

Schallschutz

Angepasst an DIN 4109-5 | Sicher geplant und einfach ausgeführt



→ ks-original.de

Kalksandstein
KS*

DAS ORIGINAL

Inhalt

1. Schallschutz im Überblick	3	4. Lösungswege mit Konstruktionen aus Kalksandstein	17
2. Nutzererwartung und Schallschutznormung	7	4.1 Mehrfamilienhäuser.....	17
2.1 Mindestanforderungen nach DIN 4109-1.....	7	4.2 Reihen- und Doppelhäuser	20
2.2 Regelungen zum erhöhten Schallschutz	8	4.3 Schallschutz im eigenen Wohnbereich	21
2.2.1 DIN 4109-5:2020-8	8	5. Bauausführung als Schlüssel zum Erfolg.....	22
2.2.2 VDI 4100	9	5.1 Ausführungshinweise für Mehrfamilienhäuser	22
2.2.3 DEGA-Empfehlung 103: Schallschutzausweis.....	9	5.1.1 Hinweise zur Ausführung des Trennbauteils.....	22
2.2.4 DEGA-Memorandum BR 0104: Schallschutz im eigenen Wohnbereich	10	5.1.2 Allgemeine Hinweise zur Ausführung der Anschlussdetails	23
2.3 Probleme aktueller Regelwerke zum Schallschutz... ..	10	5.1.3 Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Außenwand	23
2.4 Empfehlungen der Kalksandsteinindustrie.....	10	5.1.4 Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Innenwand	24
3. Rechnerischer Nachweis mit dem KS-Schallschutzrechner	12	5.1.5 Abgewinkelte Wohnungstrennwand	28
3.1 Schallschutznachweis in Mehrfamilienhäusern.....	12	5.1.6 Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Geschossdecke bzw. Dach.....	28
3.1.1 Höhere Genauigkeit durch neue Rechen- verfahren	12	5.2 Ausführungshinweise für Reihen- und Doppelhäuser.....	30
3.1.2 Der KS-Schallschutzrechner als Nachweisprogramm	13	5.3 Ausführung und Einfluss von Installationen	30
3.1.3 Nachweis anhand der maßgeblichen Übertragungssituation	15	6. Fazit.....	32
3.1.4 Sicherheitsbeiwert.....	15	Literatur.....	33
3.2 Schallschutznachweis für Reihen- und Doppelhäuser.....	16		

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: August 2020

Redaktion:

Dipl.-Red. B. Büttner, Hannover

Dipl.-Ing. W. Grethe, Hannover

H. Möhler, Rheinau-Freistett

Dipl.-Ing. O. Roschkowski, Haltern am See

Dipl.-Ing. C. Runge, Ahlhorn

Dr.-Ing. M. Schäfers, Hannover

M. Sc. S. Schulte, Hannover

Dipl.-Ing. H. Schulze, Buxtehude

M. Sc. K. Weinz, Düsseldorf

BV-9071-20/08

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, Erkrath

1. Schallschutz im Überblick

Über 70 % der Bevölkerung fühlen sich durch Lärm in ihrem Wohnumfeld gestört (Bild 1). Dies belegen eine Trendbefragung aus [1] sowie Ergebnisse einer regelmäßig durch das Umweltbundesamt durchgeführten, repräsentativen Umfrage [2].

Weitere Ergebnisse der Trendbefragung aus [1] sind:

- Für eine deutliche Mehrheit der Mieter und Besitzer (61 %) ist Lärmbelästigung sogar ein Umzugsgrund (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.

INFO

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

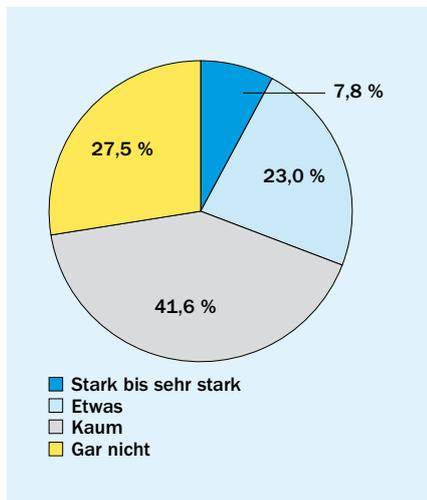


Bild 1 Wie sehr fühlen Sie sich in Ihrer Wohnung/Ihrem Haus durch Lärm belästigt? [1]

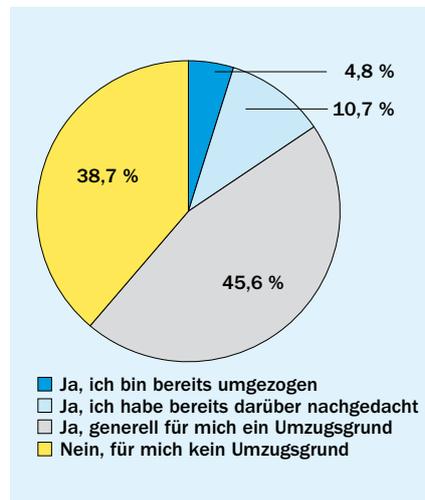


Bild 2 Würden Sie aufgrund von Lärmbelästigung einen Umzug in Erwägung ziehen? [1]

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 3 Welchen Arten von Lärm fühlen Sie sich zuhause ausgesetzt? [1]

Die Schallübertragung zwischen zwei Räumen in einem Mehrfamilienhaus erfolgt neben der direkten Übertragung über das Trennbauwerk (gekennzeichnet durch das Direktschalldämm-Maß R_w) auch

Tafel 1 Bewertetes Schalldämm-Maß R'_w und das Durchhören von Sprache [3]

Sprachverständlichkeit	Erforderliches bewertetes Schalldämm-Maß R'_w [dB]	
	A-bewerteter Grundgeräuschpegel 20 dB	A-bewerteter Grundgeräuschpegel 30 dB
Nicht zu hören	67	57
Zu hören, jedoch nicht zu verstehen	57	47
Teilweise zu verstehen	52	42
Gut zu verstehen	42	32

über die flankierenden Bauteile (Bild 4). Die Gesamt-Schall-dämmung setzt sich also aus dem Direktschalldämm-Maß R_w des Trennbauteils und der flankierenden Übertragung zum Bauschalldämm-Maß R'_w zusammen. Die flankierende Übertragung resultiert aus der Höhe der Direktschalldämm-Maße der Flankenbauteile und der Ausbildung der Stoßstellen (Bild 4). Bei zweischaligen Reihen- und Doppelhaustrennwänden spielt neben deren Direktschalldämmung insbesondere die Detailausbildung am unteren Gebäudeabschluss eine zentrale Rolle für die Höhe des erreichbaren Bauschalldämm-Maßes.

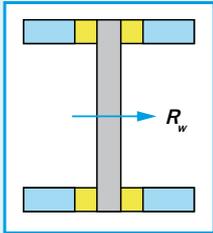
Detailliertere Ausführungen hierzu finden sich in Abschnitt 3 und [4].

Mindestanforderungen nach DIN 4109-1

DIN 4109-1 [5] definiert Mindestanforderungen an den Schallschutz im Hochbau. Über die Verankerung von DIN 4109-1 in den Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen (VV TB) der Bundesländer haben die Mindestanforderungen den Status des Bauordnungsrechts und sind daher immer geschuldet.

DIN 4109-2:
Direktschalldämm-Maß R_w

R_w (ohne Apostroph) beschreibt die Leistungsfähigkeit eines Bauteils ohne Flankeneinflüsse.



DIN 4109-2:
Bauschalldämm-Maß R'_w

mit Flankeneinflüssen. Das sind die Flanken-Eigenschaften, die Flanken-Übertragung und die Einwirkungen der Stoßstellen. Die flankierende Übertragung resultiert aus den schalltechnischen Eigenschaften der Flankenbauteile sowie der Art und Ausführung der Stoßstellen

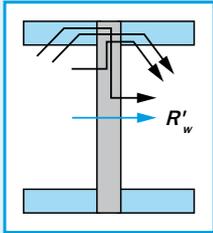


Bild 4 Direktschalldämm-Maß R_w und bewertetes Bauschalldämm-Maß R'_w

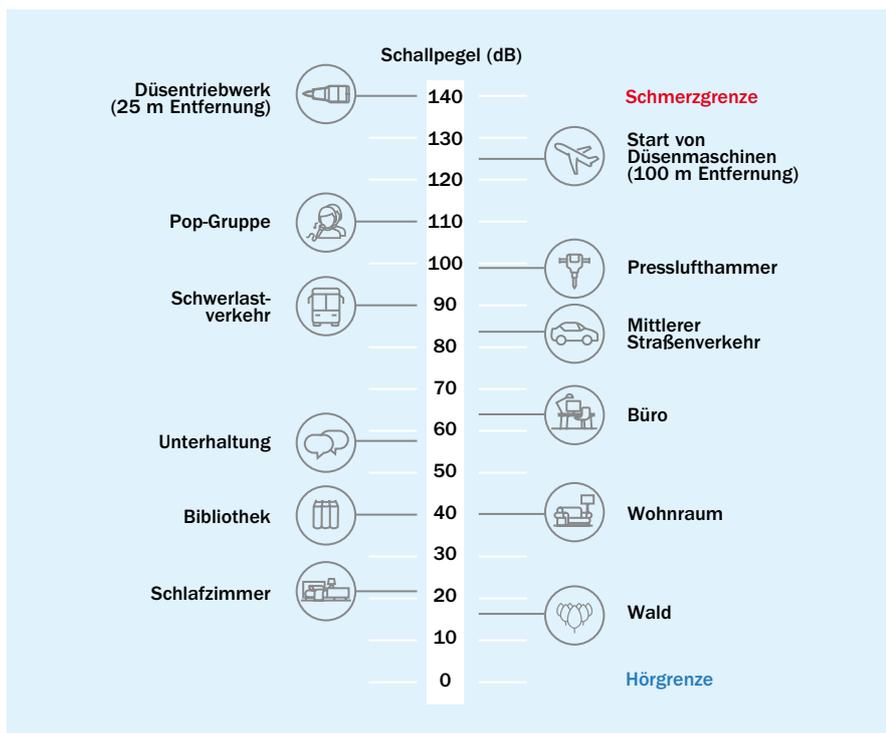


Bild 5 A-bewertete Schallpegel verschiedener Verursacher und Umgebungssituationen

INFO

Schallschutz nach DIN 4109-1 stellt nur das Mindestmaß dar. Bei erhöhten Anforderungen sind diese zu beschreiben und zu vereinbaren.

Mit den in DIN 4109-1 festgelegten Anforderungen werden die folgenden Ziele verfolgt:

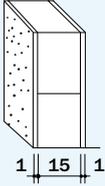
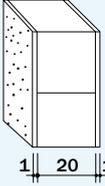
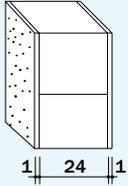
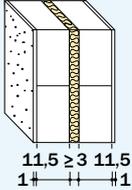
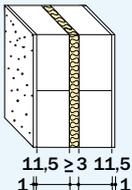
- Vertraulichkeit bei normaler Sprechweise
- Gesundheitsschutz
- Schutz vor unzumutbaren Belästigungen (Bild 5)

Es kann nicht erwartet werden, dass Geräusche von außen oder aus benachbarten Räumen nicht mehr wahrgenommen werden. So sind z.B. Gespräche aus benachbarten Wohnungen bei normaler Sprechweise zwar nicht verstehbar aber dennoch hörbar (Tafel 1). Bei angehobener Sprechweise können diese ggf. sogar verstanden werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit gegenseitiger Rücksichtnahme durch Vermeidung unnötigen Lärms.

Mittlerweile ist unstrittig, und durch verschiedene Gerichtsurteile bestätigt [6, 7], dass die in DIN 4109-1 definierten Mindestanforderungen im Bereich von Wohngebäuden keine allgemein anerkannten Regeln der Technik für die Herstellung eines Schallschutzes sind, der üblichen Qualitäts- und Komfortansprüchen genügt.

Tafel 2 enthält mögliche Lösungen mit Kalksandstein zur Erfüllung der Mindestanforderungen nach DIN 4109-1.

Tafel 2 Die Anforderungen an den Mindestschallschutz, Beispiellösungen

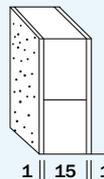
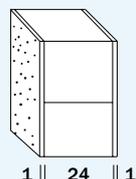
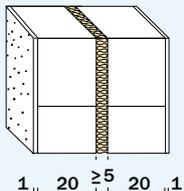
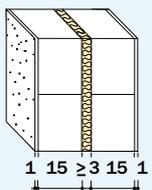
Anforderungen nach DIN 4109-1:2018, z.B. für Wände zwischen	erf. R'_w	So nehmen Sie den Lärm wahr ¹⁾	Lösung mit Kalksandstein ²⁾		
			Wandaufbau ³⁾ [cm]	R_w	R'_w
<ul style="list-style-type: none"> – Übernachtungsräumen – Krankenzimmern – Unterrichtsräumen 	47	<p>Normale Sprache: teilweise verständlich, 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 von Beherbergungsstätten, Gaststätten usw. (bei Betrieb bis 22:00 Uhr)) 	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 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 1 1</p> <p>RDK $\geq 1,6$</p>		KG: 57 EG: 63

¹⁾ Bei einem A-bewerteten Grundgeräuschpegel von 25 dB

²⁾ Die Lösung mit Kalksandstein (Nachweis mit KS-Schallschutzrechner mit Sicherheitsbeiwert 2 dB) gilt für folgende Randbedingungen: Flankierende Decken mind. 18 cm Stahlbeton, Außenwände 17,5 cm Kalksandstein RDK 2,0 mit WDVS, 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

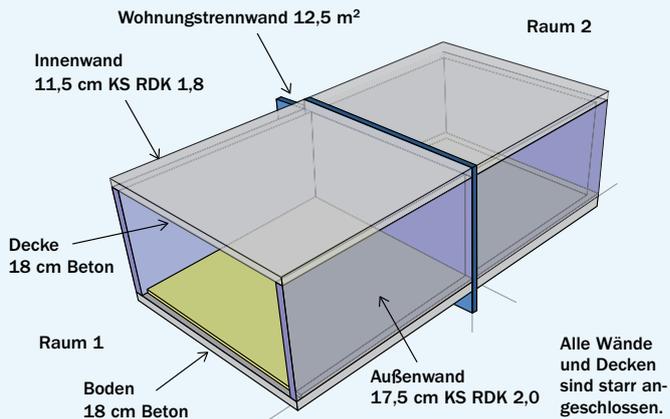
Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz, z.B. für Wände zwischen	erf. R'_w	So nehmen Sie den Lärm wahr ¹⁾	Lösung mit Kalksandstein ³⁾		
			Wandaufbau ⁴⁾ [cm]	R_w	R'_w
– „Lauten“ und „leisen“ Räumen im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich, z.B. zwischen Wohn- und Schlafzimmer	47	Normale Sprache: teilweise verständlich, i.A. hörbar Laute Sprache (Rufen): gut verständlich, sehr deutlich hörbar Musik aus Radio und TV (Zimmerlautstärke): sehr deutlich hörbar	 1 15 1 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	 1 24 1 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 \geq 5 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	 1 20 \geq 5 20 1 RDK \geq 2,0		EG: 67 ²⁾ OG: 74
Doppel-/Reihenhäusern, Voraussetzungen: – Mit Untergeschoss (ohne Anforderungen an den Schallschutz im Untergeschoss) – Trennfuge \geq 3 cm und mit Mineralfaserplatten Typ WTH vollflächig gefüllt – Trennfuge durchgehend bis auf das Fundament – Zuschlag OG: 12 dB	KG: – EG: 67		 1 15 \geq 3 15 1 RDK \geq 1,8		OG: 68

¹⁾ Bei einem A-bewerteten Grundgeräuschpegel von 25 dB

²⁾ Ausführung nach Bild 19

³⁾ Die Lösung mit Kalksandstein (Nachweis mit KS-Schallschutzrechner mit Sicherheitsbeiwert 2 dB) gilt für folgende Randbedingungen:
Flankierende Decken mind. 18 cm Stahlbeton, Außenwände 17,5 cm Kalksandstein RDK 2,0 mit WDVS, 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.

⁴⁾ Die angegebenen Putze weisen je eine flächenbezogene Masse von 10 kg/m² auf.



Erhöhter Schallschutz

Ein über das ohnehin geschuldete Maß (Schallschutz nach DIN 4109-1) hinausgehender erhöhter Schallschutz ist ein wesentliches Qualitäts- und Komfortmerkmal. Da der Begriff „erhöhter Schallschutz“ in verschiedenen Regelwerken ([8], [9], [10], [11], [12]) mit unterschiedlichen Zahlenwerten verbunden ist, sind klare Vereinbarungen über den geschuldeten Schallschutz dringend zu empfehlen.

Der erhöhte Schallschutz liegt nach allgemeiner Erkenntnis vor, wenn eine deutlich wahrnehmbare Verbesserung gegenüber dem Schallschutz nach DIN 4109-1 vorhanden ist. Bei einschaligen Wänden ist daher eine Erhöhung des Anforderungswertes nach DIN 4109-1 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 bauaufsichtlich geschuldeten und häufig vertraglich vereinbarten Niveau. Eine mangelnde Aufklärung der Bauherren über die Diskrepanz zwischen seinem Wunsch und bauaufsichtlich geschuldetem Mindeststandard 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 sowohl die Grundrisse als auch die Konstruktionen dahingehend zu optimieren.

INFO

Ein guter Schallschutz stellt sich nicht automatisch ein, sondern ist bewusst zu planen.

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

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.

INFO

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 Bauweise 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.“ [7]

2.1 Mindestanforderungen nach DIN 4109-1

Die Nutzererwartung an den Schallschutz in Wohngebäuden liegt zumeist über dem bauaufsichtlich geschuldeten Mindestschallschutz 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“ [7]. 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. [6], [7]. Anhaltspunkte für die Vereinbarung eines über DIN 4109 hinausgehenden erhöhten Schallschutzes können gemäß [7] 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.“ [8]

Bei Gebäuden mit funktionsgetrennten KS-Außenwandkonstruktionen und massiven KS-Innenwänden liegt die anerkannte Regel der Technik (im Sinne des DEGA-Memorandums: DIN 4109-1) jedoch höher.

2.2 Regelungen zum erhöhten Schallschutz

2.2.1 DIN 4109-5:2020-8

Innerhalb der Normenreihe DIN 4109 fanden sich bisher Empfehlungen zum erhöhten Schallschutz in DIN 4109:1989 Beiblatt 2. Diese waren insbesondere im Bereich der Mehrfamilienhäuser kritisch zu sehen, da die Differenz zum Mindestschallschutz lediglich bei 1 dB bzw. 2 dB lag. Vor diesem Hintergrund wurde beschlossen, DIN 4109 Beiblatt 2 zurückzuziehen und den Teil mit Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz durch die neue Norm DIN 4109-5 „Schallschutz im Hochbau Teil 5 – Erhöhte Anforderungen zu ersetzen“ [12]. Eine Gegenüberstellung der wesentlichen Anforderungen und Empfehlungen dieser beiden (sowie weiterer) Regelwerke findet sich in Tafel 4.

Für den Bereich des Wohnungsbaus sind die folgenden wesentlichen Änderungen gegenüber den Empfehlungen in DIN 4109 Beiblatt 2 zu nennen:

- Anhebung der Anforderungen an die Luftschalldämmung in Mehrfamilienhäusern von $R'_w \geq 55$ dB auf $R'_w \geq 56$ dB für die horizontale (Wohnungstrennwände) und $R'_w \geq 57$ dB für die vertikale (Geschossdecken) Übertragung
- Reduktion der Anforderungen an die Luftschalldämmung zweischaliger Reihen- bzw. Doppelhaustrennwände im untersten Geschoss von $R'_w \geq 67$ dB auf $R'_w \geq 62$ dB
- Reduktion der Anforderungen an die Luftschalldämmung zweischaliger Reihen- bzw. Doppelhaustrennwände im EG

Tafel 4 Anforderungen an und Empfehlungen zum baulichen Schallschutz [dB]

		DIN	DIN	DIN	Empfehlung Kalksandstein- industrie ¹⁾	VDI 4100:2007			VDI 4100:2012			
		4109-1:2018	4109:1989 Beiblatt 2	4109-5:2020		SSt I	SSt II	SSt III	SSt I	SSt II	SSt III	
Randbedin- gungen	Anwendungsgebiet	Mindestan- forderungen	Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz (Vorschläge für vertragliche Vereinbarungen)									
	Schutzbedürftige Räume	Aufenthaltsräume							Räume mit Grundflächen ≥ 8 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	55	56	56	53	56	59	56	59	64
		Luftschallübertragung vertikal	54	55	57	57	54	57	60			
		Trittschallübertragung Decken	50	46	45	45	53	46	39	51	44	37
		Trittschallübertragung Treppen	53	46	45	45	58	53	46			
		Luftschallübertragung Tür: Treppenhaus – Flur	27 ²⁾	37 ²⁾	37 ²⁾	37²⁾	–	–	–	–	–	–
		Luftschallübertragung Tür: Treppenhaus – Aufenthaltsraum	37 ²⁾	–	42 ²⁾	–³⁾	–	–	–	–	–	–
		Gebäudetechnische Anlagen	30	–	27	27	30	30	25	30	27	24
	Luftschallübertragung horizontal im eigenen Wohn- bereich (Wände ohne Türen)	–	40/47	–	47	–	–	–	48 ⁴⁾	52 ⁴⁾	–	
	Reihen-/Doppelhaus	Luftschallübertragung (unterstes Geschoss)	59	67	62	67	57	63	68	65	69	73
		Luftschallübertragung (alle anderen Geschosse)	62		67 ⁵⁾							
		Trittschallübertragung Decken	41	38	36	36	48	41	34	46	39	32
		Trittschallübertragung Bodenplatte	46		41							
		Trittschallübertragung Treppen	46	46	41	41	53	46	39			
		Gebäudetechnische Anlagen	30	–	27	25	30	25	20	30	25	22
Luftschallübertragung horizontal im eigenen Wohn- bereich (Wände ohne Türen)		–	40/47	–	47	–	–	–	48 ⁴⁾	52 ⁴⁾	–	

¹⁾ Für den Schutz gegen Außenlärm werden die Anforderungen von DIN 4109 empfohlen.
²⁾ Schalldämm-Maß R_w
³⁾ Bei erhöhten Anforderungen an den Schallschutz wird diese Art der Grundrissgestaltung nicht empfohlen.
⁴⁾ SSt EB1 bzw. SSt EB2, die Empfehlungen in VDI 4100:2012 zum verbesserten Schallschutz innerhalb des eigenen Wohnbereichs sind ggf. unabhängig von den weiteren Empfehlungen der Richtlinie separat zu vereinbaren.
⁵⁾ Bei einer Unterkellerung mit Weißer Wanne und durchlaufenden flankierenden Kelleraußenwänden gilt $R'_w = 64$ dB.

für den Fall einer darunterliegenden Weißen Wanne von $R'_w \geq 67$ dB auf $R'_w \geq 64$ dB

- Keine Übernahme von Anforderungen bzw. Empfehlungen für den Schallschutz innerhalb des eigenen Wohnbereichs
- Verschärfungen der Anforderungen an die Trittschallübertragung
- Aufnahme einer Anforderung an Gebäudetechnische Anlagen
- Aufnahme einer Anforderung von $R'_w \geq 58$ dB für Wände neben Durchfahrten, Sammelgaragen einschließlich Einfahrten sowie Wände von Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen

Mit der Anhebung der Anforderungen an die Luftschalldämmung in Mehrfamilienhäusern beträgt die Differenz zwischen erhöhter Anforderung in DIN 4109-5 und Mindestanforderung in DIN 4109-1 3 dB. Dies entspricht einem wahrnehmbaren Unterschied und den bereits seit vielen Jahren von der Kalksandsteinindustrie ausgesprochenen Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz.

Bei den Reihen- und Doppelhäusern erfolgte hingegen eine Reduzierung der Anforderungen an die Luftschalldämmung (Tafel 4). Diese Änderungen sind vor dem Hintergrund, dass es sich bei dem beschriebenen Schallschutzniveau um erhöhte Anforderungen handelt, nicht nachvollziehbar. Mit marktüblichen Konstruktionen aus Kalksandstein kann ein deutlich besserer Schallschutz erreicht werden.

Eine weitere wesentliche Änderung gegenüber DIN 4109:1989 Beiblatt 2 ist, dass in DIN 4109-5 keine Festlegungen zum Schallschutz innerhalb des eigenen Wohnbereichs mehr getroffen werden. Da es in vielen Fällen dennoch dringend zu empfehlen ist, hierzu vertragliche Vereinbarungen zwischen den Baubeteiligten zu treffen, besteht hier aktuell eine Regelungslücke in DIN 4109. Abhilfe kann hier das in Abschnitt 2.2.4 beschriebene DEGA-Memorandum BR 0104 „Schallschutz im eigenen Wohnbereich“ [13] schaffen. Mit massiven Konstruktionen aus Kalksandstein kann auch innerhalb des eigenen Wohnbereichs das höchste Schallschutzniveau des DEGA-Memorandums realisiert werden.

2.2.2 VDI 4100

Neben DIN 4109-5 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 aktuelle Ausgabe aus dem Jahr 2012 losgelöst von DIN 4109 und umfasst lediglich Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz, wobei die Anforderungswerte gegenüber der Ausgabe 2007 deutlich erhöht wurden. Eine wesentliche Änderung der Neuauflage der VDI-Richtlinie ist darüber hinaus die Umstellung auf neue volumen- und richtungsabhängige Anforderungsgrößen.

Die Regelungen und Empfehlungen innerhalb der aktuellen Fassung der Richtlinie VDI 4100 wurden in der Fachwelt kontrovers

diskutiert. Aufgrund der vollständigen Abkopplung der Richtlinie von DIN 4109 (sowohl hinsichtlich der Kenngrößen als auch hinsichtlich der Anforderungshöhe) sowie den – in Bezug zu den beschriebenen Qualitätsstandards – überhöhten Anforderungen zur Erreichung der drei Schallschutzstufen konnte sich VDI 4100:2012 innerhalb der Planungspraxis nicht durchsetzen und stellt somit keine anerkannte Regel der Technik dar [14]. Daher wird häufig empfohlen, sich bei der Vereinbarung eines erhöhten Schallschutzes auch weiterhin auf die alte VDI 4100:2007 zu beziehen.

2.2.3 DEGA-Empfehlung 103: Schallschutzausweis

Die DEGA-Empfehlung 103: Schallschutzausweis wurde im Jahr 2009 erstmalig von der Deutschen Gesellschaft für Akustik veröffentlicht. Im Jahr 2018 wurde eine grundlegend überarbeitete Neufassung herausgegeben [11].

Die Empfehlung beschreibt ein Konzept zur Klassifizierung von Wohneinheiten mittels Schallschutzklassen. Die sieben Schallschutzklassen werden als Ergänzung zu den 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 Labeling-Systemen wie z.B. der Energiekennzeichnung Weißer Ware und bietet somit dem Nutzer (in der Regel ein 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.

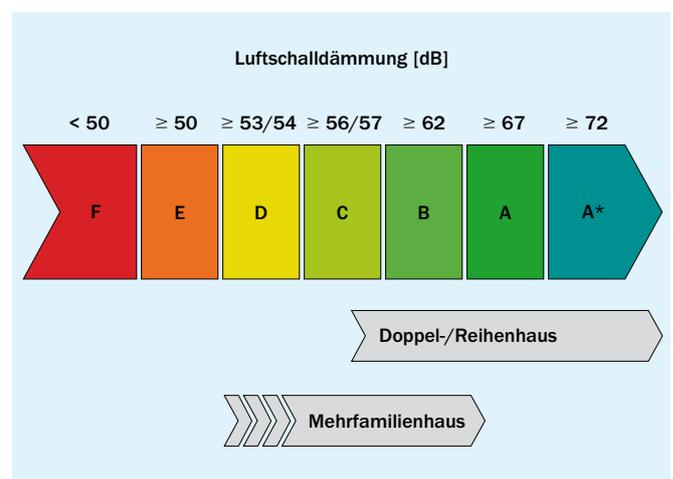


Bild 6 Bewertungsskala für Luftschall von Wänden nach dem DEGA-Schallschutzausweis [11]

Der DEGA-Schallschutzausweis nimmt im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Regelwerken bewusst keine Differenzierung zwischen Mehrfamilienhäusern (Geschosswohnungsbau) und Reihen- bzw. Doppelhäusern vor, sondern beschreibt mit seinen Klassen E bis A* das gesamte mögliche Spektrum bauakustischer Qualitäten von der Altbauwohnung im Mehrfamilienhaus bis hin zur hochwertigen Doppelhaushälfte. Diese Unterscheidung spielt jedoch im Rahmen der Rechtsprechung in Deutschland bei der Beantwortung der Frage nach einem geschuldeten Schallschutz immer eine entscheidende Rolle. Daher wird empfohlen, die Festlegungen im DEGA-Schallschutzausweis nicht für die privatrechtliche Vereinbarung eines Schallschutzniveaus heranzuziehen.

2.2.4 DEGA-Memorandum BR 0104: Schallschutz im eigenen Wohnbereich

Neben der Empfehlung 103: Schallschutzausweis wurde von der DEGA im Februar 2015 das Memorandum BR 0104: Schallschutz im eigenen Wohnbereich herausgegeben [13]. Dort werden Grundlagen für die Planung des Schallschutzes innerhalb des eigenen Wohnbereichs beschrieben und drei Schallschutzklassen für diesen Anwendungsbereich definiert (EW1 bis EW3, Tafel 5). Da die aktuelle Norm zu erhöhten Anforderungen DIN 4109-5, wie oben beschrieben, keine Empfehlungen zum Schallschutz innerhalb des eigenen Wohnbereichs mehr beinhaltet, bietet es sich an, das DEGA-Memorandum BR 0104 für vertragliche Vereinbarungen heranzuziehen. Der dort festgelegte Wert für den Schallschutz von Wänden in der Schallschutzklasse EW 3 (guter Schallschutz mit hoher Zufriedenheit der Nutzer) entspricht mit $R'_w \geq 47$ dB der Empfehlung der Kalksandsteinindustrie (Tafeln 2 und 4).

INFO

Ein offener Grundriss ist nicht zu empfehlen, wenn erhöhte Anforderungen an den Schallschutz im eigenen Wohnbereich gestellt werden.

Tafel 5 Kennwerte für den Schallschutz im eigenen Wohnbereich nach [13]

	EW1	EW2	EW3
Luftschalldämmung Wände ohne Türen von schützenswerten Räumen, z.B. Schlaf- oder Kinderzimmer (R'_w)	≥ 40 dB	≥ 43 dB	≥ 47 dB
Luftschalldämmung Decken (R'_w)	≥ 48 dB	≥ 51 dB	≥ 55 dB
Trittschalldämmung Decken vertikal und Treppen [$L'_{n,w}$]	≤ 58 dB	≤ 53 dB	≤ 46 dB
Luftschalldämmung Zimmertüren in/von schützenswerten Räumen z.B. Schlaf- oder Kinderzimmer (R_w der betriebsfertig eingebauten Tür ohne Nebenwege)			
Offener Grundriss	≥ 22 dB	≥ 27 dB	≥ 32 dB
Geschlossener Grundriss	≥ 17 dB	≥ 22 dB	≥ 27 dB

2.3 Probleme aktueller Regelwerke zum Schallschutz

DIN 4109-1 legt – wie bereits beschrieben – ausschließlich bauaufsichtlich geschuldete Anforderungen an den baulichen Schallschutz fest. Dies hat sich auch in der aktuellen Schallschutznorm 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 4109-1 für den Wohnungsbau weiterhin nicht den anerkannten Regeln der Technik. Zur privatrechtlichen Vereinbarung eines Schalldämm-Niveaus ist DIN 4109-1 deshalb in der Regel weiterhin ungeeignet. Lediglich für besonders kostengünstige Wohngebäude sind gesonderte Vereinbarungen auf Basis der DIN 4109-1 möglich.

Mit dem neu herausgegebenen Teil 5 zu DIN 4109 ist es nun nach vielen Jahren gelungen, für den Anwendungsbereich der Mehrfamilienhäuser ein sinnvolles Niveau normativ festzulegen, welches sich bei der Luftschalldämmung durch die wahrnehmbare Differenz von 3 dB zum Mindestschallschutz für die rechtssichere Vereinbarung des Schallschutzes eignet. Diese Festlegung deckt sich mit der bereits seit vielen Jahren ausgesprochenen Empfehlung der Kalksandsteinindustrie.

Dem stehen allerdings die gegenüber DIN 4109 Beiblatt 2 reduzierten Anforderungen für die Luftschalldämmung zwischen Reihen- und Doppelhäusern sowie die fehlenden Angaben zum Schallschutz innerhalb des eigenen Wohnbereichs gegenüber. Aufgrund dieser Defizite wird empfohlen DIN 4109-5 nicht unreflektiert und ohne ergänzende Überlegungen bzw. Festlegungen für die vertragliche Vereinbarung des Schallschutzes heranzuziehen.

VDI 4100:2012 spricht indes Empfehlungen aus, bei denen bereits die als „durchschnittlich“ gekennzeichnete SSt II in aller Regel nicht mit im Wohnungsbau üblichen Konstruktionen realisiert werden kann – selbst wenn ausschließlich schwere Bauteile mit hohen Rohdichten gewählt werden. Sie ist daher nicht uneingeschränkt anwendbar.

INFO

Keines der zuvor vorgestellten Regelwerke definiert umfänglich für alle relevanten Bereiche einen erhöhten Schallschutz, der für eine rechtssichere Vereinbarung geeignet ist.

Nachfolgend werden 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 [6]) und hierdurch eine möglichst hohe Rechtssicherheit bieten.

2.4 Empfehlungen der Kalksandsteinindustrie

Die öffentlich-rechtlich geschuldete Schallschutzanforderung ist die Anforderung gemäß DIN 4109-1. Dieses Niveau ist in jedem Fall geschuldet und kann als „untere Auffangregel“ verstanden werden. In aller Regel ist für den Schallschutz zwischen Wohn-

einheiten privatrechtlich allerdings ein höheres Niveau geschuldet. Tafel 4 gibt einen Überblick über die Festlegungen verschiedener Regelwerke und die Empfehlungen der Kalksandsteinindustrie. Für den Luftschallschutz wird entsprechend DIN 4109-5 ein Wert von $R'_w \geq 56$ dB in horizontaler und ein Wert von $R'_w \geq 57$ dB in vertikaler Übertragungsrichtung empfohlen (Bild 7). Dieses Niveau kann mit üblichen Kalksandstein-Konstruktionen sicher erreicht werden und liefert eine hörbare Verbesserung gegenüber dem Mindestschallschutz. Für den Trittschallschutz wird ein bewerteter Norm-Trittschallpegel von $L'_{n,w} \leq 45$ dB für die Vereinbarung eines erhöhten Schallschutzes empfohlen.

Die Empfehlungen für einen erhöhten Luftschallschutz zwischen Reihen- bzw. Doppelhäusern berücksichtigen mit $R'_w \geq 67$ dB eine Verbesserung von 5 dB gegenüber der Mindestanforderung für obere Geschosse. Eine Reduzierung dieses Anforderungswertes in Abhängigkeit vom betrachteten Geschoss sowie der Art der Unterkellerung – wie sie in DIN 4109-5 vorgenommen wird (Tafel 4) – ist für den erhöhten Schallschutz nicht empfehlenswert, da auch in solchen Situationen mit Konstruktionen aus Kalksandsteinmauerwerk ein Wert von $R'_w \geq 67$ dB wirtschaftlich und sicher erreicht werden kann.

Der Schallschutz innerhalb des eigenen Wohnbereichs sollte bei der Festlegung eines zu realisierenden Schallschutzes sowohl bei Wohnungen in Mehrfamilienhäusern als auch bei Reihen- und Doppelhäusern sowie freistehenden Einfamilienhäusern immer mit einbezogen werden. Es ist dringend anzuraten, explizit zwischen den Vertragspartnern festzulegen ob, und wenn ja, welche Anforderungen an den Schallschutz im eigenen Wohnbereich erfüllt werden sollen. Seitens der Kalksandsteinindustrie wird für die Schalldämmung von Wänden ohne Türen zwischen benachbarten Räumen ein Schalldämm-Maß von $R'_w \geq 47$ dB empfohlen. Dieser Wert entspricht der Klasse EW 3 aus dem DEGA-Memorandum BR 0104 und der bisherigen Empfehlung für erhöhten Schallschutz innerhalb des eigenen Wohnbereichs in DIN 4109 Beiblatt 2.

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

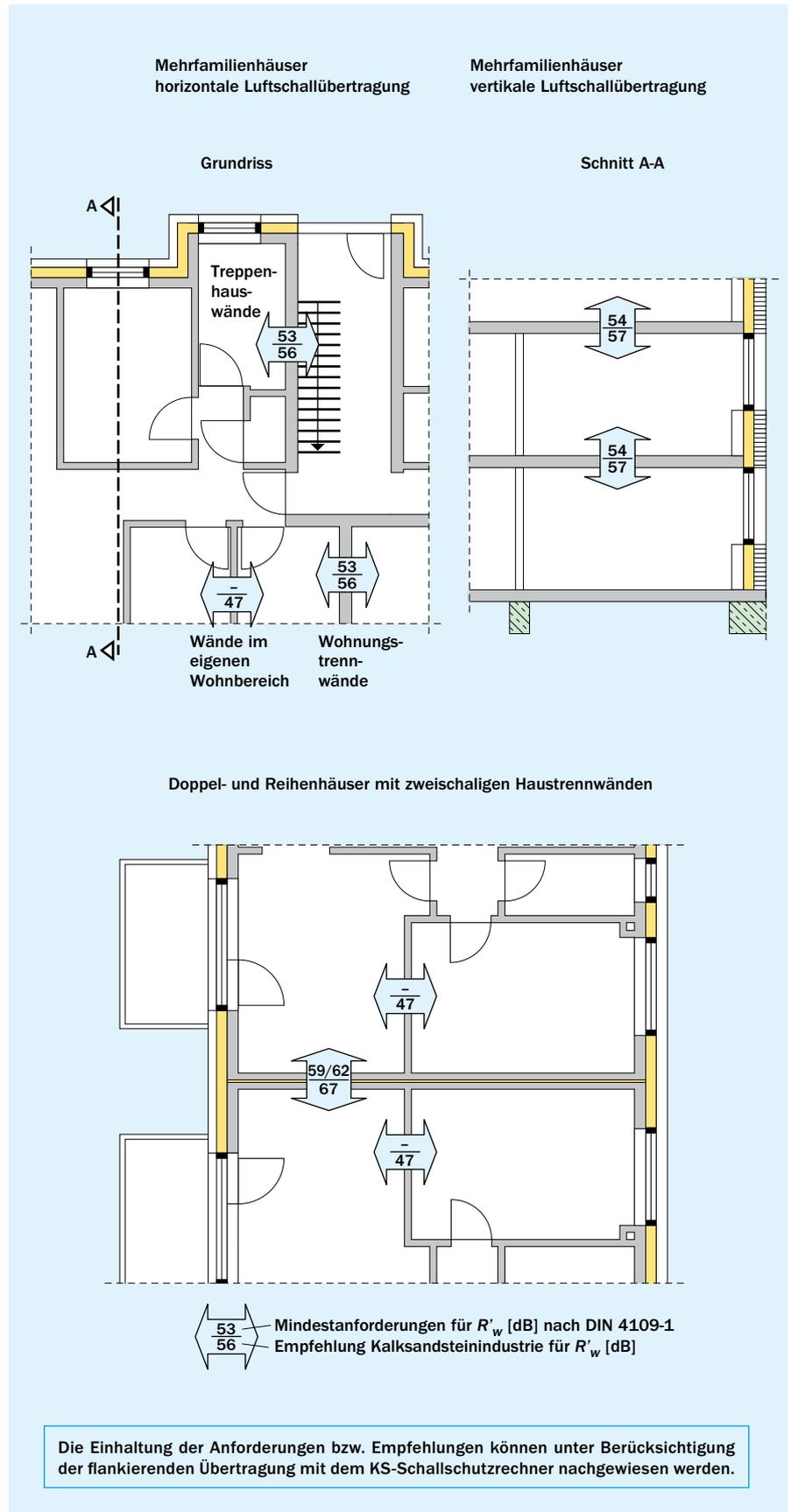


Bild 7 Mindestanforderungen nach DIN 4109-1:2018 und Empfehlungen der Kalksandsteinindustrie für die erhöhte Luftschalldämmung (R'_w)

3. Rechnerischer Nachweis mit dem KS-Schallschutzrechner

3.1 Schallschutznachweis in Mehrfamilienhäusern

Die aktuelle Schallschutznorm DIN 4109-2:2018 [15] übernimmt für die Berechnung des Luftschallschutzes das europäisch harmonisierte Verfahren nach DIN EN 12354-1, welches systematisch alle an der Schallübertragung beteiligten Wege berücksichtigt. Dieses Verfahren entspricht der allgemein anerkannten Regel der Technik und ist bereits seit dem Jahr 2002 mit dem KS-Schallschutzrechner einfach anwendbar.

Das veraltete Verfahren gemäß DIN 4109 Beiblatt 1, welches gemäß Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVB TB) nach wie vor im Massivbau angewendet werden darf, führt in verschiedenen Bereichen zu drastischen Fehleinschätzungen! Wesentliche Einflussfaktoren werden, wie in Tafel 6 dargestellt, außer Acht gelassen.

Die im Rahmen des aktuellen Nachweisverfahrens nach DIN 4109-2 berücksichtigten Einflussparameter auf den resultierenden Schallschutz werden nachfolgend näher betrachtet. Darüber hinaus erfolgt eine Erläuterung des Berechnungsverfahren der DIN 4109-2:2018. Die Anwendung des Rechenverfahrens mit dem „KS-Schallschutzrechner“ wird vorgestellt und Kriterien zur Wahl der maßgeblichen Übertragungssituation aufgestellt.

3.1.1 Höhere Genauigkeit durch neue Rechenverfahren

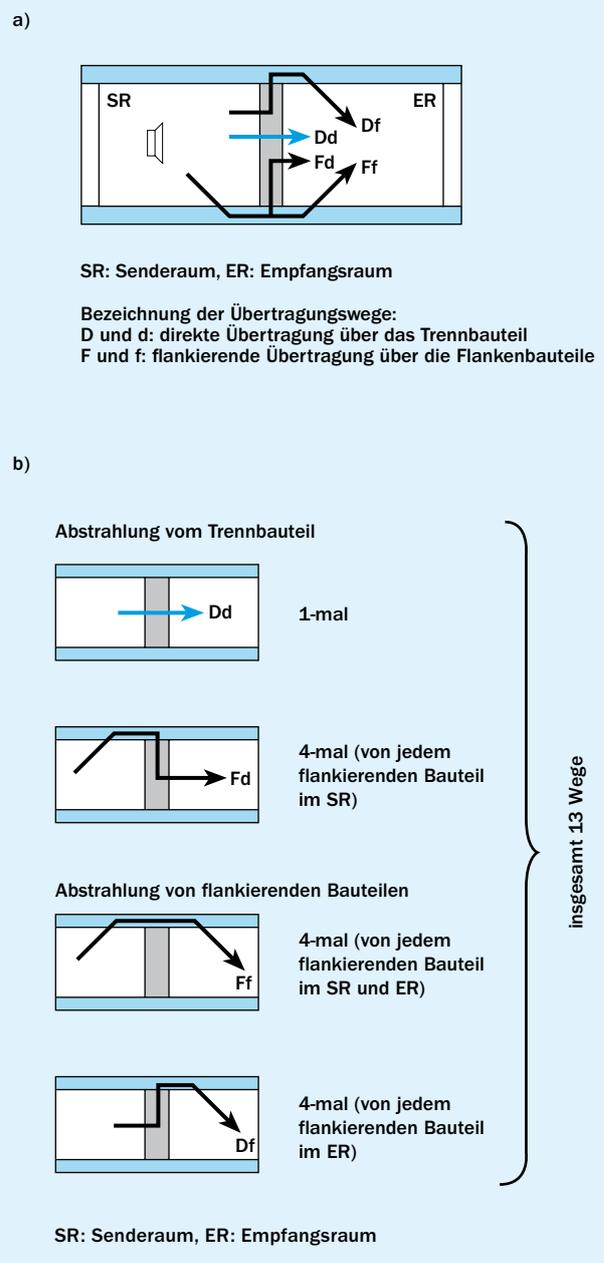
Das Rechenverfahren nach DIN EN 12354-1 bzw. DIN 4109-2 zur Prognose des Luftschallschutzes zwischen Wohnungen berücksichtigt systematisch alle Schallübertragungswege, deren Beiträge zur gesamten Schallübertragung zusammengefasst werden (Bild 8).

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

Das Rechenverfahren nach DIN 4109-2 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 Stoßstelleneigenschaften sorgt für eine exaktere Prognose der bauakustischen Eigenschaften eines Gebäudes und liefert der schalltechnischen Planung neue Ansätze zur Optimierung.



Tafel 6 Im Rechenmodell berücksichtigte Einflussparameter

	DIN 4109 Bbl. 1	DIN 4109-2
Masse des Trennbauteils m'	✓	✓
Masse der Flanken m'_f	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	–	✓

¹⁾ Bei gemeinsamen Trennflächen < 10 m² wird die Anforderung in DIN 4109:2016 an $D_{n,w}$ gestellt.

Bild 8 Schallübertragungswege:
a) Zu berücksichtigende Schallübertragungswege beim Nachweis nach DIN 4109-2;
b) Direkte und flankierende Schallübertragungswege zwischen zwei Räumen

INFO

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 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.

Die grundsätzliche Vorgehensweise des Rechenverfahrens nach DIN 4109-2 ist in Bild 9 dargestellt. Eine ausführliche Darstellung findet sich in [4] und [16]. Beispiele für Direktschalldämm-Maße, die mit Kalksandsteinmauerwerk erreicht werden, sind in Tafel 7 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. Dieser steht unter www.kalksandstein.de/schallschutzrechner zum kostenlosen Download zur Verfügung. Das Rechenmodul für einschalige Trennbauteile in Mehrfamilienhäusern steht auch als browserbasierte Online-Anwendung unter www.ks-schallschutzrechner.de zur Verfügung. Die Anwendung des Nachweismoduls für einschalige Trennbauteile wird im Folgenden vorgestellt.

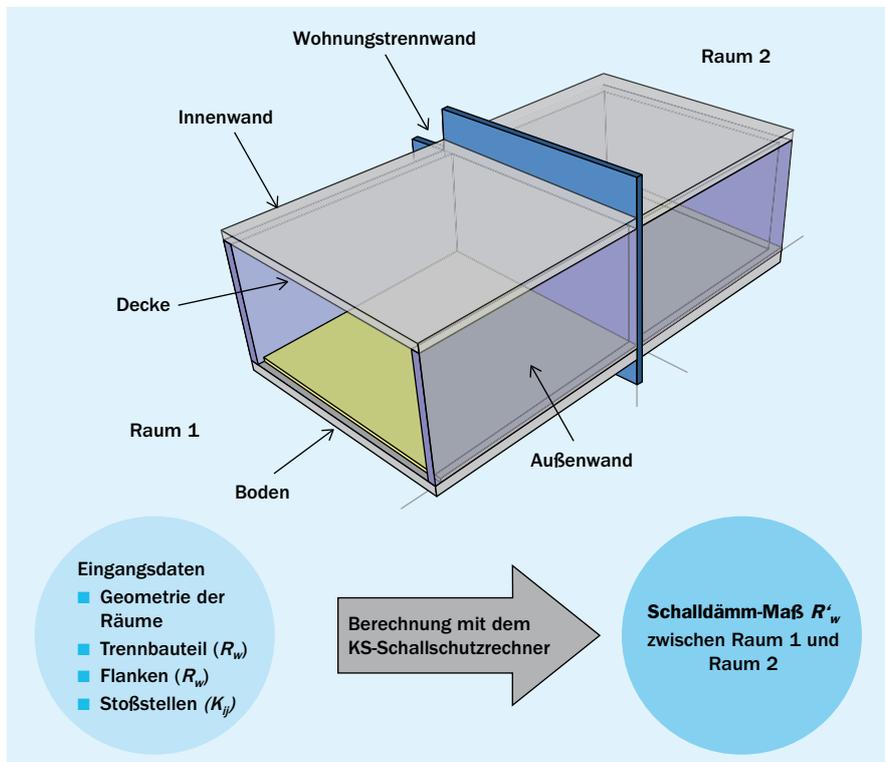


Bild 9 Von der Bauteileigenschaft R_w zur Gebäudeeigenschaft R'_{w}

Tafel 7 Direktschalldämm-Maße R_w (ohne Flankenwege) von Kalksandsteinwänden nach DIN 4109-2:2018

Wanddicke t [cm]	RDK [-]	Flächenbezogene Masse m' [kg/m ²]	Direktschalldämm-Maß R_w [dB]
7	2,0	153	45,3
10		210	49,6
11,5		239	51,3
15		305	54,6
17,5		353	56,5
20		400	58,2
24		476	60,5
30		590	63,4

¹⁾ Jeweils zzgl. $2 \cdot 10 \text{ mm}$ Putz ($= 2 \cdot 10 \text{ kg/m}^2$)

²⁾ Bei anderen RDK oder Putzdicken ergeben sich abweichende flächenbezogene Massen. Bei RDK 2,2 ergeben sich etwa 1,3 dB höhere Schalldämm-Maße als bei RDK 2,0.

3.1.2 Der KS-Schallschutzrechner als Nachweisprogramm

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

Des Weiteren ist im KS-Schallschutzrechner auch 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 (Bild 10).

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



Bild 10 Stoßstellenausbildung und Bauteildefinition im KS-Schallschutzrechner

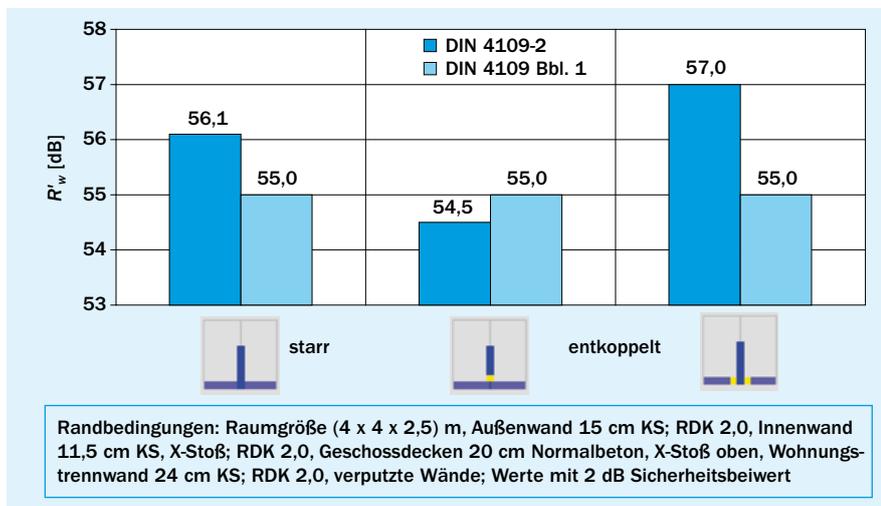


Bild 11 Berechnungsergebnisse für Variationen der Stoßstellenausbildung zwischen Wohnungstrennwand und Außenwand [18]

Tafel 8 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.

Weitere Informationen zum KS-Schallschutzrechner und seiner Handhabung sowie eine Beschreibung der zugrundeliegenden Berechnungsverfahren können dem Handbuch zum Schallschutzrechner entnommen werden [16].

Von großer Bedeutung ist die Ausbildung der Stoßstellen (Tafel 8). Hierbei sind vor allem folgende Fälle zu unterscheiden:

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

Der Einfluss unterschiedlicher Stoßstellenausbildungen auf das Bauschalldämm-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 Direktschall-

dämm-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 4109-2:2018 und denen nach DIN 4109 Beiblatt 1:1989-11 zeigt anschaulich den Genauigkeitszuwachs der durch die Umstellung auf das aktuelle Rechenverfahren erreicht wurde [17].

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
- Massivbauteile mit Vorsatzschalen (z.B. schwimmende Estriche oder abgehängte Decken)
- Frei wählbare Stoßstellenausbildungen bzw. Kopplungen zu Flankenbauteilen
- Schalldämmung bzw. Schallschutz zweischaliger Haustrennwände
- Trittschallpegel $L'_{n,w}$ bzw. Trittschallschutz $L_{nT,w}$ für Decken

Er ermöglicht:

- Eingabe mehrschaliger Bauteile (Leichtbau)
- Berücksichtigung von Spektrum-Anpassungswerten
- Bemessung des Schallschutzes gegenüber Außenlärm
- Bemessung des Schallschutzes bei Aufzugsanlagen

3.1.3 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).

INFO

Vor der rechnerischen Dimensionierung legt vor allem eine schalltechnisch günstige Grundrissgestaltung die wesentliche Basis für einen guten Schallschutz.

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)
- Entkopplung am Stumpfstoß (siehe Tafel 8 und Bild 11)
- Entkopplung des Trennbauteils an mehr als einer Kante
- Bei vertikaler Übertragung in der Regel Eckräume oder Übertragungssituationen mit übereinanderliegenden, versetzt angeordneten Räumen (weil T-Stöße geringere Flankenschalldämm-Maße aufweisen als gleichartige Kreuz-Stöße).

Kleine Aufenthaltsräume können bei der vertikalen Schallübertragung ebenso zu den maßgeblichen Übertragungssituationen zählen wie Räume mit leichten flankierenden Massivbauteilen (flächenbezogene Massen $m' < 200 \text{ kg/m}^2$).

Durch die Dimensionierung aller Bauteile anhand der maßgeblichen Übertragungssituation erreichen die übrigen, nicht maßgeblichen Räume einen höheren Schallschutz und erfüllen damit automatisch die Anforderungen.

3.1.4 Sicherheitsbeiwert

Die Eigenschaften der verwendeten Baustoffe und die Qualität der Bauausführung sind Schwankungen unterlegen. Dies wird in DIN 4109-2 mit dem Sicherheitsbeiwert u_{prog} berücksichtigt. Der Sicherheitsbeiwert berücksichtigt die Unsicherheiten infolge dieser Schwankungen und reduziert das prognostizierte Schalldämm-Maß. Dadurch liegt der schalltechnische Nachweis „auf der sicheren Seite“. Der um den Sicherheitsbeiwert reduzierte Rechenwert muss größer sein, als der mindestens erforderliche Wert der Anforderungskenngröße:

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

Der Sicherheitsbeiwert beträgt für die Luftschalldämmung pauschal 2 dB und für die Trittschalldämmung 3 dB. Wird ein Nachweis zu bauaufsichtlich relevanten Anforderungen oder zum erhöhten Schallschutz nach DIN 4109-5 geführt, so sind diese Sicherheitsbeiwerte verbindlich.

Wird hingegen ein Nachweis über ein privatrechtlich auf anderer Grundlage vereinbartes Niveau geführt, liegt die Festlegung der Prognose-Unsicherheit in der Verantwortung des Planers [4]. Langjährige durch schalltechnische Messungen abgesicherte Erfahrungen innerhalb der Kalksandsteinindustrie zeigen, dass der Sicherheitsbeiwert auf ein Maß von 1 dB reduziert werden kann, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Es handelt sich um Geschosswohnungsbau mit einschaligen Trennwänden sowie Innen- und Außenwänden aus Kalksandsteinmauerwerk und Geschossdecken aus Stahlbeton mit schwimmendem Estrich.
- Die Ausführungsempfehlungen des Abschnitts 4 werden eingehalten.

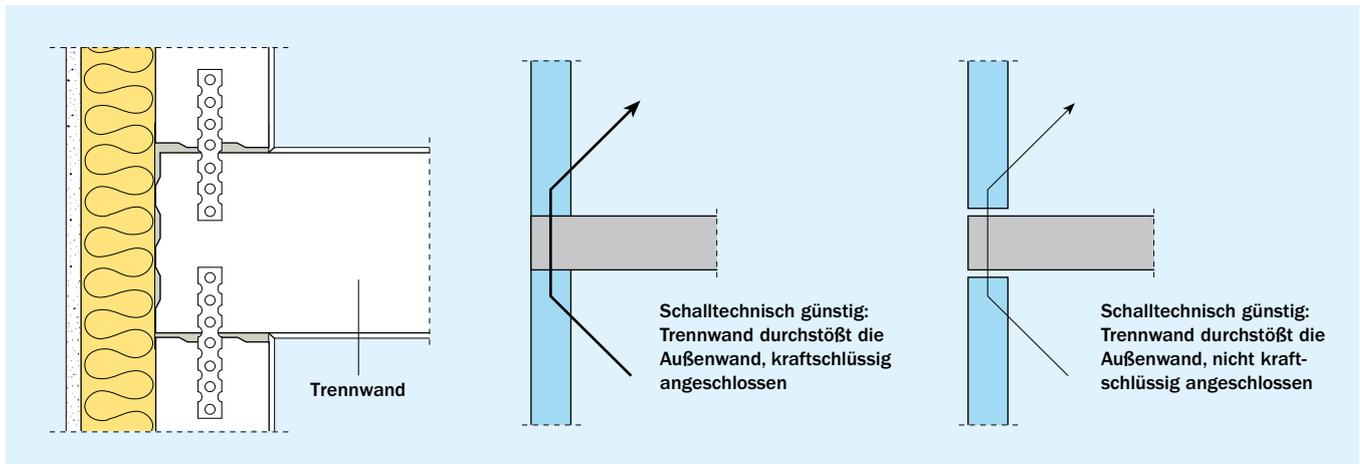


Bild 12 T-Stoß: Trennwände durchgehend, flankierende Wände stumpf angeschlossen

- 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“ (Bild 12). Dadurch ist ein in der Baupraxis nicht sicher zu verhindernder Abriss der vermörtelten Fugen zwischen Trennwand und Flanken nicht nachteilig 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.

3.2 Schallschutznachweis für Reihen- und Doppelhäuser

Anders als bei einschaligen Trennbauteilen, wie sie üblicherweise im massiven Geschosswohnungsbau Anwendung finden, werden Reihen- und Doppelhaustrennwände in Deutschland standardmäßig als zweischalige Konstruktionen ausgeführt.

Durch die Ausführung von zwei biegesteifen Schalen mit durchgehender Trennfuge kann die Schallübertragung zwischen benachbarten Häusern gegenüber einschaligen Haustrennwänden erheblich verringert und somit die Schalldämmung erhöht werden.

Die zweischalige Ausführung der Trennwände gilt für Reihen- und Doppelhäuser bereits seit vielen Jahren als anerkannte Regel der Technik [8]. Vor diesem Hintergrund erfolgt der Schallschutznachweis für diese Gebäude nicht nach dem zuvor beschriebenen Rechenverfahren auf Basis von DIN EN 12354-1. In DIN 4109-2 wird abweichend davon ein vereinfachter Ansatz definiert, der auf dem alten Verfahren in DIN 4109 Beiblatt 1 aufbaut und dieses in geeigneter Weise modifiziert:

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

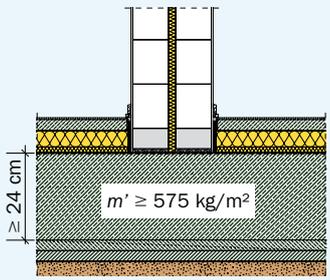
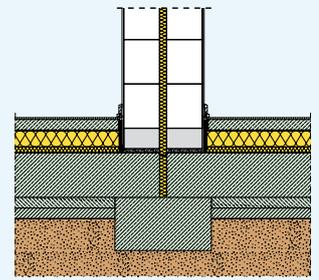
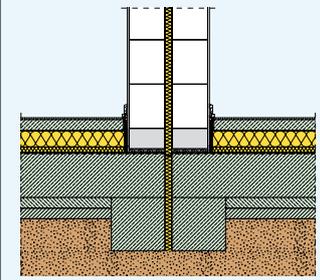
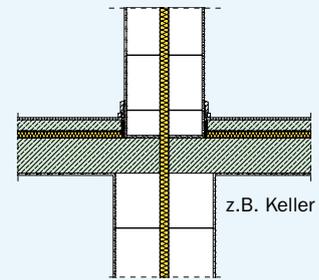
- mit
- $R'_{w,2}$ Bewertetes Schalldämm-Maß der zweischaligen Haustrennwand
 - $R'_{w,1}$ Schalldämm-Maß einer gleichschweren einschaligen Wand
 - $\Delta R_{w,Tr}$ Zweischaligkeitszuschlag in Abhängigkeit von der Kopplung im Fundamentbereich, Tafel 9
 - K Korrekturwert zur Berücksichtigung der Übertragung über flankierende Decken und Wände.

Der Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$ wird im Gegensatz zu DIN 4109 Beiblatt 1 nicht pauschal mit 12 dB angesetzt, sondern trägt der Tatsache Rechnung, dass in der Praxis häufig Ausführungen des unteren Gebäudeabschlusses gewählt werden, die zu deutlich geringeren Zuschlägen führen. Deshalb wird in DIN 4109-2 ein abgestufter Zuschlag für die Zweischaligkeit $\Delta R_{w,Tr}$ definiert, der in 3-dB-Stufen die unterschiedlichen Kopplungsbedingungen im Fundamentbereich bei unvollständiger Trennung und unterschiedlichen Raumsituationen berücksichtigt. Tafel 9 zeigt den anzusetzenden Zweischaligkeitszuschlag für unterschiedliche Fundamentausbildungen und Raumsituationen.

Eine zusätzliche Erweiterung des bisherigen Nachweisverfahrens berücksichtigt den Einfluss flankierender Decken und Wände über den Korrekturwert K . Dieser ist jedoch nur relevant, 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 [4] zu finden.

Dieser Rechenansatz gilt für Trennwände mit einem Schalenabstand von mindestens 30 mm und einer Hohlraumverfüllung mit Mineralwollgedämmplatten (Typ WTH nach DIN 4108-10). Eine Vergrößerung des Schalenabstands wirkt sich bei einer vollständigen Trennung der Wandschalen positiv auf das Schalldämm-Maß aus. Um diesem Aspekt Rechnung zu tragen, darf der Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$ nach DIN 4109-2 um 2 dB

Tafel 9 Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$ für zweischalige Haustrennwände in Abhängigkeit von der Fundamentausbildung und der Raumsituation

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 [26], jedoch wurde wegen der noch geringen Datenmenge eine Erhöhung des Zuschlags um 3 dB noch nicht vorgenommen.	$\Delta R_{w,Tr} = + 9 \text{ dB}^{1)}$	$\Delta R_{w,Tr} = + 12 \text{ dB}^{1)}$ Bei durchgehenden Außenwänden ($m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$) im Keller: $\Delta R_{w,Tr} = + 9 \text{ dB}^{1)}$
			
¹⁾ Bei einem Schalenabstand $\geq 50 \text{ mm}$ und Ausfüllung des Schalenzwischenraums mit Mineralwollgedämmplatten (Typ WTH gemäß 4108-10) darf der Zuschlagswert $\Delta R_{w,Tr}$ um 2 dB erhöht werden.			

erhöht werden, wenn der Schalenabstand von 30 mm auf mindestens 50 mm vergrößert wird. Dies gilt allerdings nicht 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 Masse der Schalen deutlicher aus als eine Erhöhung des Schalenabstands.

Der Schallschutznachweis für massive, zweischalige Reihen- und Doppelhaustrennwände kann ebenso wie die Nachweise im Geschosswohnungsbau, unter Einbeziehung aller normativen Vorgaben, einfach und praxisgerecht mit dem KS-Schallschutzrechner durchgeführt werden.

4. Lösungswege mit Konstruktionen aus Kalksandstein

4.1 Mehrfamilienhäuser

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

- Schallschutzoptimierte Grundrissplanung – störende und empfindliche Bereiche räumlich 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

Welche Schallschutzniveaus im Geschosswohnungsbau mit massiven Kalksandsteinkonstruktionen realisiert werden können, wird nachfolgend anhand eines Beispiels gezeigt. Die dabei zugrunde gelegte exemplarische Übertragungssituation ist in Bild 13 dargestellt. Es handelt sich um den Ausschnitt eines Grundrisses mit typischen Konstruktionen eines Mehr-

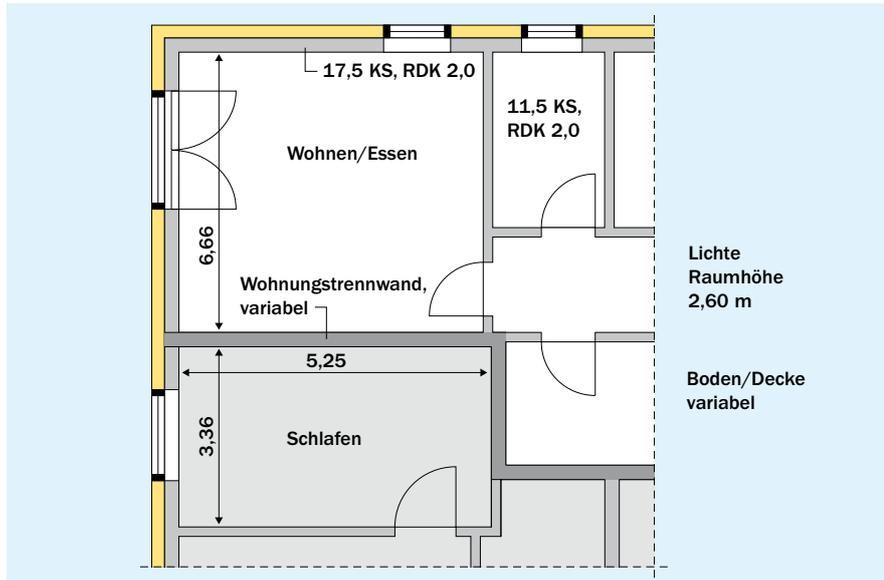


Bild 13 Ausschnitt Grundriss eines Mehrfamilien-Wohnhauses

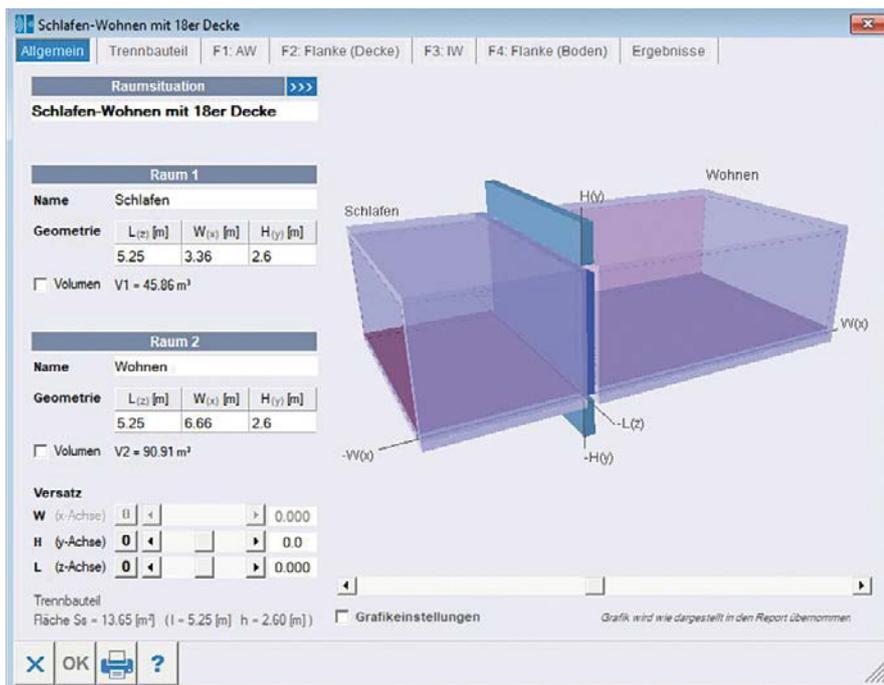


Bild 14 Raumsituation im KS-Schallschutzrechner nachgebildet

Tafel 10 Überblick Bauteilaufbauten zur Erreichung der unterschiedlichen Schallschutz-Niveaus für den Grundriss von Bild 13

	Variante I DIN 4109-1:2018 $R'_w = 53$ dB	Variante II Empfehlung KS DIN 4109-5 $R'_w = 56$ dB	Variante III VDI 4100:2012 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

familien-Geschosswohnungsbaus. Die betrachteten Bauteilaufbauten zum Erreichen der unterschiedlichen Empfehlungs- bzw. Anforderungsstufen für die untersuchte Raumsituation sind in Tafel 10 zusammengefasst. Die dazugehörigen Bauschalldämm-Maße und Standard-Schallpegeldifferenzen zeigen die Bilder 15 und 16.

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 Sicherheitsbeiwert von 2 dB) erreicht wird (Bild 15). Vertikal wird mit der 24-cm-Kalksandsteinwand (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) erreicht (Bild 16).

Um die Schallschutzstufe II der VDI 4100:2012 mit $D_{nT,w} = 59$ dB zu erreichen, ist bei dem hier betrachteten Beispiel eine deutlich schwerere 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 Beispiel zeigt die Realisierung der unterschiedlichen Zielwerte mit Kalksandsteinkonstruktionen. An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass die Berechnung lediglich exemplarisch zeigt, wie mit Kalksandsteinkonstruktionen Anforderungs- bzw. Empfehlungswerte umgesetzt werden können. Die Ergebnisse können nicht auf jede 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, maßgeblichen Raumsituation vorzunehmen.

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

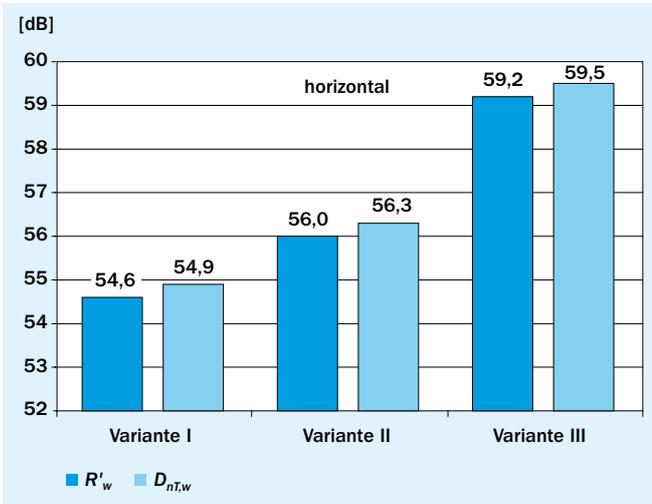


Bild 15 Bauschalldämm-Maße R'_w und Schallpegeldifferenzen $D_{nT,w}$ für die drei Anforderungs-Varianten, horizontale Schallübertragung (Trennwand) nach Bild 13 mit Sicherheitsbeiwert 2 dB

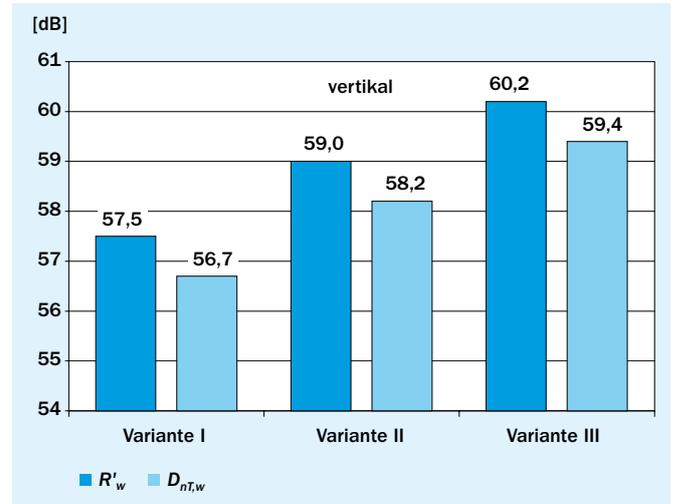


Bild 16 Bauschalldämm-Maße R'_w und Schallpegeldifferenzen $D_{nT,w}$ für die drei Anforderungs-Varianten, vertikale Schallübertragung (Geschossdecke) für den Raum Schlafen nach Bild 13 mit Sicherheitsbeiwert 2 dB

Zweischalige Trennwände im Geschosswohnungsbau

In bestimmten Regionen Deutschlands ist gelegentlich zu beobachten, dass aufgrund der guten Erfahrungen mit zweischaligen Reihen- und Doppelhaustrennwänden versucht wird, diese Bauweise auf den Geschosswohnungsbau zu übertragen. Dabei wird jedoch häufig keine vollständige Trennung aller Bauteile realisiert, sondern die flankierenden Geschossdecken und zum Teil auch die Außenwände laufen durch. Diese Ausführung ist kritisch zu hinterfragen, da dem relativ hohen Aufwand bei der Realisierung einer zweischaligen Wohnungstrennwand nur eine geringfügige Verbesserung der Schalldämmung in horizontaler Richtung gegenübersteht [23]. Zudem werden die einzelnen Wandschalen der zweischaligen Wohnungstrennwand in der Regel dünner ausgeführt, als bei einschaligen massiven Wänden. Dies kann insbesondere bei besonders

dünnen Wandschalen (z.B. 2 x 11,5 cm) zu einem ungünstigen frequenzabhängigen Verlauf der Schalldämm-Kurve führen. Das hat bereits in verschiedenen Fällen dazu geführt, dass die Schalldämmung einer solchen zweischaligen Wohnungstrennwand geringer war, als die einer gleichschweren einschaligen Wand. Aber selbst wenn eine etwas größere Dicke der beiden Wandschalen (z.B. 2 x 15 cm) gewählt und eine vollständige Trennung (auch im Bereich der flankierenden Bauteile) realisiert wird, ist zu berücksichtigen, dass der Verbesserung des Schall-

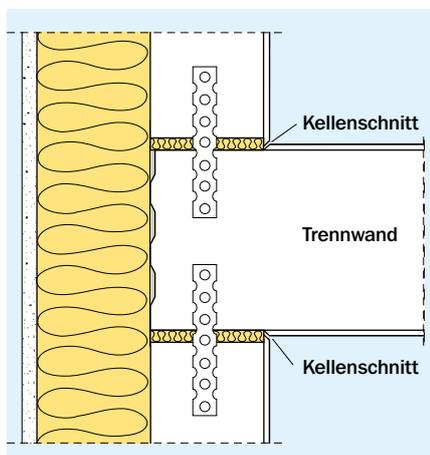
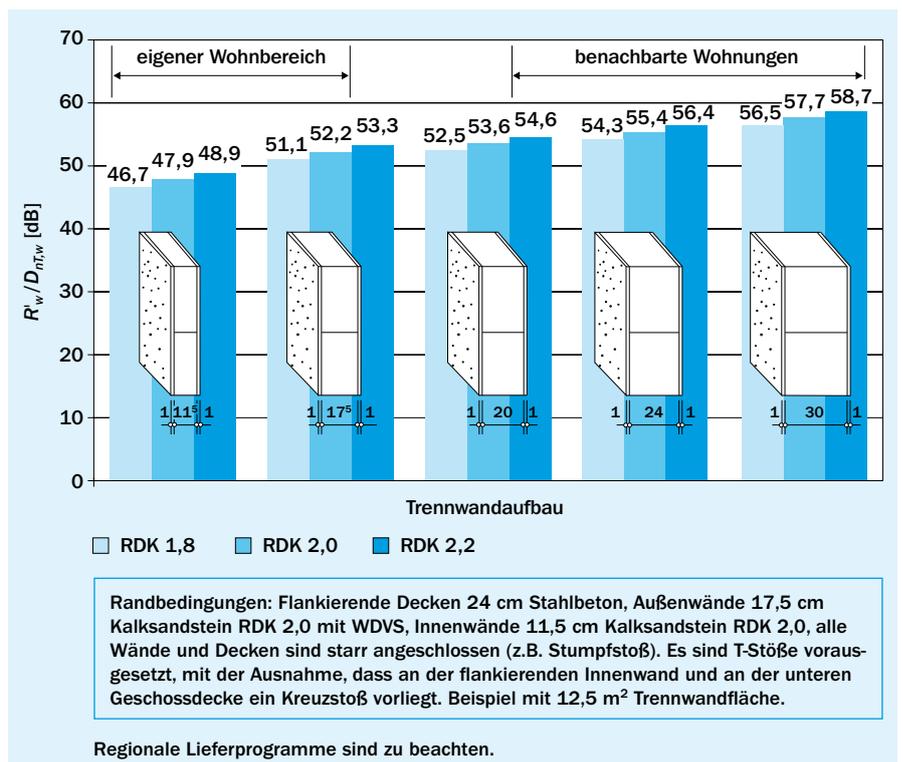


Bild 17 Schalltechnische Entkopplung der Außenwand von der Wohnungstrennwand



Randbedingungen: Flankierende Decken 24 cm Stahlbeton, Außenwände 17,5 cm Kalksandstein RDK 2,0 mit WDVS, Innenwände 11,5 cm Kalksandstein RDK 2,0, 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.

Regionale Lieferprogramme sind zu beachten.

Bild 18 Beispiele für Schalldämm-Maße in Abhängigkeit von Wanddicke und Wandrohdichte

schutzes in horizontaler Richtung – aufgrund der im Vergleich zur einschaligen Wohnungstrennwand geringeren Wanddicke – immer eine Verschlechterung des Schallschutzes in vertikaler Richtung gegenübersteht. Im Sinne eines ganzheitlichen Schallschutzkonzeptes wird daher von der zweischaligen Ausführung der Wohnungstrennwände im Geschosswohnungsbau abgeraten. Lediglich bei Aufzugschächten kann in bestimmten Fällen eine zweischalige Ausführung aufgrund der hohen Anforderung an die Körperschalldämmung zielführend sein.

4.2 Reihen- und Doppelhäuser

Die Empfehlung der Kalksandsteinindustrie für die Luftschalldämmung von Reihen- und Doppelhaustrennwänden lautet $R'_w \geq 67$ dB. Dieses Schalldämm-Maß ist bei einer vollständigen Trennung beider Schalen schon mit zwei 15 cm dicken Wandschalen der RDK 1,8 erreichbar (z.B. in Reihenhäusern mit nicht zu Wohnzwecken genutztem Keller oder generell in allen Geschossen oberhalb des EG). Soll dieses Schallschutzniveau in einem nicht unterkellerten Gebäude auch im EG erreicht werden, kann dies gemäß der in Bild 19 dargestellten Ausführung erfolgen. Mit getrennter Bodenplatte und gemeinsamem Fundament kann das Schalldämm-Maß von $R'_w \geq 67$ dB nach [18] mit 2 x 20 cm KS-Mauerwerk mit RDK 2,0 erreicht werden. Weitere Beispiellösungen mit bewerteten Schalldämm-Maßen zweischaliger Haustrennwände in Abhängigkeit vom Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$ sind in Tafel 11 angegeben.

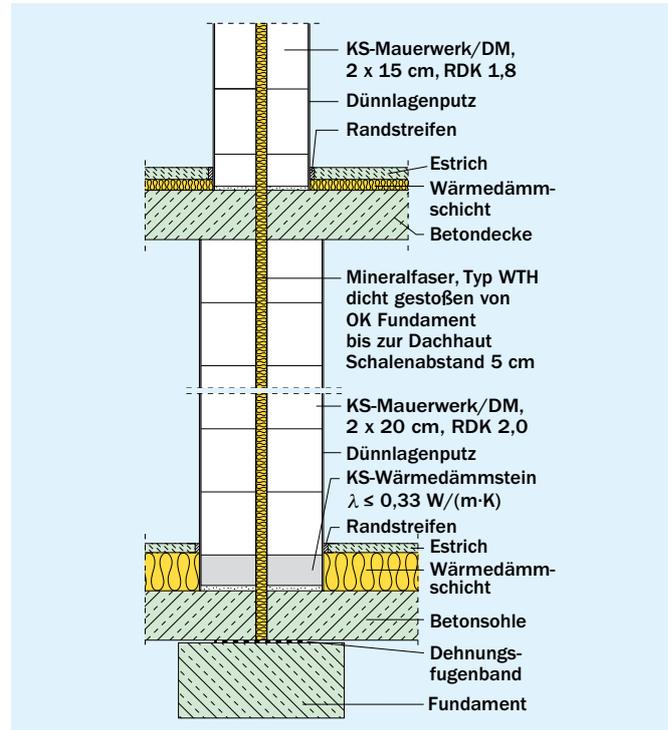


Bild 19 Beispiel nach [18] für ein nicht unterkellertes Gebäude mit getrennter Bodenplatte und Schallschutzanforderungen 67 dB auch im untersten Geschoss

Tafel 11 Beispiellösungen mit bewerteten Schalldämm-Maßen R'_w zweischaliger KS-Haustrennwände in Abhängigkeit vom Zweischaligkeitszuschlag $\Delta R_{w,Tr}$

Wandaufbau (Beispiele)	RDK [-]	Flächen- bezogene Masse [kg/m ²]	R'_w [dB]		
			Inkl. $\Delta R_{w,Tr} = +12$ dB ¹⁾	Inkl. $\Delta R_{w,Tr} = +9$ dB ¹⁾ z.B. Erdgeschoss mit getrennten Fundamenten	Inkl. $\Delta R_{w,Tr} = +6$ dB z.B. Erdgeschoss mit gemeinsamer Bodenplatte
Mauerwerk nach DIN EN 1996 mit Normal- oder Dünnbettmörtel, beidseitig verputzt (2 x 10 mm Putz Δ je Seite 10 kg/m ²), Trennfuge ≥ 30 mm					
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	1,8	≥ 490	67	64	61
2 x 15 cm	2,0	≥ 530	68	65	62
2 x 17,5 cm	1,8	≥ 580	69	66	63
2 x 17,5 cm	2,0	≥ 630	70	67	64
2 x 20 cm	1,8	≥ 680	71	68	65
2 x 20 cm	2,0	≥ 740	72	69	66
2 x 24 cm	1,8	≥ 810	73	70	67 ²⁾

Flankierende Bauteile mit $m'_{LM} \sim 300$ kg/m²

Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

¹⁾ Bei einem Schalenabstand ≥ 50 mm und Ausfüllung des Schalenzwischenraums mit Mineralwollplatten (Typ WTH gemäß 4108-10) darf der Zuschlagswert $R_{w,Tr}$ um 2 dB erhöht werden.

²⁾ Alternativ nach [18]: 2 x 20 cm mit RDK 2,0 und beidseitigem Dünnlagenputz (2 x 5 mm) sowie Trennfuge ≥ 50 mm, gefüllt mit Mineralwollplatten, Typ WTH, Bodenplatte getrennt auf gemeinsamem Fundament.

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 Wohnbereich 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.:

- Lernen, Lesen etc.
- Arbeiten im Homeoffice

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 ist zu bedenken, dass offen gestaltete Treppenhäuser und Wohnräume nur einen geringen Schallschutz im eigenen Wohnbereich ermöglichen. Soll ein hoher Schallschutz innerhalb der eigenen Wohnung erreicht werden, sind solche Raumkonzepte also zu hinterfragen.

Die Empfehlungen der Kalksandsteinindustrie für den Schallschutz im eigenen Wohnbereich entsprechen der Klasse EW 3 aus dem DEGA-Memorandum BR 0104 (Tafeln 4 und 5).

Für die vertikale Schalldämmung (z.B. zwischen Erdgeschoss und Obergeschoss) wird dort ein Schalldämm-Maß von $R'_{w} = 55$ dB empfohlen. Diese Anforderung ist mit leichten flankierenden Massivwänden ($m' < 200$ kg/m²) 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.

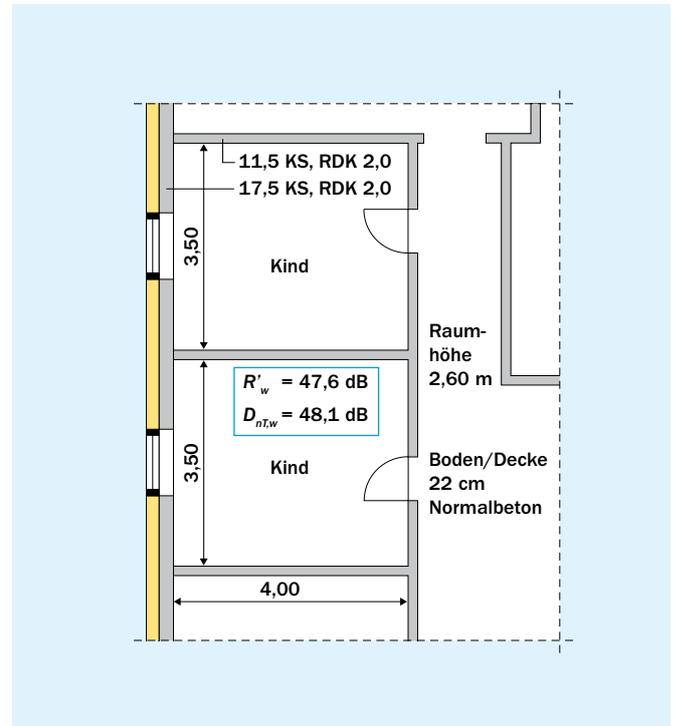


Bild 20 Beispielhafte Raumsituation für den Schallschutz im eigenen Wohnbereich

Die Betrachtung einer beispielhaften Raumsituation (Bild 20) zeigt, dass mit üblichen Kalksandsteinkonstruktionen die Empfehlungen an den erhöhten Schallschutz gemäß DEGA-Memorandum BR 0104 mit 47 dB erreicht werden. Für die dargestellte Raumsituation wird ein Bauschalldämm-Maß von 47,6 dB (mit Sicherheitsbeiwert) ($D_{nT,w} = 48,1$ 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 Anforderungen an die Schalldämmung von Trennwänden innerhalb einer Wohnung gestellt werden, ist bei der Ausführung entkoppelter Anschlüsse zu beachten, dass die Direktdämmung nach DIN 4109-2 durch Korrekturwerte, die je nach flächenbezogener Masse der entkoppelten Bauteile und der Anzahl der entkoppelten Kanten bis zu 6 dB betragen können, abzumindern ist. Im KS-Schalldämmrechner (Abschnitt 3) wird diese Korrektur automatisch berücksichtigt.

5. Bauausführung als Schlüssel zum Erfolg

5.1 Ausführungshinweise für Mehrfamilienhäuser

5.1.1 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.

Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung

Mauerwerk aus KS-R-Steinen und KS-Plansteinen oder KS-Planelementen wird 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 [19].

Sichtbar bleibende, offene Fugen sind aufgrund des direkten Schalldurchgangs hingegen in jedem Fall zu vermeiden. Des-

halb ist eine entsprechende schalltechnische Abdichtung, z.B. mit Putz erforderlich. Dazu sind die Wände zumindest einseitig durch einen vollflächig haftenden Putz bzw. durch eine entsprechende Beschichtung gegen unmittelbaren Schalldurchgang abzudichten [19]. Bei dickeren Putzschichten steigt die Schalldämmung dann nur noch entsprechend dem Massezuwachs an, ohne dass schalltechnisch die Dichtigkeit weiter erhöht würde [4].

Zu beachten ist die Vorgabe in DIN EN 1996-1/NA [20], dass Stoßfugen mit Breiten > 5 mm beim Mauern beidseitig an der Wandoberfläche mit Mörtel verschlossen werden müssen.

INFO

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.

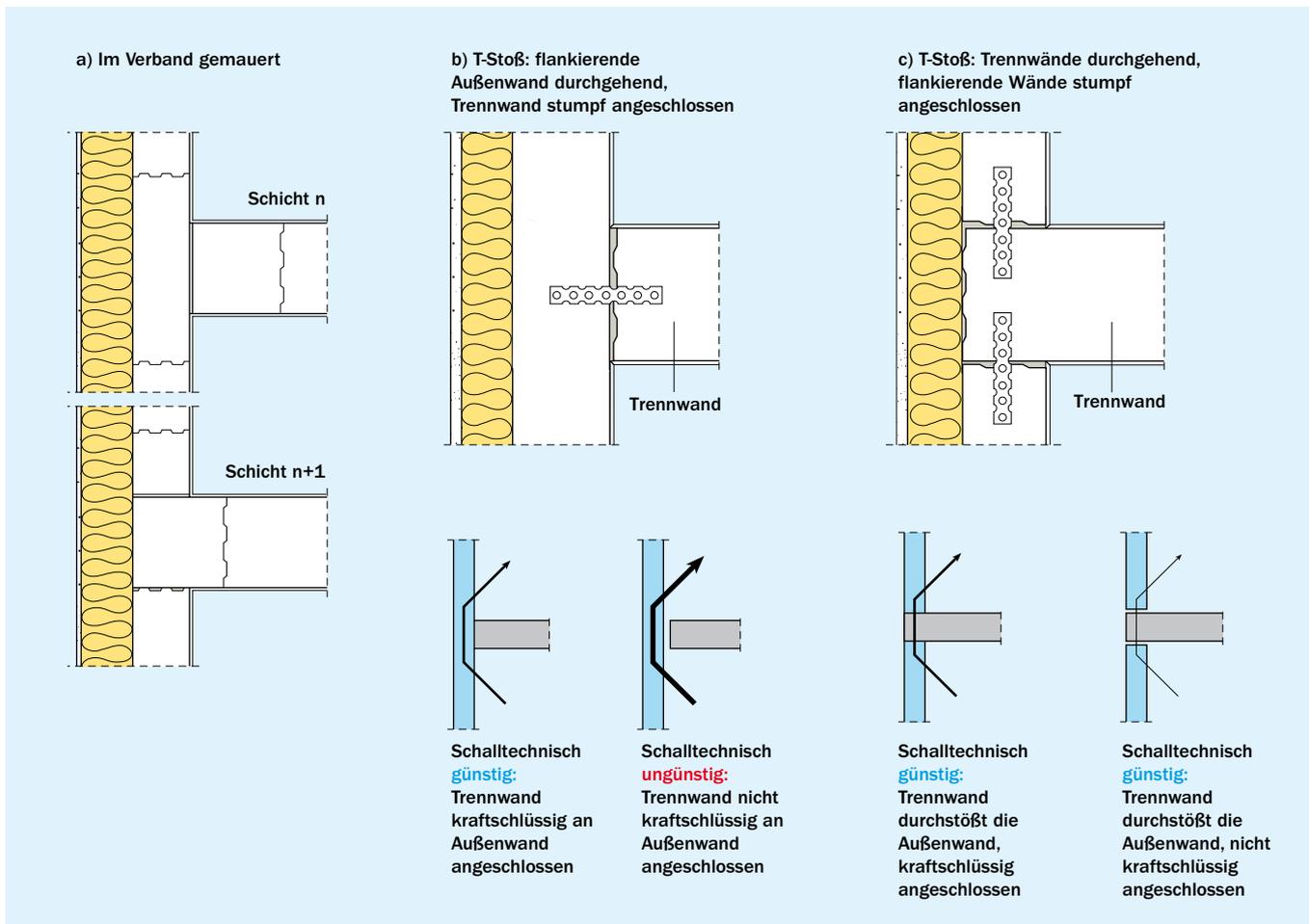


Bild 21 Stoßstellen von Trennwänden an flankierende Außenwände

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. 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.

5.1.2 Allgemeine Hinweise zur Ausführung der Anschlussdetails

Die flankierende Schallübertragung kann einen dominierenden Einfluss auf das Schalldämm-Maß einer Übertragungssituation haben (siehe Abschnitt 3.1.2). 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 (Bild 21). Angesichts der deutlich schnelleren Bauausführung, stellen heute der Stumpfstoß oder die „durchgeführte“ Trennwand (jeweils unter Verwendung von Stumpfstoßankern) die Regel dar.

Durch zusätzlich eingebaute Trennschichten wie z.B. Kork-, Mineralfaser- oder Bitumenfilzstreifen können Stoßstellen auch planmäßig akustisch entkoppelt werden. Welche der beschriebenen Stoßstellenausbildungen aus schallschutztechnischer Sicht am geeignetsten ist, hängt von den anzuschließenden Bauteilen (Außen-, Innenwände 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.

Wie die unterschiedlichen Stoßstellenausbildungen im KS-Schallschutzrechner modelliert werden, ist in Tafel 8 abgebildet.

5.1.3 Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Außenwand

Seit Einführung der Stumpfstoßtechnik stellt die Ausführung des Anschlusses zwischen Wohnungstrennwand und Außenwand als Stumpfstoß gemäß Bild 21b die Regel dar. Dabei variiert die Dicke der Anschlussfugen zwischen nahezu 0 cm (ohne Mörtel) bis zu ca. 2 cm. Schwindet der eingebrachte Normalmauermörtel so stark, dass sich klar erkennbare Abrisse zeigen (Bild 22), löst dies den starren Stoß, wodurch sich das akustische Verhalten der Stoßstelle einer planmäßigen Ent-



Bild 22: Wohnungstrennwand an Außenwand mit beidseitig gelöster Mörtelfuge

kopplung 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 Trennwand verzichtet werden (Bild 23). Dies wirkt sich zudem positiv auf die Tragfähigkeit der Außenwand aus.

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 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 24). 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.

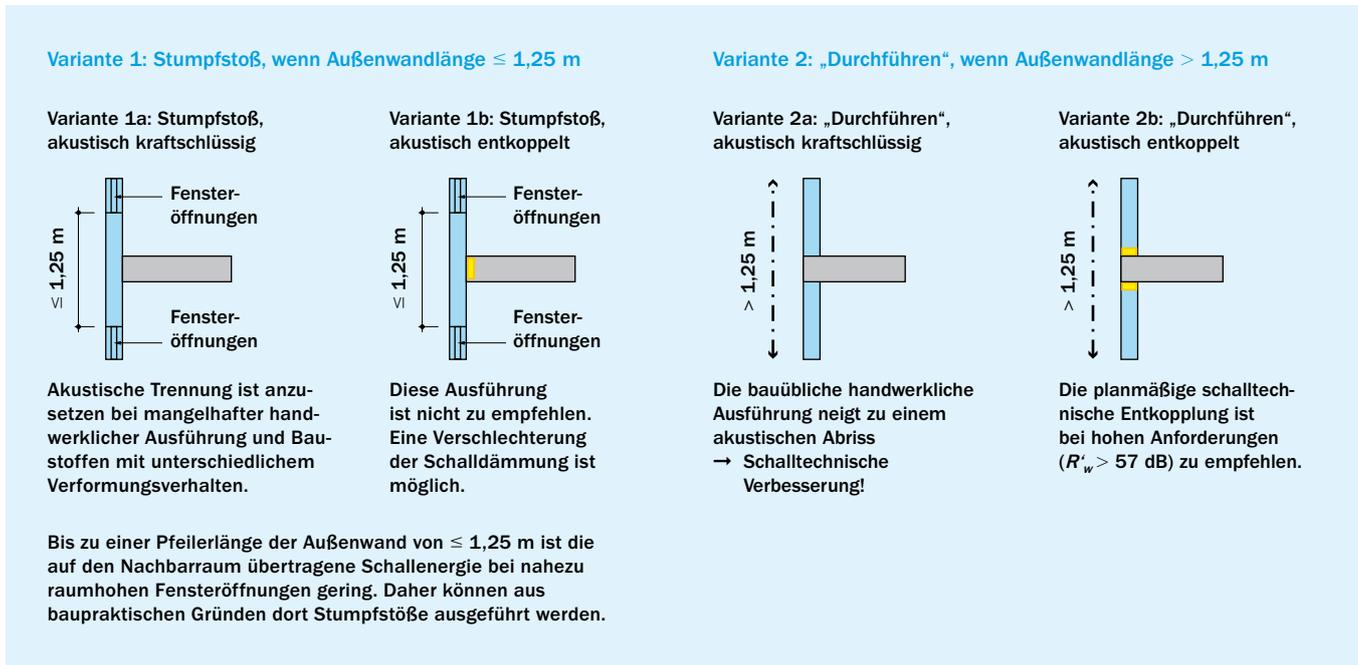


Bild 23 Ausführungsvarianten der Stoßstelle zwischen Außenwand und Wohnungstrennwand unter Berücksichtigung der Baupraxis

Einfluss außenliegender Wärmedämmschichten

Die Flankenübertragung der Außenwand wird durch außenliegende Wärmedämmschichten (wie z.B. bei WDVS oder zweischaligem Mauerwerk) nicht beeinflusst (Bilder 12 und 21). Alle Schichten außerhalb der massiven Außenwandschale können deshalb bei der Ermittlung der Schalldämmung zwischen benachbarten Wohnungen vernachlässigt werden.

5.1.4 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.

Um die Sicherheit der Verbindung zu erhöhen und einen akustischen Abriss infolge Schwindens zu vermeiden, empfiehlt sich

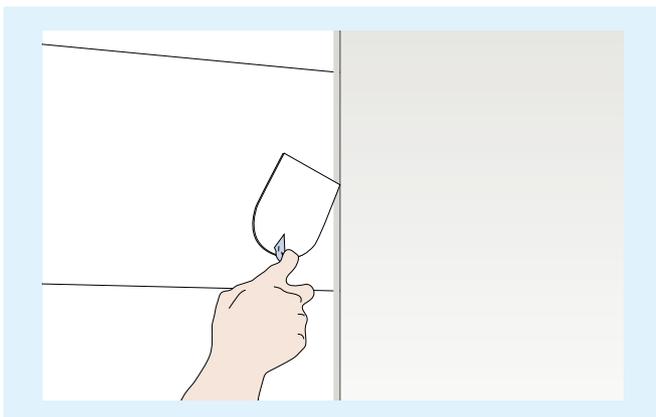


Bild 24 Kellenschnitt

die Verwendung von schwindarmen Mörteln und die Begrenzung der Dicke der Stoßfuge. Dies wird beispielsweise durch die Verwendung von Dünnbettmörtel gewährleistet. Die fehlerhafte Ausführung dieser Stoßstelle führt zu einer drastischen Reduzierung der Schalldämmung (Bild 26). Der gemauerte Verband ist eine Alternative zur dauerhaft starren Ausführung der Stoßstelle. Im Gegensatz zur biegesteifen Verbindung kann der Knotenpunkt, wie in Bild 27 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 benachbarten 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.

INFO

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

Folgende Ausführungsvarianten können empfohlen werden:

- Starre Stoßstelle, $m' > 200$ kg/m² (KS 11,5 – RDK 2,0)
- Planmäßige akustische Entkopplung, $m' < 200$ kg/m²

Eine zusammenfassende Betrachtung der schallschutztechnischen, statischen und brandschutztechnischen Aspekte gibt Tafel 12 wieder.

Stumpfstoßfugen sind vollflächig mit Dünnbettmörtel (2 bis 3 mm dick) oder Normalmauermörtel (1 bis 2 cm dick) zu vermörteln.

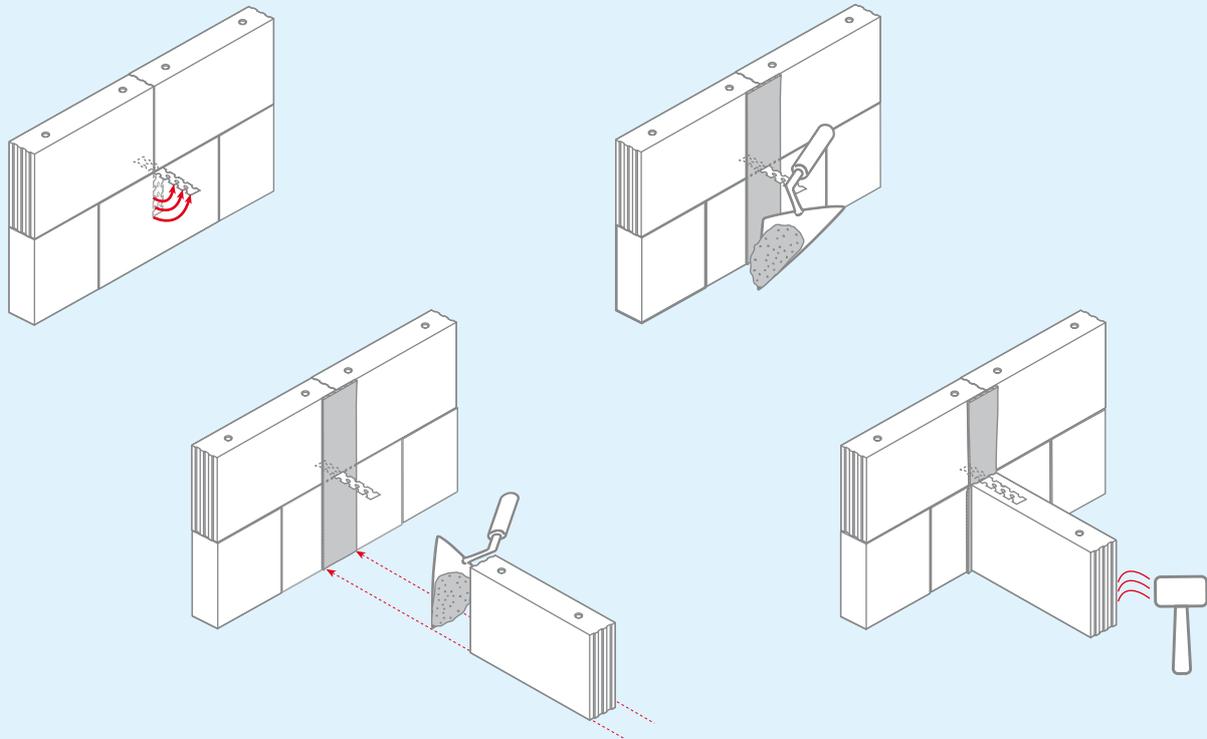


Bild 25 Stumpfstoßtechnik bei Kalksandsteinmauerwerk

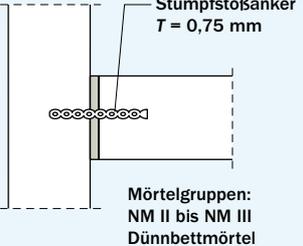
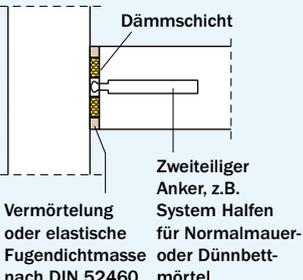
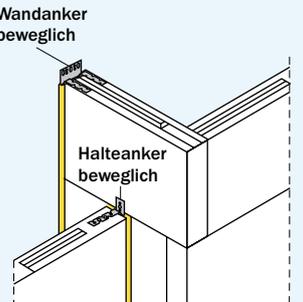
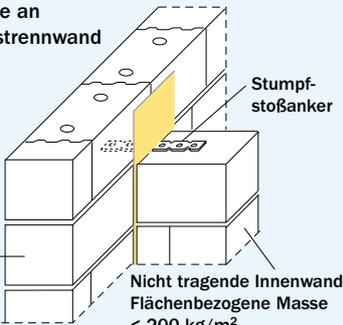


Bild 26 Fehlerhafte Ausführung des Stumpfstoßes:
a) fehlende Vermörtelung, b) nachträgliche Vermörtelung



Bild 27 Akustische Trennung der nicht tragenden Innenwand ($m' < 200 \text{ kg/m}^2$) zur Wohnungstrennwand

Tafel 12 Seitliche Wandanschlüsse für nicht tragende Innenwände unter Berücksichtigung von Statik, Brand- und Schallschutz

Anschlussdetail Fuge	Statik	Schallschutz	Brandschutz ¹⁾
Anschlüsse im eigenen Wohnbereich  <p>Mauerwerk mit NM oder DM</p> <p>Stumpfstößeanker $T = 0,75 \text{ mm}$</p> <p>Mörtelgruppen: NM II bis NM III Dünnbettmörtel</p>	Starr gehalten durch Maueranker und vollflächig satt vermörtelte Anschlussfuge mit NM oder DM	Schalltechnisch biegesteif und dicht Bei Baustoffen mit unterschiedlichem Verformungsverhalten oder nicht vollflächiger Vermörtelung ist ggf. eine Entkopplung und Undichtigkeit anzunehmen.	Anschlussfuge voll vermörtelt mit NM oder DM EI 90 ab Wanddicke $\geq 100 \text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60
Anschlüsse im eigenen Wohnbereich  <p>Mauerwerk mit NM oder DM</p> <p>Dämmschicht</p> <p>Zweiteiliger Anker, z.B. System Halfen für Normalmauer- oder Dünnbettmörtel</p> <p>Vermörtelung oder elastische Fugendichtmasse nach DIN 52460</p>	Gelenkig gehalten durch in Ankerschiene eingelegte Maueranker	Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt bei Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenimprägnierter Wollfilzplatte ²⁾ Schalltechnisch dicht mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff	Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt $\geq 1.000 \text{ °C}$ Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$ Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke $\geq 100 \text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60
Anschlüsse im eigenen Wohnbereich  <p>Bewegliche Maueranker für DM-Mauerwerk</p> <p>Wandanker beweglich</p> <p>Halteanker beweglich</p>	Gelenkig gehalten durch Wandanker durch Halteanker	Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt bei Halteankern und Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenimprägnierter Wollfilzplatte ²⁾ Schalltechnisch dicht mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff	Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt $\geq 1.000 \text{ °C}$ Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$ Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke $\geq 100 \text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60
Anschlüsse an Wohnungstrennwand  <p>Wohnungstrennwand</p> <p>Stumpfstößeanker</p> <p>Nicht tragende Innenwand Flächenbezogene Masse $< 200 \text{ kg/m}^2$</p>	Gelenkig gehalten durch Mauerwerksanker und nachgiebiger Füllung mit Mineralfaserstreifen des Stumpfstößeanschlusses	Schalltechnisch weitestgehend entkoppelt bei Einlage von z.B. Kork-, Mineralfaserstreifen, bzw. Streifen aus bitumenimprägnierter Wollfilzplatte ²⁾ Schalltechnisch dicht mit beidseitigem elastischem Fugendichtstoff	Dämmschicht nichtbrennbar Schmelzpunkt $\geq 1.000 \text{ °C}$ Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$ Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke $\geq 100 \text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60

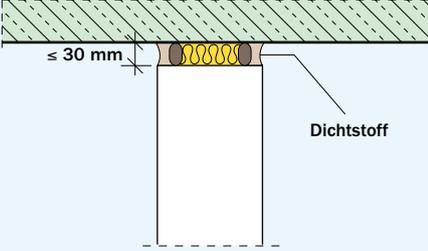
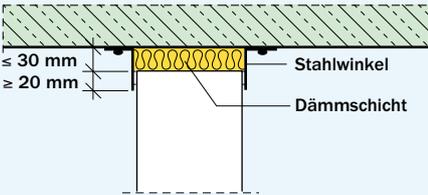
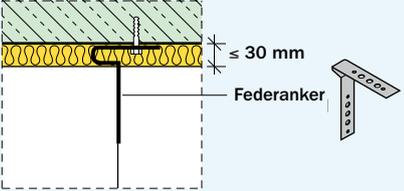
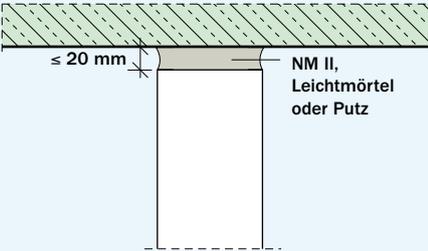
¹⁾ Die Klassifizierung des Wandanschlusses entspricht der Klassifizierung der Wand, wenn die angegebenen Bedingungen eingehalten werden.
Nicht tragende raumabschließende Wände EI nach DIN EN 13501-2

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

Empfehlungen für die Ausführung von nicht tragenden Innenwänden:

- Wände grundsätzlich auf eine Trennschicht (z.B. R 500) stellen
- Seitliche Anschlüsse an Treppenhaus- und Wohnungstrennwände akustisch entkoppelt ausführen, wenn die flächenbezogene Masse der nicht tragenden Trennwände $< 200 \text{ kg/m}^2$ 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.

Tafel 13 Obere Wandanschlüsse für nicht tragende Innenwände unter Berücksichtigung von Statik, Brand- und Schallschutz

Anschlussdetail Fuge	Statik	Schallschutz	Brandschutz ¹⁾
	<p>Oberer Rand nicht gehalten</p> <p>die Wand ist 3-seitig zu halten</p> <p>die Stoßfugen sind grundsätzlich zu vermörteln</p>	<p>Schalltechnisch entkoppelt und dicht</p> <p>mit beidseitigem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht nichtbrennbar</p> <p>Schmelzpunkt $\geq 1.000\text{ °C}$ Rohdichte $\geq 30\text{ kg/m}^3$</p> <p>Lagesicherung durch Dichtstoff, EI 90 ab Wanddicke $\geq 100\text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p> <p>Die Fugen müssen dicht ausgestopft werden. Für EI 30 mind. 50 mm; für EI 60 mind. 60 mm und für EI 90 und „Brandwände“ mind. 100 mm Breite der jeweiligen Wanddicke.</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 nichtbrennbar</p> <p>Schmelzpunkt $\geq 1.000\text{ °C}$ Rohdichte $\geq 30\text{ kg/m}^3$</p> <p>Lagesicherung durch Stahlwinkel, EI 90 ab Wanddicke $\geq 100\text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>
 <p>Die Stoßfugen mit Federanker sind zu vermörteln.</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 $\geq 1.000\text{ °C}$ Rohdichte $\geq 30\text{ kg/m}^3$</p> <p>Lagesicherung erforderlich, EI 90 ab Wanddicke $\geq 100\text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</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>EI 90 ab Wanddicke $\geq 100\text{ mm}$ und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst EI 60</p>

¹⁾ Nicht tragende raumabschließende Wände EI nach DIN EN 13501-2

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. R 500) 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.

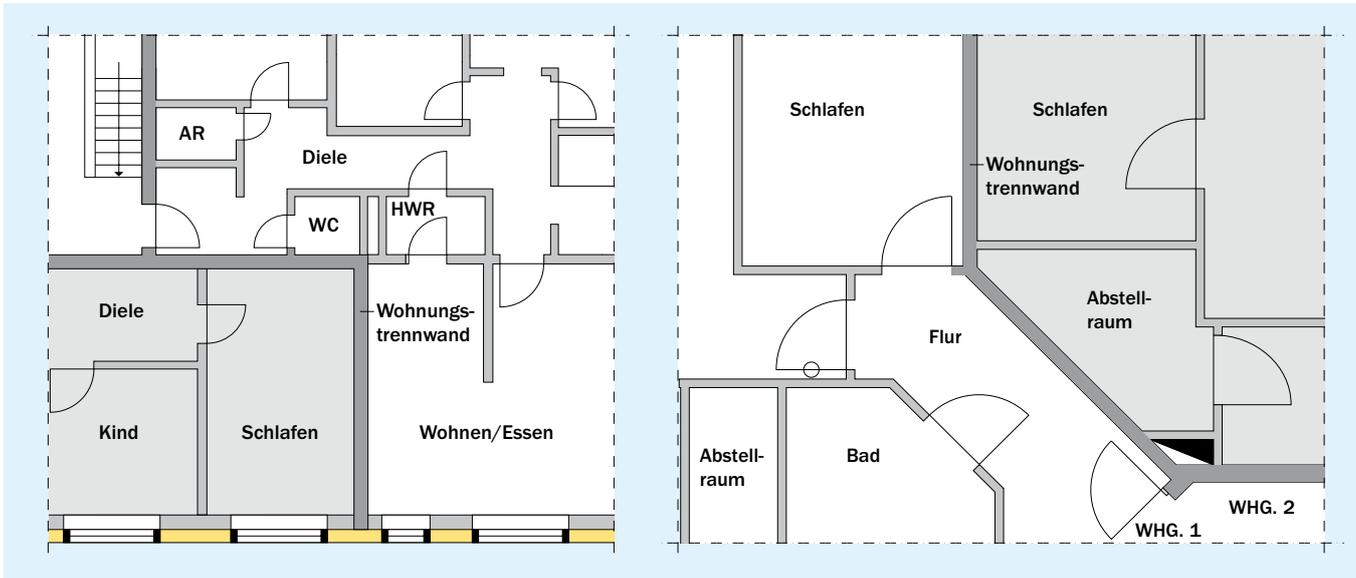


Bild 28 Grundriss-Situationen mit abgewinkelten Wohnungstrennwänden

5.1.5 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 (Bild 28). In diesen Fällen kann das rechnerisch erwartete Direktschalldämm-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 den Empfehlungen in Abschnitt 5.1.4 ausgeführt werden, damit Schwindrisse, wie in Bild 22 abgebildet, sicher vermieden werden.

5.1.6 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 und kein direkter Schalldurchgang möglich ist (Bild 29). Wird die Wohnungstrennwand nicht tragend ausgeführt und die Geschossdecke entkoppelt (Bild 30 a), 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 schalltechnischer 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 30 b). Hierbei sind jedoch aus tragwerksplanerischer Sicht folgende Voraussetzungen zu erfüllen, damit

die (nicht tragende) Wand keine zu großen Lasten erhält und damit sich z.B. das statische System der Decke nicht verändert (siehe auch [21]):

- 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. Mörtelklasse M2,5 nach 20000-412 bzw. Mörtelgruppe NM II.
- Der kraftschlüssige Kontakt zwischen Vermörtelung und nicht tragender Wohnungstrennwand sowie der Geschossdecke ist dauerhaft zu gewährleisten.

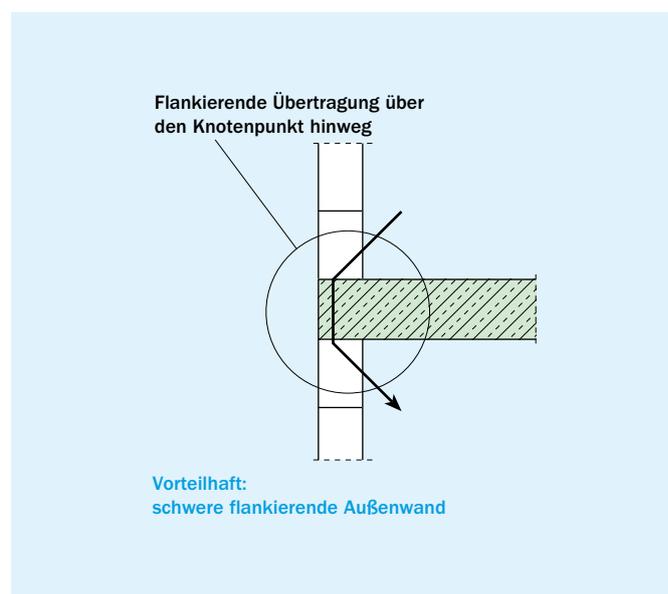


Bild 29 Flankierende Übertragung (vertikal) über die Außenwand

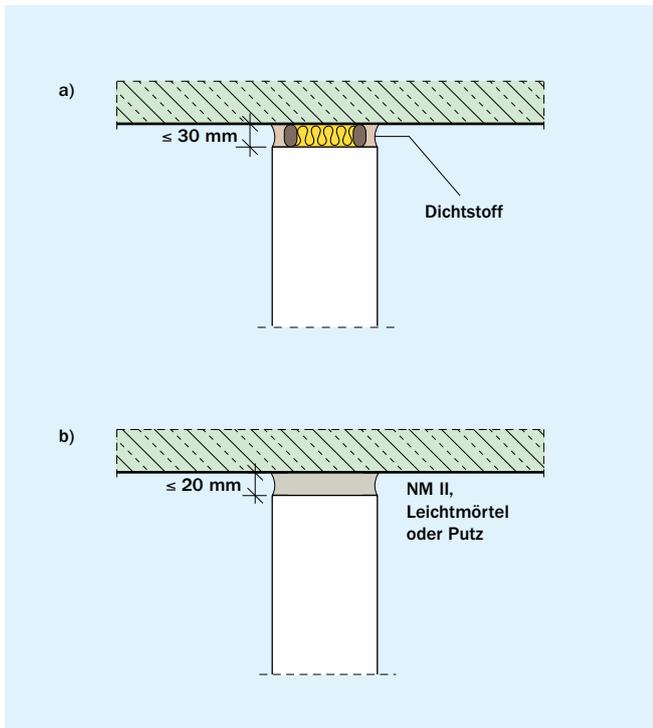


Bild 30 Obere Wandabschlüsse für nicht tragende Innenwände, a) entkoppelt; b) schalltechnisch biegesteif

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 13.

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 Untersuchungen im Prüfstand ergab, dass sich zwischen den Varianten mit und ohne Wärmedämmstein kein Unterschied im bewerteten Schalldämm-Maß ergibt [22].

Anschluss der Wohnungstrennwand an leichte Dachkonstruktionen

Beim Anschluss von Wohnungstrennwänden an leichte Dachkonstruktionen wäre aus schalltechnischer Sicht ein „Durchführen“ der Wohnungstrennwand (WTW) 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 31 a dargestellte Variante empfohlen 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 31 b dargestellt. Die Wärmebrückenwirkung wird hier durch eine die WTW außen umschließende Dämmebene reduziert.

INFO

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

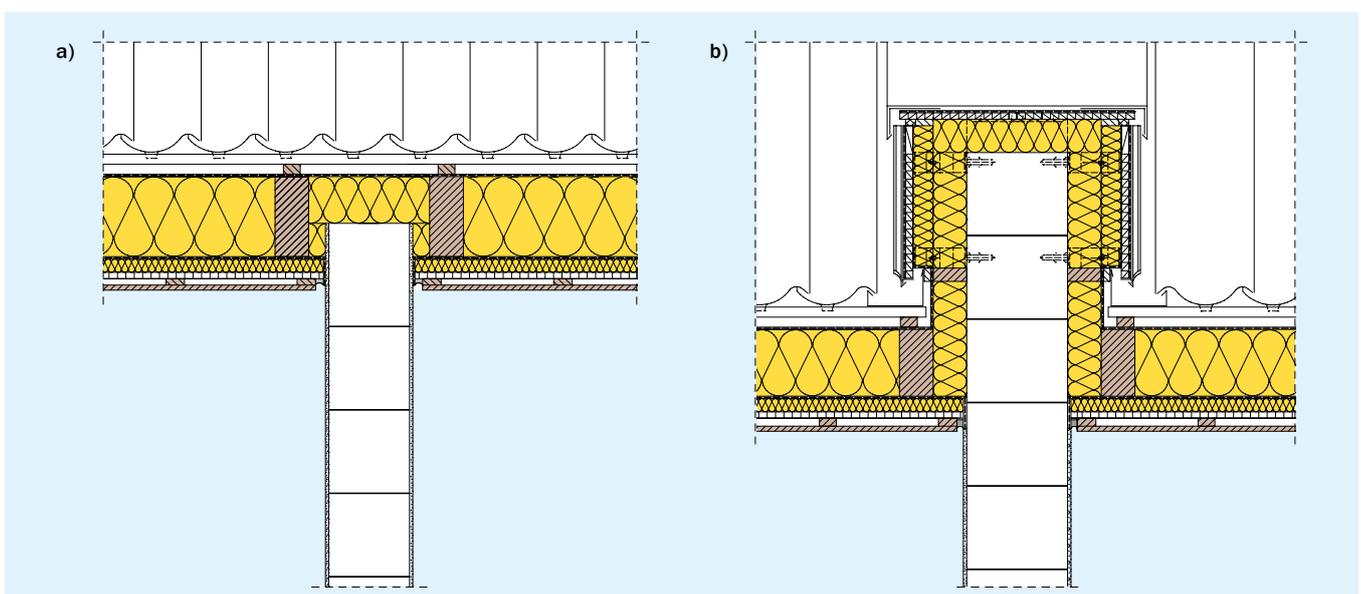


Bild 31 Anschluss der Wohnungstrennwand an die Dachebene, a) WTW wird bis zur Hälfte in die Dachhaut geführt; b) WTW durchstößt die Dachebene

5.2 Ausführungshinweise für Reihen- und Doppelhäuser

Besonderes Augenmerk ist bei der Planung und Ausführung von Reihen- und Doppelhaustrennwänden auf die vollständige Trennung der beiden Wandschalen zu legen. Die Fuge zwischen den beiden Wandschalen ist von der Oberkante des Fundaments lückenlos bis zur Dachhaut durchzuführen (Bilder 32 und 33, Tafel 9). Zur sicheren Vermeidung etwaiger Schallbrücken sowie sich möglicherweise einstellender, stehender Schallwellen im Fugenholraum ist dieser mit dicht gestoßenen Mineralfaserplatten Typ WTH nach DIN 4108-10 auszufüllen. Bei Fugenholräumen ≥ 30 mm ist eine Dämmstoffdicke von 30 mm ausreichend.

Die Erfahrung zeigt, dass sich die asymmetrische Ausführung der Wandschalen (z.B. unterschiedliche flächenbezogene Massen durch unterschiedliche Dicken oder Rohdichten der Wandschalen) positiv auf die Schalldämmung auswirkt. Dieser Effekt kann jedoch im Rahmen der vereinfachten rechnerischen Ermittlung der Schalldämmung nach DIN 4109-2 nicht erfasst werden. Für den Fall, dass in der Praxis dennoch zwei unterschiedliche Wandschalen ausgebildet werden, liegt der Nachweis nach DIN 4109-2 bzw. Abschnitt 3.2 unter Ansatz der flächenbezogenen Massen beider Wandschalen auf der sicheren Seite.

Da die flankierende Übertragung auch bei Reihen- und Doppelhaustrennwänden eine gewisse Rolle spielt (siehe Korrekturwert K in Abschnitt 3.2), empfiehlt es sich, die an die zweischalige Trennwand anbindenden flankierenden Massivbauteile als schwere Bauteile mit einer hohen flächenbezogenen Masse auszuführen. Darüber hinaus ist zu empfehlen, die zweischalige Wohnungstrennwand – analog zu einschaligen Wohnungstrennwänden im Geschosswohnungsbau – im Bereich des Anschlusses zur Außenwand bis zur Außenkante derselben durchzuführen. Dies ist im Zusammenhang mit der funktionsgetrennten Bauweise (KS-Außenwände mit WDVS oder zweischalige KS-Außenwände) auch unter wärmebrückentechnischen Aspekten problemlos möglich.

INFO

- Trennfuge muss vom Fundament bis zum Dach durchlaufen, ohne Körperschallbrücken
- Trennfuge mindestens 30 mm, besser 50 mm dick mit Mineralwolleplattendämmung nach DIN EN 13162, Anwendungskurzzeichen WTH nach DIN 4108-10, ausführen
- Im Fundamentbereich (unterstes Geschoss) ggf. schwerere KS-Wände als in den oberen Geschossen anordnen
- Randabschalungen für Stahlbetondecken verwenden
- Keine Rohrleitungen durch Haustrennwände führen
- Im Dachbereich auf ausreichende (schalltechnische) Dichtigkeit achten
- Die Trennwand muss mindestens 10 cm tief in die Dachkonstruktion einbinden
- Durchlaufende Installationskanäle bei Reihenhäusern vermeiden

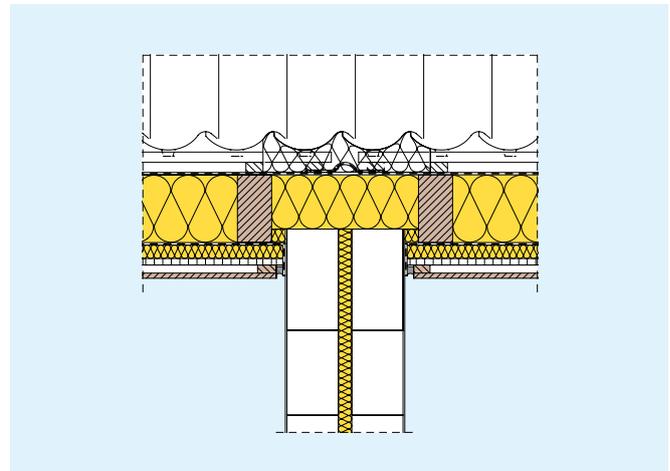


Bild 32 Dachanschluss bei einer zweischaligen Haustrennwand ohne durchlaufende Dachlatten (Brandschutz der jeweiligen LBO beachten)

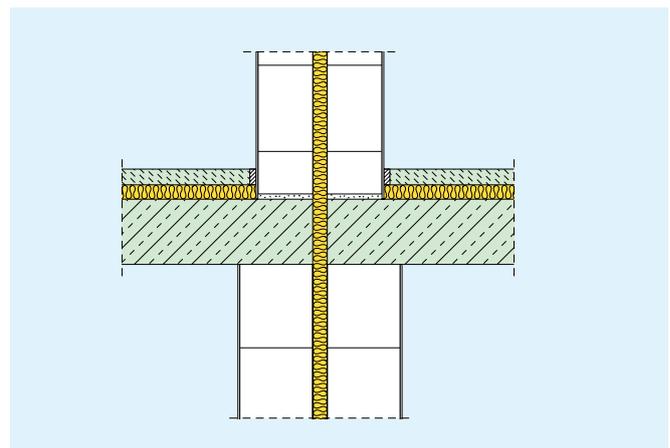


Bild 33 Deckenanschluss einer zweischaligen Haustrennwand

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 34).

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 (Bild 35).

Einschalige Wände (einschalige Massivbau-Musterinstallationswand), an denen diese Leitungen befestigt werden, sollten nach DIN 4109-36 eine flächenbezogene Masse von mindes-

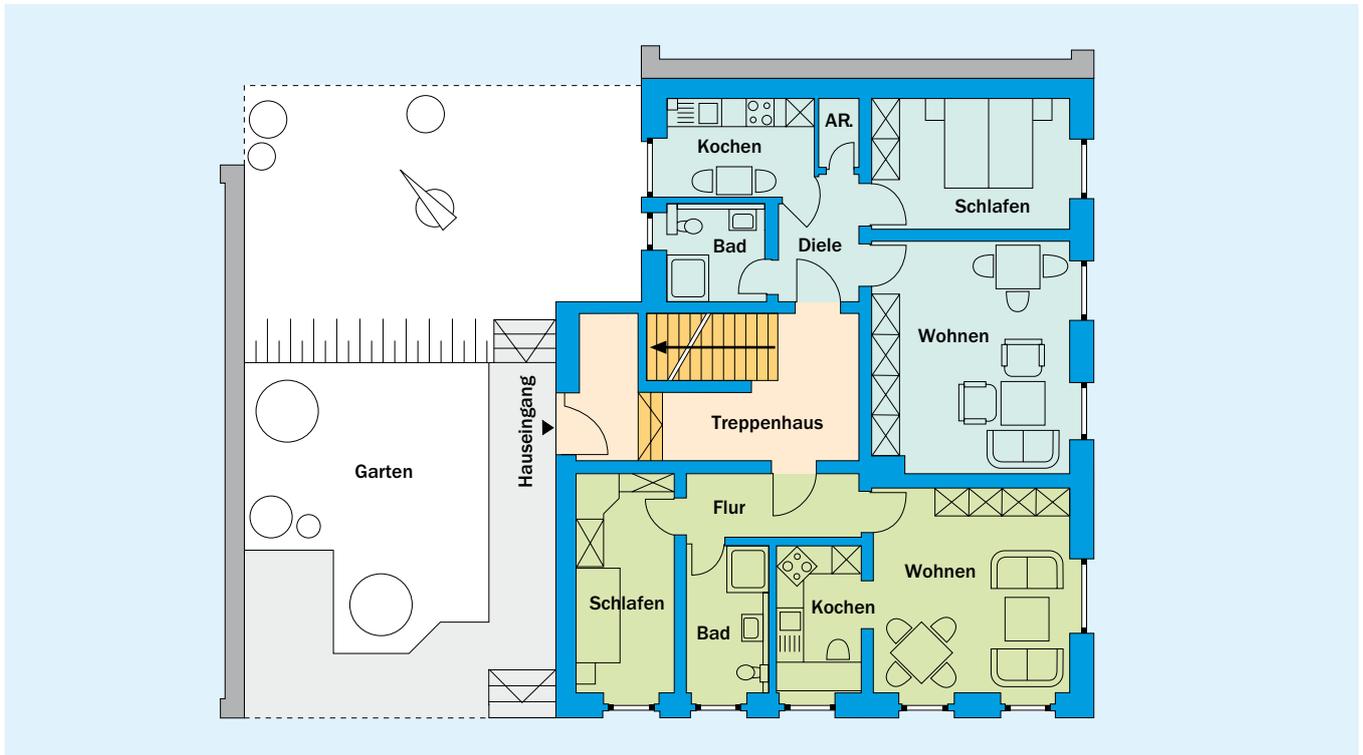


Bild 34 Beispiel für günstige Anordnung der Nassräume (Küche und Bad/WC) abseits von schutzbedürftigen Räumen der Nachbarwohnung

tens 220 kg/m^2 aufweisen, z.B. eine verputzte einschalige, $11,5 \text{ cm}$ dicke Wand aus Kalksandstein der RDK 2,0.

INFO

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

Leichtere Installationswände mit einer flächenbezogenen Masse $< 220 \text{ kg/m}^2$ können verwendet werden, wenn durch Eigungsprüfungen (z.B. durch den Prüfbericht einer unabhängigen Prüfstelle) nachgewiesen ist, dass sie sich schalltechnisch nicht ungünstiger verhalten.

Werden Wände durch Schlitze 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 Schlitzen nach DIN EN 1996-1-1/NA geführt. Die Schlitze 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 [24].



Bild 35 Vorwandinstallation mit verspachtelten Mauerwerkfugen

6. Fazit

Mit DIN 4109-5 liegt ein aktuelles Regelwerk vor, das für den Schallschutz zwischen Wohnungen in Mehrfamilienhäusern mit Anforderungen von $R'_w \geq 56$ dB für Wohnungstrennwände und $R'_w \geq 57$ dB für Wohnungstrenndecken ein Niveau für erhöhte Anforderungen an den Schallschutz definiert, das sich mit 3 dB wahrnehmbar von den bauaufsichtlich geschuldeten Mindestanforderungen in DIN 4109-1 unterscheidet. Dieses Niveau entspricht den seit vielen Jahren seitens der Kalksandsteinindustrie ausgesprochenen Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz.

Bei den Reihen- und Doppelhäusern erfolgte im Gegensatz zu den Mehrfamilienhäusern hingegen eine Verringerung der Anforderungen in DIN 4109 Beiblatt 2 (z.B. für Räume im untersten Geschoss). Zudem wurden die bisher in DIN 4109 Beiblatt 2 ausgesprochenen Empfehlungen für den Schallschutz innerhalb der eigenen Wohnung in DIN 4109-5 ersatzlos gestrichen.

Vor dem Hintergrund, dass es sich bei dem in DIN 4109-5 beschriebenen Schallschutzniveau um erhöhte Anforderungen handelt, ist dies jedoch nicht nachvollziehbar. Mit Konstruktionen aus Kalksandstein kann bei Reihen- und Doppelhäusern ein deutlich besserer Schallschutz erreicht werden. Auch für den Schallschutz innerhalb der eigenen Wohnung können mit Konstruktionen aus Kalksandsteinmauerwerk unter Beachtung der Grundrissgestaltung Lösungen gefunden werden, die erhöhten Anforderungen genügen.

Innerhalb der vorliegenden Broschüre werden für Gebäude aus Kalksandstein daher klare Empfehlungen für alle Bereiche des erhöhten Schallschutzes 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 erhöhte Anforderungen an den Schallschutz wirtschaftlich und sicher 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.

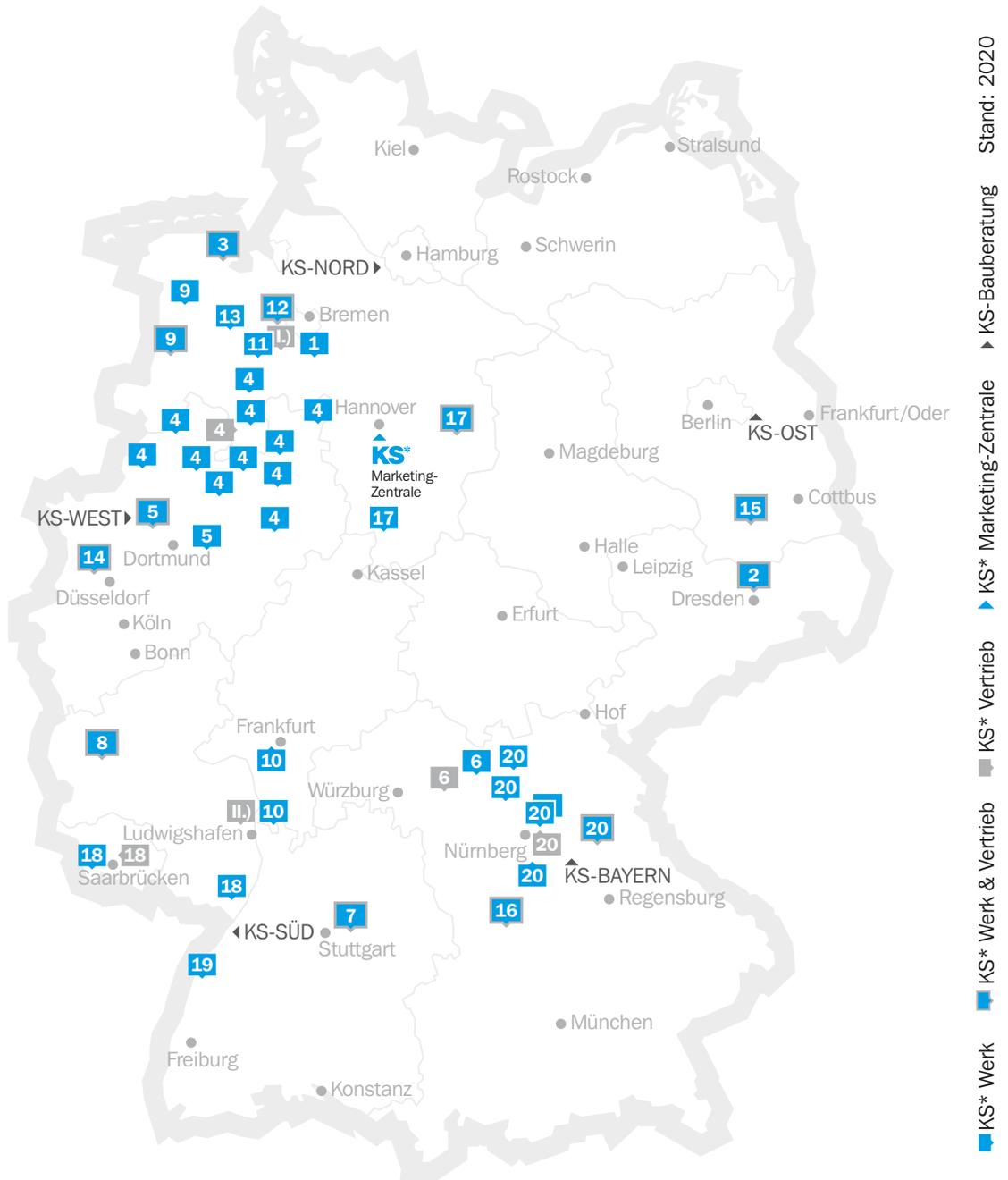
Massive Konstruktionen mit hohen Rohdichten gewährleisten einen homogenen Schallschutz über den gesamten hörbaren Frequenzbereich. Diese Aspekte geben den Fachplanern größtmögliche Sicherheit bei der Schallschutzplanung und ermöglichen ihnen, einen zeitgemäßen Schallschutz zielsicher umzusetzen.

Literatur

- [1] Trendbefragung für Immobilienscout24, Innofact 03/2008.
- [2] Umweltbundesamt 2019, Lärmbelastigung, [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehrlaerm/laermwirkung/laermbelaestigung>.
- [3] Gösele, K.; Schüle, W.; Künzel, H.: Schall, Wärme, Feuchte. 11. Auflage, Bauverlag, Gütersloh 2000.
- [4] Fischer, H.-M.: Schallschutz. Erschienen im KALKSANDSTEIN Planungshandbuch – Planung, Konstruktion, Ausführung. Auflage 7. Hrsg.: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Hannover 2018.
- [5] DIN 4109-1:2018-01: Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen.
- [6] BGH-Urteil vom 14. Juni 2007, Az. VII ZR 45/06 zu DIN 4109/Schallschutz
- [7] BGH-Urteil vom 4. Juni 2009, Az. VII ZR 54/07 zu DIN 4109/Schallschutz
- [8] Deutsche Gesellschaft Akustik e.V., Die DIN 4109 und die allgemein anerkannten Regeln der Technik in der Bauakustik, Memorandum, DEGA BR 0101, 2011.
- [9] VDI 4100:2007-08: Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung.
- [10] VDI 4100:2012-10: Schallschutz im Hochbau – Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz.
- [11] Deutsche Gesellschaft Akustik e.V., DEGA-Empfehlung 103 – Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis, 2018.
- [12] DIN 4109-5:2020-08: Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen.
- [13] Deutsche Gesellschaft Akustik e.V., Schallschutz im eigenen Wohnbereich, Memorandum, DEGA BR 0104, 2015.
- [14] Schäfers, M.: VDI 4100:2012-10 – Wegweiser für den erhöhten Schallschutz? In: Bauphysik-Kalender 2020, Berlin, Wilhelm Ernst & Sohn, 2020, S. 19–40.
- [15] DIN 4109-2:2018-01: Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen.
- [16] Handbuch zum KS-Schallschutzrechner, Programm für Schallschutznachweise nach DIN 4109-2, Hannover: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., 2020.
- [17] Schäfers, M.; Pekrul, O.: Schallschutz im Geschosswohnungsbau – mehr Planungssicherheit durch neue Prognoseinstrumente, Bauphysik, Bd. 34, S. S. 309–320, 2012.
- [18] Fischer, H.-M.: Stellungnahme zum zu erwartenden Schalldämm-Maß einer zweischaligen Haustrennwand aus Kalksandstein, Stuttgart 2007.
- [19] Fischer, H.-M.: Stellungnahme zur Schalldämmung einschaliger Wände aus Kalksandsteinen ohne Stoßfugenvermörtelung, 2001.
- [20] DIN EN 1996-1-1/NA:2012-01: Nationaler Anhang: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk.
- [21] Schubert, P.: Gutachterliche Stellungnahme zur Wirksamkeit einer Mörtelschicht als obere Halterung, 2003.
- [22] Fischer, H.-M.: Beurteilung des Einflusses von KS ISO-KIMM-Steinen auf die Schalldämmung von KS-Mauerwerk, 2000.
- [23] Focke, K.: Schallschutz bei zweischaligen Haustrennwänden von Doppel- und Reihenhäusern. In: Bauphysik-Kalender 2020, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 2020, S. 693–725.
- [24] Fischer, H.-M.: Stellungnahme zur Schalldämmung einschaliger Wände aus Kalksandsteinmauerwerk ohne und mit Installationen, 2001.

KS* Partner in Ihrer Nähe.

Kalksandstein
KS*
DAS ORIGINAL



→ ks-original.de/partner

☎ 0800 7002070

KS* Partner im Überblick.

- 01 Baustoffwerk Kastendiek von Fehm → ks-we.de ¹⁾
- 02 Baustoffwerke Dresden → baustoffwerke-dresden.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 Bookholzberg
- 13 Kalksandsteinwerk Bösel → ks-we.de ¹⁾
- 14 Kalksandsteinwerk Krefeld-Rheinhafen → ksw-krefeld.de

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

Finden Sie den regionalen KS* Partner in Ihrer Nähe sowie detaillierte Informationen rund um den Wandbaustoff Kalksandstein:

→ ks-original.de

Kalksandstein
KS*

DAS ORIGINAL

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.