

Bestimmung des Stoßstellendämm-Maßes K_{ij} in Gebäuden aus Massivbauweise als Eingangsgröße für EN 12354

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

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

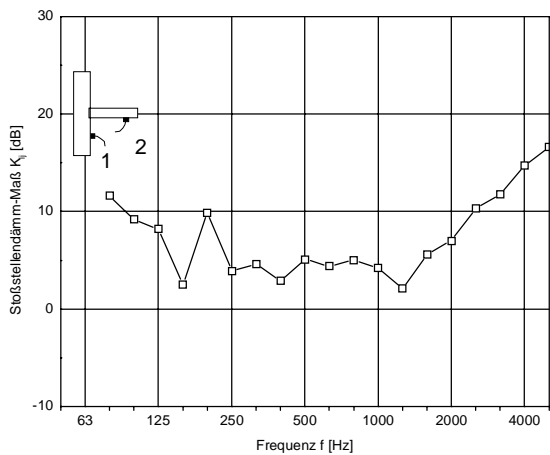
Für die Berechnung der Schalldämmung zwischen Räumen nach der europäischen Norm EN 12354-1 "Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften" ist das Stoßstellendämm-Maß K_{ij} eine maßgebliche Größe. Es geht im vereinfachten Modell wie folgt in die Berechnung der flankierenden Schalldämmung ein:

$$R_{ij} = \frac{R_i}{2} + \Delta R_i + \frac{R_j}{2} + \Delta R_j + K_{ij} + 10 \times \log \frac{S_s}{l_0 l_{ij}} \text{ dB}$$

- R_{ij} : Flankendämm-Maß
- R_i : Schalldämm-Maß des Bauteils im Senderraum
- R_j : Schalldämm-Maß des Bauteils im Empfangsraum
- $\Delta R_i, \Delta R_j$: Verbesserungsmaß von Vorsatzschalen vor dem entsprechenden Bauteil
- K_{ij} : Stoßstellendämm-Maß
- l_0 : $l_0 = 1 \text{ m}$
- l_{ij} : gemeinsame Kantenlänge der Bauteile i und j
- S_s : Fläche des Trennbauteils

Über die Größe des Stoßstellendämm-Maßes K_{ij} sind noch wenige zuverlässige Angaben verfügbar.

Deshalb wurde eine Vielzahl von Messungen am Bau durchgeführt, die mit Berechnungsverfahren zur Berechnung der Stoßstellendämm-Maße verglichen werden können. Die Messungen ergaben verschiedene Frequenzverläufe. Einen typischen Verlauf zeigt folgende Grafik:



Diese Messung wurde an einem T-Stoß an einer Wohnungstrennwand aus Kalksandstein-Mauerwerk mit einer flächenbezogenen Masse von 476 kg/m^2 und einer durchlaufenden Innenwand aus Kalksandstein-Mauerwerk mit $m' = 466 \text{ kg/m}^2$ durchgeführt. Beide Wände waren in Stumpfstoßtechnik mit einander verbunden. Es zeigt sich in typischer Weise ein Anstieg des K_{ij} zu tiefen Frequenzen hin, bedingt durch eine geringe Modendichte bei tiefen Frequenzen sowie ein Anstieg zu hohen Frequenzen, hervorgerufen durch die Ausbreitungsdämpfung im Mauerwerk. Im mittleren Frequenzbereich ist das Stoßstellendämm-Maß oft relativ frequenzunabhängig. Um eine Einzahlangabe des K_{ij} zu erhalten wurden die Meßwerte von 200 bis 2500 Hz arithmetisch gemittelt. Dieser Einzahlwert ist als Eingangsgröße für das vereinfachte Verfahren nach EN 12354-1 notwendig. Er beinhaltet zum einen einen relativ breiten Frequenzbereich von 4 Oktaven, zum anderen ist dieser Frequenzbereich in der Regel ausschlaggebend für die Ermittlung des

bewerteten Schalldämm-Maßes. Daher muß das Verhalten des K_{ij} vor allem in diesem Frequenzbereich berücksichtigt werden.

Berechnungsverfahren

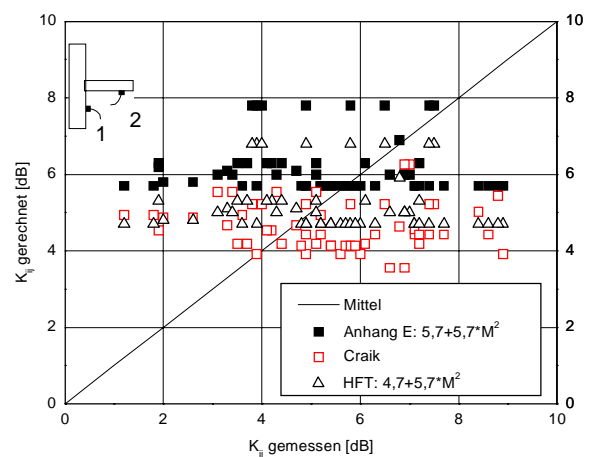
Im informativen Anhang E zur EN 12354-1 werden Angaben gemacht, wie das Stoßstellendämm-Maß in Abhängigkeit von der Stoßart und der flächenbezogenen Masse der beteiligten Bauteile berechnet werden kann. Die zur Berechnung benötigte Größe ist M ($M = \log(m'_{ji} / m'_i)$). Für starre T- und Kreuzstöße im Massivbau, welche hier betrachtet werden sollen, erhält man mit den Angaben aus Anhang E einen frequenzunabhängigen Verlauf des Stoßstellendämm-Maßes.

Eine weitere Berechnungsmethode wird von CRAIK „sound transmission through Buildings using statistical energy analysis“ (Gower Publishing, 1996) beschrieben. Sie basiert auf der Biegewellentheorie unendlicher Platten und berücksichtigt die elastischen Eigenschaften der beteiligten Bauteile. Untersucht wurde, ob mit dieser Methode eine bessere Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung möglich ist.

Bei der Berechnung der Stoßstellendämm-Maße um die Ecke (Weg 1-2) wurde zur Berechnung nach Anhang E eine weitere Modifikation angegeben, die mit HFT bezeichnet ist und eine geringere mittlere Abweichung zwischen Meßwerten und Rechenwerten darstellt.

Bei der Darstellung der folgenden Ergebnisse wurde auf gelochte oder geschlitzte Steine verzichtet, da diese durch ihre Steingeometrie einen grundlegend anderen Frequenzverlauf des Stoßstellendämm-Maßes besitzen können.

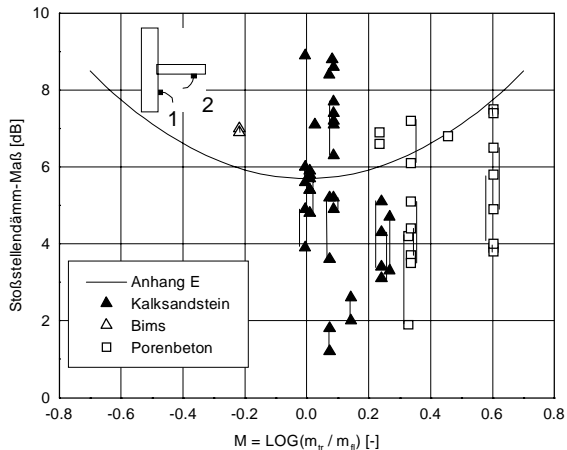
Vergleich Meßwert - Rechenwert - Starrer T-Stoß Weg 1-2 57 Messungen



Berechnung nach	EN 12354 Anhang E	CRAIK	HFT
Mittlere Abweichung	0,9	-0,6	-0,1
Standardabweichung	2,0	2,0	2,0

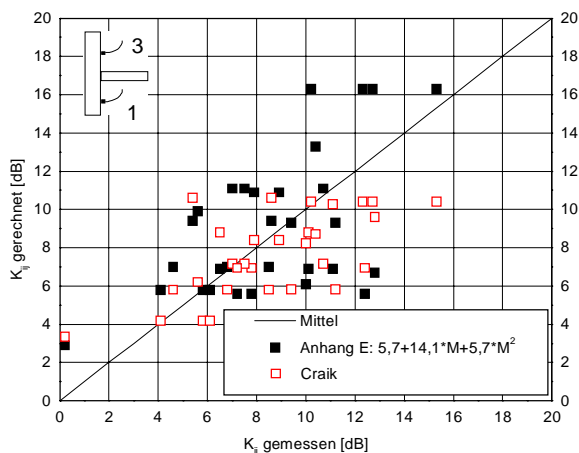
Die Meßergebnisse weisen eine relativ große Streuung auf, d.h. bei gleichem berechneten Stoßstellendämm-Maß nach Anhang E wurden unterschiedliche Werte gemessen. Die Berechnung nach Anhang E ergibt im Mittel etwas zu hohe Werte, werden diese um 1 dB verringert (HFT) so ergibt sich im Mittel eine Abweichung von kleiner als -0.1 dB. Es zeigt sich auch bei der Berechnung nach

CRAIK eine große Streuung der Meßwerte bei gleichem Rechenwert. Im Mittel liegt die Berechnung nach CRAIK bei etwas geringeren Werten als nach Anhang E.



Stellt man die gemessenen Stoßstellendämm-Maße über M dar, zeigt sich der Grund dieser Streuung. Die Verbindungslinien zwischen zwei Meßpunkten zeigen an, daß diese Werte am selben Stoß auf beiden Seiten des Trennbauteils gemessen wurden. Die Meßwerte am selben Stoß variieren um bis zu 2 dB, in verschiedenen Objekten wurden bei gleichen Materialien und gleichem Masseverhältnis der beteiligten Bauteile jedoch um bis zu 8 dB verschiedene K_{ij} gemessen. Diese Schwankung der Meßwerte, vermutlich bedingt durch Ausführungsschwankung des Stoßes, ist nicht durch eine andere Methode der Berechnung zu erfassen.

Vergleich Meßwert - Rechenwert - Starrer T-Stoß Weg 1-3 30 Messungen



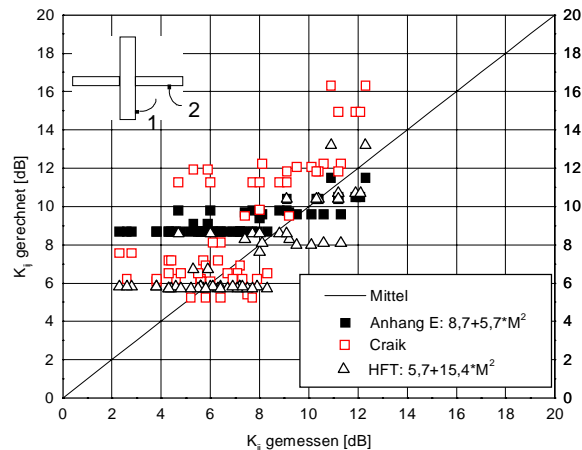
Berechnung nach	EN 12354 Anhang E	CRAIK
Mittlere Abweichung	0,5	-1
Standardabweichung	3,2	2,4

Auch für den Weg 1-3 ergibt sich eine große Streuung der Meßwerte. Die mittlere Abweichung der Berechnung nach Anhang E liegt bei 0,5 dB, die Standardabweichung bei 3,2 dB. Die Berechnung aus CRAIK ergibt eine etwas bessere Standardabweichung, aber berechnet das Stoßstellendämm-Maß im Mittel um 1 dB niedriger als die gemessenen Werte.

Diese Untersuchung wurde gefördert durch die Arge Mauerziegel im Bundesverband der deutschen Ziegelindustrie und im Rahmen von AIF-Vorhaben durch die Forschungsvereinigung Porenbetonindustrie e.V., die Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V. und die Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft der Bimsindustrie mbH.

Vergleich Meßwert - Rechenwert - Starrer X-Stoß Weg 1-2 60 Messungen

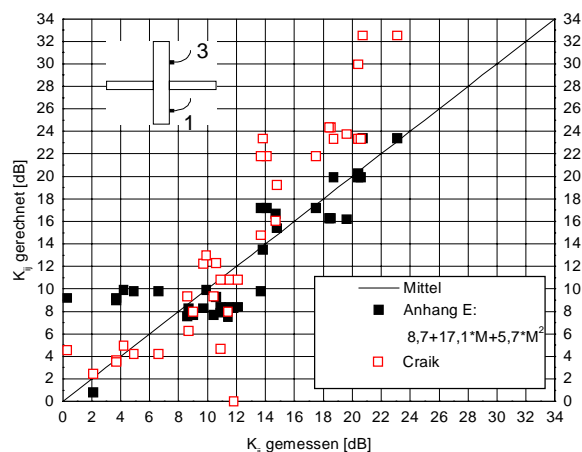
Beim X-Stoß zeigt sich ein ähnliches Bild. Die Streuung der Meßwerte am selben Stoß beträgt hier bis zu 3 dB. An nominell gleichen Stößen in verschiedenen Objekten konnten wiederum Unterschiede der Meßwerte von bis zu 8 dB gemessen werden. Bei nahezu gleichen flächenbezogenen Massen der beteiligten Bauteile wurden im Mittel geringere K_{ij} gemessen als nach Anhang E berechnet. Auch nach CRAIK wurden die Stoßstellendämm-Maße zu hoch berechnet. Eine lineare Regression über M^2 ergab die Berechnungsformel HFT (siehe Legende).



Berechnung nach	EN 12354 Anhang E	CRAIK	HFT
Mittlere Abweichung	2,1	1,7	0,0
Standardabweichung	1,9	2,2	1,6

Die Regression ergibt eine sehr geringe mittlere Abweichung zwischen Rechnung und Messung, auch die Standardabweichung liegt deutlich unter 2 dB.

Vergleich Meßwert - Rechenwert - Starrer X-Stoß Weg 1-3 36 Messungen



Berechnung nach	EN 12354 Anhang E	CRAIK
Mittlere Abweichung	0,1	2,1
Standardabweichung	3,1	4,7

Auch auf dem Weg 1-3 am X-Stoß zeigt sich eine relativ hohe Streuung der Meßwerte. Die Berechnung nach Anhang E liegt im Mittel bei den gemessenen Werten, die Standardabweichung beträgt ca. 3 dB. Das Berechnungsverfahren nach CRAIK ergibt im Mittel um 2 dB zu hohe Werte und auch die Standardabweichung ist mit 4,7 dB deutlich höher.