

Verifizierung des Rechenverfahrens für die Luftschalldämmung nach EN 12354-1 für den Massivbau; Teil 1: Einfluß von Eingangsgrößen

Moritz Späh, Steffen Blessing, Heinz-Martin Fischer

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

Einleitung

Die Berechnung der Luftschalldämmung nach EN 12354-Teil 1 kann mit Eingangsdaten erfolgen, die in den informativen Anhängen zur EN 12354-1 angegeben sind. Diese Eingangsdaten basieren auf theoretischen und empirischen Untersuchungen. Um abgesicherte Eingangsdaten für den Mauerwerksbau zu erhalten wurden an der HFT-Stuttgart im Rahmen von Forschungsvorhaben der Kalksandstein-, Porenbeton- und Leichtbetonindustrie eine Vielzahl von Messungen am Bau durchgeführt, bei denen neben einzelnen Eingangsgrößen auch die resultierende Schalldämmung gemessen wurde. Damit lassen sich die Eingangsdaten in den Anhängen verifizieren und die Gesamtgenauigkeit des Berechnungsverfahrens nach EN 12354-1 für den Mauerwerksbau angeben. In diesem ersten Teil wird die Genauigkeit der Eingangsgrößen beschrieben, in Teil 2 die Genauigkeit des gesamten Rechenverfahrens. Die hier angegebenen Werte sind für Materialien gültig, die im betrachteten Frequenzbereich keine Resonanzen aufweisen. Resonanzbehaftete Materialien wie z. B. Hochlochziegel müssen in Bezug auf die Eingangsdaten für EN 12354-1 gesondert betrachtet werden.

Körperschallnachhallzeit und Verlustfaktor

In Anhang C werden Verlustfaktoren angegeben, die in Körperschallnachhallzeiten T_s umgerechnet werden können. Sie basieren auf theoretischen Überlegungen. Dabei besitzen die Verlustfaktoren sehr große Abhängigkeit von der Art der umgebenden Bauteile. Bei Messungen an ca. 200 massiven Bauteilen im Bau, die alle starr an die benachbarten Bauteile angeschlossen waren wurde festgestellt, daß die gemessenen Verlustfaktoren keine Abhängigkeit von der Art der benachbarten Bauteile zeigen.

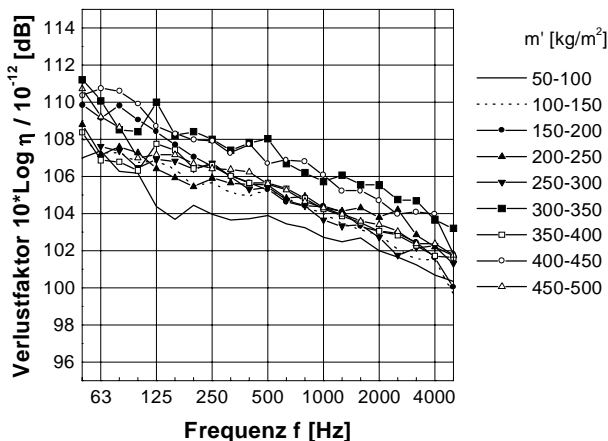


Bild 1: Verlustfaktoren von Wänden im Bau. Gemittelte Werte für Gruppen von flächenbezogener Masse der Wände

Die Meßwerte wurden für die im Bild 1 angegebenen Gruppen der flächenbezogenen Masse m' gemittelt. Es zeigt sich, daß obwohl die leichtesten Wände mit m' von 50-100 kg/m² auch die geringsten Verlustfaktoren aufweisen, kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Verlustfaktor und m' festzustellen ist. Die meisten Gruppen, darunter die schwersten Wände, liegen in einem relativ schmalen mittleren Band.

Betrachtet man die Streuung (anhand der Standardabweichung) innerhalb einer Gruppe, z. B. m' von 150-200 kg/m² (Bild 2), so erkennt man, daß diese fast den gesamten Bereich der gemittelten Verlustfaktoren umfaßt. Daher erscheint es sinnvoll für den Verlustfaktor einen Mittelwert für alle Massivbauteile mit starrer Anbindung anzugeben.

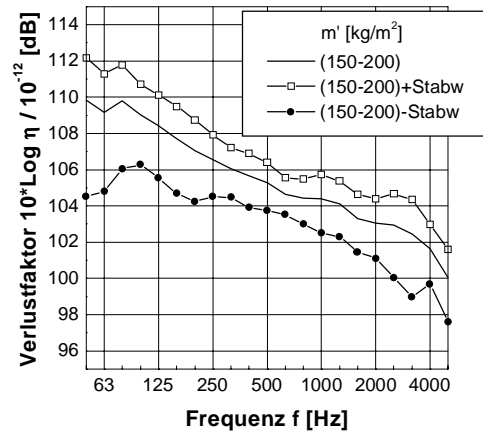


Bild 2: Gemittelte Verlustfaktoren der Wände der Gruppe $m'=150-200$ kg/m² mit deren Standardabweichung

Verglichen mit denen in DIN EN ISO 140 Teil 1 angegebenen Mindestverlustfaktoren für Prüfstände in Bild 3 hat die Kurve der Verlustfaktoren im Bau einen ähnlichen Verlauf, liegt aber um ca. 1,5 dB darüber.

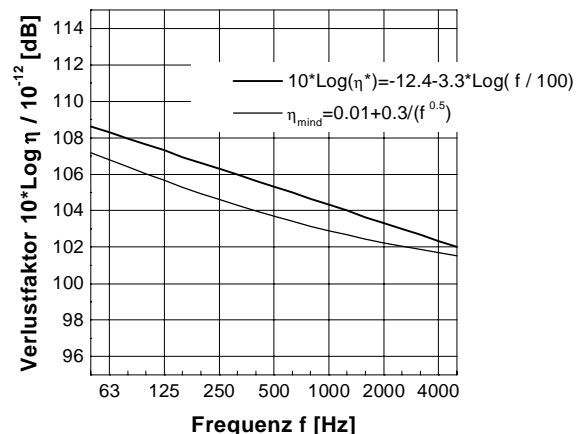


Bild 3: Kurve der gemittelten Verlustfaktoren im Bau im Vergleich mit dem Mindestverlustfaktor nach DIN EN ISO 140 Teil 1

Schalldämmung des Direktbauteils und der flankierenden Bauteile

Aus früheren Untersuchungen [1] ist bekannt, daß die Schalldämmung von der Einbausituation abhängig ist und daß in Prüfständen ohne Nebenwege aus konstruktiven Gründen erhebliche Unterschiede der Energieableitung der Prüfwände in die angrenzenden Bauteile vorhanden sein können. Deshalb wurden Prüfungen unter strengen Auflagen der Dokumentation in Prüfständen ohne Nebenwege durchgeführt, bei denen auch die Körperschallnachhallzeiten gemessen wurden. Anhand der Messungen für Kalksandstein soll die Vorgehensweise zum Erhalt von Eingangswerten für die Schalldämmung dargestellt werden. Werden die gemessenen Werte des Schalldämm-Maßes auf die im Bau zu erwartenden Verlustfaktoren bezogen (in Bild 4 mit R_w^* bezeichnet, [2]), zeigt sich ein logarithmischer Zusammenhang von R_w^* und m' mit einem Bestimmtheitsmaß von über 95%. Zum Vergleich sind die nach den Anhängen B1 und B2 berechneten Schalldämm-Maße dargestellt.

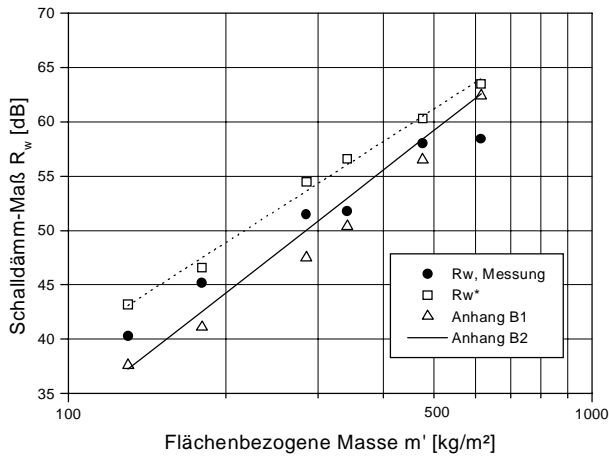


Bild 4: Meßwerte und auf den Verlustfaktor im Bau bezogene Meßwerte sowie Rechenwerte nach Anhang B1 und B2 für Kalksandstein

Dieses Vorgehen wurde für die Baustoffe Kalksandstein, Porenbeton und Leichtbeton (mit Rohdichte $< 1000 \text{ kg/m}^3$) durchgeführt, so daß sich die Schalldämmung der verschiedenen Materialien wie in Bild 5 dargestellt ergibt.

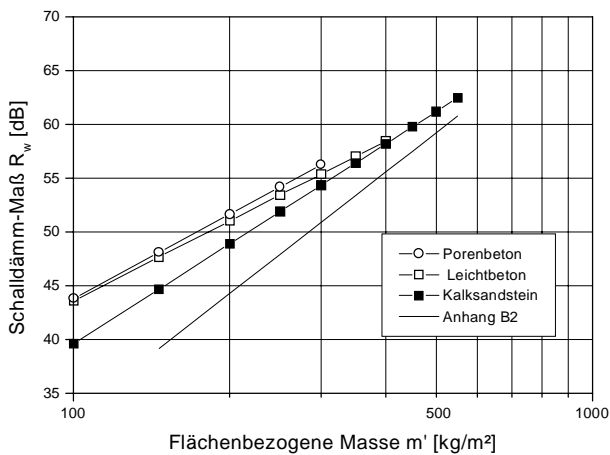


Bild 5: Auf den Verlustfaktor im Bau bezogene Schalldämm-Maße als Eingangsgrößen für EN 12354-1 für den Massivbau

Die Werte nach Anhang B2 liegen deutlich unter denen auf den Verlustfaktor im Bau bezogenen Werte des Mauerwerks, wobei die Baustoffe mit geringer Rohdichte, Leichtbeton und Porenbeton, vor allem bei geringen flächenbezogenen Massen etwas höhere Werte als Kalksandstein besitzen.

Stoßstellendämm-Maß

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 ($M = \log(m'_{\perp i} / m'_i)$) und stellt den Logarithmus der flächenbezogenen Massen des trennenden zum flankierenden Bauteil dar. Für starre T- und X-Stöße im Massivbau, die hier betrachtet werden sollen, erhält man mit den Angaben aus Anhang E einen frequenzunabhängigen Wert des Stoßstellendämm-Maßes.

In einem mittleren Frequenzbereich sind die gemessenen Stoßstellendämm-Maße weitgehend frequenzunabhängig. Daher wurden die Werte im Frequenzbereich von 200 Hz bis 1250 Hz gemittelt. Die Auswertung von einigen weiteren Meßobjekten seit letztem Jahr hat für die Stoßstellendämm-Maße, die in [3] dargestellten Aussagen bestätigt. Es ist eine große Streuung der Meßwerte bei gleichem M von bis zu 8 dB festzustellen. Dies kann zumindest teilweise auf Ausführungsschwankungen am Stoß zurückgeführt werden. Für die Wege 1-2 (um die Ecke) scheint es sowohl für den T-Stoß (Bild 6) als auch für den X-Stoß (Bild 7) angebracht, eine eigene

Berechnungsformel anzugeben, die eine deutlich geringere mittlere Abweichung der Meßwerte zu den Rechenwerten aufweist.

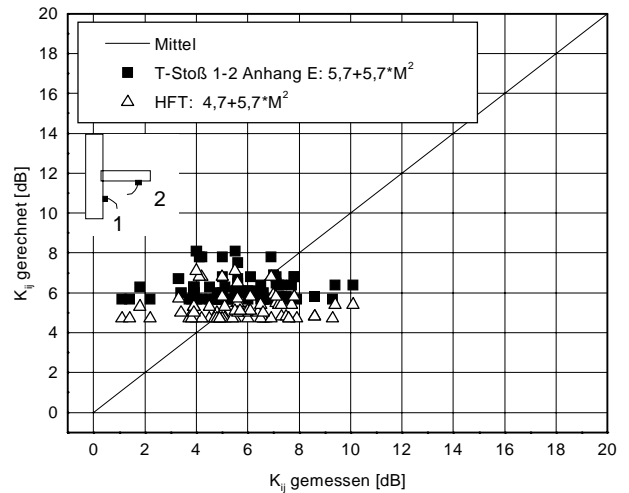


Bild 6: Vergleich zwischen Rechen- und Meßwert des Stoßstellendämm-Maßes für starren T-Stoß auf dem Weg 1-2 (um die Ecke)

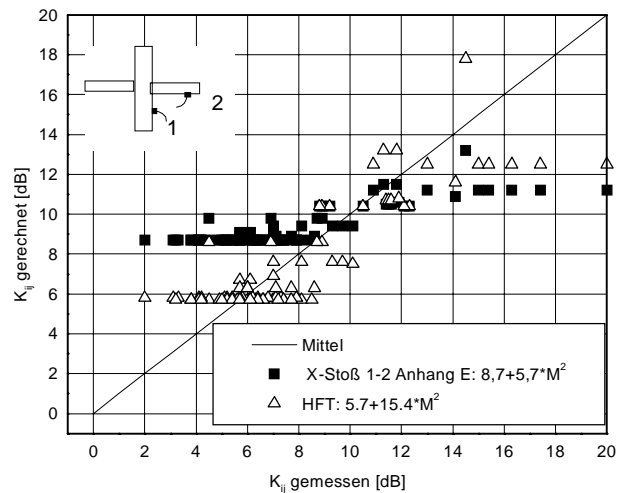


Bild 7: Vergleich zwischen Rechen- und Meßwert des Stoßstellendämm-Maßes für starren X-Stoß auf dem Weg 1-2 (um die Ecke)

Die Standardabweichung von Rechenwerten zu Meßwerten liegt bei beiden Stößen bei 2 dB.

Für die Berechnung des Stoßstellendämm-Maßes entlang des flankierenden Bauteils (Weg 1-3), zeigt sich, daß die angegebene Formeln in Anhang E für beide Stoßarten im Mittel den gemessenen K_{ij} -Werten entsprechen. Daher wird für diese kein Diagramm angegeben. Die Berechnung nach Anhang E ergibt dafür eine Standardabweichung von ca. 3 dB zu den Meßwerten.

Literatur

- [1] Meier, A.; Schmitz, A.; Raabe, G.; Inter-laboratory Test of Sound Insulation Measurements on Heavy Walls. Building Acoustics 6 (3/4) 1999.
- [2] Fischer, H.-M.: Einheitliches Konzept zur Berücksichtigung des Verlustfaktors bei Messung und Berechnung der Schalldämmung massiver Wände. Fortschritte der Akustik, DAGA 2001.
- [3] Späh, M.: Bestimmung des Stoßstellendämm-Maßes K_{ij} in Gebäuden aus Massivbauweise als Eingangsgröße für EN 12354. Fortschritte der Akustik, DAGA 2000, S. 630.

Diese Untersuchung wurde gefördert im Rahmen von AIF-Vorhaben durch die Forschungsvereinigung Porenbetonindustrie e.V., die Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V. und die Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft der Leichtbetonindustrie mbH.