

Der Einfluß von Türen und Fenstern auf die Flankenübertragung

Jochen Seidel

YTONG Entwicklungszentrum Sandhof 6 86529 Schrobenhausen jochen.seidel@ytong.com

Einleitung

Das neue Verfahren DIN EN 12354-1 zur Berechnung des Schalldämm-Maßes R' berücksichtigt weitaus detaillierter als etwa DIN 4109 die Übertragung auf Nebenwegen. Fenster und Türen in den flankierenden Bauteilen werden allerdings nicht berücksichtigt. Vielmehr werden die Flanken als gleichmäßig diffus schwingende Flächen betrachtet, als ob sie nicht von Öffnungen unterbrochen würden. Da aber Fenster und Türen in flankierenden Wänden eher die Regel als die Ausnahme sind, stellte sich uns die Frage, ob und wie diese in die Rechnung aufzunehmen seien. Hier werden Messungen an einem Laboraufbau und Rechnungen zur Beantwortung dieser Frage vorgestellt.

Fragestellung

Wir betrachten im Folgenden eine Öffnung (ein Fenster oder eine Tür) als ein Element, das die Wand in zwei Hälften teilt. Wir gehen analog EN 12354-1 davon aus, dass sich auf beiden Hälften ein diffuses Körperschallfeld ausbildet.

Zwischen der Partnerwand und der an die Stoßstelle angrenzenden Wandhälfte wird die Pegeldifferenz D_v durch die Stoßstelle bestimmt. Die Pegeldifferenz zur Wandhälfte hinter der Öffnung wird durch die Teilung zusätzlich erhöht. Die Differenz ΔD_v der beiden Pegeldifferenzen D_v charakterisiert also die Öffnung unabhängig von der Stoßstelle. ΔD_v wird als unabhängig von der Lage der Öffnung angenommen.

Das Ziel der Messung war, diese Differenz ΔD_v zu messen. Mit der anschließenden Berechnung soll die Auswirkung auf das Flankendämm-Maß R_{ij} und das Schalldämm-Maß R' angegeben werden.

Messaufbau

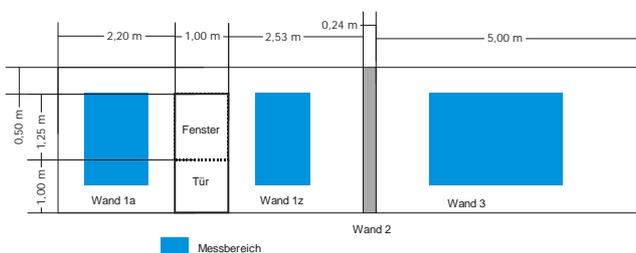


Abbildung 1 Die Laborstößstelle

Die Messungen wurden an einer freistehenden Stoßstelle im Labor durchgeführt. Ihr Aufbau gleicht der üblichen Bauweise im Mehrgeschoßbau mit Porenbeton. Eine 24 cm dicke Wohnungstrennwand aus Kalksandstein der Rohdichte $1,8 \text{ kg/dm}^3$ stößt an eine 30 cm dicke Außenwand aus Porenbeton P2 der Rohdichte $0,4 \text{ kg/dm}^3$. Die Öffnungen

wurden zwischen den Messungen eingeschnitten beziehungsweise erweitert.

Gemessen wurden die Schnellepegeldifferenzen D_v zwischen jeder der beiden Wandhälften 1a und 1z und jeder der Wände 2 und 3 in beide Übertragungsrichtungen ($2 \times 2 \times 2$ Messungen je Öffnung). Es wurde auch die Körperschallnachhallzeit der Wände in allen Zuständen gemessen.

Die Messungen wurden nach dem aktuellen Entwurf der prEN 10848 durchgeführt. Zur Anregung wurde ein Kleinhammerwerk verwendet.

Messergebnisse

Aus den Messergebnissen wurde die Differenz ΔD_v der Pegeldifferenzen D_v bei gleicher angeregter Wand gebildet. Je Öffnung ergeben sich vier Spektren, die zur Verbesserung der Genauigkeit gemittelt wurden (Abbildung 2).

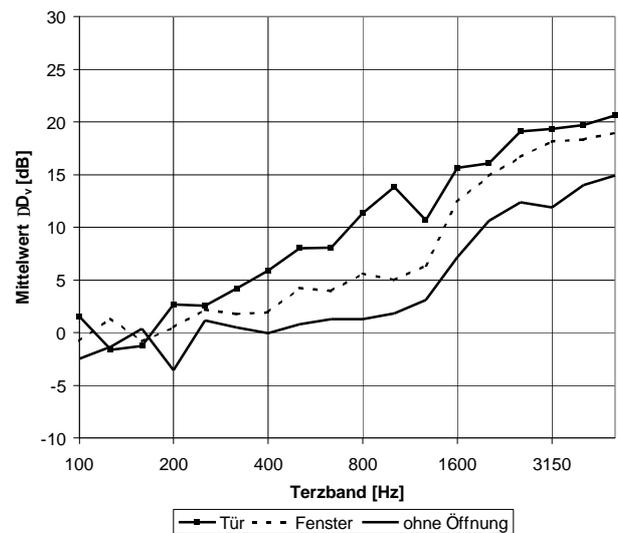


Abbildung 2 Differenz der Pegeldifferenzen D_v

Unterhalb 200 Hz kann man unter Ansatz der Messgenauigkeit davon ausgehen, dass eine Öffnung keinen Einfluß hat. Mit der Türöffnung steigt ΔD_v ab 200 Hz mit etwa 5 dB/Oktave an. Die Wirkung des Fensters ist geringer. Hier erreicht ΔD_v erst bei 800 Hz 5 dB. Ab 1250 Hz wirkt sich in unserem Aufbau die Ausbreitungsdämpfung aus, wie das Ergebnis der Messung ohne Öffnung zeigt.

Korrekturterm zu DIN EN 12354-1

DIN EN 12354-1 gibt an, wie die Flankendämm-Maße R_{ij} und daraus anschließend das Schalldämm-Maß R' zu berechnen ist. Für R_{ij} kann eine Korrektur nach Gleichung 1 abgeleitet werden. Der Korrekturterm hängt vom Teilungsverhältnis S_z/S bzw. S_a/S der Fläche und von der Differenz ΔD_v der Pegeldifferenzen ab.

$$R_{ij} \Big|_{\text{mit Öffnung}} = R_{ij} \Big|_{\text{EN 12354}} - 10 \log \left(\frac{S_z}{S} + \frac{S_a}{S} 10^{-0,1 \Delta D_{v, \text{korr}}} \right)$$

Gleichung 1 Korrekturterm zu EN 12354-1

Der Messwert ΔD_v muss mit den Körperschall-Nachhallzeiten im Labor korrigiert werden, wenn die Öffnung in der Empfangswand ist. Ist die Öffnung in der Sendewand, kürzt sich die Korrektur heraus. Die Korrektur wurde für Abbildung 2 durchgeführt, ist aber ohnehin geringfügig.

Die In-Situ-Anpassung ist in EN 12354-1 enthalten. Für die In-Situ-Anpassung des hier vorgestellten Korrekturterms müsste die Veränderung der Körperschallnachhallzeit durch die Teilung abgeschätzt werden. Der einzige uns bekannte Ansatz dafür ist Anhang C der EN 12354-1. Nach [2] ist der komplizierte Ansatz aber wenig geeignet. An unserem Laborstoß änderten sich die Körperschall-Nachhallzeiten durch die Öffnungen kaum. Deshalb ist die In-Situ-Anpassung des Korrekturterms aus Gleichung 1 um der Übersichtlichkeit Willen hier nicht angegeben.

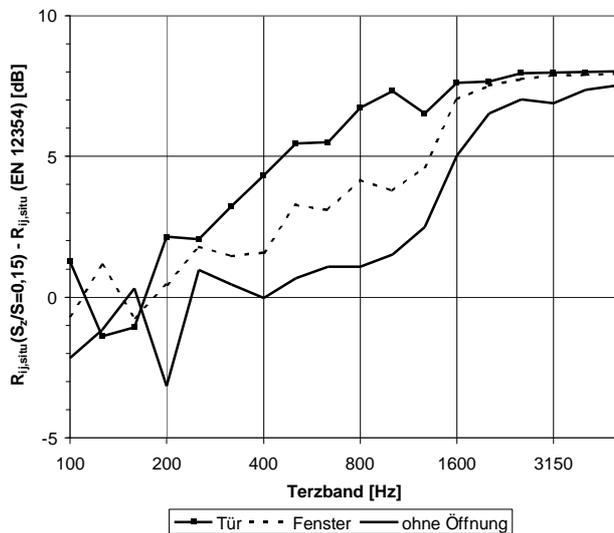


Abbildung 3 Korrektur der Flankendämmung R_{ij} im Beispiel

Beispiel

Die Wirkung einer Öffnung auf das Flankendämm-Maß R_{ij} hängt also von der Lage der Öffnung in der Wand ab. Je näher die Öffnung der Stoßstelle ist, desto größer ist die Wirkung.

Die Wirkung der Öffnung auf das Schalldämm-Maß R' hängt zusätzlich noch von der Dominanz der betroffenen Übertragungswege ab. Eine Öffnung in einem Übertragungsweg, der ohnehin vernachlässigt werden kann, zu berücksichtigen, macht keinen Sinn.

Mit dem folgenden Beispiel wollen wir zeigen, dass es bauübliche Situationen gibt, in denen Türen und Fenster eine deutliche Wirkung haben. Dazu betrachten wir zwei Räume mit 4 m Tiefe, die sich eine 3 m lange Wohnungstrennwand teilen. Der Wand- und Stoßstellenaufbau sei wie bei der Laborstoßstelle. Beiderseits der Trennwand befindet sich im Abstand einer Schranktiefe (60 cm) eine Balkontür oder Fenster. S_z/S beträgt also 0,15. Für die Berechnung von R'

nehmen wir an, die Übertragung über Boden, Decke und Innenwand sei vernachlässigbar.

Flankendämm-Maß R_{ij}

Die Erhöhung von R_{ij} durch die Öffnungen ist aus Abbildung 3 ersichtlich. Es spiegelt sich der Verlauf von ΔD_v aus Abbildung 2 wieder. Die Erhöhung ist auf etwa 8 dB begrenzt durch die Teilfläche zwischen Öffnung und Trennwand, die unverändert Schall abstrahlt.

Schalldämm-Maß R'

Ohne Tür ist das Flankendämm-Maß R_{Ff} (Abbildung 4, Dreiecke) im mittleren Frequenzbereich etwa der Direkt-dämmung R_{Dd} (Quadrate) gleich. Diese beiden Übertragungswege haben das geringste Dämm-Maß. Da im Übertragungsweg Ff zwei Türen liegen erhöht sich die Flankendämmung um den doppelten Betrag. Mit den Türen hat der Weg Ff daher die höchste Flankendämmung. In der Summe erhöht sich das Schalldämm-Maß von $R'_w = 57$ dB auf 60 dB. Führt man die Rechnung mit den Messwerten des Fensters durch erhält man $R'_w = 59$ dB.

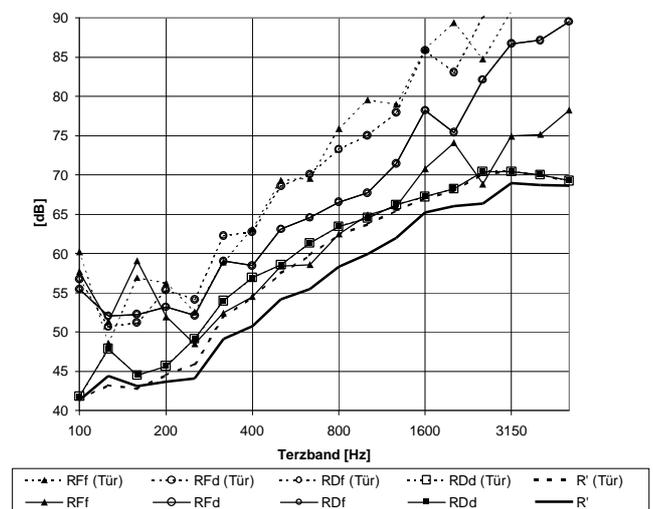


Abbildung 4 Schalldämm-Maß R'

Fazit

Ein einfaches Fenster oder eine einfache Tür in einer üblichen Position in einer schwachen Flanke kann eine Erhöhung von R'_w um mehrere dB bewirken. Der Effekt setzt bei etwa 200 Hz ein und steigt mit zunehmender Frequenz an. Türen haben eine deutlich größere Wirkung als Fenster.

Literatur

- [1] DIN EN 12354-1 (Dezember 2000): Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen
- [2] S. Blessing, H.-M. Fischer, M. Schneider, M. Späh, B. Zobec, *In-Situ-Korrektur für Bauteile im Massivbau, Fortschritte der Akustik, Tagungsband DAGA 2000*, S. 610