

Prognose der Flankendämm-Maße bei der Berechnung der Schalldämmung nach DIN EN 12354-1 und Vergleich mit Meßwerten

Moritz Späh, Steffen Blessing, Martin Schneider, Heinz-Martin Fischer

Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik Fachbereich Bauphysik Schellingstraße 24 70174 Stuttgart

Einleitung

Das Rechenverfahren nach DIN EN 12354-1 [1] berechnet die resultierende Schalldämmung aus der Summe von Direkt- und Flankendämmung auf den flankierenden Wegen. Berücksichtigt werden flankierende Wege mit einer Stoßstelle, in der Regel sind es bei Rechteckräumen insgesamt 13 Übertragungswege. Die Flankendämmung der Einzelwege läßt sich aber auch so zusammenfassen, daß ein Flankendämm-Maß für die an der Übertragung im Empfangsraum beteiligten Bauteile angegeben werden kann. Damit ermöglicht das Berechnungsverfahren auch eine Aussage über die Reihenfolge der beteiligten Bauteile bezüglich deren Anteil an der Schallübertragung. Daraus lassen sich Verbesserungsvorschläge wie z.B. die Erhöhung der flächenbezogenen Masse einzelner Bauteile oder der Einsatz von Vorsatzschalen ableiten. Wie genau das Berechnungsverfahren diese Flankendämm-Maße prognostiziert wird im folgenden untersucht.

Flankendämm-Maß

Die Zusammenfassung der einzelnen Wege zum Flankendämm-Maß des Trennbauteils und der flankierenden Bauteile führt dazu, daß für das Trennbauteil in der Regel 5 Einzelwege zusammengefaßt werden, für die flankierenden Bauteile jeweils 2. Bei übereinander liegenden Räumen führt der Einsatz von Vorsatzschalen wie z.B. schwimmendem Estrich dazu, daß die einzelnen Flankendämm-Maße, je nach dem ob die Messung von unten nach oben oder von oben nach unten durchgeführt wird, unterschiedliche Werte annehmen. Dies zeigt sich bei Messungen und wird auch von der Berechnung wiedergegeben. Das Berechnungsverfahren berücksichtigt dagegen keine Übertragungswege mit mehr als einer Stoßstelle, im folgenden Übertragungswege höhere Ordnung genannt, die zu Unterschieden zwischen Meß- und Rechenwerten der Flankendämm-Maße führen.

Übertragungswege höherer Ordnung

Wie Anfangs erwähnt berücksichtigt das Berechnungsverfahren Übertragungswege mit einer Stoßstelle (1. Ordnung). Dagegen sind in der Realität eine unendlich große Anzahl von Übertragungswege denkbar. Einer dieser Wege zeigt sich, wenn man die Schnellepegeldifferenz zwischen leichten flankierenden Bauteilen und schweren trennenden Bauteilen betrachtet. In Bild 1 sind die Schnellepegeldifferenzen für einen Kreuzstoß zwischen einer Porenbeton-Innenwand und einer Betondecke dargestellt. Aus der richtungsgemittelten Schnellepegeldifferenz wird das Stoßstellendämm-Maß errechnet nach:

$$K_{ij} = \frac{D_{v,ij} + D_{v,ji}}{2} + 10 \log \frac{l_{ij}}{\sqrt{a_i a_j}} \quad [\text{dB}]$$

mit $D_{v,ij}$ = Schnellepegeldifferenz von Bauteil i auf Bauteil j
 l_{ij} = gemeinsame Kantenlänge der Bauteile
 a_i, a_j = äquivalente Absorptionslänge von Bauteil i und j

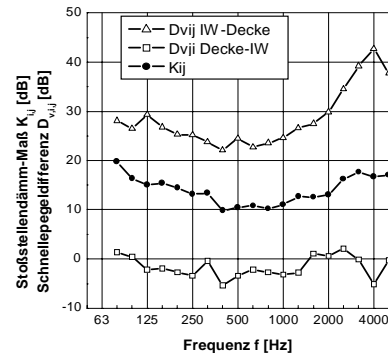


Bild 1: Schnellepegeldifferenzen und Stoßstellendämm-Maß eines Kreuzstoßes aus Porenbeton-Innenwand ($m' = 83 \text{ kg/m}^2$) mit 18 cm Betondecke ($m' = 414 \text{ kg/m}^2$).

Die Meßwerte in Bild 1 zeigen, daß bei Stößen mit leichten flankierenden und schweren trennenden Bauteilen die Schnellepegeldifferenzen sehr unterschiedlich sind. Das daraus berechnete Stoßstellendämm-Maß liegt durch die Richtungsmittelung zwischen den Werten der Schnellepegeldifferenz. Der Unterschied der Schnellepegeldifferenzen nimmt ab, wenn sich die flächenbezogenen Massen der beteiligten Bauteile annähert. Die Schnellepegeldifferenz vom schweren auf das leichte Bauteil, in diesem Falle von der Decke auf die flankierende Wand, liegt in Bild 1 bei 0 dB. Bei der Schallübertragung wird die Decke neben der direkten Anregung durch die Wege über die flankierenden Bauteile angeregt. Dies begrenzt durch die geringe Schnellepegeldifferenz auf das flankierende Bauteil das Flankendämm-Maß des flankierenden Bauteils (siehe Bild 2). Dieser Einfluß des Trennbauteils auf das flankierende Bauteil stellt einen der vielen Übertragungsweg höherer Ordnung dar, die im Berechnungsmodell nicht berücksichtigt werden. Weitere Übertragungswege höherer Ordnung können die Schallübertragung beeinflussen, vor allem wenn sowohl leichte als auch schwere flankierende Bauteile vorhanden sind.

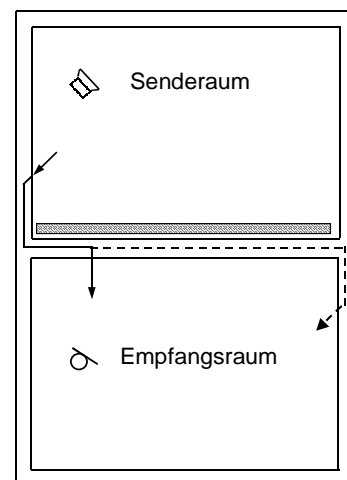


Bild 2: Beispiel für einen Übertragungsweg höherer Ordnung durch eine geringe Schnellepegeldifferenz zwischen schwerer Trenndecke und leichter flankierender Innenwand.

Anpassung der Berechnung

Berechnet man das Flankendämm-Maß bei einem Kreuzstoß mit einer 18 cm Betondecke als Trennbauteil und leichten flankierende

Bauteilen und verringert deren flächenbezogene Masse schrittweise, so erhält man die in Bild 3 dargestellten Rechenwerte.

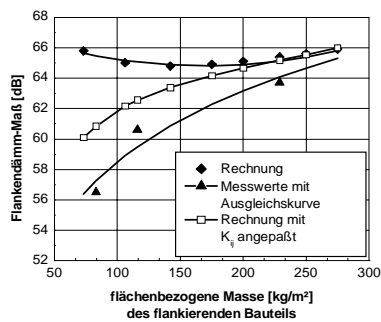


Bild 3: Flankendämm-Maß von Innenwänden aus Porenbeton mit verschiedener flächenbezogener Masse über eine 18 cm dicke Betondecke mit Kreuzstoß.

Durch das stark ansteigende Stoßstellendämm-Maß auf dem Weg 1-3 (von flankierendem Bauteil auf das flankierende Bauteil über die Stoßstelle) steigt das Flankendämm-Maß bei leichter werdender flankierender Wand wieder an (obere Kurve). Dagegen zeigen Meßwerte einen deutlich anderen Verlauf, das gemessene Flankendämm-Maß wird bei geringer werdender flächenbezogener Masse des flankierenden Bauteils geringer. Hier zeigt sich der Einfluß von Übertragungswege höherer Ordnung. Ein praktikabler Ansatz zur Berücksichtigung dieses Einflusses der Übertragungswege höherer Ordnung ist, das Stoßstellendämm-Maß auf dem Weg 1-3 ab einer gewissen Höhe zu reduzieren oder zu begrenzen. Dies ist in Bild 4 dargestellt und führt dazu, daß das berechnete Flankendämm-Maß bei geringen flächenbezogenen Massen der flankierenden Bauteile einen ähnlichen Verlauf zu den Meßwerten annimmt. Damit entsprechen die berechneten Werte viel besser den Erfahrungen im Bau (Bild 3).

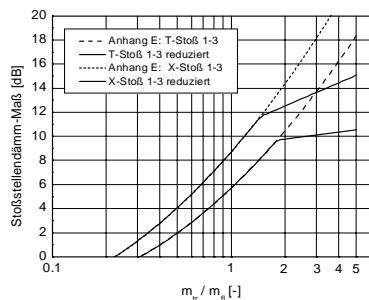


Bild 4: Reduziertes Stoßstellendämm-Maß für den Weg 1-3 zur Berücksichtigung von Übertragungswege höherer Ordnung.

Genauigkeit der Berechnung

Im Rahmen mehrerer Projekte an der Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik wurde eine Vielzahl von Bausituationen vor Ort messtechnisch untersucht. Neben der Ermittlung von Eingangsdaten für das Berechnungsmodell [2] wurden die Gesamtschalldämmung sowie die Flankendämm-Maße der Bauteile im Empfangsraum mittels Körperschallmeßtechnik erfaßt. Die gemessenen Bausituationen wurden mit dem Berechnungsverfahren berechnet und können den gemessenen Werten gegenübergestellt werden [3]. Bei der Messung der Flankendämm-Maße wurde der Abstrahlgrad auch im Bereich der Koinzidenz-Grenzfrequenz mit ein angenommen. Dies führt zu einer geringen Unterschätzung der gemessene Flankendämm-Maße bei den leichten flankierenden Bauteilen. Die Meßgenauigkeit der Flankendämmung ist geringer als die der Schalldämmung. Für die Untersuchung wurden Situationen mit homogenen Materialien wie Kalksandstein, Leichtbeton, Porenbeton und Beton verwendet. Lochsteine u. ä. bleiben aufgrund der Direkt-dämmungsproblematik unberücksichtigt. In der Regel besitzen

die untersuchten Gebäude eine Stahlbetondecke. Bei Verwendung von Leichtbaustoffen in den Außenwänden wurden die Wohnungstrennwände in schwerem Mauerwerk ausgeführt.

Insgesamt stehen für die vergleichende Untersuchung zwischen Rechen- und Meßwert der resultierenden Schalldämmung ca. 50 unabhängige Übertragungssituationen aus 25 Gebäuden zur Verfügung. In Bild 5 sind der Mittelwert und die Standardabweichung von Meßwert minus Rechenwert aller Übertragungssituationen für die Gesamtschalldämmung und die Flankenschalldämmung der einzelnen Bauteile dargestellt. Dabei sind die flankierenden Bauteile in Gruppen bezüglich des Verhältnisses von flächenbezogener Masse des Trennbauteils zur flächenbezogenen Masse des flankierenden Bauteils zusammengefaßt. Bei den Bauteilen in der Gruppe „Flanke leicht“ greift die Korrektur des Stoßstellendämm-Maßes (Bild 4). In der mittleren Gruppe sind die flankierenden Bauteile etwas schwerer als in der vorigen Gruppe, aber noch deutlich leichter als das Trennbauteil, in Gruppe „Flanke schwer“ sind die Trenn- und Flankenbauteile nahezu gleich schwer.

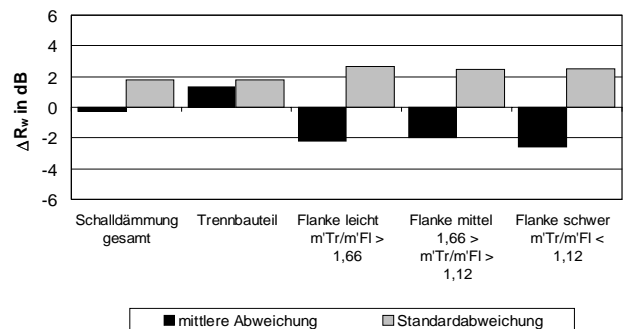


Bild 5: Vergleich zwischen Meß- und Rechenwert der Gesamtschalldämmung und der Flankendämmung bei verschiedenen schweren flankierenden Bauteilen bezogen auf das Trennbauteil.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Schalldämmung der gemessenen Übertragungssituationen durch die Rechnung sehr gut wiedergegeben werden. Die Berechnung überschätzt die Schalldämmung gegenüber der Meßwerte im Mittel um 0,3 dB. Die Standardabweichung beträgt 1,8 dB. Da die Messungen in vertikaler Richtung in Bauten mit schwimmendem Estrich von oben nach unten durchgeführt wurden, konnte auch in diesen Situationen die Flankendämmung auf dem Trennbauteil gemessen werden. Die Rechnung unterschätzt die Schalldämmung auf dem Trennbauteil um 1,3 dB. Auf den flankierenden Bauteilen wird die Schalldämmung im Vergleich zu den Meßwerten im Mittel um ca. 2 dB rechnerisch überschätzt. Dies ist nahezu unabhängig von der flächenbezogenen Masse der flankierenden – bezogen auf die des trennenden – Bauteils. Die Standardabweichung liegt bei allen Bauteilen bei ca. 2 dB. Die Anpassung des Stoßstellendämm-Maßes auf dem Weg 1-3 für leichte flankierende Bauteile ergibt in der Rechnung auch für diese Bauteile vergleichbar gute Werte und führt dazu, daß nun das Bauteil mit dem geringsten Flankendämm-Maß durch die Rechnung in der Regel richtig prognostiziert wird.

- [1] DIN EN 12354-1 „Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen“, Dezember 2000
- [2] Späh, M., et al.: „Verifizierung des Rechenverfahrens für die Luftschalldämmung nach EN 12354-1 für den Massivbau; Teil 1: Eingangsgrößen, Vortrag DAGA 2001, Hamburg
- [3] Blessing, S., et al.: „Verifizierung des Rechenverfahrens für die Luftschalldämmung nach EN 12354-1 für den Massivbau; Teil 2: Erreichbare Genauigkeit, Vortrag DAGA 2001, Hamburg

Diese Untersuchung wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft im Rahmen der AIF-Projekte 11593/1, 11640N/1 und 11642N, sowie durch die Forschungsvereinigung Porenbetonindustrie e.V., die Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., die Forschungsvereinigung Leichtbeton e.V. und die Arge Mauerziegel im Bundesverband der deutschen Ziegelindustrie gefördert.