

Verifizierung des Rechenverfahrens für die Luftschalldämmung nach EN 12354-1 für den Massivbau; Teil 2: erreichbare Genauigkeit

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

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

Das Rechenverfahren nach EN 12354-1 [1] liegt als Weißdruck vor und kann damit angewendet werden. Nachfolgend werden verschiedene auf dieser Norm basierende Berechnungsvarianten vorgestellt und anhand der durchgeführten Berechnungen die erreichbare Genauigkeit bei Berechnungen nach dem EN-Verfahren ermittelt.

Vorgehensweise

Im Rahmen mehrerer Projekte an der Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik wurde eine Vielzahl von Bausituationen vor Ort messtechnisch untersucht. Diese Bausituationen wurden ebenfalls nach dem EN-Verfahren berechnet. Ein wichtiger Unterschied zu früheren ähnlichen Untersuchungen liegt darin, daß sämtliche Bausituationen von uns selbst messtechnisch untersucht wurden und somit ausführlich dokumentiert sind. Es liegen sämtliche notwendigen Eingaben zur Berechnung vor, so daß keine Annahmen bezüglich bestimmter Details der Bausituation getroffen werden mußten. Auch Fehler beispielsweise aufgrund von den Plänen abweichender Bauausführung können damit ausgeschlossen werden.

Untersuchte Objekte

Die Untersuchungen wurden ausschließlich in Gebäuden in Massivbauweise durchgeführt, was nicht ausschließt, daß einzelne Bauteile in Leichtbauweise ausgeführt wurden, z. B. Gipskarton-Ständerwände.

Für die Untersuchung sollen nur die untersuchten Situationen mit homogenen Materialien wie Kalksandstein, Leichtbeton, Porenbeton und Beton verwendet werden. Lochsteine u. ä. bleiben aufgrund der Direktämmungsproblematik außen vor. 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 54 unabhängige Übertragungssituationen aus 25 Gebäuden zur Verfügung.

Berechnungsvarianten

Zur Durchführung der Berechnungen des Bau-Schalldämm-Maßes der untersuchten Situationen standen folgende Berechnungsvarianten zur Verfügung:

- Acoubat, kommerzielles französisches Rechenprogramm unter MS-Windows mit integrierter Datenbank, Hersteller/Vertrieb CSTB, Frankreich, frequenzabhängige Berechnung
- Bastian, kommerzielles Rechenprogramm unter MS-Windows mit integrierter Datenbank; Hersteller/Vertrieb Iover G+H, frequenzabhängige Berechnung
- Eigenes Rechenprogramm auf MS-Excelbasis für das detaillierte Modell, frequenzabhängige Berechnung
- Eigenes Rechenprogramm auf MS-Excelbasis für das vereinfachte Modell, Berechnung mit Einzahlangaben

Die Berechnungen mit den beiden kommerziellen Programmen wurden jeweils streng nach den Vorgaben in den Handbüchern

durchgeführt. Ansonsten wurden die exakten Abmessungen und Details wie sie bei den Messungen vorgefunden wurden eingesetzt.

Beim Programm Acoubat führt die integrierte Datenbank zu einigen Problemen, da die Datenbank die in Deutschland üblichen Bauweisen nur sehr eingeschränkt widerspiegelt. So existieren beispielsweise keinerlei Daten für Kalksandsteinbauteile und die maximale Mauerwerksstärke für z. B. Porenbeton beträgt 25 cm. Es besteht zwar die Möglichkeit Bauteile der Datenbank hinzuzufügen, jedoch ist nicht gewährleistet, daß diese personalisierten Werte gut mit den Berechnungen korrespondieren.

Bei Berechnungen mit dem Programm Bastian wurde nach dem detaillierten Verfahren berechnet. Die Möglichkeit im Programm die Körperschallnachhallzeiten benutzerspezifisch nach den exakten Randbedingungen zu berechnen wurde genutzt.

Berechnungen

In einem ersten Schritt werden mit den eigenen Rechenprogrammen Berechnungen nach dem vereinfachten und dem detaillierten Verfahren durchgeführt. Dabei werden die Eingabewerte entsprechend den informativen Anhängen nach EN 12354-1 ohne Veränderung eingesetzt. Dieselben Berechnungen werden anschließend mit den beiden Programmen Acoubat und Bastian durchgeführt. Weitere Schritte sind jeweils das Einsetzen von verbesserten Eingabedaten für die Direktschalldämmung der Bauteile und das Stoßstellendämmmaß in unser eigenes Rechenprogramm für das vereinfachte Verfahren, wie in den Vorträgen von Fischer [2] und Späh [3] dargelegt.

Ergebnisse

Bild 1 zeigt die Abweichungen zwischen den Rechen- und den Meßwerten für das vereinfachte und das detaillierte Verfahren nach

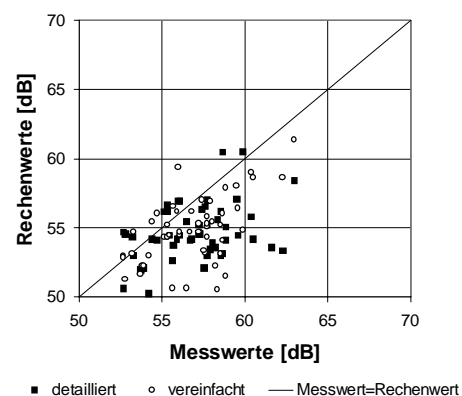


Bild 1: Vergleich zwischen Rechen- und Meßwert des Schalldämm-Maßes mit Eingangsdaten aus den Anhängen

EN 12354-1, wenn ausschließlich die Eingangsdaten entsprechend den Anhängen eingesetzt werden. Deutlich erkennbar ist, daß die überwiegende Zahl der Rechenwerte zu niedrig liegt. Im Mittel liegen die Rechenwerte sowohl nach dem detaillierten wie nach dem vereinfachten Verfahren ca. 2,2 dB unterhalb den Meßergebnissen.

Bei Berechnung mit dem Programm Acoubat wird die Schalldämmung in der Regel leicht unterschätzt, im Mittel liegt die be-

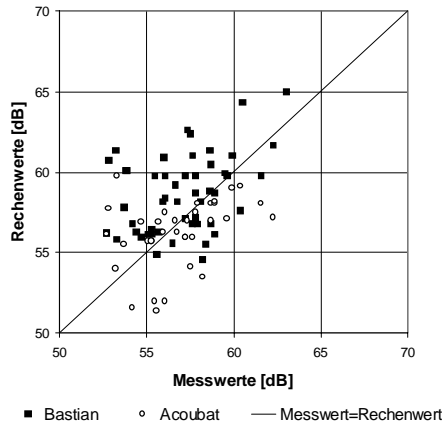


Bild 2: Vergleich zwischen Rechen- und Meßwert des Schalldämm-Maßes bei Berechnung mit den Programmen Acoubat und Bastian

rechnet Schalldämmung 0,6 dB unter den Messwerten. Bei Berechnung mit Bastian hingegen wird die Schalldämmung zumeist überschätzt. Im Mittel liegen die Rechenergebnisse um 1,6 dB über den Messwerten. Die Standardabweichung liegt bei beiden Programmen etwa gleich bei ca. 2,5 dB.

Werden für die Schalldämmung der einzelnen Bauteile Werte aus den von uns ermittelten Massekurven und für das Stoßstellendämmmaß auf dem Weg 1-2 Werte wie im Teil 1 [3] des Beitrags vorgestellt eingesetzt, so ergibt sich das folgende Bild.

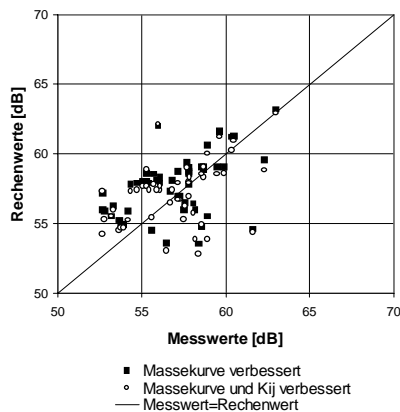


Bild 3: Vergleich zwischen Rechen- und Meßwert des Schalldämm-Maßes bei Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren mit veränderten Eingangsdaten für R_w und K_{ij}

Die mittlere Abweichung wird auf 0,9 dB (nur Daten für R_w verbessert) bzw. 0,2 dB (R_w und K_{ij} verbessert) vermindert. Mit diesen Veränderungen wird die resultierende Schalldämmung leicht überschätzt. Erkennbar ist jedoch eine relativ hohe Streuung, was sich in einer Standardabweichung von 2,5 dB für beide Varianten widerspiegelt.

Entsprechend dem Beitrag von H.M. Fischer [2] wurde bei den Eingangsdaten für die Schalldämmung die in-situ-Korrektur berücksichtigt. Die in-situ-Korrektur wird eigentlich auch auf die Stoßstellendämmung angewandt. Im vereinfachten Rechenmodell geschieht dies durch eine Gleichsetzung der Fläche des Bauteils mit seiner äquivalenten Absorptionslänge ($a = S$). Ändert man an dieser Stelle das Rechenmodell ab und setzt stattdessen eine mit dem mittleren Verlustfaktor nach [2] und [3] errechnete in-situ-Korrektur ein, so ergibt sich für die resultierende Schalldämmung das folgende Bild:

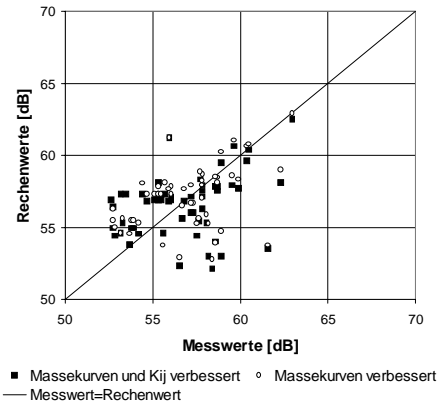


Bild 4: Vergleich zwischen Rechen- und Meßwert des Schalldämm-Maßes bei Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren mit geänderter in-situ-Korrektur für K_{ij}

Die mittlere Abweichung beträgt 0,3 dB und die Standardabweichung bleibt nahezu unvermindert bei 2,6 dB.

Zusammenfassung

Im Bild 5 werden die Berechnungsergebnisse für die einzelnen Berechnungsverfahren zusammenfassend gegenübergestellt. Informativ wird der Wert für die Berechnung nach DIN 4109 Blatt 1 angegeben. Deutlich erkennbar ist, daß die Berechnung nach den informativen Anhängen deutlich zu niedrige Werte liefert und bei Verwendung des Programms Bastian die Schalldämmung überschätzt wird. Die Standardabweichung liegt bei allen Berechnungsvarianten in der Größenordnung von 2,5 dB und deutet somit auf Ausführungsunterschiede am Bau hin, welche durch keine Berechnung exakt erfasst werden kann.

Meßwert minus Rechenwert

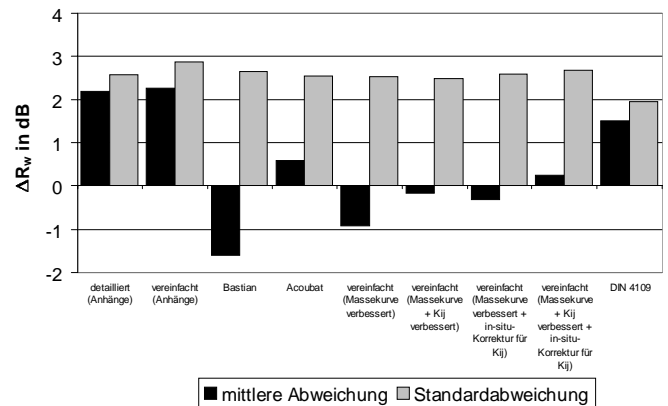


Bild 5: Vergleich zwischen Rechen- und Meßwert des Schalldämm-Maßes bei Berechnung mit verschiedenen Varianten bzw. Eingangsdaten

- [1] DIN EN 12354-1 „Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen“, Dezember 2000
- [2] Fischer, H.M. et al.: „Einheitliches Konzept zur Berücksichtigung des Verlustfaktors bei Messung und Berechnung der Schalldämmung massiver Wände“ Vortrag DAGA 2001, Hamburg
- [3] Späh, M., et al.: „Verifizierung des Rechenverfahrens für die Luftschalldämmung nach EN 12354-1 für den Massivbau; Teil 1: Eingangsgrößen, Vortrag DAGA 2001, Hamburg

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.