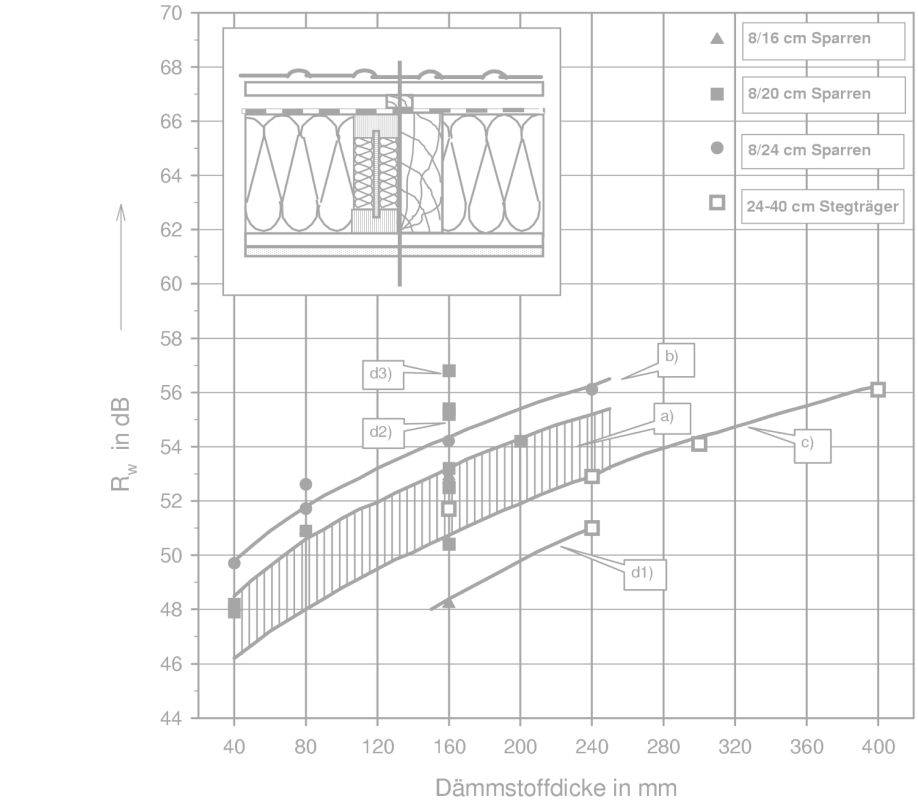
Schallschutz
Wände und Dächer





holzbau handbuch Reihe 3 Teil 3 Folge 4

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung 3

2 Schalltechnische Grundlagen 3
2.1 Luft- und Trittschall 3
2.2 Messung von Luft- und Trittschalldämmung 3
2.3 Schallübertragungswege 3
2.4 Nachweis der Schalldämmung im Labor und auf der Baustelle 4
2.5 Berücksichtigung der Flankenübertragung 4
2.6 Schalldämmung von Außenbauteilen 5
2.7 Schalldämmung bei tiefen Frequenzen 5

3 Anforderungen an den Schallschutz 6
3.1 Schallschutz nach DIN 4109 6
3.2 Festlegung der Anforderungen und geschuldete Ausführung 7
3.3 Einflußfaktoren auf die subjektive Beurteilung der Schalldämmung . . . 7
3.4 Nachweisverfahren 7

4 Wände 8
4.1 Wandkonstruktionen 8
4.2 Innenwände 9
4.3 Gebäudetrennwände 9
4.4 Außenwände 10
4.5 Berechnung der Schalldämmung von Innenwänden 11
4.6 Treppen an Trennwänden 11
4.7 Beispielsammlung Wände 13
4.8 Wandkonstruktionen mit erhöhter Schalldämmung 20
4.9 Hinweise zur Bauausführung 20

5 Dächer 23
5.1 Dachkonstruktionen 23
5.2 Transmissionschalldämmung 25
5.3 Schall-Längsdämmung von Steildächern 26
5.4 Nachweis der Schalldämmung in Dachgeschoßwohnungen 28
5.5 Sicherheit der Berechnung 30
5.6 Beispielsammlung Dächer 30
5.7 Dachkonstruktionen mit erhöhter Schalldämmung bei tiefen Frequenzen 35
5.8 Hinweise zur Bauausführung 35

6 Literatur 39

Bildnachweis 40

Impressum

Herausgeber:
Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft
– HOLZABSATZFONDS –
Anstalt des öffentlichen Rechts
Godesberger Allee 142–148
D-53175 Bonn

und

DGfH Innovations- und Service GmbH
Postfach 31 01 31
D-80102 München
mail@dgfh.de
www.dgfh.de

Redaktion:
Jens Koch, Bonn
Martin Fischer, München

Bearbeitung:
Prof. Dipl.-Phys. Fritz Holtz,
Dipl.-Phys. Dr. Joachim Hessinger,
Dipl.-Ing. Andreas Rabold,
Dipl.-Ing. (FH) Hans-Peter Buschbacher
LSW – Labor für Schall und Wärmemesstechnik GmbH, Stephanskirchen
www.lsw-gmbh.de

Technische Anfragen an:
Überregionale Fachberatung:
0 18 02/46 59 00
(0,06 Euro/Gespräch)
fachberatung@infoholz.de
www.informationsdienst-holz.de

Hinweise zu Änderungen, Ergänzungen und Errata unter:
www.informationsdienst-holz.de

Die technischen Informationen dieser Schrift entsprechen zum Zeitpunkt der Drucklegung den anerkannten Regeln der Technik. Eine Haftung für den Inhalt kann trotz sorgfältigster Bearbeitung und Korrektur nicht übernommen werden.

In diese Broschüre sind Ergebnisse aus zahlreichen Forschungsprojekten eingeflossen. Für deren Förderung danken wir der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), der Arbeitsgemeinschaft Bauforschung (ARGE BAU), den Forst- und Wirtschaftsministerien des Bundes und der Länder und der Holzwirtschaft.

Erschienen: 08/2004
ISSN-Nr. 0466-2114

holzbau handbuch
Reihe 3: Bauphysik
Teil 3: Schallschutz
Folge 4: Schallschutz – Wände und Dächer

1 Einführung

Thema dieses holzbau handbuchs ist der Schallschutz von Wänden und Dächern im Holzbau. Es wendet sich an Planer, Ausführende und Sachverständige. In dieser Publikation wurden Konstruktionsaufbauten von Dächern und Wänden im Holzbau zusammengetragen, die sowohl eine Planung der Schalldämmung ermöglichen, als auch zur Weiterentwicklung der eigenen Konstruktionen herangezogen werden können.

2 Schalltechnische Grundlagen

Im folgenden werden einige grundlegende Begriffe des Schallschutzes kurz erläutert. Ausführliche Informationen können dem holzbau handbuch „Grundlagen des Schallschutzes“ [1], den Normen [2] oder der Fachliteratur [3], [4] entnommen werden.

2.1 Luft- und Trittschall

In Wohnungen und Arbeitsstätten wird man mit verschiedenen Lärmbelästigungen von innerhalb und außerhalb des Gebäudes konfrontiert. Schallquellen innerhalb der Gebäude sind beispielsweise: Musik und Gespräche aus fremden Wohnungen, Gehgeräusche auf Decken und Treppen, Geräusche der Haustechnik, insbesondere der Wasserinstallationen. Lärmbelästigungen von außerhalb sind meistens Verkehrsgeräusche: Straßenverkehr, Schienenverkehr, Luftverkehr, andere Beispiele sind gewerbliche Lärmbelästigungen oder Baulärm.
Typische Lärmbelästigungen und deren Abdämmung durch verschiedenste Bauteile können mittels neuer Rechenprogramme in einer Auralisation für den interessierten Fachmann oder Bauherrn hörbar gemacht werden [5], [6].
In der Bauakustik unterscheidet man Anregungen durch Körperschall (z.B. Trittschall) und Luftschall.

Luftschall: Sprache und Musik sind Beispiele für Luftschall. Die Schallwellen im Raum treffen auf die Wände und Decken, werden in diese Bauteile eingeleitet und in die benachbarten Räume wieder als Luftschallwellen abgestrahlt.

Trittschall: Beim Trittschall handelt es sich um einen Körperschall, der z.B. durch Gehen, Stühlerücken, Klopfen und Hämmern oder durch das Hüpfen von Kindern entsteht. Der Trittschall wird mechanisch direkt in die Decke oder Treppe eingeleitet und über den Baukörper in die benachbarten Räume abgestrahlt.

2.2 Messung von Luft- und Trittschalldämmung

Für die Messung der Luft- und Trittschalldämmung bestehen in der Bauakustik feste Regeln und Normen, nach denen bauakustische Prüfungen von Bauteilen durchzuführen sind. Die Durchführung der Messungen hat nach der europäischen und internationalen Normenreihe DIN EN ISO 140 [7] zu erfolgen.
Bei der Messung der Luftschalldämmung wird das trennende Bauteil im Senderaum mittels eines Lautsprechers angeregt (siehe Abbildung 1). Die Schallpegel L in [dB] werden im Sende- und im Empfangsraum für den Frequenzbereich von 50 Hz bis 5000 Hz in Terzbandbreite aufgezeichnet. Aus den Schallpegeldifferenzen wird – unter Berücksichtigung der Schallabsorption, des Raumvolumens und der Bauteilfläche – das Schalldämm-Maß R des trennenden Bauteils berechnet.
Bei einer Trittschallmessung wird das Bauteil, z.B. eine Decke oder Treppe, durch ein Norm-Hammerwerk angeregt. Ein Hammerwerk besteht aus 5 Stahlzylindern, die 10 mal pro Sekunde aus einer Höhe von 4 cm auf das Bauteil fallen (vgl. DIN EN ISO 140-6). Der von dem Norm-Hammerwerk im benachbarten Raum erzeugte Schallpegel wird in den Terzbändern von 50 Hz bis 5000 Hz gemessen und in einen Norm-Trittschallpegel L_n umgerechnet. Je niedriger der Pegel im Empfangsraum, desto besser ist die Decke bzw. Treppe in akustischer Hinsicht zu beurteilen. Auch bei der Trittschallmessung werden, analog zur Luftschallmessung, die Eigenschaften des Raumes berücksichtigt.
Aus den Messwerten für die Luft- und Trittschalldämmung werden nach den europäischen Normen DIN EN ISO 717 [8] die Einzahlwerte, bewertetes Schalldämm-Maß R_w und bewerteter Norm-Trittschall-Pegel $L_{n,w}$, berechnet, wobei hierzu allerdings nur die Messwerte im Frequenzbereich von 100 Hz bis 3150 Hz herangezogen werden. Für eine detailliertere Diskussion siehe [1], [3], [4], [9].

2.3 Schallübertragungswege

Die Vernachlässigung oder die falsche Einschätzung der Schallübertragung über Nebenwege ist ein typischer Planungsfehler.
Im Bauwerk wird insbesondere bei hochschalldämmenden Wänden und Decken der Schall nicht nur direkt durch die Wände, sondern auch über folgende Nebenwege übertragen:
Flankierende Wände, Decken, Dächer, Kabelkanäle, Rohrleitungen, Fugen (z.B. zwischen Decke und Kamin).

Die Schallübertragungswege (für Luft- und Trittschall) direkt durch die Trennwand und über flankierende Bauteile sind in Abbildung 1 dargestellt.

Wichtig: Für die Beurteilung des Schallschutzes ist die Bausituation maßgeblich, d.h. bei den schalltechnischen Anforderungen wird die Trennwand immer inklusive der oben genannten Nebenwege beurteilt! Daher ist eine Beurteilung der Flankenübertragung von enormer Bedeutung.

Der Umfang der Nebenweg-Übertragung hängt von der konkreten Bausituation ab. Bei hochschalldämmenden Bauteilen wird der Schall nur noch über die flankierenden Decken, Dächer, Innen- und Außenwände übertragen. Für die Optimierung der Schalldämmung von Bauteilen ist eine möglichst geringe Nebenweg-Übertragung anzustreben.

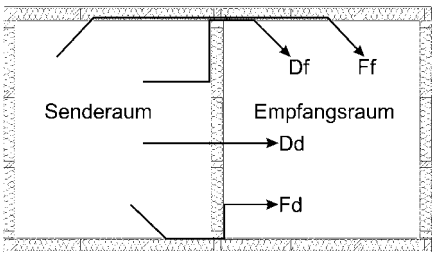


Abb. 1 Schalldämmung einer Trennwand, Darstellung der Schallübertragungswege, direkt Dd und über flankierende Bauteile Df, Fd und Ff bei Luftschall-Anregung.

Die Schall-Längsdämmung der flankierenden Wände, Decken und Dächer wird durch folgende Dämmwerte beschrieben:

Luftschall:
R_L, R_{ij} (deutsche Norm, DIN 52217 [10])
D_{nf} (europäische Norm, DIN EN 12354-1 [11])[1)]
Trittschall:
L_{nf} (europäische Norm, DIN EN 12354-2 [11])

2.4 Nachweis der Schalldämmung im Labor und auf der Baustelle

Ein Nachweis des erforderlichen Schallschutzes von Bauteilen kann entweder durch eine Messung vorab im Laborprüfstand oder auf der Baustelle erfolgen. Die jeweiligen Prüfnormen sind in der Normenreihe DIN EN ISO 140 festgelegt.
Die Labormessung nach DIN EN ISO 140 erfolgt an dem trennenden Bauteil (Decke, Wand, Dach) ohne Nebenwegsübertragungen.

[1)] Schall-Längsdämm-Maß R_L und Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f}$ beschreiben die Schallübertragung auf dem Weg Ff, sie besitzen den gleichen Zahlenwert.

Bei Prüfständen ohne Flankenübertragung wird die Schallübertragung über Nebenwege durch geeignete Maßnahmen unterdrückt. Die in einem solchen Prüfstand gewonnenen Schalldämm-Maße werden ohne Hochstrich, d.h. nur mit R oder L_n bezeichnet. Die Flankenübertragungen können in separaten Messungen als Schall-Längsdämm-Maß oder Norm-Flankenpegeldifferenz nach E DIN EN ISO 10848 [12] oder DIN 52210-7:1997-12 [13] ermittelt werden.
Bei Messungen in ausgeführten Bauten werden die Bauteile mit den tatsächlichen Anschlußbedingungen und Nebenwegsübertragungen geprüft. Die in ausgeführten Bauten gemessenen Schalldämm-Maße werden mit Hochstrich, d.h. mit R‘ oder $L‘_n$ bezeichnet. Messungen in ausgeführten Bauten werden als Güteprüfungen bezeichnet und dienen dem Nachweis der erforderlichen oder geschuldeten Schalldämmung nach DIN 4109: 1989-11 oder E DIN 4109-10:2000-06. Die Möglichkeit der Nachbesserung oder Sanierung von Bauteilen auf der Baustelle ist allerdings gering bzw. mit größerem Aufwand verbunden.

2.5 Berücksichtigung der Flankenübertragung

Nach den Rechenregeln für Schalldämm-Maße [11] erhält man aus den „reinen“ Dämmwerten (d.h. ohne Nebenwege) und den Dämmwerten der Flankenübertragung das gesuchte Ergebnis: die Schalldämmung der Trennwand inklusive der Nebenwege: R‘. Schalldämm-Maße inklusive Nebenwegsübertragung werden mit einem Hochstrich gekennzeichnet.
Aus dem Schalldämm-Maß der Trennwand ohne Nebenwege R und den Flankendämm-Maßen R_{ij} für die verschiedenen Wege Ff, Df und Fd kann nach Gleichung (1) das Schalldämm-Maß R‘ der Trennwand inkl. aller Nebenwege berechnet werden. Im allgemeinen müssten für eine Trennwand insgesamt 13 Übertragungswege aufsummiert werden, (siehe Abbildung 1 und Tabelle 1):

Tabelle 1 Schallübertragungswege Wände

Weg	*Bezeichnung*	*Anzahl*
Direkt durch Trennwand	*Dd*	*1*
Flankenübertragung über Außenwand	*Df, Fd, Ff*	*3*
Flankenübertragung über Innenwand	*Df, Fd, Ff*	*3*
Flankenübertragung über Fußboden	*Df, Fd, Ff*	*3*
Flankenübertragung über Decke	*Df, Fd, Ff*	*3*

$$R' = -10 \cdot Log\left(10^{-0,1 \cdot R} + \sum_{ij = Ff,\ Fd,\ Df} 10^{-0,1 \cdot R_{ij}}\right) \qquad (1)$$

Gleichung (1): Berechnung des Schalldämm-Maßes der Trennwand inklusive Nebenwege R‘ aus Schalldämm-Maß R und Flankendämm-Maß R_{ij}
Die Eingangsgrößen sind die Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f}$, R_L bzw. Flankendämm-Maße R_{ij} sowie die Schalldämmung des trennenden Bauteils ohne Nebenwege R.
Aus den Messwerten der Norm-Flankenpegeldifferenz ($D_{n,f}$ bzw. R_L) über den Flankenübertragungsweg Ff kann mittels Gleichung (2) das Flankendämm-Maß R_{Ff} begerechnet werden.

$$R_{Ff} = D_{nf} + 10 \cdot Log\left(\frac{l_0}{l}\right) + 10 \cdot Log\left(\frac{S_{Tr}}{A_0}\right) \qquad (2)$$

Gleichung (2): Umrechnung der Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f}$ in ein Flankendämm-Maß R_{Ff} unter Berücksichtigung von Kantenlänge l zwischen Trennwand und flankierendem Bauteil;
Bezugskantenlänge l_0 mit l_0 = 2,8 m bei einer Wand als flankierendem Bauteil und
l_0 = 4,5 m bei Dach und Decke als flankierendem Bauteil;
Trennwandfläche S_{Tr}
Bezugsabsorptionsfläche A_0 = 10 m²

Die in Gleichung (1) und (2) durchgeführten Rechenoperationen können sowohl mit den Schalldämm- und Flankendämm-Maßen in den einzelnen Terzbändern als auch mit den bewerteten Schalldämm- und Flankendämm-Maßen durchgeführt werden.

Stoßstellendämm-Maß
Nach der neuen europäisch harmonisierten Normung DIN EN 12354-1 und -2 können die Flankendämm-Maße auch aus Bauteileigenschaften der Stoßstelle zwischen trennendem Bauteil und flankierendem Bauteil berechnet werden. Als Eingangsgrößen dienen hier neben den geometrischen Daten hauptsächlich das Stoßstellendämm-Maß K_{ij} und die Schalldämm-Maße von dem trennenden Bauteil und den flankierenden Bauteilen (siehe Gleichung [3]).

$$R_{ij} = \frac{R_i}{2} + \frac{R_j}{2} + K_{ij} + 10 \cdot Log\left(\frac{S_{Tr}}{l_{ij} \cdot 1m}\right) \qquad (3)$$

Gleichung (3)[2]: Berechnung des Flankendämm-Maßes R_{ij} unter Berücksichtigung von Kantenlänge l_{ij} zwischen Bauteil i und Bauteil j
Stoßstellendämm-Maß K_{ij} zwischen Bauteil i und Bauteil j
Schalldämm-Maße R_i und R_j von Bauteil i und Bauteil j
Trennwandfläche S_{Tr}

Die Anwendung des Stoßstellendämm-Maßes für den Holzbau wurde bislang nur für einzelne Bauteile und Einbausituationen geprüft (siehe [14], [15], [16]). Da für viele Situationen und Stoßstellen noch die Eingangsgrößen von K_{ij} fehlen wird auf eine weitergehende Diskussion im Rahmen dieser Publikation verzichtet.

2.6 Schalldämmung von Außenbauteilen

Die Schalldämmung von Außenbauteilen wird nicht nur durch die Schalldämmung von Außenwand und Dach alleine bestimmt. Die Schalldämmeigenschaften der in diese Außenbauteile eingebauten Fenster, Türen, Rol-



Abb. 2 Montage von Deckenelementen auf der Baustelle



Abb. 3 Außenbauteile mit verschiedenen Einbauten in Dach und Wand

[2] Für Anwendungen im Holzbau wurde die in situ-Korrektur mit der Körperschall-Nachhallzeit entsprechend den Hinweisen der DIN EN 12354-1 ignoriert.
Gleichung (3) gilt nur für Bauteile ohne Vorsatzschalen. Verbesserungsmaße für Vorsatzschalen müssen im Einzelfall mitberücksichtigt werden.

ladenkästen und Lüftungseinrichtungen[3] wird die Schalldämmung der Gesamtfassade sehr stark mitbeeinflußen. Die Schallübertragung durch die einzelnen Bauteile wird durch deren schalltechnische Eigenschaften Schalldämm-Maß R bzw. Norm-Schallpegeldifferenz D_n für kleine Bauteile (z.B. Luftdurchlässe) bestimmt. Aus diesen schalltechnischen Eigenschaften in Verbindung mit den Flächenanteilen dieser Bauteile wird nach Gleichung (4) die resultierende Schalldämmung der Fassade berechnet [11].

$$R'_{res} = -10 \cdot \mathrm{Log}\left(\sum_{j=1}^{n} \frac{S_j}{S} \cdot 10^{-0{,}1 \cdot R_j} + \sum_{i=1}^{m} \frac{A_0}{S} \cdot 10^{-0{,}1 \cdot D_{n,i}}\right) \quad (4)$$

Gleichung (4): Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes R'_{res} einer Fassade (siehe Abb. 4) aus den Eigenschaften der Einzelbauteilen, insgesamt sind n Bauteile und m kleine Bauteile (z.B. Lüfter) vorhanden:

S: Gesamtfläche der Fassade[4]
S_j: Flächeninhalt des j-ten Bauteils
R_j: Schalldämm-Maß des j-ten Bauteils
$D_{n,i}$: Norm-Schallpegeldifferenz des i-ten kleinen Bauteils[5]
A_0 = 10 m², Bezugs-Absorptionsfläche

Die in Gleichung (4) durchgeführten Rechenoperationen können sowohl mit den Schalldämm-Maßen und Norm-Schallpegeldifferenzen in den einzelnen Terzbändern [11] oder auch mit den bewerteten Schalldämm-Maßen und Norm-Schallpegeldifferenzen [2] durchgeführt werden. Für Innenbauteile die sich aus verschiedenen Bauteilen zusammensetzen, wie z.B. Wand- und Türelemente, kann Gleichung (4) sinngemäß angewendet werden. (Das Einrechnen der Nebenwegsübertragung bei Innenwänden erfolgt nach Gleichung [1]).

$$R'_{w,res} = -10 \cdot Log\left(\frac{1{,}5\,m^2}{10{,}4\,m^2} 10^{-0{,}1 \cdot 35 dB} + \frac{8{,}9\,m^2}{10{,}4\,m^2} \cdot 10^{-0{,}1 \cdot 50 dB} + \frac{10\,m^2}{10{,}4\,m^2} \cdot 10^{-0{,}1 \cdot 45 dB}\right)$$
$$= 40{,}7\,dB \qquad \Rightarrow = 40\,dB \quad (5)$$

Gleichung (5): Beispielberechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes R'_{res} für Fassade mit Fenster und Lüfter.

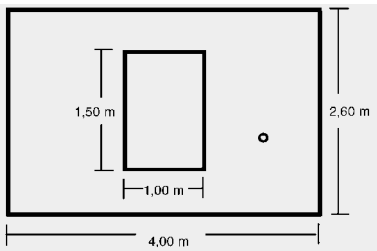


Abb. 4 Beispiel zur Berechnung einer Fassade mit Fenster und Lüfter

In eine Außenwandkonstruktion in Holzständerbauweise (4 m breit, 2,60 m hoch) sei ein Fensterelement (1,00 m breit, 1,50 m hoch) und ein Wandlüfter eingesetzt. Die einzelnen Bauteile sollen folgende schalltechnischen Eigenschaften besitzen:
Fenster: bewertetes Schalldämm-Maß $R_{w,j}$ = 35 dB Bauteilfläche S_j = 1,50 m²
Außenwand: bewertetes Schalldämm-Maß $R_{w,j}$ = 50 dB Bauteilfläche S_j = 8,90 m²
Lüfter bewertete Norm-Schallpegeldifferenz $D_{n,w,i}$ = 45 dB
Das Ergebnis (siehe Gleichung (5) wird immer auf volle dB abgerundet.

2.7 Schalldämmung bei tiefen Frequenzen

Durch die in DIN EN ISO 717 beschriebenen Bewertungsverfahren für das bewertete Schalldämm-Maß R_w bzw. den bewerteten Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ wird die Schalldämmung nur im Frequenzbereich zwischen 100 Hz und 3150 Hz zur Beurteilung herangezogen. Die hierbei ermittelten Kenngrößen $L_{n,w}$ und R_w sind die für den Nachweis der Schalldämmung nach DIN 4109:1989-11 maßgeblichen Größen. Zur subjektiven Beurteilung der Schalldämmung eines Bauteils können aber auch Schallübertragungen bei tiefen Frequenzen unterhalb 100 Hz beitragen, die zwar nicht in die Berechnung des R_w oder $L_{n,w}$ einfließen, jedoch vom Nutzer wahrgenommen werden können. Dies wird zum Beispiel im Holzbau bei üblichen Gebäudetrennwänden in Holzständerbauweise und im Mauerwerks- und Betonbau bei Außenwänden mit Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) deutlich. Je nach Auslegung des WDVS erhält man bei Frequenzen unterhalb von 100 Hz eine sehr geringe Schalldämmung [17]. Im Bereich des Holzbaus wurden in den letzten Jahren in verschiedenen Untersuchungen Ansätze und neue Konzepte zur Verbesserung der niederfrequenten Schalldämmung von Holzbauteilen entwickelt (siehe z.B. [18], [19], [20], [21]). Einige dieser Entwicklungen werden in dieser Veröffentlichung beschrieben (siehe Abschnitte 4.8 und 5.7).

Eine Beschreibung der niederfrequenten Schallübertragungen kann im Rahmen der europäischen Normen DIN EN ISO 717 mit Hilfe der sogenannte Spektrum-Anpassungswerte erfolgen. Ursprünglich eingeführt, um besondere Lärmsituationen zu beschreiben, können die Spektrum-Anpassungswerte auch auf die niederen Frequenzen unterhalb 100 Hz angewendet werden.

Für den Trittschall wird ein Spektrum-Anpassungswert C_I, für die Luftschalldämmung werden Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} definiert. Falls der gesamte bauakustische Frequenzbereich von 50 Hz bis 5000 Hz mitberücksichtigt werden soll, so werden diese Spektrum-Anpassungswerte mit $C_{I,50\text{-}2500}$ $C_{50\text{-}5000}$ und $C_{tr,50\text{–}5000}$ bezeichnet.

Die Spektrum-Anpassungswerte C, C_{tr} und C_I sind bereits mit der DIN EN ISO 717 von 1997 eingeführt worden. Diese finden jedoch zur Zeit der Bearbeitung dieser Publikation in Deutschland keine praktische Anwendung. Daher wird auf eine weiterführende Diskussion im Rahmen dieses Heftes verzichtet. Der Einfluss der tiefen Frequenzen wird in den entsprechenden Kapiteln anhand der Schalldämmkurven dargestellt.



Abb. 5 Gebäude an Bushaltestellen sind verstärkt tiefen Frequenzen ausgesetzt

[3] Lüftungseinrichtungen können dezentrale Wand- oder Fensterlüfter, Dunstabzugshauben, aber auch zentrale Lüftungsanlagen sein.

[4] Die Gesamtfläche der Fassade berechnet sich aus der Summe der insgesamt n Bauteile:

$$S = \sum_{j=1}^{n} S_j$$

[5] Für Lüfterelemente wird von Herstellerseite anstelle der bewerteten Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,w}$ oftmals auch das auf 1,9 m² bezogene bewertete Schalldämm-Maß $R_{w,1,9}$ angegeben. Diese nicht genormte Größe kann mit einer einfachen Umrechnung in die bewertete Norm-Schallpegeldifferenz $D_{n,w}$ zurückgerechnet werden: $D_{n,w} = R_{w,1,9} + 7$ dB

3 Anforderungen an den Schallschutz

3.1 Schallschutz nach DIN 4109

In Deutschland sind bezüglich des Schallschutzes von trennenden Bauteilen die Anforderungen nach DIN 4109:1989-11 [2] einzuhalten[6]. Diese Anforderungen sind bauaufsichtlich eingeführt und müssen auch ohne explizite vertragliche Vereinbarung auf jeden Fall eingehalten werden.
Mit der Bezeichnung trennendes Bauteil wird auf ein Bauteil hingewiesen, das einen schutzbedürftigen Raum in einer Wohnung, Firma o.ä. von einer fremden Räumlichkeit trennt und daher Anforderungen an den Schallschutz zu erfüllen hat, um ein Mindestmaß an Vertraulichkeit und Ruhe zu gewährleisten. Auch für den Schallschutz gegen Außenlärm werden Anforderungen gestellt. Die Norm nennt für die Trennbauteile, inklusive der Nebenwegsübertragungen, verschiedene Anforderungen, je nach Art der Nutzung des Gebäudes.

Eine Übersicht über einzelne Bauteile und Situationen zum Schallschutz innerhalb eines Hauses gibt Tabelle 2. Die Anforderungen an die Schalldämmung gegen Außenlärm können Tabelle 3 entnommen werden.

Die Anforderungen nach DIN 4109:1989-11 und die Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz bei der Luft- und Trittschalldämmung von Decken, Wänden und Treppen müssen in der jeweiligen Bausituation, d.h. inklusive der Schallübertragung längs der flankierenden Wände, eingehalten werden. Sie gelten für Mauerwerks- und Betonbau sowie für den Holzbau gleichermaßen.

Auch bei korrekter Bauausführung, d.h. bei Erfüllung der Anforderungen nach DIN 4109: 1989-11, ist unabhängig von der Bauweise nicht auszuschließen, daß Geräusche im Nachbarraum wahrgenommen werden. Dies gilt auch für die Übertragung im tieffrequenten Bereich, die von den Anforderungen nach DIN 4109:1989-11 nicht erfasst werden. Auf die in Absatz 1 der Norm angesprochene „Notwendigkeit gegenseitiger Rücksichtnahme durch Vermeidung unnötigen Lärms...“ wird ausdrücklich hingewiesen. Eine Aufklärung des Bauherrn und der Hinweis auf die Möglichkeit eines mit entsprechendem Mehraufwand und höheren Baukosten verbundenen erhöhten Schallschutzes sollten in einem Beratungsgespräch nicht fehlen.

[6] Die DIN 4109 sowie die zugehörigen Beiblätter 1 und 2 befinden sich in Überarbeitung. Da ein Zeitrahmen für die Fertigstellung dieser Normen bislang noch nicht absehbar ist, wird auf diese zukünftigen Entwicklungen im Rahmen dieser Schrift nicht näher eingegangen.

Erhöhter Schallschutz
Falls vom Bauherrn ein höherer als der bauaufsichtlich eingeführte und somit verpflichtende Schallschutz nach DIN 4109:1989-11 gewünscht wird, so können zur Planung die Kennwerte aus E DIN 4109-10:2000-06 [2] (Schallschutzstufe 2) herangezogen werden.
Falls ein erhöhter Schallschutz von den Bewohnern gewünscht wird oder der Schallschutz auch auf Decken und Wände innerhalb des eigenen Wohnbereiches (z.B. bei Einfamilienhäusern) bzw. eines Verwaltungsgebäudes ausgedehnt werden soll, so sind dazu gesonderte Vereinbarungen zu treffen. Diese erhöhten Dämmwerte sollten zwischen allen Beteiligten (Bauherr, Planer, ausführende Gewerke) unter Hinweis auf die E DIN 4109-10:2000-06 vertraglich festgelegt werden. Zur Orientierung werden von den Verfassern für die Festlegung dieser Bauteile die in Abschnitt 4.8 und 5.7 beschriebenen Konstruktionsdetails empfohlen.

Schallschutz gegen Außenlärm
Der erforderliche Schallschutz gegen Außenlärm richtet sich nach der jeweiligen Außenlärmbelastung. Diese wird über den maßgeblichen Außenlärmpegel beschrieben. Der maßgebliche Außenlärmpegel wird bevorzugt aus immissionsschutztechnischen Berechnungen ermittelt. Angaben zu Außenlärmbelastungen können auch Lärmkarten entnommen oder von Umwelt- und Baubehörden erfragt werden [22]. Der maßgebliche Außenlärmpegel repräsentiert einen Mittelungspegel, Maximal-Pegelspitzen werden durch diesen Außenlärmpegel nicht erfaßt.

Die Festlegung der Anforderungen an die Außenbauteile erfolgt in Abhängigkeit des maßgeblichen Außenlärmpegels (entsprechend einem Lärmpegelbereich von I bis VII) nach Tabelle 3, wobei die geometrischen Verhältnisse hinsichtlich Aussenwandfläche der Fassade und Grundfläche des Raums über einen Korrekturwert nach Tabelle 9 der DIN 4109:1989-11 eingerechnet werden. Die Anforderungen gelten für das gesamte Außenbauteil, d.h. Wand inkl. Fenster, Tür, Lüfter und sonstiger Einrichtungen. Die Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes der Fassade aus den Einzelbestandteilen erfolgt nach Gleichung (4) oder aus der Kombination der Schalldämmung von Wand und Fenster nach Tabelle 10 aus DIN 4109:1989-11.

Tabelle 2 Anforderungen nach DIN 4109 bzw. Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz nach E DIN 4109-10, Auszug

Haustyp/Bauteil	*Anforderungen nach DIN 4109:1989-11*	*Vorschläge für den erhöhten Schallschutznach E DIN 4109-10 Schallschutzstufe 2*
Mehrfamilienhaus		
Luftschall Trennwand, R'_w	*≥ 53 dB*	*≥ 56 dB*
Trittschall Treppenläufe, $L'_{n,w}$	*≤ 58 dB*	*≤ 53 dB*
Trittschall Treppe in benachbarter Wohnung, $L'_{n,w}$	*≤ 53 dB*	*≤ 46 dB*
Doppel- oder Reihenhaus		
Luftschall Trennwand, R'_w	*≥ 57 dB*	*≥ 63 dB*
Trittschall Treppe ①, $L'_{n,w}$	*≤ 53 dB*	*≤ 46 dB*

Anmerkungen:
① diagonal und/oder horizontal von Haus 1 zu Haus 2

Tabelle 3 Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen nach DIN 4109:1989-11

Spalte	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*
			Raumarten		
Zeile	*Lärmpegel-bereich*	*„Maßgeblicher Außenlärmpegel“*	*Bettenräume in Krankenanstalten*	*Aufenthaltsräume in Wohnungen und Hotels, Unterrichtsräume und ähnliches*	*Büroräume und ähnliches*
			erf. $R'_{w,res}$ des Außenbauteils		
1	*I*	*bis 55 dB(A)*	*35 dB*	*30 dB*	
2	*II*	*56–60 dB(A)*	*35 dB*	*30 dB*	*30 dB*
3	*III*	*61–65 dB(A)*	*40 dB*	*35 dB*	*30 dB*
4	*IV*	*66–70 dB(A)*	*45 dB*	*40 dB*	*35 dB*
5	*V*	*71–75 dB(A)*	*50 dB*	*45 dB*	*40 dB*
6	*VI*	*76–80 dB(A)*	*1)*	*50 dB*	*45 dB*
7	*VII*	*> 80 dB(A)*	*1)*	*1)*	*50 dB*

1) Anforderungen sind nach den örtlichen Gegebenheiten festzulegen

3.2 Festlegung der Anforderungen und geschuldete Ausführung

Um Streitfällen vorzubeugen, wird sowohl dem Planer als auch dem Ausführenden empfohlen, mit den Bauherrn die Anforderungen an den Schallschutz zu diskutieren und vertraglich festzulegen. Diesbezüglich besteht gegenüber dem Bauherrn von seiten des Ausführenden die Aufklärungspflicht über das subjektive Empfinden der vereinbarten Schalldämmung. So können z.B. Gehgeräusche auf Treppenläufen, die den Mindestanforderungen nach DIN 4109:1989-11 oder sogar den Vorschlägen für einen erhöhten Schallschutz entsprechen, durchaus noch wahrgenommen werden.

Unabhängig von den vereinbarten Anforderungen wird eine mängelfreie und den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechende Bauplanung und Ausführung geschuldet:
In Gerichtsfällen legt die derzeitige Rechtsprechung bei der Beurteilung die bei einer mängelfreien Bauausführung zu erwartenden Schalldämmwerte als Maßstab zu Grunde [23].
Allgemein anerkannte Regeln der Technik [23] sind Regelwerke, z.B. Normen, Richtlinien, Fachpublikationen, die

- nach wissenschaftlicher Erkenntnis für theoretisch richtig gehalten werden,
- in der Fachwelt bekannt und
- auf Grund fortdauernder praktischer Erfahrung als richtig und notwendig angesehen werden.

„DIN-Normen sind keine Rechtsnormen, sondern private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter. Sie können die anerkannten Regel der Technik wiedergeben oder hinter diesen zurückbleiben“ [24].

3.3 Einflußfaktoren auf die subjektive Beurteilung der Schalldämmung

Erheblichen Einfluß auf die Erwartungshaltung in Bezug auf die Schalldämmung hat das Besitzverhältnis. So hat z.B. der Besitzer einer Eigentumswohnung diesbezüglich meist höhere Ansprüche als der Mieter einer Wohnung im selben Mehrfamilien-Wohnhaus.

Weiterhin spielen die Grundgeräusche im Haus (z. B. von haustechnischen Anlagen) und der Lärm von draußen für die subjektive Beurteilung der Schalldämmung von Innenbauteilen eine große Rolle. Der Planer sollte berücksichtigen, daß bei Gebäuden mit einer sehr guten Schalldämmung gegen Außenlärm oder bei Gebäuden in einer sehr ruhigen Wohngegend schon relativ geringe Lärmbelästigungen innerhalb des Hauses als störend empfunden werden. Die Wechselbeziehung zwischen Grundgeräusch und erforderlicher Schalldämmung ist in der VDI 4100 [25] beschrieben.

3.4 Nachweisverfahren

Derzeit (2004) gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Tritt- und Luftschalldämmung nachzuweisen. Soll ein bauaufsichtlicher Nachweis der Anforderungen erfolgen, so ist zu beachten, dass die nachfolgend aufgelisteten Nachweisverfahren (Berechnung nach Punkt 3 und Messung lt. Punkt 4) noch nicht bauaufsichtlich eingeführt sind. In diesem Fall empfiehlt sich im Vorfeld der Planungen eine Abstimmung mit dem Bauherrn bzw. den Bauaufsichtsbehörden hinsichtlich der Nachweisführung. Folgende Nachweisformen sind möglich:

1. Man richtet sich nach den Ausführungsbeispielen im Beiblatt 1 der DIN 4109:1989-11. Nachteil: Der Planer muß sich exakt an die Beschreibung der dargestellten Wände, Dächer und Decken halten. Teilweise entsprechen die Konstruktionsdetails nicht der heute gängigen Bauausführung. Für Leichtbautreppen und die Flankendämmung von Steildächern sind keine Konstruktionsdetails angegeben.

   Anmerkung: Zur Zeit wird an einer Neuausgabe und Überarbeitung des Beiblatt 1 gearbeitet in das aktuelle Ausführungsbeispiele einfließen sollen.

2. Die Messung des Bauteils (Wand, Dach und Treppe) im ausgeführten Bau ist der exakte, für den Bauherrn wichtigste Nachweis. Nachteil: Wird die geforderte Schalldämmung nicht erreicht, so werden Nachbesserungen sehr kostspielig. Für den Planer ist es daher notwendig, die zu erwartende Schalldämmung seiner Bauteile im voraus zu berechnen.

3. Falls die Schalldämmung der Einzelbauteile sowie die Flankendämmung der flankierenden Bauteile bekannt ist, kann aus diesen Einzeldaten die Schalldämmung des trennenden Bauteils inkl. Nebenwege bzw. die Schalldämmung des Aussenbauteils berechnet werden (siehe Kapitel 2.5 und 2.6). Die Berechnungsverfahren sind zum Teil bauaufsichtlich noch nicht eingeführt. Ein exakter Nachweis kann dann durch eine Baumessung vor Ort erfolgen.
   Für Holzdecken gibt es bereits ein Prognosemodell mit dem aus den konstruktiven Details und Eigenschaften des Bauteils seine Schalldämmung berechnet werden kann [9]. Für Dächer wird in Abschnitt 5 dieser Schrift ein Prognoseverfahren vorgestellt. Für den Nachweis der Schalldämmung mit Laborprüfungen müssen die Rechenwerte der Schalldämm-Maße herangezogen werden.

4. Eine weitere Möglichkeit bieten projektbezogene Messungen und Entwicklungen im Prüfstand mit den im Holzbau üblichen Nebenwegen. Dieser Prüfstand ist nicht genormt; entsprechende Prüfungen nicht bauaufsichtlich anerkannt. Sie erweisen sich aber bei größeren Objekten und neuentwicklelten Konstruktionen als sinnvoll. Nicht geeignet sind Prüfungen in einem DIN-Prüfstand mit „bauüblichen Nebenwegen“ nach DIN 52210-2:1984-08 [26], weil sich diese auf flankierende Bauteile in Mauerwerks- und Betonbauweise beziehen.

4 Wände

Im Rahmen dieser Publikation wird die Schalldämmung der reinen Wandelemente beschrieben. Für die Schalldämmung von Zusatzelementen wie z.B. Fenster, Rollladenkästen und Lüfter wird auf die entsprechenden Normen z.B. DIN 4109 Beiblatt 1 und Beiblatt 1/A1 [2] sowie auf Herstellerangaben verwiesen. Zur Berechnung der resultierenden Schalldämmung einer Außenwand, siehe Abschnitt 2.6. Der Einfluß durch den Einbau von Wasserinstallationen, Lüftungs- und Heizungsanlagen in Wandelemente wird in Abschnitt 4.9.4 diskutiert.

4.1 Wandkonstruktionen

Die meisten Wandkonstruktion im Holzbau lassen sich unabhängig von ihrem konkreten Einsatz auf wenige Grundkonstruktionen der Wand zurückführen:

4.1.1 Holzständerkonstruktionen:

Holzständerwände als Innen- oder Außenwände bestehen aus einem Ständerwerk (Holzständer, Schwelle, Rähm) aus konstruktivem Vollholz [27], [28] oder aus Stegträgern [29], [28] das mindestens einseitig mit Plattenmaterialien beplankt ist und dessen Hohlräume mit einer Hohlraumdämmung ausgefüllt sind.
Die für die Schalldämmung wesentlichen Einflussparameter sind:

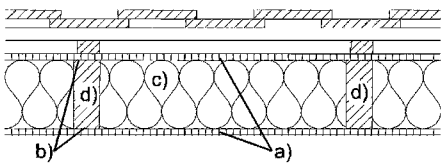


Abb. 6 Standard-Holzständerkonstruktion als Außenwand

a) Beplankungen
Üblich sind Beplankungen aus Holzwerkstoffen (Spanplatte FPY, OSB, Zementgebundene Spanplatte, Holzweichfaserplatte, Holzwolleleichtbauplatte) oder Gipswerkstoffen (Gipskartonplatte, Gipsfaserplatte). Darüberhinaus können auf den Beplankungen noch weitere Bauteile wie WDVS oder Installationsebenen angebracht sein.
Hinsichtlich der schalltechnischen Eignung sind folgende Materialeigenschaften maßgeblich:
flächenbezogene Masse (ergibt sich aus Rohdichte und Dicke des Plattenmaterials)
Biegesteifigkeit bestimmt die Lage der Koinzidenzgrenzfrequenz (ergibt sich aus Rohdichte, Dicke und E-Modul des Plattenmaterials).
Biegemodul bestimmt (zusammen mit dem Rastermaß des Ständerwerks) die Lage der Eigenfrequenzen der Plattenschwingungen der Beplankung und ergibt sich aus E-Modul und Flächenträgheitsmoment.
Für eine Verbesserung der Schalldämmung einer Holzständerwand ist eine Erhöhung der Masse bei gleichzeitiger Biegeweichheit der Beplankungen (d.h. $f_{gr} \geq 2500$ Hz) anzustreben. Je nach Anwendungszweck (Optimierung des R_w/Verbesserung der Schalldämmung bei tiefen Frequenzen) kann auch eine separate Betrachtung der Eigenschwingungen der Beplankungen erforderlich sein.

b) Befestigung/Entkopplung der Beplankungen
Die Beplankungen wirken akustisch gesehen als schallaufnehmende bzw. schallabstrahlende Flächen (zu vergleichen mit den „Membranen“ eines Mikrophons/Lautsprechers). Durch eine Unterbrechung der Schallübertragung von schallaufnehmender zu schallabgebender Fläche kann die Schalldämmung der Konstruktion verbessert werden. Konstruktiv kann dies durch eine Trennung des Ständerwerks oder eine Montage der Beplankung auf Federschienen erreicht werden.[7)]

c) Hohlraumdämmung
Der schalltechnische Einfluss der Hohlraumdämmung besteht aus der schallabsorbierenden Wirkung im Hohlraum, weshalb für diesen Zweck fast ausschließlich Faserdämmstoffe eingesetzt werden. Darüberhinaus macht sich bei einigen Dämmstoffen auch die Massenerhöhung durch deren Einbringen sehr positiv bemerkbar. Bei druckfesten Dämmstoffen ist darauf zu achten, dass diese Dämmstoffe nicht dicker als das Ständerwerk sind, damit die Dämmung keinen Druck auf die Beplankungen ausübt. Weiterhin sollten die Dämmplatten ohne seitlichen Luftspalt zwischen das Ständerwerk eingepasst werden. Beim Einsatz von Einblasdämmstoffen sollte darauf geachtet werden, dass sich keine unausgefüllten Hohlräume bilden.

d) Einfluss von Ständerwerk und Raster
Die Ständertiefe hat je nach Art der Beplankung nur einen verhältnismäßig geringen Einfluss auf die Schalldämmung. Bei umfangreichen Messreihen an Holzständerwänden wurde festgestellt, dass eine Verringerung der Ständertiefe von 160 mm auf 60 mm, nur einen Verlust im R_w von 0 bis 4 dB zur Folge hat.
Eine Änderung im Ständerraster verschiebt die Eigenfrequenzen der Eigenschwingungen der Beplankungen stark [20], [30]. Hierdurch erfolgt eine starke Änderung im mittel- bis niederfrequenten Bereich der Schalldämmkurve. Geht man von einem üblichen Ständerraster von 62,5 cm aus, so ergibt eine Verkleinerung des Rastermaßes in den meisten Fällen eine Verbesserung in der niederfrequenten Schalldämmung allerdings auch Verschlechterungen im R_w. Durch die Vergrößerung des Ständerrasters wird in der Regel eine Verbesserung im R_w erzielt. In der Beispielsammlung werden mit einzelnen Ausnahmen nur Wände mit einem Ständerraster von 62,5 cm gezeigt, was den üblichen Fall darstellt. Hiervon abweichende Konstruktionen müssen separat beurteilt oder gemessen werden.

4.1.2 Massivholzkonstruktionen:

Bei Massivholzkonstruktionen besteht die Grundwand aus einer mehr oder weniger massiven Holzkonstruktion. Diese wird realisiert z.B. aus Brettstapeln, mehrlagig verklebte Brettlagen, Blockbohlen, kreuzweise verklebte Holzlatten mit Hohlräumen, bzw. auch durch starke OSB- oder Spanplatten. Andere Massivholzkonstruktionen sind denkbar.

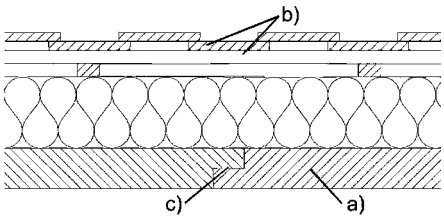


Abb. 7 Standardkonstruktion aus Massivholz als Außenwand

Die für die Schalldämmung wesentlichen Einflussparameter sind:

a) Gesamtdicke der Grundkonstruktion
Die maximal mögliche Schalldämmung der Konstruktion wird durch deren Flächengewicht und Biegesteifigkeit bestimmt.

[7)] Es ist zu beachten, dass bei einer Montage der raumseitigen Beplankungen über Federschienen der Eindruck einer nachgiebigen Wand entstehen kann.

b) Verkleidungen
Prinzipiell kann die Schalldämmung durch Verkleidungen (z.B. Wärmedämmung) oder Beplankungen aus Plattenmaterialien (üblicherweise Gipskarton- oder Gipsfaserplatten) evtl. in Verbindung mit einer Vorsatzschale deutlich erhöht werden. Einige Systeme benötigen aufgrund ihrer Konstruktionsweise notwendigerweise eine zusätzliche Beplankung der Wandkonstruktion.

c) Fugenschall
Massivholzwände werden als elementierte Bauteile gefertigt. Diese Elemente werden an der Baustelle über unterschiedliche Verbindungssysteme miteinander gekoppelt. Bei kleinformatigen Elementen (40 bis 100 cm Breite) kann der über diese Verbindungsfugen übertragene Fugenschall die Schalldämmung der Grundkonstruktion maßgebend beeinflußen. Bei wandgroßen Bauteilen spielen diese Effekte des Fugenschalls keine Rolle. Die Größe des Fugenschalls hängt von den tatsächlichen Einbaubedingungen (Kopplung, Fugenbreite) ab und kann nicht pauschal angegeben werden. Durch eine Beplankung der Grundkonstruktion auf zumindest einer Seite (z.B. durch GKB-Platten, Aussenwärmedämmung, Vorsatzschale) wird der Fugenschall bereits deutlich reduziert.

4.2 Innenwände

Bei Innenwänden ist zu unterscheiden zwischen Wänden die innerhalb des eigenen Wohn- oder Arbeitsbereichs eingesetzt werden und Wohnungstrennwänden, die fremde Wohn- und Arbeitsbereiche voneinander trennen.
Für die Schalldämmung von Wohnungstrennwänden wird von der DIN 4109:1989-11 ein bewertetes Schalldämm-Maß R'_w = 53 dB vorgeschrieben. Um diesen Schalldämmwert nachzuweisen, muss neben der Schalldämmung der Wand alleine auch die Flankendämmung für alle relevanten Nebenwege bekannt sein. Ein Zielwert für die erforderliche Schalldämmung der Wand alleine kann aus dem vereinfachten Nachweisverfahren nach Beiblatt 1 DIN 4109:1989-11 gewonnen werden. Danach wird die resultierende Schalldämmung R'_w zwischen zwei Räumen eingehalten, wenn die Schalldämm-Maße bzw. Schall-Längsdämm-Maße für jeden einzelnen Schallübertragungsweg um mindestens 5 dB über dem Wert von R'_w liegen, d.h.

$R_{w,R}$ (Trennwand) $\geq R'_w + 5$ dB
$R_{L,w,R}$ (flankierendes Bauteil) $\geq R'_w + 5$ dB[8]

Für den Fall einer Wohnungstrennwand ist damit eine Schalldämmung der Trennwand alleine von $R_{w,R} \geq 58$ dB anzustreben. Diese Schalldämmwerte können mit einfachsten Holzständerwänden nicht erreicht werden, hier müssen optimierte Konstruktionen eingesetzt werden. In der Praxis werden meist zweischalige Holzständerwände eingesetzt.

4.3 Gebäudetrennwände

Die Konstruktionsweise einer Gebäudetrennwand wird hauptsächlich durch die Anforderungen der Statik und des Brandschutzes diktiert. Üblicherweise werden in Deutschland hierzu zwei auf Abstand gesetzte Wandscheiben eingesetzt, wie beispielhaft in Abbildung 8 dargestellt.
Der Einsatz von Gipskarton- oder Gipsfaserplatten wird dabei durch die Anforderungen des Brandschutzes an die Konstruktion motiviert.
Wird die konsequente Trennung der beiden Schalen der Gebäudetrennwand auch in den Anschlußbereichen durchgezogen, so können, mit einzelnen Ausnahmen, Nebenwegsübertragungen vernachlässigt werden, d.h. im ausgeführten Bau wird der gleiche Schalldämmwert wie im Laborprüfstand erreicht. Eine wichtige Ausnahme betrifft die Schalldämmung im Dachgeschoß. Hier kann die Schall-Längsleitung über die Dachfläche zu einer nicht zu vernachlässigenden Verschlechterung der Schalldämmung führen. Die Schall-Längsdämmung über ein Steildach ist bei einer Gebäudetrennwand in allen Fällen zu berücksichtigen, siehe die Abschnitte 5.3 und 5.4.

Diese Wandkonstruktionen können bei mängelfreier Ausführung bereits bewertete Schalldämm-Maße von $R_{w,R} \geq 64$ dB erbringen. Die Schalldämmung bei mittleren und hohen Frequenzen ist hierbei sehr gut und, wie Abbildung 9 zeigt, gleichwertig mit den Resultaten von Mauerwerkswänden. Defizite zeigen sich jedoch bei tiefen Frequenzen, insbesondere unterhalb von 100 Hz. Die Bewohner nehmen diese tieffrequenten Schallübertragungen als „Dröhnen“ wahr.
Für die Schallübertragungen bei tiefen Frequenzen sind hauptsächlich Eigenschwingungen der Beplankungen verantwortlich [20]. Durch eine geschickte Wahl der Plattenwerkstoffe und des Ständerabstands können die Schallübertragungen bei tiefen Frequenzen stark reduziert werden. In Abschnitt 4.8 werden Beispiele für Gebäudetrennwände vorgestellt, die auch bei niedrigen Frequenzen eine hohe Schalldämmung erzielen.

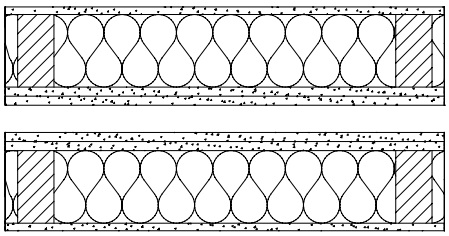


Abb. 8 Prinzipskizze Gebäudetrennwand mit Aufbau
1 Lage Gipsbauplatte[1)]
120/60 mm Holzständer[2)] mit
120 mm Faserdämmstoff[3)]
2 Lagen Gipsbauplatten[4)]
45 mm Trennfuge ohne Dämmstoff
symmetrisch

Zusätzlich zu den hier beschriebenen Gipskartonplatten werden bei tragenden Wänden noch OSB oder FPY-Platten eingesetzt.

[1)] 12,5 mm Gipsfaserplatte nach [31] mit einem Flächengewicht von mindestens 15 kg/m² oder als 12,5 mm Gipskartonplatte GKF nach [32] mit einem Flächengewicht von mindestens 10 kg/m²
[2)] Holzständer aus konstruktivem Vollholz mit Ständerraster 62,5 cm
[3)] Faserdämmstoff als Mineralfaserdämmstoff nach [33] mit Rohdichte = 30–50 kg/m³ und Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴ oder Zellulosedämmstoff nach [34] mit Rohdichte = 45–60 kg/m³ und Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴
[4)] 2 x 15 mm Gipsfaserplatte nach [31] mit einem Flächengewicht von mindestens 18 kg/m² oder als 2 x 18 mm Gipskartonplatte GKF nach [32] mit einem Flächengewicht von mindestens 15 kg/m²

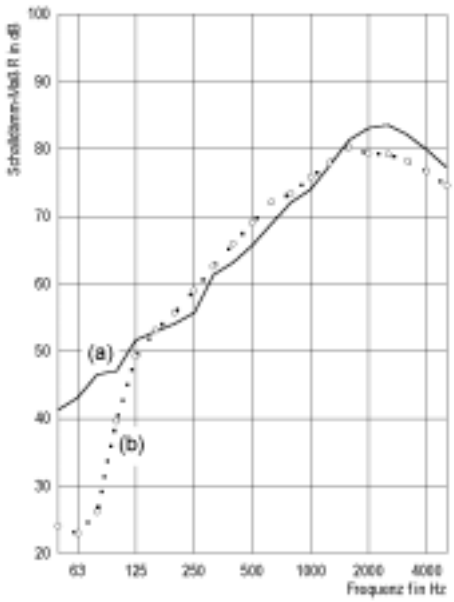


Abb. 9 Schalldämmung von Gebäudetrennwänden in Standard-Holzständerbauweise (Mittelwert-Kurve b) verglichen mit dem Mittelwert von Gebäudetrennwänden in Mauerwerksbauweise Kurve a)

8 Die kombinierten Flankenübertragungswege Fd und Df werden im Nachweisverfahren des Beiblatts 1 DIN 4109 nicht mitberücksichtigt.

Tabelle 4 Holzständer-Außenwand (Ständerraster 62,5 cm) als Grundwand, mit Wärmedämmung (60 mm Holzweichfaser) und mit zusätzlicher Vorsatzschale, Schalldämmkurven siehe Abbildung 10*, die angegebenen Schalldämm-Maße R_w sind Labor-Messwerte

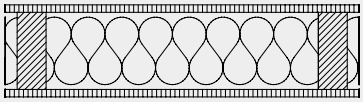
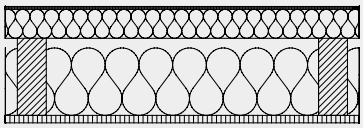
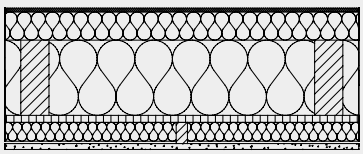
Kurzbeschreibung	*Schnitt*	*Gesamtdicke*	R_w
a) Grundwand		*190*	*37 dB**
b) Grundwand mit 60 mm WDVS		*243*	*46 dB**
c) Grundwand mit 60 mm WDVS + Vorsatzschale		*301*	*54 dB**
Anmerkungen: alle Größenangaben in mm			

Tabelle 5 Schalldämm-Maß von Holzständerwänden mit unterschiedlicher Außenwärmedämmung jedoch ohne Installationsebene
Grundwand: typischerweise 120–160 mm Holzständerwand (Wände mit einer Außenwärmedämmung aus Holzweichfaserdämmplatten werden üblicherweise ohne äußere Beplankung ausgeführt.)
Hohlraumdämmung: 100 mm–160 mm als Faserdämmstoff
Außenwärmedämmung: 60 mm–80 mm
Quelle [18], [35]*, die angegebenen Schalldämm-Maße R_w sind Labor-Messwerte

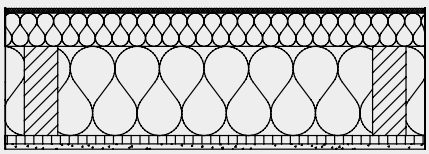
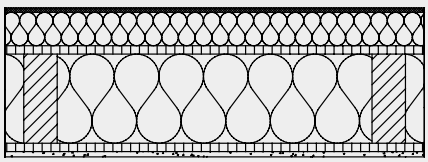
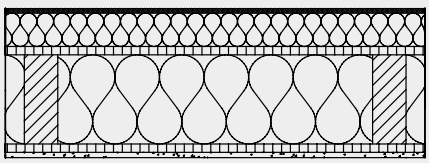
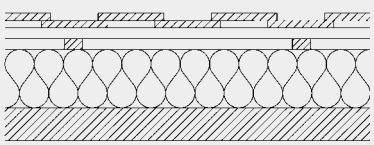
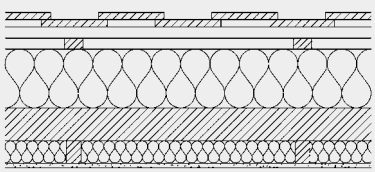
	Zeichnung	*Wärmedämmung*
Anzahl ausgewerteter Messungen: 8 *R_w: 44–46 dB**		*Holzweichfaser*
Anzahl ausgewerteter Messungen: 4 *R_w: 44–48 dB**		*Mineralfaser*
Anzahl ausgewerteter Messungen: 5 *R_w: 43–45 dB**		*Polystyrol*

Tabelle 6 Übersicht Schalldämm-Maße von Massivholzwänden, aus [36] , die angegebenen Schalldämm-Maße R_w sind Labor-Messwerte*

Beschreibung:	*ohne Installationsebene*	*mit Installationsebene*
Zeichnung		
Anzahl ausgewerteter Messungen	*7*	*7*
R_w:	*45–51 dB**	*53–57 dB**

4.4 Außenwände

Übliche Außenwandkonstruktionen bauen auf den in Abschnitt 4.1 beschriebenen Grundkonstruktionen auf. Auf die Grundkonstruktion (Holzständer- oder Massivholzwand) wird eine Außenwärmedämmung aufgebracht und – falls erforderlich – noch eine innenseitige Vorsatzschale und Installationsebene.

Die prinzipielle schalltechnische Wirksamkeit dieser Standardkonstruktion wird in Abbildung 10 und Tabelle 4 beispielhaft dargestellt. Durch das Aufbringen einer außenseitigen Wärmedämmung auf die Grundwandkonstruktion wird die Schalldämmung der Wandkonstruktion hauptsächlich bei hohen Frequenzen verbessert. Im Mittel- bis Tieftonbereich bleibt die Schalldämmung gleich oder wird nur geringfügig erhöht.

Durch das zusätzliche Anbringen einer Installationsebene kann die Schalldämmung bei hohen und mittleren Frequenzen noch weiter gesteigert werden. Im Tieftonbereich werden jedoch Defizite im Vergleich zu der Konstruktion ohne Vorsatzschale festgestellt. Eine raumseitige Vorsatzschale ist daher ein geeignetes Mittel zur Erhöhung des bewerteten Schalldämm-Maßes R_w – in dem Beispiel aus Abbildung 10 wird das bewertete Schalldämm-Maß R_w um 8 dB erhöht. Eine Verbesserung der Schalldämmung im Tieftonbereich ist mit einer zusätzlichen Installationsebene alleine jedoch nicht zu realisieren. Konstruktionen mit einer verbesserten Schalldämmung bei tiefen Frequenzen werden in Abschnitt 4.8.3 beschrieben.

Auf Grundlage einer größeren Messreihe sowie einer Literaturrecherche wurden in [18] für Außenwände in Holzkonstruktion die typischerweise zu erwartenden Schalldämm-Maße zusammengetragen. Hierbei wurde festgestellt, dass bei Übereinstimmung von bestimmten Konstruktionsdetails und Einsatz verschiedener Wärmedämmsysteme sehr einheitliche Schalldämmwerte erreicht werden[9]. Für eine typische Außenwand auf Basis einer Holzständerkonstruktion mit einer verputzten Außenwärmedämmung aus Holzweichfaserplatten wurde in der Regel ein bewertetes Schalldämm-Maß von R_w = ca. 45 dB als Labor-Messwert ermittelt.

[9] Im Gegensatz zu Wärmedämmsystemen aus Polystyrol und Mineralfaser können Holzweichfaserdämmplatten auch ohne äußere Beplankung direkt auf den Ständer montiert werden.

Bei Massivholzwänden mit Außenwärmedämmung aus Holzweichfaserdämmplatten (mit Holzschalung) wurde in der Regel ein bewertetes Schalldämm-Maß von R_w = ca. 48 dB erreicht. Weitere Angaben können den Tabellen 5 und 6, sowie der Beispielsammlung in Abschnitt 4.7 entnommen werden.

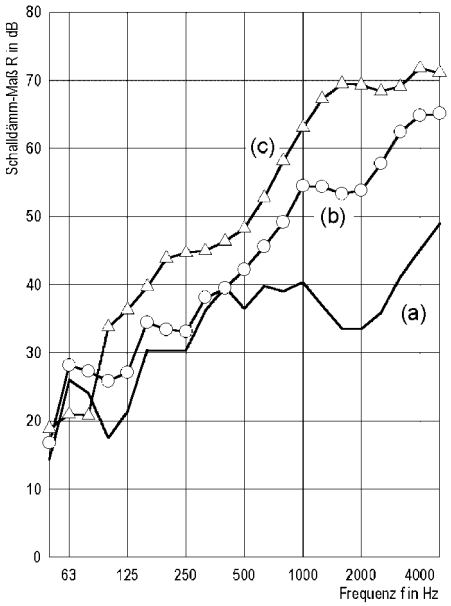


Abb. 10 Schalldämmung einer Holzständer-Außenwand (Ständerraster 62,5 cm)
(a) als Grundwand,
(b) mit Wärmedämm-Verbundsystem (60 mm Holzweichfaser) und
(c) mit zusätzlicher Vorsatzschale (siehe Tabelle 4)

4.5 Berechnung der Schalldämmung von Innenwänden

Anforderungen an die Schalldämmung von Wohnungs- und Gebäudetrennwänden werden immer an das bewertete Schalldämm-Maß R'_w gestellt. D.h. dass hierfür nicht nur der direkt übertragene Schall sondern auch der über flankierende Bauteile übertragene Schall zu berücksichtigen ist.

Die Berechnung von R'_w einer Wohnungstrennwand kann auf Grundlage der in Abschnitt 2.5 beschriebenen Rechenvorschriften erfolgen. Für eine Diskussion und Übersicht von Ausführungsbeispielen wird auf das holzbau handbuch „Grundlagen des Schallschutzes“ [1] verwiesen. Rechenwerte und Hinweise zur Schall-Längsdämmung in Wänden finden sich auch in [14] und [37]. Der Fall von Innenwänden in Dachgeschoßwohnungen wird in den Abschnitten 5.3 und 5.4 ausführlich beschrieben. Rechenwerte zur Schalldämmung von Innenwänden ohne Nebenwegsübertragung siehe Tabelle 7.

Bei Gebäudetrennwänden ist im allgemeinen nur die Schall-Längsleitung über Steildächer zu berücksichtigen (siehe Abschnitte 5.3 und 5.4). Durch die konsequente Trennung der zweischaligen Wandkonstruktion wird die Schall-Längsleitung über Wände, Decken und Fußboden praktisch vollständig unterdrückt.

4.6 Treppen an Trennwänden

Treppenanlagen werden sowohl in Reihenhäusern als auch im Mehrfamilienhaus oftmals direkt an Trennwänden befestigt. Beim Begehen einer Treppenanlage wird diese zu Schwingungen angeregt. Diese Körperschallschwingungen übertragen sich über die Auflager in den Baukörper, d.h. in die Wände und Decken, und werden von dort in den benachbarten Wohn- oder Arbeitsbereich abgestrahlt. Diese Lärmbelästigung wird als Trittschall bezeichnet [1], [9].

In Doppel- oder Reihenhäusern in Deutschland kommen üblicherweise Stahl-Holz- bzw. Massivholztreppen zum Einsatz. Trittschallprobleme treten nur dann auf, wenn diese Treppenanlagen direkt an der Gebäudetrennwand befestigt werden. Diese Befestigung geschieht in den meisten Fällen über starre Auflager bzw. starre Verschraubungen. Die Gebäudetrennwand in Doppel- und Reihenhäusern in Holzbauweise wird zweischalig ausgeführt, wobei für beide Schalen Wände eingesetzt werden, die vollständig entkoppelt sind. Der Einfluss der Gebäudetrennwand auf die Trittschalldämmung wird in Abschnitt 4.6.3 beschrieben.

4.6.1 Stahl-Holz-Treppen

Eine zwei-viertel-gewendelte Stahl-Holztreppe wird üblicherweise am Baukörper über Antritt und Austritt sowie 1 bis 2 mal an der Trennwand und 0 bis 2 mal an den Seitenwänden befestigt, wobei die Anbindung über starre Auflager erfolgt. Mögliche Auflagerpunkte für eine solche Treppenkonstruktion werden in Abbildung 11 schematisch dargestellt. Führt man die Trennwand als zweischalige Gebäudetrennwand in Holzständerkonstruktion aus, so werden mit dieser Konstruktion formal die Anforderungen nach DIN 4109:1989-11 sowie in aller Regel auch die Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz ($L'_{n,w}$ = 46 dB) nach E DIN 4109-10:2000-06 eingehalten.

Eine Auftragung des Norm-Trittschallpegels L_n gegen die Frequenz, einer Stahl-Holztreppe ist in Abbildung 12 dargestellt. Aus Abbildung 12 wird allerdings ersichtlich, dass schalltechnische Schwachpunkte der Konstruktion im niederfrequenten Bereich, d.h. zwischen 50 Hz und 200 Hz, liegen, so dass es in diesem Frequenzbereich zu störenden Lärmbelästigungen („Dröhnen“) kommen kann. Maßnahmen zur Reduzierung des „Dröhnens“ werden in Abschnitt 4.6.4 besprochen.

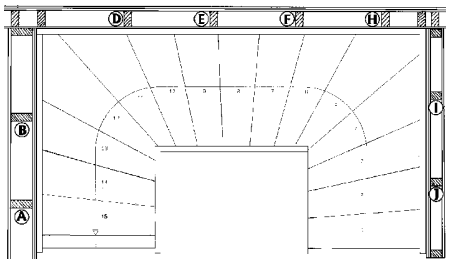


Abb. 11 Anbindung von Holztreppen an den Baukörper
Anbindung an die Trennwand in Holzständerbauweise: Punkte D, E, F, H
Anbindung an die Seitenwände in Holzständerbauweise: Punkte A, B, I, J

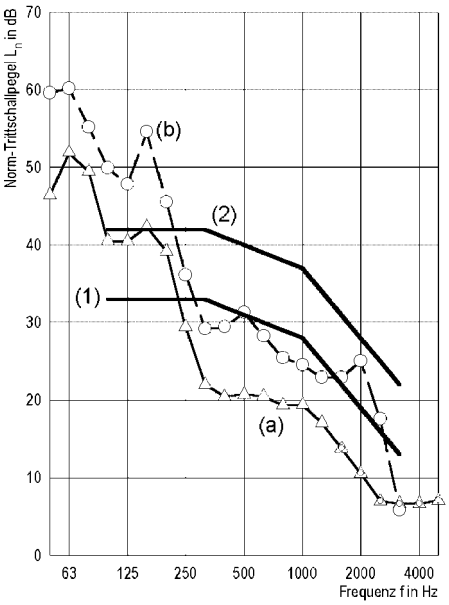


Abb. 12 Trittschalldämmung einer Stahl-Holztreppe angeschlossen an eine zweischalige Gebäudetrennwand in Holzbauweise mit einem bewerteten Schalldämm-Maß von R_w = 71 dB.
Dargestellt sind zwei Versionen:
Kurve (a) mit Bezugskurve (1) $L_{n,w}$ = 31 dB Anbindung nur an die Seitenwand
Kurve (b) mit Bezugskurve (2) $L_{n,w}$ = 40 dB Normale Anbindung der Treppe an Trenn- und Seitenwände
Für beide Versionen sind neben den gemessenen Schalldämmkurven L_n auch die jeweiligen verschobenen Bezugskurven nach DIN EN ISO 717-02 eingezeichnet. Die Überschreitungen der gemessenen Kurve über die Bezugskurve bestimmt die Höhe des bewerteten Norm-Trittschallpegels $L_{n,w}$.

4.6.2 Massivholz-Treppen

Massivholztreppen werden über die Außenwange an die Trennwand angebunden, wobei üblicherweise bis zu 4 Verschraubungen zur Befestigung der Wange an der Trennwand dienen. Mögliche Verschraubungspunkte für eine solche Treppenkonstruktion werden in Abbildung 11 schematisch dargestellt. Zusammen mit einer zweischaligen Gebäudetrennwand in Holzbauweise werden bei einer solchen Anbindung der Treppe an die Gebäudetrennwand formal die Anforderungen nach DIN 4109:1989-11 sowie in aller Regel auch die Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz ($L'_{n,w}$ = 46 dB) nach E DIN 4109-10:2000-06 eingehalten.

4.6.3 Einfluss der Trennwand auf die Trittschalldämmung der Treppe

Die zuvor beschriebenen Ergebnisse sind mit Treppen, angebunden an mängelfrei gefertigte zweischalige Gebäudetrennwände (z.B. Aufbau nach Zeile 1 der Tabelle 8), erzielt worden. Die sehr guten Trittschalldämmwerte dieser Treppen haben ihre Ursache auch in der konsequenten Trennung und Entkopplung der beiden Trennwandschalen. Die gleiche Treppenkonstruktion, angebunden an eine einschalige Trennwand, wird daher eine deutlich schlechtere Trittschalldämmung erzielen.

Die starke Abhängigkeit der Trittschalldämmung einer Treppe von der Wandkonstruktion wird deutlich, wenn man graphisch die Trittschalldämmung der Treppe $L'_{n,w}$ gegen die Schalldämmung der Trennwand R'_w, an der die Treppe angebunden ist, aufträgt, siehe Abbildung 13. Wenn man die Treppen nach den verschiedenen Konstruktionsmerkmalen (Bauart der Treppe, Anbindung an die Trennwand) klassifiziert, erkennt man einen nahezu linearen Verlauf zwischen $L'_{n,w}$ und R'_w. Bei Kenntnis der Schalldämmung der Trennwand kann aufgrund dieses Zusammenhangs die Trittschalldämmung einer Leichtbautreppe im Holzbau abgeschätzt werden. Ein Prognoseverfahren, das auf diesen Erkenntnissen basiert, wird in [19], [38] beschrieben. Dieses Prognoseverfahren ist nicht genormt und kann nicht zum Nachweis der Schalldämmung für DIN 4109:1989-11 herangezogen werden, es beschreibt die Trittschalldämmung von Leichtbautreppen im Holzbau jedoch mit einer ausreichenden Sicherheit.

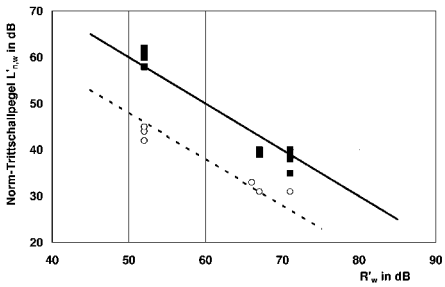


Abb. 13 Trittschalldämmung von Stahl-Holztreppen im Holzbau in Abhängigkeit von der Luftschalldämmung R'_w der Trennwand (ein- und zweischalig). Dargestellt sind zwei verschiedene Versionen der Anbindung an die Trennwand:
Treppe mit 1 bis 2 Auflagerpunkten in der Trennwand:
■: Messwerte
—: Prognose des $L'_{n,w}$ der Treppe nach empirischem Prognoseverfahren [19], [38]
Treppe nicht an Trennwand, sondern nur an den Seitenwänden, angebunden:
o: Messwerte
⋯: Prognose des $L'_{n,w}$ der Treppe nach empirischem Prognoseverfahren [19], [38]

Prinzipiell gilt: Die Trittschalldämmung einer Treppe wird entscheidend durch die Schalldämmung der Wand geprägt, an der sie angebunden ist.

4.6.4 Optimierung der Trittschalldämmung von Treppen

Obwohl sehr viele Leichtbau-Treppen im Holzbau die erhöhten Anforderungen an die Schalldämmung nach E DIN 4109-10:2000-06 erfüllen, kann es zu Beschwerden der Bewohner hinsichtlich der Trittschalldämmung kommen. Meist wird dann die niederfrequente Schallübertragung, ein „Dröhnen", bemängelt. Die Defizite in der niederfrequenten Schalldämmung können jedoch durch geeignete Ausführung der Treppenkonstruktionen kompensiert werden. Im Folgenden werden verschiedene Maßnahmen und deren Wirksamkeit hinsichtlich der Verbesserung der Trittschalldämmung beschrieben.

Anbindung der Treppe an die Trennwand
Eine deutliche Verbesserung der Trittschalldämmung im niederfrequenten Bereich kann erreicht werden, indem die Treppe vollständig von der Trennwand entkoppelt wird. Bei einer Stahl-Holztreppe kann dies realisiert werden, indem die Auflagerung der Treppe vollständig über die Seitenwände erfolgt. Die Verbesserungen betragen sowohl im niederfrequenten Bereich als auch im bewerteten Norm-Trittschallpegel $\Delta L'_{n,w}$ = ca. 8 dB.

Aus Gründen der Statik und Nutzungssicherheit (tieffrequentes Schwingungsverhalten, Baudynamik) müßte bei einer Stahl-Holztreppe hierzu die Treppenstatik verbessert werden. Bei Spannweiten bis zu ca. 2,20 m kann diese durch eine Vergrößerung des Holmquerschnitts erfolgen.

Bei Massivholztreppen können ähnliche Verbesserungen erzielt werden durch den Verzicht auf einen Körperschallkontakt zwischen Wange und Trennwand und durch Einsatz eines speziellen Eckauflagers. Die schalltechnische Eignung und prinzipielle Machbarkeit eines solchen Eckauflagers ist in Laborversuchen nachgewiesen worden, siehe [19].

Entkopplung der Auflagerpunkte über Elastomerlager
Aus Gründen der Statik oder Nutzungssicherheit ist eine vollständige Abkopplung der Treppe von der Trennwand, wie oben beschrieben, vielfach nicht möglich. Eine Entkopplung der Auflager kann über geeignete Elastomerlager erfolgen. Die Höhe der Verbesserung bei der Trittschalldämmung hängt von der Weichheit des Elastomerlagers ab. Dies wird in Abbildung 14 dargestellt, hier werden zwei Anbindungssituationen miteinander verglichen: 1. starr angebunden und 2. Entkopplung mit einem relativ weichen Elastomerlager. Wie dieses Beispiel zeigt, kann der bewertete Norm-Trittschallpegel der Treppe durch den Einsatz eines weichen Elastomerlagers bis zu 10 dB gegenüber dem starr angebundenen reduziert, d.h. verbessert werden.

Beim Einsatz von Elastomerlagern muß auf die Gebrauchstauglichkeit der Treppenkonstruktion geachtet werden, da zu weich gelagerte Treppen beim Begehen zu tieffrequenten Schwingungen und Schwankungen neigen und damit die Trittsicherheit gefährden könnten.

Eine praktische Realisierung eines Elastomerlagers wird in Abbildung 15 dargestellt. Dazu wird das Elastomer zwischen zwei Vierkant-Stahlrohre eingeschoben. Die schalltechnische Wirksamkeit dieser Konstruktion im Zusammenspiel mit einem weicheren Elastomermaterial wurde im Laborversuch nachgewiesen. Es ist die Aufgabe der Treppenbaubranche dieses oder ähnliche Auflager unter fertigungstechnischen, montagetechnischen und optischen Aspekten zu optimieren.

Neben der Entkopplung der Auflager wird auch oft versucht, eine Verbesserung der Trittschalldämmung über die Schwingungsentkopplung der Trittstufen selbst zu erreichen. Versuche bei denen die Trittstufen über handelsübliche Elastomerlager praxistauglich auf

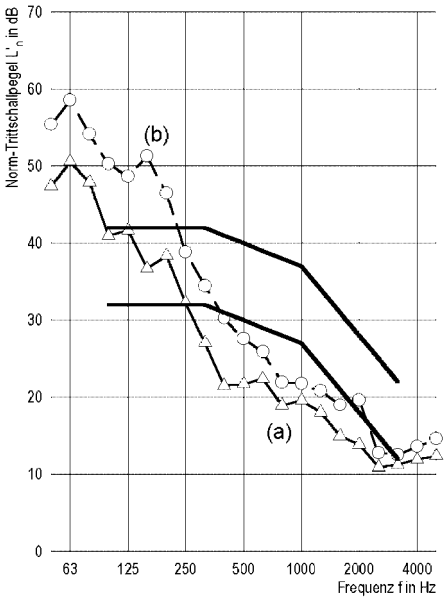


Abb. 14 Trittschalldämmung einer Stahl-Holztreppe angebunden an eine zweischalige Gebäudetrennwand in Holzbauweise (bewertetes Schalldämm-Maß von R'_w = 67 dB) gemessen in einem ausgeführten Bau. Dargestellt sind zwei Varianten:
Kurve (a) $L'_{n,w}$ = 30 dB, Anbindung über Elastomerlager [39].
Kurve (b) $L'_{n,w}$ = 40 dB, Starre Anbindung der Treppe an Trenn- und Seitenwände

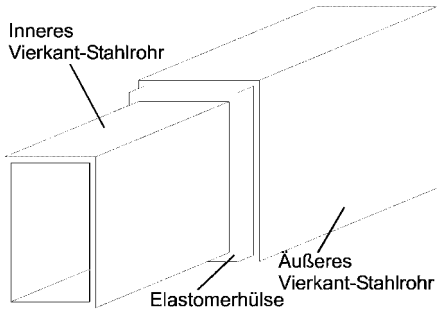


Abb. 15 Prinzipzeichnung einer elastischen Lagerung über zwei ineinander geschobene Vierkant-Stahlrohre

die Holme geschraubt wurden, haben gezeigt, dass eine Verbesserung der Trittschalldämmung nur im hochfrequenten Trittschallbereich oberhalb von ca. 400 Hz erfolgt, in einem Bereich in dem Treppen an Gebäudetrennwänden ohnehin eine sehr gute Trittschalldämmung besitzen. Prinzipiell stellt sich eine ähnliche Problematik wie bei der Entkopplung von Auflagern über Elastomere dar: eine schalltechnisch wirksame Entkopplung von Stufe und Holm wird nur dann erreicht, wenn sehr weiche Zwischenschichten eingesetzt werden. Diese sind jedoch nicht als gebrauchstauglich zu bewerten, da auf solche Art gelagerte Trittstufen beim Begehen zu stark schwanken und keine Trittsicherheit gewährleisten. Durch eine Verschraubung wird die Wirksamkeit der elastischen Lagerung zusätzlich reduziert.

4.7 Beispielsammlung Wände

4.7.1 Herkunft und Streuung der Daten

Die Schalldämmung der verschiedenen Bauteile aus der Beispielsammlung in dieser Schrift wurden in Form von Rechenwerten des bewerteten Schalldämm-Maßes beschrieben. Die Daten stammen entweder aus:

- Beispielsammlung des Beiblatts 1 der DIN 4109:1989-11 [2], oder aus
- Messergebnisse von Labormessungen aus verschiedenen Forschungsvorhaben und im Auftrag Dritter (siehe Literatur).

Rechenwerte aus dem Beiblatt 1 der DIN 4109:1989-11 wurden ohne zusätzliche Sicherheitsabschläge übernommen, da diese bereits zur Veröffentlichung in Beiblatt 1 berücksichtigt wurden.

Bei Messergebnissen aus Forschungsvorhaben bzw. Industrieauftägen wurde der $R_{w,R}$ aus der Mittelung der Messwerte unter Abzug eines Vorhaltemaßes von 2 dB gebildet. Die in zehntel-dB ermittelten Schalldämm-Maße wurden auf ganze dB abgerundet.

Weiterhin wurden je nach Konstruktion noch folgende Abzüge eingerechnet:
Bei Bauteilen unter Verwendung von Gipskartonplatten wurde 1 dB abgezogen zum Ausgleich von Schwankungen in der Rohdichte der Gipskartonplatten.

Bei Holzständerwänden, die mit einer verschraubten und abgekitteten Beplankung gemessen wurden, wurde ein Abschlag von 3 dB vorgenommen für die Ausführung mit geklammerter (oder genagelter) und verspachtelter Beplankung. Falls die Beplankung nur auf einer Seite vorliegt wurde der Abschlag auf 1,5 dB reduziert.

Bei Holzständerkonstruktionen, die mit Hohlraumdämmung aus Holzweichfaserdämmstoff oder Zellulosedämmplatten untersucht wurden, wurde ein Abschlag von 1 dB zur Übertragung auf andere Dämmstoffe (Mineralfaser, Zelluloseeinblasdämmung, Flachsdämmung) gemacht.

Bei Beispielen, die nur auf einer einzigen Messung basieren, wurden neben den oben erwähnten Abzügen noch ein Sicherheitsabschlag entsprechend der einfachen Standardabweichung abgezogen.

Durch die Einrechnung der oben angegebenen Sicherheitsabschläge liegen die Rechenwerte der Schalldämm-Maße auf der sicheren Seite.

Die Standardabweichung bei Innenwänden lag im Bereich von 0,6 bis 1,4 dB (zwischen 3 und 6 unabhängige Messungen). Für Gebäudetrennwände wurde eine Standardabweichung von 1,8 dB ermittelt (Datenbasis 11 Messungen). Die angegebenen Sicherheitsabschläge orientieren sich an den Vorschlägen der Physikalisch Technischen Bundesanstalt für die neue Beispielsammlung der DIN 4109.

Tabelle 7 Beispielsammlung Innenwände

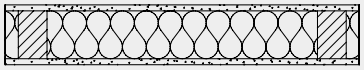
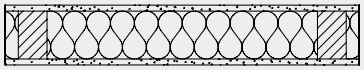
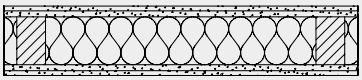
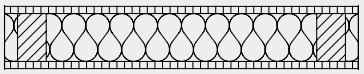
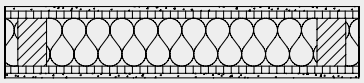
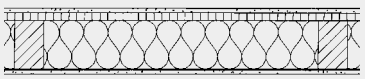
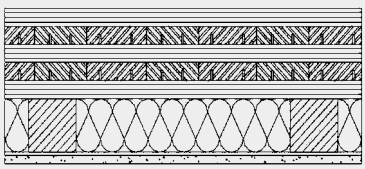
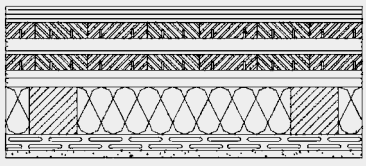
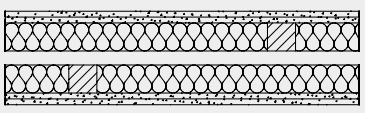
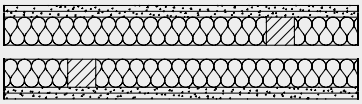
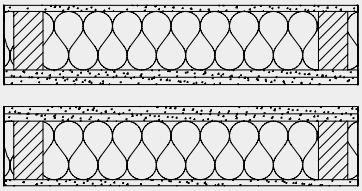
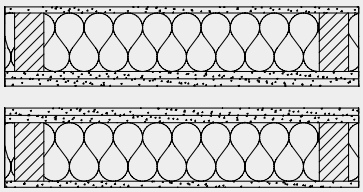
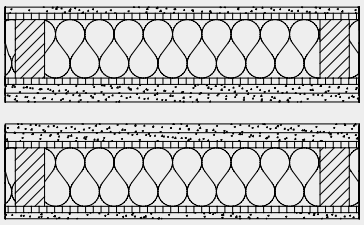
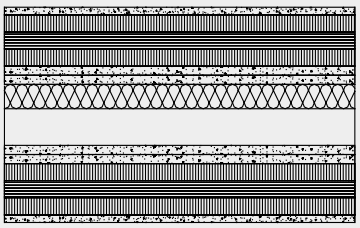
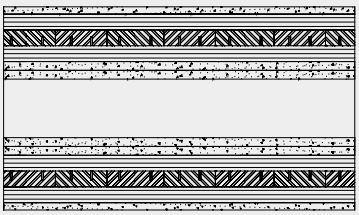
Lfd. Nr.	Konstruktion	Konstruktion [Angaben in mm]	Ständertiefe [mm]	Gesamtdicke [mm]	Rechenwert $R_{w,R}$ [1]	Quelle
1		12,5 Gipskartonplatte GKB [2] Holzständer 60/60 oder 60/140 [3] mit Volldämmung [4] in der Dicke der Ständer 12,5 Gipskartonplatte GKB [2]	60 140	85 165	36 dB 40 dB	[35]
2		12,5 Gipsfaserplatte [5] Holzständer 60/60 oder 60/140 [3] mit Volldämmung [4] in der Dicke der Ständer 12,5 Gipsfaserplatte [5]	60 140	85 165	41 dB 42 dB	[35]
3		10 Gipsfaserplatte [5] 12,5 Gipsfaserplatte [5] Holzständer 60/60 oder 60/140 [3] mit Volldämmung [4] in der Dicke der Ständer 12,5 Gipsfaserplatte [5] 10 Gipsfaserplatte [5]	60 140	105 185	46 dB 46 dB	[35]
4		15 OSB-Platte [6] Holzständer 60/60 oder 60/140 [3] mit Volldämmung [4] in der Dicke der Ständer 15 OSB-Platte [6]	60 140	90 170	33 dB 36 dB	[35]
5		9,5 Gipskartonplatte GKB [2] 15 OSB-Platte [6] Holzständer 60/60 oder 60/140 [3] mit Volldämmung [4] in der Dicke der Ständer 15 OSB-Platte [6] 9,5 Gipskartonplatte GKB [2]	60 140	109 189	38 dB 40 dB	[35] [7]
6		9,5 Gipskartonplatte GKB [2] 15 OSB-Platte [6] Holzständer 60/60 oder 60/140 [3] mit Volldämmung [4] in der Dicke der Ständer 12,5 Gipskartonplatte GKB [2]	60 140	97 177	37 dB 40 dB	Sinngemäß [35]
7		135 Brettsperrholzelement [8] Holzständer 80/80 [3] mit 80 Dämmung [4] 12,5 Gipskartonplatte GKB [2]	80	228	43 dB	[36], [40]
8		135 Brettsperrholzelement [8] Holzständer 80/80 [3] mit 80 Dämmung [4] 27 Federschiene 12,5 Gipskartonplatte GKB [2]	80	255	49 dB	[40]
9		12,5 Gipskartonplatte GKF [9] 12,5 Gipskartonplatte GKF [9] Holzständer 60/60 [10] mit 60 Dämmung [4] [11] 30 Trennfuge Holzständer 60/60 [10] mit 60 Dämmung [4] [11] 12,5 Gipskartonplatte GKF [9] 12,5 Gipskartonplatte GKF [9]		200	59 dB	[41] [7]

Tabelle 7 Beispielsammlung Innenwände (Fortsetzung)

Lfd. Nr.	*Konstruktion*	*Konstruktion [Angaben in mm]*	*Ständertiefe [mm]*	*Gesamtdicke [mm]*	*Rechenwert $R_{w,R}$[1)]*	*Quelle*
10		*10 Gipsfaserplatte[5)]* *12,5 Gipsfaserplatte[5)]* *Holzständer 60/60[10)]* *mit 60 Dämmung[4) 11)]* *30 Trennfuge* *Holzständer 60/60[10)]* *mit 60 Dämmung[4) 11)]* *12,5 Gipsfaserplatte[5)]* *10 Gipsfaserplatte[5)]*		*195*	*65 dB*	*[42][7)]*

Anmerkungen:
alle Größenangaben in mm
1) Die Schalldämm-Maße gelten für Wände mit einer Höhe von bis zu 3 m.
2) Gipskartonplatte GKB oder GKF nach [32]
3) Vollholzständer im Ständerraster ≥ 62,5 cm
4) Faserdämmstoff als Mineralfaserdämmstoff nach DIN EN 13162 [33] oder als Zellulosedämmstoff nach [34] oder als Holzweichfaserdämmplatte nach DIN EN 13171 [43] oder als Flachsdämmplatte nach [44], jeweils mit längenbezogenem Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴
5) Gipsfaserplatte nach [31]
6) OSB-Platte nach [45]
7) Rechenwert nur aus einer einzigen Schalldämm-Prüfung ermittelt, d.h. zusätzlicher Sicherheitsabschlag von einer Standardabweichung.
8) Brettsperrholzelement nach [46] Dicke ≥ 135 mm
9) Gipskartonplatte GKF nach [32]
10) Geteilter Holzständer mit Ständerraster ≥ 62,5 cm, Querschnitt ≥ 60 x 60 mm Schwelle und Rähm vollständig getrennt
11) Der Faserdämmstoff ist gegen Herausfallen zu sichern, z.B. über Kunststoffnetze oder Fliegengitter

Tabelle 8 Beispielsammlung Gebäudetrennwände

Lfd. Nr.	*Konstruktion*	*Konstruktion [Angaben in mm]*	*Gesamtdicke [mm]*	*Rechenwert $R_{w,R}$[1)]*	*Quelle*
1		*12,5 Gipsfaserplatte[2)]* *120 Ständer[3)] mit* *120 Dämmung[4)]* *2 x 15 Gipsfaserplatte[2)]* *45 Trennfuge, symmetr.*	*370*	*66 dB*	*[20]*
2		*12,5 Gipskartonplatte GKF[5)]* *120 Ständer[3)] mit* *120 Dämmung[6)]* *2 x 18 Gipskartonplatte GKF[5)]* *45 Trennfuge, symmetr.*	*382*	*64 dB*	*[20]*
3		*12,5 Gipskartonplatte GKF[5)]* *13 OSB[7)] oder FPY[8)]* *120 Ständer[3)] mit* *120 Dämmung[6)]* *13 OSB[7)] oder FPY[8)]* *2 x 18 Gipskartonplatte GKF[5)]* *45 Trennfuge, symmetr.*	*434*	*64 dB*	*Sinngemäß [20]*
4		*12,5 Gipskartonplatte GKF[5)]* *84 3-Schicht-OSB-Platte[11)]* *2 x 15 Gipsfaserplatte[2)]* *100 Trennfuge mit* *40 Dämmung[4)]* *symmetr.*	*353*	*70 dB*	*[47][9)]*
5		*12,5 Gipskartonplatte GKF[5)]* *81 Brettsperrholzelement[10)]* *2 x 15 Gipsfaserplatte[2)]* *100 Trennfuge* *symmetr.*	*347*	*63 dB*	*[47][9)]*

Anmerkungen:
alle Größenangaben in mm
1) Die Schalldämm-Maße gelten für Wände mit einer Höhe von bis zu 3 m.
2) Gipsfaserplatte nach [31]
3) Vollholzständer im Ständerraster ≥ 62,5 cm
4) Mineralfaserdämmstoff nach DIN EN 13162 [33] mit Rohdichte ca. 50 kg/m³ und längenbezogenem Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴
5) Gipskartonplatte GKF nach [32]
6) Faserdämmstoff als Mineralfaserdämmstoff nach DIN EN 13162 [33] oder als Zellulosedämmstoff nach [34] oder als Holzweichfaserdämmplatte nach DIN EN 13171 [43] oder als Flachsdämmplatte nach [44], jeweils mit Rohdichte ≥ 50 kg/m³ und längenbezogenem Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴
7) OSB-Platte nach [45]
8) Spanplatte nach [48]
9) Rechenwert nur aus einer einzigen Schalldämm-Prüfung ermittelt, d.h. zusätzlicher Sicherheitsabschlag von einer Standardabweichung.
10) Brettsperrholzelement nach [46] Dicke ≥ 80 mm
11) 3-Schicht OSB-Platte verleimt nach [49] Dicke ≥ 84 mm

Tabelle 9 Beispielsammlung Außenwände

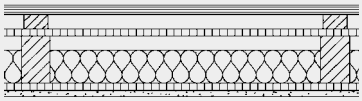
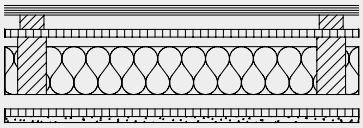
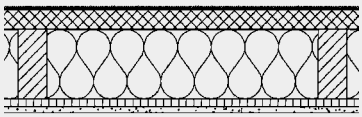
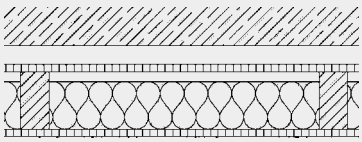
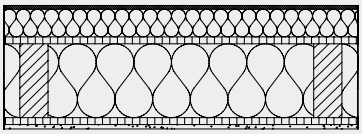
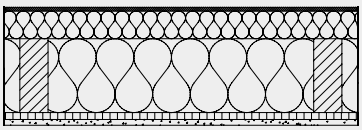
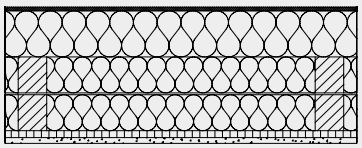
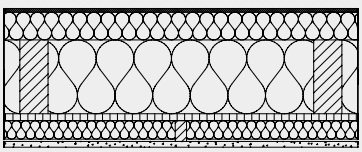
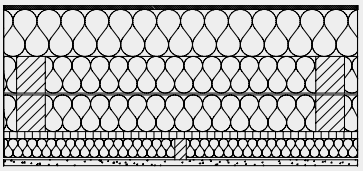
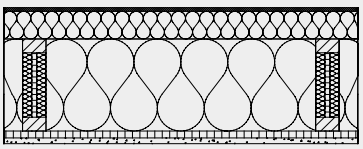
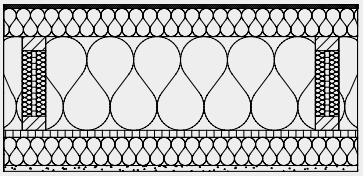
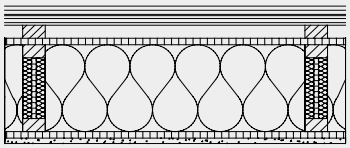
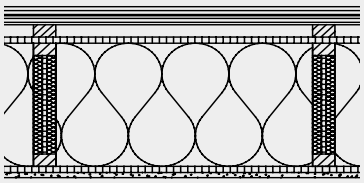
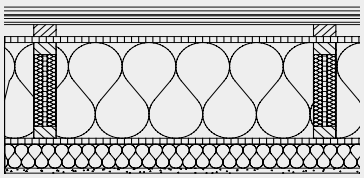
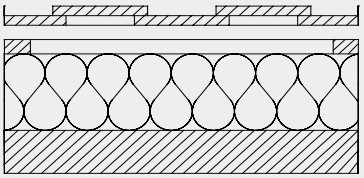
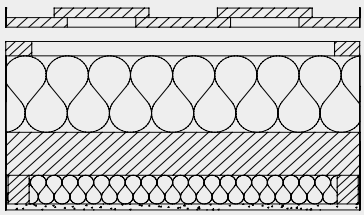
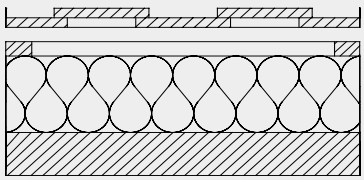
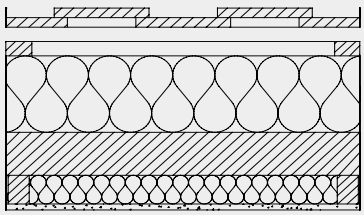
Lfd. Nr.	*Konstruktion*	*Konstruktion [Angaben in mm]*	*Ständertiefe [mm]*	*Gesamtdicke [mm]*	*Rechenwert $R_{w,R}$[1)]*	*Quelle*
1		*Vorhangschale[2)]* *Beplankung[3)]* *100 Ständer[4)] mit 70 Dämmung[5)]* *Beplankung[3)]* *Beplankung[6)]*	*100*	*≥ 163*	*42 dB*	*DIN 4109 Bbl. 1 [2][7)]*
2		*Vorhangschale[2)]* *Beplankung[3)]* *≥100 Ständer[4)] mit ≥100 Dämmung[5)]* *30 Lattung, waagerecht* *Beplankung[3)]* *Beplankung[6)]*	*≥ 100*	*≥ 187*	*45 dB*	*DIN 4109 Bbl. 1 [2][7)]*
3		*Mineralischer Putz* *Holzwolleleichtbaupl[8)]* *≥140 Ständer[4)] mit ≥140 Dämmung[5)]* *Beplankung[3)]* *Beplankung[6)]*	*≥140*	*≥218*	*48 dB*	*DIN 4109 Bbl. 1 [2][7)]*
4		*Mauerwerks-Vorsatzschale* *Fuge* *Beplankung[3)]* *≥100 Ständer[4)] mit ≥100 Dämmung[5)]* *Beplankung[3)]* *Beplankung[6)]*	*≥100*	*≥283*	*52 dB*	*DIN 4109 Bbl. 1 [2][7)]*
5		*≥ 60 WDVS[9)]* *≥ 12 Beplankung[10) 11)]* *≥ 160 Ständer[4)] mit* *≥ 160 Dämmung[12)]* *≥ 12 Beplankung[10) 11)]* *12,5 Gipskartonplatte[13)]*	*≥160*	*≥256*	*41 dB*	*[35]*
6		*WDVS als HWF[14)]* *160 Ständer[4)] mit* *160 Dämmung[12)]* *15 OSB-Platte[10)]* *12,5 Gipskartonplatte[13)]*	*160*	*≥254*	*47 dB*	*[18]*
7		*WDVS als HWF[14)]* *2 x 78 Ständer[15)] mit* *160 Dämmung[12)]* *15 OSB-Platte[10)]* *12,5 Gipskartonplatte[13)]*	*160*	*≥254*	*49 dB*	*[18]*
8		*WDVS als HWF[14)]* *160 Ständer[4)] mit* *160 Dämmung[12)]* *15 OSB-Platte[10)]* *45 Lattung mit 40 Dämmung[12)]* *12,5 Gipskartonplatte[13)]*	*160*	*≥ 299*	*49 dB*	*[18]*
9		*WDVS als HWF[14)]* *2 x 78 Ständer[15)] mit* *160 Dämmung[12)]* *15 OSB-Platte[10)]* *45 Lattung mit* *40 Dämmung[12)]* *12,5 Gipskartonplatte[13)]*	*160*	*≥ 299*	*51 dB*	*[18][17)]*
10		*WDVS als HWF[14)]* *200 Stegträger[16)] mit* *200 Dämmung[12)]* *15 OSB-Platte[10)]* *12,5 Gipskartonplatte[13)]*	*200*	*≥294*	*44 dB*	*[50][17)]*
11		*WDVS als HWF[14)]* *200 Stegträger[16)] mit* *200 Dämmung[12)]* *15 OSB-Platte[10)]* *60 Lattung, waagerecht mit* *60 Dämmung[12)]* *12,5 Gipskartonplatte*	*200*	*≥354*	*46 dB*	*[50][17)]*

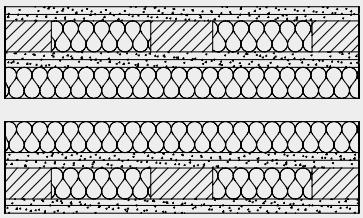
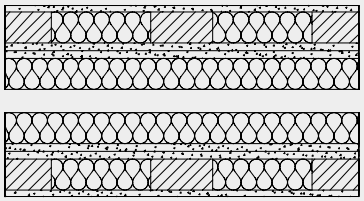
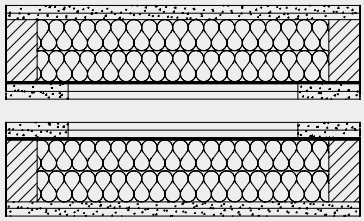
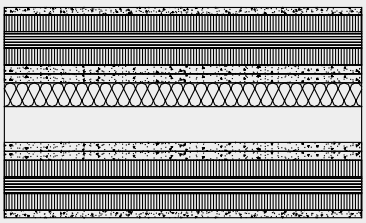
Tabelle 9 Beispielsammlung Außenwände (Fortsetzung)

Lfd. Nr.	*Konstruktion*	*Konstruktion [Angaben in mm]*	*Ständertiefe [mm]*	*Gesamtdicke [mm]*	*Rechenwert $R_{w,R}$[1)]*	*Quelle*
12		*Vorhangschale[18)]* *15 MDF[19)]* *200/240 Stegträger[16)] mit* *200/240 Dämmung[12)]* *15 OSB-Platte[10)]* *12,5 Gipskartonplatte[13)]*	*200*	*273*	*42 dB*	*Sinngemäß [50]*
13			*240*	*313*	*43 dB*	
14		*Vorhangschale[18)]* *15 MDF[19)]* *300 Stegträger[16)] mit* *300 Dämmung[12)]* *15 OSB-Platte[10)]* *12,5 Gipskartonplatte[13)]*	*300*	*373*	*45 dB*	*[50]*
15		*Vorhangschale[18)]* *15 MDF[19)]* *240 Stegträger[16)] mit* *240 Dämmung[12)]* *15 OSB-Platte[10)]* *60 Lattung waagerecht mit* *60 Dämmung[12)]* *12,5 Gipskartonplatte[13)]*	*240*	*373*	*44 dB*	*[50][17)]*
16		*Vorhangschale[18)]* *160 Dämmung[20)]* *≥90 Brettstapelelement[21)]*		*≥290*	*47 dB*	*[36]*
17		*Vorhangschale[18)]* *160 Dämmung[20)]* *≥90 Brettstapelelement[21)]* *60 Lattung mit* *60 Dämmung[12)]* *12,5 Gipskartonplatte[13)]*		*≥ 363*	*51 dB*	*[36]*
18		*Vorhangschale[18)]* *160 Dämmung[20)]* *95 Brettsperrholzelement[22)]*		*295*	*43 dB*	*[36][17)]*
19		*Vorhangschale[18)]* *160 Dämmung[20)]* *95 Brettsperrholzelement[22)]* *60 Lattung mit* *60 Dämmung[12)]* *12,5 Gipskartonplatte[13)]*		*368*	*49 dB*	*[36][17)]*

Anmerkungen:
alle Größenangaben in mm

1) Die Schalldämm-Maße gelten für Wände mit einer Höhe von bis zu 3 m.
2) Vorhangschale m‘ ≥ 10 kg/m²
3) Beplankung als Spanplatte m‘ ≥ 8 kg/m²
4) Vollholzständer im Ständerraster ≥ 62,5 cm
5) Faserdämmstoff als Mineralfaserdämmstoff nach DIN EN 13162 [33] mit längenbezogenem Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴
6) Beplankung als Gipskartonplatte nach [32] m‘ ≥ 8 kg/m²
7) Schalldämm-Maße wurden aus DIN 4109 Bbl. 1 ohne weitere Sicherheitsabschläge (z.B. für Rohdichteschwankungen bei GKB-Platten) übernommen.
8) mineralischer Aussenputz mit Dicke ≥ 20 mm, Holzwolleleichtbauplatte Dicke ≥ 35 mm
9) Wärmedämm-Verbundsystem aus Mineralfaserdämmstoff nach DIN EN 13162 [33] mit Rohdichte ≥ 90 kg/m³ und längenbezogenem Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴ oder PS Hartschaumplatten nach DIN EN 13162 [51] mit Dünn- oder Dickputz
10) OSB-Platte nach [45]
11) Spanplatte FPY nach [48]
12) Faserdämmstoff als Mineralfaserdämmstoff nach DIN EN 13162 [33] oder als Zellulosedämmstoff nach [34] oder als Holzweichfaserdämmplatte nach DIN EN 13171 [43] oder als Flachsdämmplatte nach [44], jeweils mit längenbezogenem Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴
13) Gipskartonplatte GKB nach [32]
14) Faserdämmstoff als Holzweichfaserdämmplatte nach DIN EN 13171 [43] mit Rohdichte ≥ 200 kg/m³ und längenbezogenem Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴, Dicke ≥ 60 mm
15) Vollholzständer entkoppelt im Ständerraster ≥ 62,5 cm, Schwelle und Rähm sind nicht geteilt.
16) Stegträger [29] im Ständerraster ≥ 62,5 cm
17) Rechenwert nur aus einer einzigen Schalldämm-Prüfung ermittelt, d.h. zusätzlicher Sicherheitsabschlag von einer Standardabweichung.
18) Boden-Deckel-Schalung oder Stulpschalung aus Massivholz
19) mitteldichte Holzfaserplatte nach DIN 68754-1 [52] m‘ ≥ 9 kg/m²
20) Holzweichfaserdämmplatte nach DIN EN 13171 [43] mit Rohdichte ≥ 160 kg/m³ und längenbezogenem Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴ ohne Anpressdruck mit Doppelgewindeschrauben an Brettsperrholz- bzw. Brettstapelelement befestigt
21) Brettstapelelement (vernagelt, verdübelt oder verleimt) Dicke ≥ 90 mm
22) Brettsperrholzelement [46], [53] Dicke ≥ 95 mm

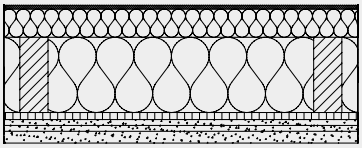
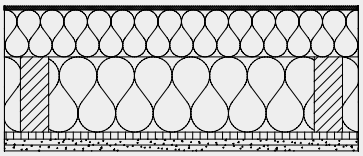
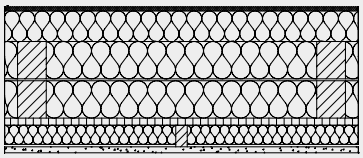
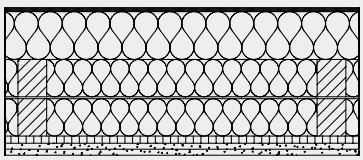
Tabelle 10: Gebäudetrennwände in Holzbauweise mit optimierter niederfrequenter Schalldämmung

Lfd. Nr.	*Konstruktion*	*Konstruktion [Angaben in mm]*	*Gesamtdicke [mm]*	*Kurve*	*Rechenwert $R_{w,R}$[1)]*	*Quelle*
1		*15 Gipsfaserplatte[2)]* *12,5 Gipsfaserplatte[2)]* *60/60 Holzständer[3)] mit* *60 Dämmung[4)]* *2 x 15 Gipsfaserplatte[2)]* *165 Trennfuge mit* *2 x 60 Dämmung[4)]* *symmetrisch*	*400*	*c) (Abbildung 16)*	*65 dB*	*[20][5) 6)]*
2		*12,5 Gipsfaserplatte[2)]* *60/60 Holzständer[3)] mit* *60 Dämmung[4)]* *2 x 15 Gipsfaserplatte[2)]* *165 Trennfuge mit* *2 x 60 Faserdämmstoff[4)]* *symmetrisch*	*370*	*Ohne Kurven-darstellung*	*62 dB*	*[20][5) 6)]*
3		*15 + 12,5 Gipsfaserplatte[2)]* *120/60 Holzständer[7)] mit* *2 x 60 Faserdämmstoff[8)]* *2 x 15 Streifen 180 mm breit aus Gipsfaserplatte[2)] Brandschutztextil[9)]* *45 Trennfuge ohne Dämmstoff* *symmetrisch*	*400*	*d) (Abbildung 16)*	*72 dB*	*[20][5) 6)]*
4		*12,5 Gipskartonplatte GKF[10)]* *84 3-Schicht OSB-Platte[12)]* *2 x 15 Gipsfaserplatte[2)]* *100 Trennfuge mit* *40 Dämmung[4)]* *symmetrisch*	*353*	*c) (Abbildung 17)*	*70 dB*	*[50][5)]*
		*12,5 Gipskartonplatte GKF[10)]* *81 Brettsperrholzelement[13)]* *2 x 15 Gipsfaserplatte[2)]* *100 Trennfuge* *symmetrisch*	*347*	*d) (Abbildung 17)*	*63 dB*	*[50][5)]*

Anmerkungen:
alle Größenangaben in mm

1) Die Schalldämm-Maße gelten für Wände mit einer Höhe von bis zu 3 m.
2) Gipsfaserplatte nach [31]
3) Vollholzständer im Ständerraster = 31,3 cm
4) Faserdämmstoff als Mineralfaserdämmstoff nach DIN EN 13162 [33] mit Rohdichte ≥ 50 kg/m³ und längenbezogener Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴
5) Rechenwert nur aus einer einzigen Schalldämm-Prüfung ermittelt, d.h. zusätzlicher Sicherheitsabschlag von einer Standardabweichung.
6) Für diese Konstruktionen liegen keine Allgemeinen Bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse vor, der Brandschutz wird lt. gutachtlicher Stellungnahme [55] erfüllt.
7) Vollholzständer im Ständerraster = 62,5 cm
8) Mineralfaserdämmstoff nach DIN EN 13162 [33] als Brandschutzplatte mit Rohdichte ca. 50 kg/m³ und längenbezogener Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴
9) Brandschutztextil [54]
10) Gipskartonplatte GKF nach [32]
11) OSB-Platte nach [45]
12) 3-Schicht OSB-Platte verleimt nach [49] Dicke ≥ 84 mm
13) Brettsperrholzelement nach [46] Dicke ≥ 80 mm

Tabelle 11 Außenwände in Holzständerbauweise mit optimierter niederfrequenter Schalldämmung

Lfd. Nr.	*Konstruktion*	*Konstruktion [Angaben in mm]*	*Gesamtdicke [mm]*	*Kurve*	*Rechenwert $R_{w,R}$[1)]*	*Quelle*
1		*8 Außenputz[2)]* *60 Holzweichfaser[3)]* *160/60 Holzständer[4)] mit* *160 Dämmung[5)]* *15 OSB-Platte[6)]* *12,5 Gipsfaserplatte[7)]* *12,5 Gipskartonplatte[8)]* *25 Gipskartonplatte[9)]*	*293*	*b) (Abbildung 18)*	*47 dB*	*[18][10)]*
2		*8 Außenputz[2)]* *100 Holzweichfaser[3)]* *160/60 Holzständer[4)] mit* *160 Dämmung[5)]* *15 OSB-Platte[6)]* *2 x 12,5 Gipsfaserplatte[7)]*	*308*	*Ohne Kurvendarstellung*	*48 dB*	*[18][10)]*
3		*8 Außenputz[2)]* *60 Holzweichfaser[3)]* *2 x 80/60 Holzständer[11)] mit* *160 Dämmung[5)]* *15 OSB-Platte[6)]* *45 Lattung[12)] mit* *40 Dämmung[5)]* *12,5 Gipsfaserplatte[7)]*	*301*	*Ohne Kurvendarstellung*	*51 dB*	*[18][10)]*
4		*8 Außenputz[2)]* *100 Holzweichfaser[3)]* *2 x 80/60 Holzständer[11)] mit* *160 Dämmung[5)]* *15 OSB-Platte[6)]* *2 x 12,5 Gipsfaserplatte[7)]*	*308*	*c) (Abbildung 18)*	*52 dB*	*[18][10)]*

Anmerkungen:
alle Größenangaben in mm

1) Die Schalldämm-Maße gelten für Wände mit einer Höhe von bis zu 3 m.
2) mineralischer Außenputz m' ≥ 7 kg/m²
3) Holzweichfaserdämmplatte nach [43] 60 mm stark mit Rohdichte = 200–250 kg/m³ und Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴
4) Vollholzständer mit Ständerraster 62,5 cm
5) Faserdämmstoff als Mineralfaserdämmstoff nach [33] oder Zellulosedämmstoff nach [34] oder als Holzweichfaserdämmplatte nach DIN EN 13171 [43] oder als Flachsdämmplatte nach [44], längenbezogener Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴
6) OSB-Platte nach [45]
7) Gipsfaserplatte nach [31]
8) Gipskartonplatte GKB nach [32]
9) Gipskartonplatte GKB nach [32] mit einer Rohdichte von mindestens 900 kg/m³
10) Rechenwert nur aus einer einzigen Schalldämm-Prüfung ermittelt, d.h. zusätzlicher Sicherheitsabschlag von einer Standardabweichung.
11) Vollholzständer entkoppelt im Ständerraster = 62,5 cm, Schwelle und Rähm durchlaufend.
12) Lattung in Gefachmitte angebracht

4.8 Wandkonstruktionen mit erhöhter Schalldämmung

4.8.1 Allgemeines

Je nach Anwendung und Wunsch des Bauherrn können höhere Anforderungen an die Schalldämmung von Wänden gestellt werden. Für diesen Zweck wurden in Forschungsvorhaben [18], [20] spezielle Wandkonstruktionen in Holzbauweise entwickelt, die geeignete Lösungen für eine deutlich verbesserte Schalldämmung auch bei niedrigen Frequenzen darstellen.

4.8.2 Gebäudetrennwände

Für den Einsatz als Gebäudetrennwand wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens [20] besondere Wände in Holzständerbauweise entwickelt, die eine verbesserte Schalldämmung bei tiefen Frequenzen, d.h. unterhalb von 100 Hz besitzen. In Tabelle 10 werden einige dieser Wände beschrieben und durch Konstruktionen mit Massivholzelementen ergänzt. Die Schalldämmkurve dieser Wände, siehe Abbildung 16 und 17, zeigt deutlich, dass die optimierten Konstruktionen bei Frequenzen unterhalb 100 Hz eine Schalldämmung aufweisen, die um mehr als 10 dB über der Standard-Gebäudetrennwand in Holzständerbauweise liegen.

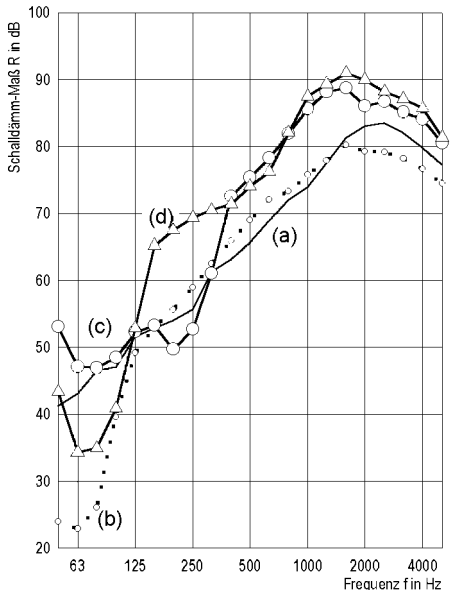


Abb. 16 Schalldämmung von Gebäudetrennwänden
(a) Gebäudetrennwand in Mauerwerksbauweise (Mittelwert)
(b) Standard-Holzständer-Gebäudetrennwand (Mittelwert)
(c) Holzständerwand mit gedrehtem Ständer
(d) Holzständerwand mit Brandschutztextil
Konstruktionen siehe Tabelle 10

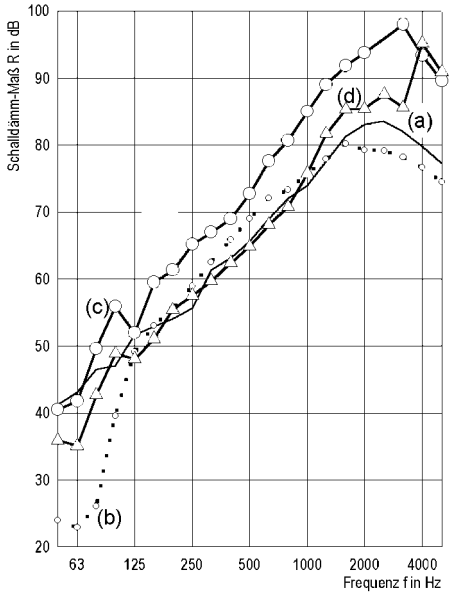


Abb. 17 Schalldämmung von Gebäudetrennwänden
(a) Gebäudetrennwand in Mauerwerksbauweise (Mittelwert)
(b) Standard-Holzständer-Gebäudetrennwand (Mittelwert)
(c) System 3-Schicht-OSB
(d) System Brettsperrholz
Konstruktionen siehe Tabelle 10

4.8.3 Außenwände

Werden Außenwände bei Belästigungen durch Verkehrslärm mit stark niederfrequenten Beiträgen eingesetzt, so ist darauf zu achten, dass deren Schalldämmung im Frequenzbereich unterhalb 100 Hz nicht zu schlecht ist. Für diese Einsatzzwecke wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens [18] besondere Wände in Holzständerbauweise entwickelt, die eine verbesserte Schalldämmung bei tiefen Frequenzen, d.h. unterhalb von 100 Hz besitzen. Vier dieser Wände werden in Tabelle 11 beschrieben. Die Schalldämmkurven dieser Wände, siehe Abbildung 18, zeigen deutlich, dass diese optimierten Konstruktionen auch bei Frequenzen unterhalb 100 Hz eine Schalldämmung aufweisen, die deutlich über den vergleichbaren Außenwänden in Holzständerbauweise liegt.

4.9 Hinweise zur Bauausführung

Die Schalldämmung von Wänden in Holzbauweise kann in ausgeführten Bauten von den oben angegebenen Schalldämmwerten abweichen. Diese Diskrepanzen sind oftmals auf Baufehler, aber auch auf Ausführungsschwankungen bei Montage und Fertigung der Wände zurückzuführen. Daher werden in diesem Abschnitt die für Holzwände typischen Baufehler und Ausführungsschwankungen beschrieben.

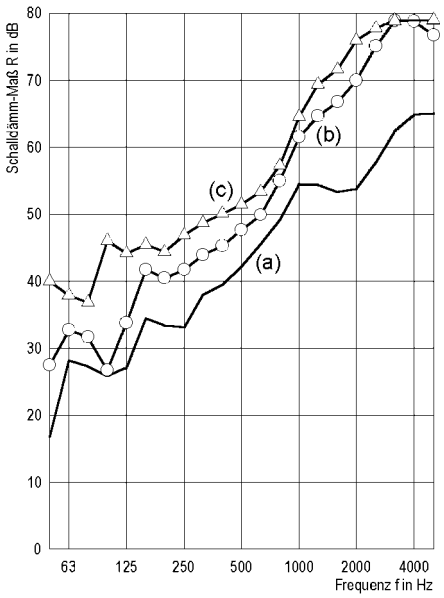


Abb. 18 Schalldämmung von optimierten Außenwänden in Holzständerbauweise verglichen mit Standard-Holzständer-Außenwand (Kurve a):
Typ Holzständerwand mit zusätzlicher Beplankung (Kurve b)
Typ Holzständerwand mit geteiltem Ständer (Kurve c)
siehe Tabelle 11

4.9.1 Anschluß einer Wand an den Fußboden

Beschreibung

Holzständerwände im Erdgeschoss werden bei der Montage des Hauses oftmals auf Ausgleichsklötze gestellt, um Unebenheiten des betonierten Kellers auszugleichen, siehe Abbildung 19. Ohne Zusatzmaßnahmen kann diese Vorgehensweise zu unerwünschten Fugenschall-Übertragungen führen. In einem untersuchten Objekt wurde das bewertete Schalldämm-Maß R_w der Wohnungstrennwand im Erdgeschoss um 11 dB im Vergleich zur baugleichen Wand im Obergeschoss reduziert, siehe nachfolgende Auflistung.

Schalldämmung der Wohnungstrennwand
Im EG mit R'_w = 58 dB mangelhaft
Im 1.OG mit R'_w = 69 dB mängelfrei
Im DG mit R'_w = 66 dB mängelfrei

Diskussion

Besonders bei hochschalldämmenden Wänden, wie Gebäudetrennwände und Wohnungstrennwände, sind Probleme bei dem beschriebenen Nebenweg zu beobachten. Abhilfe schafft eine Dichtungsebene unterhalb der Wände, dies kann z.B. durch Ausstopfen der Fuge mit Mineralwolle zusammen mit einem Abkleben der Fuge mit einem geeigneten Dichtband oder durch vollvolumiges Ausstopfen der Einbaufuge mit Quellmörtel erfolgen.

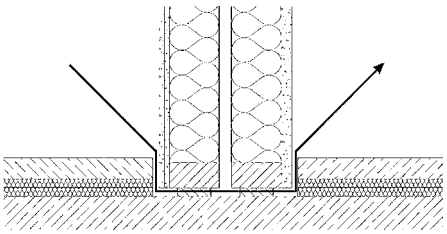


Abb. 19 Fugenschallübertragung bei einer auf Montageklötzen aufstehenden hochschalldämmenden Wohnungstrennwand

4.9.2 Befestigungsart der Beplankungen bei Holzständerwänden

Beschreibung und Diskussion

Im allgemeinen werden im Holzständerbau drei Arten von Befestigungen der Beplankungen und Verkleidungen auf Ständersystemen eingesetzt:

Verleimung
Verklammerung/Vernagelung
Verschraubung

Verleimungen werden nur von wenigen Firmen durchgeführt, da entsprechende Pressen vorhanden sein müssen. Aus fertigungstechnischen Gründen wird von der Industrie in aller Regel der Verklammerung/Vernagelung gegenüber der Verschraubung der Vorzug gegeben.

Aus schalltechnischer Sicht ist in erster Linie der Anpressdruck der Beplankung auf dem Ständerwerk und die daraus resultierende Aussteifung der Beplankung ausschlaggebend. Im bewertungsrelevanten Frequenzbereich weist eine „weiche“ Verbindung gegenüber einer steifen Verbindung Vorteile auf, was sich in aller Regel im R_w niederschlägt. Im tieffrequenten Bereich zeigt ein steife Verbindung eine geringfügig bessere Schalldämmung. Eine Klammerung/Vernagelung ist eher als steife Verbindung anzusehen wie eine Verschraubung.

Falls bei einer Holzständerkonstruktion auf eine verbesserte Schalldämmung Wert gelegt wird, so sollte eine eher weichere Verbindung der Beplankung mit den Holzständern, z.B. eine Verschraubung, gewählt werden. Falls dies vom Bauherrn akzeptiert wird, kann mittels der Montage über Federschienen eine weitere Entkopplung der Beplankung vom Ständerwerk und damit eine zusätzliche Verbesserung der Schalldämmung realisiert werden.

4.9.3 Installationsdosen in Wänden

Installationsdosen (Steckdosen) und Lichtschalter stellen eine Schwächung der Beplankung der Holzständerwände dar, die oftmals als potentielle Schwachstelle angesehen werden. Labormessungen an verschiedenen Wänden haben jedoch gezeigt, dass bei bestimmten Wandtypen (Außenwand, Wohnungstrennwand) bei Einbringen von bis zu fünf Installationsdosen auf einer Fläche von 11 m² eine Verschlechterung des bewerteten Schalldämm-Maßes um maximal 1 dB erwartet werden kann, siehe Abbildung 20. Voraussetzung hierfür ist jedoch ein vollvolumiges Ausdämmen der Gefache mit einem Faserdämmstoff mit einer Rohdichte von mindestens 50 kg/m³.

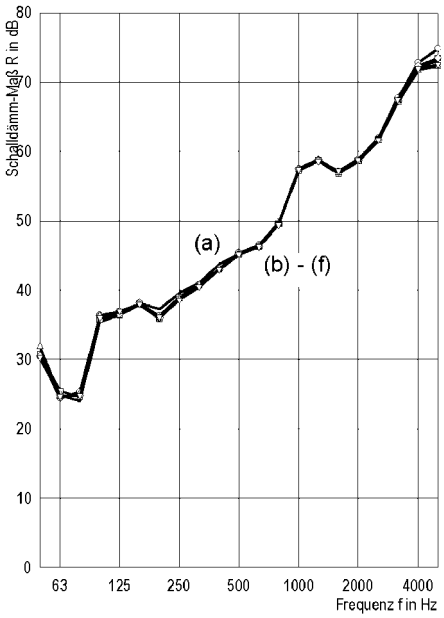


Abb. 20 Der Einfluss von Steckdosenlöchern auf die Schalldämmung einer Außenwand bei einer Gesamtfläche der Aussenwand von 11 m².
Kurve (a) Außenwand ohne Steckdose
Kurve (b) bis (f) Außenwand mit 1 bis 5 Steckdosenlöchern (Ø 80 mm)
(Lage der Löcher auf 50 cm Höhe gleichmäßig über die gesamte Wandbreite verteilt)

4.9.4 Einflüsse von Sanitärinstallationen und anderen haustechnischen Anlagen

Sanitärinstallationen und andere haustechnische Anlagen werden im Holzhausbau entweder in bestehende Wände eingesetzt oder als komplettes vorgefertigtes Installationsmodul in den Bau eingesetzt.

Hinsichtlich des Schallschutzes sind hier zwei Themenbereiche zu unterscheiden:

a) Installationsschallpegel L_{In} durch den Betrieb dieser Anlagen
b) Modifikation der Trennbauteile (Decke/Wand) durch den Einbau dieser Installationen

zu a) An die Geräusche aus Wasserinstallationen und sonstigen haustechnischen Anlagen werden in DIN 4109/A1:2001-01 [2] verbindliche Anforderungen gestellt. Für konstruktive Vorschläge und Ausführungsbeispiele wird auf eine Schrift des holzbau handbuchs [1] sowie auf einen Forschungsbericht [56] verwiesen.

Zu b) Nachfolgend werden einige Hinweise zur Bauausführung von Installationsanlagen gegeben.

Vertikale Flankenübertragung

Bei geschoßübergreifenden Installationseinrichtungen ist zu beachten, dass durch deren Deckendurchdringungen keine Verschlechterung der Flankenschalldämmung erfolgt. Aufgrund der Verschiedenartigkeit der Installationssysteme und Anschlußdetails können im Folgenden nur pauschale Hinweise zur Vermeidung von Baufehlern gemacht werden:

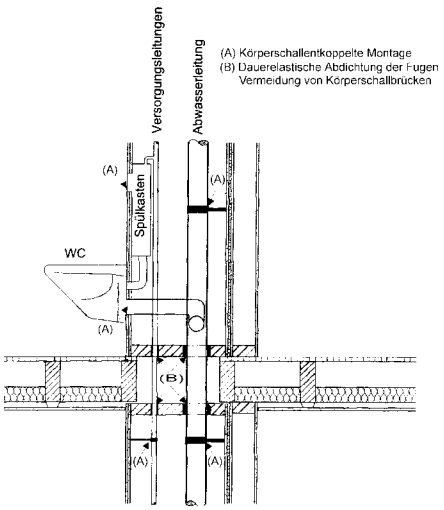


Abb. 21 schematische Darstellung einer Deckendurchdringung einer Installationsebene [56]

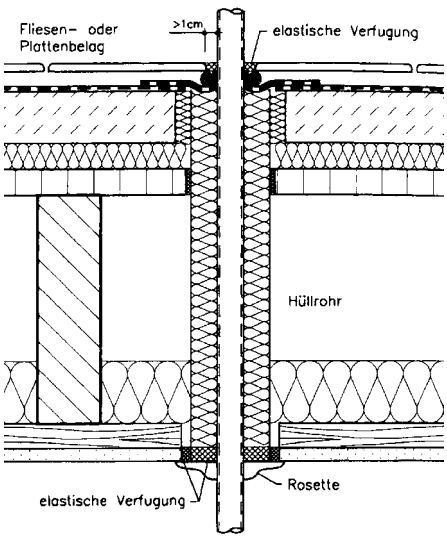


Abb. 22 beispielhafte Rohrdurchführung einer Versorgungsleitung, aus [57]

1. Dauerelastsische Abdichtung von Durchdringungen
2. Ausfüllen von Hohlräumen mit schallabsorbierenden Materialien (kein Montageschaum)
3. Vermeidung von Körperschallbrücken durch Trennung von durchlaufenden Konstruktionen und Beplankungen
4. Körperschallisolierte Montage von Rohrleitungen

Schalldämmung von Trennwänden

Beim Einbau von Installationsanlagen in Trennwände sollten folgende Hinweise beachtet werden:

1. Werden Sanitär- oder Lüftungsinstallationen in eine bestehende oder vorgegebene Trennwandkonstruktion eingesetzt, so ist zu gewährleisten, dass durch diesen Einbau neben der Einhaltung der statischen Anforderungen auch keine schalltechnische Schwächung der Trennwandkonstruktion resultiert. Zu beachten sind die Abdichtung von Durchdringungen der Beplankung und die Vermeidung von Körperschallbrücken zwischen den Wandschalen. Eine Verlegung der Installationen in zusätzlich vorgesetzten Installationsebenen oder Vorwandschalen kann sich bei ausreichendem Schalenabstand ($d \geq 100$ mm) vorteilhaft auf das bewertete Schalldämm-Maß auswirken.
2. Die Schalldämmung zwischen Räumen kann durch Schallübertragungen über die Luftkanäle von zentralen Lüftungsanlagen drastisch vermindert werden. Durch eine sorgfältige Planung der einzelnen Lüftungsstränge in den Wohneinheiten und durch den Einsatz von geeigneten Schalldämpfern können diese Schallübertragungen reduziert werden.
3. Die Schalldämmung von vorgefertigten Installationswänden ist in aller Regel nicht ausreichend, um die Anforderungen an Wohnungstrennwände ($R'_w = 53$ dB) zu erfüllen. Diese Installationswände müssen noch mit zusätzlichen Wandelementen aufgerüstet werden, um die Anforderungen an Wohnungstrennwände zu gewährleisten. Konkrete Planungsvorgaben sind im Rahmen dieser Publikation wegen der Vielfalt der heute üblichen Konstruktionen nicht möglich [56].

4.9.5 Anbindung von Holztreppen an eine Gebäudetrennwand

In Doppel- und Reihenhäusern werden die Treppenkonstruktionen üblicherweise an die Gebäudetrennwand angebunden. Die Anzahl und Art der Anbindungspunkte an die Gebäudetrennwand hängen von der Treppenkonstruktion und der Statik (Spannweite) ab.
Wird eine zwei-viertel-gewendelte Holz-Wangentreppe eingesetzt, so ist diese üblicherweise mit 1 bis 4 Verschraubungen an die Gebäudetrennwand angebunden.
Für eine Holz-Wangentreppe angebunden an eine Gebäudetrennwand in Holzständerkonstruktion werden Messergebnisse in Tabelle 12 zusammengefasst.
Wird eine zwei-viertel-gewendelte Stahl-Holz-Treppe eingesetzt, so ist diese üblicherweise mit 1 bis 2 starren Metallauflagern an die Gebäudetrennwand angebunden.
Für eine Stahl-Holz-Treppe, angebunden an eine Gebäudetrennwand in Holzständerkonstruktion, werden Messergebnisse in Tabelle 13 zusammengefasst.

Tabelle 12 Bewerteter Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ von Holz-Wangentreppen angebunden an eine Gebäudetrennwand in Holzständerbauweise. Bei der Situation ohne Anbindung an die Trennwand wurde die Holzwange ohne Kontakt zur Trennwand montiert, die angegebenen Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ sind Labor-Messwerte*, die Schalldämmung der Trennwand betrug $R_w = 71$ dB:

			Anzahl der Verschraubungen der Holzwange an die Trennwand		
Beschreibung	*Ohne Anbindung an die Trennwand Wange hat ca. 10 mm Abstand zur Trennwand*	*Ohne Verschraubung mit der Trennwand Wange wird an Trennwand angedrückt*	*1*	*2*	*4*
Holzwangentreppe über variable Anzahl von Verschraubungen angebunden an Holzständerwand	$L_{n,w} = 28$ dB*	$L_{n,w} = 32$ dB*	$L_{n,w} = 33$ dB*	$L_{n,w} = 34$ dB*	$L_{n,w} = 36$ dB*

Tabelle 13 Bewerteter Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ von Stahl-HolzTreppen angebunden an eine Gebäudetrennwand in Holzständerbauweise, die angegebenen Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ sind Labor-Messwerte*, die Schalldämmung der Trennwand betrug $R_w = 71$ dB:

		Anzahl der Auflagerpunkte an der Trennwand	
Beschreibung	*Ohne Anbindung an die Trennwand*	*2*	*4*
Stahl-Holztreppe über variable Anzahl von Auflagern angebunden an Holzständerwand	$L_{n,w} = 31$ dB*	$L_{n,w} = 40$ dB*	$L_{n,w} = 42$ dB*

Je fester die Anbindung der Treppenkonstruktion an die Trennwand ist, umso größer ist die Trittschallübertragung. Falls keine Anbindung an die Trennwand erfolgt, bzw. bei einer reduzierten Anzahl von Verschraubungen und Auflagerpunkten müssen die Ablasten der Treppe über die seitlichen Innenwände abgetragen werden. Zur Abtragung der Treppenablasten bei einer Holz-Wangentreppe wurde hierzu in [19] ein besonderes Ecklager vorgestellt.

Die Variation der Verschraubungen bzw. Auflagerpunkte dieser Treppen an der Gebäudetrennwand stellt an sich keinen Baufehler dar, zumal die Verschraubungen bzw. Auflager aus statischen Gründen erforderlich sind. Eine erhöhte Anzahl von Verschraubungs- und Auflagerpunkten führt allerdings auch zu einer erhöhten Schallübertragung, die in der Summe bis zu 11 dB im Vergleich zur Situation ohne Ankopplung an die Trennwand ausmacht. Beim Einsatz von Holz-Wangentreppen, macht es einen Unterschied in der Trittschalldämmung ob ein Kontakt von Wange zur Trennwand besteht.
Prinzipiell ist zu sagen, dass in den oben beschriebenen Konfigurationen (Holz-Wangen-Treppe bzw. Stahl-Holz-Treppe angebunden an zweischalige Gebäudetrennwand in Holzbauweise) die Anforderungen an den Schallschutz nach DIN 4109:1989-11 sowie in aller Regel auch die Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz nach E DIN 4109-10:2000-06 eingehalten werden. Die schalltechnischen Probleme der Holztreppenkonstruktionen an einer Gebäudetrennwand in Holzständerbauweise liegen jedoch in aller Regel nicht in einer Nichteinhaltung der Anforderungen nach DIN 4109:1989-11 oder E DIN 4109-10:2000-06 begründet, sondern in den besonderen niederfrequenten Trittschallübertragungen beim Begehen der Treppe. Dieses sogenannten Dröhnen wird bei einer Beschreibung durch den bewerteten Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ bzw. $L'_{n,w}$ nur unzureichend bewertet.
Eine frequenzabhängige Analyse der oben beschriebenen Messreihen von Holztreppen an Gebäudetrennwänden in Holzbauweise zeigt, dass durch eine Verringerung der Anbindungspunkte der Treppe an die Trennwand nicht nur der bewertete Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ bzw. $L'_{n,w}$ sondern auch die störenden, niederfrequenten Trittschallübertragungen reduziert werden können.
Zur Vermeidung von Trittschallproblemen bei Treppen empfiehlt es sich daher, die Treppe nicht an der Gebäudetrennwand zu befestigen, bzw. wenn das nicht möglich ist durch geeignete Systemkonstruktionen eine zusätzliche Entkopplung der Auflager zu erreichen, siehe Abschnitt 4.6.4.

5 Dächer

5.1 Dachkonstruktionen

In dieser Schrift sollen übliche Steildachkonstruktionen hinsichtlich ihrer Transmissionsschalldämmung und Schall-Längsdämmung beschrieben werden. Es werden Steildachkonstruktionen mit Zwischensparrendämmung und Aufsparrendämmsystemen diskutiert. Bei den Steildächern mit Aufsparrendämmung ist zwischen den Dämmsystemen mit Hartschaum-Dämmplatten und solchen aus Faserdämmstoffen zu unterscheiden.

5.1.1 Steildächer mit Zwischensparrendämmung:

Der prinzipielle Aufbau eines Steildachs mit einer Zwischensparrendämmung ist von innen nach außen wie folgt:

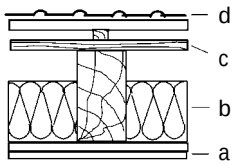


Abb. 23 Aufbau eines Steildachs mit Zwischensparrendämmung

a) Raumseitige Beplankung auf Querlattung oder Federschienen
b) Sparren aufliegend auf Pfetten
   Wärmedämmung zwischen den Sparren eingepasst
c) Unterdach als Unterspannung (Unterspannbahn) oder Unterdeckung (Unterdachschalung, MDF-Platte oder hydrophobierte Holzweichfaserplatte)
d) Konterlattung und Traglattung mit Dacheindeckung

Die für die Schalldämmung wesentlichen Einflussparameter sind:

a) Raumseitige Beplankungen
   Üblich sind Beplankungen aus Gipswerkstoffen (Gipskartonplatte, Gipsfaserplatte). Beim Einsatz einer Nut- und Feder-Schalung ist im Vergleich zu den Gipsbauplatten mit Defiziten im Bereich von 5–7 dB zu rechnen. Diese erklären sich hauptsächlich durch undichte Fugen zwischen den Profilbrettern. Zur Vermeidung dieses Mangels können die Profilbretter als zweite Beplankung auf einer GKB-Platte montiert werden.
   Hinsichtlich der Befestigung der Beplankung gibt es die Möglichkeit diese über Federschienen gegen die Sparren zu entkoppeln. Im Vergleich zur Standardbefestigung über Dachlatten ist mit einer Verbesserung im bewerteten Schalldämm-Maß R_w um ca. 2 dB zu rechnen.

b) Hohlraumdämmung/Sparren
   Die Wärmedämmung wird paßgenau zwischen die Sparren eingesetzt. Üblicherweise kommt hier ein Mineralfaserdämmfilz zum Einsatz. Alternativ können auch Zellulosedämmplatten, Baumwolle oder Holzweichfaserplatten eingesetzt werden. Geschlossenzellige Polystyrol-Dämmplatten werden für diesen Einsatzzweck nicht empfohlen, da diese schlechtere schalltechnische Eigenschaften als Faserdämmstoffe haben.
   Im Vergleich der verschiedenen Faserdämmstoffe (Mineralfaser, Zellulosedämmstoff, Baumwolle) wurden bei vergleichbaren Kenndaten (Dichte, Strömungswiderstand) keine wesentliche Unterschiede hinsichtlich der Schalldämmung festgestellt.
   Das Schalldämm-Maß der Dachkonstruktionen variiert mit der Dicke der jeweils eingebrachten Wärmedämmung aus Faserdämmstoff. Bei gleicher Dämmstoffdicke verhält sich ein höherer Sparren tendenziell etwas besser als ein weniger hoher Sparren.
   Der Einfluß der Dachneigung auf das R_w ist eher gering und kleiner als 2 dB anzusetzen.

c) Einfluss der Dachschalung
   Als Dachschalung kommen folgende Varianten in Betracht:
   Nut- und Feder-Schalung
   Gespundete Schalung
   Parafinierte MDF-Platte ggf. mit Belag aus Abdeckbahnen
   Hydrophobierte Holzweichfaserplatte
   Alternativ kann auch nur eine Unterspannbahn aufgebracht werden. Eine unbeschwerte Dachschalung verhält sich hinsichtlich des bewerteten Schalldämm-Maßes R_w ungünstiger, als wenn nur eine Unterspannbahn eingesetzt wird. Der Einsatz einer Dachschalung ist allerdings vorteilhaft, wenn speziell die niederfrequente Schalldämmung verbessert werden soll. Wird eine äußere Dachschalung eingesetzt, so kann diese zur Verbesserung der Schalldämmung noch zusätzlich beschwert werden, hierzu eignen sich insbesondere ein- oder mehrlagige Bitumenschweißbahnen. Die Höhe der Verbesserung wird durch die Zusatzmasse bestimmt.

d) Einfluss der Dacheindeckung
   Als Dacheindeckung kommen üblicherweise verfalzte Ton- oder Betondachsteine zur Verwendung. Aufgrund des geringeren Gewichts wird bei Tondachsteinen eine um ca. 2 dB reduzierte Schalldämmung gemessen. Verfalzte Betondachsteine und Biberschwanzziegel verhalten sich in etwa gleichwertig im Hinblick auf die erreichbare Schalldämmung.
   Blecheindeckungen aus Trapezblech verhalten sich aufgrund der geringeren flächenbezogenen Masse wesentlich ungünstiger.

5.1.2 Steildächer mit Aufsparrendämmung:

Der prinzipielle Aufbau eines Steildachs mit einer Aufsparrendämmung ist von innen nach außen wie folgt:

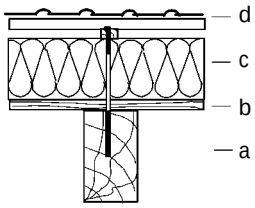


Abb. 24 Aufbau eines Steildachs mit Aufsparrendämmung

a) Sparren aufliegend auf Pfetten
b) Raumseitige Beplankung mit Sparren vernagelt
c) Wärmedämmung (Hartschaum oder Faserdämmstoff) über Konterlattung mit den Sparren verschraubt
d) Unterdeckung, Konterlattung und Traglattung mit Dacheindeckung

Die für die Schalldämmung wesentlichen Einflussparameter sind:

b) Dachschalung
   Üblicherweise wird eine Dachschalung aus Mehrschichtplatten oder Nut- und Feder-Brettern eingesetzt. Zur Verbesserung der Schalldämmung kann die Dachschalung noch beschwert werden. Zur Beschwerung eignen sich biegeweiche Materialien wie z.B. Bitumenschweißbahnen, elementierte zementgebundene Spanplatten oder Gipsbauplatten bei werkseitiger Vorfertigung.

c) Aufsparrendämmung
   Die Wärmedämmung wird außen auf die Dachschalung aufgebracht. Hinsichtlich der Schalldämmung ist zwischen Dämmplatten aus PUR-Hartschaum oder aus Faserdämmstoff (Mineralfaser oder Holzweichfaser) zu unterscheiden. Bei Dämmplatten aus Faserdämmstoff wird die Schalldämmung entscheidend durch den Anpreßdruck der Dämmplatten an die Dachschalung beeinflußt. Für eine optimierte Schalldämmung ist der Anpreßdruck so niedrig wie möglich zu halten. In der Praxis kann dies durch den Einsatz von

Doppelgewindeschrauben realisiert werden. Zwischen Mineralfaser und Holzweichfaser wurden keine systematischen Unterschiede in der Schalldämmung R_w festgestellt. Im Vergleich mit diesen Faserdämmstoffen verhalten sich Dämmplatten aus PUR-Hartschaum schalltechnisch ungünstiger.
Bei Dämmplatten aus PUR-Hartschaum kann eine Verbesserung der Schalldämmung noch durch eine Kaschierung der Dämmplatte mit Mineral- oder Holzweichfaserplatte erfolgen. Diese aufkaschierte Dämmplatte kann raumseitig oder außenseitig liegen.

Einfluss der Dämmstoffdicke
Das Schalldämm-Maß der Steildachkonstruktionen mit einer Aufsparrendämmung aus Faserdämmstoff variiert mit der Dicke der jeweils aufgebrachten Wärmedämmung.

d) Einfluss der Dacheindeckung
Als Dacheindeckung kommen üblicherweise verfalzte Ton- oder Betondachsteine zur Verwendung. Aufgrund des geringeren Gewichts wird bei Tondachsteinen eine um ca. 2 dB reduzierte Schalldämmung gemessen. Verfalzte Betondachsteine und Biberschwanzziegel verhalten sich in etwa gleichwertig im Hinblick auf die erreichbare Schalldämmung. Blecheindeckungen aus Trapezblech verhalten sich aufgrund der geringeren flächenbezogenen Masse wesentlich ungünstiger.

Anschluß des Daches an Trennwände:
Eine mangelhafte Planung und Ausführung von Bauanschlüssen von Trennwänden an Steildächer führt immer wieder zu Beschwerden hinsichtlich einer nicht ausreichenden Schalldämmung zwischen den benachbarten Räumen. Daher werden im folgenden Hinweise zur ordnungsgemäßen Bauausführung solcher Anschlüsse gegeben. Für den Anschluß an eine zweischalige Gebäudetrennwand ist der prinzipielle Aufbau für Steildächer mit Zwischensparren- bzw. Aufsparrendämmung in Abbildung 25 dargestellt.
Für eine ausreichende Schall-Längsdämmung sind zusätzlich folgende Einflussparameter zu berücksichtigen:

Trennwand
Die Trennwand ist unabhängig von der Bauweise bis unter die Dachlattung zu führen.

Anschlußfugen
Die Anschlussfugen zwischen Trennwand und Dachaufbau sind besonders sorgfältig auszuführen. Ansonsten besteht insbesondere im Mauerwerksbau die Gefahr einer Schallübertragung durch Fugenschall. Details siehe Abbildung 37.

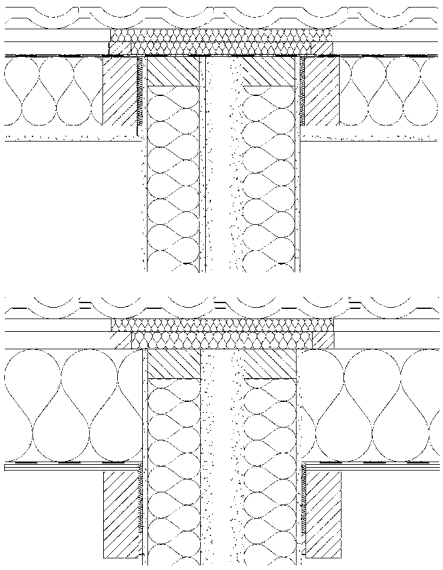


Abb. 25 Bauanschluß von Steildächern (Zwischensparrendämmung/Aufsparrendämmung) an Gebäudetrennwände. Der erste Sparren wird jeweils mit 1 bis 5 cm Abstand von der Trennwand montiert. Der Hohlraum wird ausgedämmt.

Einfluss der Pfetten
Die Pfetten in den beiden Räumen sind vollständig zu trennen. Sie dürfen nicht über die Trennwand hinweg durchlaufen. Die verbleibenden Hohlräume in den Auflagerlöchern der Pfetten sind auszumörteln und abzudichten.

Ausführung der Traglattung
Die Traglattung der Dachsteine darf nicht über die Trennwand hinweg durchlaufend ausgeführt werden. Hier spielen auch brandschutztechnische Anforderungen eine Rolle. Im Bereich der Trennwand sollte diese Traglattung durch zwei Metallprofile ersetzt werden.

Ausführung des Hohlraums zwischen Dacheindeckung und Trennwand.
Bei hochschalldämmenden Dächern läuft der wesentliche Schallübertragungsweg über den

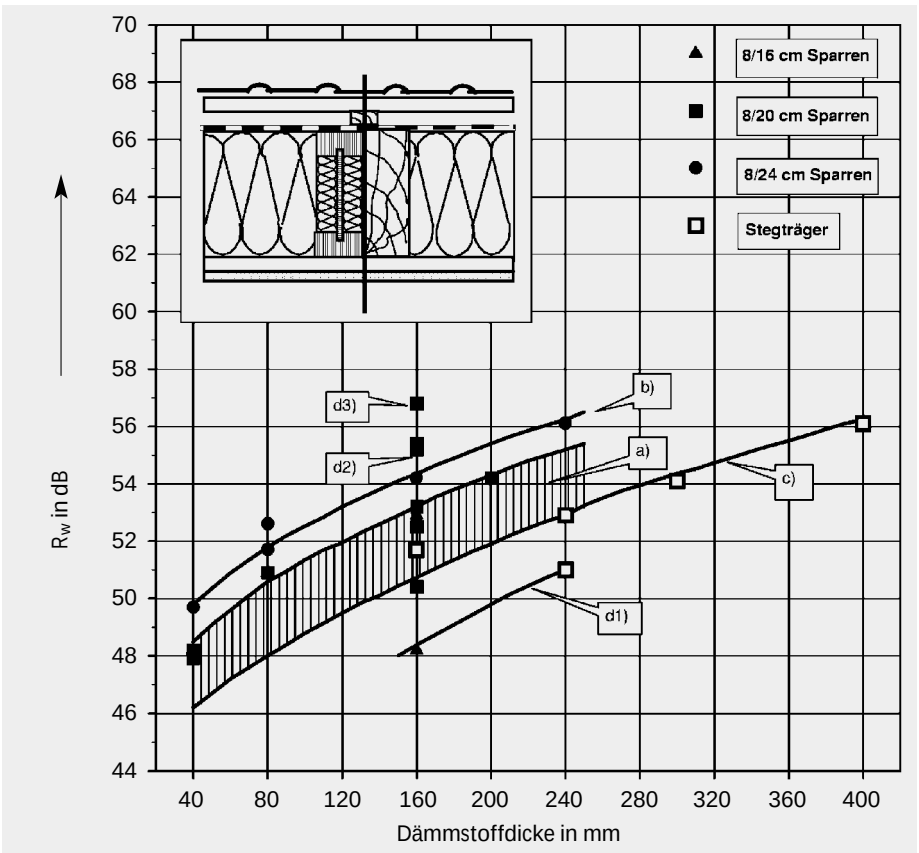


Abb. 26 Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Steildächern mit Zwischensparrendämmung als Funktion von der Dämmstoffdicke
a) Vollholzsparren 8/16 cm bis 8/20 cm (Darstellung mit Schwankungsbreite)
b) Vollholzsparren 8/24 cm
c) Stegträger mit Voll- und Teilwärmedämmung, Höhen 240 mm, 400 mm
d1) Vollholzsparren oder Stegträger mit Dachschalung oder Dachbeplankung
d2) Raumseitige Beplankung aufgedoppelt und über Federschienen entkoppelt
d3) Ausführung wie d2) mit zusätzlicher beschwerter Dachschalung
Die angegebenen Schalldämm-Maße R_w sind Labor-Messwerte
Aufbauten und Rechenwerte siehe Beispielsammlung Tabelle 14 und Tabelle 17

Hohlraum zwischen der Dacheindeckung und der Dämmung bzw. Trennwand. Um diese Schallübertragungen zu reduzieren, sollte dieser Hohlraum bis zur Dacheindeckung mit Mineralfaser (Brandschutzanforderungen beachten) ausgefüllt werden. Falls erforderlich können auch noch die Hohlräume in den jeweils ersten Sparrenfeldern mit Mineralfaser gefüllt werden. Alternativ werden auch speziell für diese Anforderungen ausgelegte Schallschutz-Schotts [58] eingesetzt.

5.2 Transmissionschalldämmung

5.2.1 Steildächer mit Zwischensparrendämmung

Die Transmissions-Schalldämmung R_w von Steildächern mit Zwischensparrendämmung wird in Abbildung 27 dargestellt. Aus dieser Abbildung wird ersichtlich, dass mit zunehmender Dämmstoffdicke auch die Schalldämmung des Steildachs verbessert wird. Durch Einsatz geeigneter Beschwerungsmaßnahmen und durch Entkopplung der raumseitigen Beplankung kann eine Verbesserung der Schalldämmung um bis zu 6 dB gegenüber der Grundkonstruktion erzielt werden.

5.2.2 Steildächer mit Aufsparrendämmung aus Faserdämmstoff

Die Transmissions-Schalldämmung R_w von Steildächern mit Aufsparrendämmung aus Faserdämmstoff wird in Abbildung 27 dargestellt. Aus dieser Abbildung wird ersichtlich, dass mit zunehmender Dämmstoffdicke auch die Schalldämmung des Steildachs verbessert wird. Durch eine Reduzierung des Anpressdrucks des Faserdämmstoffs durch Montage mit Doppelgewindeschrauben sowie durch Einsatz geeigneter Beschwerungsmaßnahmen kann eine deutliche Verbesserung der Schalldämmung gegenüber der Grundkonstruktion erzielt werden.
Die Wirksamkeit von Beschwerungen hinsichtlich der Schalldämmung wird in Abbildung 28 noch einmal gesondert dargestellt. Als Beschwerungen eignen sich prinzipiell biegeweiche Materialien, in der Praxis sind Bitumenbahnen gebräuchlich. Bei hohen Anforderungen können auch elementierte zementgebundene Spanplatten (Plattengrößen von ca. 30 cm x 30 cm) eingesetzt werden. Mit solch einer Beschwerungsmaßnahme konnten Labor-Schalldämm-Maße bis zu 62 dB gemessen werden, siehe [18]. Die Plattenbeschwerungen sind vollflächig mit der Dachschalung zu verkleben.

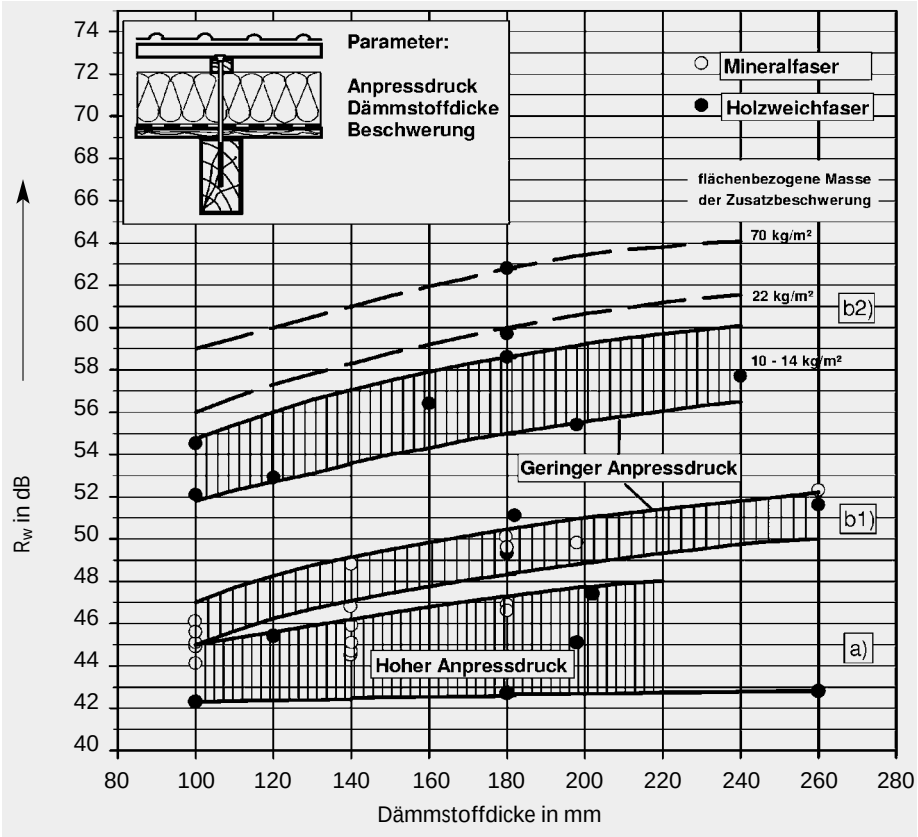


Abb. 27 Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Steildächern mit Aufsparrendämmung aus Faserdämmstoff als Funktion der Dämmstoffdicke, Aufbauten nach Beispielsammlung Tabelle 16
a) hoher Anpreßdruck des Faserdämmstoffs durch Verschraubung mit Einfachgewindeschraube oder Montage mit Sparrennägeln
b1) geringer Anpreßdruck des Faserdämmstoffs durch Verschraubung mit Doppelgewindeschraube
b2) geringer Anpreßdruck des Faserdämmstoffs durch Verschraubung mit Doppelgewindeschraube und zusätzlicher Beschwerung der Dachschalung
Die angegebenen Schalldämm-Maße R_w sind Labor-Messwerte
Beispiele für Steildächer mit Aufsparrendämmung aus PUR-Hartschaum siehe Tabelle 16

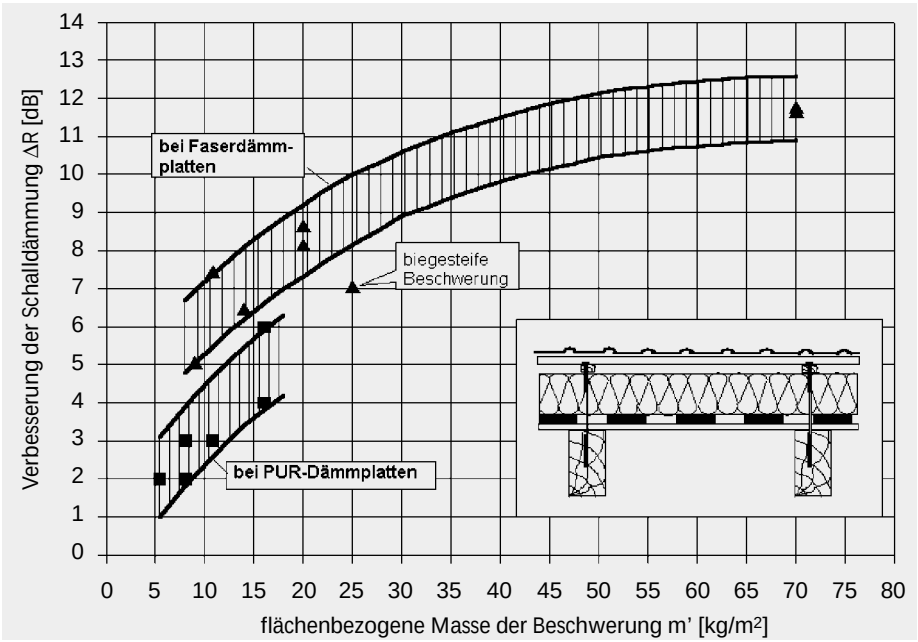


Abb. 28 Verbesserung der Schalldämmung R_w von Steildächern mit Aufsparrendämmung (Faserdämmplatten oder PUR-Dämmplatten) durch Einsatz biegeweicher Beschwerungen (z.B. Bitumenschweißbahnen, elementierte zementgebundene Spanplatten oder Gipsbauplatten bei werkseitiger Vorfertigung) auf der Dachschalung

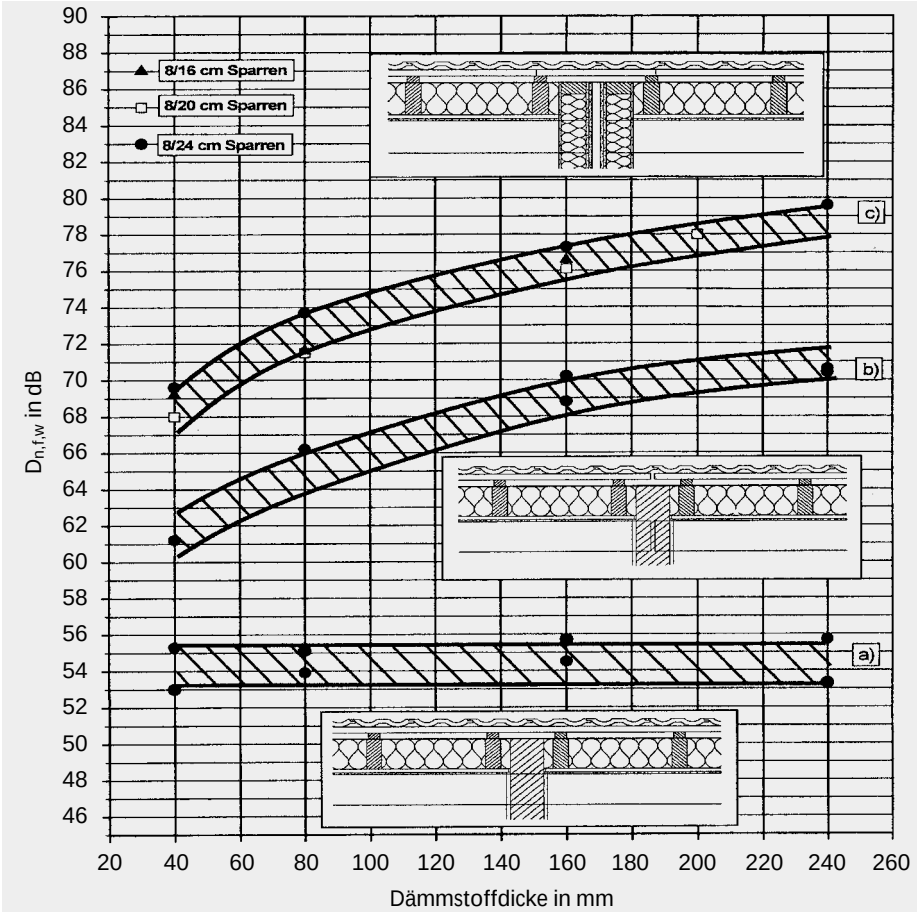


Abb. 29 Bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$
(Laborwert, Bezugsabsorptionsfläche 10 m² Bezugskantenlänge 4,5 m) von Steildächern mit Zwischensparrendämmung als Funktion der Dämmstoffdicke, Aufbauten nach Beispielsammlung Tabelle 14
a) Anbindung an einschalige Trennwand in Mauerwerksbauweise mit durchlaufender Pfette
b) Anbindung an einschalige Trennwand in Mauerwerksbauweise mit getrennter Pfette
c) Anbindung an zweischalige Trennwand mit getrennter Pfette
Hinweis: die Ausführung des Bauanschlusses ohne Füllung des Hohlraums zwischen Trennwand und Dacheindeckung ist für Gebäudetrennwände brandschutztechnisch nicht korrekt, sie wird aber häufig in ausgeführten Bauten angetroffen. Anhaltswerte für die schalltechnische Verbesserung durch das Auffüllen der Hohlräume mit Mineralfaser siehe Abbildung 31.

5.2.3 Steildächer mit Aufsparrendämmung aus PUR-Hartschaum

Die Transmissions-Schalldämmung R_w von Steildächern mit Aufsparrendämmung aus PUR-Hartschaum wird in der Beispielsammlung dargestellt. Eine Verbesserung der Schalldämmung der Grundkonstruktion kann durch den Einsatz von PUR-Dämmstoffen mit einer Kaschierung aus Faserdämmstoffen erreicht werden. Zur weiteren Verbesserung der Schalldämmung können Beschwerungen der Dachschalung hergenommen werden.
Die Wirksamkeit der Beschwerung ist abhängig von der aufgebrachten Zusatzmasse. Die erwarteten Verbesserungen im Schalldämm-Maß werden in Abbildung 28 dargestellt.

5.3 Schall-Längsdämmung von Steildächern

5.3.1 Allgemeines zur Flankenschalldämmung von Steildächern

Für die Beurteilung der Flankenschalldämmung von Dächern sind drei Schallübertragungswege zu berücksichtigen (siehe Abb. 1):
Weg Ff: über die Dachfläche im Senderaum und die Stoßstelle Dach-Wand-Dach in die Dachfläche im Empfangsraum, beschrieben durch die bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ mit einer Bezugsabsorptionsfläche A_0 = 10 m² und einer Bezugskantenlänge ℓ_0 = 4,5 m.
Weg Fd: über die Dachfläche im Senderaum und die Stoßstelle Dach-Wand in die Trennwand, beschrieben durch die bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,Fd,w}$ mit einer Bezugsabsorptionsfläche A_0 = 10 m² und einer Bezugskantenlänge ℓ_0 = 4,5 m.
Weg Df: über die Trennwand und die Stoßstelle Wand-Dach in die Dachfläche im Empfangsraum, beschrieben durch die bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,Df,w}$ mit einer Bezugsabsorptionsfläche A_0 = 10 m² und einer Bezugskantenlänge ℓ_0 = 4,5 m.
Da der Aufbau des Steildachs in Sende- und Empfangsraum in aller Regel gleich ist, können die Norm-Flankenpegeldifferenzen für die Wege Df und Fd gleichgesetzt werden.
Für die Höhe des Flankendämm-Maßes spielt neben dem konkreten Dachaufbau auch die Konstruktionsart (einschalig-zweischalig) und die Konstruktionsweise (Holzbau, Mauerwerks- und Betonbauweise) der Trennwand eine Rolle. Weiterhin ist die Ausbildung der Stoßstelle zwischen Dach und Wand von entscheidender Bedeutung für die Höhe der Flankendämmung.

5.3.2 Steildächer mit Zwischensparrendämmung

Flankenübertragungsweg Ff
Die Flankenschalldämmung auf dem Schallübertragungsweg Ff wird durch die Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f}$ bzw. $D_{n,f,w}$ beschrieben. Der Laborwert der bewerteten Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ von Steildächern mit Zwischensparrendämmung wird in Abbildung 29 dargestellt.
Hierbei wird die Abhängigkeit von der Dämmstoffdicke und dem Aufbau der Trennwand dargestellt. Die Schall-Längsdämmung einer Steildachkonstruktion angebunden an eine zweischalige Trennwand ist deutlich höher als bei Anbindung derselben Dachkonstruktion an eine einschalige Trennwand. Für beide Trennwandarten gilt, dass die Schall-Längsdämmung mit erhöhter Dämmstoffdicke zunimmt.
Bei der Beurteilung der Schall-Längsdämmung ist auf eine konsequente Trennung durchlaufender Konstruktionen, z.B. Pfetten, zu achten. Bei einer durchlaufenden Mittel- und Fußpfette wird unabhängig von der Dämmstoffdicke ein $D_{n,f,w}$ von maximal 55 dB erreicht. Abbildung 29 zeigt die Ergebnisse von Messungen mit Holzbau- und Mauerwerkswänden.
Für beide Bauweisen werden bei gleicher Dachkonstruktion auch die gleichen $D_{n,f,w}$ Werte erreicht.
Die Ergebnisse aus Abbildung 29 gelten für Dachaufbauten ohne Dachschalung. Vergleichsmessungen mit Steildächern mit Dachschalung haben ergeben, dass hier nur geringe Unterschiede im $D_{n,f,w}$ existieren.

Die Innenbekleidung der in Abbildung 29 beschriebenen Steildächer war als Gipskartonplatte ausgeführt. Wird anstelle dieser GKB-Platten eine Schalung aus Profilbrettern eingesetzt, so ist nach Lutz [59] bei üblichen Dämmstoffstärken von 160 mm bis 240 mm mit einer Verschlechterung der Flankenschalldämmung um ca. 5 bis 7 dB zu rechnen. Ursache dieser Verschlechterungen ist der Fugenschall, der durch die mehr oder weniger stark ausgeprägten Stoßfugen zwischen den Profilbrettern hindurchgeht. Da wegen der starken Variationen keine verbindliche Aussagen zur Schall-Längsdämmung in diesem Fall gemacht werden können, empfiehlt es sich hier eine Kombination aus Gipskartonplatten und Profilbrettern als Innenbekleidung herzunehmen. Die Profilschalung wird nur aus optischen Gründen direkt auf der Gipskartonplatte montiert, die Flankenschalldämmung wird alleine durch die vollflächige Gipskartonbekleidung gewährleistet.

Flankenübertragungsweg Fd und Df

Die Flankenschalldämmung auf den Schallübertragungswegen Df bzw. Fd wird durch die Norm-Flankenschallpegeldifferenzen $D_{n,Df,w}$ und $D_{n,Fd,w}$ beschrieben. Rechenwerte für Steildächer mit Zwischensparrendämmung angebunden an verschiedene Trennwandkonstruktionen werden in der Beispielsammlung, Tabelle 14, aufgelistet. Es wird deutlich, dass die Norm-Flankenschallpegeldifferenzen der Schallübertragungswege Df und Fd ähnlich groß (bzw. tendenziell größer) sind wie die Norm-Flankenpegeldifferenz des Schallübertragungswegs Ff.

Für Schallübertragungswerte Df und Fd wird der Rechenwert der bewerteten Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,Df,w,R}$ (mit einer Bezugsabsorptionsfläche A_0 = 10 m² und einer Bezugskantenlänge ℓ_0 = 4,5 m) angegeben.

5.3.3 Steildächer mit Aufsparrendämmung aus Faserdämmstoff

Flankenübertragungsweg Ff

Die Flankenschalldämmung auf dem Schallübertragungsweg Ff wird durch die Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f}$ bzw. $D_{n,f,w}$ beschrieben. Der Laborwert der bewerteten Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ von Steildächern mit Aufsparrendämmung aus Faserdämmstoff wird in Abb. 30 dargestellt.

Hierbei wird die Abhängigkeit von der Dämmstoffdicke und dem Aufbau der Trennwand dargestellt. Die Schall-Längsdämmung einer Steildachkonstruktion angebunden an eine zweischalige Trennwand ist deutlich höher als bei Anbindung derselben Dachkonstruktion

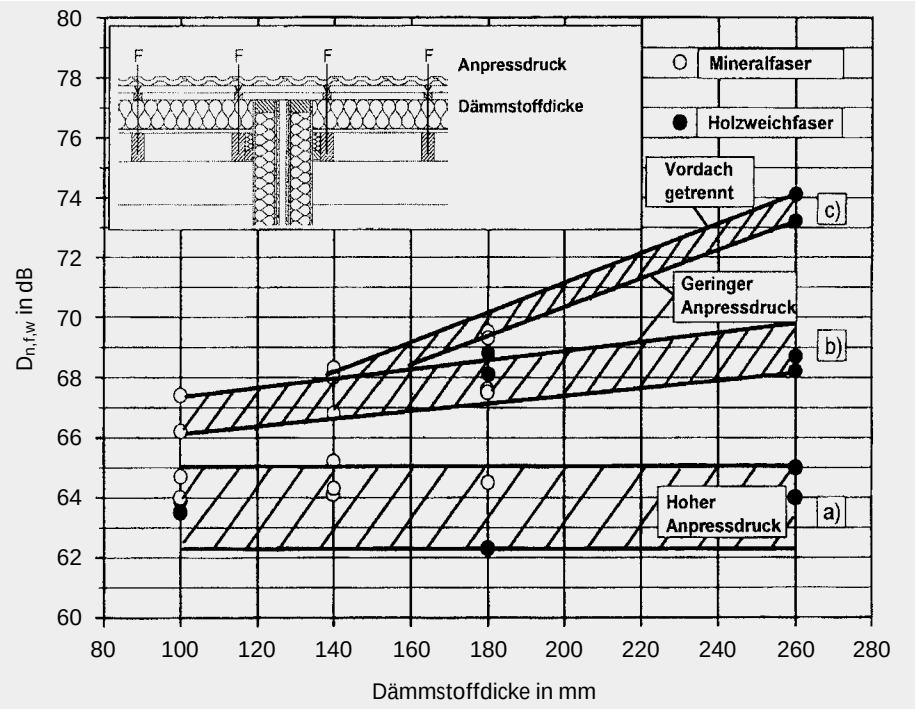


Abb. 30 Bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ (Laborwert, Bezugsabsorptionsfläche 10 m² Bezugskantenlänge 4,5 m) von Steildächern mit Aufsparrendämmung aus Faserdämmstoff als Funktion der Dämmstoffdicke, Aufbauten nach Beispielsammlung Tabelle 16

a) hoher Anpreßdruck des Faserdämmstoffs durch Verschraubung mit Einfachgewindeschraube oder Montage mit Sparrennägeln
b) geringer Anpreßdruck des Faserdämmstoffs durch Verschraubung mit Doppelgewindeschraube
c) geringer Anpreßdruck des Faserdämmstoffs durch Verschraubung mit Doppelgewindeschraube und zusätzlicher Trennung der Vordachschalung

Hinweis: die Ausführung des Bauanschlusses ohne Füllung des Hohlraums zwischen Trennwand und Dacheindeckung ist für Gebäudetrennwände brandschutztechnisch nicht korrekt, sie wird aber häufig in ausgeführten Bauten angetroffen. Zur schalltechnischen Verbesserung durch das Auffüllen der Hohlräume mit Mineralfaser siehe Abbildung 31. Beispiele für Steildächer mit Aufsparrendämmung aus PUR-Hartschaum siehe Tabelle 16

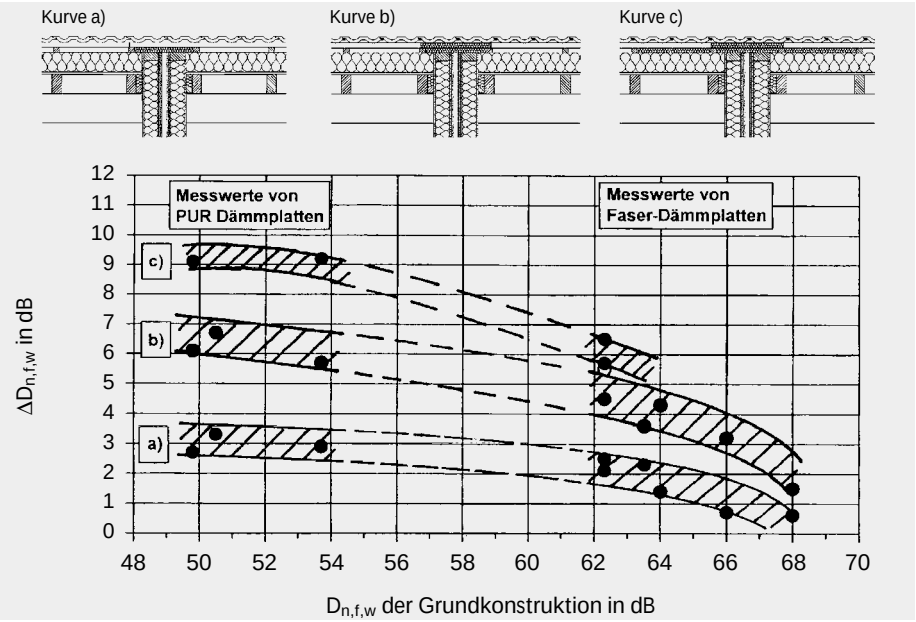


Abb. 31 Verbesserung der Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ bei Aufsparrendämmungen aus druckfesten Faserdämmplatten bzw. PUR-Dämmplatten durch Mineralfaserauflagen auf der Trennwand

a) 40mm Mineralfasermatten über der Trennwand (zwischen Grundlattung)
b) 80mm Mineralfasermatten über der Trennwand (Hohlraum ausgefüllt)
c) 80mm Mineralfasermatten über der Trennwand und 40 mm im 1. Sparrenfeld (zwischen Grundlattung)

Die Werte gelten für Trennwände in Holzbauweise und im Mauerwerksbau.

an eine einschalige Trennwand. Für beide Trennwandarten gilt, dass die Schall-Längsdämmung mit erhöhter Dämmstoffdicke der Aufdachdämmung zunimmt. Weiterhin spielt der Anpreßdruck der Dämmung auf die Dachschalung eine große Rolle. Ähnlich wie bei der Transmissionsschalldämmung dieser Bauteile kann die Schalldämmung durch eine Reduzierung des Anpreßdrucks deutlich verbessert werden. In der Praxis kann diese Reduzierung des Anpreßdrucks durch den Einsatz von Doppelgewindeschrauben realisiert werden.
Bei der Beurteilung der Schall-Längsdämmung ist auf eine konsequente Trennung durchlaufender Konstruktionen zu achten. Neben den oben bereits beschriebenen Effekten durchlaufender Pfettenkonstruktionen ist auch eine Trennung der Traglattung der Dacheindeckung, sowie eine Trennung der Vordachschalung vorteilhaft.
Die in Abbildung 30 dargestellten Messwerte gelten sowohl mit Trennwänden in Holzständerbauweise als auch in Mauerwerks- und Betonbauweise.
Eine Verbesserung der Flankendämmung von Steildächern mit Aufsparrendämmsystemen kann durch Auflagen von Mineralfasermatten in den Hohlräumen unterhalb der Dacheindeckung erfolgen. Folgende Maßnahmen können hier sukzessive durchgeführt werden:

- Mineralfasermatten 40 mm stark über der Trennwand (zwischen der Grundlattung)
- Mineralfasermatten 80 mm stark über der Trennwand (Hohlraum bis zur Dacheindeckung ausgefüllt)[10)]
- Mineralfasermatten 80 mm stark über der Trennwand und 40 mm stark im ersten Sparrenfeld auf beiden Seiten der Trennwand (zwischen der Grundlattung)

Die Verbesserungen in der bewerteten Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ sind der Abbildung 32 zu entnehmen.

Flankenübertragungsweg Fd und Df
Die Flankenschalldämmung auf den Schallübertragungswegen Df bzw. Fd wird durch die Norm-Flankenschallpegeldifferenzen $D_{n,Df,w}$ und $D_{n,Fd,w}$ beschrieben. Rechenwerte für Steildächer mit Aufsparrendämmung angebunden an verschiedene Trennwandkonstruktionen, werden in der Beispielsammlung, Tabelle 16, aufgelistet. Es wird deutlich, dass die Norm-Flankenschallpegeldifferenzen der Schallübertragungswege Df und Fd ähnlich groß (bzw. tendenziell größer) sind wie die Norm-Flankenpegeldifferenz des Schallübertragungswegs Ff.
Für Schallübertragungswerte Df und Fd wird der Rechenwert der bewerteten Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,Df,w,R}$ (mit einer Bezugsabsorptionsfläche A_0 = 10 m² und einer Bezugskantenlänge ℓ_0 = 4,5 m) angegeben.

5.3.4 Steildächer mit Aufsparrendämmung aus PUR-Hartschaum

Der Laborwert der bewerteten Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ von Steildächern mit Aufsparrendämmung aus PUR-Hartschaum wird in der Beispielsammlung, Tabelle 16, dargestellt. Hierbei werden Standarddächer mit und ohne Kaschierung aus Faserdämmstoffen zusammengefasst. Zur Verbesserung der Flankendämmung können, analog zu den Maßnahmen bei der Transmissions-Schalldämmung, Beschwerungen der Dachschalung hergenommen werden.

Die Wirksamkeit der Beschwerung ist abhängig von der aufgebrachten Zusatzmasse. Die erwarteten Verbesserungen im Schalldämm-Maß werden in Abbildung 32 dargestellt. Als Beschwerungen eignen sich prinzipiell biegeweiche Materialien, in der Praxis sind Bitumenbahnen oder Gipsbauplatten (bei werkseitiger Vorfertigung) oder zementgebundene Spanplatten gebräuchlich. Die zusätzlich aufgebrachte flächenbezogene Masse ergibt sich aus der Rohdichte und der Plattenstärke des eingesetzten Beschwerungsmaterials. Um die Biegeweichheit der Beschwerungen zu gewährleisten müssen zementgebundene Spanplatten mit einer Plattendicke größer als 10 mm elementiert, d.h. in Plattengrößen von ca. 30 cm x 30 cm eingesetzt werden. Die Plattenbeschwerungen sind vollflächig mit der Dachschalung zu verkleben.

5.4 Nachweis der Schalldämmung in Dachgeschoßwohnungen

Ziel der hier zu beschreibenden Berechnungsverfahren ist die Prognose der Schalldämmung von Trennwänden in Dachgeschoßwohnungen.

5.4.1 Vereinfachter Nachweis nach Beiblatt 1 der DIN 4109

Der einfachste Nachweis der erforderlichen Schalldämmung kann mit dem in Abschnitt 5.3 des Beiblatt 1 DIN 4109 beschriebenen vereinfachten Nachweisverfahren erfolgen. Hierzu geht man von dem erforderlichen Schalldämm-Maß der Trennwand $R'_{w,erf}$ inklusive aller Nebenwege aus.

Die Anforderung gilt als erfüllt, wenn der Zahlenwert der bewerteten Schalldämm-Maße/ Schall-Längsdämm-Maße um jeweils 5 dB über dem erforderlichen Schalldämm-Maß R'_w der Trennwand liegt, d.h.
$R_{w,R}$ (Trennwand) $\geq R'_w + 5$ dB
$R_{L,w,R}$ (Dach) = $D_{n,f,w,R}$ (Dach) $\geq R'_w + 5$ dB
$R_{L,w,R}$ (sonstige flankierende Bauteile) = $D_{n,f,w,R}$ (sonstige flankierende Bauteile) $\geq R'_w + 5$ dB
Siehe auch Abschnitt 4.2.

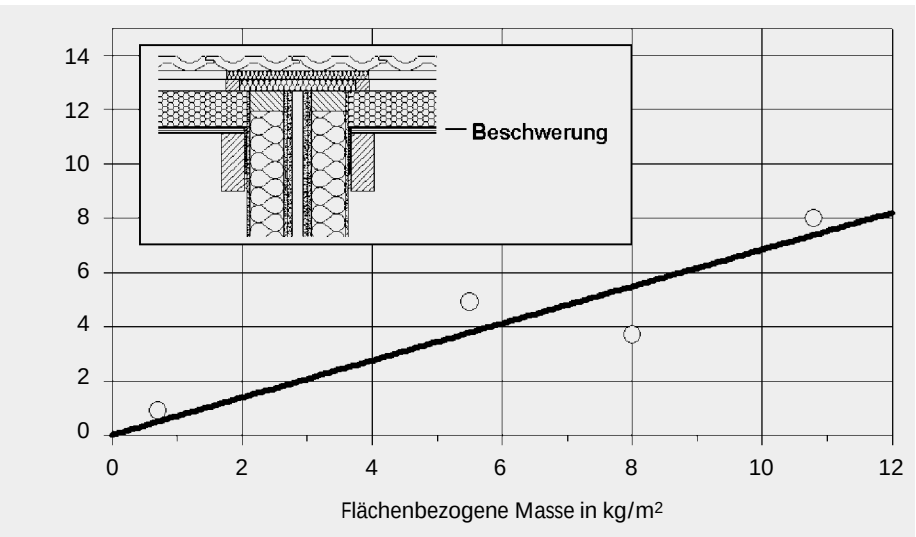


Abb. 32 Verbesserung der bewerteten Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ von Steildächern mit Aufsparrendämmung aus PUR Hartschaum durch Einsatz biegeweicher Beschwerungen auf der Dachschalung.
Die Werte gelten für Trennwände in Holzbauweise und im Mauerwerksbau.

10) Aus Gründen des Brandschutzes ist diese Maßnahme generell bei Gebäudetrennwänden vorzusehen. Hierdurch wird auch die Wärmebrücke über die Trennwand wesentlich reduziert.

5.4.2 Rechnerische Ermittlung von R'$_w$ nach DIN EN 12354-1

Berechnung

Die Berechnung nach DIN EN 12354-1 [11] geht von den in Abschnitt 2.5 beschriebenen Formelzusammenhängen aus und wird in Gleichung (1) beschrieben. Sie benötigt als Eingangsgrößen die Schalldämm-Maße für den direkt und über die Flanken übertragenen Schall. Im hier zu beschreibenden Fall einer Trennwand im Dachgeschoß sind folgende Größen zu berücksichtigen:

- Schalldämmung der Trennwand
- Flankendämmung des Steildachs
- Flankenübertragung über andere Bauteile

Vom Ansatz her können damit beliebige Dach-Wand Kombinationen durchgerechnet werden. Für die Praxis werden in den Tabellen 15 und 16 Rechenwerte für die folgenden Kombinationen angegeben:

– 2-schalige Gebäudetrennwand in Holzbauweise
– 2-schalige Wohnungstrennwand in Holzbauweise
– 1-schalige Wohnungstrennwand in Mauerwerks- und Betonbauweise
– 2-schalige Wohnungstrennwand in Mauerwerks- und Betonbauweise
– 2-schalige Gebäudetrennwand in Mauerwerks- und Betonbauweise

Schalldämmung der Trennwand

Die Schalldämmung der Trennwand wird durch das bewertete Schalldämm-Maß R_w quantifiziert. R_w beschreibt den auf dem Schallübertragungsweg Dd übertragenen Luftschall. Für die verschiedenen Trennwände können die Eingangsdaten folgenden Quellen entnommen werden:

1. Holzständerwand als Gebäudetrennwand: als bewertetes Schalldämm-Maß R_w (Abschnitt 4.7)
2. Mauerwerkswand als Wohnungstrennwand: als bewertetes Schalldämm-Maß R'$_w$ in Abhängigkeit der flächenbezogenen Masse nach Tab. 1 und Abschnitt 3 aus Beiblatt 1 der DIN 4109:1989-11 [2][11)]
3. Mauerwerkswand als Gebäudetrennwand: als bewertetes Schalldämm-Maß R'$_w$ in Abhängigkeit der flächenbezogenen Masse nach Tab. 1 und Abschnitt 2.3 aus Beiblatt 1 der DIN 4109:1989-11.

Flankendämmung des Steildachs

Die Flankenschalldämmung des Steildachs wird durch die bewerteten Flankendämm-Maße $R_{Fd,w}$, $R_{Df,w}$ und $R_{Ff,w}$ beschrieben. Diese beziehen sich auf die konkrete Einbausituation vor Ort, d.h. mit der im Bau vorgefundenen Trennwandfläche S_{Tr} und der tatsächlichen Kantenlänge l zwischen Trennwand und Steildach. Die Größen können aus den entsprechenden Rechenwerten $D_{n,f,w,R}$ und $D_{n,Fd,w,R}$ umgerechnet werden. Die Umrechnung erfolgt nach den Gleichungen (6) und (7).

$$R_{Ff,w,R} = D_{n,f,w,R} + 10 \cdot Log\left(\frac{l_0}{l}\right) + 10 \cdot Log\left(\frac{S_{Tr}}{A_0}\right) \quad (6)$$

$$R_{Fd,w,R} = D_{n,Fd,w,R} + 10 \cdot Log\left(\frac{l_0}{l}\right) + 10 \cdot Log\left(\frac{S_{Tr}}{A_0}\right) \quad (7)$$

Gleichung (6) und (7): Umrechnung der Rechenwerte $D_{n,f,w,R}$ und $D_{n,Fd,w,R}$ in die Flankendämm-Maße $R_{Ff,w,R}$ und $R_{Fd,w,R}$ unter Berücksichtigung von

- Kantenlänge l zwischen Trennwand und flankierendem Bauteil
- Bezugskantenlänge l_0 mit l_0 = 4,5 m bei Dach und Decke als flankierendem Bauteil
- Trennwandfläche S_{Tr}
- Bezugsabsorptionsfläche $A_0 = 10\ m^2$

Flankenübertragung über andere Bauteile

Neben der Flankenübertragung über das flankierende Steildach sind je nach Situation für eine Trennwand in einem Dachgeschoß noch andere Flankenübertragungswege zu berücksichtigen. Diese sind u.a. die Schall-Längsleitung über flankierende Wände, Fußboden, Abseitenwand und Spitzboden.

Für Doppel- oder Reihenhaustrennwände können die Schallübertragungen über diese Nebenwege vernachlässigt werden, falls die zweischaligen Gebäudetrennwände vollständig getrennt sind und vollständig bis unter die Dachhaut geführt werden.

In einem Mehrfamilienhaus in Holzbauweise kann die Schall-Längsleitung über flankierende Wände, Fußboden, Abseitenwand nach den in Abschnitt 2.5 beschriebenen Berechnungsvorschriften durchgeführt werden, siehe auch Abschnitt 4.5 sowie [1], [14], [37].

Für ein Mehrfamilienhaus in Mauerwerks- oder Betonbauweise können diese Flankenübertragungen über flankierende Wände, Fußboden, Abseitenwand bei der Berechnung der Schalldämmung R'$_w$ der Mauerwerks- oder Beton-Trennwand mitberücksichtigt werden. Hierzu sind die Berechnungsvorschriften bzw. die Zu- und Abschläge nach Beiblatt 1 der DIN 4109:1989-11 zu berücksichtigen. Kriterium hierfür sind, neben der flächenbezogenen Masse der Trennwand auch die mittleren flächenbezogenen Massen dieser flankierenden Bauteile, sowie eventuelle Vorsatzschalen vor den Flankenbauteilen (z.B. schwimmender Estrich auf dem Fußboden). Die Flankenübertragung über einen Spitzboden kann dann vernachlässigt werden, wenn der Spitzboden akustisch dicht ausgeführt wird und gleichzeitig die Trennwand auch im nicht sichtbaren Bereich bis unter die Dachhaut geführt wird.

Beispielberechnung

Als Beispielberechnung soll die in Tabelle 15 dargestellte Gebäudetrennwand in Holzbauweise mit einem Steildach mit Zwischensparrendämmung berechnet werden:

$$R_{Ff,w,R} = 72\ dB + 10 \cdot Log\left(\frac{8\ m^2}{10\ m^2}\right) + 10 \cdot Log\left(\frac{4{,}5\ m^2}{4{,}0\ m^2}\right) = 71\ dB \quad (8)$$

$$R_{Df,w,R} = R_{Fd,w,R} = 73\ dB + 10 \cdot Log\left(\frac{8\ m^2}{10\ m^2}\right) + 10 \cdot Log\left(\frac{4{,}5\ m^2}{4{,}0\ m^2}\right) = 72\ dB \quad (9)$$

Gleichung (8) und (9): Umrechnung von Rechenwerten in Flankendämm-Maße $R_{Ff,w,R}$ und $R_{Df,w,R}$ für Beispiel aus Tabelle 15.

$$R'_w = -10 \cdot Log\left(\begin{matrix}10^{-0{,}1 \cdot R_{w,R}} + 10^{-0{,}1 \cdot R_{Ff,w,R}} \\ 10^{-0{,}1 \cdot R_{Df,w,R}} + 10^{-0{,}1 \cdot R_{Fd,w,R}}\end{matrix}\right)$$

$$R'_w = -10 \cdot Log\left(\begin{matrix}10^{-0{,}1 \cdot 66} + 10^{-0{,}1 \cdot 71} \\ 10^{-0{,}1 \cdot 72} + 10^{-0{,}1 \cdot 72}\end{matrix}\right) = 63\ dB \quad (10)$$

Gleichung (10): Beispielberechnung des bewerteten Schalldämm-Maßes der Trennwand inklusive Nebenwege R'$_w$ für Beispiel aus Tabelle 15.

5.4.3 Rechnerische Ermittlung von R'$_w$ nach Beiblatt 1 der DIN 4109

Die in Abschnitt 5.4 des Beiblatt 1 der DIN 4109 beschriebene rechnerische Ermittlung von R'$_w$ der Trennwand entspricht den Berechnungsverfahren nach DIN EN 12354-1, wobei jedoch die Flankenübertragungswege Df und Fd nicht mitberücksichtigt werden. Hierdurch ist eine reduzierte Genauigkeit des Verfahrens zu erwarten, die durch eine entsprechend erhöhte Sicherheit bei der Angabe der Eingangsdaten ausgeglichen werden muss.

11) Prinzipiell könnte das bewertete Schalldämm-Maß R_w einer einschaligen Massivwand auch der DIN EN 12354-1 entnommen werden. Im Rahmen dieser Beschreibung des Prognoseverfahrens werden jedoch die R'$_w$ Werte des Beiblatt 1 der DIN 4109 hergenommen, da mit diesen Werten auch bereits die anderen Flankenübertragungswege über flankierende Fußböden und Wände abgedeckt werden können.

Tabelle 14 Beispielsammlung Zwischensparrendämmsysteme

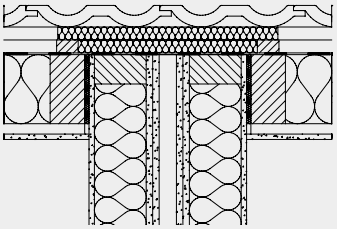
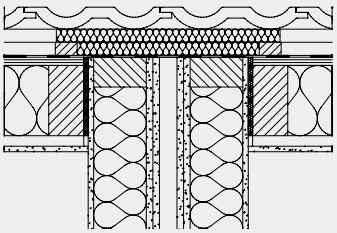
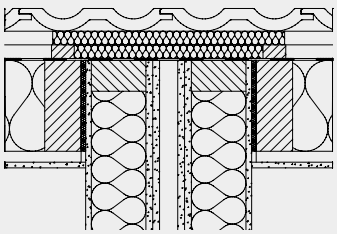
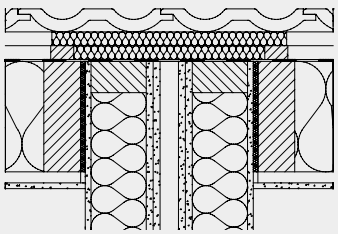
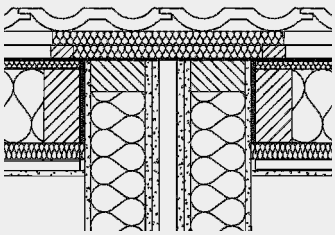
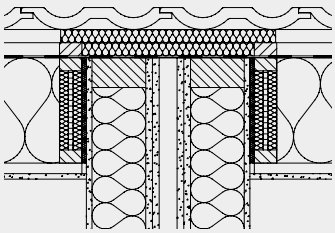
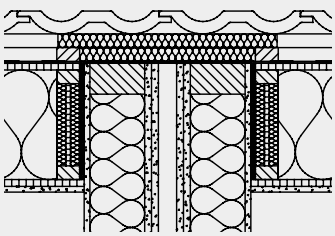
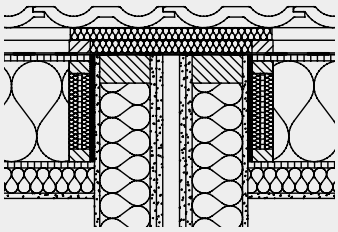
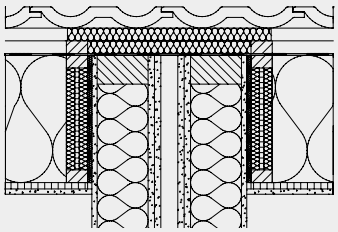
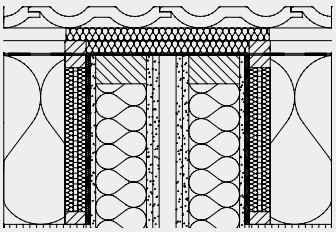
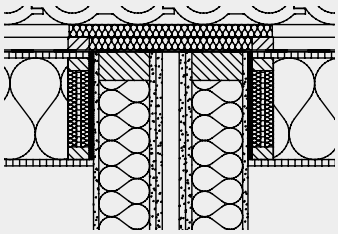
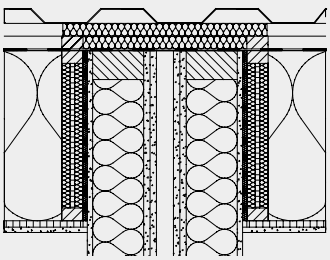
Nr.	Schnitt	Konstruktion [Angaben in mm]	Gesamtdicke [mm]	Rechenwert $R_{w,R}$ Schalldämmung Dach	Rechenwert $D_{n,f,w,R}$ in Abhängigkeit der Trennwand	Rechenwert $D_{n,Fd,w,R} = D_{n,Df,w,R}$ in Abhängigkeit der Trennwand
1		30 Betondachpfannen[1)] 30 Lattung[2)] 30 Konterlattung[3)] Unterdachbahn 160 Sparren[4)] mit 160 Hohlraumdämmung[5)] Dampfbremse 24 Lattung[6)] 12,5 Gipsbauplatte[7)]	287	48 dB	TW einschalig 64 dB[8)] TW zweischalig 72 dB[9)]	Holzständer-Trennwände[10] Haus-TW: 73 dB Wohnungs-TW: 66 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 430 kg/m²: 63 dB m' ≥ 2 x 250 kg/m²: 72 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 74 dB
2		30 Betondachpfannen[1)] 30 Lattung[2)] 30 Konterlattung[3)] Unterdachbahn 19 Dachschalung[11)] 160 Sparren[4)] mit 160 Hohlraumdämmung[5)] Dampfbremse 24 Lattung[6)] 12,5 Gipsbauplatte[7)]	306	45 dB	TW einschalig 63 dB[8)] TW zweischalig 71 dB[9)]	Holzständer-Trennwände[10] Haus-TW 72 dB Wohnungs-TW: 65 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 430 kg/m²: 63 dB m' ≥ 2 x 250 kg/m²: 70 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 72 dB
3		30 Betondachpfannen[1)] 30 Lattung[2)] 30 Konterlattung[3)] Unterdachbahn 200 Sparren[4)] mit 200 Hohlraumdämmung[5)] Dampfbremse 24 Lattung[6)] 12,5 Gipsbauplatte[7)]	327	49 dB[17)]	TW einschalig 65 dB[8)] TW zweischalig 73 dB[9)]	Holzständer-Trennwände[10] Haus-TW: 74 dB Wohnungs-TW: 67 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 430 kg/m²: 63 dB m' ≥ 2 x 250 kg/m²: 72 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 75 dB
4		30 Betondachpfannen[1)] 30 Lattung[2)] 30 Konterlattung[3)] Unterdachbahn 240 Sparren[4)] mit 240 Hohlraumdämmung[5)] Dampfbremse 24 Lattung[6)] 12,5 Gipsbauplatte[7)]	367	51 dB[17)]	TW einschalig 66 dB[8)] TW zweischalig 74 dB[9)]	Holzständer-Trennwände[10] Haus-TW: 75 dB Wohnungs-TW: 68 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 430 kg/m²: 63 dB m' ≥ 2 x 250 kg/m²: 73 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 76 dB
5		30 Betondachpfannen[1] 30 Lattung[2)] 40 Konterlattung[3)] 22 Bituminierte Holzweichfaser[12)] 160 Sparren mit 160 Holzweichfaser-Dämmplatte[12)] 40 Holzweichfaser-Dämmplatte[12)] 24 Lattung[6)] 12,5 Gipsbauplatte[7)]	359	54 dB[17)]	–	–
6		30 Betondachpfannen[1)] 30 Lattung[2)] 30 Konterlattung[3)] Unterdachbahn 240 Stegträger[13)] mit 240 Hohlraumdämmung[5)] Dampfbremse 24 Lattung[6)] 12,5 Gipsbauplatte[7)]	367	48 dB[17)]	TW einschalig 64 dB[8)] TW zweischalig 72 dB[9)]	Holzständer-Trennwände[10] Haus-TW: 73 dB Wohnungs-TW: 66 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 430 kg/m²: 63 dB m' ≥ 2 x 250 kg/m²: 72 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 74 dB
7		30 Betondachpfannen[1)] 30 Lattung[2)] 30 Konterlattung[3)] Unterdachbahn 15 MDF[14)] 240 Stegträger[13)] mit 240 Hohlraumdämmung[5)] Dampfbremse 15 OSB[15)] 12,5 Gipsbauplatte[7)]	373	47 dB	TW einschalig 64 dB[8)] TW zweischalig 71 dB[9)]	Holzständer-Trennwände[10] Haus-TW: 73 dB Wohnungs-TW: 66 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 430 kg/m²: 63 dB m' ≥ 2 x 250 kg/m²: 71 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 73 dB

Tabelle 14 Beispielsammlung Zwischensparrendämmsysteme (Fortsetzung)

Nr.	Schnitt	Konstruktion [Angaben in mm]	Gesamtdicke [mm]	Rechenwert $R_{w,R}$ Schalldämmung Dach	Rechenwert $D_{n,f,w,R}$ in Abhängigkeit der Trennwand	Rechenwert $D_{n,Fd,w,R} = D_{n,Df,w,R}$ in Abhängigkeit der Trennwand
8		30 Betondachpfannen[1] 30 Lattung[2] 30 Konterlattung[3] Unterdachbahn 15 MDF[14] 240 Stegträger[13] mit 240 Hohlraumdämmung[5] Dampfbremse 15 OSB[15] 60 Lattung mit 60 Hohlraumdämmung Gipsbauplatte[7]	433	49 dB[17]	TW einschalig 65 dB[8] TW zweischalig 73 dB[9]	Holzständer-Trennwände[10] Haus-TW: 74 dB Wohnungs-TW: 67 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 430 kg/m²: 63 dB m' ≥ 2 x 250 kg/m²: 72 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 75 dB
9		30 Betondachpfannen[1] 30 Lattung[2] 30 Konterlattung[3] Unterdachbahn 300 Stegträger[13] mit 300 Hohlraumdämmung[5] Dampfbremse 15 OSB[15] 12,5 Gipsbauplatte[7]	418	49 dB[18]	TW einschalig 65 dB[8] TW zweischalig 73 dB[9]	Holzständer-Trennwände[10] Haus-TW 74 dB Wohnungs-TW: 67 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 430 kg/m²: 63 dB m' ≥ 2 x 250 kg/m²: 72 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 75 dB
10		30 Betondachpfannen[1] 30 Lattung[2] 30 Konterlattung[3] Unterdachbahn 400 Stegträger[13] mit 400 Hohlraumdämmung[5] Dampfbremse 15 OSB[15] 12,5 Gipsbauplatte[7]	518	51 dB[17]	TW einschalig 66 dB[9] TW zweischalig 74 dB[8]	Holzständer-Trennwände[10] Haus-TW: 75 dB Wohnungs-TW: 68 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 430 kg/m²: 63 dB m' ≥ 2 x 250 kg/m²: 73 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 76 dB
11		30 Betondachpfannen[1] 30 Lattung[2] 30 Konterlattung[3] Unterdachbahn 15 MDF[14] 240 Stegträger[13] mit 240 Hohlraumdämmung[5] Dampfbremse 15 OSB[15]	360	43 dB[17]	–	–
12		Blecheindeckung[16] 30 Lattung[2] 40 Konterlattung[3] Unterdachbahn 400 Stegträger[13] mit 400 Hohlraumdämmung[5] Dampfbremse 15 OSB[15] 12,5 Gipsbauplatte[7]	518	46 dB[17]	–	–

Anmerkungen:
alle Größenangaben in mm

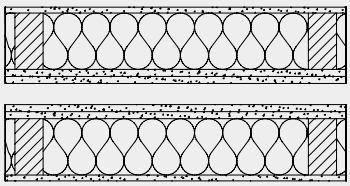
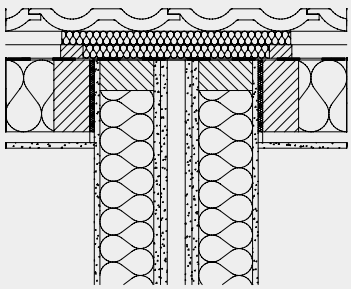
1) verfalzte Betondachpfannen, m' ≥ 45 kg/m²; bei Verwendung von Tondachziegeln mit m' ≥ 42 kg/m² sind 2 dB vom Rechenwert $R_{w,R}$ abzuziehen
2) Lattung aus Vollholz 50 x 30 mm, Achsabstand nach Abmessung der Dachsteine
3) Konterlattung aus Vollholz 50 x 30 mm, Achsabstand ≥ 62,5 cm
4) Sparren aus Vollholz, Dimensionierung nach Statik, Achsabstand ≥ 62,5 cm
5) Faserdämmstoff als Mineralfaserdämmstoff nach DIN EN 13162 [33] oder als Zellulosedämmstoff nach [34] oder als Holzweichfaserdämmplatte nach DIN EN 13171 [43] mit längenbezogenem Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴
6) Lattung aus Vollholz 48 x 24 mm, Achsabstand ≥ 41,7 cm
7) Gipskartonplatte GKB nach [32] oder Gipsfaserplatte nach [31]
8) Einschalige Wohnungstrennwand in Mauerwerks- oder Betonbauweise. Pfette auf der Trennwand getrennt.
9) Gültig für zweischalige Haustrennwände in Holzbauweise oder in Mauerwerks- und Betonbauweise, Anschluss nach Abbildung 25
10) Zweischalige Gebäudetrennwand nach Tabelle 7 und 8
11) Dachschalung, Fichte, m' ≈ 9 kg/m²
12) Holzweichfaserdämmplatte nach DIN EN 13171 [43] mit längenbezogenem Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴
13) Stegträger nach [29] Achsabstand ≥ 62,5 cm
14) Mitteldichte Faserplatte nach DIN 68754, Teil 1 [52], m' ≥ 9 kg/m_
15) OSB-Platte nach [45]
16) Blechdach aus Trapezblech m' ≥ 6 kg/m²
17) Rechenwert nur aus einer einzigen Schalldämm-Prüfung ermittelt, d.h. zusätzlicher Sicherheitsabschlag von einer Standardabweichung.
18) Rechenwert sinngemäß interpoliert aus [50].

Grundlage: Messungen aus [15], [16], [18], [50]

Tabelle 15 Beispielberechnung für die Schalldämmung einer Gebäudetrennwand im Dachgeschoß:

	Aufbau der Trennwand (alle Angaben in mm)		*Aufbau des Steildachs (alle Angaben in mm)*
12,5	*Gipsfaserplatte*		*Dacheindeckung*
120/60	*Holzständer mit*		*Lattung/Konterlattung/ Unterspannbahn*
120	*Faserdämmstoff*	*160*	*Sparren 160/80 Zwischensparrendämmung, Mineralwolle 160*
2 x 15	*Gipsfaserplatte*	*24*	*Lattung 48/24*
45	*Trennfuge ohne Dämmstoff Symmetrisch*	*12,5*	*Gipskartonplatte*

Trennwandanschluß *getrennte Pfetten getrenne Traglattung*

	Konstruktion	*Schalldämmung als Rechenwert*	*Geometrische Daten*
Trennwand		$R_{w,R}$ = 66 dB aus Tabelle 8	S_{Tr} = 8 m²
Steildach		$D_{n,f,w,R}$ = 72 dB $D_{n,Fd,w,R}$ = 73 dB $D_{n,Df,w,R}$ = 73 dB aus Tabelle 14	S_{Tr} = 8 m² l = 4 m

5.5 Sicherheit der Berechnung

Um die Genauigkeit des Berechnungsverfahrens zu prüfen, wurden für 19 unterschiedliche Baumessungen die gemessenen Schalldämm-Maße mit den nach dem oben beschriebenen Berechnungsverfahren prognostizierten Werten verglichen. Als statistische Größe wurde die Differenz $\Delta R'_w$ zwischen gemessenen R'_w und berechnetem R'_w hergenommen. Die Berechnung wurde auf zwei Arten durchgeführt.

1. Berechnung nach DIN EN 12354-01 wie in Abschnitt 5.4.2 beschrieben (siehe Abbildung 34).
2. Berechnung nach Beiblatt 1 DIN 4109 wie in Abschnitt 5.4.3 beschrieben (siehe Abbildung 33).

Aus den Abbildungen wird ersichtlich, dass die Sicherheit der Berechnung geringer ist, wenn nur der Flankenübertragungsweg Ff berücksichtigt wird. Daher muss bei dem Nachweisverfahren nach Bbl. 1 DIN 4109 ein zusätzliches Vorhaltemaß von 2 dB eingerechnet werden.

Wird bei einer Gebäudetrennwand die Vordachschalung getrennt, so können die Flankenübertragungswege Fd und Df vernachlässigt werden.

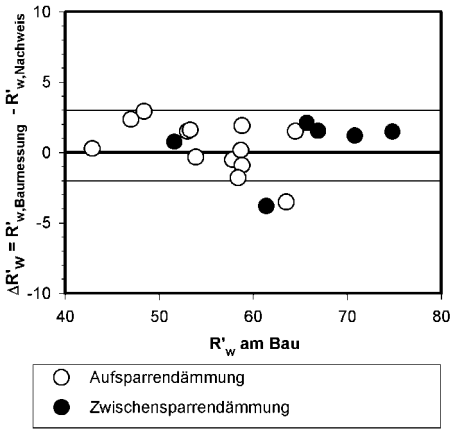


Abb. 33 Differenz zwischen Baumessung und Nachweisberechnung mit Einzahlwerten nach Beiblatt 1 DIN 4109 (siehe Gleichung 11)

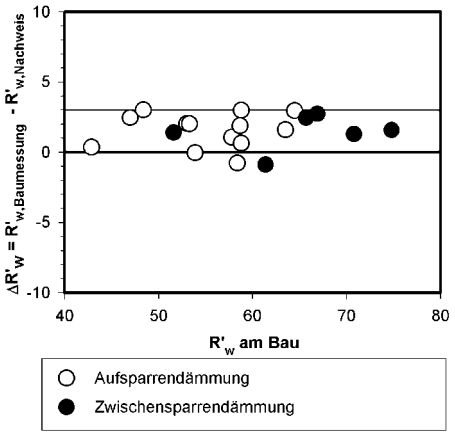


Abb. 34 Differenz zwischen Baumessung und Nachweisberechnung mit Einzahlwerten nach DIN EN 12354-1 (siehe Gleichung 12)

$$R'_w = -10 \log \left(10^{-0,1 R_{w,R}} + 10^{-0,1 R_{Ff,w,R}}\right) \quad (11)$$

Hierbei bedeuten:

$R_{w,R}$: bewertetes Schalldämm-Maß R der Trennwand (Rechenwert)

$R_{Ff,w,R}$: bewertetes Flankendämm-Maß des Daches für den Weg Ff (Rechenwert).

$$R'_w = -10 \log \left(10^{-0,1 R_{w,R}} + 10^{-0,1 R_{Ff,w,R}} + 10^{-0,1 R_{Fd,w,R}} + 10^{-0,1 R_{Df,w,R}}\right) \quad (12)$$

Hierbei bedeuten:

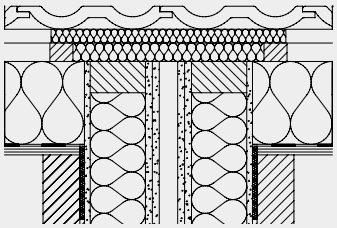
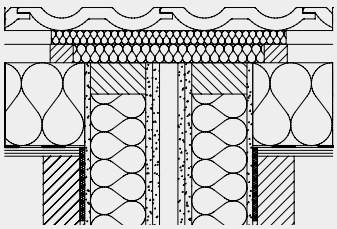
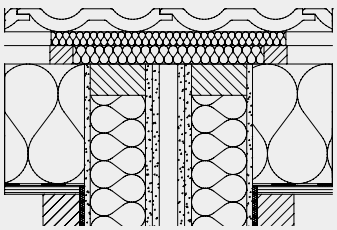
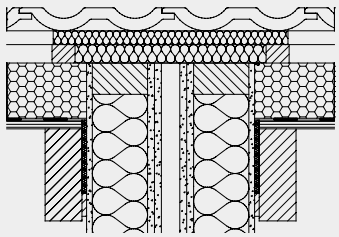
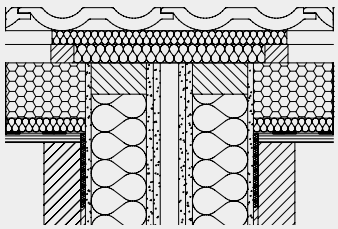
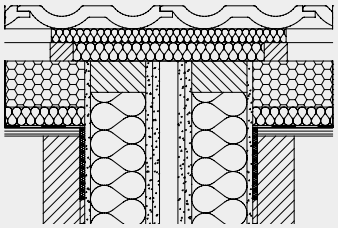
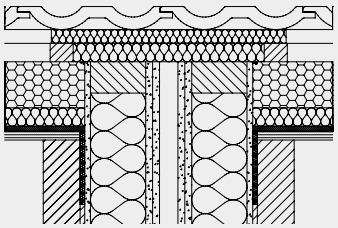
$R_{w,R}$: Schalldämm-Maß der Trennwand (Rechenwert)

$R_{Ff,w,R}$: Flankendämm- Maß des Daches für den Weg Ff (Rechenwert)

$R_{Fd,w,R}$: Flankendämm- Maß für den Weg Dach → Trennwand (Rechenwert)

$R_{Df,w,R}$: Flankendämm- Maß für den Weg Trennwand → Dach (Rechenwert)

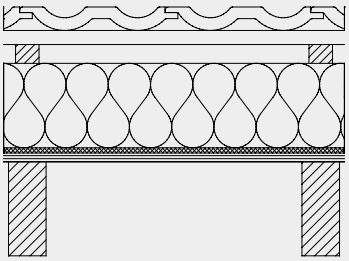
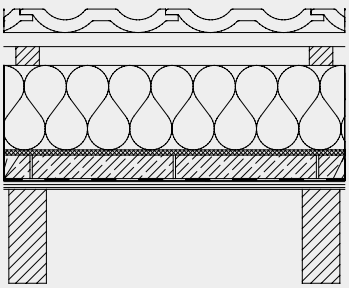
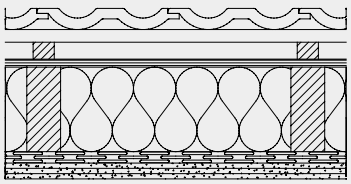
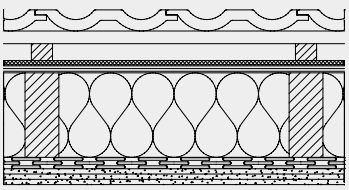
Tabelle 16 Beispielsammlung Aufsparrendämmsysteme

Nr.	Schnitt	Konstruktion [Angaben in mm]	Gesamtdicke [mm]	Rechenwert $R_{w,R}$ Schall-dämmung Dach	Rechenwert $D_{n,f,w,R}$ in Abhängigkeit der Trennwand	Rechenwert $D_{n,Fd,w,R} = D_{n,Df,w,R}$ in Abhängigkeit der Trennwand
1		30 Betondachpfannen[1)] 30 Lattung[2)] 40 Konterlattung mit Anpressdruck[3)] 180 Faserdämmplatte[4)] Voreindeckung[5)] 19 Sichtschalung[6)] 200 Sparren[7)]	499	42 dB	TW zweischalig 64 dB[8)]	Holzständer-Trennwände[9] Haus-TW: 67 dB Wohnungs-TW: 62 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 250 kg/m²: 66 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 69 dB
2		30 Betondachpfannen[1)] 30 Lattung[2)] 40 Konterlattung ohne Anpressdruck[10)] 180 Faserdämmplatte[4)] Voreindeckung[5)] 19 Sichtschalung[6)] 200 Sparren[7)]	499	48 dB	TW einschalig 59 dB[11)] TW zweischalig 66 dB[8)] TW zweischalig Vordach getrennt 67 dB[8) 12)]	Holzständer-Trennwände[9] Haus-TW 70 dB Wohnungs-TW: 64 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 430 kg/m²: 60 dB m' ≥ 2 x 250 kg/m²: 69 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 72 dB
3		30 Betondachpfannen[1)] 30 Lattung[2)] 40 Konterlattung ohne Anpressdruck[10)] 260 Faserdämmplatte[4)] Voreindeckung[5)] 19 Sichtschalung[6)] 200 Sparren[7)]	579	49 dB	TW einschalig 61 dB[11)] TW zweischalig 66 dB[8)] TW zweischalig Vordach getrennt 71 dB[8) 12)]	Holzständer-Trennwände[9] Haus-TW: 70 dB Wohnungs-TW: 64 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 430 kg/m²: 60 dB m' ≥ 2 x 250 kg/m²: 69 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 72 dB
4		30 Betondachpfannen[1)] 30 Lattung[2)] 40 Konterlattung[3)] 120 PUR Dämmplatte[13)] Voreindeckung[5)] 19 Sichtschalung[6)] 200 Sparren[7)]	439	37 dB	TW zweischalig zus. MF Auflage 58 dB[8)] TW zweischalig alternativ mit Systemlösung[14)] (entspricht nicht der Abbildung) 64 dB	Holzständer-Trennwände[9] Haus-TW: 65 dB Wohnungs-TW: 59 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 250 kg/m²: 63 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 66 dB
5		30 Betondachpfannen[1)] 30 Lattung[2)] 40 Konterlattung ohne Anpressdruck[10)] 120 PUR Dämmplatte[13)] 30 Holzweichfaserplatte Voreindeckung[5)] 19 Sichtschalung[6)] 200 Sparren[7)]	469	41 dB	TW zweischalig 59 dB[8)]	Holzständer-Trennwände[9] Haus-TW: 67 dB Wohnungs-TW: 60 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 250 kg/m²: 65 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 68dB
6		30 Betondachpfannen[1)] 30 Lattung[2)] 40 Konterlattung ohne Anpressdruck[10)] 100 PUR Dämmplatte 40 Mineralfaserplatte[15)] Voreindeckung[5)] 19 Sichtschalung[6)] 200 Sparren[7)]	459	40 dB	TW zweischalig 59 dB[8)]	Holzständer-Trennwände[9] Haus-TW: 67 dB Wohnungs-TW: 60 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 250 kg/m²: 65 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 68dB
7		30 Betondachpfannen[1)] 30 Lattung[2)] 40 Konterlattung ohne Anpressdruck[10)] 100 PUR Dämmplatte[13)] 40 Mineralfaserplatte[15)] 11 Bitumenbahnen[16)] 19 Sichtschalung[6)] 200 Sparren[7)]	470	45 dB	TW zweischalig 66 dB[8)] TW zweischalig alternativ mit Systemlösung[14)] (entspricht nicht der Abbildung) 72 dB[8)]	Holzständer-Trennwände[9] Haus-TW: 69 dB Wohnungs-TW: 62 dB Beton- und Mauerwerk m' ≥ 1 x 250 kg/m²: 67 dB m' ≥ 2 x 350 kg/m²: 70dB

Anmerkungen siehe Seite 34

Anmerkungen zu Tabelle 16:
alle Größenangaben in mm
1) verfalzte Betondachpfannen, m' ≥ 45 kg/m²; bei Verwendung von Tondachziegeln mit m' ≥ 42 kg/m² sind 2 dB vom Rechenwert $R_{w,R}$ abzuziehen
2) Lattung aus Vollholz 50 x 30 mm, Achsabstand nach Abmessung der Dachsteine
3) Konterlattung aus Vollholz 60 x 40 mm, Achsabstand ≥ 62,5 cm, Montage mit Sparrennägeln oder Einfachgewinde-Schrauben; Abstände nach Statik.
4) Aufdachdämmplatte aus Faserdämmstoff:
   – Holzweichfaser Aufdachdämmplatte [43] mit bitumierter Holzweichfaser als obere Lage oder
   – Mineralfaser Aufdachdämmplatte [33] + Unterdeckung (diffusionsoffene Unterspannbahn)
5) Voreindeckung als Dampfbremse
6) Nut- und Feder Sichtschalung, Fichte, oder Mehrschichtplatte m' ≈ 9 kg/m²
7) Sparren aus Vollholz, Dimensionierung nach Statik, Achsabstand ≥ 62,5 cm
8) Gültig für zweischalige Haustrennwände in Holzbauweise oder in Mauerwerks- und Betonbauweise. Anschluss nach Abbildung 25
9) Zweischalige Trennwand nach Tabelle 7 und 8
10) Konterlattung aus Vollholz 60 x 40 mm, Achsabstand ≥ 62,5 cm, Montage mit Doppelgewindeschrauben ohne Anpressdruck Abstände nach Statik
11) Einschalige Wohnungstrennwand in Mauerwerks- oder Betonbauweise. Pfette auf der Trennwand getrennt. Zwischenraum ausgemörtelt
12) Vordachschalung bei der Haustrennfuge durch Sägeschnitt getrennt.
13) PUR-Dämmplatte [60]
14) Trennwandanschluss an das Dach mit System-Schott [58]
15) PUR-Dämmplatte [60] mit aufkaschierter Mineralfaserplatte [33] oder Holzweichfaserplatte [43]
16) Beschwerung mit 2 x 5,5 mm Bitumenbahnen (m'_{ges} = 16 kg/m²)
17) Rechenwert nur aus einer einzigen Schalldämm-Prüfung ermittelt, d.h. zusätzlicher Sicherheitsabschlag von einer Standardabweichung.
Grundlage: Messungen aus [15], [16], [18], [35], [50]

Tabelle 17 Steildächer mit optimierter niederfrequenter Schalldämmung

Nr.	*Schnitt*	*Konstruktion [Angaben in mm]*	*Kurve*	*Gesamtdicke [mm]*	*Rechenwert $R_{w,R}$*
1		*30 Betondachpfannen[1)]* *30 Lattung[2)]* *40 Konterlattung ohne Anpressdruck[3)]* *180 Faserdämmplatte[4)]* *11 Bitumenschweißbahn[5)]* *19 Sichtschalung[6)]* *200 Sparren[7)]*	*b) (Abbildung 35)*	*510*	*54 dB[13)]*
1		*30 Betondachpfannen[1)]* *30 Lattung[2)]* *40 Konterlattung ohne Anpressdruck[3)]* *180 Faserdämmplatte[4)]* *Voreindeckung[8)]* *50 Zementgebundene Spanplatte elementiert[9)]* *19 Sichtschalung[6)]* *200 Sparren[7)]*	*c) (Abbildung 35)*	*549*	*57 dB[13)]*
1		*30 Betondachpfannen[1)]* *30 Lattung[2)]* *30 Konterlattung[10)]* *19 Schalung[6)]* *200 Sparren[7)] mit* *200 Faserdämmplatte[11)]* *27 Federschiene* *12,5 Gipskartonplatte[12)]* *12,5 Gipskartonplatte[12)]* *12,5 Gipskartonplatte[12)]*	*b) (Abbildung 36)*	*374*	*50 dB[13)]*
1		*30 Betondachpfannen[1)]* *30 Lattung[2)]* *30 Konterlattung[10)]* *11 Bitumenschweißbahn[5)]* *19 Schalung[6)]* *200 Sparren[7)] mit* *200 Faserdämmplatte[11)]* *27 Federschiene* *12,5 Gipskartonplatte[12)]* *12,5 Gipskartonplatte[12)]* *12,5 Gipskartonplatte[12)]*	*c) (Abbildung 36)*	*385*	*52 dB[13)]*

Anmerkungen:
alle Größenangaben in mm
1) verfalzte Betondachpfannen, m' ≥ 45 kg/m²
2) Lattung aus Vollholz 50 x 30 mm, Achsabstand nach Abmessung der Dachsteine
3) Konterlattung aus Vollholz 60 x 40 mm, Achsabstand ≥ 62,5 cm, Montage mit Doppelgewindeschrauben ohne Anpressdruck nach Statik
4) Aufdachdämmplatte aus Faserdämmstoff:
   – Holzweichfaser Aufdachdämmplatte [43] mit bitumierter Holzweichfaser als obere Lage
   – Mineralfaser Aufdachdämmplatte [33] + diffusionsoffene Unterspannbahn
5) Beschwerung mit 2 x 5,5 mm Bitumenbahnen (m'_{ges} = 16 kg/m²)
6) Nut- und Feder Sichtschalung, Fichte, oder Mehrschichtplatte m' ≈ 9 kg/m²
7) Sparren aus Vollholz, Dimensionierung nach Statik, Achsabstand ≥ 62,5 cm
8) Voreindeckung als Dampfbremse
9) Zementgebundene Spanplatte mit Sichtschalung verklebt, Elementgröße 30 x 30 x 5 cm, m' ≥ 70 kg/m².
10) Konterlattung aus Vollholz 50 x 30 mm, Achsabstand ≥ 62,5 cm
11) Faserdämmstoff als Mineralfaserdämmstoff nach DIN EN 13162 [33] oder als Zellulosedämmstoff nach [34] oder als Holzweichfaserdämmplatte nach DIN EN 13171 [43] und längenbezogenem Strömungswiderstand r ≥ 5 kN s/m⁴
12) Gipskartonplatte GKB nach [32]
13) Rechenwert nur aus einer einzigen Schalldämm-Prüfung ermittelt, d.h. zusätzlicher Sicherheitsabschlag von einer Standardabweichung.
Grundlage : Messungen aus [18]

5.6 Beispielsammlung Dächer

5.6.1 Auswahl der Daten

Hinsichtlich der Auswahl der Daten und Sicherheiten wurden die selben Kriterien wie bei der Beispielsammlung für Wände angewendet, siehe Abschnitt 4.7.

5.7 Dachkonstruktionen mit erhöhter Schalldämmung bei tiefen Frequenzen

5.7.1 Allgemeines

Je nach Anwendung und Wunsch des Bauherrn können höhere Anforderungen an die Schalldämmung von Dächern gestellt werden. Für diesen Zweck wurden in Forschungsvorhaben [18] spezielle Steildachkonstruktionen entwickelt, mit einer verbesserten niederfrequenten Schalldämmung.

5.7.2 Steildächer

Werden Steildächer bei Belästigungen durch Verkehrslärm mit stark niederfrequenten Beiträgen eingesetzt, so ist darauf zu achten, dass deren Schalldämmung im Frequenzbereich unterhalb 100 Hz nicht zu schlecht ist. Für diese Einsatzzwecke wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens [18] besondere Steildächer entwickelt, die eine verbesserte Schalldämmung bei tiefen Frequenzen, d.h. unterhalb von 100 Hz besitzen. Vier dieser Dachkonstruktionen werden in Tabelle 17 beschrieben. Die Schalldämmkurven dieser Dächer, siehe Abbildung 35 und 36, zeigen deutlich, dass diese optimierten Konstruktionen bei Frequenzen unterhalb 100 Hz eine Schalldämmung aufweisen, die deutlich über den üblichen Steildachkonstruktionen liegt. Eine detailliertere Beschreibung der hier vorgestellten Dächer ist der Literatur [18] zu entnehmen.

5.8 Hinweise zur Bauausführung

Die Schalldämmung und Schall-Längsdämmung von Steildächern kann in ausgeführten Bauten von den oben angegebenen Schalldämmwerten abweichen. Diese Diskrepanzen sind oftmals auf Baufehler aber auch auf Ausführungsschwankungen bei Montage und Fertigung der Dächer zurückzuführen. Daher werden in diesem Abschnitt die für Dachkonstruktionen typischen Baufehler, aber auch Ausführungsschwankungen, beschrieben.

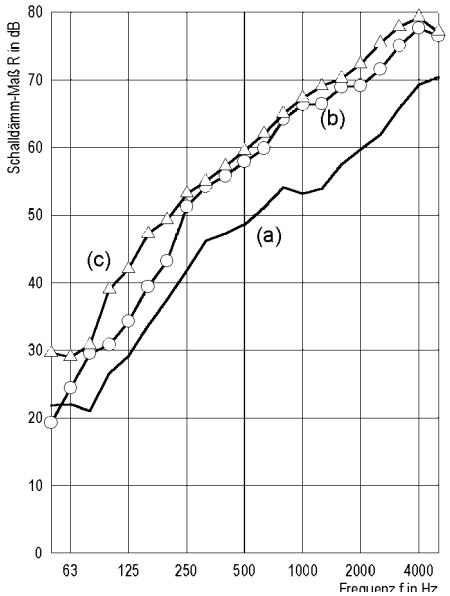


Abb. 35 Schalldämmung von optimierten Steildächern mit Aufsparrendämmung verglichen mit einer Standard-Steildachkonstruktion
Holzweichfaser mit geringem Anpressdruck (Kurve a):
Typ Beschwerung der Dachschalung mit 12 kg/m² (Kurve b)
Typ Beschwerung der Dachschalung mit 70 kg/m² (Kurve c)
siehe Tabelle 17

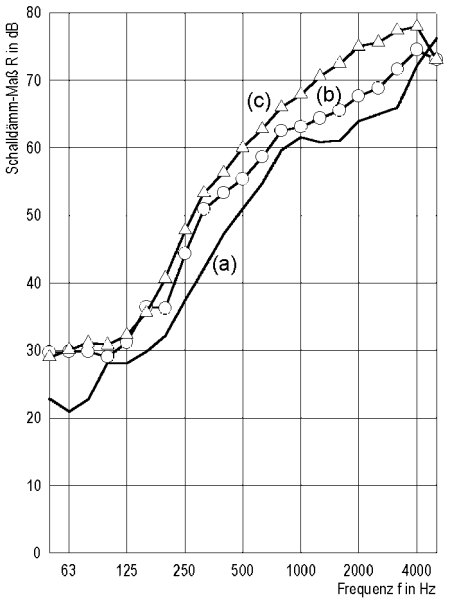


Abb. 36 Schalldämmung von optimierten Steildächern mit Zwischensparrendämmung verglichen mit einer Standard-Steildachkonstruktion (Kurve a):
Typ Entkopplung durch Federschiene (Kurve b)
Typ Entkopplung durch Federschiene und Beschwerung Dachschalung (Kurve c)
siehe Tabelle 17

5.8.1 Offene Fugen zwischen Dachfläche und Trennwand

Werden bei einem Dachanschluß an eine Trennwand die Anschlußfugen nicht ordnungsgemäß abgedichtet, so kann es zu einer Übertragung von Fugenschall kommen, welche die Schalldämmung der Trennwand drastisch reduziert. In der Praxis tritt dieser Baufehler häufig bei Steildächern mit Zwischensparrendämmung angebunden an Mauerwerks- oder Beton-Trennwände auf, wobei sowohl Wohnungstrennwände als auch Gebäudetrennwände betroffen sind. Im Holzbau ist durch die vorgefertigte Bauweise der Dachanschluss meist dichter ausgeführt und führt nicht so häufig zu Beschwerden.

Ein Beispiel für diese Effekte wird in Abbildung 38 dargestellt und beschrieben.
Die Fugen zwischen Dach und Trennwand hatten eine Breite von ca.1 cm.

Bei offenen Fugen wurde eine Norm-Flankenpegeldifferenz von $D_{n,f,w}$ = 51 dB gemessen. Durch Abdichtung der Fugen zwischen Sparren und Trennwand konnte dieser Wert bis auf $D_{n,f,w}$ = 71 dB gesteigert werden.

Zur Vermeidung dieses Baufehlers kann durch die in Abbildung 37 dargestellte Abdichtungsmaßnahme sichergestellt werden, dass über die Anschlussfugen zwischen Dach und Wand kein Fugenschall übertragen wird.

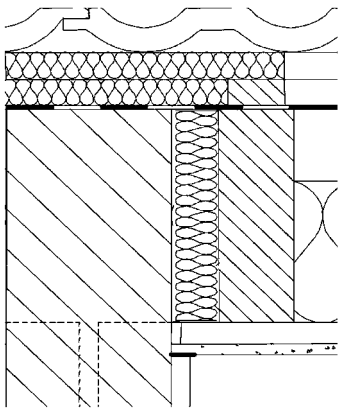


Abb. 37 Vorschlag für Anschlussdetail:
Zwischen Sparren und Trennwand 10-50 mm Fuge mit Faserdämmstoff gedämmt
Lattenhohlraum über der Trennwand mit nicht brennbarem Faserdämmstoff gedämmt
Anschluss Gipsbauplatte: Putz mit Trennstreifen oder dauerelastisch versiegelt.

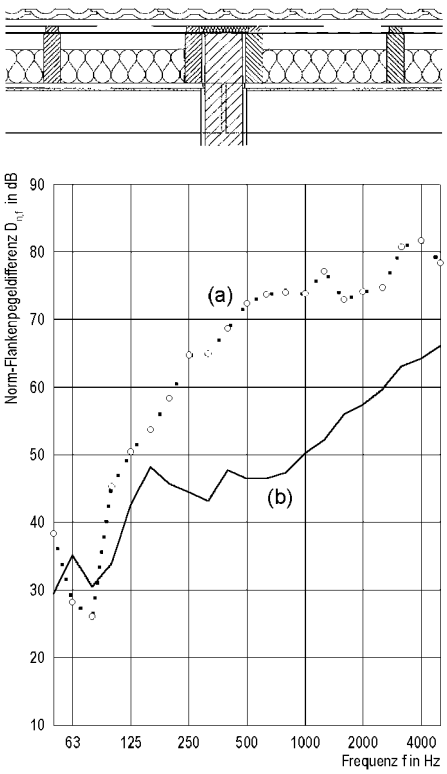


Abb. 38 Verschlechterung der Flankendämmung durch Fugenschall. Norm-Flankenpegeldifferenz eines Dachaufbaus mit Zwischensparrendämmung:
Fuge zwischen Innenbeplankung des Daches und der Trennwand dauerelastisch abgedichtet (Kurve (a) $D_{n,f,w}$ = 71 dB) und Fuge offen (Kurve (b) $D_{n,f,w}$ = 51 dB)

Dachaufbau von innen nach außen:

12,5	mm	Gipskartonbauplatten
24/48	mm	Lattung
8/24	cm	Sparren mit
160	mm	Mineralwolledämmung
30/50	mm	Lattung
30/50	mm	Konterlattung
		Dacheindeckung



Abb. 39 Montage von Dachelementen auf der Baustelle

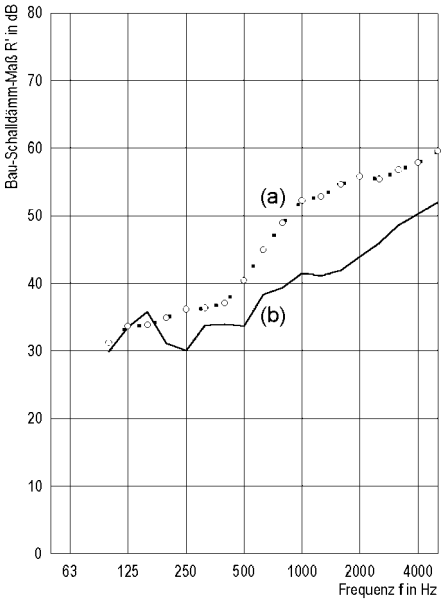


Abb. 40 Messung eines Raumes im ursprünglichen Zustand und im sanierten Zustand:
Kurve (a) mit einseitig abgehängter Decke
Kurve (b) unsanierter Zustand

Aufbau der Trennwand:
einschalige Kalksandstein-Vollwand 17,5 cm dick, m‘ ≈ 350 kg/m²,

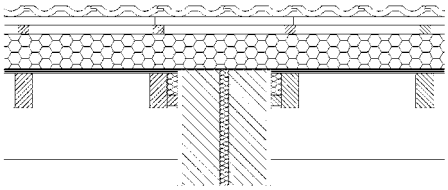
5.8.2 Durchlaufende Schalung bei Dach mit Aufsparrendämmung

Über die Trennwand durchlaufende Konstruktionen können die Schall-Längsdämmung von Steildächern sehr stark verschlechtern. Ein besonders drastischer Fall liegt vor, wenn bei einem Steildach mit einem Aufsparrendämmsystem die innere Dachschalung über die Trennwand hinweg geführt wird. Als Beispiel

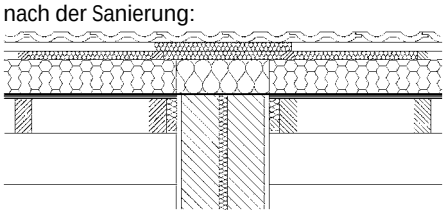


Abb. 41 Dachelement mit durchlaufender Lattung

angetroffener Zustand:



nach der Sanierung:



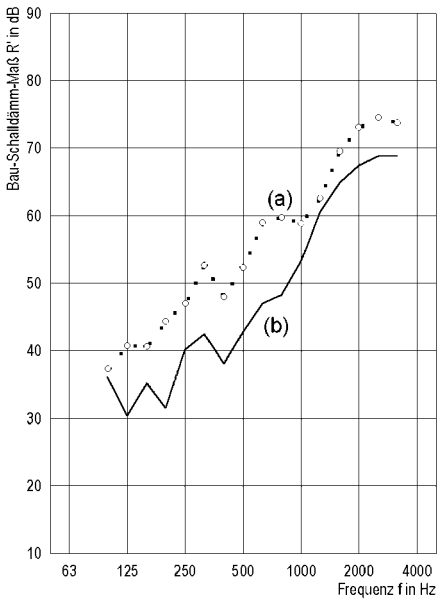


Abb. 42 Schalldämmung einer Gebäudetrennwand, gemessen am Bau mit einem Steildach mit Hartschaum-Aufsparrendämmung im Mauerwerksbau
Kurve (a) sanierter Zustand
Kurve (b) angetroffener Zustand

wird in Abbildung 40 ein Schadensfall in einem Schulgebäude beschrieben. Die Schule wurde in Mischbauweise geplant, wobei das obere Stockwerk in Leicht- bzw. Holzbauweise ausgeführt wurde. Die Sichtschalung des Daches mit einer Aufsparrendämmung lief über die Klassenräume hinweg und führte zu sehr großen Defiziten in der Schalldämmung zwischen den Klassenzimmern. Es wurde ein bewertetes Schalldämm-Maß der Trennwand von R'_w = 40 dB ermittelt.

Die Sanierung dieses Baufehlers erfolgte durch eine abgehängte Unterdecke in jedem zweiten Raum. Eine alternative Sanierung durch die Trennung der Schalung über den Trennwänden wurde aus Kostengründen abgelehnt.

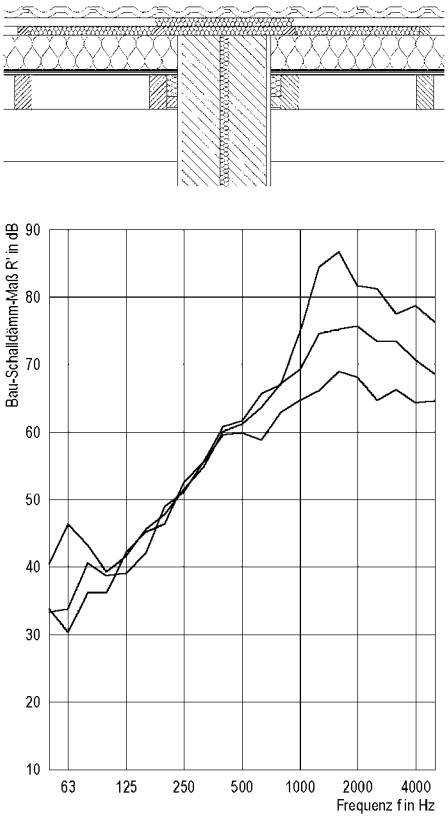


Abb. 43 Schalldämmung von Gebäudetrennwänden in Mauerwerksbauweise, gemessen in 3 Bauten eines größeren Siedlungsprojekts
Steildach mit Hartschaum-Aufsparrendämmung
- Trennwand hochgezogen bis zur Konterlattung
- Hohlraum über der Trennwand sowie im ersten Sparrenfeld mit Mineralfaserdämmplatten gedämmt.
- Trennung der durchlaufenden Traglattung
- Einmörteln der Dachsteine im Bereich Trennwand

R'_w = 61–62 dB, Daten aus [61].

Durch den Einsatz der abgehängten Decke konnte die Schalldämmung der Trennwand um 7 dB auf R'_w = 47 dB gesteigert werden. Die durchgeführten Maßnahmen wären geeignet gewesen eine noch höhere Schalldämmung der Trennwand zu gewährleisten, es waren bei dieser Messung aber noch Defizite in der Trennwand und anderen Nebenwegen vorhanden, die nicht näher analysiert wurden, die jedoch das Ergebnis in seiner Höhe beschränken.

5.8.3 Durchlaufende Dämmplatten bei Dach mit Aufsparrendämmung

Wenn bei einem Aufdachdämmsystemen aus Hartschaumplatten diese Dämmplatten über die Trennwand hinweg durchlaufend montiert werden, kommt es zu einer erhöhten Schallübertragung über die Dachfläche. Ein Beispiel in einem Reihenhaus mit zweischaliger Haustrennwand in Mauerwerksbauweise wird in Abbildung 42 dargestellt. In der vorgefundenen Bauausführung lief die Hartschaumplatte über der Trennwand durch. Die Schalldämmung der Trennwand ist mit R'_w = 48 dB sehr mangelhaft. Obwohl diese Problematik bereits seit langem bekannt ist [59] und diese Ausführung auch aus Sicht des Brandschutzes nicht den gültigen Landesbauordnungen entspricht, werden immer wieder Steildächer mit solchen Konstruktionsdetails angetroffen.

Die in der Mustersanierung getroffenen Maßnahmen können der Abbildung 42 entnommen werden. Dazu wurde im Trennwandbereich die Hartschaumdämmung vollständig entfernt und durch 30 cm breite Mineralfasermatten ersetzt. Außerdem wurde im jeweils ersten Sparrenfeld auf beiden Seiten der Trennwand eine Auflage aus Mineralfaserdämmstoff eingebracht. Mit diesen Maßnahmen konnte die Schalldämmung der Haustrennwand deutlich verbessert werden. Sie erfüllt nun mit R'_w = 57 dB die Mindestanforderungen an die Schalldämmung einer Gebäudetrennwand.

Es sei darauf hingewiesen, dass für eine korrekte Ausführung aus Sicht des Brandschutzes die Trennwand bis zur Dachhaut hochzuziehen wäre. Dies war bei diesem BV nachträglich nicht mehr möglich. Eine bessere Ausführung aus Sicht des Schallschutzes und des Brandschutzes wurde in einem anderen Bauvorhaben bei ähnlichen Randbedingungen realisiert. Beschreibung und Ergebnis der Schallmessungen sind Abbildung 43 dargestellt.

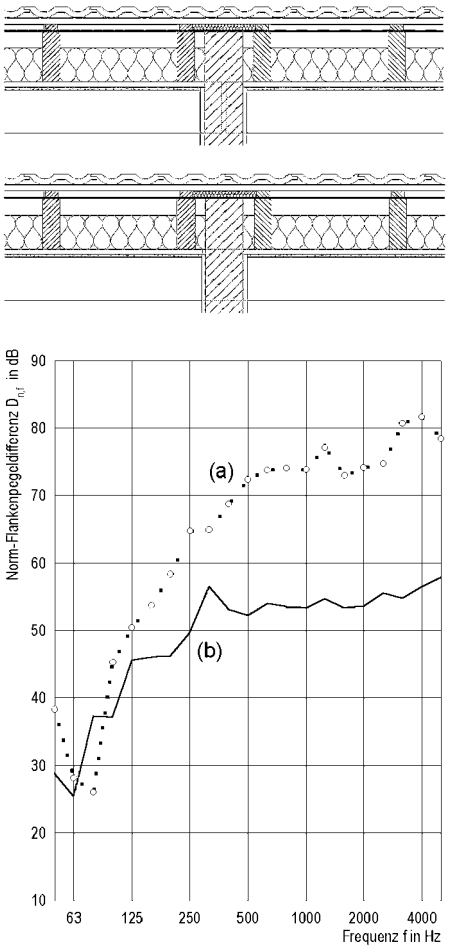


Abb. 44 Schalltechnischer Kurzschluss bei durchgehender Pfette Norm-Flankenpegeldifferenz eines Dachaufbaus mit Zwischensparrendämmung:
Kurve (a): Pfette auf Trennwand getrennt: $D_{n,f,w}$ = 71 dB
Kurve (b): Pfette durchlaufend: $D_{n,f,w}$ = 54 dB



Abb. 45 Labormessung von verschiedenen Dachkonstruktionen und Anschlußdetails

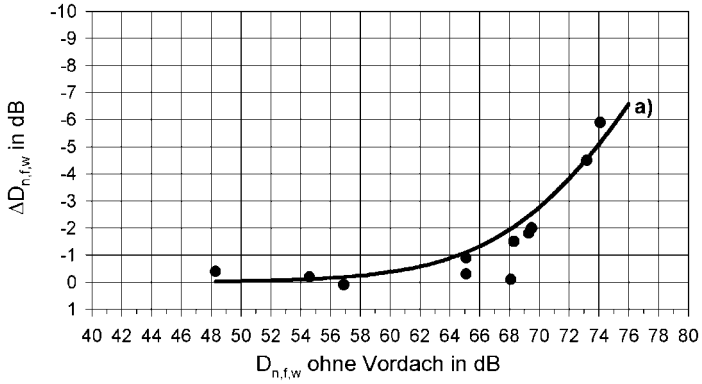


Abb. 46 Einfluss der Vordachschalung auf die Flankendämmung. Die Messpunkte geben die Verschlechterung der Flankendämmung bei durchlaufender Vordachschalung bei Aufsparrendämmung an. Kurve a) stellt die zu erwartende Verschlechterung bei energetischer Addition der Schallenergieflüsse dar.

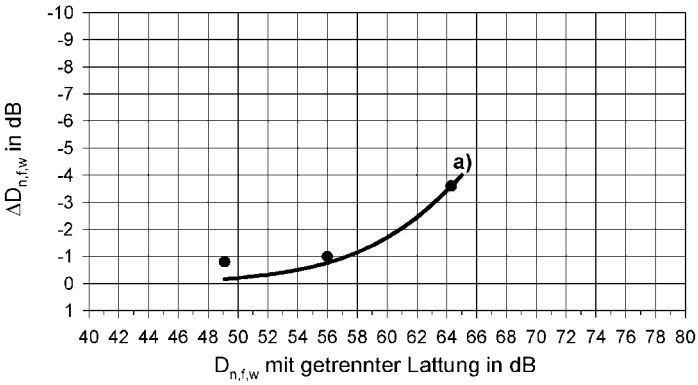


Abb. 47 Einfluss einer durchlaufenden Lattung auf die Flankendämmung. Die Messpunkte geben die Verschlechterung der Flankendämmung bei durchlaufender Lattung an. Die Messungen wurden mit Aufsparrendämmung durchgeführt
Kurve a) stellt die zu erwartende Verschlechterung bei energetischer Addition der Schallenergieflüsse dar.

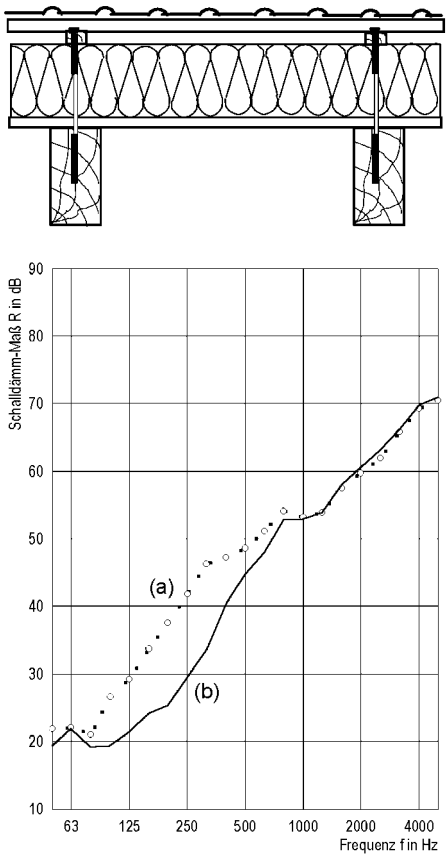


Abb. 48 Einfluss der Montage:
Einfachgewinde – Doppelgewinde-Schraube
mit Anpressdruck
(Einfachgewindeschraube)
Kurve (b) R_w = 42 dB
ohne Anpressdruck
(Doppelgewindeschraube)
Kurve (a) R_w = 51 dB

5.8.4 Durchlaufende Pfetten bei Dach mit Zwischensparrendämmung

Über die Trennwand durchlaufende Pfetten sind aus Gründen der Statik vorteilhaft, da hierdurch schlankere Querschnitte eingesetzt werden können. Aus schalltechnischer Sicht stellt eine solche Bauweise jedoch einen akustische Kurzschluss dar, durch den die Schallenergie sehr leicht von einem Raum zum anderen transportiert werden kann. Auch die Dichtigkeit in Bezug auf Fugenschallübertragung kann hierdurch nicht gewährleistet werden.
Die Effekte durch eine durchlaufende Pfette wurden im Laborversuch bei einem Dachaufbau mit Zwischensparrendämmung angeschlossen an eine einschalige Wohnungstrennwand untersucht. Der Dachaufbau ist in Abbildung 44 dargestellt. Es waren zwei Pfetten (Fuß- und Mittelpfette) eingesetzt. Die Ergebnisse der bewerteten Norm-Flankenpegeldifferenz betrugen $D_{n,f,w}$ = 54 dB (mit durchlaufender Pfette) und $D_{n,f,w}$ = 71 dB (mit getrennter Pfette gemessen).

Durch den Einsatz von durchlaufenden Pfetten in Steildächern mit Zwischensparrendämmung kann es zu schalltechnischen Verlusten in der Größenordnung von 17 dB im $D_{n,f,w}$ kommen. Der Dachaufbau mit durchlaufender Pfette ist nicht geeignet zum Einsatz bei einer Wohnungstrennwand. Daher ist bei allen Steildachaufbauten auf eine strikte Trennung der Pfettenkonstruktion im Bereich der Trennwand zu achten.

5.8.5 Durchlaufende Dachlattung und Vordach

Eine über die Trennwand hinweg durchlaufende Dachlattung oder Vordachschalung führt insbesondere bei Aufdachdämmsystemen zu einer Verringerung der Schalldämmung, ihr Einfluss wird bei erhöhtem Schallschutz ausschlaggebend. Die Verschlechterung der Flankendämmung wurde in Form der Differenz der bewerteten Norm-Flankenpegeldifferenz $\Delta D_{n,f,w}$ in Abbildung 46 und 47 angegeben.

Bei Haustrennwänden sollte die Dachlattung schon auf Grund des Brandschutzes nicht über die Trennwand geführt werden. Im Bereich der Trennwand sollte die Lücke zwischen den Dachlatten durch zwei Blechprofile überbrückt werden.
Bei der Vordachschalung ist bereits ein einfacher Sägeschnitt ausreichend, um den Übertragungsweg zu unterbrechen.

5.8.6 Hoher Anpressdruck bei Aufdachdämmungen aus druckfesten Faserdämmstoffplatten

Ein zu hoher Anpressdruck der Aufsparrendämmung resultiert aus der Montageweise. Werden die Dämmplatten mit Sparrennägeln vernagelt oder mit Einfachgewindeschrauben verschraubt, ist automatisch ein sehr hoher Anpressdruck gegeben. Die Montage mit Doppelgewindeschrauben garantiert bei korrekter Ausführung einen geringen Anpressdruck.
Wie bei durchlaufender Dachlattung und Vordach ist dieser Einfluss bei erhöhtem Schallschutz ($R_{L,w,R} \geq$ 68 dB) ausschlaggebend.

Ein zu hoher Anpressdruck der Dämmplatten hat auch einen Einfluss auf die Transmissions-Schalldämmung einer solchen Dachkonstruktion. Durch die Einstellung eines hohen Anpressdrucks wird im Vergleich zu einem niedrigen Anpressdruck die Schalldämmung R_w um bis zu 9 dB verringert, siehe Abbildung 48.

6 Literatur

[1] Schulze, H.: INFORMATIONSDIENST **HOLZ**, holzbau handbuch, R3/T3/F1, Grundlagen des Schallschutzes, Hrsg. Entwicklungsgemeinschaft Holzbau, München 1998

[2] DIN 4109:1989-11
Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise
DIN 4109/A1:2001-01, Anforderungen und Nachweise, Änderung A1
DIN 4109 Bbl-1:1989-11, Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren
DIN 4109 Bbl-1/A1:2003-09, Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren; Änderung A1
DIN 4109 Bbl-2:1989-11, Hinweise für die Planung und Ausführung, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich
E DIN 4109-10:2000-06, Schallschutz im Hochbau, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz

[3] Gösele, K.; Schüle, W.; Künzel, H.: Schall - Wärme - Feuchte, Bauverlag, Wiesbaden 10. Auflage 1997

[4] Fasold, W.; Sonntag, E.: Bauphysikalische Entwurfslehre, Teil 4, Bauakustik, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 2. Auflage 1973

[5] Buschbacher, H.P; Holtz. F: Multimedia CD: Die Schalldämmung von Holzbalken- und Brettstapeldecken, Bezug: DGfH e.V. Autoren-Kontakt: www.schallschutz-holzbau.de

[6] Thaden, R.: Auralisation in der Bauakustik, Fortschritte der Akustik, DAGA 2003, S. 128, 2003

[7] DIN EN ISO 140 Teil1 bis 12,
Akustik, Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen, Stand Dezember 1998

[8] DIN EN ISO 717
Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen,
DIN EN ISO 717-1:1997-01 Luftschalldämmung
DIN EN ISO 717-2:1997-01 Trittschalldämmung

[9] Holtz, F.; Rabold, A.; Buschbacher, H.P.; Hessinger J.: INFORMATIONSDIENST **HOLZ**, holzbau handbuch, R3/T3/F3, Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken, Hrsg. Entwicklungsgemeinschaft Holzbau, München 1999

[10] DIN 52217:1984-08
Flankenübertragung, Begriffe

[11] DIN EN 12354
Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften;
DIN EN 12354-1:2000-12 Luftschalldämmung zwischen Räumen
DIN EN 12354-2:2000-09 Trittschalldämmung zwischen Räumen
DIN EN 12354-3:2000-12 Luftschalldämmung gegen Außenlärm

[12] E DIN EN ISO 10848
Messung der Flankenübertragung von Luftschall und Trittschall zwischen benachbarten Räumen in Prüfständen
E DIN EN ISO 10848-1:2003-08: Rahmendokument
E DIN EN ISO 10848-2:2003-08: Anwendung auf leichte Bauteile, wenn die Verbindung einen Einfluss hat
E DIN EN ISO 10848-3:2003-07: Anwendung auf leichte Bauteile, wenn die Verbindung wesentlichen Einfluss hat

[13] DIN 52210-7:1997-12
Luft- und Trittschalldämmung
Teil 7: Bestimmung der Norm-Flankenpegeldifferenz im Prüfstand

[14] Schumacher, R.; Saß, B.; Pütz, M.: Grundlagenuntersuchungen zum Stoßstellendämm-Maß im Holzbau, Forschungsbericht des ift-Rosenheim, 2001 und Schall-Längsdämmung im Mehrgeschoß-Holzbau, DGfH-Forschungsbericht des ift-Rosenheim (gefördert durch AiF)

[15] Holtz, F.; Rabold, A.; Hessinger, J.; Buschbacher, H.P.; Schifflechner, K.; Mederle, S.; Welsch, M.: Schall- Längsleitung von Steildächern – Analyse, Optimierung, Sanierung, DGfH-Forschungsbericht des Labor für Schall- und Wärmemesstechnik (gefördert durch Holzabsatzfonds), 2001

[16] Holtz, F.; Rabold, A.; Hessinger, J.; Bacher, S.; Buschbacher, H.P.: Schall- Längsleitung von Steildächern II, DGfH-Forschungsbericht der LSW - Labor für Schall- und Wärmemesstechnik GmbH (gefördert durch Holzabsatzfonds), 2003

[17] Weber, L.; Brandstetter, D.; Scholl, W.: Schallschutz bei Wärmedämm-Verbundsystemen, Fortschritte der Akustik, DAGA 2001, S. 222, 2001 und
Weber, L.; Zhang, Y.; Brandstetter, D.: Influence of Wall Construction on the Acoustical Behaviour of ETHICS, Fortschritte der Akustik, DAGA 2002, S. 520, 2002

[18] Holtz, F.; Rabold, A.; Buschbacher, H.P.; Hessinger J.: Hochschalldämmende Außenbauteile aus Holz, DGfH-Forschungsbericht der LSW - Labor für Schall- und Wärmemesstechnik GmbH (gefördert durch Holzabsatzfonds), 2003

[19] Holtz, F.; Buschbacher, H.P.; Hessinger J.; Rabold, A.: Trittschalldämmung von Treppen im Holzbau, Bestandsaufnahme, Analyse, Optimierung, DGfH-Forschungsbericht des Labor für Schall- und Wärmemesstechnik (gefördert durch Holzabsatzfonds), 1999

[20] Holtz, F.; Rabold, A.; Hessinger, J.; Buschbacher, H.P.: Schalltechnische Optimierung des Holzbaus durch Verbesserung der Wandkonstruktionen, DGfH-Forschungsbericht der LSW-Labor für Schall- und Wärmemesstechnik GmbH (gefördert durch AiF), 2004

[21] Hessinger, J.; Rabold, A.; Holtz, F.; Schläpfer,R.: Trittschalldämmung von Holzdecken bei niedrigen Frequenzen, Fortschritte der Akustik - DAGA 2002, S. 533, 2002 und
Hessinger, J.; Rabold, A.; Holtz, F.; Schläpfer, R.: Dämpfer kontra Bass, Bauen mit Holz 10/2002, Seite 16, 2002

[22] Eine Übersicht über Ansprechpartner und Institutionen zum Lärm-Immissionsschutz bietet der linternet-Auftritt des Umweltbundesamts www.umweltbundesamt.de

[23] Bayerlein, W.: Praxishandbuch Sachverständigenrecht, C.H. Becksche Verlagsbuchhandlung, München 1996

[24] BGH, Urteil vom 14.05.1998, VII ZR 184/97 (OLG München)

[25] VDI 4100:1994-09
Schallschutz von Wohnungen, Kriterien für Planung und Beurteilung

[26] DIN 52210-2:1984-08, Luft- und Trittschalldämmung
Teil 2: Prüfstände für Schalldämm-Messungen an Bauteilen

[27] Kuhweide, P.; Wagner, G.; Wiegand, T.: INFORMATIONSDIENST **HOLZ**, holzbau handbuch, R4/T2/F3, Konstruktive Vollholzprodukte, Hrsg. Arbeitsgemeinschaft Holz, Düsseldorf 2000

[28] Cheret, P.; Grohe, G.; Müller, A.; Schwaner, K.; Winter, S.; Zeitter, H.: INFORMATIONSDIENST **HOLZ**, holzbau handbuch, R1/T1/F4, Holzbausysteme, Hrsg. Arbeitsgemeinschaft Holz und Holzabsatzfonds, Düsseldorf 2000

[29] Bauaufsichtliche Zulassung Z-9.1-241 (gültig bis 05/2008), Z-9.1-277 (gültig bis 03/2005), Z-9.1-323 (gültig bis 08/2006), Z-9.1-533 (gültig bis 06/2007) für Stegträger

[30] Schwingungsbilder der Eigenmoden von Holzständerwänden finden sich unter www.schallschutz-holzbau.de/Eigenmoden

[31] Bauaufsichtliche Zulassung Z-9.1-434 (gültig bis 06/2008) für Gipsfaserplatten

[32] DIN 18180, Gipskartonplatten, Ausgabe 1989

[33] DIN EN 13162:2001-05, Wärmedämmstoffe für Gebäude,
Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW)

[34] Bauaufsichtliche Zulassung Z-23.11-280 (gültig bis 01/2005), Z-23.11-1187 (gültig bis 02/2008), Z-23.11-1338 für Zellulosedämmstoff

[35] Schallmessungen im Labor für Schall- und Wärmemeßtechnik im Industrieauftrag, Stephanskirchen 1996 bis 2004

[36] Holtz, F.; Rabold, A.; Hessinger, J.; Buschbacher, H.P.; Oechsle, O.; Lagally, Th.: Schalltechnische Kennwerte von Massivholzbauteilen, Bestandsaufnahme und Analyse, DGfH-Forschungsbericht des Labor für Schall- und Wärmemesstechnik 2001

[37] Holtz, F.; Rabold, A.; Hessinger, J.; Buschbacher, H.P.: Schall-Längsleitung in Wänden, Ergänzung zu INFORMATIONSDIENST **HOLZ** holzbau handbuch, R3/T3/F4, Schallschutz - Wände, Dächer, 2004

[38] Holtz, F.; Buschbacher, H.P.; Hessinger J.: Schallschutz von leichten Treppen im Holzbau, Bauen mit Holz 7/2002, Seite 27, 2002 und
Hessinger, J.; Buschbacher, H.P.; Holtz F.: Schallschutz von leichten Treppen im Holzbau, mikado 9/2001, Seite 62 2001

[39] Elastomerlager Hersteller Trelleborg, Typ STG 45¥10, Zellkautschuk geschlossenzellig

[40] Schallmessungen bei Müller BBM im Auftrag der Firma Merk, Planegg 1995

[41] Katalog bauphysikalischer Daten von Holzkonstruktionen PRO-HOLZ Holzinformation Austria

[42] Schallmessungen im IBMB Braunschweig im Auftrag der FELS-Werke 1996–2003

[43] DIN EN 13171:2001-10, Wärmedämmstoffe für Gebäude,
Werkmäßig hergestellte Produkte aus Holzfasern (WF)

[44] Bauaufsichtliche Zulassung Z-23.11-1010 (gültig bis 07/2007), für Flachsdämmstoff

[45] DIN EN 300:1997-06, Platten aus langen, schlanken, ausgerichteten Spänen (OSB), Definitionen, Klassifizierungen, Anforderungen

[46] Bauaufsichtliche Zulassung Z-9.1-354 (gültig bis 12/2009), Z-9.1-501 (gültig bis 01/2009) für Brettsperrholzelement

[47] Schallmessungen im Labor für Schall- und Wärmemeßtechnik im Auftrag der Firma Finnforest-Merk, Stephanskirchen 2003 / 2004

[48] DIN EN 312, Spanplatten - Anforderungen,
DIN EN 312-1:1996-11: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 312-2:1996-11: Anforderungen an Platten für allgemeine Zwecke zur Verwendung im Trockenbereich
DIN EN 312-4:1996-11: Anforderungen an Platten für tragende Zwecke zur Verwendung im Trockenbereich
DIN EN 312-6:1996-11: Anforderungen an hochbelastbare Platten für tragende Zwecke zur Verwendung im Trockenbereich

[49] 3-Schicht OSB-Platte verleimt, System Lenostrand der Firma Finnforest-Merk, Aichach

[50] Schallmessungen im Labor für Schall- und Wärmemeßtechnik im Auftrag des Holzabsatzfonds/DGfH an Wänden und Dächern unter Verwendung von Stegträgern, Stephanskirchen 2004

[51] DIN EN 13163:2001-10, Wärmedämmstoffe für Gebäude,
Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS)

[52] DIN 68754, Harte und mittelharte Holzfaserplatten für das Bauwesen
DIN 68754-1:1976-02: Holzwerkstoffklasse 20

[53] Bauaufsichtliche Zulassung Z-9.1-482 (gültig bis 09/2005) für Kreuzlagenholzplatte

[54] Brandschutztextil Stöbich, einseitig silikonbeschichtetes Gewebe bzw. Stöbich Protex 600-P

[55] Meyn, W.; Winter, S.: Schalltechnische Optimierung des Holzbaus durch Verbesserung der Wandkonstruktionen, Teilbericht über die statische und brandschutztechnische, rechnerische und experimentelle Beurteilung der Wandaufbauten, bauart Konstruktions GmbH Lauterbach, 2004

[56] Schwarz, B.; Leppin, M.; Porschitz, H.R.; Pütz, M.; Schumacher, R.; Saß, B.; Lippe, M.: Entwicklung von Installationswänden und -systemen im mehrgeschossigen Holzbau", DGfH-Forschungsbericht der FH Rosenheim - Konstruktionszentrum Holz (gefördert durch Forstabsatzfonds), 1999

[57] Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes. Holzrahmenbau, Bewährtes Holzbau-System, Bruderverlag, Karlsruhe, 3. Auflage 2000

[58] Anschlußschott Typ BauderPIR Schallschott Fa. Paul Bauder GmbH & Co., Stuttgart

[59] Lutz, P.: Schalldämmung und Schallängsleitung von Steildächern, WKSB - Zeitschrift für Wärmeschutz, Kälteschutz, Schallschutz, Brandschutz 31, S. 16, 1992

[60] DIN EN 13165:2001-10, Wärmedämmstoffe für Gebäude,
Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan Hartschaum (PUR)

[61] Güteprüfungen durch Prüfstelle Kurz u. Fischer GmbH, Winnenden (2001)

Bildnachweis

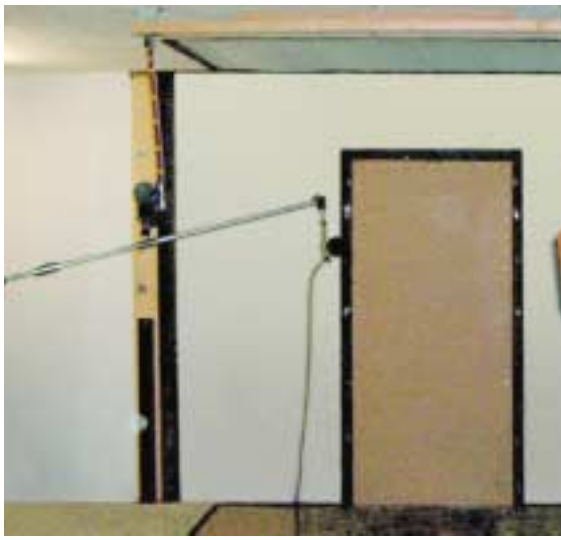
Titelseite:
Holzabsatzfonds, Bonn
LSW-Labor für Schall- und Wärmemeßtechnik GmbH, Stephanskirchen

Abbildung 2, 3, 5, 39, 41:
Holzabsatzfonds, Bonn

Abbildung 21:
Schwarz et. al. DGfH Forschungsbericht

Abbildung 22:
BDZ/Bruderverlag

Abbildung 45:
LSW-Labor für Schall- und Wärmemeßtechnik GmbH, Stephanskirchen



HOLZABSATZFONDS
ANSTALT DES ÖFFENTLICHEN RECHTS

H 576

EGH
Entwicklungsgemeinschaft Holzbau
in der
Deutschen Gesellschaft für Holzforschung