

KS-ORIGINAL.
SCHALLSCHUTZ.

1. Bauaufsichtliche Nachweise nach DIN 4109	3
1.1 Normen	4
1.2 Kennzeichnung und Bewertung der Luftschalldämmung von Bauteilen	5
1.3 Anforderungen	6
1.4 Allgemeine Aspekte für Planung und Ausführung	10
1.5 Anforderung an die Luftschalldämmung von trennenden Bauteilen	11
1.6 Anforderungen an Installationswände	12
1.7 Schalltechnische Auswirkung von Schlitzfenstern und Aussparungen	13
1.8 Ermittlung der Luftschalldämmung von massiven Wänden	13
1.9 Einschalige massive Wände mit biegeweichen Vorsatzschalen	17
1.10 Zweischalige Wände	17
1.11 Luftschalldämmung von Decken	19
1.12 Außenwände	20
1.13 Schallabsorption	27
2. Neue Wege für den baulichen Schallschutz	29
2.1 Einführung	29
2.2 Schalltechnische Grundlagen in Kürze	29
2.3 Schallschutz: Wunsch und Realität	29
2.4 Die europäische Normung: Ursachen und Wirkungen	34
2.5 Umsetzung der europäischen Normen für KS	38
2.6 Wege aus der Lärmfalle	41
2.7 Schallschutz im Detail	47
2.8 Zusammenfassung	48
Literatur	49

KALKSANDSTEIN
Schallschutz

Stand: Januar 2005

Autoren:

Dipl.-Ing. Dieter Kutzer, Materialprüfungsamt
Nordrhein-Westfalen, Dortmund (Abschnitt 1),
Prof. Dr.-Ing. Heinz-Martin Fischer,
FH Stuttgart (Abschnitt 2)

Redaktion:

Dipl.-Ing. S. Brinkmann, Durmersheim
Dipl.-Ing. B. Diestelmeier, Dorsten
Dipl.-Ing. G. Meyer, Hannover
Dipl.-Ing. W. Raab, Röthenbach
Dipl.-Ing. O. Roschkowski, Duisburg
Dipl.-Ing. J. Schmertmann, Buxtehude
Dipl.-Ing. H. Schwieger, Hannover

Herausgeber:

Bundesverband Kalksandsteinindustrie eV, Hannover

BV-939

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

Nachdruck auch auszugsweise nur mit
schriftlicher Genehmigung.

Schutzgebühr: € 5,-

Gesamtproduktion und
© by Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf

Das Kapitel Schallschutz nahm auch in den bisherigen Auflagen des Buches „Planung, Konstruktion, Ausführung“ breiten Raum ein. Dies ist aufgrund der Bedeutung eines ausreichenden baulichen Schallschutzes einerseits sowie aufgrund der Kompliziertheit der Materie andererseits auch verständlich. In der 4. Auflage dieses Buches ist das Kapitel Schallschutz nunmehr praktisch doppelt bzw. auch erheblich umfangreicher als in den bisherigen Auflagen behandelt. Dazu auch noch von zwei Autoren, die jeder auf seine Art einen recht umfassenden Beitrag geschrieben haben. Die Gründe, die dazu geführt haben, sollen hier kurz dargestellt werden.

Seit ca. 1996 macht sich der Einfluss der europäischen Normung auch beim Schallschutz zunehmend bemerkbar. Dies hat zur Folge, dass sich die grundlegende Konzeption, nach der der zu erwartende Schallschutz in Gebäuden prognostiziert wird, grundlegend ändert. In der Zeit zwischen 1996 und 2002 sind bereits relativ umfangreiche Kenntnisse entstanden, die nicht mehr vernachlässigt werden können und in kürzester Zeit zum Stand der Technik werden können.

Es gilt nach wie vor das Normenwerk DIN 4109 praktisch in der Fassung von 1989, nach dem der Mindestschallschutz nachzuweisen ist.

Schwerpunkt des Abschnitts 1 liegt demzufolge auf den derzeit gültigen Regelungen der DIN 4109:1989-11, nach denen die bauaufsichtlichen Anforderungen nachgewiesen werden müssen.

Schwerpunkt des Abschnitts 2 bildet im ersten Teil im Wesentlichen die Frage, welcher Schallschutz geschuldet wird. Im Hauptteil sind die neueren Erkenntnisse aus den Grundlagenuntersuchungen der Kalksandsteinindustrie zur Umsetzung der europäischen Normung dargestellt.

1. BAUAUFSICHTLICHE NACHWEISE NACH DIN 4109

Der Schallschutz in Gebäuden hat eine große Bedeutung für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen. Besonders wichtig ist er im Wohnungsbau, da die Wohnung dem Menschen sowohl zur Entspannung und zum Ausruhen dient als auch den eigenen häuslichen Bereich gegenüber den Nachbarn abschirmen soll. Genauso wichtig ist Schallschutz in den Industrie- und Verwaltungsbereichen, in denen laute und leise Tätigkeiten gleichzeitig ausgeübt werden.

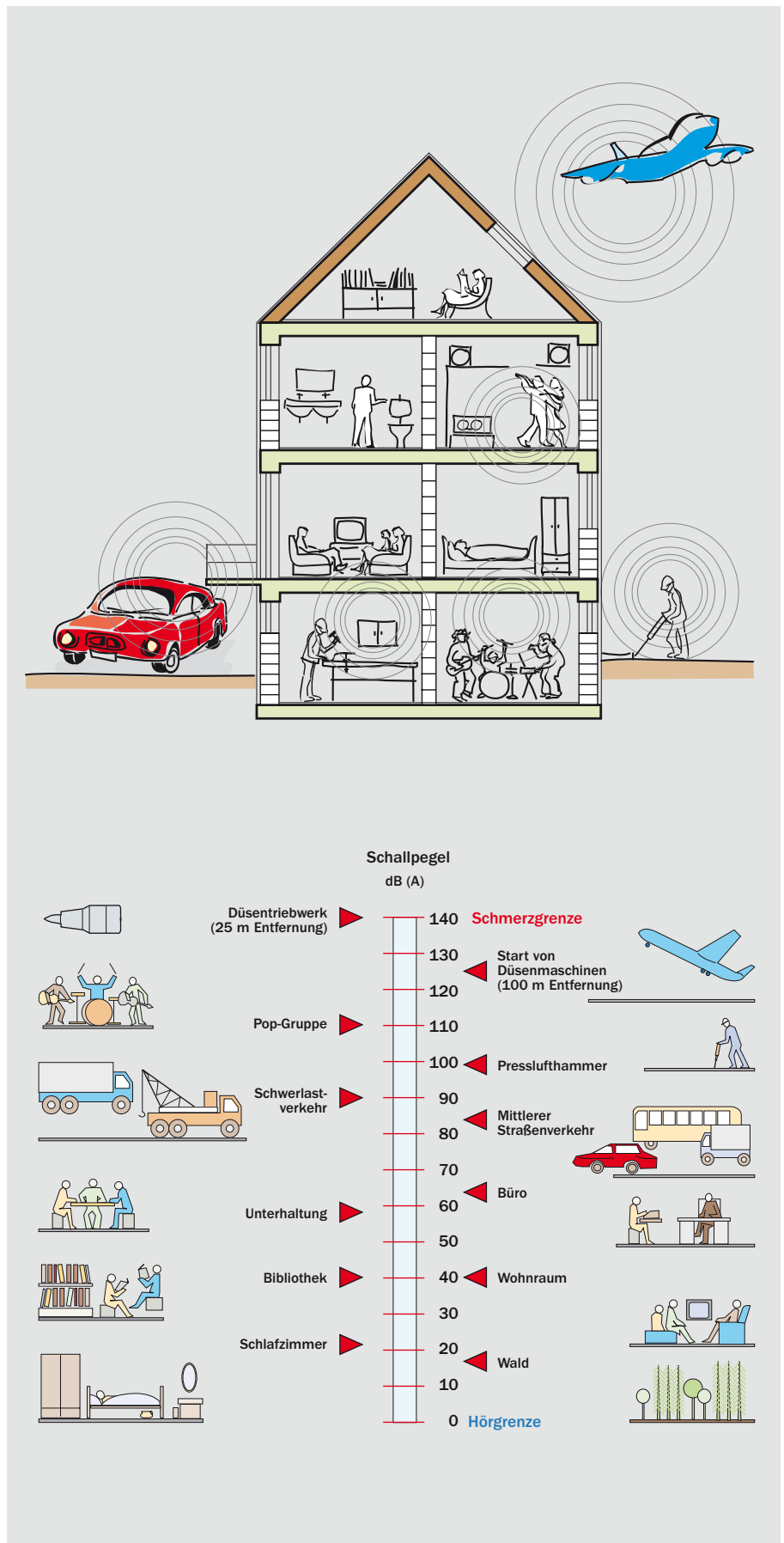


Bild 1: Schallpegel verschiedener Verursacher

Eine wesentliche Rolle für den Schallschutz spielen die Grund- bzw. Fremdgeräuschpegel aufgrund allgemeiner Umgebungsgeräusche während des gesamten Tagesablaufs (auch nachts). Je geringer die Umgebungsgeräusche sind, um so höher muss die Schalldämmung von Bauteilen sein!

Der Komfort einer Wohnung wird wesentlich auch durch einen guten Schallschutz charakterisiert. Dies bedeutet, dass von Mietern und besonders von Käufern von Eigentumswohnungen ein guter Schallschutz erwartet wird, der über die in DIN 4109 gestellten Anforderungen hinausgeht. Dies führt häufig – besonders, wenn keine eindeutigen Vereinbarungen über den Schallschutz getroffen wurden – zu Klagefällen und gerichtlichen Auseinandersetzungen über mehrere Instanzen. Oft legen dann die Gerichte fest, welcher Schallschutz geschuldet ist. Die Anforderungen der DIN 4109 werden dabei im Allgemeinen nicht als ausreichend angesehen.

1.1 Normen

Die in Deutschland bauaufsichtlich gestellten Anforderungen werden in der DIN 4109 geregelt, die als Technische Baubestimmung in nahezu allen Bundesländern eingeführt ist.

Nach einer Überarbeitungszeit von fast 15 Jahren und zwei Normentwürfen wurde im November 1989 eine neue DIN 4109 als Weißdruck veröffentlicht, mit der die DIN 4109, Ausgabe 1962 ersetzt wurde. Diese neue Fassung der DIN 4109 spiegelte in wesentlichen Teilen den damaligen (um 1985!) Stand der Technik wider. Damit hoffte man, dass eine lange Zeit der Rechtsunsicherheit vorüber war, da die Normfassung von 1962/63 schon lange nicht mehr den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprach und von den Gerichten nicht mehr als maßgeblich anerkannt wurde. Die neue Norm wurde mit dem zugehörigen Beiblatt 1 sehr schnell bauaufsichtlich eingeführt, z.B. in Nordrhein-Westfalen mit Runderlass vom 24. September 1990.

Die Norm besteht inzwischen aus:

- DIN 4109:1989-11 Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise [1].
- DIN 4109/A1:2001-01 Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise, Änderung A1 [2].

- DIN 4109-11:2003-09 Schallschutz im Hochbau, Nachweis des Schallschutzes – Güte- und Eignungsprüfung [3]
- Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989-11 Schallschutz im Hochbau, Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren [4].
- Beiblatt 1 zu DIN 4109/A1:2003-09 Schallschutz im Hochbau – Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren, Änderung A1 [5]
- Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11 Schallschutz im Hochbau, Hinweise für Planung und Ausführung, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich [6].
- Beiblatt 3 zu DIN 4109:1996-06 Schallschutz im Hochbau, Berechnung von $R'_{w,R}$ für den Nachweis der Eignung nach DIN 4109 aus Werten des im Labor ermittelten Schalldämm-Maßes R_w [7].

Darüber hinaus sind Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz in der Richtlinie VDI 4100 Schallschutz von Wohnungen; Kriterien für Planung und Beurteilung [8] vom September 1994 angegeben.

In dieser Richtlinie werden Schallschutzstufen je nach Qualität des subjektiv empfundenen Schallschutzes in drei Stufen definiert und zugehörige Kennwerte für Luft- und Trittschallschutz, für Schutz gegen Geräusche aus haustechnischen Anlagen und aus baulich verbundenen Gewerbetrieben sowie gegen von außen eindringende Geräusche definiert. Dabei entsprechen die Kennwerte der untersten Schallschutzstufe I (SSt I) den Anforderungen der DIN 4109. Der erhöhte Schallschutz der Schallschutzstufen SSt II oder SSt III bedarf einer gesonderten Vereinbarung.

Seit September 1995 bemüht sich ein Unterausschuss des NABau, die Inhalte des Beiblattes 2 zu DIN 4109 und der Richtlinie VDI 4100 in einem Papier zusammenzufassen. Als Ergebnis wurde im Juni 2000 der Entwurf DIN 4109-10 Schallschutz im Hochbau, Teil 10: Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz von Wohnungen [9] herausgegeben. Der Inhalt dieses Entwurfes befindet sich noch in der Diskussion und kann daher nicht als endgültig angesehen werden.

Die Realisierung des Europäischen Binnenmarktes und der dafür geforderte freie Warenverkehr hat in den letzten Jahren erheblichen Einfluss auf die Normung im Bauwesen ausgeübt, insbesondere hinsichtlich der Normen für Bauprodukte, aber auch hinsichtlich der Einführung einheitlicher Prüfverfahren zur Bestimmung und Kennzeichnung der Eigenschaften und Leistungsfähigkeit von Bauprodukten und Gebäuden. Davon sind auch etliche Prüfverfahren im Bereich der Bauakustik betroffen. Besonders zu erwähnen ist hier, dass die bisher in Deutschland im Zusammenhang mit DIN 4109 für die Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung von Bauteilen verwendeten Prüfstände „mit bauähnlicher Flankenübertragung“ nach DIN 52210 nicht in die Europäischen Prüfnormen der Reihen DIN EN ISO 140 aufgenommen wurden und künftig derartige Prüfungen in Prüfständen mit unterdrückter Flankenübertragung durchgeführt werden müssen. Die kennzeichnenden Größen für Bauteile sind daher künftig das bewertete Schalldämm-Maß R_w für die Luftschalldämmung und der bewertete Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ für die Trittschalldämmung. Für die Kennzeichnung der Schalldämmung in Gebäuden können das bewertete Bau-Schalldämm-Maß R'_w und der bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ oder – als Größen zur Kennzeichnung des Schallschutzes – die nachhallzeitbezogenen Größen bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ und bewerteter Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ verwendet werden.

Parallel zu den Prüfnormen wurden Normen zur Berechnung der Schalldämmung von Gebäuden aus den Schalldämm-Eigenschaften von Bauteilen erarbeitet, die die vorgenannten Größen R_w und $L_{n,w}$ der Bauteile als Eingangswerte benötigen. Diese Verfahren sind daher nicht mit den bisher nach DIN 4109 praktizierten kompatibel.

Für die bisher in DIN 4109 und in Beiblatt 1 zu DIN 4109 angegebenen Nachweisverfahren wurden die Größen R'_w und $L'_{n,w}$ benötigt. Diese Werte werden in Prüfständen mit bauähnlicher Flankenübertragung ermittelt. Vom NABau wurde das Beiblatt 3 zu DIN 4109 herausgegeben, in dem Verfahren aufgeführt sind, nach denen, in bestimmten Grenzen, R'_w - und $L'_{n,w}$ -Werte in R_w - und $L_{n,w}$ -Werte – sowie auch umgekehrt – umgerechnet werden können. Diese Verfahren sind jedoch als Übergangslösung anzusehen.

Um in Zukunft die oben erwähnten Europäischen Berechnungsnormen als Nach-

weisverfahren für den Schallschutz anwenden zu können, muss ein neuer Bauteilkatalog mit den R_w und $L_{n,w}$ für die üblichen Bauteile und Konstruktionen erarbeitet werden, der das Beiblatt 1 zu DIN 4109 ersetzt. Insgesamt bedeutet dies jedoch, dass die derzeitige DIN 4109 komplett überarbeitet werden muss, um die neuen, europäischen Rechenverfahren nach DIN EN 12354 sinnvoll anwenden zu können. Mit diesen Arbeiten ist bereits begonnen worden; Ergebnisse sind frühestens Ende 2003 zu erwarten.

Mit der Anwendung der neuen Rechenverfahren ist eine größere Planungssicherheit zu erwarten, da die Schallübertragung über leichte, flankierende Wände besser als bisher berücksichtigt wird. Die Vernachlässigung dieses – besonders bei leichten massiven Außenwänden mit hoher Wärmedämmung – bedeutenden Übertragungsweges hat in der Vergangenheit häufig zu Bauschäden bezüglich der Schalldämmung geführt.

Ein europäisches Pendant zur DIN 4109 wird es aber auch in Zukunft nicht geben, da die Festlegung von Anforderungen an den Schallschutz in nationaler Verantwortung geschieht und – aufgrund unterschiedlicher Traditionen und Lebensweisen – hier kein Bedarf für eine Europäische Anforderungsnorm besteht.

In der vorgesehenen Neufassung der DIN 4109 sollen die Anforderungen nicht mehr wie bisher an die Schalldämmung der trennenden Bauteile – angegeben in den Größen R'_w und $L'_{n,w}$ – sondern an den Schallschutz zwischen zwei Räumen und damit an die dafür maßgeblichen Größen (bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ und bewerteter Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$) gestellt werden.

Anmerkung: Die vorliegende Fassung des Abschnitts 16.1 muss sich noch auf die derzeit gültigen Regelungen der DIN 4109:1989-11 beziehen, da die Überarbeitung der DIN 4109 und die Erarbeitung des neuen Bauteilkataloges noch nicht so weit fortgeschritten ist, dass endgültige Ergebnisse hier schon berücksichtigt werden können.

1.2 Kennzeichnung und Bewertung der Luftschalldämmung von Bauteilen

Zur allgemeinen Kennzeichnung der frequenzabhängigen Luftschalldämmung von Bauteilen mit einem Zahlenwert wird das bewertete Schalldämm-Maß R'_w verwendet. Die Ermittlung des bewerteten Schall-

dämm-Maßes R'_w erfolgt nach DIN EN ISO 717-1 [10] (Ersatz für DIN 52210-4) durch Vergleich mit der in dieser Norm festgelegten Bezugskurve, die in Bild 2 dargestellt ist. Für das zu beurteilende Bauteil wird im Frequenzbereich 100 Hz bis 3150 Hz das Schalldämm-Maß R' bestimmt. Die sich so ergebende „Messwertkurve“ wird mit der Bezugskurve verglichen, indem die Bezugskurve parallel zu sich selbst in Schritten von 1 dB soweit in Richtung Messwertkurve verschoben wird, bis die Summe der ungünstigen Abweichungen so groß wie möglich wird, jedoch nicht mehr als 32,0 dB beträgt. (Nur ungünstige Abweichungen werden berücksichtigt!) Der Wert der nach diesem Verfahren verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz ist das bewertete Schalldämm-Maß R'_w des Bauteils in dB.

Nach DIN EN ISO 717-1 werden zusätzlich Spektrum-Anpassungswerte unter Zugrundelegung von zwei typischen Spektren in dem o.g. Frequenzbereich berechnet. Diese Spektrum-Anpassungswerte werden derzeit im Zusammenhang mit DIN 4109 nicht verwendet.

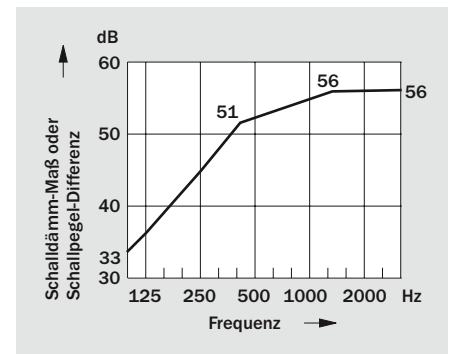


Bild 2: Bezugskurve für die Luftschalldämmung nach DIN EN ISO 717-1

Je nachdem, welche Schallübertragungswege bei der Messung der Schalldämmung der verschiedenen Bauteile berücksichtigt und wo diese Messungen durchgeführt wurden, werden verschiedene kennzeichnende Größen der Luftschalldämmung für den Nachweis der Eignung von Bauteilen verwendet. Eine Zusammenstellung dieser in DIN 4109 verwendeten kennzeichnenden Größen enthält Tafel 1.

Zur Beurteilung, ob ein Bauteil zur Erfüllung der Anforderungen nach DIN 4109

Tafel 1: Kennzeichnende Größen der Luftschalldämmung für den Nachweis der Eignung von Bauteilen

Zeile	Bauteile	Berücksichtigte Schallübertragung Prüfständen	Eignungsprüfungen in ausgeführten (EP I)	Eignungsprüfungen in Bauten (EP III)	Rechenwert ¹⁾
1	Wände, Decken als trennende Bauteile	über das trennende und die flankierenden Bauteile sowie gegebenenfalls über Nebenwege	$R'_{w,P}$	$R'_{w,B}$	$R'_{w,R}$
		nur über das trennende Bauteil	$R_{w,P}$	$R_{w,B}$	$R_{w,R}$
3	Wände, Decken als flankierende Bauteile	nur über das flankierende Bauteil	$R_{L,w,P}$	$R_{L,w,B}$	$R_{L,w,R}$
4	Fenster	nur über das trennende Bauteil	$R_{w,P}$	$R_{w,B}$	$R_{w,R}$
5	Türen				$R_{w,R}^{2)}$
6	Schächte, Kanäle	nur über Nebenwege	$D_{K,w,P}$	$D_{K,w,B}$	$D_{K,w,R}$

¹⁾ Der Rechenwert für ein Bauteil ergibt sich
 - bei Ausführungen nach DIN 4109, Beiblatt 1 direkt aus den dortigen Angaben,
 - bei Eignungsprüfungen in Prüfständen (Eignungsprüfung I nach DIN 4109) aus den Ergebnissen der Prüfung, vermindert um das Vorhaltemaß von 2 dB (z.B. $R'_{w,R} = R'_{w,P} - 2$ dB), ausgenommen Türen (siehe Fußnote 2),
 - bei Eignungsprüfungen in ausgeführten Bauten (Eignungsprüfung III nach DIN 4109) direkt aus den Ergebnissen der Prüfung am Bau (z.B. $R'_{w,R} = R'_{w,B}$).
²⁾ Der Rechenwert $R_{w,R}$ für Türen ergibt sich durch Eignungsprüfungen in Prüfständen (Eignungsprüfung I nach DIN 4109) aus dem Ergebnis der Prüfung, vermindert um das Vorhaltemaß von 5 dB (z.B. $R_{w,R} = R_{w,P} - 5$ dB).

oder der Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz nach Beiblatt 2 zu DIN 4109 (siehe Tafel 3) geeignet ist, ist jeweils der Rechenwert der Luftschalldämmung maßgeblich.

Dies gilt analog für die Kennwerte der Schallschutzstufen SSt II und SSt III der VDI 4100 oder E DIN 4109-10, wenn diese als Anforderungen für einen erhöhten Schallschutz vereinbart wurden.

Beim Nachweis der Eignung von Wänden und Decken durch Prüfung in einem Prüfstand mit bauähnlicher Flankenübertragung nach DIN 52210-2 [11] muss von dem gemessenen bewerteten Schalldämm-Maß $R'_{w,P}$ das Vorhaltemaß von 2 dB abgezogen werden, um den Rechenwert $R'_{w,R}$ zu erhalten; d.h. der gemessene Wert $R'_{w,P}$ muss mindestens um 2 dB über der Anforderung erf. R'_w für den jeweiligen Verwendungsfall liegen.

Liegen zum Nachweis der Eignung von Wänden und Decken Prüfergebnisse für das bewertete Schalldämm-Maß R_w vor, die nach DIN EN 20140-3 [12] in einem Prüfstand ohne Flankenübertragung gemessen wurden, kann der Rechenwert $R_{w,R}$ nach dem in Beiblatt 3 zu DIN 4109 angegebenen Umrechnungsverfahren berechnet werden.

Anmerkung: Mit Erscheinen der Bauregelliste des DIBt gilt die Regelung für Eignungsprüfungen nach DIN 4109 nicht mehr. An Stelle der Eignungsnachweise muss die Brauchbarkeit von Bauprodukten durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen oder allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse nachgewiesen werden.

1.3 Anforderungen

Anforderungen der DIN 4109

In der Norm DIN 4109 sind alle Anforderungen und Nachweise zusammengefasst.

Das Ziel der Norm ist der Schutz von Menschen in Aufenthaltsräumen

- vor Luft- und Trittschallübertragung aus benachbarten fremden Räumen,
- vor Lärm aus haustechnischen Anlagen und aus Betrieben im selben Gebäude oder in baulich damit verbundenen Gebäuden,
- gegen Außenlärm, wie Verkehrslärm, oder Lärm von Gewerbe- und Industriebetrieben, die mit den Aufenthaltsräumen baulich nicht verbunden sind.

Die in der Norm DIN 4109 gestellten Anforderungen sind als Mindestanforderungen anzusehen, die immer erfüllt werden müssen.

Zum Anwendungsbereich und zum Zweck der Norm heißt es u. a.:

„Der Schallschutz in Gebäuden hat große Bedeutung für die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen.

Besonders wichtig ist der Schallschutz im Wohnungsbau, da die Wohnung dem Menschen sowohl zur Entspannung und zum Ausruhen dient als auch den eigenen häuslichen Bereich gegenüber den Nachbarn abschirmen soll. Um eine zweckentsprechende Nutzung der Räume zu ermöglichen, ist auch in Schulen, Krankenanstalten sowie Beherbergungsstätten und Bürobauten der Schallschutz von Bedeutung.

In dieser Norm werden Anforderungen an den Schallschutz mit dem Ziel festgelegt, Menschen in Aufenthaltsräumen vor unzumutbaren Belästigungen durch Schallübertragung zu schützen. Außerdem ist das Verfahren zum Nachweis des geforderten Schallschutzes geregelt.

Aufgrund der festgelegten Anforderungen kann nicht erwartet werden, dass Geräusche von außen oder aus benachbarten Räumen nicht mehr wahrgenommen werden. Daraus ergibt sich insbesondere die Notwendigkeit gegenseitiger Rücksichtnahme durch Vermeidung unnötigen Lärms. Die Anforderungen setzen voraus, dass in benachbarten Räumen keine ungewöhnlich starken Geräusche verursacht werden.“

Speziell dem letzten Absatz ist zu entnehmen, dass die in der Norm festgelegten (Mindest-) Anforderungen nicht in allen Fällen ein ungestörtes Wohnen gewährleisten können. In vielen Fällen bleibt das Anforderungsniveau hinter dem Stand der Technik zurück. Deswegen wird vielfach, z.B. in ruhigen Wohnlagen oder bei größerem Schutzbedürfnis, ein Verlangen nach

höherem – über die Anforderungen der DIN 4109 hinausgehenden – Schallschutz bestehen.

Die Anforderung der Norm beispielsweise für Wohnungstrennwände (gegenüber der Norm von 1962 um 1 dB auf $R'_w = 53$ dB angehoben) ist im Allgemeinen ausreichend, wenn der Grundgeräuschpegel während des gesamten Tagesverlaufs (auch nachts) etwa 25 dB (A) beträgt, nicht aber dann, wenn das Gebäude in einer Gegend mit niedrigem Umgebungsgeräusch erstellt werden soll. In derartigen Fällen kann der Grundgeräuschpegel innerhalb der Wohnung 20 dB (A) und weniger betragen, so dass die bei erfülltem Schallschutz nach DIN 4109 aus der benachbarten Wohnung noch wahrzunehmenden Geräusche als unangenehm und störend empfunden werden und zu Beschwerden führen.

Die frequenzabhängige Schalldämmung eines Bauteils oder einer Konstruktion wird als Einzahlwert durch das bewertete Schalldämm-Maß R'_w gekennzeichnet, das an Stelle des in der Norm von 1962 verwendeten Luftschallschutzmaßes LSM verwendet wird.

Zwischen dem Luftschallschutzmaß LSM und dem bewerteten Schalldämm-Maß R_w bzw. R'_w besteht folgende Beziehung:

$$LSM = R'_w - 52 \text{ dB}$$

$$R'_w = LSM + 52 \text{ dB}$$

R_w = bewertetes Schalldämm-Maß ohne Berücksichtigung der Nebenwege

R'_w = bewertetes Schalldämm-Maß mit Berücksichtigung der Nebenwege

Die subjektive Beurteilung der Sprachverständlichkeit bei unterschiedlicher Schalldämmung R'_w der Trennwand und bei verschieden hohem Grundgeräuschpegel (Tag und Nacht) zeigt Tafel 2. Bild 1 enthält verschiedene Geräuschquellen und gibt die durchschnittlichen A-bewerteten Schallpegel in dB (A) an.

Tafel 2: Bewertetes Schalldämm-Maß R_w und das Durchhören von Sprache, aus [13]

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

Tafel 3: Anforderungen nach DIN 4109 und Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz nach Beiblatt 2 zu DIN 4109 an die Luftschalldämmung von Wänden und Türen gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich

Bauteil	Anforderung nach DIN 4109 ¹⁾ erf. R'_w [dB]	Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz nach Beiblatt 2 ²⁾ erf. R'_w [dB]
1. Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsräumen Treppenraumwände und Wände neben Hausfluren Wände neben Durchfahrten, Einfahrten von Sammelgaragen u.Ä. Wände von Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen Türen, - die von Hausfluren oder Treppenräumen in Flure und Dielen von Wohnungen und Wohnheimen oder von Arbeitsräumen führen, - die von Hausfluren oder Treppenräumen unmittelbar in Aufenthaltsräume – außer Flure und Dielen – von Wohnungen führen.	53	≥ 55
	52 ³⁾	≥ 55
	55	–
	55	–
	27	≥ 37
2. Einfamilien-Doppelhäuser und -Reihenhäuser Haustrennwände	57	≥ 67
3. Beherbergungsstätten Wände zwischen - Übernachtungsräumen - Fluren und Übernachtungsräumen Türen - zwischen Fluren und Übernachtungsräumen	47	≥ 52
	32	≥ 37
4. Krankenanstalten, Sanatorien Wände zwischen - Krankenräumen - Fluren und Krankenräumen - Untersuchungs- bzw. Sprechzimmern - Fluren und Untersuchungs- bzw. Sprechzimmern - Krankenräumen und Arbeits- und Pflegeräumen Wände zwischen - Operations- bzw. Behandlungsräumen - Fluren und Operations- bzw. Behandlungsräumen Wände zwischen - Räumen der Intensivpflege - Fluren und Räumen der Intensivpflege Türen zwischen - Untersuchungs- bzw. Sprechzimmern - Fluren und Untersuchungs- bzw. Sprechzimmern - Fluren und Krankenräumen - Operations- bzw. Behandlungsräumen - Fluren und Operations- bzw. Behandlungsräumen	47	≥ 52
		–
	42	–
	37	–
	37	–
	32	≥ 37
		–
5. Schulen und vergleichbare Unterrichtsbauten Wände zwischen - Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen - Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren Wände zwischen - Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenräumen Wände zwischen - Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „besonders lauten“ Räumen (z.B. Sporthallen, Musikräumen, Werkräumen) Türen zwischen - Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	47	–
	52	–
	55	–
	32	–

¹⁾ Auszug aus Tabelle 3 der DIN 4109.

²⁾ Auszug aus Tabelle 2 des Beiblatts 2 zu DIN 4109.

³⁾ Für Wände mit Türen gilt: R'_w (Wand) = R_w (Tür) + 15 dB; Wandbreiten ≤ 30 cm bleiben dabei unberücksichtigt.

KS-P7 Platte
Rohdichteklasse: 2,0
beidseitig Dünnlagenputz
 $R'_w = 40$ dB

Rohdichteklasse: 1,8
beidseitig Dünnlagenputz
 $R'_w = 47$ dB

Rohdichteklasse: 2,0
beidseitig Dünnlagenputz
 $R'_w = 52$ dB

Rohdichteklasse: 1,8
 $R'_w = 53$ dB

Rohdichteklasse: 2,0
 $R'_w = 55$ dB

Rohdichteklasse: 2,0
beidseitig Dünnlagenputz
 $R'_w = 57$ dB

Rohdichteklasse: 2,0
Schalenfuge ≥ 5 cm
durchgehend bis auf das Fundament
 $R'_w = 67$ dB¹⁾

¹⁾ Nicht ausreichend für das Erdgeschoss nicht unterkellerten Reihenhäuser

Fortsetzung zu Tafel 3: Anforderungen nach DIN 4109 und Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz nach Beiblatt 2 zu DIN 4109 an die Luftschalldämmung von Decken gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich

Decken ³⁾	Anforderung nach DIN 4109 ¹⁾	Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz nach Beiblatt 2 ²⁾
	erf. R'_w [dB]	erf. R'_w [dB]
1. Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen Decken unter allgemein nutzbaren Dachräumen, z.B. Trockenböden, Abstellräumen und ihren Zugängen Wohnungstrennwände (auch -treppen) und Decken zwischen fremden Arbeitsräumen bzw. vergleichbaren Nutzungseinheiten Decken unter Bad und WC ohne/mit Bodenentwässerung Decken über Kellern, Hausfluren, Treppenräumen unter Aufenthaltsräumen Decken über Durchfahrten, Einfahrten von Sammelgaragen und Ähnliches unter Aufenthaltsräumen Decken unter/über Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen	53	≥ 55
	54	
	52	
	55	
2. Beherbergungsstätten, Krankenhausanstalten, Sanatorien Decken unter Bad und WC ohne/mit Bodenentwässerung Decken unter/über Schwimmbädern, Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen zum Schutz gegenüber Schlafräumen	54	≥ 55
	55	
3. Schulen Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen	55	≥ 55

¹⁾ Auszug aus Tabelle 3 der DIN 4109

²⁾ Auszug aus Tabelle 2 des Beiblatts 2 zu DIN 4109

³⁾ Bei Gebäuden mit nicht mehr als 2 Wohnungen beträgt erf. $R'_w = 52$ dB.

Vorschläge für erhöhten Schallschutz

Zur Sorgfaltspflicht eines jeden Entwurfsverfassers gegenüber dem Bauherrn gehört es, dass er ihn darauf hinweist, dass es sich bei den Anforderungen der DIN 4109 um Anforderungen im Sinne von Mindestanforderungen handelt.

Wenn man bedenkt, dass bereits Mitte der 30er Jahre des letzten Jahrhunderts, als es in den Haushalten noch kein Fernsehen gab und die noch nicht sehr weit verbreiteten Radios Ausgangsleistungen von etwa 2 W hatten, für Wohnungstrennwände mindestens eine einsteinige Wand ($d = 28$ cm, $m' \geq 450$ kg/m²), gefordert wurde, kann heute nur die Empfehlung gegeben werden, erhöhten Schallschutz zu vereinbaren. Diese seinerzeit geforderte Wand entspricht heute einer „einsteinigen“ Wand ($d = 25$ cm, Rohdichte 1800 kg/m³ mit 2 x 15 mm Putz, $m' \geq 450$ kg/m²) mit einem $R'_w = 54$ dB.

Wenn ein besserer Schallschutz – als in DIN 4109 festgelegt – gewünscht wird, so bedarf es der ausdrücklichen Vereinbarung.

Erhöhter Schallschutz muss immer vereinbart werden.

Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz von Wohnungen sind derzeit in verschiedenen Regelwerken enthalten:

- Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11 (siehe auch Tafel 3). Das Beiblatt 2 zu DIN 4109 enthält in Abschnitt 3.1 Vorschläge für den erhöhten Schallschutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich und in Abschnitt 3.3 Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz gegen Geräusche aus haustechnischen Anlagen.
- Richtlinie VDI 4100:1994-09. Diese Richtlinie enthält zusätzliche Kennwerte für die Schallschutzstufen SSt II und SSt III mit – sofern vereinbart – jeweils höheren Anforderungen an den Luft- und Trittschallschutz zwischen Aufenthaltsräumen und fremden Räumen, gegen Geräusche aus Wasserinstallationen und sonstigen haustechnischen Anlagen, Geräusche aus baulich verbundenen Gewerbebetrieben sowie gegen von außen eindringende Geräusche. Die Kennwerte sind unterschiedlich für Wohnungen in Mehrfamilienhäusern und zwischen Doppel- und Reihenhäusern. Für die Einstufung einer Wohnung

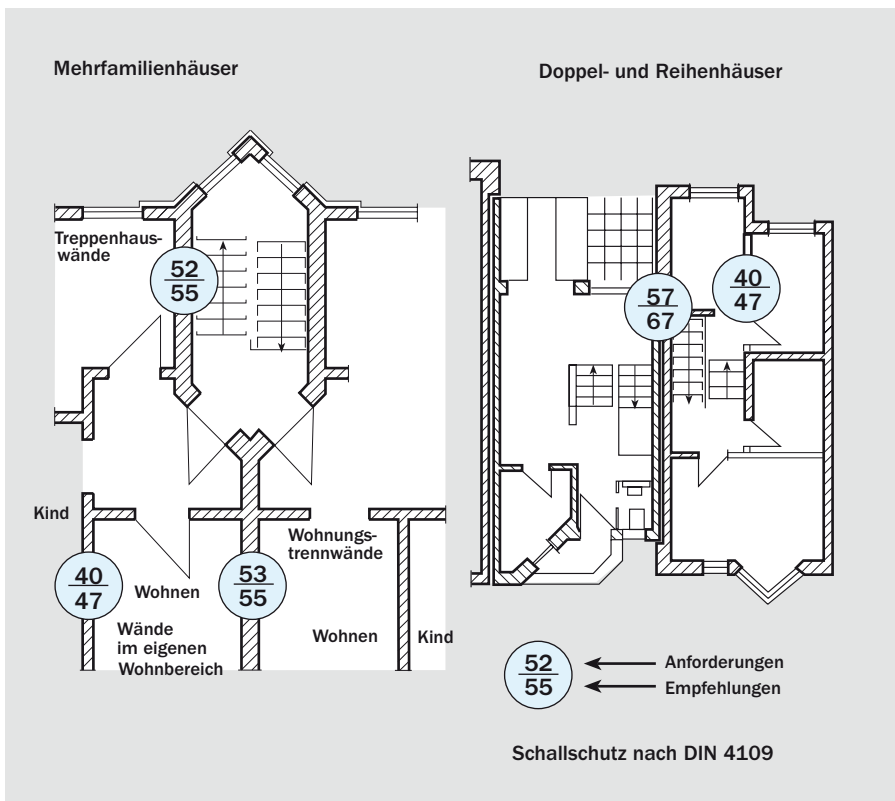


Bild 3: Anforderungen nach DIN 4109 und Vorschläge für den erhöhten Schallschutz nach Beiblatt 2 der DIN 4109 an ausgewählten Grundrissen

in eine der o.g. Schallschutzstufen müssen auch die jeweiligen Kennwerte für den Schallschutz im eigenen Bereich erfüllt sein.

- Entwurf DIN 4109-10:2000-06
Der Entwurf DIN 4109-10 enthält zusätzliche Kennwerte für die Schallschutzstufen SSt II und SSt III mit – sofern vereinbart – jeweils höheren Anforderungen an den Luft- und Trittschallschutz zwischen Aufenthaltsräumen und fremden Räumen, gegen Geräusche aus Wasserinstallationen und sonstigen haustechnischen Anlagen, Geräusche aus baulich verbundenen Gewerbebetrieben sowie gegen von außen eindringende Geräusche. Die Kennwerte sind unterschiedlich für Wohnungen in Mehrfamilienhäusern und zwischen Doppel- und Reihenhäusern. Die Einstufung einer Wohnung in eine der o.g. Schallschutzstufen kann ohne oder mit Erfüllung der Kennwerte für den Schallschutz im eigenen Bereich erfolgen.

Anmerkung: In der Richtlinie VDI 4100 und im Entwurf DIN 4109-10 entspricht die Schallschutzstufe I jeweils den Anforderungen der DIN 4109.

Der Entwurf DIN 4109-10 soll später mit Erscheinen des Weißdruckes sowohl Beiblatt 2 zu DIN 4109 als auch die Richtlinie VDI 4100 ersetzen.

Alle drei Regelwerke enthalten Hinweise, dass die Vorschläge oder Kennwerte für einen erhöhten Schallschutz einer besonderen vertraglichen Vereinbarung bedürfen und erst dadurch zu Anforderungen werden.

Dies steht im Einklang mit der neueren Rechtsprechung. In dem Urteil des Bundesgerichtshofes (BGH) vom 14. Mai 1998 – VII ZR 184/97 – heißt es dazu: „Welcher Luftschallschutz geschuldet ist, ist durch Auslegung des Vertrages zu ermitteln. Sind danach bestimmte Schalldämm-Maße ausdrücklich vereinbart und jedenfalls mit der vertraglich geschuldeten Ausführung zu erreichen, ist die Werkleistung mangelhaft, wenn diese Werte nicht erreicht werden. Liegt eine derartige Vereinbarung nicht vor, ist die Werkleistung im Allgemeinen mangelhaft, wenn sie nicht den zur Zeit der Abnahme anerkannten Regeln der Technik als vertraglichem Mindeststandard entspricht.“

Es sei hier darauf hingewiesen, dass in der Vergangenheit Gerichte vielfach den erhöhten Schallschutz als vereinbart angenommen haben, wenn das fragliche Objekt mit werbenden Aussagen wie „Komfort-“, „ruhige Lage“ o.Ä. dem Käufer angeboten wurde, auch wenn keine vertraglichen Vereinbarungen über Schallschutz getroffen waren.

Wenn der Entwurf DIN 4109-10 als neueste „Sachverständigenäußerung“ einer vertraglichen Vereinbarung über einen erhöhten Schallschutz zugrunde gelegt werden soll, ist zu bedenken, dass auch die Kennwerte der vorliegenden Entwurfsfassung von denen der beabsichtigten Norm abweichen können. Ferner ist zu beachten, dass die in diesem Entwurf angegebenen Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz nur für den Wohnungsbau und in Gebäuden mit unterschiedlicher Nutzung nur für die Bereiche mit Wohnungen gelten. Vorschläge für erhöhten Schallschutz in anderen Nutzungsbereichen sind derzeit nur in Beiblatt 2 zu DIN 4109 angegeben.

Für die vertragliche Vereinbarung eines erhöhten Schallschutzes oder des Schallschutzes im eigenen Bereich nach dem Entwurf DIN 4109-10 wird empfohlen, nicht nur die gewünschte Schallschutzstufe festzulegen, sondern zusätzlich die Kennwerte zahlenmäßig aufzunehmen. Die

Empfehlung der zahlenmäßigen Festlegung gilt auch für die vertragliche Vereinbarung des erhöhten Schallschutzes nach Beiblatt 2 zu DIN 4109.

Vorschläge für den Schallschutz im eigenen Wohnbereich

Auch innerhalb des eigenen Wohn- und Arbeitsbereiches ist der Schallschutz von Bedeutung für die Bewohner, beispielsweise bei:

- unterschiedlicher Nutzung und Schallquellen in einzelnen Räumen
- unterschiedlichen Arbeits- und Ruhezeiten einzelner Bewohner
- erhöhter Schutzbedürftigkeit

Trotzdem werden in DIN 4109:1989-11 keine (*bauaufsichtlichen!*) Anforderungen an den Schallschutz im eigenen Wohnbereich, z.B. im Einfamilienhaus oder in der eigenen Wohnung gestellt; auch nicht für die Trennwand zwischen Wohn- und Kinderschlafzimmer.

Dies darf allerdings nicht zu dem Trugschluss führen, dass in diesen Fällen nichts für den Schallschutz getan werden muss.

Privatrechtlich kann der Bauherr in jedem Fall eine mängelfreie Leistung verlan-

Tafel 4: Vorschläge für einen normalen und für einen erhöhten Schallschutz gegen Schallübertragung im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich

Zeile	Bauteile	Vorschläge für normalen Schallschutz erf. R'_{w} [dB]	Vorschläge für erhöhten Schallschutz erf. R'_{w} [dB]
Wohngebäude			
1	Wände ohne Türen zwischen „lauten“ und „leisen“ Räumen unterschiedlicher Nutzung, z.B. zwischen Wohn- und Kinderschlafzimmer	40	≥ 47
Büro- und Verwaltungsgebäude			
2	Wände zwischen Räumen mit üblicher Bürotätigkeit	37	≥ 42
3	Wände zwischen Fluren und Räumen nach Zeile 2	37	≥ 42
4	Wände von Räumen für konzentrierte geistige Tätigkeit oder zur Behandlung vertraulicher Angelegenheiten, z.B. zwischen Direktions- und Vorzimmer	45	≥ 52
5	Wände zwischen Fluren und Räumen nach Zeile 4	45	≥ 52
6	Türen in Wänden nach Zeile 2 und 3	27	≥ 32
7	Türen in Wänden nach Zeile 4 und 5	37	–

gen, deren Ausführung den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht. Dies erfordert, dass mindestens die üblichen Maßnahmen für den Schallschutz ausgeführt werden.

Als Orientierungshilfe für den Planer sind als schallschutztechnisch sinnvolle Maßnahmen im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich im Beiblatt 2 zu DIN 4109 Empfehlungen für normalen und erhöhten Schallschutz angegeben, für Luft und Trittschalldämmung von Bauteilen zum Schutz gegen Schallübertragung aus dem eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich. Die für erforderlich gehaltenen Werte sind einmal für Wohngebäude, zum anderen für Büro- und Verwaltungsgebäude genannt.

Die wichtigsten dieser Vorschläge sind in Tafel 4 angegeben.

Auch der Entwurf DIN 4109-10 enthält Kennwerte für den Schallschutz zwischen einzelnen Räumen innerhalb des eigenen Wohnbereiches, die zwischen Entwurfsverfasser und Bauherrn vereinbart werden können.

Vor der Vereinbarung eines Schallschutzes im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich ist jedoch in jedem Fall sehr sorgfältig zu prüfen, ob sich die angegebenen Werte als Anforderungen bei der vorgesehenen Bauweise, dem geplanten Grundriss und den vorgesehenen Produkten realisieren lassen; bei offener Grundrissgestaltung oder bei in den Wohnbereich einbezogenen Treppenträumen in Einfamilienhäusern wird dies oft nicht möglich sein.

Auch für die vertragliche Vereinbarung eines Schallschutzes im eigenen Bereich nach Beiblatt 2 zu DIN 4109, nach VDI 4100 oder nach Entwurf DIN 4109-10 wird empfohlen, nicht nur eine gewünschte Schallschutzstufe festzulegen, sondern die Kennwerte zusätzlich zahlenmäßig festzulegen.

1.4 Allgemeine Aspekte für Planung und Ausführung

Die bekannten KS-Mauerwerkskonstruktionen im Außenwand- und Innenwandbereich bedürfen keines besonderen Nachweises, sie sind schallschutztechnisch überprüft und haben sich seit Jahrzehnten bewährt.

Die Erfüllung der Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung in Gebäuden setzt Maßnahmen sowohl bei der Bauplanung als auch bei der Bauausführung vor-

aus. Bei der Grundrissplanung sollten zum Beispiel Wohn- und Schlafräume möglichst so angeordnet werden, dass sie wenig von Außenlärm betroffen und von Treppenträumen durch andere Räume, wie z.B. Wasch- und WC-Räume, Küchen, Flure getrennt sind. An den Trennwänden beiderseitig angrenzender Räume sollten Räume gleichartiger Nutzung sein, z.B. sollte Küche neben Küche, Schlafräum neben Schlafräum liegen; sofern nicht durchgehende Gebäudetrennfugen vorhanden sind.

Einschalige Wände

Bei der Luftschalldämmung von einschaligen Bauteilen ist hauptsächlich die flächenbezogene Masse entscheidend. Einschalige Bauteile haben im Allgemeinen eine um so bessere Luftschalldämmung, je schwerer sie sind.

Mauerwerk ist in schalltechnischem Sinn „biegesteif“. Im Gegensatz dazu gelten Gipskartonplatten, Spanplatten, Putzschaalen auf Rohr- oder Drahtgewebe sowie Holz- wolle-Leichtbauplatten als „biegeweich“.

Putz verbessert die Luftschalldämmung dicht gemauerter Wände nur entsprechend seinem Anteil an der flächenbezogenen Masse der Wand. Er hat zusätzlich eine abdichtende Wirkung. Putz verbessert daher die Luftschalldämmung von Wänden (mit oder ohne Stoßfugenvermörtelung), wenn er zumindest einseitig 10 mm dicht aufgetragen wird.

Wände aus KS-Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung, an die Schallschutzanforderungen gestellt werden, sind beidseitig mit einem ca. 5 mm dicken Dünnlagenputz zu versehen. Bei vergleichbaren Wanddicken gelten die gleichen Schalldämm-Maße wie für Mauerwerk mit Stoßfugenvermörtelung.

Bei der Ermittlung der flächenbezogenen Masse von Wänden ist nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 eine Berücksichtigung von Dünnlagenputzen ($d = \text{ca. } 5 \text{ mm}$) nicht vorgesehen.

Bei sichtbar belassenem Mauerwerk müssen die Stoßfugen vermörtelt sein, auch wenn die Stirnseiten der Steine mit Nut- und Feder-System ausgestattet sind (z.B. KS-Fasenstein). Falls diese Vermörtelung nicht erfolgt, muss – zumindest einseitig – eine dichtende, geschlossene Schicht, z.B. Dünnlagenputz oder Putz, aufgebracht werden.

Wird bei einer schalltechnisch undichten Rohbauwand ein Wand-Trockenputz durch Einbau von Gipskartonplatten mit einzelnen Gipsbatzen oder -streifen an der Wand befestigt, ist mit einer Verringerung der Schalldämmung gegenüber mass verputzten Wänden zu rechnen. Bei Verwendung von Trockenputzen muss die Wand daher schalltechnisch dicht sein bzw. vor dem Aufbringen des Trockenputzes z.B. durch Zuspachteln der Fugen abgedichtet werden.

Punktweise oder vollflächig an Decken und Wänden angeklebte oder anbetonierte und verputzte Dämmplatten mit hoher dynamischer Steifigkeit (z.B. Holz- wolle-Leichtbauplatten, harte Schaumstoffplatten) verschlechtern die Schalldämmung der Bauteile durch die Resonanz im Hauptfrequenzbereich von 200-2000 Hz. Das lässt sich vermeiden, wenn stattdessen weich federnde Dämmschichten, d.h. Dämmschichten mit geringer dynamischer Steifigkeit, verwendet werden. Für Holz- wolle-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten gemäß DIN 1101 kann der vorgenannte Nachteil vermieden werden, wenn diese Platten an einschalige, biegesteife Wände – wie in DIN 1102 beschrieben – gedübelt und verputzt werden.

Die Luftschalldämmung von Trennwänden und Decken hängt nicht nur von deren Ausbildung, sondern auch von der Ausführung der flankierenden Bauteile ab. Welche Übertragungswege des Luftschalls zwischen zwei Räumen wirksam werden, zeigt Bild 4.

Die in den Tafeln 8, 11 bis 16 und 18 enthaltenen Angaben über das bewertete Schalldämm-Maß R'_w setzen jeweils flankierende Bauteile mit einer mittleren flächenbezogenen Masse von $m'_{L,Mittel} \geq 300 \text{ kg/m}^2$ voraus.

Auch im Bereich der flankierenden Bauteile wirken sich schwere KS-Wände vorteilhaft bei wirtschaftlichen Wanddicken aus.

Für die Angaben in den o.g. Tafeln wird weiterhin vorausgesetzt, dass die flankierenden Bauteile im akustischen Sinn biegesteif mit dem trennenden Bauteil verbunden sind. Diese Bedingung wird am sichersten durch einen verzahnten Wandanschluss oder eine bis in die Außenwand durchlaufende Trennwand erreicht. Erfolgt der Anschluss durch einen Stumpfstoß-Wandanschluss mit vermörtelter Wandanschlussfuge und Edelstahl-Flachankern, muss

durch geeignete Maßnahmen (z.B. Wahl der Baustoffe) sichergestellt werden, dass dieser Wandanschluss auf Dauer starr bleibt und nicht abreißt. Ein Abreißen des Wandanschlusses führt zu einer Verminderung des bewerteten Schalldämm-Maßes R'_w um 3 bis 5 dB. Nach neueren Untersuchungen kann dieser Nachteil des Stumpfstoßes vermieden werden, wenn die Trennwand die flankierende Wand durchstößt.

Die in Tafel 8 angegebenen Zusammenhänge zwischen flächenbezogener Masse m' und bewertetem Schalldämm-Maß R'_w setzen ein geschlossenes Gefüge und einen fugendichten Aufbau der Wände voraus. Wände ohne Stoßfugenvermörtelung erfüllen diese Forderung nur, wenn mindestens einseitig ein vollflächiger und dichter Putz oder beidseitig ein mindestens 3 mm dicker Dünnlagenputz (mittlere Putzdicke = 5 mm) aufgebracht wird.

Die Schalldämmung von einschaligen Wänden wird durch den Einbau von Dosen für die Elektroinstallation oder durch – sachgerecht hergestellte und wieder verschlossene – Schlitz geringer Tiefe nicht nennenswert beeinflusst, sofern durch das Herstellen der Schlitz Gefüge und/oder Dichtheit der Wand nicht beschädigt wurden.

Allgemeine Hinweise zum Einsatz von KS-Wänden

Die Anforderung $R'_w = 53$ dB bei Wohnungstrennwänden wird nach DIN 4109 Beiblatt 1 erreicht bei Verwendung einer 24 cm dicken KS-Wand aus Steinen der Rohdichteklasse 1,8 mit beidseitig 10 mm dickem Gipsputz oder Dünnlagenputz ($d = \text{ca. } 5$ mm) oder aus Steinen der Rohdichteklasse 1,6 mit beidseitig 15 mm dickem Kalk-, Kalkzement- oder Zementputz, wenn die mittlere flächenbezogene Masse der flankierenden Bauteile $m'_{L,Mittel} \geq 300$ kg/m² beträgt.

Die Empfehlung des Beiblattes 2 für den normalen Schallschutz im eigenen Wohnbereich zwischen Wohn- und Kinderschlafzimmern von $R'_w = 40$ dB wird von einer einschaligen KS-P7-Wand der Rohdichteklasse 2,0 mit beidseitigem Dünnlagenputz (2 x ca. 5 mm) erreicht.

Zur Erfüllung der Empfehlung des gehobenen Schallschutzes – in diesem Fall $R'_w \geq 47$ dB – genügt bei gleichen Randbedingungen für die flankierenden Bauteile

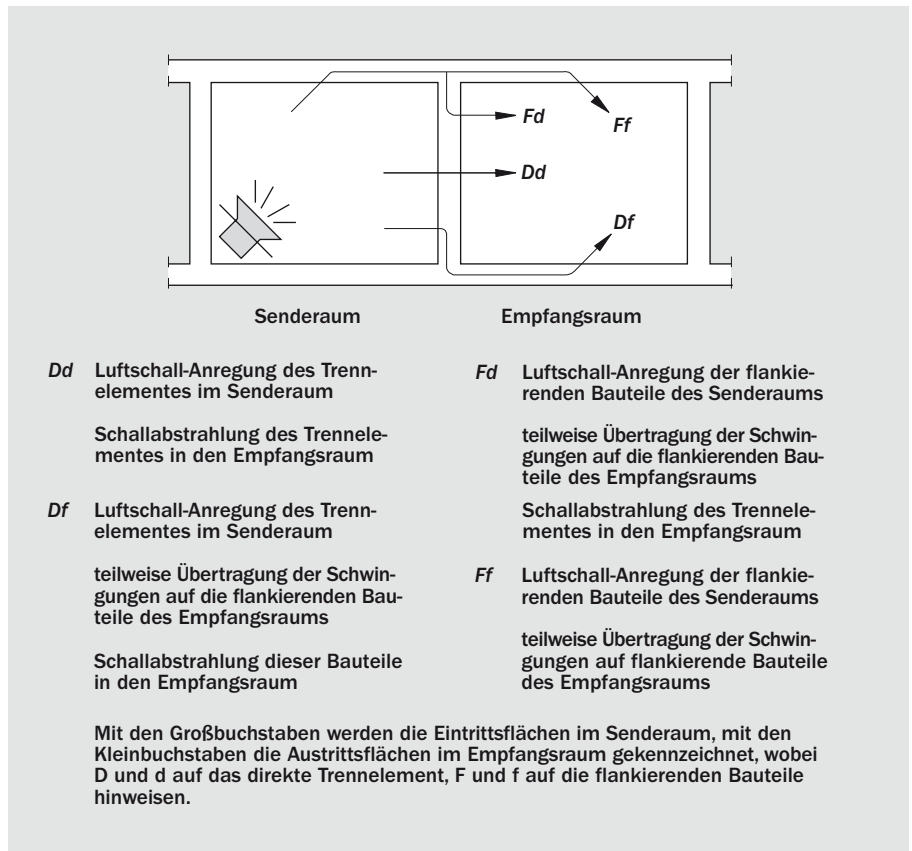


Bild 4: Übertragungswege des Luftschalls zwischen zwei Räumen nach DIN 52217

beispielsweise eine 15 cm dicke Wand aus KS-Vollsteinen der Rohdichteklasse 1,8 mit beidseitigem, ca. 5 mm dicken Dünnlagenputz.

Beim Bau von Einfamilien-Doppel- und -Reihenhäusern ist die Situation bezüglich des erforderlichen Schallschutzes noch kritischer, weil einerseits diese Häuser häufig in sehr ruhiger Umgebung gebaut werden und sich innen sehr niedrige Grundgeräuschpegel einstellen, andererseits die Anforderungen und Erwartungen im eigenen Haus in ruhiger Lage entsprechend hoch sind. Geräusche aus dem Nachbarhaus werden daher oft als störend oder unzumutbar empfunden und führen zu Beschwerden. Bei der Planung von Decken und Wänden sollten daher insbesondere im gehobenen Doppel- und Reihenhausbau die Vorschläge für erhöhten Schallschutz nach Beiblatt 2 zu DIN 4109 vereinbart werden. Dies bedeutet für Einfamilien-Doppel- und -Reihenhäuser zweischalige Haustrennwände mit durchgehender Trennfuge und $R'_w \geq 67$ dB. Für eine kostengünstige Ausführung solcher Trennwände eignen sich Kalksandsteine der Rohdichteklasse 2,0 besonders gut.

1.5 Anforderungen an die Luftschalldämmung von trennenden Bauteilen

Die Tafel 3 enthält die Anforderungen („Mindestanforderungen“) nach DIN 4109 an die Luftschalldämmung von Wänden, Türen und Decken zum Schutz vor Schall-übertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich, Mindestanforderungen sowie die Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz nach Beiblatt 2 zu DIN 4109.

Kennwerte für einen erhöhten Schallschutz für die Schallschutzstufen SSt II und SSt III nach VDI 4100 oder E DIN 4109-10 können den entsprechenden Regelwerken entnommen werden.

Die für die Schalldämmung der trennenden Bauteile angegebenen Werte gelten nicht nur für diese Bauteile allein, sondern für die resultierende Schalldämmung unter Berücksichtigung aller an der Schallübertragung beteiligten Bauteile und Nebenwege.

In der Norm sind auch Anforderungen an die Luftschalldämmung von Türen gestellt. Sie gelten für das bewertete Schalldämm-

Maß R_w der betriebsfertigen Tür, nicht etwa nur für das Schalldämm-Maß des Türblattes allein. Die recht hoch erscheinende Anforderung erf. $R_w = 37$ dB – das bedeutet einen im Prüfstand nachgewiesenen Wert von $R_{w,P} = 42$ dB – für Türen, die von Hausfluren oder Treppenräumen unmittelbar in Aufenthaltsräume – außer Flure und Dielen – führen, sollte auch als Warnung und Hinweis dienen, derartig ungünstige Grundriss-Situationen schon bei der Planung zu vermeiden.

Anforderungen an die Luftschalldämmung von Wänden und Decken zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen

In der DIN 4109 sind Werte für die zulässigen Schallpegel von Geräuschen aus haustechnischen Anlagen und Gewerbebetrieben festgelegt. Um diese Werte einhalten zu können, werden Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung von Bauteilen zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen gestellt. In Tafel 5 sind diese Anforderungen erf. R'_w für Wände und Decken zwischen den vorgenannten Räumen zusammengestellt.

In vielen Fällen ist zusätzlich eine Körperschalldämmung von Maschinen, Geräten und Rohrleitungen gegenüber den Gebäu-

dedecken und -wänden erforderlich. Sie kann zahlenmäßig nicht angegeben werden, weil sie von der Größe der Körperschallerzeugung der Maschinen und Geräte abhängt, die sehr unterschiedlich sein kann.

„Besonders laute“ Räume nach DIN 4109 sind

- Räume mit „besonders lauten“ haustechnischen Anlagen oder Anlageteilen, wenn der maximale Schallpegel des Luftschalls in diesen Räumen häufig mehr als 75 dB (A) beträgt,
- Aufstellräume für Auffangbehälter von Müllabwurfanlagen und deren Zugangsflure zu den Räumen vom Freien,
- Betriebsräume von Handwerks- und Gewerbebetrieben einschließlich Verkaufsstätten, wenn der maximale Schallpegel des Luftschalls in diesen Räumen häufig mehr als 75 dB (A) beträgt,
- Gasträume, z.B. von Gaststätten, Cafés, Imbiss-Stuben,
- Räume von Kegelbahnen,

- Küchenräume von Beherbergungsstätten, Krankenhäusern, Sanatorien, Gaststätten; außer Betracht bleiben Kleinküchen, Aufbereitungsküchen sowie Mischküchen,
- Theaterräume,
- Sporthallen,
- Musik- und Werkräume.

Schutzbedürftige Räume nach DIN 4109 sind

- Aufenthaltsräume, die gegen Geräusche zu schützen sind, wie
- Wohnräume, einschließlich Wohndielen,
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien,
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen,
- Büroräume (ausgenommen Großraumbüros), Praxisräume, Sitzungsräume und ähnliche Arbeitsräume.

Tafel 5: Anforderungen an die Luftschalldämmung von Wänden und Decken zwischen besonders lauten und schutzbedürftigen Räumen

Zeile	Art der Räume	Bewertetes Schalldämm-Maß erf. R'_w [dB]	
		Schallpegel $L_{AF} = 75$ bis 80 dB (A)	Schallpegel $L_{AF} = 81$ bis 85 dB (A)
1	Räume mit „besonders lauten“ haustechnischen Anlagen oder Anlageteilen	57	62
2	Betriebsräume von Handwerks- und Gewerbebetrieben; Verkaufsstätten	57	62
3	Küchenräume der Küchenanlagen von Beherbergungsstätten, Krankenhäusern, Sanatorien, Gaststätten, Imbissstuben und dergleichen	55	
4	Küchenräume wie vor, jedoch auch nach 22.00 Uhr in Betrieb	57	
5	Gasträume, nur bis 22.00 Uhr in Betrieb	55	
6	Gasträume (maximaler Schallpegel $L_{AF} \leq 85$ dB (A), nach 22.00 Uhr in Betrieb)	62	
7	Räume von Kegelbahnen	67	
8	Gasträume (maximaler Schallpegel 85 dB (A) $\leq L_{AF} \leq 95$ dB (A), z.B. mit elektroakustischen Anlagen)	72	

1.6 Anforderungen an Installationswände

Bereits bei der Grundrissplanung ist darauf zu achten, dass die Installationswand nicht unmittelbar an einen schutzbedürftigen Raum grenzt.

Zur Einhaltung der zulässigen Schallpegel von Geräuschen aus Wasserinstallationen in schutzbedürftigen Räumen wird an die Schalldämmung von Installationswänden keine Anforderung hinsichtlich des bewerteten Schalldämm-Maßes gestellt. Es wird jedoch gefordert, dass die flächenbezogene Masse einschaliger Wände, an oder in denen Wasserinstallationen befestigt sind, mindestens 220 kg/m² betragen muss (DIN 4109, Abs. 7.2.2.4). Schwere Wände werden durch Körperschall weniger stark angeregt als leichte Wände; sie strahlen damit auch weniger Schall ab.

Installationswände mit einer flächenbezogenen Masse $m' < 220$ kg/m² können verwendet werden, wenn durch Eignungsprüfungen, z.B. durch Prüfbericht einer unabhängigen Prüfstelle, nachgewiesen ist, dass sie sich schalltechnisch nicht ungünstiger verhalten.

Anmerkung: L_{AF} = Zeitabhängiger Schallpegel, der mit der Frequenzbewertung A und der Zeitbewertung F (englisch: fast) als Funktion der Zeit gemessen wird

Eine starke Abstrahlung der Installationswand kann durch die Montage einer biegeweichen Vorsatzschale aus Mineralfaser- und Gipskartonplatten auf der Seite des schutzbedürftigen Raumes wirkungsvoll gemindert werden.

In diesem Zusammenhang sei auf die schalltechnisch gute und sichere Lösung durch die Verwendung von Vorwand-Installationssystemen hingewiesen. Dabei ist nach den vorliegenden Erfahrungen den vorgefertigten Systemen mit leichter Bekleidung oder Verkleidung mit Spezialpaneelen der Vorzug zu geben, da bei Systemen mit nachträglicher Ausmauerung häufig die Gefahr der Bildung von Körperschallbrücken besteht [14].

1.7 Schalltechnische Auswirkung von Schlitzten und Aussparungen

Bei der Anordnung von Wandschlitzten mit kleinen Abmessungen (z.B. für Leerrohre der Elektroinstallation) – insbesondere in Wohnungstrennwänden – sind die Anforderungen an die Luftschalldämmung zu beachten, da auch bei sachgerecht verschlossenem Schlitz eine Minderung des bewerteten Schalldämm-Maßes R'_w um etwa 1 dB nicht immer zu vermeiden ist.

Schlitzte in Wänden für das Verlegen von Rohrleitungen (insbesondere Wasserversorgungs- und Abwasserleitungen) sollten vermieden werden, da einerseits die nach DIN 1053-1 zulässigen Schlitzabmessungen dafür nicht geeignet sind, andererseits in den oft zu engen Schlitzten beim Verlegen und Befestigen der Rohre sowie beim Verschließen des Schlitzes häufig massive Körperschallbrücken entstehen können, die eine besonders starke Anregung der Wand verursachen und damit zu einer starken Abstrahlung der Installationsgeräusche in den schutzbedürftigen Raum führen können. Vermeiden lässt sich dies durch ausreichend dimensionierte Installationsschächte mit entsprechenden Abmessungen und ggf. absorbierender Auskleidung.

Lassen sich Schlitzte für die Wasserinstallation nicht vermeiden, so müssen die erforderlichen Schlitzte bereits bei der Planung berücksichtigt und als gemauerte Schlitzte ausgeführt werden. Die Restwand darf nicht beschädigt oder undicht sein; ihre flächenbezogene Masse zum schutzbedürftigen Raum hin soll mindestens 220 kg/m² betragen.

Tafel 6: Korrekturwerte $K_{L,1}$ für das Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ von biegesteifen Wänden und Decken als trennende Bauteile (Beiblatt 1 zu DIN 4109)

Trennendes Bauteil	Korrekturwerte $K_{L,1}$ [dB] bei mittlerer flächenbezogener Masse $m'_{L,M}$ [kg/m ²] der flankierenden Bauteile						
	400	350	300	250	200	150	100
einschalige biegesteife Wände und Decken	0	0	0	0	-1	-1	-1
massive Wände mit Vorsatzschalen nach Tafel 17 sowie Decken mit schwimmendem Estrich bzw. Unterdecke	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4

Zählerschränke, die zum Beispiel im Geschosswohnungsbau in Treppenräume eingebaut werden, führen bei dichter Ausführung der Zählerschränktür nach Untersuchungen von Prof. Dr.-Ing. K. Gösele zu einer Verringerung der Schalldämmung von etwa 1 bis 2 dB. Zur Einhaltung der Anforderung an die Luftschalldämmung kann es erforderlich sein, die Zählerschränke ohne Verringerung des Wandquerschnitts einzubauen oder an anderer Stelle zu planen.

1.8 Ermittlung der Luftschalldämmung von massiven Wänden

Einschalige Wände
Die Erfüllung der Anforderungen oder Vorschläge für die Schalldämmung trennender Bauteile nach den Tafeln 3 bis 5 hängt nicht nur von ihrer flächenbezogenen Masse und Konstruktion, sondern auch von der Art und Ausführung der flankierenden Bauteile ab.

Die Ermittlung der Schalldämmung einschaliger Trennwände unter Berücksichtigung des Einflusses der flankierenden Bauteile kann nach den Tafeln 6 bis 10 erfolgen.

Die Tafeln 11 bis 16 enthalten die Schalldämm-Maße für verschiedene Ausführungen von einschaligen KS-Wänden. Als Schalldämm-Maße R'_w sind jeweils Rechenwerte angegeben, bei denen das Vorhaltemaß von 2 dB berücksichtigt wurde. Weiterhin enthalten die Tafeln die Schalldämm-Maße R'_w und die flächenbezogenen Massen einschaliger KS-Wände in verschiedenen Ausführungen. Aus diesen Tafeln ist beispielsweise auch ersichtlich, welche Wände die Anforderungen von $m' \geq 220$ kg/m² für Installationswände erfüllen können.

Einfluss von flankierenden Bauteilen

Die in den oben angegebenen Tafeln enthaltenen Werte gelten nur unter folgenden Voraussetzungen:

- Bei einer mittleren flächenbezogenen Masse $m'_{L,Mittel}$ von etwa 300 kg/m² der biegesteifen, flankierenden Bauteile. Bei der Ermittlung der flächenbezogenen Masse werden Öffnungen (Fenster, Türen) nicht berücksichtigt.
- Biegesteife Anbindung der flankierenden Bauteile an das trennende Bauteil, sofern dessen flächenbezogene Masse mehr als 150 kg/m² beträgt.
- Dichte Anschlüsse des trennenden Bauteils an die flankierenden Bauteile.
- Die Werte gelten nicht bei flankierenden Außenwänden aus Steinen mit einer Rohdichteklasse $\leq 0,8$ und mit in schallschutztechnischer Hinsicht ungünstiger Lochung.

Erfolgt der Anschluss der Trennwand an die flankierende Wand durch einen Stumpfstoß mit vermörtelter Wandanschlussfuge und Edelstahl-Flachankern, muss durch geeignete Maßnahmen (z.B. Wahl der Baustoffe) sichergestellt werden, dass dieser Wandanschluss auf Dauer starr bleibt und nicht abreißt. Hinsichtlich des Schallschutzes sicherer ist nach neueren Untersuchungen eine Ausführung des Stumpfstoßes, bei dem die Trennwand die flankierende Wand durchstößt.

Zur Berücksichtigung des Einflusses der flankierenden Bauteile auf die Schalldämmung des trennenden Bauteils sind beim Nachweis des Schallschutzes unbedingt die nachstehend aufgeführten Korrekturwerte $K_{L,1}$ und $K_{L,2}$ anzuwenden.

Tafel 7: Korrekturwerte $K_{L,2}$

Anzahl der flankierenden, biegeweichen Bauteile oder flankierenden Bauteile mit biegeweicher Vorsatzschale	Korrekturwert $K_{L,2}$ [dB]
1	+1
2	+3
3	+6

Korrekturwert $K_{L,1}$ (Beiblatt 1 zu DIN 4109)

Bei flankierenden Bauteilen mit einer mittleren flächenbezogenen Masse, die von 300 kg/m² abweicht, sind für die Schalldämmung des trennenden Bauteils die Korrekturwerte $K_{L,1}$ der Tafel 6 zu berücksichtigen.

Korrekturwert $K_{L,2}$ zur Berücksichtigung von Bauteilen mit Vorsatzschalen und biegeweichen Bauteilen als flankierende Bauteile (Beiblatt 1 zu DIN 4109)

Das Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ wird bei mehrschaligen, trennenden Bauteilen um den Korrekturwert $K_{L,2}$ erhöht, wenn die einzelnen flankierenden Bauteile eine der folgenden Bedingungen erfüllen:

- Sie sind in beiden Räumen mit je einer Vorsatzschale oder mit schwimmendem Estrich versehen, die im Bereich des trennenden Bauteils (Wand oder Decke) unterbrochen sind.
- Sie bestehen aus biegeweichen Schalen, die im Bereich des trennenden Bauteils (Wand oder Decke) unterbrochen sind.

In Tafel 7 sind Korrekturwerte $K_{L,2}$ in Abhängigkeit von der Anzahl der flankierenden Bauteile angegeben, die eine der obigen Bedingungen erfüllen.

In den Tafeln 11 bis 16 sind die flächenbezogenen Massen und die Schalldämm-Maße von KS-Wänden zusammengestellt. Die unteren Rohdichten sowie die Rohdichte 2,2 sind nur regional erhältlich. Die Werte der Tafeln 11 bis 16 gelten bei flankierenden Bauteilen mit mittlerer flächenbezogener Masse $m'_{L,Mittel}$ von etwa 300 kg/m² und allseitiger Einspannung (starrer Anbindung).

Tafel 8: Bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ einschaliger, biegesteifer Wände und Decken nach Beiblatt 1 zu DIN 4109¹⁾²⁾

Zeile	Flächenbezogene Masse (Wandgewicht) [kg/m ²]	Bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ [dB]	Anmerkung: Die Norm lässt eine Interpolation bei den Zwischenwerten und ein Runden auf volle dB zu. Es wird jedoch vorgeschlagen, bei Aufrundungen mit Augenmaß vorzugehen und nur geringfügige Unterschreitungen aufzurunden.
1	85 ³⁾	34	¹⁾ Gültig für flankierende Bauteile mit einer mittleren flächenbezogenen Masse $m'_{L,M}$ von etwa 300 kg/m ² ²⁾ Messergebnisse haben gezeigt, dass bei verputzten Wänden aus dampfgehärtetem Gasbeton und Leichtbeton mit Blähtonzuschlag mit Steinrohichte $\leq 0,8$ kg/m ³ bei einer flächenbezogenen Masse bis 250 kg/m ² das bewertete Schalldämm-Maß um 2 dB höher angesetzt werden kann. Das gilt auch für zweischaliges Mauerwerk, sofern die flächenbezogene Masse der Einzelschale $m' \leq 250$ kg/m ² beträgt. ³⁾ Sofern Wände aus Gips-Wandbauplatten nach DIN 4103 Teil 2 ausgeführt und am Rand ringsum mit 2 bis 4 mm dicken Streifen aus Bitumenfilz eingebaut werden, darf das bewertete Schalldämm-Maß R'_w um 2 dB höher angesetzt werden. Anmerkung: Die um 2 dB höheren Werte können unter gleichen Randbedingungen auch für KS-P7-Bauplatten angesetzt werden (bei Wandgewicht ≤ 150 kg/m ²). Problematisch erscheint hierbei jedoch die nach DIN 4103 – Nichttragende Innenwände – notwendige seitliche Verankerung im Detail, die besonders sorgfältig ohne Schallbrücken ausgeführt werden muss. ⁴⁾ Diese Werte gelten nur für die Ermittlung des Schalldämm-Maßes zweischaliger Wände aus biegesteifen Schalen.
2	90 ³⁾	35	
3	95 ³⁾	36	
4	105 ³⁾	37	
5	115 ³⁾	38	
6	125 ³⁾	39	
7	135	40	
8	150	41	
9	160	42	
10	175	43	
11	190	44	
12	210	45	
13	230	46	
14	250	47	
15	270	48	
16	295	49	
17	320	50	
18	350	51	
19	380	52	
20	410	53	
21	450	54	
22	490	55	
23	530	56	
24	580	57	
25 ⁴⁾	630	58	
26 ⁴⁾	680	59	
27 ⁴⁾	740	60	
28 ⁴⁾	810	61	
29 ⁴⁾	880	62	
30 ⁴⁾	960	63	
31 ⁴⁾	1040	64	

Tafel 9: Wandrohichten einschaliger, biegesteifer Wände (Beiblatt 1 zu DIN 4109)

Zeile	Steinplatten-Rohdichte [kg/dm ³]	Wand-Rohdichte ¹⁾²⁾		
		Normalmörtel [kg/m ³]	Leichtmörtel (Rohdichte ≤ 1000 kg/m ³) [kg/m ³]	Dünnbettmörtel [kg/m ³]
1	2,2	2080	1940	2100
2	2,0	1900	1770	1900
3	1,8	1720	1600	1700
4	1,6	1540	1420	1500
5	1,4	1360	1260	1300
6	1,2	1180	1090	1100
7	1,0	1000	950	950
8	0,9	910	860	850
9	0,8	820	770	750
10	0,7	730	680	650
11	0,6	640	590	550
12	0,5	550	500	450
13	0,4	460	410	350

¹⁾ Die angegebenen Werte sind für alle Formate der in DIN 1053-1 und DIN 4103-1 für die Herstellung von Wänden aufgeführten Steine bzw. Platten zu verwenden.

²⁾ Dicke der Mörtelfugen von Wänden nach DIN 1053-1 bzw. DIN 4103. Bei Wänden aus dünnfugig zu verlegenden Plansteinen und -platten siehe Spalte „Dünnbettmörtel“

Tafel 10: Flächenbezogene Masse von Wandputzen (Beiblatt 1 zu DIN 4109)

Zeile	Putzdicke [mm]	Flächenbezogene Masse des Putzes	
		Kalkgipsputz, Gipsputz [kg/m ²]	Kalkputz, Kalkzementputz, Zementputz [kg/m ²]
1	5 ¹⁾	–	–
2	10	10	18
3	15	15	25
4	20	–	30

¹⁾ Putze mit $d < 10$ mm dürfen nicht zur Erhöhung der flächenbezogenen Masse herangezogen werden.

Tafel 11: Schalldämm-Maße $R'_{w,R}$ [dB] und flächenbezogene Masse [kg/m²] einschaliger KS-Wände mit Normalmörtel, beidseitig Dünnlagenputz oder Sichtmauerwerk mit Stoßfugenvermörtelung

Steinrohdichteklasse (Wandrohdichteklasse [kg/m ³])	KS-Wände in Normalmörtel, beidseitig geputzt je 5 mm ¹⁾ ; bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ [dB] und Wandgewicht [kg/m ²] bei Wanddicke [cm]								
	7	10 ^{*)}	11,5	15 ^{*)}	17,5	20 ^{*)}	24	30	36,5
1,0^{*)} (1000)	–	36 100	38 115	–	43 175	–	46 240	49 300	51 365
1,2^{*)} (1180)	–	38 118	40 136	–	45 207	–	48 283	51 354	53 431
1,4 (1360)	–	40 136	41 156	–	46 238	–	50 326	53 408	55 496
1,6 (1540)	–	41 154	43 177	–	48 270	–	51 370	54 462	56 562
1,8 (1720)	38 120	42 172	44 198	47 258	49 301	51 344	53 413	55 516	57 628
2,0 (1900)	40 133	44 190	45 219	48 285	50 333	52 380	54 456	57 570	57 694
2,2^{*)} (2080)	–	45 208	46 239	49 312	51 364	53 416	55 499	57 624	57 759

¹⁾ Putzdicke < 10 mm werden nicht beim Wandflächengewicht berücksichtigt. ^{*)} Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

Tafel 12: Schalldämm-Maße $R'_{w,R}$ [dB] und flächenbezogene Masse [kg/m²] einschaliger KS-Wände mit Normalmörtel, beidseitig geputzt je 10 mm dick

Steinrohdichteklasse (Wandrohdichteklasse [kg/m ³])	KS-Wände in Normalmörtel, beidseitig geputzt je 10 mm (je Seite 10 kg/m ²); bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ [dB] und Wandgewicht [kg/m ²] bei Wanddicke [cm]								
	7	10 ^{*)}	11,5	15 ^{*)}	17,5	20 ^{*)}	24	30	36,5
1,0^{*)} (1000)	–	38 120	40 135	–	44 195	–	47 260	50 320	52 385
1,2^{*)} (1180)	–	40 138	41 156	–	46 227	–	49 303	51 374	54 451
1,4 (1360)	–	41 156	43 176	–	47 258	–	51 346	53 428	55 516
1,6 (1540)	–	43 174	44 197	–	49 290	–	52 390	55 482	57 582
1,8 (1720)	40 140	44 192	45 218	48 278	50 321	51 364	53 433	56 536	57 648
2,0 (1900)	41 153	45 210	46 239	49 305	51 353	53 400	55 476	57 590	57 714
2,2^{*)} (2080)	–	46 228	47 259	50 332	52 384	53 436	55 519	57 644	57 779

^{*)} Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

Tafel 13: Schalldämm-Maße $R'_{w,R}$ [dB] und flächenbezogene Masse [kg/m²] einschaliger KS-Wände mit Normalmörtel, beidseitig geputzt je 15 mm dick

Steinrohdichteklasse (Wandrohdichteklasse [kg/m ³])	KS-Wände in Normalmörtel, beidseitig geputzt je 15 mm (je Seite 25 kg/m ²); bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ [dB] und Wandgewicht [kg/m ²] bei Wanddicke [cm]								
	7	10 ^{*)}	11,5	15 ^{*)}	17,5	20 ^{*)}	24	30	36,5
1,0^{*)} (1000)	–	41 150	42 165	–	45 225	–	49 290	51 350	53 415
1,2^{*)} (1180)	–	42 168	44 186	–	47 257	–	50 333	53 404	54 481
1,4 (1360)	–	44 186	45 206	–	48 288	–	52 376	54 458	56 546
1,6 (1540)	–	45 204	46 227	–	50 320	–	53 420	55 512	57 612
1,8 (1720)	42 170	45 222	47 248	49 308	51 351	51 394	54 463	56 566	57 678
2,0 (1900)	43 183	46 240	48 269	50 335	52 383	53 430	55 506	57 620	57 744
2,2^{*)} (2080)	–	47 258	49 289	51 362	53 414	54 466	56 549	57 674	57 809

^{*)} Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

Tafel 14: Schalldämm-Maße $R'_{w,R}$ [dB] und flächenbezogene Masse [kg/m²] einschaliger KS-Wände mit Dünnbettmörtel und beidseitigem Dünnlagenputz oder sichtbar belassen mit Stoßfugenvermörtelung

Steinrohrichteklasse (Wandrohrichte- klasse [kg/m ³])	KS-Wände in Dünnbettmörtel, beidseitig geputzt je 5 mm ¹⁾ ; bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ [dB] und Wandgewicht [kg/m ²] bei Wanddicke [cm]								
	7	10 ^{*)}	11,5	15 ^{*)}	17,5	20 ^{*)}	24	30	36,5
1,0^{*)} (950)	–	36 95	37 109	–	42 166	–	46 228	48 285	51 347
1,2^{*)} (1100)	–	37 110	39 127	–	44 193	–	47 264	50 330	52 402
1,4 (1300)	–	39 130	41 150	–	46 228	–	49 312	52 390	54 475
1,6 (1500)	–	41 150	43 173	–	47 263	–	51 360	54 450	56 548
1,8 (1700)	38 119	42 170	44 196	47 255	49 298	51 340	53 408	55 510	57 621
2,0 (1900)	40 133	44 190	45 219	48 285	50 333	52²⁾ 380	54 456	57 570	57 694
2,2^{*)} (2100)	–	45 210	46 242	50 315	51 368	53 420	55 504	57 630	57 767

¹⁾ Putzdicken < 10 mm werden nicht beim Wandflächengewicht berücksichtigt.

²⁾ 53 dB bei d = 21,4 cm.

^{*)} Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

Tafel 15: Schalldämm-Maße $R'_{w,R}$ [dB] und flächenbezogene Masse [kg/m²] einschaliger KS-Wände mit Dünnbettmörtel, beidseitig geputzt je 10 mm dick

Steinrohrichteklasse (Wandrohrichte- klasse [kg/m ³])	KS-Wände in Dünnbettmörtel, beidseitig geputzt je 10 mm (je Seite 10 kg/m ²); bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ [dB] und Wandgewicht [kg/m ²] bei Wanddicke [cm]								
	7	10 ^{*)}	11,5	15 ^{*)}	17,5	20 ^{*)}	24	30	36,5
1,0^{*)} (950)	–	38 115	39 129	–	44 186	–	47 248	49 305	51 367
1,2^{*)} (1100)	–	39 130	41 147	–	45 213	–	48 284	51 350	53 422
1,4 (1300)	–	41 150	42 170	–	47 248	–	50 332	53 410	55 495
1,6 (1500)	–	43 170	44 193	–	48 283	–	52 380	54 470	56 568
1,8 (1700)	40 139	44 190	45 216	48 275	50 318	51 360	53 428	56 530	57 641
2,0 (1900)	41 153	45 210	46 239	49 305	51 353	53 400	55 476	57 590	57 714
2,2^{*)} (2100)	–	46 230	47 262	50 335	52 388	54 440	56 524	57 650	57 787

^{*)} Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

Tafel 16: Schalldämm-Maße $R'_{w,R}$ [dB] und flächenbezogene Masse [kg/m²] einschaliger KS-Wände mit Dünnbettmörtel, beidseitig geputzt je 15 mm dick

Steinrohrichteklasse (Wandrohrichte- klasse [kg/m ³])	KS-Wände in Dünnbettmörtel, beidseitig geputzt je 15 mm (je Seite 25 kg/m ²); bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ [dB] und Wandgewicht [kg/m ²] bei Wanddicke [cm]								
	7	10 ^{*)}	11,5	15 ^{*)}	17,5	20 ^{*)}	24	30	36,5
1,0^{*)} (950)	–	41 145	42 159	–	45 216	–	48 278	50 335	52 397
1,2^{*)} (1100)	–	42 160	43 177	–	46 243	–	49 314	52 380	54 452
1,4 (1300)	–	43 180	44 200	–	48 278	–	51 362	53 440	56 525
1,6 (1500)	–	44 200	45 223	–	49 313	–	53 410	55 500	57 598
1,8 (1700)	42 169	45 220	47 246	49 305	51 348	52 390	54 458	56 560	57 671
2,0 (1900)	43 183	46 240	48 269	50 335	52 383	53 430	55 506	57 620	57 744
2,2^{*)} (2100)	–	47 260	49 292	51 365	53 418	54 470	56 554	57 680	57 817

^{*)} Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

1.9 Einschalige massive Wände mit biegeweichen Vorsatzschalen

Die Luftschalldämmung einschaliger, biegesteifer Wände kann mit biegeweichen Vorsatzschalen nach Tafel 17 verbessert werden. Dabei ist zwischen den Gruppen A und B der Vorsatzschalen nach ihrer Wirksamkeit zu unterscheiden. Bei Vorsatzschalen der Gruppe A wird die Unterkonstruktion an der schweren Schale befestigt; Vorsatzschalen der Gruppe B sind auf freistehend vor der schweren Schale stehender Konstruktion oder federnd mit Mineralfaserplatten im Klebverfahren befestigt. Vorsatzschalen der Gruppe B haben größere Wirksamkeit als die der Gruppe A.

Die erreichbare Schalldämmung hängt sowohl von der flächenbezogenen Masse der biegesteifen Trennwand als auch von der Ausbildung der flankierenden Bauteile ab.

Tafel 18 enthält bewertete Schalldämm-Maße $R'_{w,R}$ (Rechenwerte) für Massivwände mit einseitiger Vorsatzschale. Die Werte gelten bei flankierenden Bauteilen mit mittlerer flächenbezogener Masse $m'_{L,Mittel}$ von etwa 300 kg/m². Zusätzlich ist ein Beispiel angegeben.

Anmerkung: Werden dagegen zum Beispiel aus Gründen der Wärmedämmung an einschalige, biegesteife Wände Dämmplatten hoher dynamischer Steifigkeit – z.B. Holzwolle-Leichtbauplatten oder nicht elastifizierte Hartschaumplatten – vollflächig oder punktwise angesetzt, so kann sich die Schalldämmung verschlechtern, wenn die Dämmplatten durch Putz oder Fliesen abgedeckt werden.

1.10 Zweischalige Wände

Bei zweischaligen Haustrennwänden aus zwei schweren, biegesteifen Schalen mit durchgehender Trennfuge, z.B. bei Reihenhäusern, wird die Schallübertragung zwischen benachbarten Häusern gegenüber einschaligen Trennwänden erheblich verringert. Voraussetzung ist:

- Die Fuge ist von Oberkante-Fundament lückenlos bis zur Dachhaut durchzuführen (Bild 5).
- Die flächenbezogene Masse der Einzelschale mit einem etwaigen Putz muss ≥ 150 kg/m² sein. Die Dicke der Trennfuge muss dabei mindestens 30 mm betragen.

Tafel 17: Eingruppierung von Vorsatzschalen vor Massivwänden nach ihrem schalltechnischen Verhalten

Zeile	Gruppe	Wandausbildung	Beschreibung
1	A		Vorsatzschale aus Holzwolle-Leichtbauplatten nach DIN 1101; Dicke ≥ 25 mm, verputzt, Holzstiele (Ständer) an schwerer Schale befestigt; Ausführung nach DIN 1102.
2			Vorsatzschale aus Gipskartonplatten nach DIN 18180, Dicke 12,5 oder 15 mm Ausführung nach DIN 18181 oder aus Spanplatten nach DIN 68763, Dicke 10 bis 16 mm; mit Hohlraumfüllung ¹⁾ ; Unterkonstruktion an schwerer Schale befestigt ²⁾ .
3	B		Ausführung wie 1 A, jedoch Holzstiele (Ständer) mit Abstand ≥ 20 mm vor schwerer Schale freistehend.
4			Ausführung wie 2 A, jedoch Holzstiele (Ständer) mit Abstand ≥ 20 mm vor schwerer Schale freistehend.
5			Vorsatzschale aus Holzwolle-Leichtbauplatten nach DIN 1101; Dicke 50 mm, verputzt, freistehend mit Abstand von 30 bis 50 mm vor schwerer Schale, Ausführung nach DIN 1102, bei Ausführung des Hohlraums nach Fußnote ¹⁾ ist ein Abstand von 20 mm ausreichend.
6			Vorsatzschale aus Gipskartonplatten nach DIN 18180, Dicke 12,5 oder 15 mm und Fassadendämmplatten ³⁾ . Ausführung nach DIN 18181, an schwerer Schale streifenförmig angesetzt.

¹⁾ Faserdämmstoffe nach DIN 18165-1, Typ WZ-w oder W-w. Nenndicke 40 bis 60 mm, längsbezogener Strömungswiderstand $\Xi \geq 5$ kN · s/m²

²⁾ Bei den Beispielen nach 2A und 4B können auch Ständer aus Blech-C-Profilen nach DIN 18183-1 verwendet werden.

³⁾ Faserdämmstoffe nach DIN 18165-1, Typ WV-s. Nenndicke ≥ 40 mm, $s' \leq 5$ MN/m³

Tafel 18: Bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ von Massivwänden mit einer Vorsatzschale bei einer mittleren flächenbezogenen Masse der flankierenden Bauteile von 300 kg/m²

Flächenbezogene Masse der trennenden Massivwand [kg/m ²]	Bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$		
	ohne Vorsatzschale [dB]	mit Vorsatzschale Gruppe A [dB]	mit Vorsatzschale Gruppe B [dB]
100	37	48	49
200	45	49	50
300	49	53	54
400	52	55	56
500	55	57	58

Beispiel: Einschalige Wand aus KS, RDK 1,8; einseitig verputzt
Vorsatzschale nach Tafel 17, Gruppe B, Zeile 6

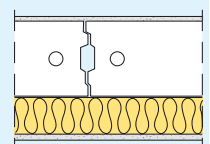
Masse der Massivwand = 217 kg/m²

$R'_{w,R}$ nach dieser Tafel = 50 dB

Korrekturwert $K_{L,1}$ für flankierende

Bauteile mit $m'_{L,M} = 200$ kg/m² = -2 dB (Tafel 6)

anzurechnendes Schalldämm-Maß R'_{w} = 48 dB



Anmerkung: Werden dagegen zum Beispiel aus Gründen der Wärmedämmung an einschalige, biegesteife Wände Dämmplatten hoher dynamischer Steifigkeit, z.B. nicht elastifizierte Hartschaumplatten, vollflächig oder punktwise angesetzt, so kann sich die Schalldämmung verschlechtern, wenn die Dämmplatten durch Putz oder Fliesen abgedeckt werden.

- Bei einem Schalenabstand ≥ 50 mm darf das Gewicht der Einzelschale ≥ 100 kg/m² betragen.
- Der Fugenhohlraum ist mit dicht gestoßenen und vollflächig verlegten, mineralischen Faserdämmplatten nach DIN 18165-2, Typ T (Trittschalldämmplatten) bzw. Mineralfaserplatten Typ WTH nach DIN V 4108-10:2004-06 auszufüllen.

Nach den Angaben des Beiblattes 1 zu DIN 4109, Abschnitt 2.3.1 darf bei einer flächenbezogenen Masse der Einzelschale ≥ 200 kg/m² und Fugendicke ≥ 30 mm auf das Einlegen von Dämmschichten verzichtet werden. Der Fugenhohlraum ist dann mit Lehren herzustellen, die nachträglich entfernt werden müssen. Bei Verwendung von Mörtelschlitten und/oder Dünnbettmörtel kann auf das Einlegen von Dämmschichten verzichtet werden, wenn die Dicke der Trennfuge mindestens 30 mm beträgt.

Um eine möglichst gute Schalldämmung zu erzielen und die Sicherheit der Ausführung zu verbessern, wird jedoch empfohlen, die Trennfuge 4 bis 7 cm dick auszuführen und in den Hohlraum vollflächig Trittschalldämmplatten nach DIN 18165-2 oder Mineralfaserplatten Typ WTH nach DIN V 4108-10, Dicke 40/35 mm, einzubringen.

In jedem Fall muss die Trennfuge sehr sorgfältig und schallbrückenfrei – besonders im Bereich der Geschosdecken – ausgeführt werden.

Für zweischalige Wände nach Bild 5 kann das bewertete Schalldämm-Maß R'_w nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 aus der Summe der flächenbezogenen Masse der beiden Einzelschalen unter Berücksichtigung etwaiger Putze – wie bei einschaligen, biegesteifen Wänden – nach Tafeln 19 und 20 ermittelt werden; dabei dürfen auf das so ermittelte Schalldämm-Maß R'_w für die zweischalige Ausführung mit durchgehender Trennfuge 12 dB aufgeschlagen werden. Messergebnisse zeigen, dass bei sorgfältig ausgeführten Trennfugen die am Bau tatsächlich erreichten Schalldämm-Maße von KS-Wänden im Allgemeinen höher liegen können.

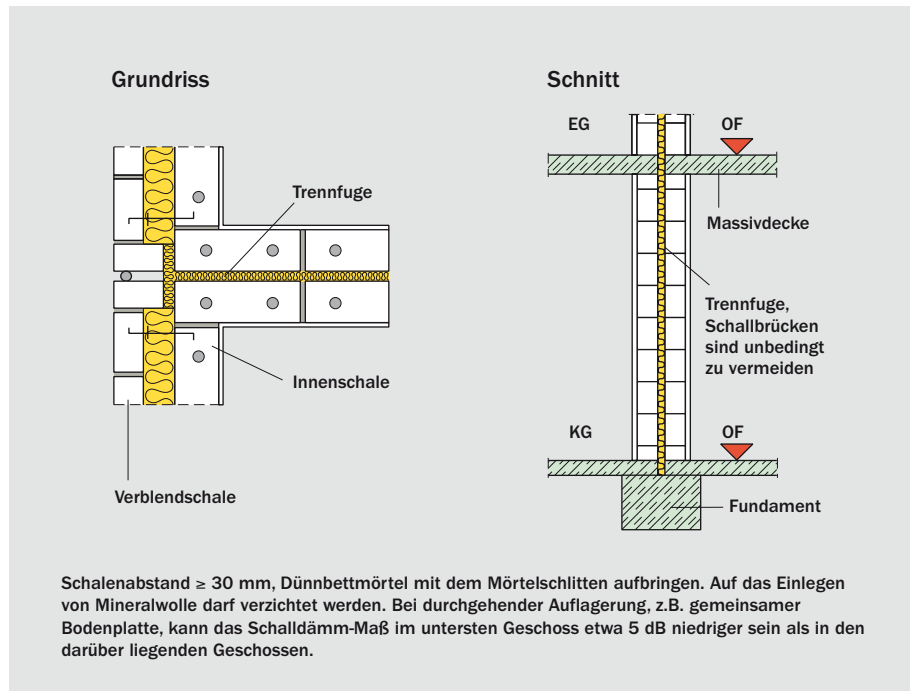


Bild 5: Ausführungsbeispiele für zweischalige Trennwände aus zwei schweren, biegesteifen Schalen mit bis zum Fundament durchgehender Trennfuge

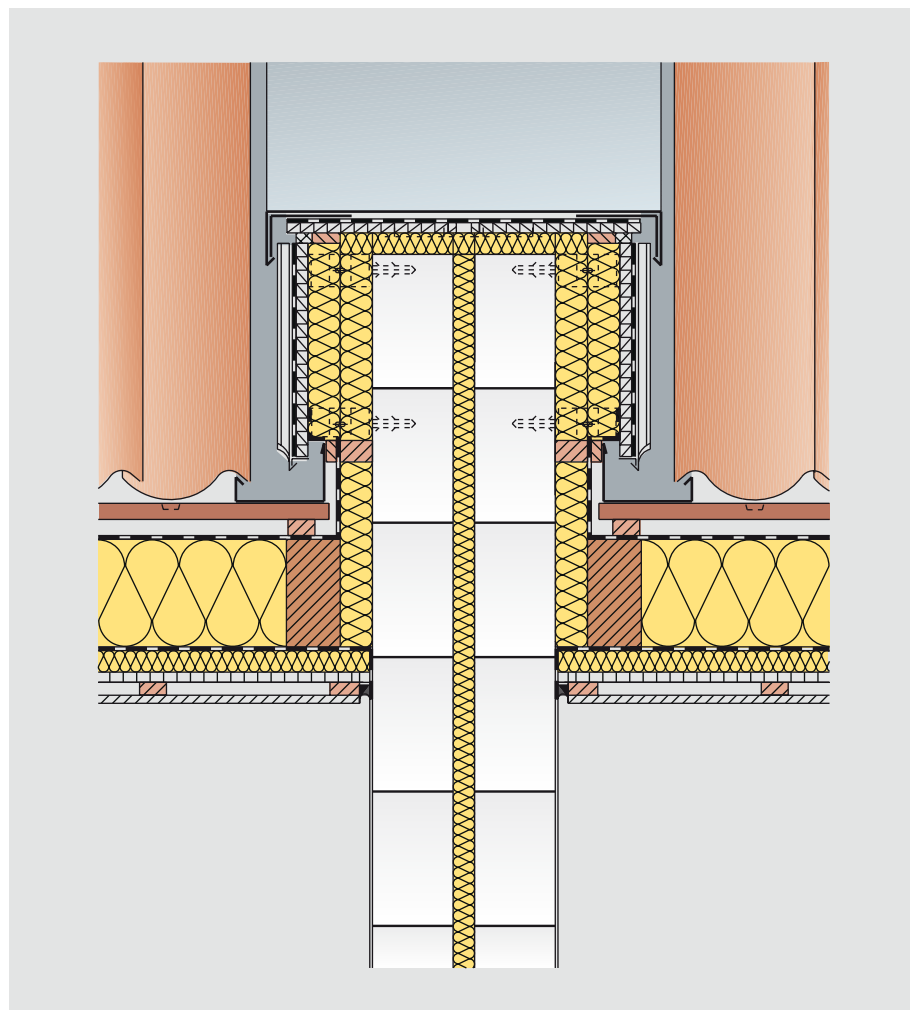


Bild 6: Gebäudetrennwand über Dach, Zwischensparrendämmung, KS-Mauerwerk zweischalig

Tafel 19: Zweischalige KS-Wände
a) mit Normalmörtel und beidseitigem Putz

Schalendicke [cm]	Steinroh-dichte-klasse [kg/dm ³]	Wandgewicht einschl. beidseitigem Putz ¹⁾ [kg/m ²]	Bewertetes Schall-dämm-Maß $R'_{w,R}$ [dB]
2 x 11,5	2,0	458	66 ²⁾
	1,8	416	65 ²⁾
	1,6	374	63
2 x 15	2,0	590	69
	1,8	536	68
2 x 17,5	2,0	686	71
	1,8	622	70
	1,6	560	68
2 x 24	2,0	932	74
	1,8	846	73
	1,6	760	72

¹⁾ mit 2 x 10 mm Putz (Δ 20 kg/m²)

²⁾ 67 dB bei 5 cm dicker Trennfuge oder 2 x 15 mm dickem Putz (Δ 50 kg/m²)

b) mit Dünnbettmörtel und beidseitigem Dünnlagenputz

[cm]	[kg/dm ³]	[kg/m ²]	[dB]
2 x 11,5	2,0	437	66 ¹⁾
	1,8	391	64
2 x 15	2,0	570	69
	1,8	510	67
2 x 17,5	2,0	665	70
	1,8	595	69
2 x 20	2,0	760	72
	1,8	680	71

¹⁾ 67 dB bei 5 cm dicker Trennfuge oder 2 x 15 mm dickem Putz (Δ 50 kg/m²)

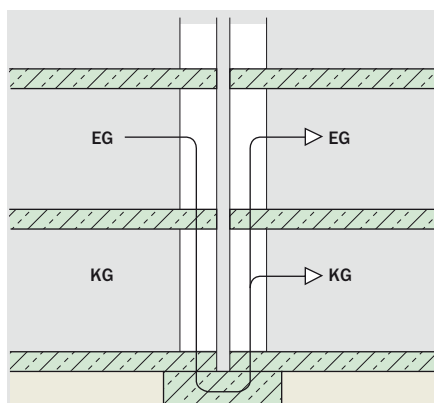


Bild 7: Leitung des Schalls durch eine zweischalige Wand mit durchgehender Trennfuge ohne Fundamenttrennung

Tafel 20: Einfluss des Schalensabstandes auf das Schalldämm-Maß schlanker zweischaliger KS-Haus-trennwände ohne Putz

Zeile	Konstruktion	Bewertetes Schall-dämm-Maß R'_w [dB]
1	1 = 11,5 cm KS 1,8 2 = 3 cm Luftschicht	65
2	1 = 11,5 cm KS 1,8 2 = 3 cm Min-F-Platten	66
3	1 = 11,5 cm KS 1,8 2 = 7 cm Luftschicht	67
4	1 = 11,5 cm KS 1,8 2 = 7 cm Min-F-Platten	68

Prüfzeugnis-Nr. 348/2311 (22.03.88)

Bild 8 zeigt beispielhaft den Einfluss einer durchgehenden Fundamentplatte auf die Schalldämmung einer zweischaligen Wand aus 2 x 24 cm in verschiedenen Geschossen. Die Messergebnisse zeigen den störenden Einfluss der Fundamentplatte; das Schalldämm-Maß im Erdgeschoss ist dadurch etwa 3 dB niedriger als im Obergeschoss.

Bei nicht unterkellerten Gebäuden sollten Wandkonstruktionen mit $R'_w \geq 72$ dB gewählt werden. Die Erhöhung der Schalldämmung muss üblicherweise über die flächenbezogenen Masse und darf nicht durch Vergrößerung des Schalensraums erfolgen.

1.11 Luftschalldämmung von Decken

Für die Luftschalldämmung von Massivdecken gelten die gleichen Regeln wie für einschalige Massivwände, d.h. die Schalldämmung hängt bei weitgehend homogen aufgebauten Decken hauptsächlich von der flächenbezogenen Masse ab entspre-

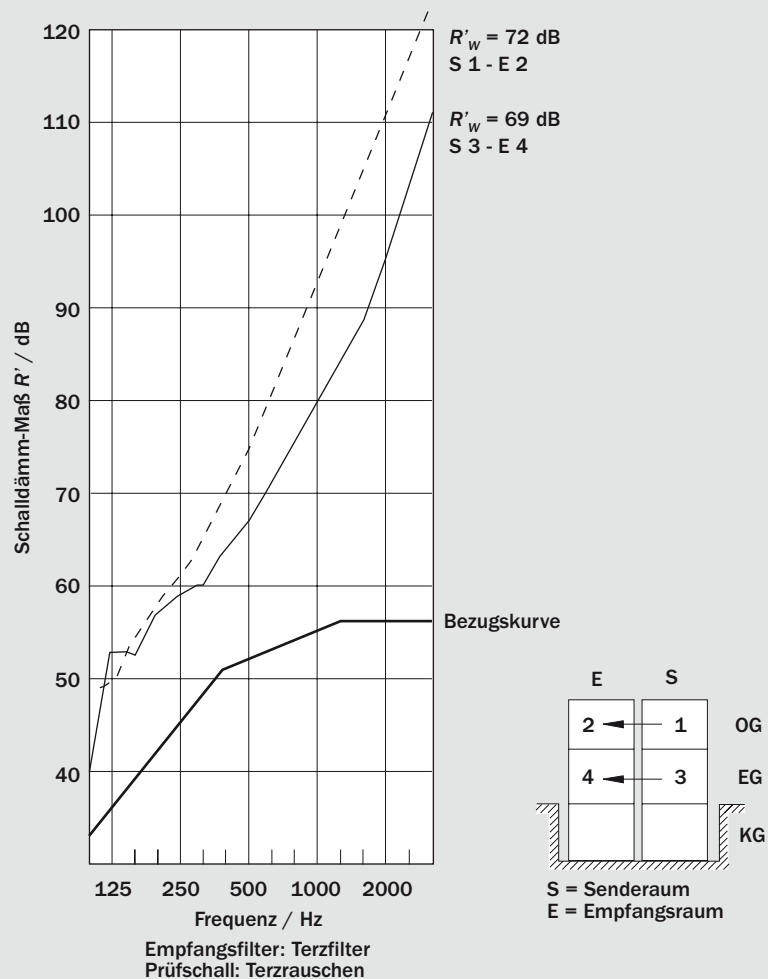


Bild 8: Beispiel einer Objektmessung mit durchgehender Fundamentplatte

chend Tafel 8. Schalltechnisch ungünstiger können sich Decken mit größeren Hohlräumen aufgrund der Gewichtskonzentration in Rippen oder Balken und Resonanzeffekten der Hohlkörperschalen verhalten.

Hinweise zur Ermittlung der flächenbezogenen Masse verschiedener Massivdecken enthält Beiblatt 1 zu DIN 4109.

Zusätzliche Einflüsse auf die Schalldämmung der Decke ergeben sich durch eine biegeweiche Unterdecke sowie durch einen zusätzlichen schwimmenden Estrich.

In Tafel 21 sind bewertete Schalldämm-Maße $R'_{w,R}$ für Massivdecken ohne und mit schwimmendem Estrich sowie ohne und mit Unterdecke angegeben. Die Beispiele für die Rechenwerte $R'_{w,R}$ gelten für flankierende Bauteile mit einer mittleren flächenbezogenen Masse $m'_{L,Mittel}$ von etwa 300 kg/m². Weicht die mittlere flächenbezogene Masse um mehr als ± 25 kg/m² davon ab, sind entsprechende Zu- oder Abschläge (Korrekturwert $K_{L,1}$; siehe Tafel 6) zu berücksichtigen.

1.12 Außenwände

Anforderungen

In der DIN 4109 sind Anforderungen festgelegt, die den Menschen vor dem von außen in Aufenthaltsräume eindringenden Lärm schützen sollen. Die Anforderungen betreffen insbesondere die Schalldämmung der Außenwände und Fenster (Türen gelten hier als Fenster), der Decken und Dächer. Die Höhe der Anforderungen ist von der Nutzungsart der schutzbedürftigen Räume und von dem vor dem Gebäude auftretenden Schallpegel, dem in DIN 4109, Abschnitt 5.5 für verschiedene Lärmquellen (z.B. Straßen-, Schienen-, Flugverkehr, Industrie/Gewerbe) beschrieben „maßgeblichen Außenlärmpegel“ abhängig. Bei den Anforderungen wurde berücksichtigt, dass der von außen in Aufenthaltsräume eindringende Lärm so gemindert wird, dass der innerhalb der Aufenthaltsräume zumutbare Schallpegel nicht überschritten wird.

Für die Festlegung von Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen gegenüber Außenlärm werden verschiedene Lärmpegelbereiche zugrunde gelegt, denen die jeweils vorhandenen oder zu erwartenden „maßgeblichen Außenlärmpegel“ zuzuordnen sind.

Der „maßgebliche Außenlärmpegel“ wird nur in Ausnahmefällen durch Schallpegel-

Tafel 21: Bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ ¹⁾ von Massivdecken (Rechenwerte)

Zeile	Flächenbezogene Masse der Decke ³⁾ [kg/m ²]	Bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ [dB] ²⁾			
		Einschalige Massivdecke, Estrich und Gehbelag unmittelbar aufgebracht	Einschalige Massivdecke mit schwimmendem Estrich ⁴⁾	Massivdecke mit Unterdecke ⁵⁾ , Gehbelag und Estrich unmittelbar aufgebracht	Massivdecke mit schwimmendem Estrich und Unterdecke ⁵⁾
1	500	55	59	59	62
2	450	54	58	58	61
3	400	53	57	57	60
4	350	51	56	56	59
5	300	49	55	55	58
6	250	47	53	53	56
7	200	44	51	51	54
8	150	41	49	49	52

¹⁾ Zwischenwerte sind linear zu interpolieren und auf ganze dB zu runden.
²⁾ Gültig für flankierende Bauteile mit einer mittleren flächenbezogenen Masse $m'_{L,Mittel}$ von etwa 300 kg/m²
³⁾ Die Masse von aufgetragenen Verbundestrichen oder Estrichen auf Trennschicht sowie von unterseitigem Putz ist zu berücksichtigen.

⁴⁾ Und andere schwimmend verlegte Deckenauflagen, z.B. schwimmend verlegte Holzfußböden, sofern sie ein Trittschallminderung $\Delta L_{w,R} \geq 24$ dB haben
⁵⁾ Biegeweiche Unterdecke nach Beiblatt 1 zu DIN 4109, Tabelle 11, Zeilen 8 und 9 oder akustisch gleichwertige Ausführungen

messungen vor Ort bestimmt. Er kann in Bebauungsplänen festgelegt sein, aus amtlichen Lärmkarten oder Lärmminde-
 rungsplänen entnommen oder beispiels-
 weise für Verkehrslärm aus der Verkehrs-
 belastung von Straßen ermittelt werden.

Für Fluglärm wird als „maßgeblicher Außenlärmpegel“ in der Umgebung von Flughäfen der äquivalente Dauerschallpegel L_{eq} nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm verwendet. Nach diesem Gesetz sind zwei Schutzzonen mit unterschiedlichen äquivalenten Dauerschallpegeln L_{eq} festgesetzt, und zwar:

Zone 1: $L_{eq} > 75$ dB (A)

Zone 2: L_{eq} 67 bis 75 dB (A)

Die Festlegung der örtlichen Ausdehnung der Schutzzonen – jeweils für die verschiedenen Flughäfen – erfolgt aufgrund einer besonderen Verordnung.

Näheres zur Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels siehe DIN 4109, Abschnitt 5.5.

Bestehen die Außenbauteile aus verschiedenen Teilflächen mit unterschiedlicher Schalldämmung, beispielsweise aus einer Wand mit Fenster und Rollladenkasten, so gilt die Anforderung für das resultierende bewertete Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$, das aus den Schalldämm-Maßen R'_{w} bzw. R_{w}

der verschiedenen Teilflächen zu errechnen ist.

Die Anforderungen an die Luftschalldämmung sind in Tafel 22 aufgeführt.

Auf Außenbauteile, die unterschiedlich zur maßgeblichen Lärmquelle angeordnet sind, müssen die in Tafel 22 angegebenen Anforderungen jeweils separat angewendet werden. Dabei dürfen für die der maßgeblichen Lärmquelle abgewandte Gebäude-seite die maßgeblichen Außenlärmpegel abgemindert werden:

- um 5 dB (A) bei offener Bebauung,
- um 10 dB (A) bei geschlossener Bebauung bzw. bei Innenhöfen.

Die in Tafel 22 angegebenen erforderlichen bewerteten Schalldämm-Maße erf. R'_{w} sind in Abhängigkeit vom jeweiligen Verhältnis der gesamten Außenfläche (Flächen von Wand und Fenster) A_w eines Raumes zu seiner Grundfläche A_G nach Tafel 23 zu erhöhen oder abzumindern. Für Wohngebäude mit üblichen Raumhöhen von etwa 2,5 m und Raumtiefen von etwa 4,5 m darf ohne besonderen Nachweis ein Abschlag von -2 dB berücksichtigt werden.

Da die Anforderungen an das resultierende Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$ gestellt werden, können sie bei einer Außenwand mit Fens-

ter durch verschiedene Kombinationen der Schalldämmungen von Wand und Fenster erfüllt werden. Wird beispielsweise eine Wand mit hoher Schalldämmung gewählt, braucht das Fenster nur eine relativ geringe Schalldämmung zu haben; dabei sind jedoch die Flächenanteile von Wand und Fenster zu berücksichtigen.

Für Räume in Wohngebäuden

- üblicher Raumhöhe von etwa 2,5 m,
- einer Raumtiefe von etwa 4,5 m und mehr und
- 10 bis 60 % Fensterflächenanteil

gelten die Anforderungen an das resultierende Schalldämm-Maß erf. $R'_{w,res}$ als erfüllt, wenn bei den in Tafel 24 angegebenen Kombinationen die Einzel-Schalldämm-Maße für Fenster und Wand jeweils einzeln eingehalten werden.

Die Ermittlung des resultierenden Schalldämm-Maßes $R'_{w,res}$ kann grafisch nach Bild 9 erfolgen oder aus Tabellen – wie beispielsweise Tafel 25 – entnommen werden.

Das resultierende Schalldämm-Maß $R'_{w,R,res}$ kann mit Hilfe des Diagramms in Bild 9 abgeschätzt werden.

Genauer als die grafische Abschätzung des resultierenden Schalldämm-Maßes $R'_{w,res}$ einer aus mehreren Elementen mit verschiedenen Schalldämmungen bestehenden Wand (z.B. mit Tür, Fenster, Rolllädenkasten u.a.) nach folgender Formel:

$$R_{w,R,res} = -10 \lg \left(\frac{1}{S_{ges}} \cdot \sum_{i=1}^n S_i \cdot 10^{-\frac{R_{w,R,i}}{10}} \right) \text{ dB}$$

Hierin bedeuten:

- S_{ges} Fläche des gesamten Bauteils
- S_i Fläche des i-ten Elements des Bauteils
- $R_{w,R,i}$ Bewertetes Schalldämm-Maß des i-ten Elements des Bauteils

Als $R_{w,R,i}$ gilt
 - für die Wand $R'_{w,R}$
 - für Türen und Fenster $R_{w,R}$

Tafel 22: Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen

Zeile	Lärmpegelbereich	„Maßgeblicher Außenlärmpegel“ [dB] (A)	Raumarten		
			Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume und Ähnliches	Büroräume ¹⁾ und Ähnliches
1	I	bis 55	35	30	–
2	II	56 bis 60	35	30	30
3	III	61 bis 65	40	35	30
4	IV	66 bis 70	45	40	35
5	V	71 bis 75	50	45	40
6	VI	76 bis 80	2)	50	45
7	VII	≥ 80	2)	2)	50

erf. $R'_{w,res}$ [dB] des Außenbauteils

¹⁾ An Außenbauteile von Räumen, die aufgrund der darin ausgeübten Tätigkeiten nur einen untergeordneten Betrag zum Innenraumpegel leisten, werden keine Anforderungen gestellt. ²⁾ Die Anforderungen sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

Tafel 23: Korrekturwerte für das erforderliche resultierende Schalldämm-Maß nach Tafel 22 in Abhängigkeit vom Verhältnis $A_{(W+F)}/A_G$

$A_{(W+F)}/A_G$	2,5	2,0	1,6	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4
Korrektur	+ 5	+ 4	+ 3	+ 2	+ 1	0	- 1	- 2	- 3

$A_{(W+F)}$: Gesamtfläche des Außenbauteils eines Aufenthaltsraumes in m²
 A_G : Grundfläche eines Aufenthaltsraumes in m²

Tafel 24: Erforderliche Schalldämm-Maße von Kombinationen von Außenwänden und Fenstern

Zeile	erf. $R'_{w,res}$ [dB] nach Tafel 22	Schalldämm-Maße für Wand und Fenster ..[dB]/..[dB] bei folgenden Fensterflächenanteilen [%]					
		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %
1	30	30/25	30/25	35/25	35/25	50/25	30/30
2	35	35/30 40/25	35/30	35/32 40/30	40/30	40/32 50/30	45/32
3	40	40/32 45/30	40/35	45/35	45/35	40/37 60/35	40/37
4	45	45/37 50/35	45/40 50/37	50/40	50/40	50/42 60/40	60/42
5	50	55/40	55/42	55/45	55/45	60/45	–

Diese Tafel gilt nur für Wohngebäude mit üblicher Raumhöhe von etwa 2,5 m und Raumtiefe von etwa 4,5 m und mehr, unter Berücksichtigung der Anforderungen an das Gesamt-Schalldämm-Maß nach Tafel 22 und der Korrektur von –2 dB nach Tafel 23.

Tafel 25: Resultierende Schalldämm-Maße $R'_{w,R,RES}$ [dB] in Abhängigkeit von dem Schalldämm-Maß der Wand, dem Schalldämm-Maß des Fensters und dem Fensterflächenanteil [%]

a) Beispiele für Standardausführungen

Schalldämm-Maß der Wand	Schalldämm-Maß des Fensters $R_{w,R}$ [dB] bei einem Fensterflächenanteil [%]											
	30 dB				32 dB				35 dB			
	25%	30%	40%	50%	25%	30%	40%	50%	25%	30%	40%	50%
45	35	34	33	32	37	36	35	34	39	39	38	37
50	35	35	33	33	37	37	35	34	40	39	38	37
55	35	35	33	33	37	37	35	34	40	40	38	37

b) Beispiele für hochschalldämmende Außenwände und Fenster

Schalldämm-Maß der Wand	Schalldämm-Maß des Fensters $R_{w,R}$ [dB] bei einem Fensterflächenanteil [%]															
	37 dB			40 dB			42 dB			45 dB						
	25%	30%	40%	25%	30%	40%	25%	30%	40%	25%	30%	40%				
50	42	42	41	40	45	44	43	43	46	46	45	44	48	48	47	47
60	43	42	41	40	46	45	44	43	48	47	46	45	51	50	49	48
65	43	42	41	40	46	45	44	43	48	47	46	45	51	50	49	48

Besteht das Bauteil aus nur zwei Elementen, gilt für das resultierende Schalldämm-Maß $R_{w,R,RES}$ die vereinfachte Beziehung:

$$R_{w,R,RES} = R_{w,R,1} - 10 \lg \left[1 + \frac{S_2}{S_{ges}} \left(10^{\frac{R_{w,R,1} - R_{w,R,2}}{10}} - 1 \right) \right]$$

Anforderungen an Rollladenkästen

Bei der Anordnung von Rollladenkästen bzw. von Lüftungseinrichtungen ist deren Schalldämm-Maß und die zugehörige Bezugsfläche bei der Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes $R'_{w,R,RES}$ zu berücksichtigen. Bei Anwendung der Tafel 24 müssen entweder die Anforderungen an das Außenbauteil von der Außenwand mit Rollladenkasten und/oder Lüftungseinrichtung oder die Anforderungen an das Fenster von Fenster und Rollladenkasten und/oder Lüftungseinrichtungen gemeinsam eingehalten werden.

Anforderungen an Decken und Dächer

Für Decken von Aufenthaltsräumen, die zugleich den oberen Gebäudeabschluss bilden, sowie für Dächer und Dachschrägen von ausgebauten Dachräumen gelten die Anforderungen der Luftschalldämmung für Außenwände.

Bei Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen und bei Kriechböden sind die Anforderungen durch Dach und Decke gemeinsam zu erfüllen. Die Anforderungen gelten als erfüllt, wenn das Schalldämm-Maß der Decke allein um nicht mehr als 10 dB unter dem dafür erforderlichen Wert erf. $R'_{w,RES}$ liegt.

Einschalige KS-Außenwände

Für einschalige Außenwände kann das bewerte Schalldämm-Maß in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse den Tafeln 11 bis 16 entnommen werden.

Zur Verminderung von Wärmebrücken an kritischen Stellen, wie z.B. an Wandfußpunkten von Außenwänden oder Wandfußpunkten von Innenwänden über nicht beheizten Kellern oder Fundamentplatten, können als unterste Lage der Wand KS-ISO-Kimmsteine – das sind spezielle KS-Steine mit geringerer Wärmeleitfähigkeit und geringerer Rohdichte – verwendet werden. Es konnte rechnerisch nachgewiesen und durch Schalldämmungs-Messungen bestätigt werden, dass der Einfluss einer solchen Steinlage am Wandfußpunkt auf die Schalldämmung der Wand vernachlässigbar ist. Der messtechnische Nachweis erfolgte durch die FHS für Technik, Stuttgart, an einer 11 m² großen, 24 cm dicken Wand aus KS-Steinen KS-R(P) 20 – 1,8 – 8DF jeweils mit und ohne unterste Lage aus KS-ISO-Kimmsteinen der Rohdichteklasse 1,2.

Einschalige Außenwände mit KS-Thermohaut

Um die Wärmedämmung von KS-Außenwänden zu verbessern, werden häufig auf der Außenseite Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) angebracht.

Diese Systeme können die Schalldämmung der tragenden Wand – je nach Konstruktion – verschlechtern oder verbessern. Die frühere Meinung, dass diese Systeme die Schalldämmung praktisch immer verschlechtern, trifft nach neueren Untersuchungen und neuen, für diesen

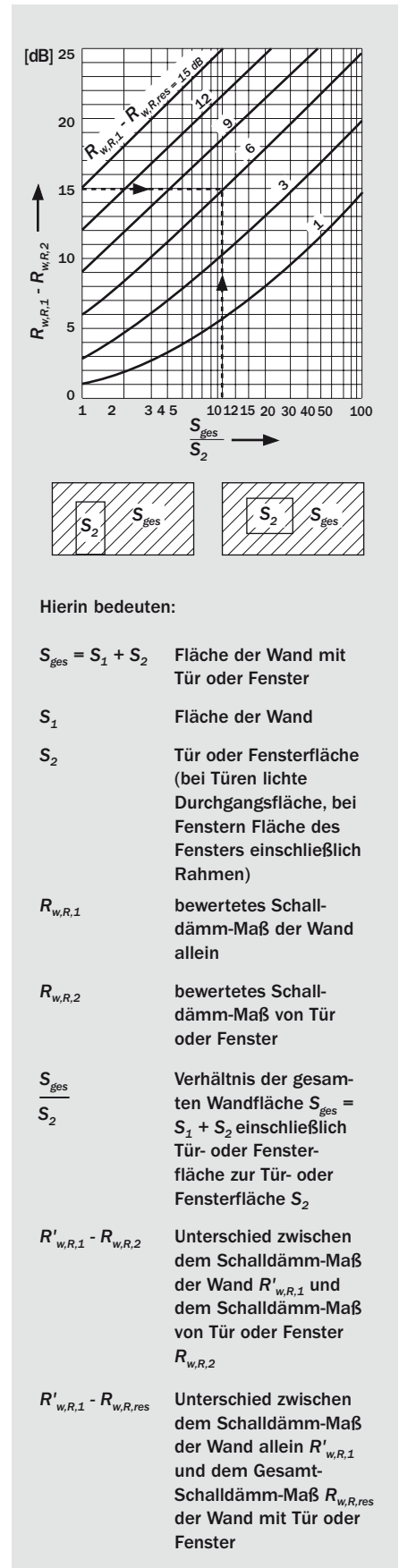


Bild 9: Graphische Abschätzung des resultierenden Schalldämm-Maßes $R'_{w,R,RES}$

Beispiel 1:

Außenwand mit WDVS:

$$R'_w = 48 \text{ dB}$$

Fenster:

$$R_w = 35 \text{ dB, } 30 \% \text{ Fensterflächenanteil}$$

$$R'_{w,R,res} = -10 \lg \left(0,70 \cdot 10^{\frac{-48}{10}} + 0,30 \cdot 10^{\frac{-35}{10}} \right) = 40 \text{ dB}$$

Zulässig im Lärmpegelbereich IV bei Wohngebäuden¹⁾

Beispiel 2:

Zweischalige Außenwand mit Kerndämmung mit oder ohne Luftschicht:

$$R'_w = 64 \text{ dB}$$

Fenster:

$$R_w = 45 \text{ dB, } 30 \% \text{ Fensterflächenanteil}$$

$$R'_{w,R,res} = -10 \lg \left(0,70 \cdot 10^{\frac{-64}{10}} + 0,30 \cdot 10^{\frac{-45}{10}} \right) = 50 \text{ dB}$$

Zulässig im Lärmpegelbereich VI bei Wohngebäuden¹⁾

¹⁾ Zu beachten ist die Fußnote in Tafel 24; ggf. ist ein Korrekturwert nach Tafel 23 zu berücksichtigen.

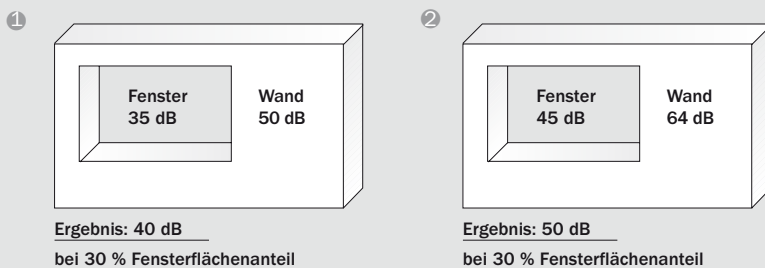


Bild 10: Beispiele zum Einfluss des Fensterflächenanteils

speziellen Anwendungszweck weiter entwickelten Materialien nicht mehr generell zu; die verschiedenen, auf dem Markt angebotenen Systeme müssen daher differenzierter betrachtet werden.

Die verschiedenen Systeme unterscheiden sich hauptsächlich durch die verwendeten Dämmstoffe, die aufgetragene Putzschicht und die Montageart.

Als 40...200 mm dicke Dämmstoffe werden verwendet:

- Mineralfaserplatten mit überwiegend liegenden Fasern,
- Mineralfaserplatten mit überwiegend stehenden Fasern,
- Hartschaum-Dämmplatten und
- elastifizierte Hartschaum-Dämmplatten.

Als Putzschichten werden Kunststoffputze oder mineralische Putze in Dicken von 6 bis 25 mm ($m' = 5...40 \text{ kg/m}^2$) aufgebracht. Als Bekleidung werden seltener auch keramische Schichten verwendet.

Die Montage auf der massiven Trägerwand kann im Klebverfahren teilflächig oder vollflächig (40...100 % der Fläche), durch Andübeln, eine Kombination von Klebung und Dübelung oder mit Montageschienen erfolgen.

Akustisch gesehen wirken alle Systeme nach dem gleichen Prinzip. Die Putzschicht bildet mit dem Dämmstoff und der tragenden Wand ein schwingungsfähiges Masse-Feder-Masse-System mit einer ausgeprägten Resonanzfrequenz f_0 . Unterhalb der Resonanzfrequenz verhält sich die Konstruktion etwa wie die einschalige, biegesteife Trägerwand, im Bereich um f_0 wird die Schalldämmung deutlich schlechter und oberhalb von f_0 steigt die Schalldämmung mit der Frequenz stark an.

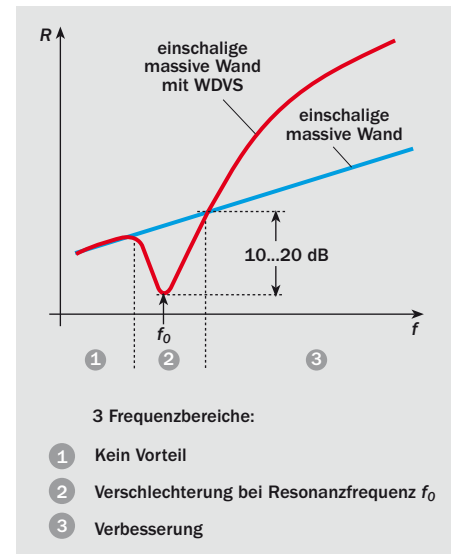


Bild 11: Schalldämmung der einschaligen, massiven Wand ohne und mit WDVS

Diese Eigenschaft kann man sich bei der Auslegung von Wänden mit WDVS zunutze machen. Wird ein hoher Wert für R'_w angestrebt (z.B. Schallschutz gegen Fluglärm, Lärm an Schnellstraßen und Schienenwegen mit starken höherfrequenten Anteilen), muss man die Resonanzfrequenz möglichst tief (z.B. unter 100 Hz) legen. Wird eine Konstruktion mit guter Schalldämmung gegen tieffrequenten Verkehrslärm (innerstädtischer Verkehrslärm, besonders bei hohem Lkw-Anteil) benötigt, sollte die Resonanzfrequenz nicht unter 250 Hz liegen, auch wenn dies für die Außenwand ein geringeres $R'_{w,R}$ ergibt.

Wenn bei der Planung die Schalldämmung einer Außenwand von großer Bedeutung ist, sollte das Frequenzspektrum des Außenlärms bekannt sein, damit man bei der Auslegung der Wand mit WDVS die Resonanzfrequenz – und damit die schlechtere Schalldämmung – nicht gerade in den Frequenzbereich legt, in dem das Außenlärmspektrum sein Maximum hat.

Die Resonanzfrequenz f_0 der Wand mit WDVS lässt sich näherungsweise nach folgender Gleichung berechnen:

$$f_0 = 160 \sqrt{s'/m'} \text{ [Hz]}$$

mit

- s' dynamische Steifigkeit des Dämmstoffes in MN/m^3
- m' flächenbezogene Masse des Außenputzes in kg/m^2

Aus dieser Gleichung erkennt man, dass eine niedrige Resonanzfrequenz durch

Verwendung einer Dämmschicht mit möglichst niedriger dynamischer Steifigkeit und einem schweren Putz erreicht werden kann. Folglich ging die Entwicklung in den letzten Jahren in die Richtung, geeignete Dämmstoffe mit dynamischen Steifigkeiten $s' \leq 7 \dots 10 \text{ MN/m}^3$ für WDVS zur Verfügung zu stellen, wie aus einer Reihe von allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für WDVS zu ersehen ist.

Die schalltechnische Wirkung eines WDVS wird derzeit durch die Änderung ΔR_w der tragenden Wand mit und ohne WDVS gekennzeichnet.

$$\Delta R_w = R_{w,\text{mit WDVS}} - R_{w,\text{ohne WDVS}}$$

Anmerkung: Eine Europäische Norm zur Bestimmung und Kennzeichnung der schalltechnischen Wirkung von Vorsatzschalen (und WDVS) ist in Vorbereitung, vorgesehen als EN ISO 140-16.

Die ΔR_w -Werte sind von der Schalldämmung der tragenden Wand, der Verklebung (% Flächenanteil), evtl. Verdübelung (Art und Anzahl der Dübel) und der Resonanzfrequenz des WDVS, die nach der o.g. Gleichung ermittelt werden kann, abhängig.

Der Rechenwert $R_{w,R}$ der Außenwand kann nach der folgenden Gleichung ermittelt werden:

$$R'_{w,R} = R'_{w,R,O} + \Delta R_{w,R}$$

mit

$R'_{w,R,O}$ Rechenwert des bewerteten Schalldämm-Maßes der Massivwand ohne WDVS, ermittelt nach Beiblatt 1 zu DIN 4109, Tabelle 1

ΔR_w Korrekturwert zur Luftschalldämmung in Abhängigkeit von der Resonanzfrequenz f_0

Die ΔR_w -Werte können den jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen der Dämmstoff-Hersteller entnommen werden. Sie liegen im Allgemeinen zwischen -6 dB und +6 dB, können bei besonderen Konstruktionen mit sehr tief liegender Resonanzfrequenz aber auch Werte über 10 dB erreichen.



Bild 12: Schallschluckwand aus KS-Lochsteinen mit werkseitig durchstoßener Lochung

Einschalige Außenwände mit Vorhangfassade

Bei Außenwänden mit leichten Vorhangschalen oder schweren Vorhangfassaden nach DIN 18515 wird nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 nur die flächenbezogene Masse der inneren, tragenden Wand als akustisch wirksam berücksichtigt.

Zweischalige KS-Außenwände

Bei zweischaligen Außenwänden nach DIN 1053-1 darf das bewertete Schalldämm-Maß aus der Summe der flächenbezogenen Massen der beiden Schalen – wie bei einschaligen, biegesteifen Wänden – ermittelt werden. Für die zweischalige Ausführung ist auf den so ermittelten Wert ein Zuschlag hinzuzufügen von

- 5 dB, wenn das Gewicht der auf die Innenschale stoßenden Wand weniger als 50 % der inneren Schale der Außenwand beträgt,
- 8 dB, wenn das Gewicht der auf die Innenschale stoßenden Wand mehr als 50 % der inneren Schale der Außenwand beträgt.

Andere Bauteile

Fenster und Glasbausteinwände

Rechenwerte der Schalldämm-Maße $R_{w,R}$ von Fenstern in verschiedenen Ausführungen sind in Tafel 26 a) und b) angegeben. Die Werte gelten für Fenster mit bis zu 3 m² Glasfläche der größten Einzelscheibe; für Fenster mit größeren Glasflächen sind die angegebenen Rechenwerte $R_{w,R}$ um 2 dB abzumindern. Die für die Beispiele angegebenen Schalldämm-Maße setzen voraus, dass die Fenster sowohl umlaufend dicht schließen als auch dicht in die Außenwand eingebaut sind. Die aus Tafel 26 a) abzulesenden Werte für die Schalldämmung $R_{w,R,\text{Fenster}}$ für Einfachfenster mit Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) gelten für ringsum dicht schließende Fenster.

Die aus Tafel 26 b) abzulesenden Werte für die Schalldämmung $R_{w,R,\text{Fenster}}$ für Einfachfenster mit Einfachglas, Verbund- und Kastenfenster gelten für ringsum dicht schließende Fenster.

Fenster mit Lüftungseinrichtungen werden nicht erfasst.

Tafel 26 a): $R_{w,R}$ -Werte und Konstruktionsmerkmale für Einfachfenster mit Mehrscheiben-Isolierglas (MIG)

Spalte	1	2	3	4	5	6
Zeile	$R_{w,P}$ [dB]	$R_{w,R}$ [dB]	$C^a)$ [dB]	$C_{tr}^a)$ [dB]	Konstruktionsmerkmale	Einfachfenster mit MIG ^{b)e)}
1	d)	25	d)	d)	d_{Ges} [mm] Glasaufbau [mm] SZR [mm] oder $R_{w,PGLAS}$ [dB] Falzdichtungen	≥ 6 – ≥ 8 ≥ 27 –
2	d)	30	d)	d)	d_{Ges} [mm] Glasaufbau [mm] SZR [mm] oder $R_{w,PGLAS}$ [dB] Falzdichtungen	≥ 6 – 12 ≥ 30 Ⓛ
5	35	33	–2	–4	d_{Ges} [mm] Glasaufbau [mm] SZR [mm] oder $R_{w,PGLAS}$ [dB] Falzdichtungen	≥ 10 $\geq 6 + 4$ ≥ 12 ≥ 32 Ⓛ
7	37	35	–1	–4	d_{Ges} [mm] Glasaufbau [mm] SZR [mm] oder $R_{w,PGLAS}$ [dB] Falzdichtungen	≥ 10 $\geq 6 + 4$ $\geq 16^e)$ ≥ 35 Ⓛ
10	40	38	–2	–5	$R_{w,PGLAS}$ [dB] Falzdichtungen	≥ 40 Ⓛ (AD/MD+ID)
12	42	40	–2	–5	$R_{w,PGLAS}$ [dB] Falzdichtungen	≥ 44 Ⓛ (AD/MD+ID)
15	45	43	–1	–5	$R_{w,PGLAS}$ [dB] Falzdichtungen	≥ 51 Ⓛ (AD/MD+ID)
16	≥ 46	≥ 44	f)	f)	f)	f)

d_{Ges} Gesamtdicke
 Glasaufbau Zusammensetzung der beiden Einzelscheiben
 SZR Scheibenzwischenraum; mit Luft oder Argon gefüllt
 $R_{w,PGLAS}$ Prüfwert der Scheibe im Normformat (1,23 m x 1,48 m) im Labor
 Falzdichtung AD umlaufende Außendichtung, MD umlaufende Mitteldichtung, ID umlaufende Innendichtung im Flügelüberschlag
 Ⓛ Mindestens eine umlaufende elastische Dichtung, in der Regel als Mitteldichtung angeordnet
 Ⓛ Zwei umlaufende elastische Dichtungen, in der Regel als Mittel- und Innendichtung oder auch als Außen- und Innendichtung angeordnet
 MIG Mehrscheiben-Isolierglas

^{a)} Die Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} gelten nur für das Bauteil Fenster. Sie können von den glasspezifischen Werten abweichen. Sie haben zurzeit keine baurechtliche Bedeutung, berücksichtigen aber bereits die zukünftige europäische Normung.

^{b)} Sämtliche Flügel müssen bei Holzfenstern mindestens Doppelfalze, bei Metall- und Kunststofffenstern mindestens zwei wirksame Anschläge haben. Erforderliche Falzdichtungen müssen umlaufend, ohne Unterbrechung angebracht sein; sie müssen weich federnd, dauerelastisch, alterungsbeständig und leicht auswechselbar sein. Um einen möglichst gleichmäßigen und hohen Schließdruck im

gesamten Falzbereich sicherzustellen, muss eine genügende Anzahl von Verriegelungsstellen vorhanden sein (wegen der Anforderungen an Fenster siehe auch DIN 18055).

^{c)} Die Schalldämmung der beschriebenen Verglasungen ist nicht identisch mit den alternativ angegebenen Schalldämmungen.

^{d)} In der Statistik sind keine neuen Konstruktionen enthalten, daher liegen für C und C_{tr} keine Korrekturwerte vor.

^{e)} Bei Holzfenstern genügt eine umlaufende Dichtung.

^{f)} Nachweis durch Prüfung

Anmerkung: Bei der Auswahl von Fenstern zum Schutz gegen Verkehrslärm mit starken tieffrequenten Anteilen (z.B. innerstädtischer Verkehrslärm) wird empfohlen, statt $R_{w,R}$ als Auswahlkriterium $R_{w,R} + C_{tr}$ zu wählen.

Tafel 26 b): $R_{w,R}$ -Werte und Konstruktionsmerkmale für Einfachfenster mit Einfachglas, Verbund- und Kastenfenster

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	$R_{w,R}$ [dB]	Konstruktionsmerkmale	Einfachfenster mit Einfachglas ^{a)}	Verbundfenster ^{a)}	Kastenfenster ^{a)b)}
2	30	d_{Ges} [mm] SZR [mm] oder $R_{w,PGLAS}$ [dB] Falzdichtungen	≥ 8 – ≥ 32 Ⓛ	≥ 6 ≥ 30 – Ⓛ	– – – –
3	32	d_{Ges} [mm] Glasaufbau [mm] SZR [mm] Falzdichtungen	c)	≥ 8 bzw. $\geq 4 + 4/12/4$ ≥ 30 Ⓛ	– – – Ⓛ
4	35	d_{Ges} [mm] Glasaufbau [mm] SZR [mm] Falzdichtungen	c)	≥ 8 bzw. $\geq 6 + 4/12/4$ ≥ 40 Ⓛ	– – – Ⓛ
5	37	d_{Ges} [mm] Glasaufbau [mm] SZR [mm] Falzdichtungen	c)	≥ 10 bzw. $\geq 6 + 6/12/4$ ≥ 40 Ⓛ	≥ 8 bzw. $\geq 4 + 4/12/4$ ≥ 100 Ⓛ
6	40	d_{Ges} [mm] Glasaufbau [mm] SZR [mm] Falzdichtungen	c)	≥ 14 bzw. $\geq 8 + 6/12/4$ ≥ 50 AD+ID ^{d)}	≥ 8 bzw. $\geq 6 + 4/12/4$ ≥ 100 AD+ID
7	42	d_{Ges} [mm] Glasaufbau [mm] SZR [mm] Falzdichtungen	c)	≥ 16 bzw. $\geq 8 + 8/12/4$ ≥ 50 AD+ID ^{d)}	≥ 10 bzw. $\geq 8 + 4/12/4$ ≥ 100 AD+ID
8	45	d_{Ges} [mm] Glasaufbau [mm] SZR [mm] Falzdichtungen	c)	≥ 18 bzw. $\geq 8 + 8/12/4$ ≥ 60 AD+ID ^{d)}	≥ 12 bzw. $\geq 8 + 6/12/4$ ≥ 100 AD+ID
9	46		c)	c)	c)

d_{Ges} Gesamtglasdicke, bei Verbund- und Kastenfenstern alternativ zum Glasaufbau für Konstruktionen mit Einfachgläsern
 Glasaufbau Zusammensetzung der Einzelscheiben
 SZR Scheibenzwischenraum
 $R_{w,PGLAS}$ Prüfwert der Scheibe im Normformat (1,23 m x 1,48 m) im Labor
 Falzdichtung AD Dichtung im äußeren Flügel, umlaufend
 ID Dichtung im inneren Flügel, umlaufend
 Ⓛ Mindestens eine umlaufende elastische Dichtung, in der Regel als Mitteldichtung

^{a)} Sämtliche Flügel müssen bei Holzfenstern mindestens Doppelfalze, bei Metall- und Kunststofffenstern mindestens zwei wirksame Anschläge haben. Erforderliche Falzdichtungen müssen umlaufend, ohne Unterbrechung angebracht sein; sie müssen weich federnd, dauerelastisch, alterungsbeständig und leicht auswechselbar sein. Um einen möglichst gleichmäßigen und hohen Schließdruck im gesamten Falzbereich sicherzustellen, muss eine genügende Anzahl von Verriegelungsstellen vorhanden sein (wegen der Anforderungen an Fenster siehe auch DIN 18055).

^{b)} Eine Schall absorbierende Leibung ist sinnvoll, da sie die durch Alterung der Falzdichtung entstehenden Fugenundichtigkeiten teilweise ausgleichen kann.

^{c)} Nachweis durch Prüfung

^{d)} Werte gelten nur, wenn keine zusätzlichen Maßnahmen zur Belüftung des Scheibenzwischenraumes getroffen sind oder wenn eine ausreichende Luftumlenkung im äußeren Dichtungssystem vorgenommen wurde (Labyrinthdichtung).

Weitere Details siehe Beiblatt 1 zu DIN 4109/A1:2002, Tabellen 40 und 41

Für Glasbaustein-Wände nach DIN 4242 mit Wanddicken $d \geq 80$ mm aus Glasbausteinen nach DIN 18175 gilt als Rechenwert $R_{w,R} = 36$ dB.

Decken und Dächer

Bei der Ermittlung der Schalldämmung von Flachdächern kann das Gewicht der Kies-schüttung bei der Bestimmung der flächen-bezogenen Masse berücksichtigt werden.

Das Beiblatt 1 zu DIN 4109 enthält Aus-führungsbeispiele für belüftete und nicht belüftete Flachdächer und geneigte Dä-cher in Holzbauart, für deren Schalldämm-Maß je nach Konstruktion Rechenwerte $R'_{w,R}$ von 35 bis 50 dB angegeben sind. Tafel 27 enthält Ausführungsbeispiele für geneigte Dächer (belüftet oder nicht belüftet) mit bewerteten Schalldämm-Maßen $R'_{w,R} = 35$ dB bis $R'_{w,R} = 45$ dB (Rechenwerte).

1.13 Schallabsorption

Im Gegensatz zur Schalldämmung, unter der man die Behinderung der Schallaus-breitung – z. B. in einen anderen Raum – versteht, erfolgt bei der Schallabsorption eine Minderung der Schallenergie in einem Raum an den Raumbegrenzungsflächen oder Gegenständen im Raum, in dem nur ein Teil der auftreffenden Schallenergie reflektiert wird. Die restliche Energie wird beim Eindringen der Schallwelle in ein po-röses Material in Wärme umgewandelt (so genannte Dissipation). Die Energie kann teilweise auch in Nachbarräume oder durch Öffnungen ins Freie gelangen und damit dem Raum verlorengehen.

Die Schallabsorption in einem Raum wird gekennzeichnet durch die äquivalente Schallabsorptionsfläche A, die man sich als 100 %ig absorbierend vorstellen kann. Alle auf diese Fläche A auffallende Energie wird dem Raum entzogen, so, als würde sie durch ein geöffnetes Fenster entweichen.

Übliche Baustoffe, Bauteile oder Kon-struktionen absorbieren immer nur teil-weise, nie vollständig. Ihr Absorptionsver-halten wird durch den Schallabsorptions-grad α gekennzeichnet; er ist das Verhält-nis der nicht reflektierten zur auffallenden Schallenergie. Demnach ist der Schallab-sorptionsgrad bei vollständiger Absorption $\alpha = 1$ und bei vollständiger Reflexion $\alpha = 0$.

Der Schallabsorptionsgrad α ist fre-quenzabhängig und wird nach DIN EN 20354 im Hallraum für Terzbereiche mit Mittenfrequenzen von 100 Hz bis 6400 Hz bestimmt und als Diagramm angegeben. In DIN EN ISO 11654 – Akustik, Schall-absorber zur Anwendung in Gebäuden, Bewertung der Schallabsorption – ist als

Tafel 27: Ausführungsbeispiele für belüftete oder nicht belüftete, geneigte Dächer in Holzbauart (Rechenwerte), Maße in mm

Zeile	Dachausbildung	Dachdeckung nach Ziffer	$R'_{w,R}$ [dB]
1		8	35
2		8	40
3		8a	45
4		8a	45
5		8	37

- 1 Faserdämmstoff nach DIN 18165-1, längenbezogener Strömungswiderstand $\Sigma \geq 5 \text{ kN} \cdot \text{s}/\text{m}^4$
- 1a Hartschaumplatten nach DIN 18164-1, Anwendungstyp WD oder WS und WD
- 2 Spanplatten oder Gipskartonplatten
- 2a Spanplatten oder Gipskartonplatten ohne/mit Zwischenlattung
- 2b Raumpundschalung mit Nut und Feder, 24 mm
- 3 Zusätzliche Bekleidung aus Holz, Spanplatten oder Gipskartonplatten mit $m' \geq 6 \text{ kg}/\text{m}^2$
- 4 Zwischenlattung
- 5 Dampfsperre, bei zweilagiger, raumseitiger Bekleidung kann die Dampfsperre auch zwischen den Bekleidungen angeordnet werden.
- 6 Hohlraum belüftet/nicht belüftet
- 7 Unterspannbahn oder Ähnliches, z.B. harte Holzfaserverplatten nach DIN 68754-1 mit $d \geq 3 \text{ mm}$
- 8 Dachdeckung auf Querlattung und erforderlichenfalls Konterlattung
- 8a Wie 8, jedoch mit Anforderungen an die Dichtigkeit (z.B. Faserzementplatten auf Rauspund $\geq 20 \text{ mm}$, Falzdachziegel nach DIN 456 bzw. Betondachsteine nach DIN 1115, nicht verfalzte Dachziegel bzw. Dachsteine in Mörtelbettung)

Tafel 28: Ausführungsvarianten Schall absorbierender Vorsatzschalen

Wand	Konstruktionsbeschreibung	mittlerer Schallabsorptionsgrad α
1	24 cm KS 12 – 1,8 – 2 DF	0,04
2	24 cm KS 12 – 1,8 – 2 DF 1 cm Mörtelfuge 11,5 cm KS L 12 – 1,4 – 2 DF Löcher sichtbar (nicht durchgestoßen) 36,5 cm	0,24
3	24 cm KS 12 – 1,8 – 2 DF 6 cm Luftschicht 11,5 cm KS L 12 – 1,4 – 2 DF Löcher sichtbar und durchgestoßen 41,5 cm	0,39
4	24 cm KS 12 – 1,8 – 2 DF 4 cm Mineralwolleplatten 11,5 cm KS L 12 – 1,4 – 2 DF Löcher sichtbar und durchgestoßen 39,5 cm	0,52

Dabei wird T in s, V in m^3 und A in m^2 angegeben. Aus der Gleichung ist ersichtlich, dass die Nachhallzeit T mit zunehmender Absorptionsfläche A abnimmt.

Die Pegelminderung des Schallpegels in einem Raum durch Einbringen von zusätzlichen absorbierenden Stoffen oder Konstruktionen wird durch nachfolgende Gleichung beschrieben:

$$\Delta L \approx 10 \lg \frac{A_2}{A_1} \text{ dB} \approx 10 \lg \frac{T_1}{T_2} \text{ dB}$$

Dabei gilt der Index 1 für den Raum im ursprünglichen Zustand, der Index 2 für den Raum mit zusätzlichem Absorptionsmaterial.

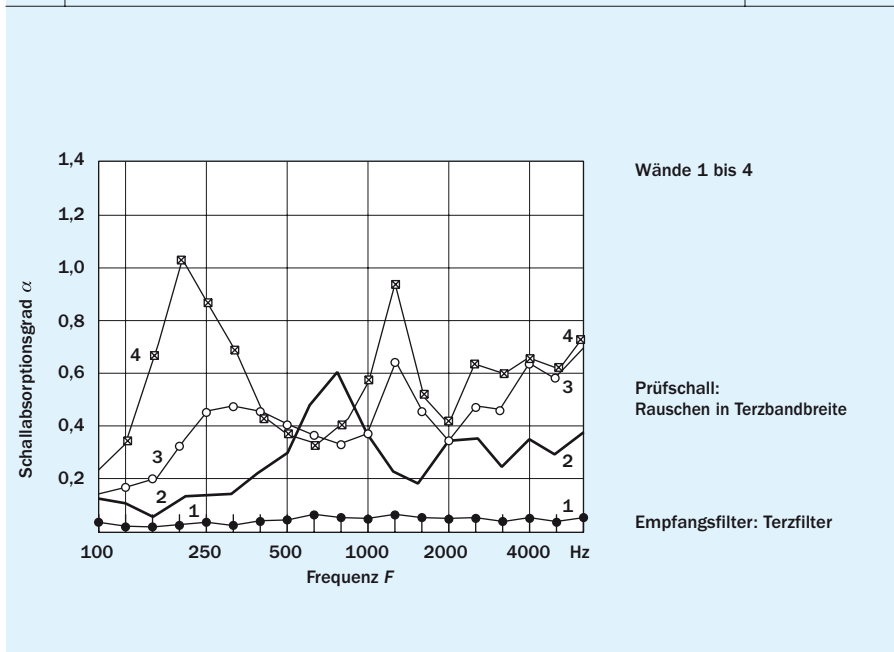
In der Praxis werden Schall absorbierende Einbauten überall dort verwendet, wo störende Schallreflexionen an schallharten Begrenzungsflächen oder -elementen vollständig oder teilweise vermieden werden sollen:

- Zur Minderung des Schallpegels in lärm-erfüllten Räumen (Werkhallen) und
- zur Regulierung der Nachhallzeit in Konzertsälen, Kirchen und Studioräumen

werden Schall absorbierende Wand- und Deckenverkleidungen oder separate Schallabsorber, möglichst über die Oberflächen des Raumes verteilt, eingebaut.

Einige Beispiele für frequenzabhängige Schallabsorptionsgrade, die mit Kalksandsteinen möglich sind, zeigt Tafel 28.

Übliches Mauerwerk aus Kalksandsteinen hat aufgrund der feinporigen Oberfläche der Steine Schallabsorptionsgrade von $\alpha = 0,01$ bis $0,06$. Zusammen mit einer vorgemauerten Schale aus KS-Lochsteinen mit durchgehender Querlochung und 6 cm Luftspalt ohne und mit Mineralwolleinlage lassen sich hohe Schallabsorptionsgrade mit recht verschiedenartigen Frequenzverläufen verwirklichen (die dargestellten Kurven zeigen Ergebnisse von Schallabsorptionsgradmessungen an der Technischen Universität Braunschweig).



frequenzunabhängige Einzahl-Angabe der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w definiert, der – wie auch bei Luft- und Trittschalldämmung – durch Vergleich der α_p -Werte mit der in dieser Norm festgelegten Bezugskurve ermittelt wird. Die praktischen Absorptionsgrade α_p sind die nach dieser Norm auf Oktavwerte umgerechneten Schallabsorptionsgrade, basierend auf Messungen nach DIN EN 20354 in Terzbändern. Die praktischen Absorptionsgrade α_p und der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w sind derzeit in Deutschland nicht gebräuchlich.

Durch Einbringung Schall absorbierender Stoffe oder Konstruktionen in einen Raum kann die äquivalente Schallabsorptionsfläche A des Raumes und damit seine Nachhallzeit sowie der Schallpegel im Raum beeinflusst werden.

Der Zusammenhang zwischen Nachhallzeit T , äquivalenter Schallabsorptionsfläche A und Raumvolumen V wird durch die Sabin'sche Gleichung beschrieben:

$$T = 0,16 \cdot V/A$$

2. NEUE WEGE FÜR DEN BAULICHEN SCHALLSCHUTZ

2.1 Einführung

„Eines Tages werden wir den Lärm bekämpfen müssen wie die Pest“. Was derart vor etwa hundert Jahren von Robert Koch (1843 – 1910) prophezeit wurde, ist heute bittere Realität geworden. Über 60 % der Bevölkerung fühlen sich durch Lärm gestört. Wissenschaftlich ist belegt, dass Lärm nicht nur belästigt, sondern auch gesundheitlich belastet und zu chronischen Erkrankungen führen kann. Wo findet der lärmgeplagte Mensch heutzutage die ersehnte Ruhe? Zumindest für die eigenen vier Wände wird erwartet, dass hier noch die erwünschte Ruhe herrscht.

Doch ist die Welt nicht einfacher geworden: Die Erwartungen an den Schallschutz steigen. Der Kostendruck nimmt zu. Diskussionen über den rechtlich geschuldeten Schallschutz führen zu weiterer Verunsicherung. Das Normungsumfeld für den baulichen Schallschutz hat sich aufgrund der europäischen Harmonisierung der Baubestimmungen komplett geändert und der Planungsprozess muss sich auf neue Nachweisverfahren für den Schallschutz einstellen. Anforderungen an den Wärmeschutz steigen und tangieren die Belange des Schallschutzes. Wie können Planer und Bauherren damit umgehen? Welche Lösungen sind erforderlich und realisierbar?

Schallschutz kann nicht unabhängig von all diesen Fragestellungen behandelt werden. Doch beinhalten Herausforderungen immer auch Chancen. Der vorliegende Beitrag zeigt, dass es Wege aus der „Lärmfalle“ gibt. Hintergründe und schalltechnische Problembereiche werden beleuchtet und Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt. Die Palette der verfügbaren Mittel reicht vom schalltechnischen Gesamtkonzept bis zu Lösungen im Detail. Schallschutz ist baubar – allerdings nur, wenn er von Anfang an in die Gesamtplanung integriert ist.

2.2 Schalltechnische Grundlagen in Kürze

Die Schalldämmung beschreibt, wie stark Schall, der auf ein Bauteil auftrifft, von diesem auf der lärmabgewandten Seite abgestrahlt werden kann. Die kennzeichnende Größe dafür ist das Schalldämm-Maß R , das messtechnisch wie folgt bestimmt wird:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} \text{ [dB]}$$

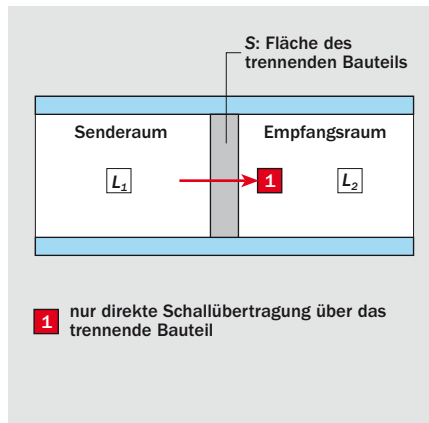


Bild 13: Messung des Schalldämm-Maßes im Labor

L_1 ist dabei der Schallpegel im lauten Raum (Senderaum), L_2 der Schallpegel im leisen Raum (Empfangsraum), S ist die Fläche des trennenden Bauteils und A die so genannte äquivalente Absorptionsfläche, mit der die im Empfangsraum vorhandene Absorption beschrieben wird. Der Messaufbau im Labor muss in Übereinstimmung mit der neuen Messnorm DIN EN 20140-3 [12] so gewählt werden, dass die Schallübertragung nur über das trennende Bauteil erfolgen kann (Bild 13). Im Gegensatz zum früher verwendeten Prüfstand mit bauähnlicher Flankenübertragung nach DIN 52210-2 [11] wird diese Art von Prüfstand als nebenwegfrei bezeichnet. Damit ist sichergestellt, dass ausschließlich die schalltechnische Leistungsfähigkeit des Bauteils charakterisiert wird, ohne dass zusätzliche Übertragungswege das Ergebnis beeinflussen.

Da die Messung frequenzabhängig durchgeführt wird, wird als so genannter *Einzelwert* das bewertete Schalldämm-Maß R_w [dB] nach DIN EN ISO 717-1 [10] bestimmt.

Beim *Schallschutz* innerhalb des Gebäudes muss beachtet werden, dass die Schallübertragung zwischen zwei Räumen (Bild 14) nicht mehr nur über das trennende Bauteil selbst (Direktübertragung), sondern auch über die flankierenden Bauteile stattfindet (*flankierende Übertragung*, auch *Schalllängsleitung* genannt).

Im Gegensatz zur im Labor durchgeführten Prüfung wird hier das so genannte Bau-Schalldämm-Maß R' bzw. das bewertete Bau-Schalldämm-Maß R'_w ermittelt. Es berücksichtigt alle an der Schallübertragung beteiligten Wege und charakterisiert damit den im Gebäude erreichten Schallschutz.

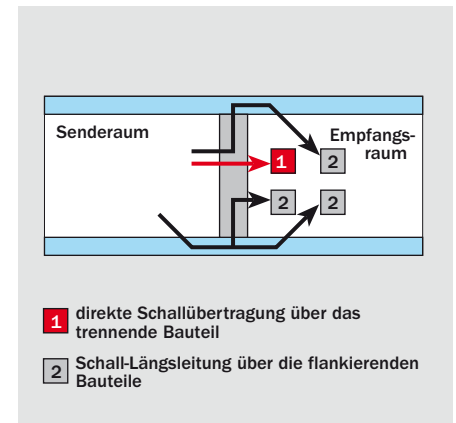


Bild 14: Schallschutz im Gebäude – direkte und flankierende Schallübertragung

Daraus ergeben sich folgende Konsequenzen, die bei der Planung zu berücksichtigen sind:

- Schall wird nicht nur über das trennende Bauteil übertragen.
- Die Gesamt-Schalldämmung setzt sich aus den Anteilen *aller* Übertragungswege zusammen.
- Die flankierende Übertragung begrenzt die erreichbare Schalldämmung.
- Die Anforderungen der DIN 4109 richten sich nicht an das trennende Bauteil allein, sondern an die Gesamtübertragung aller beteiligten Bauteile.

Nicht ohne Grund weist deshalb die DIN 4109 [1] in Abschnitt 3.1 ausdrücklich auf diesen Umstand hin:

„Die für die Schalldämmung der trennenden Bauteile angegebenen Werte gelten nicht für diese Bauteile allein, sondern für die resultierende Dämmung unter Berücksichtigung der an der Schallübertragung beteiligten Bauteile und Nebenwege im eingebauten Zustand; dies ist bei der Planung zu berücksichtigen.“

2.3 Schallschutz: Wunsch und Realität

Eigentlich liegt es auf der Hand: die zahlenmäßige Festlegung des zu planenden Schallschutzes kann nicht „frei schwebend“ erfolgen. Es sind vielmehr weitere Kriterien im Zusammenhang zu betrachten (Bild 15).

In erster Linie wird an die Anforderungen gedacht, die durch die geltende DIN 4109:1989-11 gestellt werden. Darüber hinaus ergeben sich aber weitere Gesichtspunkte, die bei einer sinnvollen und

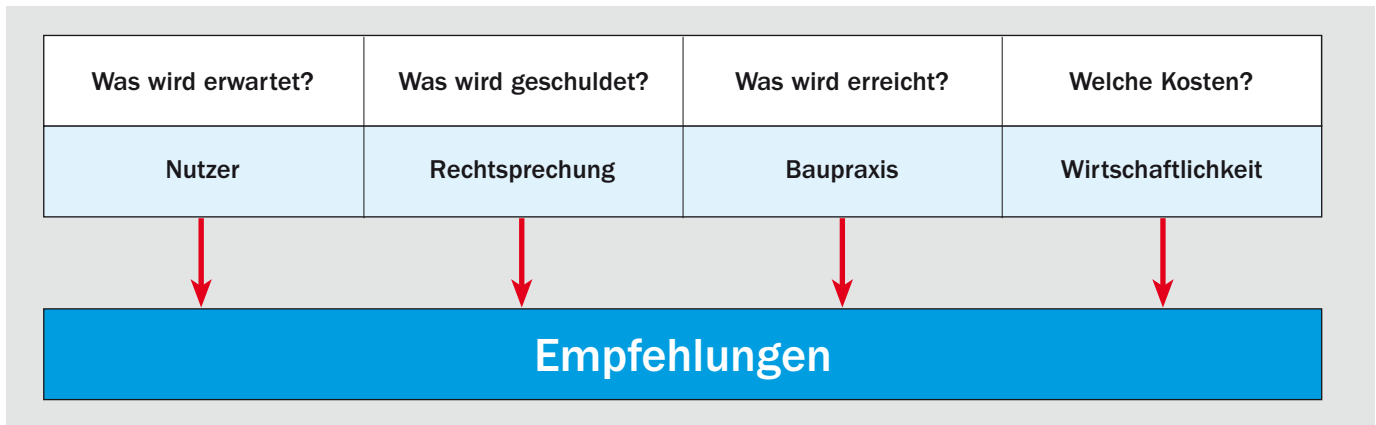


Bild 15: Kriterien bei der Bemessung des geplanten Schallschutzes

allseits zufriedenstellenden Festlegung ebenfalls der Erörterung bedürfen. Auf die Erwartungen der Bewohner, die Anforderungen in den Regelwerken, einige rechtliche Aspekte, die Schallschutzkosten und den erreichbaren Schallschutz soll in den nachfolgenden Abschnitten eingegangen werden.

Was erwarten die Bewohner?

Lärm belästigt und belastet. Je nach Art, Intensität und Einwirkungsdauer des Lärms ergeben sich unterschiedliche Lärmwirkungen, die von der zeitweiligen Belästigung bis hin zur dauerhaften gesundheitlichen Beeinträchtigung führen können.

In einer zunehmend von Lärm erfüllten Umwelt steigt das Bedürfnis, zumindest in den „eigenen vier Wänden“ noch seine Ruhe finden zu können. Werden Bauherren danach befragt, welche Anforderungen eine Wohnung erfüllen soll, dann wird regelmäßig ein guter Schallschutz ganz an vorderer Stelle genannt (Tafel 29).

Dieses elementare Anliegen findet regelmäßig seinen Niederschlag in Untersuchungsergebnissen, wenn Bewohner zum erwünschten Schallschutz ihrer Wohnungen befragt werden. Als Ergebnis mehrerer Felduntersuchungen unter Bewohnern verschiedener europäischer Länder ergab sich, dass ein deutlich höherer Schallschutz gewünscht wird, als er in den Mindestanforderungen festgelegt ist, um als „zufriedenstellend“ oder „gut“ bezeichnet zu werden [15] und [16]. Der Wunsch nach Ruhe im eigenen Wohnbereich hat für die Bewohner offensichtlich einen ausgesprochen hohen Stellenwert. Dies scheint Planern und Ausführenden nicht immer im notwendigen Maße bewusst zu sein. Eine vernünftige Planung des Schallschutzes sollte dem Rechnung tragen [17].

Welcher Schallschutz wird gefordert?

Hinsichtlich der im baulichen Schallschutz gestellten Anforderungen entstehen immer wieder Unsicherheiten, wenn es um die Abgrenzung des „normalen“ und des erhöhten Schallschutzes geht. Nachfolgend werden die vorhandenen Regelwerke inhaltlich und von der Höhe der Schallschutzanforderungen einander gegenübergestellt.

Regelwerke: Mindestschallschutz und erhöhter Schallschutz

Das Konzept der deutschen Schallschutznormen findet sich unter dem Dach der DIN 4109 wieder. Zusätzlich kann als weiteres Regelwerk die VDI-Richtlinie 4100 [8] genannt werden.

Bemessungswerte für den baulichen Schallschutz werden, mit unterschiedlicher Rechtsverbindlichkeit und Zielsetzung, in den folgenden Regelwerken aufgeführt:

- DIN 4109:1989-11 Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise [1], siehe auch [18].
- Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11 Schallschutz im Hochbau – Hinweise für Planung und Ausführung; Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich [6].
- VDI-Richtlinie 4100:1994-09 Schallschutz von Wohnungen; Kriterien für Planung und Beurteilung [8].
- Entwurf zu DIN 4109-10:2000-06 Schallschutz im Hochbau: Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz von Wohnungen [9].

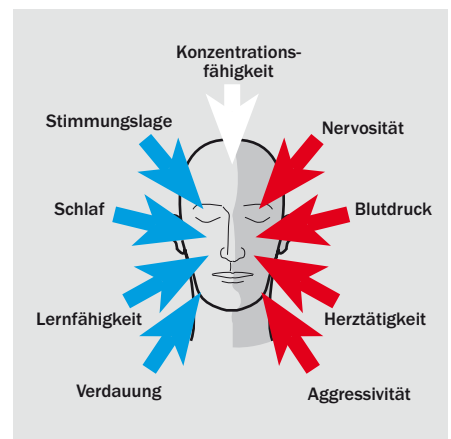


Bild 16: Auswirkungen und Störungen bei zuviel Lärm

Tafel 29: Umfrageergebnis bei Bauherren: „Was kommt für Sie nicht als Wohnungsbau-Sparmaßnahme in Frage?“

weniger Brandschutz	91 %
weniger Schallschutz	87 %
Installationsleitungen auf Putz	83 %
Wegfall der Kellerräume	79 %
kleinere Wohnfläche	69 %
Verzicht auf Terrasse, Balkon	65 %
Verzicht auf Garten	63 %
kleineres Grundstück	47 %

(Quelle: InformationsZentrum Beton, Köln 1994)

Angesichts der Harmonisierung von Normen auf allen Ebenen des europäischen Marktes, auch im Baubereich, wird immer wieder vermutet, dass in absehbarer Zeit die deutschen Schallschutzanforderungen durch europäische Anforderungen abgelöst werden und dass möglicherweise „das hohe deutsche Schallschutzniveau durch europäische Vorgaben aufgeweicht wird“. Die Harmonisierung der Schallschutznormen

men betrifft jedoch lediglich Messverfahren, Beurteilungsmethoden und Berechnungsverfahren (siehe 2.4). Die Festsetzung von Anforderungswerten verbleibt in alleiniger nationaler Verantwortung, so dass es aus europäischer Sicht keiner Änderung der derzeitigen Anforderungswerte bedarf.

Die Diskussion von Anforderungswerten kann demnach auf rein deutscher Ebene geführt werden. Durch die baurechtliche Einführung der DIN 4109 sind die dort enthaltenen Schallschutzanforderungen öffentlich-rechtlich geschuldete Eigenschaften. Beim Schallschutz innerhalb eines Gebäudes geht es ausdrücklich nur um den Schutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich. Der eigene Wohn- und Arbeitsbereich ist nicht Gegenstand baurechtlicher Anforderungen. Aufenthaltsräume sind z.B. Wohnzimmer, Schlafzimmer, Arbeitsräume, nicht aber Küchen, Bäder, Toiletten, Flure oder Haustechnikräume.

Die in DIN 4109 genannten Anforderungswerte sind als Mindestanforderungen zu verstehen, die nicht unterschritten werden dürfen.

Beiblatt 2 zu DIN 4109 enthält über den Geltungsbereich der DIN 4109 hinausgehend Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz und Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich. Angesichts des rein zivilrechtlichen Charakters der in Beiblatt 2 vorgeschlagenen Werte heißt es dort: „Ein erhöhter Schallschutz einzelner oder aller Bauteile nach diesen Vorschlägen muss ausdrücklich zwischen dem Bauherrn und dem Entwurfsverfasser vereinbart werden...“. Eine gleich lautende Formulierung findet sich auch für den eigenen Wohn- und Arbeitsbereich. Diese Formulierung kann rechtlich allerdings nicht so interpretiert werden, dass ein bestimmter Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich nur dann geschuldet wird, wenn darüber ausdrückliche Vereinbarungen bestehen.

Tafel 30: VDI 4100: Einteilung in 3 Schallschutzstufen (SSt)

Qualitätsbegriff für bauliche Bewertung	Schallschutzstufe nach VDI 4100
einfacher Standard	SSt I (wie DIN 4109)
üblicher Standard	SSt II
gehobener Standard	SSt III
luxuriöser Standard	nicht festgelegt

Tafel 31: Festlegungen zum baulichen Schallschutz, Geltungsbereich der Regelwerke

	fremder Wohn- und Arbeitsbereich		eigener Wohn- und Arbeitsbereich	
	öffentlich-rechtlich	zivilrechtlich	öffentlich-rechtlich	zivilrechtlich
Mindestanforderungen	DIN 4109	–	–	· Beiblatt 2 zu DIN 4109 · VDI 4100
erhöhter Schallschutz	–	· Beiblatt 2 zu DIN 4109 · VDI 4100		

Ziel der VDI-Richtlinie 4100 ist die schalltechnische Klassifizierung von Wohnungen. Sie ist im Rahmen zivilrechtlicher Vereinbarungen anwendbar. Als Adressaten nennt diese Richtlinie: Planer, akustische Berater, Bauherren, Vermieter, Mieter, Käufer und Verkäufer von Wohnungen. Unterschieden werden drei Schallschutzstufen (SSt I, II und III).

SSt I stimmt mit den Mindestanforderungen der DIN 4109 überein. Die SSt II nennt Werte, „bei deren Einhaltung die Bewohner [...] im Allgemeinen Ruhe finden [...] Bei Einhaltung der Kennwerte der SSt III können die Bewohner ein hohes Maß an Ruhe finden.“ Die Schallschutzstufen der VDI 4100 schließen auch den eigenen Wohn- und Arbeitsbereich ein. Grundlage der festgelegten Schallschutzwerte sind objektivierbare Kriterien wie z.B. das Durchhören von Sprache. Subjektive Vorstellungen können anhand einfacher Entscheidungskriterien präzisiert und in ein entsprechendes Anforderungsniveau umgesetzt werden.

Mit Hinblick auf zukünftige Entwicklungen ist darauf hinzuweisen, dass der zzt. in zwei Regelwerken behandelte erhöhte Schallschutz (Beiblatt 2 zu DIN 4109 und VDI 4100) demnächst in einem gemeinsamen Regelwerk (DIN 4109-10) vereinheitlicht werden soll. Dieses Papier liegt momentan als Gelbdruck vor. Im Wesentlichen sollen die Werte der VDI-Richtlinie übernommen werden.

Die Geltungsbereiche der genannten Regelwerke werden zusammenfassend in Tafel 31 dargestellt.

Zahlenmäßige Festlegungen des Schallschutzes

Die zahlenmäßigen Festlegungen der DIN 4109 und der VDI 4100 betreffen die Luft- und Trittschalldämmung, die Geräusche haustechnischer Anlagen und Betriebe und die Außengeräusche. Je nach Nutzungszweck werden unterschiedliche Festlegun-

gen getroffen. Für Wohngebäude vergleicht die nachfolgende tabellarische Zusammenstellung (Tafeln 32 und 33) für die Luft- und Trittschalldämmung die Werte des Mindestschallschutzes nach DIN 4109 mit dem erhöhten Schallschutz nach Beiblatt 2 zu DIN 4109 und nach VDI 4100.

Für den Schutz gegen Außenlärm werden in DIN 4109 für Aufenthaltsräume in Wohngebäuden die in Tafel 34 genannten Anforderungswerte festgelegt.

Einen erhöhten Schallschutz gegen Außenlärm kennt das Beiblatt 2 zur DIN 4109 nicht.

Tafel 32: Werte für die Luft- und Trittschalldämmung nach DIN 4109 und VDI 4100 für Mehrfamilienhäuser

	Luftschall erf. R'_w [dB]		Trittschall erf. $L'_{n,w}$ / TSM [dB]
	Wände	Decken	
DIN 4109 und VDI 4100 SSt I	53	54	53/10
DIN 4109/ Beiblatt 2	55	55	46/17
VDI 4100 SSt II	56	57	46/17
VDI 4100 SSt III	59	60	39/24

Tafel 33: Werte für die Luft- und Trittschalldämmung nach DIN 4109 und VDI 4100 für Einfamilien-Reihen- und Doppelhäuser

	Luftschall erf. R'_w [dB]		Trittschall erf. $L'_{n,w}$ / TSM [dB]
	Wände	Decken	
DIN 4109 und VDI 4100 SSt I	57	–	48/15
DIN 4109/ Beiblatt 2	67	–	38/25
VDI 4100 SSt II	63	–	41/22
VDI 4100 SSt III	68	–	34/29

Die VDI 4100 behält für ihre SSt II die Werte der DIN 4109 bei und erhöht sie um jeweils 5 dB bei SSt III. Im Gegensatz zur Luftschalldämmung geht die VDI-Richtlinie beim Außenlärm offensichtlich davon aus, dass durch die DIN 4109 der Schallschutz auf einem vernünftigen Niveau festgelegt wurde.

Was wird geschuldet?

Zahlreiche juristische Auseinandersetzungen um tatsächliche oder scheinbare schalltechnische Mängel und den geschuldeten Schallschutz belegen, dass der bauliche Schallschutz stark von rechtlichen Aspekten geprägt ist. Ca. 20 % aller Baustreitigkeiten vor Gericht werden im Bereich des Schallschutzes ausgetragen. Immer wieder stellt sich dabei die für die Betroffenen entscheidende Frage, ob es sich tatsächlich um Baumängel oder etwa um eine erhoffte „Finanzierung durch Schallschutz“ handelt. Gerichtsurteile, juristische Kommentare und Sachverständigenaussagen zeigen, wie nicht anders zu erwarten, dass eine einheitliche Darstellung der Rechtslage nicht erwartet werden kann. Die nachfolgenden Ausführungen sollen deshalb weniger als eine juristisch abgerundete Darstellung betrachtet werden, sondern als eine Darstellung aus der Sicht eines Bauakustikers.

Aus baurechtlicher Sicht ist die Situation eindeutig: geschuldet werden die (Mindest-)Anforderungen der DIN 4109. Also: kein erhöhter Schallschutz und kein Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich.

Privatrechtlich wird hingegen die Ordnungsgemäßheit der Leistung geschuldet. Hierzu sagt die VOB/B:

- § 4 Nr. 2 (1): „Der Auftragnehmer hat die Leistung unter eigener Verantwortung nach dem Vertrag auszuführen. Dabei hat er die *anerkannten Regeln der Technik* und die gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen zu beachten.“
- § 13 Nr. 1: „Der Auftragnehmer übernimmt die Gewähr, dass seine Leistung zur Zeit der Abnahme die *vertraglich zugesicherten Eigenschaften* hat, den *anerkannten Regeln der Technik* entspricht und *nicht mit Fehlern behaftet* ist, die den Wert oder die Tauglichkeit zu dem gewöhnlichen oder dem nach dem Vertrag vorausgesetzten Gebrauch aufheben oder mindern.“

Tafel 34: Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen bei Wohngebäuden nach DIN 4109, Tafel 8

Lärmpegelbereich	I	II	III	IV	V	VI	VII
maßgeblicher Außenlärmpegel [dB] (A)	bis 55	56 – 60	61 – 65	66 – 70	71 – 75	76 – 80	> 80
erf. R' _{w, res} des Außenbauteils [dB]	30	30	35	40	45	50	abhängig von den örtlichen Gegebenheiten

In erster Linie wird sich die Ordnungsgemäßheit der Leistung an den vertraglichen Regelungen orientieren. Erfahrungsgemäß fehlen diese im Bereich des baulichen Schallschutzes oft oder sind unbestimmt. Es gilt dann: Planung und Ausführung nach den anerkannten Regeln der Technik (a.R.d.T.). Diese können schriftlich fixiert sein, müssen es aber nicht. Auch müssen sie nicht zwangsläufig mit geltenden DIN-Normen oder anderweitigen Regelwerken übereinstimmen. Im Zweifelsfall hat, mit Hilfe von Sachverständigen, das Gericht den geschuldeten Schallschutz nach den a.R.d.T. festzusetzen. Die Einhaltung der (Mindest-) Anforderungen nach DIN 4109 schließt nicht grundsätzlich ein, dass in jedem Fall auch den Ansprüchen der a.R.d.T. Rechnung getragen wurde. Die DIN 4109 definiert ihren eigenen Anwendungsbereich in Abschnitt 1 (Anwendungsbereich und Zweck) wie folgt (Auszug):

„In dieser Norm sind Anforderungen an den Schallschutz mit dem Ziel festgelegt, Menschen in Aufenthaltsräumen vor *unzumutbaren* Belästigungen durch Schallübertragung zu schützen. [...]

Auf Grund der festgelegten Anforderungen kann nicht erwartet werden, dass Geräusche von außen oder aus benachbarten Räumen nicht mehr wahrgenommen werden.

[...] Die Anforderungen setzen voraus, dass in benachbarten Räumen keine ungewöhnlich starken Geräusche verursacht werden.“

Gewährleistungsfälle treten z.B. immer wieder auf, wenn für Wohnobjekte mit gehobenem Komfort („Komfortwohnungen“, „gehobene Ansprüche“, „qualitativ hochwertige Ausstattung“ etc.) lediglich der Mindest-Schallschutz nach DIN 4109 eingehalten wird.

Gewährleistungsfälle sind aber auch dann möglich, wenn zwar der Schallschutz der Norm erreicht wurde, durch die Art der vorgesehenen Konstruktion aber bei mangelgreier Ausführung nach den a.R.d.T. ein höherer Schallschutz erreichbar gewesen wäre.

Mit Bezug auf die a.R.d.T. ist auch klar, dass der von den baurechtlichen Vorgaben nicht tangierte eigene Wohn- und Arbeitsbereich schalltechnisch kein rechtsfreier Raum ist, in welchem nichts geschuldet wird. Auch hier muss nach den a.R.d.T. verfahren werden.

Was kostet der Schallschutz?

Immer wieder wird behauptet, dass der bauliche Schallschutz ein „Kostentreiber“ sei. Tatsächlich ist Schallschutz teuer – wenn er falsch oder gar nicht geplant wurde, wenn er erst nachträglich realisiert wird oder gar erst durch „Reparaturmaßnahmen“ zu Stande kommt. Das kann aber nicht der Maßstab für eine sachgerechte Beurteilung sein. Keine, geringe oder vertretbare Mehrkosten dagegen entstehen, wenn der Schallschutz bereits integraler Bestandteil der Planung ist! Erhöhter Schallschutz und kostengünstiges Bauen können miteinander verbunden werden. Bei erfahrenen Beratenden Ingenieuren wird dieser Ansatz schon längst in die Praxis umgesetzt. Eine allgemein gültige Aussage zur Kostenfrage ist an dieser Stelle allerdings nicht möglich, da sie von den gegebenen Umständen (Ausgangssituation, gewählte Bauweise, angestrebtes Schallschutzniveau) abhängt. Verwiesen sei auf entsprechende Studien, die sich bei differenzierter Betrachtung dieser Frage angenommen haben, z.B. [19 und 20]. Im Wesentlichen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass im Massivbau der erhöhte Schallschutz nach Beiblatt 2

zu DIN 4109 ohne Mehrkosten und die Schallschutzstufe II der VDI 4100 mit geringen Mehrkosten gegenüber den Mindestanforderungen der DIN 4109 realisiert werden kann. In der ganzen Kostendiskussion hat sich allerdings noch nicht ausreichend herumgesprochen, dass zu einer guten Wohnung auch ein guter Schallschutz gehört. Hellhörige Wohnungen lassen sich schon jetzt schlecht vermieten oder verkaufen. Guter Schallschutz muss deshalb als eine wertsteigernde und zukunftssichere Investition betrachtet werden. Diese Ansicht hat sich aber noch nicht generell durchgesetzt. So wird zwar bei vielen Kostenbetrachtungen ein möglicher Wohnflächenverlust mit „spitzem Griffel“ erfasst und in die Schallschutzkosten mit eingerechnet, auf der Habenseite fehlt aber oft die Wertsteigerung, die durch höheren Schallschutz entsteht. Bewusstseinsbildung tut hier not. Die Schallschutzqualität muss zu einem zentralen Wertgegenstand des Wohneigentums werden. 80 % aller Mieter sind bereit, in einen besseren Schallschutz mehr zu investieren, wenn sie überprüfbare Qualitätsstandards vorfinden.

Was wird erreicht?

Grundsätzlich ist vor der Festlegung des vereinbarten Schallschutzes die Frage zu beantworten, welcher Schallschutz mit der gewählten Bauweise erreicht werden kann. Illusorische Werte, die zwar in der Papierform einen glänzenden Eindruck hinterlassen, hinterher aber nicht entsprechend umgesetzt werden können, hinterlassen oftmals nur einen Scherbenhaufen. Eine Orientierung am tatsächlich Machbaren ist erforderlich.

Anhand von Güteprüfungen in Gebäuden wurde bereits in den 80er Jahren festgestellt, dass im Wohnungsbau im Mittel folgende Werte erreicht werden [18 und 21]:

- für Wohnungstrenndecken:
1966: $R'_w \approx 55$ dB
1985: $R'_w \approx 56$ dB
- für Wohnungstrennwände:
1966: $R'_w \approx 53...54$ dB
1985: $R'_w \approx 55$ dB

Auswertungen des Umweltbundesamtes [22] ergaben etwa zur selben Zeit, dass folgende Werte von 50 % der neu errichteten Gebäude erreicht werden:

- für Wohnungstrenndecken:
 $R'_w \approx 58$ dB
- für Wohnungstrennwände:
 $R'_w \approx 56$ dB

Solche Werte sollten nicht missbräuchlich zur Festlegung von vermeintlichen Mindestanforderungen interpretiert werden. Sie liefern aber den Hintergrund für die Festlegungen eines erhöhten Schallschutzes. Gerade beim erhöhten Schallschutz ist jedoch die Grenze des wirtschaftlich Machbaren sorgfältig abzuwägen. Für konventionelle Massivbauweise (einschalige, massive Bauteile) ist die resultierende Luftschalldämmung zwischen Wohnungen auf ca. 57... 58 dB begrenzt. Grund ist die Schall-Längsleitung über flankierende Bauteile, die ohne zusätzliche Gegenmaßnahmen keine höheren Werte erlaubt. Noch höherer Schallschutz muss konstruktiv umgesetzt werden und ist ohne Fachplaner i.d.R. nicht zu bewältigen. Er führt zu anderen Bauweisen: mehrschalige Konstruktionen, getrennte Bauteile, Körperschall dämmende Bauteilverbindungen. Grundsätzlich gilt, dass bei höheren Anforderungen die baukonstruktive Planung durch eine schalltechnisch richtige Planung der Wohnungsgrundrisse ergänzt werden muss. Es wird geraten, Anforderungen, die über die Schallschutzstufe 2 hinausgehen, nur dann vertraglich zu vereinbaren, wenn im Planungsstadium die sichere konstruktive Umsetzung aufgezeigt werden kann.

Einige Hinweise zur Festlegung des Schallschutzniveaus

Mindestanforderungen oder erhöhter Schallschutz? Und wenn erhöhter Schallschutz – wie hoch sollte er sein? Wie das Schallschutzniveau im konkreten Fall festgelegt werden soll, kann nicht allgemein gültig ohne Berücksichtigung der aktuellen Randbedingungen definiert werden. Einige Hinweise seien jedoch gegeben:

- Die gesetzlich festgelegten Anforderungen sind Mindestanforderungen, die zufrieden stellende akustische Bedingungen nicht zwangsläufig sicherstellen.
- Es dürfte allerdings schwer fallen, die a.R.d.T. so zu interpretieren, dass generell *nicht* nach den Mindestanforderungen der DIN 4109 gebaut werden kann. Insbesondere ist scharf zu differenzieren, ob es sich um den Schutz vor Luftschall, Trittschall

oder haustechnischen Anlagen (hier insbesondere Wasserinstallationen) handelt. Dennoch sollte nach Möglichkeit (auch im Geschosswohnungsbau) der erhöhte Schallschutz nach Beiblatt 2 zu DIN 4109 angestrebt werden, da dieser für den „Normalfall“ (keine gehobenen Ansprüche) dem heutigen Schutzbedürfnis der Bewohner eher Rechnung trägt und der heutzutage durchschnittlich erreichte Schallschutz in ausgeführten Gebäuden über den Werten der Mindestanforderungen liegt.

- Erhöhter Schallschutz sollte dann realisiert werden, wenn vom Nutzungszweck erkennbar ist, dass es sich um höherwertige Wohnungen handelt. Dies dürfte insbesondere bei Eigentumswohnungen der Fall sein.
- Ob dabei auf die Vorschläge für den erhöhten Schallschutz nach Beiblatt 2 zu DIN 4109 oder die Schallschutzstufe II der VDI 4100 zurückzugreifen ist, ist im Einzelfall unter Berücksichtigung aller zuvor genannten Aspekte (Bild 15) zu prüfen. Dem Schutzbedürfnis unter gehobenen Ansprüchen trägt die SSt II mit Sicherheit eher Rechnung, da sie mit ihren gegenüber Beiblatt 2 höheren Werten eine deutlichere Abstufung gegenüber den Mindestanforderungen der DIN 4109 enthält. Ein erkennbarer Qualitätsunterschied ist damit zu erzielen.
- Gegenüber dem Mindestschallschutz empfiehlt sich für den erhöhten Schallschutz ein deutlich erkennbarer Unterschied:
 - 3 dB mehr beim Luftschallschutz
 - 7 dB weniger beim Trittschallschutz
- Zu beachten ist, dass nach der VDI 4100 auch der eigene Wohn- und Arbeitsbereich in die Anforderungen mit aufgenommen wird. Dies wird in zahlreichen Fällen zu Problemen führen, insbesondere dann, wenn ungünstige Grundriss-Situationen (offene Grundrisse) vorliegen. Bei Bezug auf die VDI 4100 sollte deshalb bei der Planung geprüft werden, ob die Anforderungen auch im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich realisiert werden können. Diese Diskrepanz wird bei der zukünftigen DIN 4109-10 nicht mehr bestehen.

- Das Signum „kostengünstiges Bauen“, „Sparhaus“ etc. bedeutet nicht, dass hier nicht mehr der Mindestschallschutz nach DIN 4109 geschuldet wird. Über die öffentlich-rechtliche Ebene hinaus ist auch hier nach den a.R.d.T. zu verfahren.
- Bezüglich des Schallschutzes ist die Beratungspflicht des Planers/Architekten ernst zu nehmen. Bauherrenwünsche, gesetzliche Vorgaben und Wirtschaftlichkeit sind zu erörtern und in die Planung bei der Festlegung des Schallschutzes einzubinden. Über die Festlegungen sind klare und widerspruchsfreie vertragliche Vereinbarungen zu treffen.
- Schallschutz sollte als wertsteigerndes Kriterium einbezogen werden.

2.4 Die europäische Normung: Ursachen und Wirkungen

Die für den Bausektor geltenden Voraussetzungen zum europäischen Binnenmarkt wurden in der Bauproduktenrichtlinie des Jahres 1988 niedergelegt [23]. Danach sind „harmonisierte“ (d.h. vereinheitlichte) Normen für Bauprodukte in all denjenigen Bereichen, die so genannte „wesentliche Anforderungen“ an Bauwerke enthalten, zu erstellen. Zu diesen wesentlichen Anforderungen gehört auch der Schallschutz. Damit ist eindeutig festgelegt, dass auch der Bereich des baulichen Schallschutzes auf europäischer Ebene zu regeln ist. Im „Grundlagendokument Schallschutz“ [24] wurden die den baulichen Schallschutz betreffenden Vorgaben konkretisiert. Was soll nun auf europäischer Ebene „harmonisiert“ werden? Entgegen der Vermutung, dass infolge der Bauproduktenrichtlinie nur das einzelne Bauprodukt betroffen sei, wurde der Geltungsbereich vielmehr eindeutig auch auf die Eigenschaften fertiger Gebäude ausgedehnt. Drei Bereiche werden durch die CEN-Normen abgedeckt:

- *Prüfverfahren* zur Ermittlung der schalltechnischen Eigenschaften von Bauteilen, aber auch kompletter Gebäude.
- *Bewertungsverfahren*, mit denen die messtechnisch ermittelten Eigenschaften von Bauteilen und Gebäuden durch einen einzigen Wert („Einzahlwert“) charakterisiert werden können.
- *Berechnungsverfahren*, mit deren Hilfe die bauakustische Qualität eines Gebäudes – z.B. im Rahmen der Prognose

oder eines Nachweisverfahrens – rechnerisch ermittelt werden kann.

Von der europäischen Normung zu einer neuen DIN 4109

Die Harmonisierung der für den bauakustischen Bereich zutreffenden Normen ist mittlerweile weitgehend abgeschlossen worden. Welche Konsequenzen hat dies für das deutsche Schallschutzkonzept im Rahmen der DIN 4109? Hierauf gibt es eine eindeutige Antwort: unabhängig von der Diskussion, ob eine neue DIN 4109 gebraucht wird, wird die Überarbeitung alleine durch die Existenz der europäischen Normen und deren Vorgaben de facto erzwungen. Die maßgeblichen Gründe dafür sind:

- Änderung von Prüfverfahren: Der bisherige Prüfstand mit bauähnlicher Flankenübertragung wurde abgeschafft. Kennzeichnende Größe für die Prüfung der Schalldämmung von Bauteilen im Labor ist ausschließlich R bzw. R_w .
- Die neuen Berechnungsverfahren sind (weitgehend) nicht kompatibel mit den Verfahren der DIN 4109.
- Der derzeitige Bauteilkatalog (Ausführungsbeispiele in Beiblatt 1 zu DIN 4109 [4]) muss völlig überarbeitet werden, da alle Angaben auf der Basis von R'_w hinfällig geworden sind und neue Größen (Stoßstellendämm-Maß k_{ji}) für den rechnerischen Nachweis dazugekommen sind.

Andererseits wird aber auch deutlich, dass unabhängig vom äußeren Handlungsdruck eine Überarbeitung als Chance zur konstruktiven Änderung der DIN 4109 verstanden werden kann. Folgerichtig wurde vom zuständigen Normungsgremium NABau-DIN 4109 schon 1997 die Überarbeitung der kompletten DIN 4109 beschlossen.

Inzwischen sind in Deutschland alle bauakustischen Mess- und Prüfverfahren auf europäische Normen umgestellt worden. „Restnormen“, die solche Teile der bisherigen DIN 52210 aufgreifen, die von den europäischen Mess- und Prüfverfahren (noch) nicht abgedeckt werden, sind erarbeitet worden. So liegt seit 1997 der überarbeitete Teil 7 der DIN 52210 [25] vor und seit 2003 der neue Teil 11 der DIN 4109 [3]. In diesem geänderten Umfeld mussten auch notwendige Anpassungen vorgenommen werden, um mit der derzeitigen DIN 4109 für den Schallschutznachweis handlungs-

fähig zu bleiben. Beiblatt 3 zu DIN 4109 [7] verdankt dieser Anpassung seine Entstehung. Mittlerweile ist deutlich geworden, dass die „alte“ DIN 4109 isoliert in einer geänderten Normumgebung steht. Auch von dieser Seite her erweist sich der Entschluss zu einer neuen DIN 4109 als zukunftsgerichtet.

Änderungen bei Mess-, Bewertungs- und Berechnungsverfahren

Unter zahlreichen Änderungen, die im Detail oft nur für Prüfstellen von Bedeutung sind, sollen hier die erläuterten werden, die sich in der Schallschutzpraxis als bedeutsam für den Planer herausgestellt haben.

Änderungen bei Messverfahren

Die messtechnische Ermittlung von Kennwerten für Luft- und Trittschall dämmende Bauteile erfolgt nach den europäischen Prüfverfahren schon seit einiger Zeit nur noch in Wand- und Deckenprüfständen ohne Flankenübertragung. Der bisherige deutsche „Prüfstand mit bauähnlicher Flankenübertragung“ nach DIN 52210-2 ist damit abgeschafft worden. Die Messung der Schalldämmung erfolgt ausschließlich nach dem in Bild 13 beschriebenen Prinzip. Messgrößen im Labor sind nun nur noch R statt R' für die Luftschalldämmung und L_n statt L'_n für die Trittschalldämmung.

Änderungen bei Bewertungsverfahren

Bei der Ermittlung von Einzahlangaben haben sich folgende Änderungen ergeben:

- Bauteile werden nur noch durch R_w und $L_{n,w}$ gekennzeichnet. R'_w und $L'_{n,w}$ gibt es nur noch bei Gebäuden. Dies hat Auswirkungen auf das Nachweisverfahren der DIN 4109 und die Ausführungsbeispiele im Beiblatt 1 zu DIN 4109.
- Der Schallschutz in Gebäuden kann außer durch R'_w und $L'_{n,w}$ auch mit anderen Einzahlangaben (z.B. den nachhallzeitbezogenen Größen $D_{n,T,w}$ und $L'_{n,T,w}$) gekennzeichnet werden.
- Durch zusätzliche so genannte Spektrum-Anpassungswerte können bei der Ermittlung von Einzahlangaben verschiedene Schallpegelspektren unterschiedlicher Lärmquellen berücksichtigt werden. Bei der Kennzeichnung der Luftschalldämmung von Bauteilen sind neben R_w obligatorisch die Spektrum-Anpassungswerte C (für eine Anregung mit A-bewertetem Rosa-Rauschen) und C_{tr} (für eine An-

regung mit A-bewertetem städtischem Straßenverkehrslärm) anzugeben. Bei der Bewertung der Trittschalldämmung kann zusätzlich ein Anpassungswert C_i ermittelt werden, der die tatsächliche Anregung von Decken durch Gehen besser berücksichtigt. Die Angabe von C_i ist allerdings nicht verbindlich. Die Spektrum-Anpassungswerte können für verschiedene Frequenzbereiche angegeben werden.

Änderungen bei Berechnungsverfahren

Auch wenn gelegentlich zu hören ist, dass insbesondere für die Berechnungsverfahren auf europäischer Ebene kein Normungsbedarf bestünde, ist hierfür durch die EU-Vereinbarungen ein eindeutiger Normungsauftrag erteilt worden. Dies ist im Sinne eines gemeinsamen Marktes folgerichtig, da Handelshemmnisse nicht nur beim Warenaustausch, sondern auch im Dienstleistungsbereich abgebaut werden sollen. Konsequenterweise sollen deshalb nicht nur die Produkteigenschaften einheitlich gekennzeichnet werden, sondern auch die Berechnungsverfahren über die Grenzen hinweg gemeinsamen Grundsätzen folgen.

Für die Prognose des Schallschutzes in Gebäuden wurde das bei CEN zuständige Technische Komitee CEN/TC 126 beauftragt, in 6 Teilen Rechenverfahren für die Prognose des Schallschutzes zu erarbeiten:

- Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen, DIN EN 12354-1 [26].
- Teil 2: Trittschalldämmung zwischen Räumen, DIN EN 12354-2 [27].
- Teil 3: Luftschalldämmung gegen Außenlärm, DIN EN 12354-3 [28].
- Teil 4: Schallübertragung von Räumen ins Freie, DIN EN 12354-4 [29].
- Teil 5: Schallpegel von haustechnischen Anlagen und Installationen in Räumen, PrEN 12354-5.
- Teil 6: Nachhallzeit in Räumen, PrEN 12354-6.

Die Teile 1 bis 4 sind seit längerer Zeit bereits im Weißdruck erschienen und liegen inzwischen in deutscher Übersetzung auch als DIN EN-Normen der Normenreihe 12354 vor. Teil 5 befindet sich zurzeit noch in Bearbeitung. Ein Normentwurf existiert noch nicht. Für Teil 6 wurde ein erster abstimmungsfähiger Entwurf erarbeitet.

Bei der Umsetzung im Rahmen der neuen DIN 4109 spielen die ersten beiden Teile die wichtigste Rolle. Insbesondere zum Teil 1 (Luftschalldämmung) wurden für den Massivbaubereich umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, die sich mit der Anwendung des Berechnungsverfahrens und der Erarbeitung von Daten für den Bauteilkatalog beschäftigen. Grundsätzlich wurde die Entscheidung getroffen, dass beim für die DIN 4109 durchzuführenden Schallschutznachweis auf das so genannte „Vereinfachte Modell“ zurückgegriffen wird: Die gesamte Berechnung wird nicht frequenzabhängig (wie im „Detaillierten Modell“), sondern mit Einzahlwerten durchgeführt.

Auch bei der Umsetzung von Teil 2 (Trittschalldämmung) soll auf das Vereinfachte Modell zurückgegriffen werden. Dieses entspricht im Wesentlichen dem derzeitigen Verfahren (äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel $L_{n,w,eq}$ und bewertete Trittschallminderung ΔL_w), berücksichtigt aber zusätzlich für die flankierende Trittschallübertragung einen Korrekturfaktor, der in Abhängigkeit von der mittleren flächenbezogenen Masse der flankierenden Bauteile ermittelt wird:

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

Inwiefern das primär für den Massivbau vorgesehene vereinfachte Verfahren auch für andere Situationen zutreffend ist, bedarf noch einer näheren Überprüfung.

Teil 3 wird den bisherigen Schallschutznachweis für den Außenlärm ersetzen. Dagegen wird Teil 4, der die Schallabstrahlung durch Gebäude behandelt, nicht in das DIN 4109-Konzept aufgenommen werden, da dieser Themenkomplex nicht in ihren Zuständigkeitsbereich fällt. Für die Umsetzung ist dagegen Teil 5 von großer Bedeutung, da hier der bislang stets stark vernachlässigte Bereich der haustechnischen Anlagen aufgegriffen wird. Es ist jedoch abzusehen, dass die Normungsarbeit an diesem Teil noch lange Zeit in

Anspruch nehmen wird, da mit den Berechnungsmöglichkeiten Neuland ohne verfügbare Vorarbeiten betreten werden muss. Mit einer kurz- oder mittelfristigen Einbindung in das deutsche Normenkonzept kann deshalb nicht gerechnet werden. Bei Geräuschen haustechnischer Anlagen wird man deshalb für eine längere Übergangszeit mit Interimslösungen leben müssen. Teil 6 wird im DIN 4109-Konzept als eigenständiges Nachweisverfahren keine Rolle spielen, da an Nachhallzeiten oder äquivalente Absorptionsflächen keine direkten Anforderungen gestellt werden.

Die für das neue DIN 4109-Konzept benötigten Teile sollen – und dies konform mit europäischen Normungsgewohnheiten – in einem so genannten Anwendungspapier zusammengestellt und für die nationale Anwendung aufbereitet werden.

Das CEN-Rechenmodell

Die Rechenverfahren folgen im Wesentlichen den physikalisch nachvollziehbaren Gegebenheiten [30]. Das Grundprinzip ist einfach: Berücksichtigt werden alle Schallübertragungswege, deren einzelne Beiträge zur gesamten Schallübertragung aufsummiert werden. Jeder Weg kann unabhängig von den anderen Wegen behandelt und berechnet werden. Bild 17 zeigt die zu berücksichtigenden Wege für die Schallübertragung über das Trennbauteil und die flankierenden Bauteile.

Die Bezeichnungen der einzelnen Übertragungswege geht aus Tafel 35 hervor.

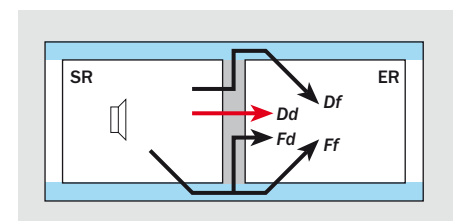


Bild 17: Zu berücksichtigende Schallübertragungswege beim Vereinfachten Modell. SR: Senderraum, ER: Empfangsraum

Tafel 35: Bezeichnung der Übertragungswege
 D und d: direkte Übertragung über das Trennbauteil
 F und f: flankierende Übertragung über die Flankenbauteile

angeregtes Bauteil	abstrahlendes Bauteil	Übertragungsweg
Trennbauteil (D)	Trennbauteil (d)	Dd
Trennbauteil (D)	Flankenbauteil (f)	Df
Flankenbauteil (F)	Trennbauteil (d)	Fd
Flankenbauteil (F)	Flankenbauteil (f)	Ff

Besondere Beachtung wird der flankierenden Übertragung beigemessen Bild 18 zeigt, dass bei der üblichen Übertragungssituation (1 Trennbauteil, 4 flankierenden Bauteile) insgesamt 13 verschiedene Übertragungswege zu berücksichtigen sind. Davon entfallen 12 Wege auf die flankierende Übertragung.

Für jeden dieser Übertragungswege kann ein eigenes Schalldämm-Maß ermittelt werden. Die resultierende Schalldämmung R'_w unter Berücksichtigung aller flankierenden Wege ergibt sich dann durch „energetische“ Addition der einzelnen Schalldämm-Maße:

$$R'_w = -10 \lg \left[10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} \right]$$

$R_{Dd,w}$ stellt dabei das Direktschalldämm-Maß für das Trennbauteil und $R_{Ff,w}$, $R_{Df,w}$ und $R_{Ff,w}$ die Flanken-Schalldämm-Maße dar.

Es ist klar, dass diese Berechnung unter praktischen Bedingungen nicht von Hand sondern mit Hilfe geeigneter Berechnungsprogramme durchgeführt wird. Schon an dieser Stelle zeigt sich, welcher

Vorteil sich durch den vorliegenden Berechnungsansatz ergibt: der Anteil jedes Übertragungsweges an der Gesamt-Schalldämmung kann einzeln betrachtet werden und bezüglich seines Einflusses auf das Endresultat beurteilt werden. Im Einzelfall kann, falls der Bedarf nach detaillierterer Betrachtung existiert, durch Variation der konstruktiven Eigenschaften die Auswirkung von Alternativlösungen auf den zu planenden Schallschutz ermittelt werden.

Den physikalischen Gegebenheiten folgend werden nicht nur die Eigenschaften der einzelnen Bauteile, sondern auch die akustischen Eigenschaften von Bauteilverbindungen (Stoßstellen) einbezogen. Im Prinzip können Stoßstellen aller in der Praxis auftretenden Bauteilverbindungen in die Berechnung eingebunden werden, sofern die dafür benötigten Daten verfügbar sind. Die neue, dafür benötigte Größe ist das so genannte *Stoßstellendämm-Maß* K_{ij} , durch welches die Schallübertragung über die Bauteilverbindung hinweg charakterisiert wird. Bei allen Bauteilen können Vorsatzkonstruktionen (z.B. Vorsatzschalen vor Wänden, schwimmende Estriche auf Böden) separat berücksichtigt werden.

Die Rechenverfahren verwenden als Eingangsdaten diejenigen Kenngrößen, die auch in den Bauteilprüfungen nach harmonisierten Prüfverfahren ermittelt werden können. In so genannten „Detaillierten Modellen“ wird die Rechnung frequenzabhängig durchgeführt. Benötigt werden deshalb auch frequenzabhängige Eingangsdaten. Zusätzlich zu diesen frequenzabhängigen Berechnungen gibt es so genannte „Vereinfachte Modelle“, in denen die Berechnung auf Einzalangaben basiert. Die oben angegebene Formel beschreibt das Vorgehen im Rahmen des Vereinfachten Modells für die Luftschalldämmung. Für den Schallschutznachweis im Rahmen der DIN 4109 auf die Verwendung der Vereinfachten Modelle festgelegt.

Bauteilsammlungen, die wie in Beiblatt 1 zu DIN 4109 eine umfangreiche Zusammenstellung von Ausführungsbeispielen beinhalten, sind in diesen Rechenverfahren nicht vorgesehen. Jedoch enthalten so genannte „informativ Anhänge“ eine Anzahl von Beispielen, die aber nicht den Anspruch auf repräsentative Darstellung erheben wollen und können. Ein „Europäischer Bauteilkatalog“ ist somit nicht verfügbar.

Zu berücksichtigen ist, dass die in den informativen Anhängen der europäischen Berechnungsnormen genannten Daten nicht als verbindliche Angaben zu betrachten sind. Sie haben vielmehr beispielhaften, unverbindlichen Charakter, so dass je nach Anwendungsbereich vom Nutzer selbst definierte oder auf nationaler Ebene vereinbarte Bauteildaten verwendet werden können. Für die Anwendung der europäischen Rechenverfahren im Rahmen einer neuen DIN 4109 besteht jedoch Einigkeit darüber, dass auch zukünftig ein Bauteilkatalog zur Durchführung des Schallschutznachweises verfügbar sein muss. Für den nach DIN 4109 zu führenden Schallschutznachweis wird es deshalb auch zukünftig einen eingeführten Bauteilkatalog geben, vergleichbar dem derzeitigen Beiblatt 1 zu DIN 4109. Er muss auf der Basis der europäischen Vorgaben erstellt werden. An der Erstellung eines solchen Bauteilkatalogs wird gearbeitet.

Im Brennpunkt:

die flankierende Übertragung

Was passiert an der Stoßstelle? Bislang wurde diese Frage im Rahmen des bisherigen Planungsprozesses so noch nicht gestellt. Durch die europäischen Berechnungsverfahren rückt jetzt aber die flankierende Übertragung in den Mittelpunkt des Interesses. Dies wird alleine schon dadurch deutlich, dass von den 13 im Regelfall zu berücksichtigenden Übertragungswegen 12 die flankierende Übertragung betreffen. Mit Hilfe grundsätzlicher Überlegungen können die Verhältnisse für die flankierende Übertragung wie in Bild 19 dargestellt werden.

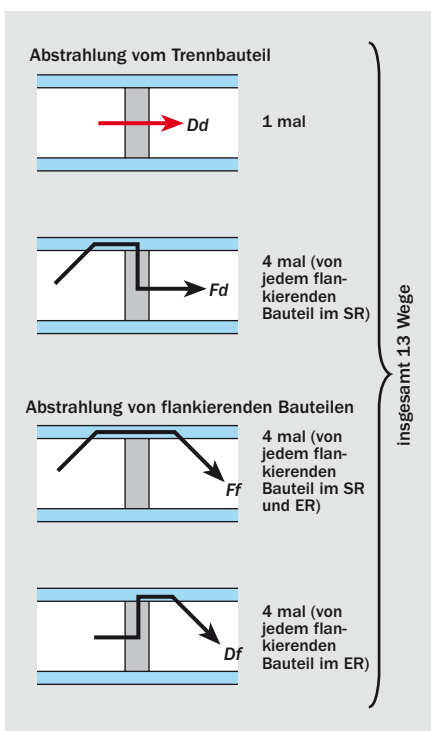


Bild 18: Direkte und flankierende Übertragungswege zwischen zwei Räumen
SR: Senderraum, ER: Empfangsraum

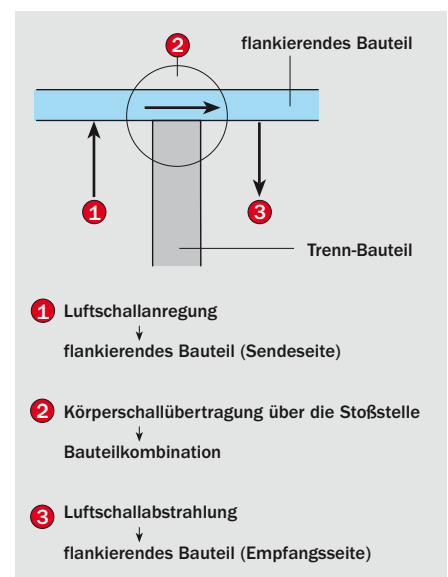


Bild 19: Mechanismen der Schall-Längsleitung

Als Beispiel wurde hier ein T-Stoß mit dem Übertragungsweg Ff gewählt. Für andere Stoßstellentypen (z.B. Kreuzstoß, Eckverbindung) und andere Flankenwege gelten vergleichbare Bedingungen. Als Einzelmechanismen, die dann zusammen den Gesamtvorgang beschreiben, geht es um folgende Vorgänge:

- Anregung eines Bauteils (i) durch Luftschall im Senderaum; dies kann durch das (Direkt-)Schalldämm-Maß $R_{i,w}$ des angeregten Bauteils im Senderaum beschrieben werden.
- Übertragung von Körperschall über die Stoßstelle hinweg; die dabei auftretende Pegelminderung kann durch das Stoßstellendämm-Maß k_{ij} beschrieben werden. Dieses ist eine Eigenschaft der Bauteilkombination.
- Abstrahlung von Luftschall durch ein Bauteil (j) im Empfangsraum; dies kann durch das (Direkt-) Schalldämm-Maß $R_{j,w}$ des abstrahlenden Bauteils im Empfangsraum beschrieben werden.
- Falls noch Vorsatzschalen vor den genannten Bauteilen die Flanken-Schalldämmung verbessern, kann dies durch das bewertete Luftschallverbesserungsmaß $\Delta R_{ij,w}$ berücksichtigt werden.

Insgesamt lässt sich das *Flanken-Schalldämm-Maß* $R_{ij,w}$ für die Übertragung vom Bauteil (i) auf das Bauteil (j) dann wie folgt beschreiben:

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

Diese Beziehung ist insofern wesentlich, als sie über die reine Berechnung hinaus verdeutlicht, was getan werden muss, um zu einer möglichst hohen Flanken-Schalldämmung (und damit zu einer geringen flankierenden Übertragung) zu kommen:

- Die Schalldämmung der flankierenden Wände sollte möglichst hoch sein, da sie direkt in die Flankendämmung eingeht.
- Das Stoßstellendämm-Maß k_{ij} sollte möglichst hoch sein.

Konsequenzen für die Planung des Schallschutzes

Für den Massivbau hat die europäische Normung schwerwiegende Folgen. Nach dem Wegfall des früheren Prüfstandes mit bauähnlicher Flankenübertragung gibt es

zur Kennzeichnung der Schalldämmung eines Bauteils nur noch das Schalldämm-Maß R bzw. dessen Einzahlwert R_w . Die nach Bild 13 durchzuführende Laborprüfung im nebenwegfreien Prüfstand sorgt dafür, dass ausschließlich die über das Trennbauteil übertragene Schall-Leistung in den Kennwert eingeht. Das ist von der europäischen Normung so gewollt, da man eine eindeutige Kennzeichnung der Bauteileigenschaften, nicht aber eine Vermischung mit den Eigenschaften flankierender Bauteile fordert. Wie kommt man nun aber zum Schallschutz im Gebäude? Bild 20 zeigt, dass das nur noch durch Berechnung geschehen kann.

Ein „Hineinmessen“ der flankierenden Übertragung, wie dies im früheren Prüfstand mit bauähnlicher Flankenübertragung der Fall war, ist damit nicht mehr möglich. Das Schalldämm-Maß R_w (zur Beschreibung der Bauteileigenschaft) und der Schallschutz im Gebäude (beschrieben z.B. durch das Bau-Schalldämm-Maß R'_w) sind damit zwei völlig verschiedene Dinge. Diese Trennung zwischen Bauteil- und Gebäudeeigenschaften hat Konsequenzen: An Stelle eines „Nachweises der Eignung der Bauteile“ geht es nun eindeutig um den „Nachweis des Schallschutzes in Gebäuden“. Bild 21 zeigt den Zusammenhang zwischen Bauteileigenschaften, die aus Laborprüfungen oder einem Bauteilkatalog stammen können, und dem resultierenden Schallschutz im Gebäude.

In dieser Art wird der zukünftige Schallschutznachweis der DIN 4109 durchzuführen sein. Vor dem Hintergrund der derzeitigen DIN 4109 ist das für den deutschen Anwender eine neue Vorgehensweise. Gezielt wird nun die flankierende Übertragung in die Berechnung aufgenommen, so dass die Eigenschaften der Flankenwege für die Berechnung bekannt sein müssen. Mit dem zuvor erläuterten Ansatz wird es möglich, von der konstruktiven Seite her die flankierende Übertragung in die Planung aufzunehmen. Damit erfolgt zugleich aber auch eine eindeutige Trennung der Verantwortungsbereiche und ein eindeutiger planerischer Ansatz: Der Schallschutz ist eindeutig zur Aufgabe für die Planung geworden. Es ist Planungsaufgabe, die flankierende Übertragung in das schalltechnische Konzept einzubinden.

Handlungsbedarf für die DIN 4109

Die europäische Normung greift tief in die derzeitige deutsche Normungspraxis im baulichen Schallschutz ein. Zwar sind die Anforderungswerte davon ausdrücklich

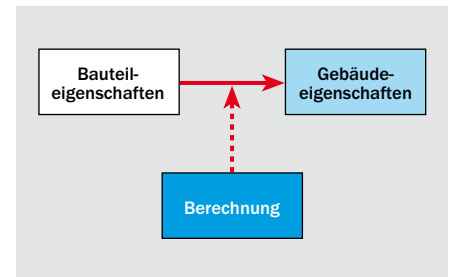


Bild 20: Von den Bauteileigenschaften zu den Gebäudeeigenschaften

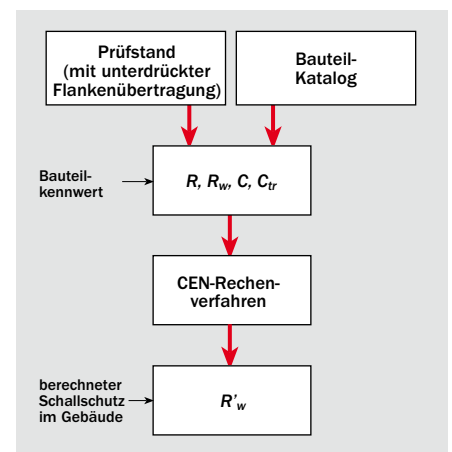


Bild 21: Ermittlung des Schallschutzes nach DIN EN 12354-1

nicht betroffen, doch berühren harmonisierte Prüfverfahren und Rechenmethoden Konzept und Inhalt der DIN 4109 und deren Beiblatt 1 so weitgehend, dass eine komplette Überarbeitung notwendig wurde. Diese ist vom zuständigen Normenausschuss NABau-DIN 4109 in die Wege geleitet worden.

Für die Umsetzung der europäischen Normen sind vor allem die folgenden Schritte erforderlich:

- harmonisierte Rechenverfahren hinsichtlich der deutschen Baubedingungen verifizieren,
- den Bauteilkatalog überarbeiten, vor allem Eingangsdaten für die Direktdämmung massiver Bauteile und Eingangsdaten für Stoßstellendämm-Maße k_{ij} verfügbar machen,
- Handlungsanleitungen zur Handhabung der Rechenverfahren erstellen (Anwendungsdokumente).

Betroffen vom Umstellungsdruck ist vor allem der Massivbau, da dort alle bisherigen Bauteildaten auf der Basis von R'_w -Werten nicht mehr verwendet werden können und für die Stoßstellendämm-Maße

ebenfalls nicht auf Vorhandenes zurückgegriffen werden kann. Neue Werte müssen in beiden Fällen erst ermittelt und verifiziert werden.

Eine entscheidende Rolle für die neue DIN 4109 wird der neue Bauteilkatalog haben. Die neuen Berechnungsverfahren werden nur so gut sein, wie es Vollständigkeit und Qualität der für die Berechnung benötigten Eingangsdaten erlauben. Dieser Bauteilkatalog soll auch zukünftig baurechtlich eingeführt bleiben. Gegenüber den entsprechenden Teilen des derzeitigen Beiblatts 1 sind ganz erhebliche Überarbeitungen erforderlich:

- Umstellung von R'_w auf R_w ; dies betrifft in erster Linie den Massivbau,
- Berücksichtigung von Stoßstellendämm-Maßen k_{ij} ,
- Aktualisierung und Ergänzung von Bauteildaten.

Der enorme, insgesamt zu erkennende Überarbeitungs- bzw. Neuarbeitungsbedarf lässt erwarten, dass die gewünschte Vollständigkeit des Bauteilkatalogs in vertretbarer Zeit nicht erreicht werden kann. Um dennoch Handlungsfähigkeit und ein anwendbares Dokument sicherzustellen, wird erogen, den Bauteilkatalog als ein „dynamisch“ weiter zu entwickelndes Dokument zu verstehen, welches bei Vorliegen neuer abgesicherter Ergebnisse ergänzt werden kann. Vorteil einer solchen „dynamischen“ Konzeption wäre auch die permanente Aktualisierbarkeit des Bauteilkatalogs und damit die Gewähr eines stets aktuellen Dokuments.

Der Bauteilkatalog soll grundsätzlich auf der Basis von Einzahlwerten erstellt werden. Dies entspricht den Festlegungen für die Vereinfachten Modelle, trägt aber auch dem Gesichtspunkt Rechnung, dass ein mit frequenzabhängigen Daten zu füllender Bauteilkatalog alle derzeit bekannten Dimensionen sprengen würde. Darüber hinaus soll die Möglichkeit geboten werden, in Form von „Musterlösungen“ solche Baulösungen zu benennen, die ohne weiteren rechnerischen Nachweis mit den dafür genannten Schallschutzwerten nachgewiesen werden können.

Entgegen vielen Erwartungen wird es – zumindest in absehbarer Zeit – keinen europäischen Bauteilkatalog geben. Schon in einer relativ frühen Erarbeitungsphase der DIN EN 12354-1 zeigte sich nämlich

recht schnell, dass die unterschiedlichen nationalen Vorstellungen über die Inhalte und insbesondere die anzugebende Zahlenwerte von Bauteildaten derartig divergieren, dass ein einheitlicher europäischer Bauteilkatalog erst gar nicht erwogen wurde.

2.5 Umsetzung der europäischen Normen für KS

Als die Vorgaben der europäischen harmonisierten Normen im Bereich des baulichen Schallschutzes vorlagen, zeigte sich schnell, dass insbesondere für den Massivbau ein ganz erheblicher Handlungsbedarf entstand. Es galt Handlungsfähigkeit im zukünftigen Normenkonzept herzustellen.

Die Chancen nutzen

Schon bald nachdem sich der Überarbeitungsbedarf der DIN 4109 und die Umsetzung der europäischen Normen des baulichen Schallschutzes mit all ihren Konsequenzen abzeichneten, wurde seitens der KS-Industrie und ihres Bundesverbandes ein umfangreiches Programm in die Wege geleitet mit dem Ziel, für das Bauen mit Kalksandstein die Weichen für die zukünftigen Vorgehensweisen zu stellen. Man hatte erkannt, dass hinter den anstehenden Änderungen nicht nur der Zwang zur Anpassung an eine von außen vorgegebene Entwicklung steckte, sondern sich mit dem zukünftigen Konzept weit reichende Chancen für Planung und Weiterentwicklung des baulichen Schallschutzes ergaben. Diese sollten für das Bauen mit Kalksandstein bestmöglich nutzbar gemacht werden. Insbesondere geht es dabei um die folgenden Aufgaben:

- Verifizierung des CEN-Berechnungsverfahrens für das Bauen mit Kalksandstein,
- Bereitstellung abgesicherter Eingangsdaten für die Berechnung,

- Erarbeitung von Musterlösungen, die Eingang in die neue DIN 4109 finden können,
- Erarbeitung von Planungshilfen im Rahmen des neuen Schallschutzkonzeptes der zukünftigen DIN 4109.

Entsprechende Untersuchungen wurden an der Fachhochschule Stuttgart/Hochschule für Technik durchgeführt. Über einzelne Ergebnisse wurde unter anderem in [31] bis [33] berichtet.

Die Verifizierung des Berechnungsverfahrens stützt sich insbesondere auf zahlreiche Baumessungen, bei denen neben üblichen Luft- und Trittschallmessungen die Körperschallnachhallzeiten vieler Bauteile und die Stoßstellendämm-Maße vieler Bauteilverbindungen ermittelt wurden. Die so genannte „In-situ-Korrektur“ wurde dabei einer besonderen Untersuchung unterzogen, da es sich zeigte, dass sie von wesentlichem Einfluss auf das Gesamtergebnis ist. Bei den Eingangsdaten geht es um Daten für die Direktdämmung, die in Form von einer „Massekurve“ dargestellt werden können, und um Stoßstellendämm-Maße k_{ij} . Sie sollen im Sinne von Ausführungsbeispielen im neuen Bauteilkatalog Verwendung finden. Musterlösungen sollen komplette Bausituationen beschreiben, die in der Lage sind, bestimmte schalltechnische Anforderungen zu erfüllen. Die den Untersuchungen zu Grunde gelegte Vorgehensweise wird in Bild 22 beschrieben.

Umfangreiche bauakustische Messungen in Gebäuden in KS-Bauweise liefern einen Datenbestand, der mit den Berechnungen nach dem CEN-Modell verglichen werden kann. Dies gilt nicht nur für die resultierende Schalldämmung, sondern auch für die Schallübertragung über die einzelnen Wege und das Verhalten der

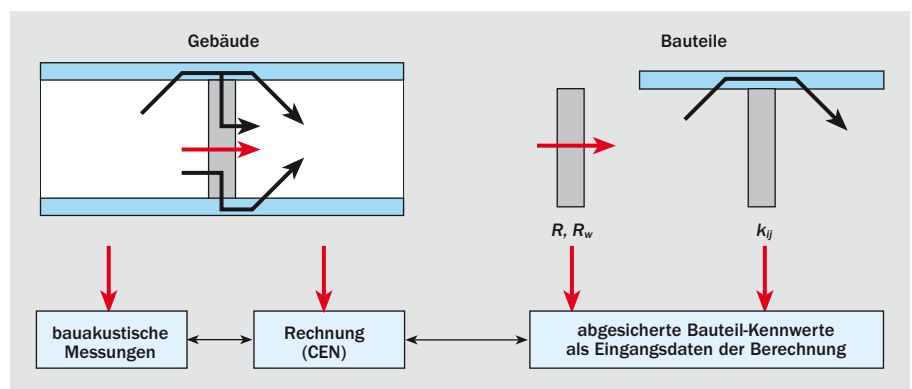


Bild 22: Verifizierung des neuen Normungskonzeptes für das Bauen mit Kalksandstein

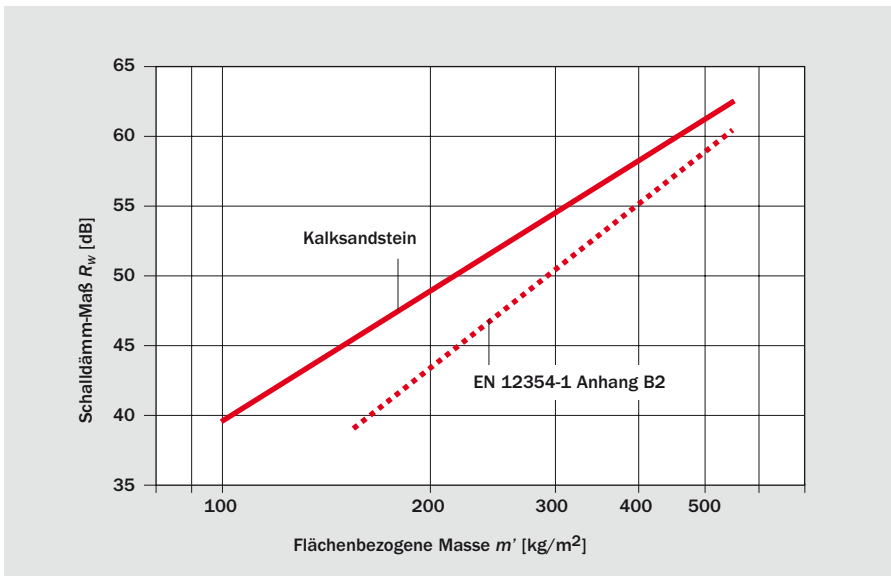


Bild 23: Vergleich der Massekurve für Kalksandstein mit der Massekurve nach EN 12354-1 Anhang B2

Stoßstellen. Andererseits werden abgesicherte Bauteil-Kennwerte für die Direkt-dämmung und die Stoßstellendämmung von KS-Konstruktionen ermittelt, die als Eingangsdaten für die zuvor genannten Berechnungen fungieren. Bei der Anwendung und Verifizierung des Berechnungsverfahrens werden unterschiedliche Varianten erprobt, die in Kombination mit den ermittelten Bauteildaten zu einer bestmöglichen Übereinstimmung zwischen gemessenen und berechneten Werten des Schallschutzes führen sollen. Endergebnis der hier stark verkürzt wiedergegebenen Untersuchungen sind abgesicherte Bauteil-Kennwerte für Kalksandstein, die als realistische und verlässliche Beschreibung der Bauteileigenschaften betrachtet werden können und ein Berechnungsverfahren, das für die Anwendung unter den vorliegenden Massivbaubedingungen mit KS zur bestmöglichen Prognose führt.

Eine neue Massekurve für KS

Im Bewusstsein der Anwender der DIN 4109 spielt die Tabelle 1 aus Beiblatt 1 zu DIN 4109 eine zentrale Rolle. Mit Hilfe dieser Tabelle, die auch als „Massetabelle“ bekannt ist, kann aus der flächenbezogenen Masse von einschaligen, biegesteifen Wänden und Decken das bewertete Schalldämm-Maß ermittelt werden. Getreu der Philosophie der derzeitigen DIN 4109 ist dies aber ein R'_w , welches unter Berücksichtigung einer „bauähnlichen Flankenübertragung“ ermittelt wurde. Nach den Vorgaben der harmonisierten europäischen Normen gibt es diese Kennzeichnung für Bauteile nicht mehr. Sie kann auch nicht mehr bei der Berechnung des Schallschutzes verwendet werden. Damit ist die

se Tabelle hinfällig geworden. Gleichzeitig besteht aber die begründete Meinung, dass die Darstellung des bewerteten Schalldämm-Maßes in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse auch zukünftig für den Schallschutznachweis Verwendung finden sollte. Ziel ist also eine neue Massekurve auf der Basis von R_w -Werten (ohne Flankenwege gemessen!).

Nähere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Abhängigkeit des Schalldämm-Maßes von der flächenbezogenen Masse nicht für alle Baumaterialien gleich ist. Dies wird dazu führen, dass es zukünftig eigene Massekurven für verschiedene Materialien geben wird. Die dafür benötigten Werte sind aber aufgrund der bisherigen Tradition in Deutschland bis vor kurzem so gut wie nicht verfügbar gewesen. Sie mussten also im Zusammenhang mit den oben beschriebenen Untersuchungen neu ermittelt werden. Auf Grund sorgfältig geplanter, durchgeführter und dokumentierter Prüfstandsmessungen, die entsprechend den europäischen Prüfverfahren erfolgten, konnte eine Datenbasis gewonnen werden, aus der eine neue, abgesicherte Massekurve für Kalksandstein generiert werden konnte. Bild 23 zeigt diese Kurve, die so auch Verwendung im vorgestellten Berechnungsprogramm findet.

Die angegebenen Werte können nicht unmittelbar mit den Werten der bisherigen Massetabelle aus Beiblatt 1 zu DIN 4109 verglichen werden, da es sich um zwei unterschiedliche Größen handelt. Jedoch ist ein Vergleich mit den Werten des informativen Anhangs B2 aus DIN EN 12354-1 möglich. Bild 23 zeigt, dass die

dort genannten Werte deutlich zu niedrig angesetzt wurden. Mit dieser neuen Massekurve ist ein bedeutender Teil der Handlungsfähigkeit im neuen Normenkonzept hergestellt.

Behandlung der Stoßstelle: neue Wege

Als neue Kenngröße muss bei der rechnerischen Ermittlung des Schallschutzes zukünftig das Stoßstellendämm-Maß k_f angewendet werden. Die Stoßstelle wird dann in die Planung mit eigenständigen Eigenschaften einbezogen. Dieser Ansatz ist neu und erfordert, dass man sich nun auch unter schalltechnischen Gesichtspunkten mit der Stoßstellengestaltung beschäftigen muss. Auch hier gilt, noch sehr viel mehr als bei den R_w -Werten, dass so gut wie nicht auf vorhandene Daten und Erfahrungen zurückgegriffen werden kann. Ein wesentlicher Bestandteil der beschriebenen Untersuchungen bestand deshalb in der experimentellen Ermittlung von Stoßstellendaten in Gebäuden und umfangreichen ergänzenden Untersuchungen im Labor und an Wandmodellen. Neben der Festlegung von Werten für die Berechnung konnten auf diese Weise zusätzlich auch wesentliche Eigenschaften von Mauerwerkstoßstellen grundsätzlich und mit Hinblick auf bautechnische Fragestellungen untersucht werden. In Abschnitt 2.6 wird dies mit Hinblick auf den Stumpfstoß präzisiert.

Auf Grund der an einigen Hundert Bauteilen in massiven Gebäuden durchgeführten Untersuchungen konnten die im informativen Anhang E der DIN EN 12354-1 vorgeschlagenen Stoßstellendämm-Maße mit einigen Modifikationen weitgehend bestätigt werden. Damit sind für die Berechnung auch vernünftige Stoßstellendaten verfügbar. Sie können, wie in Anhang E der DIN EN 12354-1 vorgesehen, im Massivbau über die flächenbezogenen Massen der aufeinander stoßenden Bauteile ermittelt werden. Das erleichtert die praktische Anwendung im Rechenverfahren ungemein, da außer der flächenbezogenen Masse der Bauteile keine weiteren Eigenschaften bekannt sein müssen.

Ein Berechnungsprogramm für KS

Bei der Berechnung des Schallschutzes nach dem CEN-Rechenverfahren müssen im Normalfall 13 Übertragungswege berücksichtigt werden. Dazu werden deren Bauteileigenschaften, Abmessungen, die beteiligten Stoßstellen sowie weitere Angaben (z.B. für Vorsatzkonstruktionen) benötigt. Dass unter diesen Bedingungen die Berechnung des Schallschutzes – sei

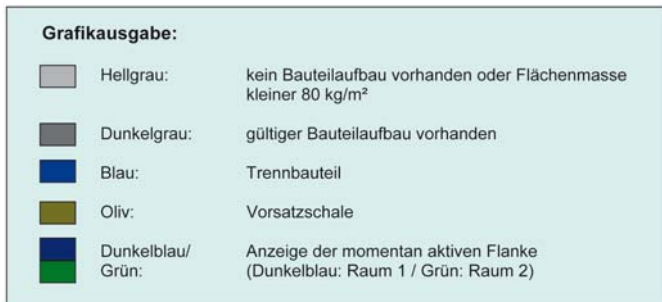
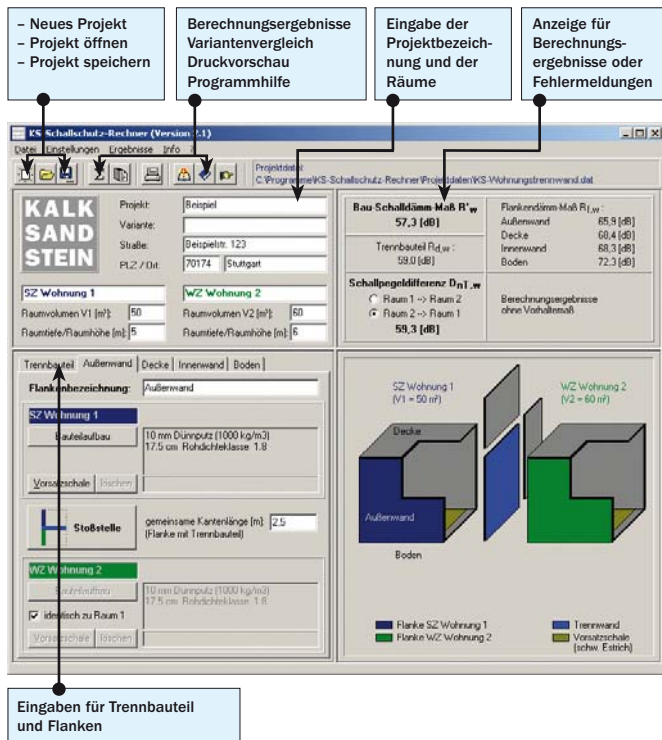


Bild 24: Übersicht Hauptformular des Berechnungsprogramms

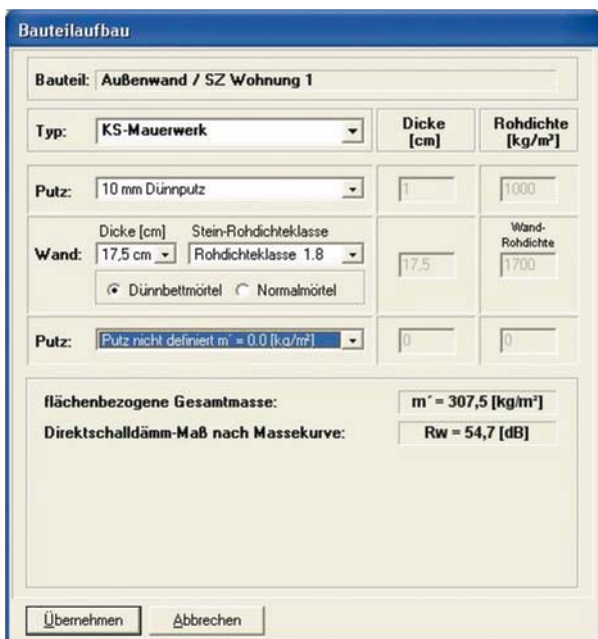


Bild 25: Formular „Bauteilaufbau“ des Berechnungsprogramms

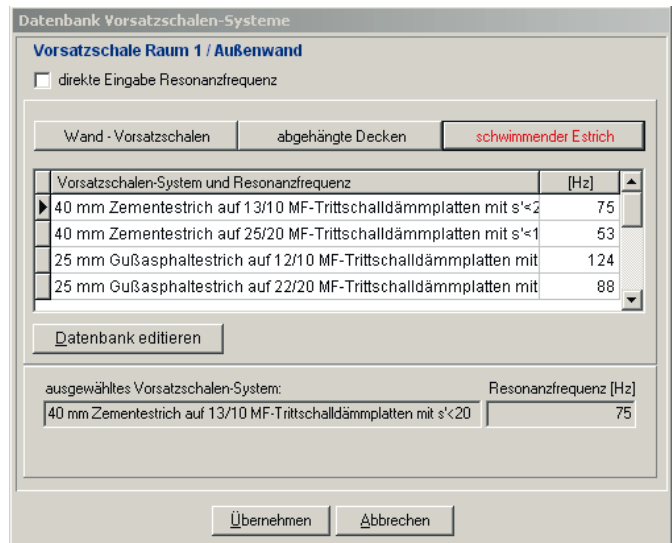


Bild 26: Formular „Vorsatzschalen-Systeme“ des Berechnungsprogramms

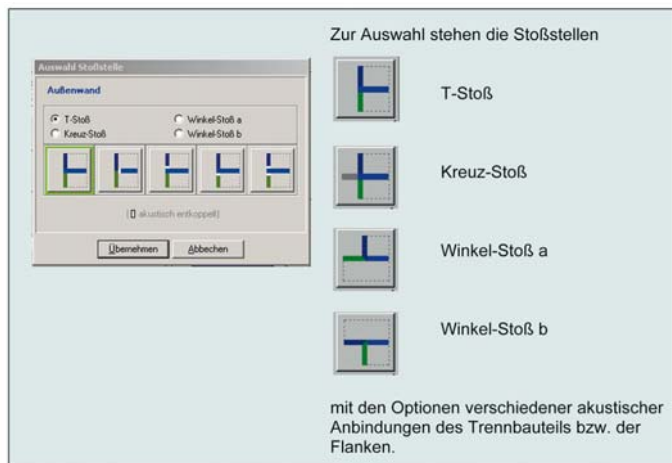


Bild 27: Formular „Stoßstellen“ des Berechnungsprogramms

es für den Schallschutznachweis oder für sonstige planerische Aufgaben – mit Hilfe eines geeigneten Berechnungsprogramms durchgeführt wird, liegt auf der Hand. Ausgehend von den Vorgaben der DIN EN 12354-1 und unter Einbindung der Untersuchungsergebnisse wurde deshalb für KS eine eigene Software entwickelt, die hier in ihren Grundzügen vorgestellt wird.

Die Berechnung der Luftschalldämmung basiert auf dem vereinfachten Modell mit Einzahlwerten, so wie es im Rahmen der zukünftigen DIN 4109 vorgesehen ist. Der Anwendungsbereich liegt im Massivbau in Kalksandsteinbauweise. Für die Stoßstellen werden biegesteife oder akustisch getrennte Verbindungen zugelassen.

Die Eingabe oder Auswahl der benötigten Angaben erfolgt über entsprechende Formulare. Bild 24 zeigt das Hauptformular.

Die Grafikausgabe erlaubt eine einfache und schnelle Zuweisung der benötigten Angaben zu den einzelnen Bauteilen. Die Berechnungsergebnisse zeigen außer dem Gesamtschalldämm-Maß das Schalldämm-Maß des Trennbauteils sowie die Flanken-dämm-Maße der einzelnen flankierenden Übertragungswege. So kann der Anteil einzelner Wege schnell erfasst und die maßgeblichen an der Übertragung beteiligten Wege identifiziert werden.

Mit dem Formular „Bauteilaufbau“ werden die konstruktiven Eigenschaften der Bauteile festgelegt (Bild 25).

Im dargestellten Modus „KS-Wandaufbau“ lassen sich nur KS-Bauteile über die Auswahl Dicke und Rohdichteklasse spezifizieren. Weiter kann beidseitig ein Putz (Dünnlagenputz, Putz, Normalputz) definiert und die Vermörtelung ausgewählt werden. Wird eine nicht übliche KS-Kombination zwischen Steindicke und Stein-Rohdichteklasse ausgewählt, so erscheint der Hinweis „Liefermöglichkeit für gewähltes KS-Produkt prüfen“.

Ein weiteres Formular ist zur Festlegung und Zuweisung von Vorsatzschalen-Systemen vorgesehen (Bild 26). Unterschieden wird zwischen Wand-Vorsatzschalen, abgehängten Decken und schwimmenden Estrichen.

Zu jeder Kategorie sind bereits einige Vorsatzschalen in Form einer Datenbank definiert.

Der Anwender kann diese Datenbanken selber erweitern, indem eine Systembeschreibung und die Resonanzfrequenz der Vorsatzkonstruktion eingegeben wird.

Die im jeweiligen Übertragungsweg liegenden Stoßstellen müssen einzeln benannt werden, da deren schalltechnische Eigenschaften vom Stoßstellentyp abhängen. Das Formular „Stoßstellen“ (Bild 27) erlaubt die Auswahl unter verschiedenen Varianten.

Die Ausgabe der Berechnungsergebnisse erfolgt, wenn alle notwendigen Eingaben vorliegen.

2.6 Wege aus der Lärmfalle

Guter Schallschutz ist baubar. Allerdings erfordert dies die planerische und konstruktive Umsetzung des Schallschutzes. Bevorzugt soll hier die Rolle der flankierenden Übertragung, deren Einbindung in ein schalltechnisches Gesamtkonzept,

die Gestaltung der Stoßstelle an der Wohnungstrennwand und die bauakustische Funktion der Außenwand erläutert werden.

Die flankierende Übertragung im Griff

Wenn ein erhöhter Schallschutz vorgesehen ist, ist dies nur im Rahmen eines schalltechnischen Gesamtkonzeptes möglich. Im Vordergrund muss dabei die Beherrschung der flankierenden Übertragung stehen. Aber selbst bei der Einhaltung der Mindestanforderungen können diese verfehlt werden, wenn Fehler bei der flankierenden Übertragung gemacht werden.

Schalltechnisches Gesamtkonzept

Was muss getan werden, damit die flankierende Übertragung keinen Strich durch die Rechnung macht? Zuerst gilt, dass die Anforderungen an die Schalldämmung der Flankenwege um so höher sein müssen, je höher das gewählte Schallschutzniveau ist. Die beste Direktdämmung einer Wohnungstrennwand nützt nichts, wenn die flankierenden Bauteile die Gesamtdämmung bestimmen.

Erhöhter Schallschutz bedeutet zwangsläufig verstärkte Kontrolle der Flankendämmung.

Was muss nun konkret kontrolliert und konstruktiv umgesetzt werden? Wesentlich ist, dass zwei Einflussgrößen schalltechnisch berücksichtigt werden müssen: die Direktdämmung der beteiligten Bauteile und die Stoßstellendämmung. Die grundsätzliche Forderung lässt sich aus den dargestellten Verhältnissen ableiten:

- Die flankierenden Bauteile sollen eine hohe Direktdämmung aufweisen.
- Das Stoßstellendämm-Maß soll möglichst groß werden.

Im Massivbau wird eine hohe Direktdämmung durch eine große flächenbezogene Masse erreicht. Flankierende Bauteile sollen also ausreichend schwer sein! Vorteilhaft sind dabei große Rohdichten, um die Wanddicken trotz großer flächenbezogener Massen so klein wie möglich zu halten. Diese Aussage gilt gleichermaßen für Innenwände wie für Außenwände.

Wovon hängt nun die Stoßstellendämmung ab? Das Stoßstellendämm-Maß k_{jj} ist unter baupraktischen Bedingungen keine unabhängige Größe, sondern wird durch die Wahl der an der Stoßstelle beteiligten Bauteile festgelegt. Vorausgesetzt wird

dabei, dass es sich um eine kraftschlüssige (biegesteife) Verbindung zwischen den Bauteilen handelt. Das Stoßstellendämm-Maß hängt dann vom Verhältnis der flächenbezogenen Massen der beteiligten Bauteile ab. Für das Beispiel Wohnungstrennwand gilt: Der Weg über die flankierende Innen- oder Außenwand (Weg F_f) erreicht ein um so höheres k_{jj} , je leichter das flankierende Bauteil im Verhältnis zur Wohnungstrennwand wird. Es wäre aber konstruktiv die falsche Lösung, aus diesem Grund nun die Flankenbauteile möglichst leicht machen zu wollen. Die Summe aus den Direktschalldämm-Maßen der beteiligten Bauteile und dem Stoßstellendämm-Maß bestimmt die resultierende Flankendämmung. Es ist sofort erkennbar, dass mit leichteren Flankenbauteilen zwar das Stoßstellendämm-Maß erhöht werden kann, dass aber gleichzeitig (Massegesetz!) die Direktdämmung dieser Bauteile sinkt. Berechnungen und die praktische Erfahrung zeigen, dass sich diese beiden gegenläufigen Effekte nicht kompensieren. Vielmehr wirkt sich in der Gesamtbilanz die erhöhte Direktschalldämmung bei schwereren Flankenbauteilen stärker aus als die verringerte Stoßstellendämmung.

Das Planungsziel ist deshalb wie folgt zu formulieren:

- Die flankierenden Bauteile ausreichend schwer machen; wie schwer, muss anhand des gewählten Schallschutzniveaus festgelegt werden.
- Bei horizontaler Übertragung über die Wohnungstrennwand hinweg zusätzlich dafür sorgen, dass die Stoßstelle in der vorgegebenen Bauteilkombination (schwere Wohnungstrennwand, flankierende Außen- oder Innenwand) die maximal mögliche Stoßstellendämmung auch tatsächlich erreicht.

Der zweite Punkt setzt eine biegesteife Verbindung zwischen den Bauteilen voraus. Falls diese Voraussetzung nicht erfüllt ist (z.B. durchlaufende flankierende Wand und Trennwand mit Trennfuge angeschlossen) ist die „Festhaltefunktion“ der Trennwand nicht mehr gegeben. Die Übertragung über das Flankenbauteil erhöht sich dramatisch.

In der vertikalen Übertragungsrichtung über die Wohnungsdecke hinweg kann das Prinzip der erhöhten Stoßstellendämmung

allerdings gezielt eingesetzt werden: Wenn die Festlegungen für die flankierenden Außen- und Innenwände getroffen worden sind, kann die flankierende Übertragung über diese Bauteile dadurch zusätzlich vermindert werden, dass die Trenndecke möglichst schwer ausgeführt wird. Eine größere flächenbezogene Masse sorgt hier für eine höhere Stoßstellendämmung bei der vertikalen Übertragung (Weg *Ff*). Als günstig erweisen sich aus schalltechnischer Sicht Stahlbetondecken von 18 cm und mehr.

Die exakte Festlegung der konstruktiven Eigenschaften, insbesondere der flächenbezogenen Massen, richtet sich nach dem gewählten Schallschutzniveau. Hier zeigt sich der Vorteil des Berechnungsverfahrens, mit welchem leicht verschiedene konstruktive Varianten durchgespielt werden können. Als Planungshilfe sind in der zukünftigen DIN 4109 auch so genannte Musterlösungen möglich, die als ausgearbeitete Lösungen für ein bestimmtes Anforderungsniveau vorgesehen sind. An derartigen Musterlösungen in Kalksandsteinbauweise, insbesondere für den erhöhten Schallschutz, wird zurzeit gearbeitet.

Neue Stumpfstoßlösung

Die vorhergehenden Ausführungen haben gezeigt, dass die Stoßstellendämmung für die resultierende Schalldämmung eine bedeutende Rolle spielt. Im Sinne eines schalltechnischen Gesamtkonzepts muss konsequenterweise dafür gesorgt werden, dass die Stoßstelle auch konstruktiv so behandelt wird, dass ihre bauakustisch gewünschten Eigenschaften optimiert und gewährleistet werden. Dieser Ansatz ist für die Planung neu.

Wenn Stoßstellen massiver Bauteile nach dem CEN-Berechnungsverfahren berechnet werden, dann wird aus physikalischer Sicht von einer homogenen Bauteilverbindung wie in Bild 28 ausgegangen. Die aufeinander stoßenden Bauteile werden lediglich durch ihre flächenbezogenen Massen charakterisiert. Als Beispiel wurde ein T-Stoß gewählt.

Konstruktiv wird diese Situation durch einen verzahnten Knotenpunkt dargestellt. In der heutigen Praxis des Mauerwerkbaus wird dagegen weitgehend der Stumpfstoß angewendet (Bild 29).

Schalltechnisch können diese beiden Varianten als gleichwertig gelten, wenn die beim Stumpfstoß vorliegende Bauteil-

verbindung als biegesteif angenommen werden kann. Die Stoßstellendämmung entspricht dann derjenigen des verzahnten Stoßes. Dies wurde bereits vor Jahren in Prüfstandsuntersuchungen an Kalksandsteinwänden festgestellt und konnte durch neue Messreihen an KS-Wänden mit unterschiedlich gestalteten Knotenpunktbildungen bestätigt werden [34]. Damit die geforderte biegesteife Verbindung zu Stande kommt, ist es erforderlich, dass die Fuge zwischen beiden Wänden sorgfältig mit Mörtel verfüllt ist. Den zuvor genannten neuen Untersuchungen zufolge spielt es dabei keine Rolle, ob die Fugenvermörtelung mit Dünnbettmörtel oder Normalmörtel erfolgt.

Wenn im Gegensatz dazu gelegentlich versucht wird, den Knotenpunkt wie in Bild 30 als Stumpfstoß mit Trennfuge (und Dämmmaterial in der Fuge) auszuführen, dann ist klar, dass es sich dabei um eine schalltechnisch riskante Lösung handelt.

Selbst wenn durch vollständige Abdichtung der Fuge eine ausreichende Direkt-dämmung über das trennende Bauteil erreicht wird, ist das Problem in Form der flankierenden Übertragung vorprogrammiert. Die durchlaufende flankierende Wand wird nicht im Knotenpunkt von der Trennwand festgehalten. Die flankierende Übertragung über diese Wand steigt dramatisch an. Dies wird üblicherweise als ein schalltechnischer Schadensfall bezeichnet.

Wenn unter diesem Aspekt der Stumpfstoß nach Bild 29 betrachtet wird, dann ist erkennbar, dass seine schalltechnische Funktionsfähigkeit davon abhängt, dass die biegesteife Anbindung sorgfältig und dauerhaft hergestellt wurde. Unter baupraktischen Bedingungen wird es aber nicht mit völliger Sicherheit zu vermeiden sein, dass es zum Abreißen zwischen beiden Bauteilen kommt. Wie verschiedene Messungen in Prüfständen und Gebäuden gezeigt haben, muss dann damit gerechnet werden, dass der biegesteife Anschluss nicht mehr ausreichend funktioniert und die Schallübertragung über das flankierende Bauteil zunimmt. Offensichtlich ist es dazu nicht erforderlich, dass die Fuge völlig abgerissen ist.

Aus statischer Sicht ist der Fall klar: Der Stumpfstoß ist eine statisch abgesicherte und zugelassene Konstruktion. Selbst im angenommenen Fall des völligen Abreißen ist seine statische Funktion nachgewiesenermaßen nicht in Frage gestellt.

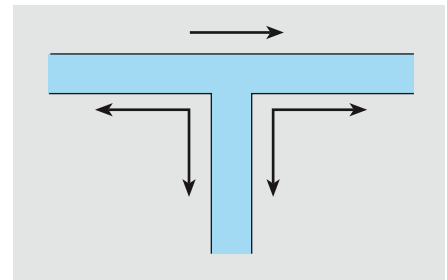


Bild 28: Ausführung des Knotenpunkts als homogener T-Stoß

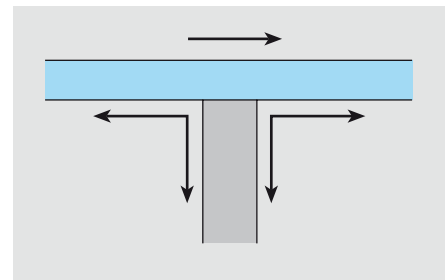


Bild 29: Ausführung des Knotenpunkts als Stumpfstoß

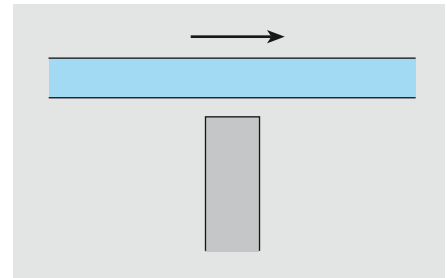


Bild 30: T-Stoß mit Trennfuge

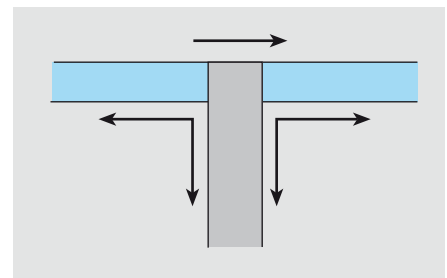


Bild 31: Stumpfstoß mit durchstoßender Trennwand

Aus akustischer Sicht kann gefragt werden, wie die derzeitige Stumpfstoßkonstruktion noch betriebssicherer und einfacher – mit Hinblick auf eine dauerhafte Qualitätssicherung – ausgeführt werden kann. Für das Bauen mit Kalksandstein hat man sich hier eindeutig entschieden: Die Stumpfstoßtechnik, auf die im heutigen Baubetrieb nicht mehr verzichtet werden kann, muss dauerhaft und in allen Situationen anwendungssicher sein! Die vorgesehene Lösung folgt dem in Bild 31 dargestellten Prinzip.

Die Wohnungstrennwand durchstößt die Außenwand vollständig. Für den Wärmeschutz entstehen dabei keine nachteiligen Auswirkungen, da die Außenwand als KS-Wand stets mit einer außenseitigen Dämmung versehen ist. Schalltechnisch dagegen entsteht eine gegen Ausführungsfehler und mechanische Belastungen unempfindliche Konstruktion. Wie die Untersuchungen in [34] zeigen, ist auch dieser Stoß schalltechnisch gleichwertig zu den biegesteifen Varianten aus den Bildern 28 und 29 zu betrachten. Rechnerisch kann er im Rahmen des neuen Berechnungsverfahrens deshalb wie der herkömmliche T-Stoß angesetzt werden. Was aber passiert, wenn es bei dieser neuen Stumpfstoßlösung auch zum Abreißen zwischen Außen- und Wohnungstrennwand kommen sollte? In diesem Fall verbessert sich die Flankendämmung über die Außenwand sogar, da die Schallübertragung über die abgerissene Verbindung behindert oder sogar verhindert wird! Damit ist diese Konstruktion auch oder gerade für den „Fall der Fälle“ eine absolut sichere Lösung.

Die neue Stumpfstoßlösung sorgt für eine noch besser abgesicherte schalltechnische Qualität. Sie stellt eine dauerhafte, verlässliche Lösung dar und sorgt damit für Planungs- und Ausführungssicherheit.

Die Planung von Außenwänden

Wie geht der Planer mit dem Schallschutz um? In den meisten Fällen wird er sich zuerst an den baurechtlich vorgegebenen Schallschutzanforderungen orientieren und den Schallschutz zwischen benachbarten Räumen (Luftschallschutz, Trittschallschutz) im Auge haben. Vielleicht ist ihm auch bewusst, dass Schutz gegen Außenlärm gefordert sein könnte. Erst hier gelangt dann oftmals die Außenwand unter schalltechnischen Gesichtspunkten in seinen Blickwinkel. Unter bauphysikalischen Aspekten wird er in aller Regel aber seine Aufmerksamkeit einem hohen Wärmeschutz gewidmet haben. Möglicherweise hat er dann aber bereits versäumt, die Rolle der Außenwand in Bezug auf den Schallschutz im Innern zu erkennen und in die Planung einzubeziehen. Immer wieder kommt es dadurch zu gravierenden Planungsfehlern, so dass nicht einmal der baurechtlich geforderte Mindestschallschutz (DIN 4109) erreicht wird. Für den Bauherrn ist es dann ein geringer Trost, zu wissen, dass die Außenwand hohen Anforderungen an den Wärmeschutz ge-

nügt. Ziel muss es also sein, bei der Außenwand zu einer gemeinsamen Auslegung des Schall- und Wärmeschutzes zu kommen.

Schallschutz von Außenwänden

Schon beim Mindestschallschutz, insbesondere aber beim erhöhten Schallschutz dürfen bei der Dimensionierung der flankierenden Übertragungswege keine Fehler gemacht werden. Immer wieder zeigt sich in der Baupraxis, dass dabei die Außenwand als kritisches Bauteil in Erscheinung tritt. Im Regelfall ist es bei der Außenwand somit nicht der Schutz gegen Außenlärm, der besondere Aufmerksamkeit erfordert, sondern der Luftschallschutz im Gebäudeinneren. Wie die Außenwand in das schalltechnische Gebäudekonzept eingebunden ist, zeigt Bild 33.

In schalltechnischer Hinsicht interessieren bei Außenwänden somit zwei Eigenschaften:

- die direkte Schalldämmung
- die Flankendämmung

Die direkte Schalldämmung muss beim Schutz gegen Außenlärm berücksichtigt werden. Hier geht es um die Übertragung von außen nach innen. Bei Bedarf können durch die DIN 4109 Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen gestellt werden. Die gestellten Anforderungen (DIN 4109, Tabellen 8 bis 10) gelten nicht für die Wand allein, sondern für das gesamte Außenbauteil, das sich aus mehreren Teilflächen (Wand, Fenster, Türen etc.) zusammensetzen kann. Maßgebend ist deshalb das so genannte resultierende Schalldämm-Maß, das sich aus den Schalldämm-Maßen der einzelnen Bauteile ergibt. Es kann rechnerisch aus den einzelnen Schalldämm-Maßen ermittelt werden (siehe hierzu Abschnitt 11 in Beiblatt 1 zu DIN 4109). Beim Nachweis des erforderlichen Schallschutzes genügt es also nicht, nur die Schalldämmung der Außenwand festzulegen. Vielmehr sind es in der Regel Einbauten wie Fenster und Türen, die mit ihrer geringeren Schalldämmung die resultierende Schalldämmung bestimmen. Geringere Schalldämmung solcher Bauteile muss dann durch eine entsprechend höhere Schalldämmung der Wand ausgeglichen werden, damit insgesamt das geforderte resultierende Schalldämm-Maß der Außenbauteile erreicht wird.

Aus dem in Bild 33 beschriebenen Zusammenhang ist sofort zu erkennen, dass

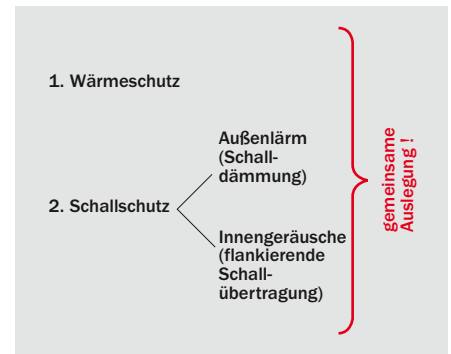


Bild 32: Bauphysikalische Anforderungen an die Außenwand

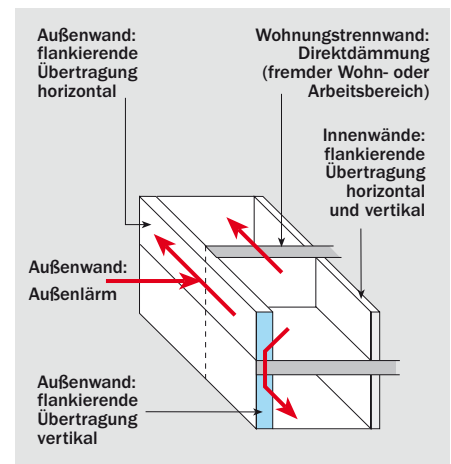


Bild 33: Einbindung der Außenwand in das schalltechnische Gebäudekonzept

beim Schallschutz im Gebäudeinneren auch die Außenwände in ihrer Funktion als flankierende Bauteile bei der schalltechnischen Planung zu berücksichtigen sind. Dies gilt sowohl in der horizontalen Richtung zwischen nebeneinander liegenden als auch in vertikaler Richtung zwischen übereinander liegenden Wohnungen.

An die Flankendämmung selbst werden keine unmittelbaren zahlenmäßigen Anforderungen gestellt. Da sie jedoch die Schallübertragung zwischen zwei Räumen maßgeblich beeinflussen kann, sind bei der Einhaltung des geforderten Schallschutzes unbedingt die konstruktiven Eigenschaften bezüglich der flankierenden Übertragung zu berücksichtigen. Damit sind im Massivbau eine ausreichend große flächenbezogene Masse und die richtige Stoßstellen-gestaltung gemeint. Falsche Planung oder Ausführung kann zu einem Unterschreiten des geschuldeten Schallschutzes führen. Im weiteren Zusammenhang wird gezeigt, dass gerade Außenwände die Schalldämmung von Trennwänden oder Trenndecken mindern können, wenn sie zu leicht ausgelegt worden sind.

Außenwand zwischen Schall- und Wärmeschutz

Erhöhte Anforderungen an den Wärmeschutz können bei Mauerwerk durch konstruktive Maßnahmen realisiert werden. Als grundsätzliche Möglichkeiten kommen dabei in Frage:

- Verringerung der Rohdichte der Steine
- Vergrößerung der Wanddicke
- mehrschichtige Aufbauten
- Wärmedämm-Verbundsysteme

Die aus wärmetechnischen Gründen erforderlichen Maßnahmen haben erfahrungsgemäß auch Auswirkungen auf den Schallschutz. Wesentlich ist dabei, dass sich wärmetechnische und schalltechnische Belange oftmals konträr verhalten, so dass wärmetechnische Verbesserungen zu schalltechnischen Verschlechterungen führen können. Ursache solcher Verschlechterungen sind akustische Resonanzen der Wand- oder Steinstruktur, die bei den oben genannten wärmetechnischen Maßnahmen verstärkt in Erscheinung treten und die Direkt Schalldämmung mindern. Es besteht somit zwischen schall- und wärmetechnischen Anforderungen ein Zielkonflikt, der dem Planer bewusst sein und konstruktiv gelöst werden muss. Dieser Zielkonflikt beschränkt sich aber nicht nur auf den Außenlärm und die Direkt dämmung, sondern findet seine Fortsetzung im Gebäudeinneren bei der Flankendämmung. Die genannten Resonanzerscheinungen mindern oft auch die Flankendämmung. Vor allem aber treten immer wieder Probleme mit der Flankendämmung bei solchen Außenwänden auf, die aus wärmetechnischen Gründen leicht (und

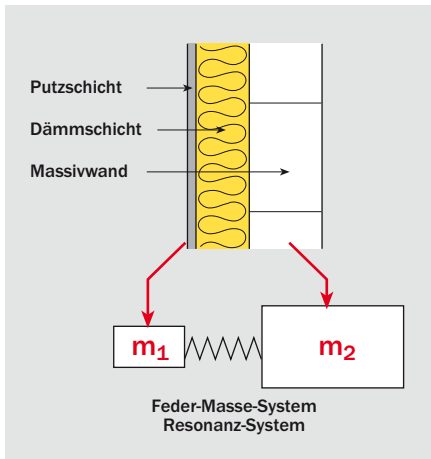


Bild 34: Wärmedämm-Verbundsystem als Feder-Masse-System

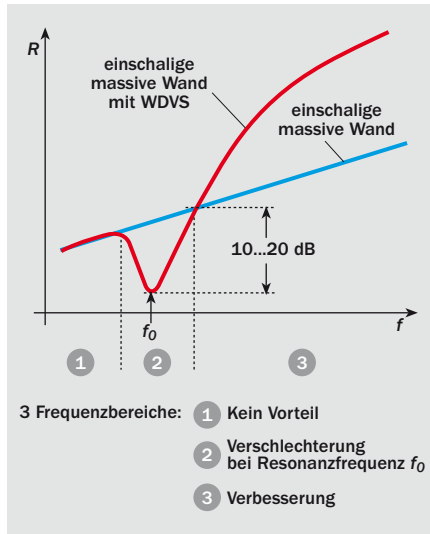


Bild 35: Schalldämmung der einschaligen, massiven Wand ohne und mit WDVS

damit bezüglich der Flankendämmung zu leicht) gemacht wurden. Auf das Verhalten einschaliger massiver Außenwände mit Wärmedämm-Verbundsystem soll im Folgenden näher eingegangen werden.

Schalltechnisches Verhalten einer massiven, einschaligen Wand

Die Schalldämmung einschaliger, massiver Bauteile hängt im Wesentlichen von der flächenbezogenen Masse ab. Je größer die flächenbezogene Masse, desto größer das Schalldämm-Maß. Ausführungsbeispiele für R'_w -Werte entsprechend der derzeitigen DIN 4109 sind in Beiblatt 1 zu DIN 4109 (Tabelle 1) zu finden. R'_w -Werte

für KS-Wände entsprechend der neuen europäischen Vorgaben enthält die Massekurve in Bild 23. Auch hinsichtlich der flankierenden Schallübertragung ist eine hohe flächenbezogene Masse bei massiven Bauteilen vorteilhaft.

Schalltechnisches Verhalten einer massiven, einschaligen Wand mit WDVS
Schalltechnisch verhält sich eine Massivwand mit WDVS wie ein Feder-Masse-System. Mit diesem einfachen Modell können bereits wesentliche akustische Eigenschaften einer Wand mit WDVS erklärt werden. Als Massen wirken die Massen der Wand und der Putzschiicht. Als Feder fungiert die Dämmschiicht (siehe Bild 34).

Charakterisiert wird das Schwingungsverhalten durch die Resonanz des Feder-Masse-Systems bei der Resonanzfrequenz f_0 . Das grundsätzliche Schalldämmende Verhalten eines solchen zweischaligen Wandaufbaus zeigt Bild 35.

Unterhalb der Resonanzfrequenz verhält sich die Konstruktion wie eine gleich schwere einschalige Konstruktion. Die Schalldämmung steigt mit der Frequenz an, wie es für eine einschalige Wand zu erwarten ist. Im Frequenzbereich um f_0 wird aufgrund der großen Schwingungsamplituden die Schalldämmung drastisch vermindert. Oberhalb von f_0 hingegen kann die Schalldämmung gegenüber der gleich schweren einschaligen Konstruktion deutlich verbessert werden. Entscheidend ist also die Lage der Resonanzfrequenz. Da die (flächenbezogene) Masse der Wand sehr viel größer ist als diejenige der Putzschiicht,

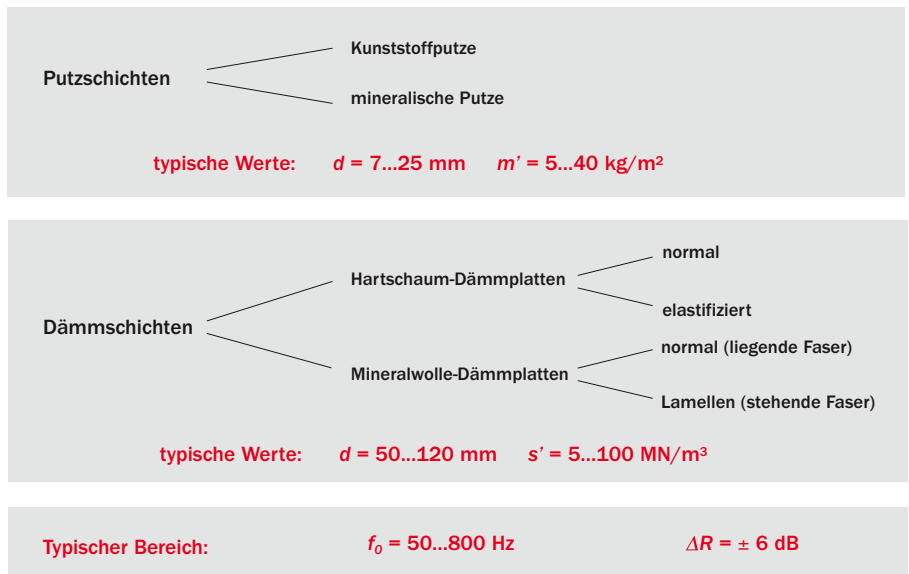


Bild 36: Konstruktive Größen von WDVS

kann sie bei der Berechnung der Resonanzfrequenz vernachlässigt werden. Für f_0 gilt dann:

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}}$$

- s' dynamische Steifigkeit der Dämmschicht in MN/m³
- m' flächenbezogene Masse der Putzschicht in kg/m².

Üblicherweise wird eine möglichst tiefe Resonanzfrequenz angestrebt, da sie sich günstig auf das bewertete Schalldämm-Maß R'_w bzw. R_w auswirkt. Resonanzen bei mittleren Frequenzen dagegen vermindern das bewertete Schalldämm-Maß der Konstruktion. Unter der Vorgabe eines möglichst hohen Schalldämm-Maßes heißt das für die konstruktiv zu bemessenden Einflussgrößen s' und m' :

- Dickere und damit schwerere Putzschichten sind günstiger.
- Die Steifigkeit des Dämm-Materials sollte möglichst gering sein.

Dass unter Schallschutzaspekten die schalltechnische Auslegung des WDVS allerdings nicht grundsätzlich nach diesen Gesichtspunkten erfolgen muss, zeigt sich bei näherer Betrachtung der maßgebenden Frequenzanteile.

Praktisches Verhalten von Wänden mit WDVS

Ob bei Wärmedämm-Verbundsystemen eine Verschlechterung oder Verbesserung des bewerteten Schalldämm-Maßes vorliegt, hängt von den Eigenschaften des gewählten Aufbaus ab. Lange Zeit galten WDVS auf Grund steifer Wärmedämmschichten (Hartschäume) als schalltechnisch kritisch. Verschlechterungen des Schalldämm-Maßes bis zu etwa 8 dB sind im Vergleich zur unverkleideten Massivwand möglich. Bereits seit längerer Zeit sind Dämmschichten mit deutlich geringerer Steifigkeit verfügbar (Mineralfaserplatten, elastifizierte Hartschäume), die eine tiefere Resonanzfrequenz erlauben. Damit sind dann auch Verbesserungen des Schalldämm-Maßes möglich, die je nach Dämm-Material und Putzschicht bis zu etwa 8 dB betragen können. Die frühere Aussage, dass WDVS das bewertete Schalldämm-Maß verschlechtern, ist mit heutigen Systemen nicht mehr generell aufrecht zu erhalten. Die Wahl des Materials entscheidet also, ob erhöhte Wärmedämmung mit WDVS das Schalldämm-Maß verbessert oder verschlechtert. Bei den praktisch zum

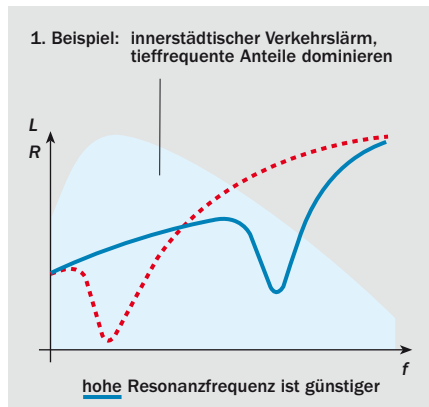


Bild 37: reale Minderung von tieffrequentem Außenlärm
 blaue Kurve: WDVS hoch abgestimmt (günstig)
 rote Kurve: WDVS tief abgestimmt (ungünstig)

Einsatz kommenden WDVS sind zusätzlich zu den bereits genannten Einflussgrößen ggf. noch weitere konstruktive Merkmale zu berücksichtigen, die sich auf das schalltechnische Verhalten auswirken: die Art der Verklebung, Befestigung mit Profilschienen, Verwendung von Dübelssystemen (Verschlechterung des Systems), Armierungsschichten. Typische Werte für unterschiedliche WDVS zeigt Bild 36.

Außenlärm: tieffrequent oder hochfrequent?

In zahlreichen Fällen tritt durch WDVS eine Verschlechterung des Schalldämm-Maßes auf, bei entsprechender Dimensionierung sind vielfach allerdings auch Verbesserungen möglich. Wie soll nun das WDVS dimensioniert werden? Nach derzeitigem Verständnis erscheint es sinnvoll, ein möglichst hohes bewertetes Schalldämm-Maß anzustreben. Für die praktische Anwendung stellt sich die Situation jedoch etwas komplizierter dar. Ob das gewählte WDVS den Schallschutz gegen Außenlärm tatsächlich verbessern kann, hängt auch von der konkreten Lärmsituation ab. Innerstädtischer Verkehrslärm z.B. hat seine dominierenden Geräuschanteile eher bei tiefen Frequenzen (Bild 37).

Eine tief liegende Resonanzfrequenz – die ansonsten gewünscht wird – kann dann zur Erhöhung des über die gedämmte Außenwand übertragenen Schalls führen. Die Geräuschsituation im Gebäude wird entgegen den Erwartungen möglicherweise schlechter. Hier kann ein – eigentlich als ungünstiger bewertetes – WDVS mit härteren Dämmschichten im Endergebnis zu einem günstigeren Gesamtergebnis führen.

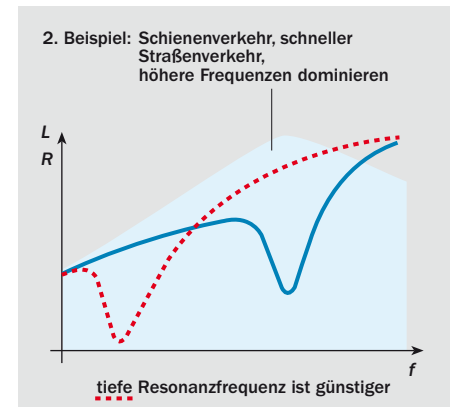


Bild 38: reale Minderung von hochfrequentem Außenlärm
 blaue Kurve: WDVS hoch abgestimmt (ungünstig)
 rote Kurve: WDVS tief abgestimmt (günstig)

Umgekehrt sind die Verhältnisse jedoch, wenn der vor der Außenwand anstehende Lärm durch mittlere und höhere Frequenzen geprägt wird (z.B. Schienenverkehrslärm, Straßenverkehr bei hohen Geschwindigkeiten). Hier sind dann tatsächlich die WDVS mit weichen Dämmschichten auch im Endergebnis günstiger (Bild 38).

Tafel 36: Spektrum-Anpassungswerte zur Berücksichtigung verschiedener Lärmquellen

Spektrum-Anpassungswerte nach DIN EN ISO 717-1	
C mittlere und höhere Frequenzen betont	
zutreffend für	Wohnaktivitäten (Reden, Musik...)
	Schienenverkehr mit mittlerer und hoher Geschwindigkeit
	Autobahnverkehr > 80 km/h
	Düsenflugzeug in kleinem Abstand
Betriebe, die überwiegend mittel- und hochfrequenten Lärm abstrahlen	
C_{tr} tiefere Frequenzen betont	
zutreffend für	städtischer Straßenverkehr
	Schienenverkehr mit geringer Geschwindigkeit
	Propellerflugzeug
	Düsenflugzeug in großem Abstand
	Discomusik
Betriebe, die überwiegend tief- und mittelfrequenten Lärm abstrahlen	

Als Fazit ergibt sich für die reale Minderung von Außenlärm:

- Das tatsächliche Geräuschspektrum spielt bei der Wirkung von Wärmedämm-Verbundsystemen eine Rolle.
- Eine am Schallschutz orientierte Planung sollte die aktuelle Geräuschsituation berücksichtigen.

Offensichtlich ist das bewertete Schalldämm-Maß als alleiniges Kriterium zur Auslegung des Schallschutzes nicht ausreichend. Wie können nun aber die frequenzabhängigen Eigenschaften in der aktuellen Geräuschsituation angemessen berücksichtigt werden? Die neuen europäischen Regelwerke haben dafür die so genannten *Spektrum-Anpassungswerte* vorgesehen, die nach DIN EN ISO 717-1 [10] als ergänzende Zahlenwerte zum bewerteten Schalldämm-Maß angegeben werden (Tafel 36).

Die Spektrum-Anpassungswerte – je nach Bedarf C oder C_{tr} – können zum Wert des bewerteten Schalldämm-Maßes R_w addiert werden, um mit einem neuen Einzahlwert die Schalldämmende Wirkung einer Konstruktion gegenüber einer bestimmten Geräuschart zu charakterisieren. Als Beispiel zeigt Tafel 37 die Auswirkungen eines tief abgestimmten WDVS auf die Schalldämmung einer einschaligen, massiven Wand.

Im bewerteten Schalldämm-Maß R_w verbessert sich die Schalldämmung durch das WDVS von 51 dB um 2 dB auf 53 dB. Hinsichtlich der Dämmung von städtischem Verkehrslärm dagegen tritt eine Verschlechterung von 49 dB um 3 dB auf 46 dB ein. Das Beispiel verdeutlicht, dass die adäquate Berücksichtigung der Außenlärmspektren je nach Problemstellung zu unterschiedlicher Beurteilung der schalltechnischen Eignung eines WDVS und zu unterschiedlichen konstruktiven Auslegungen führen kann. Eine Ausrichtung nur am bewerteten Schalldämm-Maß R_w entspricht zwar der derzeitigen Praxis, die auch dem Nachweis der DIN 4109 für den Außenlärm entspricht, gewährleistet aber nicht in jedem Fall den sinnvollsten Schallschutz gegen Außenlärm. Vielmehr ist in vielen Fällen von mehr tieffrequent geprägten Geräuschspektren auszugehen, so dass die gehandhabte Praxis hier de facto zu Verschlechterungen führen kann. Eine auf schalltechnische Optimierung hin orientierte Planungsstrategie sollte die genannten Kriterien mit einbeziehen.

Tafel 37: Spektrum-Anpassungswerte für eine einschalige, massive Wand ohne und mit WDVS, Beispiel

KS-Wand, $d = 17,5$ cm, RDK 1,8, geputzt, Fensterflächenanteil $f = 30$ %, ohne WDVS:	
Einzahlangaben	$R_w(C, C_{tr}) = 51 (-1, -2)$ dB
tieffrequente Wirkung	$R_w + C_{tr} = 51 - 2 = 49$ dB
KS-Wand, $d = 17,5$ cm, RDK 1,8, geputzt, Fensterflächenanteil $f = 30$ %, mit WDVS:	
Einzahlangaben	$R_w(C, C_{tr}) = 53 (-2, -7)$ dB
tieffrequente Wirkung	$R_w + C_{tr} = 53 - 7 = 46$ dB

Außenwände mit Fenstern

Wenn Außenbauteile aus mehreren Teilflächen mit unterschiedlicher Schalldämmung bestehen, richten sich die Anforderungen der DIN 4109 beim Schutz gegen Außenlärm an das resultierende Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$ der gesamten Fläche. Die einzelnen Teilflächen müssen dabei mit ihren jeweiligen Schalldämm-Maßen berücksichtigt werden (Bild 39).

Beim Nachweis des erforderlichen Schallschutzes genügt es also nicht, nur die Schalldämmung der Außenwand festzulegen. Vielmehr sind es i.d.R. Einbauten wie Fenster, Türen und Rollladenkästen, die mit ihrer geringeren Schalldämmung die resultierende Schalldämmung bestimmen und zu einer Verminderung ΔR_w der Schalldämmung der Wand führen:

$$R'_{w,res} = R'_w(\text{Wand}) - \Delta R$$

So führt z.B. ein relativ gutes Fenster mit $R_{w,R} = 35$ dB und einem Fensterflächenanteil von 30 % bei einer einschaligen Außenwand mit $R'_{w,R} = 50$ dB rechnerisch bereits zu einer Verminderung um $\Delta R_w = 10,5$ dB, so dass $R'_{w,res}$ auf 39,5 dB sinkt. Die geringere Schalldämmung solcher Bauteile muss im Bedarfsfall durch eine entsprechend höhere Schalldämmung der Wand ausgeglichen werden, damit insgesamt das geforderte resultierende Schalldämm-Maß der Außenbauteile erreicht wird. Dieses liegt je nach Lärmpegelbereich (siehe Tafel 34) zwischen etwa 30 und 50 dB.

Wird die Außenwand mit einem WDVS versehen, dann ist auch in diesem Fall das resultierende Schalldämm-Maß zu bestimmen. Anhand zweier Beispiele (Tafel 38) sollen die Auswirkungen des WDVS auf die resultierende Schalldämmung aufgezeigt werden, wobei zum Vergleich schalltechnisch unterschiedliche WDVS und Fenster berücksichtigt werden.

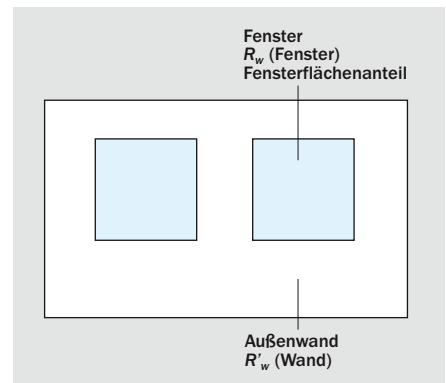


Bild 39: Wände mit Fenstern: Teilflächen unterschiedlicher Schalldämmung

Tafel 38: Einfluss unterschiedlicher Fenster und WDVS auf die Schalldämmung der Außenwand
Wand: KS 17,5 cm (1,8) mit Innenputz, Fensterflächenanteil 30 %

Beispiel 1: $R_w(\text{Fenster}) = 40$ dB	
a) Wand ohne WDVS	$R'_{w,res} = 50 \text{ dB} - 6 \text{ dB} = 44 \text{ dB}$
b) Wand mit WDVS (Verbesserung + 4 dB)	$R'_{w,res} = 54 \text{ dB} - 9 \text{ dB} = 45 \text{ dB}$
c) Wand mit WDVS (Verschlechterung - 4 dB)	$R'_{w,res} = 46 \text{ dB} - 3 \text{ dB} = 43 \text{ dB}$
Beispiel 2: $R_w(\text{Fenster}) = 35$ dB	
a) Wand ohne WDVS	$R'_{w,res} = 50 \text{ dB} - 10,5 \text{ dB} = 39,5 \text{ dB}$
b) Wand mit WDVS (Verbesserung + 4 dB)	$R'_{w,res} = 54 \text{ dB} - 14 \text{ dB} = 40 \text{ dB}$
c) Wand mit WDVS (Verschlechterung - 4 dB)	$R'_{w,res} = 46 \text{ dB} - 7 \text{ dB} = 39 \text{ dB}$

Im ersten Fall werden gute Fenster mit $R_{w,R} = 40$ dB angesetzt. Wird nun die Wand mit einem WDVS versehen, durch welches ihr Schalldämm-Maß auf $R'_w = 54$ dB erhöht wird, so ändert sich $R'_{w,res}$ gegenüber dem Ausgangszustand nur geringfügig auf 45 dB. Wird stattdessen ein WDVS verwendet, durch welches sich das Schalldämm-Maß der Wand auf 46 dB vermindert, so verringert sich $R'_{w,res}$ lediglich auf 43 dB. Änderungen der Schalldämmung der Außenwand durch ein aufgebrachtetes WDVS wirken sich demnach im resultierenden Schalldämm-Maß kaum aus.

Zur gleichen Aussage, allerdings noch deutlicher, führt der zweite Fall, bei welchem ein immer noch gutes Fenster mit $R_{w,R} = 35$ dB angesetzt wird. Änderungen mit oder ohne WDVS liegen hier rechnerisch bei 0,5 dB. Für die konkrete Planung können derartige Berechnungen statt wie hier mit Einzahlwerten auch mit frequenzabhängigen Schalldämm-Maßen durchgeführt werden. Dies führt bei den üblichen Frequenzverläufen zu einer vergleichbaren Aussage. Als Fazit kann festgehalten werden:

- Schwachstelle ist (bei genügend schwerer Massivwand) i.d.R. das Fenster.
- Änderungen der Schalldämmung der Außenwand durch WDVS wirken sich in diesem Fall nur gering aus.

Flankierende Übertragung bei der Außenwand

Grundsätzlich ist bei der Außenwand die flankierende Übertragung besonders zu berücksichtigen (Bild 40).

Die flankierende Übertragung über die Außenwand muss bei zusätzlicher Wärmedämmung jedoch je nach Lage der Dämm-

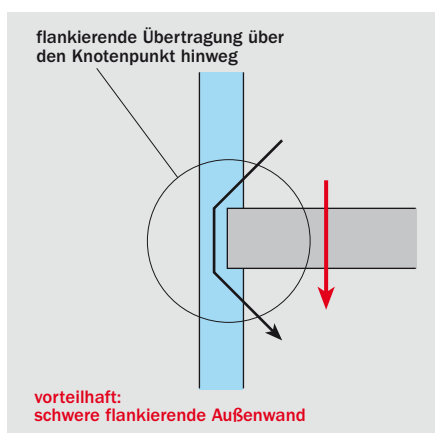


Bild 40: Flankierende Übertragung (vertikal) über die Außenwand

schicht unterschiedlich beurteilt werden. Die Verhältnisse bei innen liegender Dämmschicht zeigt Bild 41.

Die flankierende Übertragung findet in diesem Fall über die innen liegende Schale statt. Da diese oftmals mit viel zu steifen Dämmschichten ausgebildet wird, sind starke Verschlechterungen der Flankendämmung gegenüber der Wand ohne Dämmsystem möglich.

Im Gegensatz zu innen liegenden Dämmschichten hat das außen liegende WDVS keine schädlichen Auswirkungen auf die Flankendämmung.

Die Eigenschaften der Massivwand können für die Flankendämmung voll ausgeschöpft werden. Vorteilhaft sind dabei grundsätzlich Wände mit hoher flächenbezogener Masse. Während bei der Direktdämmung die kleinere Masse des Resonanzsystems (d.h. die Putzschicht) entscheidend war, kann nun für Flankendämmung die schwerere Masse der Massivwand genutzt werden.

Außenwand mit WDVS: eine Bilanz
 Für die Außenwand besteht ein Zielkonflikt zwischen Schallschutz und Wärmeschutz. Dies gilt für den Außenlärm, insbesondere aber für die flankierende Übertragung beim Schallschutz im Gebäudeinneren. Die Bedeutung der flankierenden Übertragung steigt mit den Anforderungen. „Erhöhter Schallschutz“ heißt deshalb: sorgfältige Kontrolle der flankierenden Übertragung. Eine wesentliche Rolle spielt dabei die Außenwand.

Die konstruktive Trennung von Wärmeschutz (durch das WDVS) und Schallschutz (durch die Massivwand) erweist sich schalltechnisch als sinnvoll. Die massive Wand muss keine Wärme dämmende Funktion übernehmen und kann deshalb schwer sein. Für die Flankendämmung kann die gesamte Masse der massiven Wand genutzt werden. Ausreichend schwere Wände mit WDVS sind damit in der Lage, auch erhöhten Anforderungen an die Luftschalldämmung und damit auch an die flankierende Übertragung gerecht zu werden. Der Zielkonflikt zwischen Schall- und Wärmeschutz ist durch die funktionale Trennung beider Bereiche aufgehoben. Während beim Außenlärm eine differenzierte Betrachtung der Verhältnisse wünschenswert ist, um richtige Festlegungen für das WDVS zu treffen, ist dies bei der

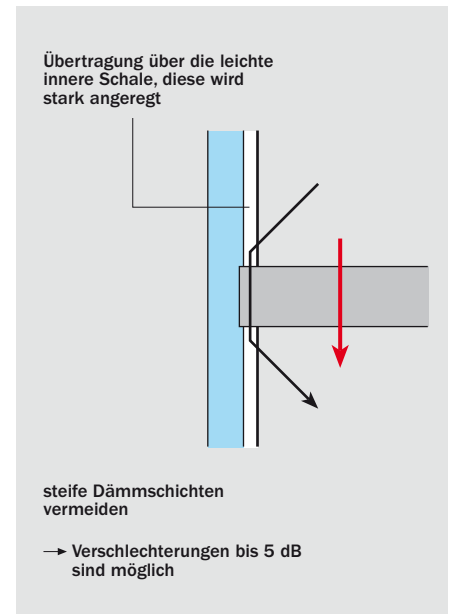


Bild 41: Flankierende Übertragung (vertikal) über die Außenwand mit innenseitiger Wärmedämmung

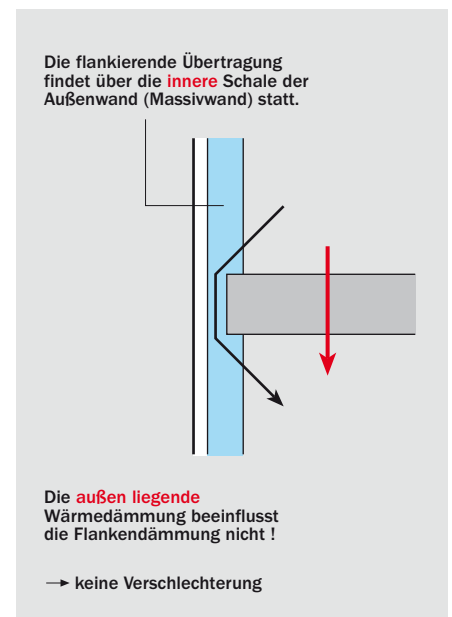


Bild 42: Flankierende Übertragung (vertikal) über die Außenwand mit außenseitiger Wärmedämmung (WDVS)

flankierenden Schallübertragung nicht erforderlich.

2.7 Schallschutz im Detail

Maßnahmen zur Sicherstellung des Schallschutzes betreffen nicht nur die bislang vorrangig diskutierte Ebene der Planung. Auch bei der Ausführung sind wesentliche Aspekte zu berücksichtigen. Abschließend soll deshalb auf einige Fragestellungen eingegangen werden, die direkt die Mauerwerkswand und deren erreichbare Schall-

dämmung betreffen. Das aus der flächenbezogenen Masse zu erwartende Schalldämm-Maß einer Mauerwerkswand kann nur dann erreicht werden, wenn nicht Installationen, Fugen, Schlitz- oder Undichtigkeiten die Schalldämmung verringern.

KS-Wände mit Installationen

Schlitz- und Einbauten wie z.B. Elektroinstallationen verringern die Wanddicke und damit die flächenbezogene Masse der Wand im Bereich der Einbaufläche, so dass die dort verbleibende Restwand eine verringerte Schalldämmung aufweist. Formal kann eine solche Wand mit Einbauten wie ein zusammengesetztes Bauteil mit Teilflächen unterschiedlicher Schalldämmung betrachtet werden, für das die resultierende Schalldämmung berechnet werden kann. Es zeigt sich, dass selbst mehrere Steckdosen auf Grund ihrer kleinen Teilfläche und der ausreichend hohen Restdämmung der hinter dem Dosenbereich verbleibenden Wand bei Wohnungstrennwänden ($m'' > 410 \text{ kg/m}^2$, $R'_{w,R} = 53 \text{ dB}$) die resultierende Schalldämmung nicht verringern. 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 [35].

Falls Wände für die Unterputzverlegung von Rohrleitungen geschlitzt werden, sind die einschlägigen Regeln der Mauerwerksnormen zu berücksichtigen. Dem Schlitz von Wänden sind damit deutlich engere Grenzen gesetzt, als es in der Praxis immer wieder zu beobachten ist. Aus akustischer Sicht gelten die zuvor schon erläuterten Bedingungen bei zusammengesetzten Bauteilen. Im Unterschied zu Steckdosen oder anderen kleinen Einbauten ist hier aber die Teilfläche mit verringerter Schalldämmung größer und die verbleibende Wanddicke kleiner, so dass die resultierende Schalldämmung verringert wird. Wird z.B. in einer 9 m^2 großen Wand ($d = 240 \text{ mm}$, $m'' > 410 \text{ kg/m}^2$, $R'_{w,R} = 53 \text{ dB}$) ein Schlitz von 100 mm Breite und 100 mm Tiefe über die gesamte Höhe der Wand angebracht, so liegt die Restschalldämmung der hinter dem Schlitz verbleibenden Wand bei etwa 47 dB und die resultierende Schalldämmung sinkt um $0,5 \text{ dB}$ ab. Würde der Schlitz dagegen mit 150 mm Tiefe und 150 mm Breite ausgeführt, so würde die resultierende Schalldämmung der Wand um ca. 2 dB vermindert werden. Rechnerisch wäre damit die Einhaltung der Schallschutzanforderungen an

eine Wohnungstrennwand (erf. $R'_{w} \geq 53 \text{ dB}$) nicht mehr gegeben. In Beiblatt 2 zu DIN 4109 wird in diesem Zusammenhang darauf verwiesen, dass bei der Verlegung von Abwasserleitungen in Wandschlitz die flächenbezogene Masse der Restwand zum schutzbedürftigen Raum hin mindestens 220 kg/m^2 betragen sollte. Bei einer Wohnungstrennwand von 240 mm Dicke (Stein-Rohdichte $1,8$) entspräche dies einer Restwanddicke von ca. 130 mm bzw. einer Schlitztiefe von ca. 110 mm .

Bei der Unterputzverlegung von Rohrleitungen besteht das schalltechnische Hauptproblem neben einer möglichen Minderung der Schalldämmung vor allem aber in der verstärkten Übertragung von Leitungsgeräuschen. Ohne vollständige und sorgfältig ausgeführte Körperschallisolierung in Form von geeigneten Rohrmantelungen kann nämlich nicht garantiert werden, dass die auf den Rohrwandungen vorhandenen Schwingungen nicht über Körperschallbrücken auf die Wand übertragen werden. Eine verstärkte Übertragung der Installationsgeräusche und in der Regel eine Überschreitung der für Wasserinstallationen zulässigen Schallpegel im schutzbedürftigen Raum hinter der Wand sind die Folge. Wenn eine körperschallbrückenfreie Unterputzmontage der Rohrleitungen nicht absolut sichergestellt werden kann, sollten Installationsleitungen wegen der Gefahr unkontrollierbarer Körperschallbrücken vor der Wand (Vorwand-Installation) angebracht werden, um die Einhaltung der Anforderungen nicht zu gefährden.

Nicht vermörtelte Stoßfugen

Immer wieder wird vermutet, dass die Schalldämmung bei offenen Fugen auch deshalb leidet, weil die flächenbezogene Masse der Wand reduziert wird. Falls offene Fugen im Mauerwerk vorhanden sind, verringert sich die flächenbezogene Masse proportional zum Anteil der Fugenfläche an der Gesamtfläche. 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. Kritisch ist bei offenen Fugen vielmehr der direkte Schalldurchgang, der die Schalldämmung erheblich mindern kann. Offene Fugen sind deshalb auf jeden Fall zu vermeiden, so wie dies in Beiblatt 1 zu DIN 4109 zur Erreichung der in der dortigen Tafel 1 („Masse Tafel“) angegebenen Schalldämm-Maße gefordert ist. Die Wand muss im schall-

technischen Sinne abgedichtet werden. Zu beachten ist auch die Vorgabe der Mauerwerksnorm DIN 1053-1 (November 1996), die in Abschnitt 9.2.2 vorschreibt, dass bei nicht knirsch verlegten Steinen mit Fugendicken $> 5 \text{ mm}$ die Fugen an der Außenseite beim Mauern mit Mörtel verschlossen werden müssen.

Untersuchungen belegen, dass für eine ausreichende schalltechnische Abdichtung von Wänden mit unvermörtelten Stoßfugen bereits dünne Putze auf beiden Seiten ausreichend sind. In [36] wird anhand von Laboruntersuchungen für eine KSWand ($17,5 \text{ cm}$ KS-Vollsteine, 12 DF , unvermörtelte Stoßfugen mit Nut-Feder-System) gezeigt, dass mit beidseitigem Dünnlagenputz (mittlere Dicke ca. 5 mm) die schalltechnische Dichtigkeit hergestellt werden kann. Bei dickeren Putzschichten steigt die Schalldämmung dann nur noch entsprechend dem Massezuwachs an, ohne dass die Dichtigkeit weiter erhöht würde. Die ausreichende Abdichtung mit dünnen Putzen setzt voraus, dass die Wand im Stoßfugbereich sorgfältig und ohne unnötige Fugen aufgemauert wurde. Im Zweifelsfall sollte zumindest einseitig auf dickere Putzschichten (ca. 10 mm) zurückgegriffen werden.

KS-ISO-Kimmstein

Die Frage nach der Minderung der Schalldämmung stellt sich auch bei der Verwendung von KS-ISO-Kimmsteinen, da diese in der untersten Steinlage verwendeten Steine gegenüber der restlichen Wand eine geringere flächenbezogene Masse aufweisen. Untersuchungen im Prüfstand [37] an zwei bis auf die unterste Steinlage identischen Wandaufbauten ergaben, dass sich zwischen den Varianten „mit KS-ISO Kimmstein“ und „ohne KS-ISO-Kimmstein“ kein Unterschied im bewerteten Schalldämm-Maß ergibt.

2.8 Zusammenfassung

Schallschutz ist baubar – allerdings nur, wenn er von Anfang an in die Gesamtplanung integriert ist. Der vorliegende Beitrag zeigt, wie die verfügbaren planerischen und ausführungstechnischen Möglichkeiten in ein schalltechnisches Gesamtkonzept eingebunden werden können. Dies beinhaltet die Herstellung der Handlungsfähigkeit für die von den europäischen Normen geprägte zukünftige DIN 4109, die Nutzung moderner Berechnungsmethoden für die Planung, die Beherrschung der flankierenden Übertragung, konstruktive Lösungen für die Außenwand und den Stumpfstoß sowie Detaillösungen für KS-Mauerwerk.

LITERATUR

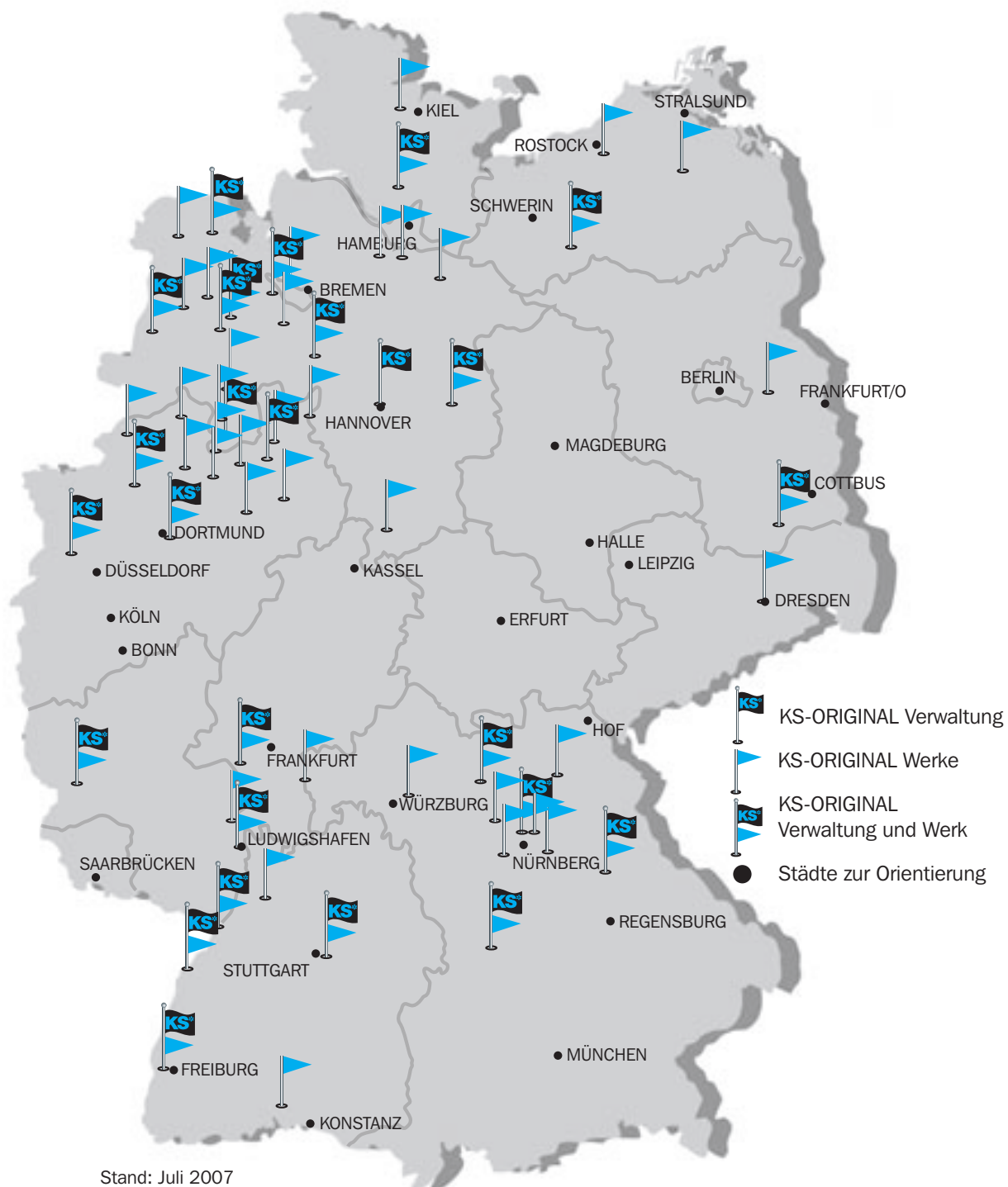
- [1] DIN 4109:1989-11 Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise
- [2] DIN 4109/A1:2001-01 Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise, Änderung A1
- [3] DIN 4109-11:2003-09 Nachweis des Schallschutzes; Güte- und Eignungsprüfung
- [4] DIN 4109 Beiblatt 1:1989-11 Schallschutz im Hochbau – Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren
- [5] Beiblatt 1 zu DIN 4109/A1:2003-09 Schallschutz im Hochbau – Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren, Änderung A1
- [6] DIN 4109 Beiblatt 2:1989-11 Schallschutz im Hochbau – Hinweise für Planung und Ausführung – Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz – Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich
- [7] DIN 4109 Beiblatt 3:1996-06 Schallschutz im Hochbau – Berechnung von $R'_{w,R}$ für den Nachweis der Eignung nach DIN 4109 aus Werten des im Labor ermittelten Schalldämm-Maßes R_w
- [8] VDI-Richtlinie 4100:1994-09 Schallschutz von Wohnungen; Kriterien für Planung und Beurteilung
- [9] DIN 4109-10:2000-06 (Entwurf) Schallschutz im Hochbau, Teil 10: Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz von Wohnungen
- [10] DIN EN ISO 717-1:1997-01 Akustik: Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen, Teil 1: Luftschalldämmung
- [11] DIN 52210-2:1984-08 Bauakustische Prüfungen, Luft- und Trittschalldämmung – Prüfstände für Schalldämm-Messungen an Bauteilen
- [12] DIN EN 20140-3:1995-03 Akustik: Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen, Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen
- [13] Gösele, Schüle, Künzel: Schall, Wärme, Feuchte. 10., völlig neu bearb. Auflage, Bauverlag Wiesbaden, Wiesbaden 1997
- [14] ZVSHK-Merkblatt und Fachinformation Schallschutz. Zentralverband Sanitär Heizung Klima, Sankt Augustin 2003
- [15] Rasmussen, B., Rindel, J.H.: Wohnungen für die Zukunft: das Konzept des akustischen Komforts und welcher Schallschutz von den Bewohnern als zufriedenstellend beurteilt wird. – In: wksb 38/1996
- [16] Weeber, R., Merkel, H., Rossbach-Lochmann, H., Gösele, K.: Schallschutz in Mehrfamilienhäusern aus der Sicht der Bewohner. Bericht F 2049 des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart 1986
- [17] KS-Expertengespräch Baulicher Schallschutz: Hilflös gegen den Krankmacher Lärm? – In: Tagungshandbuch 2002. Verein Süddeutscher Kalksandsteinwerke, Bensheim 2002
- [18] Lutz, P.: Neufassung der DIN 4109 – Kritische Anmerkungen aus der Sicht der Praxis. wksb-Sonderausgabe 1990
- [19] Gösele, Kandel, Linhardt: Schallschutzkosten im Wohnungsbau; Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln 1991
- [20] Kötz, W.-D.: Kosten des Schallschutzes im Wohnungsbau – Beispiele für kostengünstige Lösungen. – In: Zeitschrift für Lärmbekämpfung ZfL, Jan. 2001
- [21] Gösele, K.: Zur Festlegung von Mindestanforderungen an den Luftschallschutz zwischen Wohnungen. – In: Bauphysik 10 (1988), H. 6
- [22] Kötz, W.-D.: Der bauliche Schallschutz in der Praxis – Was bieten Neubauten an Innenschallschutz? – In: ZSW Zeitschrift für das Sachverständigenwesen 9 (1988)
- [23] Richtlinie des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte (Bauproduktenrichtlinie). Dokument 89/106/EWG, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L40/12 vom 11. Februar 1989
- [24] Draft of Interpretative Document for the Essential Requirement Nr. 5, Protection against Noise. Council Directive 89/106/EEC, Construction Products, Document TC 57019-Rev. 2 dated 15.07.1993
- [25] DIN 52210-7:1997-12 Bauakustische Prüfungen – Luft- und Trittschalldämmung – Teil 7: Bestimmung der Normflankenpegeldifferenz im Prüfstand
- [26] DIN EN 12354-1:2000-12 Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften; Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen
- [27] DIN EN 12354-2:2000-09 Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften; Teil 2: Trittschalldämmung zwischen Räumen
- [28] DIN EN 12354-3:2000-09 Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften; Teil 3: Luftschalldämmung gegen Außenlärm
- [29] DIN EN 12354-4:2001-04 Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften; Teil 4: Schallübertragung von Räumen ins Freie
- [30] Gerretsen, E.: European development in prediction models for building acoustics. – In: Acta Acustica 2 (1994), S. 205-214
- [31] Schneider, M., Fischer, H.-M.: Warum Labordaten für die Berechnung des Schallschutzes nach DIN EN 12354 angepasst werden müssen. – In: Tagungsband zum 15. Bauphysikertreffen 2001, Veröffentlichungen der Fachhochschule Stuttgart/Hochschule für Technik, Stuttgart 2001
- [32] Späh, M., Fischer, H.-M.: Abgesicherte Eingangsdaten für die Berechnung des Schallschutzes nach EN 12354-1. – In: Tagungsband zum 15. Bauphysikertreffen 2001, Veröffentlichungen der Fachhochschule Stuttgart/Hochschule für Technik, Stuttgart 2001
- [33] Blessing, S., Fischer, H.-M.: Wie genau können Berechnungsverfahren den Schallschutz prognostizieren? – In: Tagungsband zum 15. Bauphysikertreffen 2001, Veröffentlichungen der Fachhochschule Stuttgart/Hochschule für Technik, Stuttgart 2001
- [34] Bestimmung der Stoßstellendämmung an T-Stößen aus Kalksandsteinmauerwerk bei unterschiedlicher Knotenpunkt-ausbildung. Berichte Nr. FEB/FS 07/00 und Nr. FEB/FS 07/00-1 der Forschungs- und Entwicklungsgemeinschaft für Bauphysik e.V. an der Fachhochschule Stuttgart/Hochschule für Technik
- [35] Fischer, H.-M.: Stellungnahme zur Luftschalldämmung einer einschaligen Wand aus Kalksandstein ohne und mit Installationen. Stuttgart 2001
- [36] Fischer, H.-M.: Stellungnahme zur Schalldämmung einschaliger Wände aus Kalksandstein ohne Stoßfugenvermörtelung. Stuttgart 2001
- [37] Fischer, H.-M.: Beurteilung des Einflusses von KS-ISO-Kimmsteinen auf die Schalldämmung von KS-Mauerwerk. Stuttgart 2000

KS-ORIGINAL ist die Marketing-Organisation von 30 deutschlandweit liefernden KS-Herstellern mit 60 Kalksandstein-Werken.

KS-ORIGINAL GMBH

Entenfangweg 15
30419 Hannover

Tel.: +49 (0) 5 11 279 53-0
Fax: +49 (0) 5 11 279 53-31
info@ks-original.de
www.ks-original.de



KS-ORIGINAL GMBH

Entenfangweg 15
30419 Hannover

Tel.: +49 (0) 5 11 279 53-0
Fax: +49 (0) 5 11 279 53-31
info@ks-original.de
www.ks-original.de

Überreicht durch:

Der Kalksandstein
KS
DAS ORIGINAL

