

# Hochschule für Technik Stuttgart

Zentrum für akustische und thermische Bauphysik

Allgemeine Zusammenfassung zum Projekt Nr. 122-012-10P

**Schallschutznachweis für zweischalige Haustrennwände  
in Doppel- und Reihenhäusern**

Untersuchungen durchgeführt im Auftrag des  
Deutschen Instituts für Bautechnik  
Kolonnenstr. 30L  
10829 Berlin

Bei Einfamiliendoppel- und Reihenhäusern sind zum Erreichen eines hohen Schallschutzes zweischalige Haustrennwände aus massivem Mauerwerk Standard. Die Schalldämmung dieser Wände wird im baurechtlich geforderten Schallschutznachweis derzeit noch sehr pauschal nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 [1] für eine vorgegebene Ausführung der Trennfuge aus der flächenbezogenen Masse der beiden Schalen berechnet. Die flankierende Übertragung über Dächer, über eine mögliche Kopplung im Fundamentbereich oder über andere das trennenden Bauteil flankierende Bauteile wird bislang rechnerisch nur sehr pauschal bzw. für eine konkrete Bausituation überhaupt nicht berücksichtigt. Ziel des Forschungsvorhabens ist ein auf Einzahlangaben basierendes Berechnungsmodell zur Vorherberechnung der Schalldämmung von zweischaligen massiven Trennwänden unter Berücksichtigung der flankierenden Übertragung. Mit diesem Berechnungsmodell soll in Anlehnung an die DIN EN 12354-1 [2] die resultierende Schalldämmung aus dem Direktschalldämm-Maß des trennenden, zweischaligen Bauteils und aus den Flankenschalldämm-Maßen berechnet werden.

In einem ersten Schritt wurde in diesem Forschungsvorhaben das Direktschalldämm-Maß der zweischaligen Wände untersucht. Dieses kann entweder durch eine Messung im Prüfstand oder rechnerisch aus den akustisch relevanten Daten der Konstruktion ermittelt werden. Dabei wurde geklärt, welche konstruktiven Parameter bei der Berechnung berücksichtigt werden müssen. Das bewertete Schalldämm-Maß  $R_w$  der zweischaligen Trennwandkonstruktion kann rechnerisch aus der flächenbezogenen Masse  $m'$  des Mauerwerks und der Fuge ermittelt werden.

Bei zweischaligen Haustrennwänden ergibt sich aus wirtschaftlichen und bautechnischen Gründen im untersten Geschoss häufig die Notwendigkeit, die beiden akustisch getrennten Wandschalen über eine durchgehende Bodenplatte, über durchgehende Außenwände (z.B. bei einer „Weißen Wanne“) oder über das gemeinsame Fundament

konstruktiv miteinander zu verbinden. Hierdurch entsteht eine Kontaktstelle zwischen den durch eine Trennfuge getrennten Wandschalen. Diese "Schallbrücke" vermindert dann die Schalldämmung der zweischaligen Haustrennwand (HTrW) zwischen den angrenzenden Räumen. Bei einer „weißen Wanne“ (durchlaufende Außenwände und Fußboden aus wasserundurchlässigem Beton) kann sich auch im darüber liegenden Geschoss noch eine gewisse Verminderung des Schallschutzes aufgrund der Kopplung der Trennwände ergeben. Dieser Einfluss einer konstruktiven Überbrückung wird bei der Berechnung des Schallschutzes nach DIN 4109 Beiblatt 1 [1] bislang nicht berücksichtigt.

Besonders wenn Einfamilien- und Reihenhäuser ohne Keller ausgeführt werden, wird der Schallschutz zwischen den Aufenthaltsräumen im untersten Geschoss über Kopplungsstellen häufig vermindert. Durch eine Berechnung der Schallübertragung über typische Kopplungsstellen im Fundamentbereich bzw. deren Stoßstellendämmung soll der Einfluss der Übertragung auf die Gesamtdämmung abgeschätzt werden. Da bislang nur für eine einfache Stoßstellengeometrie (Dickenwechsel, Ecken und T- oder Kreuzstöße) Rechenwerte zur Stoßstellendämmung vorhanden sind, soll für zweischalige Trennwandkonstruktionen mit deren Anschlussdetails im Fundamentbereich mittels FEM das Stoßstellendämm-Maß bestimmt werden.

Anhand von Untersuchungen an einfachen Modellen von massiven Kreuz- und T-Stößen konnte gezeigt werden, dass die mittels Finite Elemente Modell berechneten Stoßstellendämm-Maße den mit anderen z.B. empirischen Rechenverfahren (DIN EN 12354-1 [2], Anhang E) ermittelten Werten entsprechen. In einem zweiten Schritt wurden dann Stoßstellen, wie sie im Fundamentbereich von zweischaligen Haustrennwänden (Doppel-T-Stöße mit durchgehender Bodenplatte, mit zusätzlichem Fundament, mit Fundament und getrennter Bodenplatte etc.) auftreten, rechnerisch mittels FEM untersucht. Auf Grundlage dieser Ergebnisse wurde ein einfaches Berechnungsverfahren zur Abschätzung der Stoßstellendämmung im Fundamentbereich erstellt.

Dabei ist zu beachten, dass weitere mögliche Einflussgrößen auf die Stoßstellendämmung, wie z.B. die Größe des Fundamentes oder die Art der Auflagerung der Bodenplatte, nicht berücksichtigt werden. Die Bodenplatte kann direkt auf dem gewachsenen Boden, möglicherweise Fels, aufliegen, sie kann aber auch durch eine Sauberkeitsschicht oder durch eine Wärmedämmschicht von diesem getrennt sein. Der daraus resultierende Einfluss auf die Stoßstellendämmung ist äußerst schwierig abzuschätzen und wird deshalb weder bei der nachfolgenden durchgeführten Berechnungen berücksichtigt noch soll er zukünftig in die Prognose der zu erwartenden Schalldämmung zwischen den angrenzenden Räumen eingehen. Durch entsprechend große Unsicherheitsbeiwerte des Stoßstellendämm-Maßes können diese Faktoren allerdings in der Berechnung der resultierenden Schalldämmung berücksichtigt werden.

Bei zweischaligen Haustrennwänden kann eine Verbindung zwischen den beiden Schalen nicht nur im Kellerbereich, sondern auch im Dachgeschoss vorhanden sein. Hierdurch erfolgt gegebenenfalls auch eine flankierende Schallübertragung über dieses durchgehende Leichtbauteil. Aufgrund der im Allgemeinen vernachlässigbaren Anregung der Massivbauteile durch die Leichtbauteile kann der Anteil der flankierenden Übertragung über die bewertete Flankenschallpegeldifferenz  $D_{nfw}$  für die jeweilige Konstruktion abgeschätzt werden.

Die Direktschalldämmung von zweischaligem Mauerwerk ist im Wesentlichen abhängig von der flächenbezogenen Masse der beiden Schalen, von der Breite der Trennfuge und vom Mauerwerkmaterial. Die Berechnung wird in Abhängigkeit von diesen Parametern durchgeführt. Damit ergibt sich für die Berechnung des bewerteten Direktschalldämm-Maßes einer zweischaligen Konstruktion  $R_{w,2}$  folgende Vorgehensweise:

Das bewertete Direktschalldämm-Maß der gleich schweren einschaligen Konstruktion  $R_w$  wird in Abhängigkeit vom verwendeten Mauerwerk aus der flächenbezogenen Mas-

se  $m'$  berechnet. Das Direktschalldämm-Maß  $R_{w,2,40}$  der zweischaligen Konstruktion wird durch Addition von 12 dB für einen Fugenabstand von  $d = 40$  mm berechnet. Der Einfluss einer abweichenden Fugenbreite auf die Direktschalldämmung wird durch einen Term  $\Delta R_{w,40}$  erfasst. Der Parameter  $\Delta R_{w,40}$  kann für den Bereich  $d = 20$  mm bis  $d = 100$  mm berechnet werden.

Gegenüber den Rechenwerten des bewerteten Schalldämm-Maßen  $R'_{w,R}$  nach Tabelle 1 des Beiblatt 1 zu DIN 4109 [1] ergeben sich bei gleicher Ausführung 3 - 6 dB höhere bewertete Direktschalldämm-Maße  $R_w$ . Allerdings ist bei den Werten des Beiblattes 1 schon der Anteil der flankierenden Übertragung durch massive Bauteile, die mit der Haustrennwand verbunden sind, bereits pauschal berücksichtigt.

Die flankierende Schallübertragung der zweischaligen Haustrennwand muss in den unterschiedlichen Bereichen mit Aufenthaltsräumen (Kellergeschoss, Erdgeschoss, Normalgeschoss und Dachgeschoss) getrennt berechnet werden. Dabei werden folgende flankierende Konstruktionen prinzipiell unterschieden:

1. durchlaufende Massivbauteile (z.B. durchlaufende Bodenplatte)
2. Massivbauteile die im Sende- oder Empfangsraum mit der Trennwand verbunden sind
3. durchlaufende Leichtbauteile (z.B. durchlaufende Dachkonstruktion)

Die resultierende Schalldämmung wird bei zweischaligen Haustrennwänden mit flankierenden durchlaufenden Bauteilen aus dem Direktschalldämm-Maß des zweischaligen trennenden Bauteils  $R_{w,2}$  und den Flankenschalldämm-Maßen  $R_{D_d,w}$ ,  $R_{F_f,w}$ ,  $R_{F_d,w}$  und  $R_{D_f,w}$  auf den entsprechenden Übertragungswegen berechnet.

Die resultierende Schalldämmung bei zweischaligen Haustrennwänden mit durchlaufenden Bauteilen wird durch das energetische Aufsummieren des Direktdämm-Maßes der Trennwand und der Flankenschalldämm-Maße auf den einzelnen Übertragungswegen berechnet. Dabei kann das Stoßstellendämm-Maß zwischen den beiden Wandschalen einer zweischaligen Haustrennwand bei der Übertragung über eine durchlaufende Bodenplatte (Doppel T-Stoß) näherungsweise als Kreuzstoß entsprechend EN12354-1 Anhang E aus den flächenbezogenen Massen des flankierenden Bauteils und der Masse der Einzelschale berechnet werden. Ein zusätzlich angeordnetes Fundament kann durch einen entsprechenden Aufschlag zum Stoßstellendämm-Maß  $\Delta K_{ij} = 2$  dB bzw. bei einem gemeinsamen Fundament und einer getrennte Bodenplatte mit  $\Delta K_{ij} = 4$  dB berücksichtigt werden. Bei durchlaufenden senkrechten Bauteilen (Wände bei der Ausführung einer "weiße Wanne") wird prinzipiell genauso verfahren wie bei einer durchlaufenden Bodenplatte.

Aufgrund der Kopplung der Trennwandschalen mit der Bodenplatte muss die flankierende Übertragung über flankierende nicht durchlaufende Bauteile nicht berechnet werden.

Massive, eine zweischalige Haustrennwand flankierende, Bauteile vermindern den Schallschutz der zweischaligen Haustrennwand. Die Direktschalldämmung der zweischaligen Haustrennwand wird aufgrund der Übertragung von angrenzenden flankierenden Massivbauteilen vermindert. Im Senderaum erfolgt dabei die Anregung der flankierenden Bauteile über Luftschall. Die angeregten flankierenden Bauteile übertragen Schallenergie über die jeweilige Stoßstelle auf das Trennbauteil. Hierdurch erhöht sich der Körperschallpegel auf dem Trennbauteil und das resultierende Schalldämm-Maß der senderaumseitigen Haustrennwandschale sinkt gegenüber dem Direktschalldämm-Maß dieser Schale ohne flankierende Bauteile.

Aufgrund der höheren Schallpegel auf der senderaumseitigen Schale (bzw. aufgrund des geringeren resultierenden Schalldämm-Maßes) erhöht sich auch der Schallpegel auf der empfangsraumseitigen Haustrennwandschale. Weiterhin wird Schallenergie von der empfangsraumseitigen Schale über die entsprechenden Stoßstellen auf die massiv mit dem Trennbauteil verbundenen flankierenden Bauteile im Empfangsraum

übertragen und von diesen als Luftschall in den Raum abgestrahlt. Hierdurch erhöht sich der Schallpegel im Raum und die resultierende Schalldämmung sinkt weiter.

Der Einfluss der Schallübertragung über flankierende Bauteile auf die zu erwartende resultierende Schalldämmung von zweischaligen Haustrennwänden zwischen Räumen wurde ebenfalls berechnet. Dabei wird eine Verminderung der Schalldämmung gegenüber der ungestörten zweischaligen Wand in Abhängigkeit von den flankierenden Bauteilen berechnet.

Das Flankenschalldämm-Maß  $R_{FD,w}$  auf dem Weg FD - Schallübertragung vom flankierenden Bauteil im Senderaum auf die senderaumseitige Schale der zweischaligen Wand - wird berechnet.

Die resultierende Schalldämmung  $R'_{D,w}$  der senderaumseitigen Schale der zweischaligen Haustrennwand ergibt sich durch energetische Summation der Transmissionsgrade für die direkte Anregung der senderaumseitigen Schale der zweischaligen Haustrennwand  $10^{-R_{D,w}/10}$  und für die flankierende Anregung  $10^{-R_{FD,w}/10}$ . Die Verminderung der Direktdämmung  $\Delta R_{S,w}$  der senderaumseitigen Wandschale wird damit berechnet. Für die Empfangsseite wird diese Berechnung nochmals durchgeführt. Hier wird die Schallübertragung von der empfangsraumseitigen Trennwandschale auf die angrenzenden Massivbauteile berechnet. Die resultierende Schalldämmung  $R'_{d,w}$  der empfangsraumseitigen Schale der zweischaligen Haustrennwand ergibt sich durch energetische Summation der Transmissionsgrade für die direkte Abstrahlung der senderaumseitigen Schale der zweischaligen Haustrennwand  $10^{-R_{D,w}/10}$  und für die flankierende Übertragung  $10^{-R_{FD,w}/10}$ . Nach der Berechnung der Verminderung der Direktdämmung  $\Delta R_{E,w}$  der empfangsraumseitigen Wandschale durch die flankierende Schallübertragung erfolgt die Berechnung der gesamte Verminderung  $\Delta R_{SE,w}$  der zweischaligen Haustrennwand aufgrund massiver angeschlossener Massivbauteile aus der Summe der beiden Teilbeiträge.

Die sich bei der Berechnung ergebende Abminderung  $\Delta R_{ES,w}$  der Direktschalldämmung durch die flankierende Übertragung entspricht im Mittel der Differenz zwischen dem Schalldämm-Maß berechnet aus der flächenbezogenen Masse nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 und dem Schalldämm-Maß berechnet aus den Massekurven der zukünftigen DIN 4109. Damit ergibt sich bei der neuen Berechnung für massive Baustoffe im Mittel das gleiche Schalldämm-Maß wie nach Beiblatt 1. Aufgrund der unterschiedlichen Massekurven ergeben sich allerdings für Leichtbetonwände um 2 dB höhere Werte, für Porenbeton liegen die Werte etwa 3 dB höher.

Die berechnete Abminderung  $\Delta R_{SE,w}$  hängt auch von den flächenbezogenen Massen der flankierenden Bauteile ab. Obwohl der prinzipielle Verlauf der Abminderung ähnlich ist, ergeben sich besonders im Bereich 150 – 250 kg/m<sup>2</sup> größere Unterschiede.

Der Einfluss der flankierenden Übertragung von angeschlossenen Massivwänden ist bei zweischaligen Haustrennwänden für im Doppel- und Reihenhausbau übliche Konstruktionen in der Regel deutlich geringer als bei den üblichen einschaligen Massivkonstruktionen im Geschosswohnungsbau. Aufgrund der im Vergleich zum Geschosswohnungsbau geringen flächenbezogenen Massen der Einzelschalen der zweischaligen Trennwand beträgt die Verminderung des bewerteten Schalldämm-Maßes durch Flankenübertragung über massive Flankenbauteile häufig zwischen  $\Delta R_{ES,w} = 0$  dB und 5 dB.

Der bei üblichen Haustrennwänden geringe Einfluss der Flankenübertragung steht nun einem relativ hohen Rechenaufwand (vor allem einem hohen Eingabeaufwand) gegenüber. Um den Rechenaufwand zu verringern, kann nun die Verminderung der Schalldämmung aufgrund der Flankenübertragung der Massivbauteile pauschal abgeschätzt werden. Hierzu ist im Teil 2, Trittschalldämmung zwischen Räumen, der DIN EN12354-2 [3] unter Abschnitt 4.3: Vereinfachtes Modell in der Tabelle 1 ein Korrekturwert K angegeben. Dieser Wert K entspricht der Korrektur für die Schallübertra-

gung der flankierenden Bauteile. Er wird in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse des trennenden Bauteils  $m'_s$  (für die zweischalige Haustrennwand ist dies die flächenbezogene Masse der Einzelschale) und der mittleren flächenbezogenen Masse  $m'_{f,m}$  der massiven flankierenden Bauteile, die nicht mit Vorsatzkonstruktionen belegt sind, ermittelt. Der Korrekturwert  $K$  kann außer über Tabelle 1 der DIN EN 12354-2 auch detailliert für unterschiedlichen Übertragungssituationen berechnet werden. Um Rechenaufwand zu sparen, kann ein vereinfachter rechnerischer Nachweis auch mit einer pauschalen Verminderung nur in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse der Einzelschale aus  $\Delta R_{SE,w} = 0.5 + 0.015 m'_{\text{Einzelschale}} / 1 [\text{kg/m}^2] \text{ dB}$  durchgeführt werden.

Aufgrund der starken Kopplung der beiden Schalen bei durchlaufenden Massivbauteilen und der Anregung der flankierenden Bauteile durch diese durchlaufenden Bauteile muss bei diesen Konstruktionen die Verminderung der Schalldämmung durch die an die Trennwand angeschlossene aber nicht durchlaufenden flankierenden Massivbauteile nicht berücksichtigt werden.

Neben der Übertragung über durchlaufende massive Bauteile (z.B. Bodenplatte) können auch Leichtbauteile über eine zweischalige Haustrennwand hinweg laufen und damit die resultierende Schalldämmung zwischen den Räumen vermindern. Bei zweischaligen Haustrennwänden findet sich solch ein durchgehendes Leichtbauteil in der Regel nur im Dachbereich.

Die Flankendämmung solcher Leichtkonstruktionen wird üblicherweise durch die bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$  des Bauteils bzw. der Bauteilverbindung gekennzeichnet. Die Norm-Flankenpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$  kann im Labor für die jeweilige Konstruktion messtechnisch ermittelt werden. Für bauübliche Konstruktionen sind die Norm-Flankenpegeldifferenzen in Abhängigkeit vom Material, der Anordnung der Dämmschicht sowie der Ausbildung des Dachanschlusses an die massive Wand in den Tabellen 31 - 35 im Abschnitt 5.2.1.2 "Daten beispielhafter Konstruktionen"; des Teils 3.3 des Bauteilkataloges [4] der zukünftigen DIN 4109 angegeben.

Aus den tabellierten Norm-Flankenpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$  kann das bewertete Flankendämm-Maß  $R_{Ff,w}$  für den Übertragungsweg  $F_f$  bestimmt werden. Die resultierende Schalldämmung zwischen den Räumen, gekennzeichnet durch das bewertete Bau-Schalldämm-Maß  $R'_w$ , berechnet sich dann aus dem bewerteten Schalldämm-Maß des trennenden zweischaligen Bauteils  $R_{Dd,w}$ , dem bewerteten Flankendämm-Maß  $R_{Ff,w}$  der durchgehenden Leichtkonstruktionen und der Korrektur aufgrund der Verminderung über flankierende Massivbauteile  $\Delta R_{ES,w}$ . Eine signifikante Schallübertragung über durchlaufende Leichtbauteile findet im Allgemeinen nur im Dachbereich bei durchlaufenden Dachkonstruktionen statt und ist dem entsprechend nur dort zu berücksichtigen.

Mit diesen Vorgaben zur Berechnung des Schallschutzes von zweischaligen Haustrennwänden kann der Großteil der geplanten zweischaligen Konstruktionen für die unterschiedlichen Raumsituationen (Keller-, Erd-, Normal- und Dachgeschoss) mit einer hinreichenden Genauigkeit berechnet werden. Dabei werden Direkt- und Flankendämmung getrennt betrachtet, so dass die einzelnen Dämm-Maße auch im Prüfstand ermittelt werden können.

**Literatur:**

---

- [1] Beiblatt 1 zu DIN 4109: Schallschutz im Hochbau; Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren; November 1989
- [2] DIN EN 12354-1; Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften; Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen, Dez. 2000
- [3] DIN EN 12354-2; Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften; Teil 2: Trittschalldämmung zwischen Räumen, September 2000
- [4] unveröffentlichter Entwurf DIN 4109, Schallschutz im Hochbau – Teil 3: Eingangsdaten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) 10.05.2010