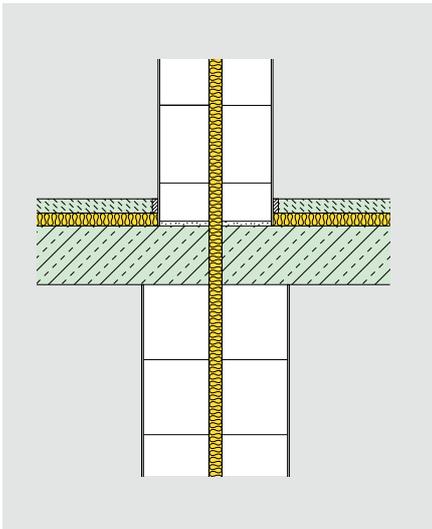


Bild 35: Zwischenanschluss zweischalige Haustrennwand

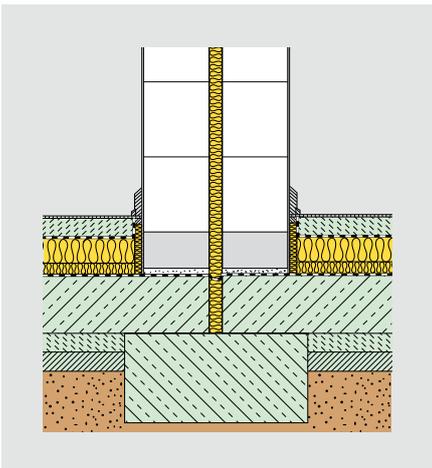


Bild 36: Fundamentanschluss zweischalige Haustrennwand



Bild 37: Dicht gestoßene Mineralfaserplatten Typ WTH vermeiden Schallbrücken.

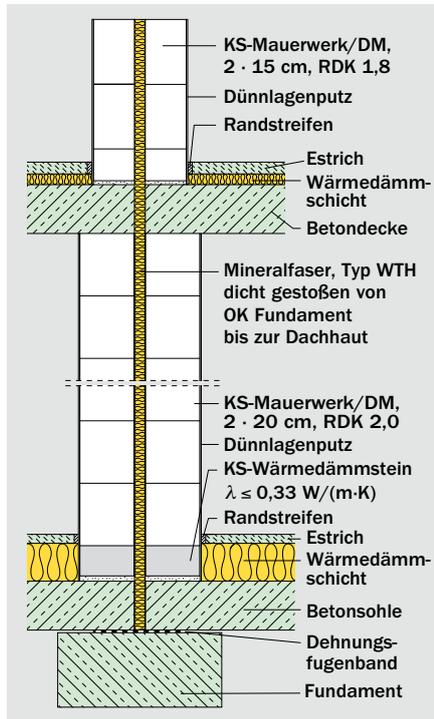


Bild 38: Beispiel nach [23] für ein nicht unterkellertes Gebäude mit getrennter Bodenplatte und Schallschutzanforderungen von $R'_{w} = 67$ dB auch im untersten Geschoss

- Keine Anforderungen an den Schallschutz im untersten Geschoss, z.B. bei einem Nutzkeller

In der Praxis werden diese Voraussetzungen teilweise verletzt, z.B. wenn

- ohne Keller gebaut wird,
- sich schutzbedürftige Räume im Kellergeschoss befinden,
- die Trennfuge nur bis zur Kellerdecke herabgeführt wird oder
- der Schalenzwischenraum mit ungeeigneten, steifen Dämmstoffen gefüllt wird.

Der Einfluss der flankierenden Schallübertragung durch die Kopplung der Haustrennwände am Fußpunkt kann zu einer drastischen Reduzierung der Schalldämmung führen. Statt des üblicherweise mit 12 dB angesetzten Zweischaligkeitszuschlags werden abhängig von der Art der Kopplung in der Realität häufig nur 6 dB erreicht, teilweise sogar noch weniger, siehe Bild 33.

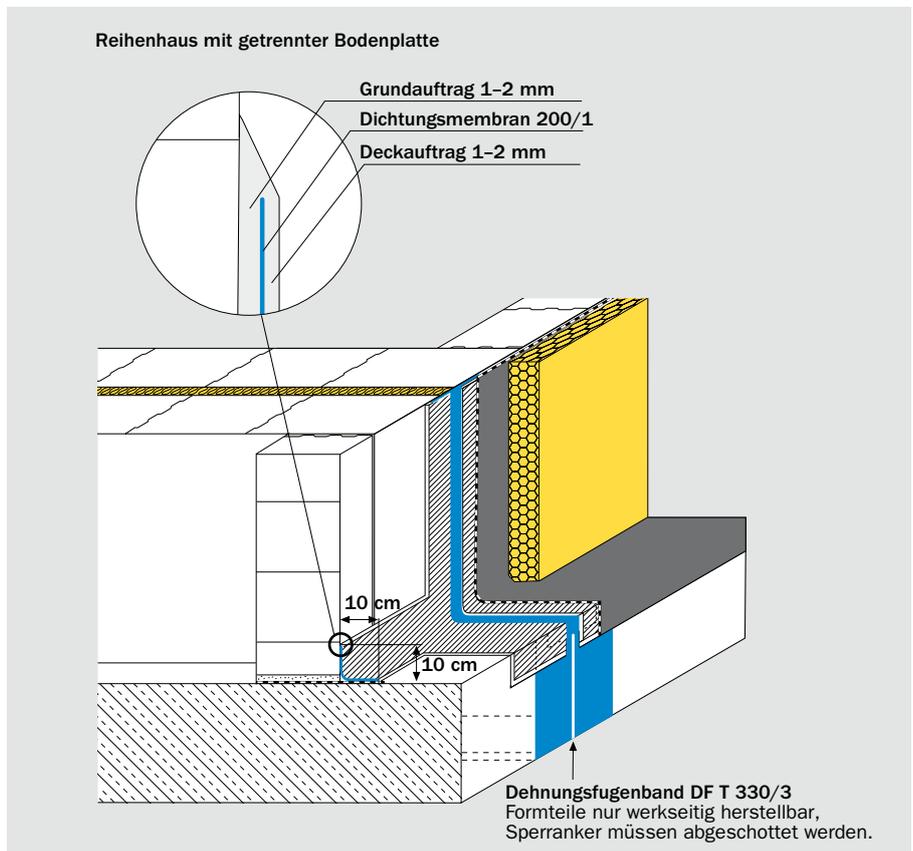


Bild 39: Abdichtung der Bodenplatte z.B. mit dem System Tricoflex [22]

Prognose des Schalldämm-Maßes von zweischaligen Haustrennwänden

DIN 4109:2016 enthält statt eines pauschalen Zuschlags von 12 dB einen abgestuften Zuschlag für die Zweischaligkeit ($\Delta R_{w,Tr}$), der in 3-dB-Stufen die unterschiedlichen Kopplungsbedingungen im Fundamentbereich bei unvollständiger Trennung und unterschiedlichen Raumsituationen berücksichtigt. Bild 33 zeigt für unterschiedliche Fundamentausbildungen und Raumsituationen den anzusetzenden Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$.

Zur Erfüllung einer Empfehlung von $R'_w = 67$ dB in einem nicht unterkellerten Gebäude mit getrennter Bodenplatte sollte die zweischalige Haustrennwand im EG aus 2 · 20 cm KS-Mauerwerk mit RDK 2,0 und im OG aus 2 · 15 cm KS-Mauerwerk mit RDK 1,8 bestehen, Bild 38. Bild 39

zeigt die Abdichtung einer solchen getrennten Bodenplatte eines Reihenhauses mit dem System Tricoflex [22].

Eine zusätzliche Erweiterung des bisherigen Nachweisverfahrens berücksichtigt den Einfluss flankierender Decken und Wände über den Korrekturwert K . Das prognostizierte Schalldämm-Maß ergibt sich damit nach folgender Gleichung:

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

- mit
- $R'_{w,2}$ Bewertetes Schalldämm-Maß der zweischaligen Haustrennwand, vgl. Tafel 12
- $R'_{w,1}$ Schalldämm-Maß einer gleichschweren einschaligen Wand
- $\Delta R_{w,Tr}$ Zweischaligkeitszuschlag in Abhängigkeit von der Kopplung im Fundamentbereich, Bild 33

K Korrekturwert K zur Berücksichtigung der Übertragung über flankierende Decken und Wände.

Der Korrekturwert K ist nur zu berücksichtigen, wenn die Übertragung im Fundamentbereich vernachlässigt werden kann ($\Delta R_{w,Tr} = 12$ dB) und wenn die mittlere flächenbezogene Masse der auf die Haustrennwand stoßenden massiven Flanken kleiner ist als die der empfangsraumseitigen Schale der Haustrennwand. Weitere Erläuterungen hierzu sind in [3] zu finden.

Das beschriebene Rechenmodell für zweischalige Haustrennwände (inklusive der Korrektur K) ist Bestandteil des KS-Schallschutzrechners [24].

Tafel 12: Beispiellösungen für bewertete Schalldämm-Maße R'_w zweischaliger KS-Haustrennwände in Abhängigkeit vom Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$

Wandaufbau ¹⁾ (Beispiele)	RDK	Flächenbezogene Masse [kg/m ²]	R'_w [dB]		
			Inkl. $\Delta R_{w,Tr} = + 12$ dB ³⁾	Inkl. $\Delta R_{w,Tr} = + 9$ dB z.B. Erdgeschoss mit getrennten Fundamenten	Inkl. $\Delta R_{w,Tr} = + 6$ dB z.B. Erdgeschoss mit gemeinsamer Bodenplatte
2 x 11,5 cm	1,8	≥ 410	65	62	59
2 x 11,5 cm	2,0	≥ 450	66	63	60
2 x 15 cm ²⁾	1,8	≥ 490	67	64	61
2 x 15 cm ²⁾	2,0	≥ 530	68	65	62
2 x 17,5 cm ²⁾	1,8	≥ 580	69	66	63
2 x 17,5 cm ²⁾	2,0	≥ 630	70	67	64
2 x 20 cm ²⁾	1,8	≥ 680	71	68	65
2 x 20 cm ²⁾	2,0	≥ 740	72	69	66
2 x 24 cm ²⁾	1,8	≥ 810	73	70	67 ⁴⁾

Flankierende Bauteile mit $m'_{L,M} \sim 300$ kg/m²
 Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.
¹⁾ Mauerwerk nach DIN EN 1996 mit Normal- oder Dünnbettmörtel, beidseitig verputzt (2 x 10 mm Putz \triangle je Seite 10 kg/m²), Trennfuge ≥ 3 cm
²⁾ Bereits mit beidseitig Dünnlagenputz (2 x 5 mm)
³⁾ Bei durchgehenden Keller-Außenwänden ($m' \geq 575$ kg/m²) gilt: a) im Kellergeschoss: $\Delta R_{w,Tr} = +3$ dB b) im Erdgeschoss: $\Delta R_{w,Tr} = +9$ dB c) in den Obergeschossen: $\Delta R_{w,Tr} = +12$ dB
⁴⁾ Alternativ nach [23]: 2 x 20 cm mit RDK 2,0 und beidseitigem Dünnlagenputz (2 x 5 mm) sowie Trennfuge ≥ 4 cm, gefüllt mit Mineralfaserplatten, Typ WTH, Bodenplatte getrennt auf gemeinsamem Fundament.

7. FAZIT

Die aktuell vorliegenden Regelungen zum baulichen Schallschutz im Wohnungsbau erlauben nur sehr bedingt eine rechtssichere Vereinbarung eines Schallschutzniveaus zwischen Planer und Bauherr. Dies ist für die Planungspraxis ein äußerst unbefriedigender Zustand und es wäre zu wünschen, dass eine Harmonisierung zwischen den verschiedenen Regelwerken und Empfehlungen erfolgen würde. Da dies in absehbarer Zeit jedoch nicht zu erwarten ist, werden innerhalb der vorliegenden Broschüre für Gebäude aus Kalksandstein klare Empfehlungen gegeben, die für die privatrechtliche Vereinbarung des Schallschutzes herangezogen werden können.

Die Betrachtungen und Beispielrechnungen innerhalb dieser Broschüre zeigen, dass mit massiven Konstruktionen aus Kalksandstein problemlos erhöhte Anforderungen an den Schallschutz realisiert werden können. Folgende Punkte sind dabei hervorzuheben:

- Die Wahl ausschließlich massiver Bauteile mit hoher flächenbezogener Masse ermöglicht die Realisierung eines sehr guten Schallschutzes mit einfachen Anschlussdetails ohne die Anwendung aufwendiger Sonderkonstruktionen (wie. z.B. Entkopplungsstreifen oder Vorsatzschalen).
- Der KS-Schallschutzrechner ermöglicht eine zielgenaue Prognose des zu erwartenden Schallschutzes und die

angemessene Auslegung aller an der Schallübertragung beteiligten Bauteile.

- Massive Konstruktionen mit hohen Rohdichten gewährleisten einen homogenen Schallschutz über den gesamten hörbaren Frequenzbereich.

Diese Aspekte geben den Fachplanern größtmögliche Sicherheit bei der Schallschutzplanung und ermöglichen ihnen, einen zeitgemäßen Schallschutz zielsicher umzusetzen.



Bild 40: Guter Schallschutz ist unerlässlich für eine angenehme Atmosphäre (akustische Behaglichkeit).

LITERATUR

- [1] Trendbefragung für Immobilienscout24, Innofact 03/2008.
- [2] Gösele, K.; Schüle, W.; Künzel, H.: Schall, Wärme, Feuchte. 11. Auflage, Bauverlag, Gütersloh 2000
- [3] Fischer, H.-M.: Schallschutz. Erschienen im Fachbuch Kalksandstein. Planungshandbuch. Planung, Konstruktion, Ausführung. Hrsg.: Bundesverband Kalksandsteinindustrie eV, Hannover 2014
- [4] DIN 4109-1:2016-07: Schallschutz im Hochbau, Teil 1: Mindestanforderungen, 2016
- [5] Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.: Die DIN 4109 und die allgemein anerkannten Regeln der Technik in der Bauakustik, Memorandum, DEGA BR 0101. Berlin 2011
- [6] DIN 4109 Beiblatt 2:1989-11: Schallschutz im Hochbau, Beiblatt 2: Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich, 1989
- [7] VDI 4100:2007-08: Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung, 2007
- [8] VDI 4100:2012-10: Schallschutz im Hochbau – Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz, 2012
- [9] BGH v. 14.06.2007 – VII ZR 45/06 (OLG Hamm, LG Bielefeld). www.bundesgerichtshof.de
- [10] Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.: DEGA Empfehlung 103 – Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis, 2009
- [11] BGH v. 04.06.2009 – VII ZR 54/07 (OLG Hamm, LG Essen). www.bundesgerichtshof.de
- [12] Grethe, W.: Untersuchungen zum Schallschutz im massiven Geschosswohnungsbau – Prognose des Schallschutzes nach VDI 4100. Unveröffentlichte Studienarbeit, Leibniz Universität Hannover, 2012
- [13] Alpei, H.; Hils, T.: Welche Abstufung der Schalldämm-Maße sind bei Anforderungen an die Luftschalldämmung sinnvoll? In: wksb, H. 59, 2007
- [14] DIN 4109-2:2016-07: Schallschutz im Hochbau, Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen, 2013
- [15] Handbuch zum Kalksandstein Schallschutzrechner – Berechnungsprogramm für Schallschutznachweise nach DIN 4109-2. Bundesverband Kalksandsteinindustrie eV, Hannover 2016
- [16] Schäfers, M.; Pekrul, O.: Schallschutz im Geschosswohnungsbau – mehr Planungssicherheit durch neue Prognoseinstrumente. Bauphysik 34 (2012), Heft 06, S. 309–320, 2012
- [17] Fischer, H.-M.: Stellungnahme zur Schalldämmung einschaliger Wände aus Kalksandsteinen ohne Stoßfugenvermörtelung, 2001
- [18] DIN EN 1996-1-1/NA:2012-01: Nationaler Anhang: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk, 2012
- [19] Schubert, P.: Gutachterliche Stellungnahme zur Wirksamkeit einer Mörtelschicht als obere Halterung, 2003
- [20] Fischer, H.-M.: Beurteilung des Einflusses von KS ISO-KIMM-Steinen auf die Schalldämmung von KS Mauerwerk, 2001
- [21] Scheck, J.; Schneider, M.; Fischer, H.-M.: Vorläufiges Verfahren zur Schalldämmmaß-Prognose von zweischaligen Haustrennwänden aus Kalksandstein unter Berücksichtigung einer unvollständigen Trennung, Bericht Nr. 132-012 02P, Hochschule für Technik, Stuttgart 2007
- [22] Verarbeitungsrichtlinie Tricoflex Abklebesystem. Hrsg.: Sika Deutschland GmbH, Stuttgart, Stand 09/2014
- [23] Fischer, H.-M.: Stellungnahme zum zu erwartenden Schalldämm-Maß einer zweischaligen Haustrennwand aus Kalksandstein, Stuttgart 2007
- [24] Kalksandstein Schallschutzrechner – Berechnungsprogramm für Schallschutznachweise nach DIN 4109-2. Hrsg.: Bundesverband Kalksandsteinindustrie eV, Hannover 2016

KS* Partner in Ihrer Nähe.



Stand: 2019
 ▶ KS-Bauberatung
 ▶ KS* Marketing-Zentrale
 ▶ KS* Vertrieb
 ▶ KS* Werk & Vertrieb
 ▶ KS* Werk

→ ks-original.de/partner

☎ 0800 7002070

KS* Partner im Überblick.

- 01 Baustoffwerk Kastendiek von Fehm → ks-we.de ¹⁾
- 02 Baustoffwerke Dresden → heidelberg-kalksandstein.de
- 03 Baustoffwerke Horsten → bauhorst.de
- 04 BMO KS-Vertrieb Bielefeld-Münster-Osnabrück → bmo-ks.de

- 05 Cirkel → cirkel.de
- 06 Dennert Baustoffwelt → dennert.de
- 07 E. Bayer Baustoffwerke → eb-bayer.de
- 08 Eifeler Kalksandstein- und Quarzwerke → ekqw.de
- 09 Emsländer Baustoffwerke → emslaender.de
- 10 Hessisches Bausteinwerk Dr. Blasberg → swkv.de ¹⁾
- 11 Höltinghauser Industriewerke → ks-we.de ¹⁾
- 12 Kalksandsteinwerk Amberg → kalksandstein-amberg.de
- 13 Kalksandsteinwerk Bookholzberg
- 14 Kalksandsteinwerk Bösel → ks-we.de ¹⁾

- 15 Kalksandsteinwerk Krefeld-Rheinhafen → ksw-krefeld.de
- 16 Kalksandsteinwerk Rückersdorf → h-niemeier.de
- 17 Kalksandsteinwerk Wemding → ks-wemding.de
- 18 Kalksandsteinwerk Wendeburg Radmacher → ks-radmacher.de
- 19 Kalksandsteinwerke Schencking → ksvertrieb.de
→ fasenstein.de
- 20 Peter Kalksandsteinwerk → swkv.de ¹⁾
- 21 Zapf Daigfuss Vertrieb → zapf-daigfuss.de

Keine Sorgen. – Mit dem KS* Partner in Ihrer Nähe:

Finden Sie Ihren regionalen KS* Partner sowie detaillierte Informationen rund um den Wandbaustoff Kalksandstein auf ks-original.de



KS-ORIGINAL GMBH

Entenfangweg 15
30419 Hannover

Tel.: +49 511 27953-0
Fax: +49 511 27953-31
info@ks-original.de
ks-original.de



Einfach einscannen und
Fachinformationen entdecken.

KS-9071-17/09-850