

# Messung der Schalldämmung von Fassadenbauteilen mit Intensitätsmesstechnik in Anlehnung an ISO 15186 und Vergleich mit Messungen nach ISO 140-5

Rudi Volz<sup>1</sup>, André Jakob<sup>1</sup>, Christian Maschke<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *advacoustics – Dr. André Jakob & Dr. Rudi Volz GbR, 12159 Berlin, E-Mail: kontakt@advacoustics.de*

<sup>2</sup> *FBB-Maschke, 10997 Berlin, E-Mail: post@fbb-maschke.de*

## Einleitung

Die Messung der Gesamtschalldämmung von Fassaden kann bekanntermaßen nach DIN EN ISO 140-5 [1,2] erfolgen. Zur Messung der Schalldämmung von einzelnen Bauteilen der Fassade (Fenster, Türen, Wände, Rolladenkästen, Dächer, etc.) und zum Auffinden von Schwachstellen bietet sich prinzipiell auch die Intensitätsmesstechnik an. Hier wird über Erfahrungen bei der Anwendung von Intensitätsmessungen am Bau zur Ermittlung der Außenschalldämmung von Fassadenelementen berichtet. Die DIN EN ISO 15186-1 [3] und die ISO 15186-2 [4] beschreiben Verfahren zur Bestimmung der Schalldämmung von Bauteilen zwischen Räumen in Prüfständen [3] bzw. in Gebäuden [4]. In Anlehnung an diese Normen wurden Messungen der (Außen)-Schalldämmung von Fassadenelementen mehrerer Fassaden durchgeführt. Aus den Schalldämmmaßen der einzelnen Elemente wurden jeweils die Schalldämmungen der Gesamtfassaden errechnet und mit Messwerten verglichen, die nach [1,2] bestimmt wurden.

## Messverfahren

Zur Messung der Schalldämmung der Fassade nach dem Gesamt-Lautsprecher-Verfahren der ISO 140-5 wurde der Dif-fusfeldinnenpegel  $L_2$  wie üblich mit einem Mikrofon auf einem Drehgalgen erfasst. Zur Messung des Außenpegels  $L_{1,2m}$  diente ein ortsfestes Freifeld-Messmikrofon mit Windschutz in einem Abstand von 2 m vor der Fassade in einer Höhe von 1,5 m über dem Boden des Empfangsraumes.

Die Schallanregung im Außenbereich erfolgte mit einem Lautsprecher und "rosa Rauschen". Die Anstrahlung wurde (soweit möglich) Fluglärm angepasst und von „oben“ vorgenommen (vgl. Abbildung 1). Der Winkel des Lautsprechers zur Fassade betrug jeweils  $45^\circ$ . Es wurden mindestens zwei Lautsprecherpositionen pro Fassadenseite verwendet und die Schallpegeldifferenzen gemäß der in [1] angegebenen Gleichung gemittelt. Die Standard-Schallpegeldifferenz wurde nach [1] zu

$$D_{ls, 2m, nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \cdot \log\left(\frac{T}{T_0}\right) \text{ dB} \quad (1)$$

ermittelt, mit  $T_0 = 0,5$  s und der im Empfangsraum gemessenen Nachhallzeit  $T$ .

Zur Messung der Bau-Schalldämmmaße der Einzelbauteile in Anlehnung an ISO 15186 [3,4] wurde im Empfangsraum die abgestrahlte Schallintensität des zu untersuchenden Bauteils gemessen. Die Messungen wurden für zwei Frequenzbereiche getrennt durchgeführt. Bis zur Terzmittenfrequenz von 500 Hz wurde die Intensitätssonde mit 50 mm-Distanz-

stück verwendet, ab 630 Hz mit 12 mm-Distanzstück. Die Anregung des Lautsprechers erfolgte über einen variablen Bandpassfilter, um bei den Messungen einen optimalen Signal-Rauschabstand zu erhalten.



**Abbildung 1:** Beispiel für eine Beschallungssituation (links) sowie eine Messposition im Nahfeld (rechts)

Die Intensitätsmesstechnik erfordert einen erhöhten Aufwand an die Kalibrierung und die Überprüfung diverser Prüfgrößen während der Messung, wie z. B. den Druck-Intensitäts-Indikator im Vergleich zum Druck-Restintensitäts-Abstand. Aus Platzgründen sei hier zu diesem Thema auf [3,4] verwiesen und die darin zitierte IEC 61043.

Als Messfläche wurde bei Fenstern und Türen jeweils die komplette Fläche des zu vermessenden Bauteils gewählt, bei Wänden und Dächern Teilflächen. Die Messflächen befanden sich dabei in einem Abstand von etwa 10 cm von der Bauteiloberfläche, bei den Fenstern bündig mit dem jeweiligen Nischenausschnitt. Die Messfläche wurde bei jedem Bauteil einmal horizontal und einmal vertikal abgetastet.

Für jedes Bauteil wurden zwei Lautsprecherpositionen im Winkel von jeweils  $45^\circ$  zur Außenseite des Bauteils berücksichtigt. Der Luftschallpegel außen wurde mit einem Freifeld-Messmikrofon mit Windschutz im Nahfeld des Bauteils im Abstand von ca. 1 cm gemessen. Abbildung 1 zeigt die Position des Mikrofons zur Messung eines Wandelementes.

Das Schalldämmmaß kann hier nicht entsprechend den in [3,4] angegebenen Gleichungen für das Intensitäts-Schalldämmmaß bestimmt werden, da in [3,4] im Senderraum ein diffuses Schallfeld angenommen wird. Bei der hier vorliegenden Außensituation mit  $45^\circ$  Schalleinfallswinkel kann das Intensitäts-Bau-Schalldämmmaß dagegen mit

$$R'_{45^\circ} = L_{pn} - L_{IDS} - 7,5 \text{ dB} \quad (2)$$

ermittelt werden. Darin ist  $L_{pn}$  der Schalldruckpegel im Nahfeld auf der Außenseite des Bauteils.  $L_{IDS}$  ist der Pegel der Schallintensität, der auf der Innenseite des Bauteils senkrecht gemessen wurde. In Gleichung (2) ist sowohl die  $45^\circ$ -Schallanregung berücksichtigt als auch die Messung des Außen-Schalldruckpegels im Nahbereich des Bauteils.

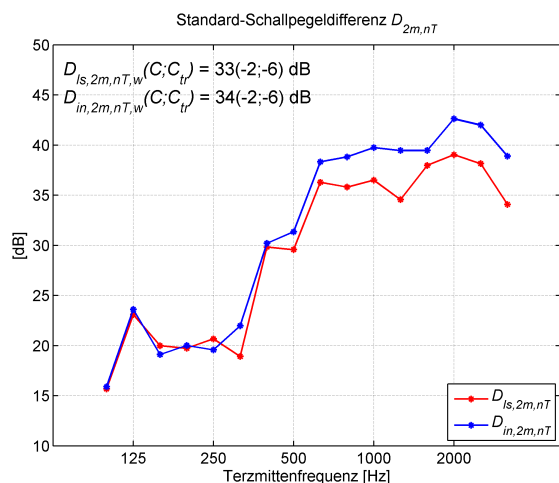
Mit Hilfe der auf diese Weise erhaltenen Bau-Schalldämmmaße der einzelnen Bauteile wurde entsprechend ihrer Flächenanteile das resultierende Gesamtschalldämmmaß der Fassade (vgl. z. B. [5,6]) berechnet. Aus dem Gesamtschalldämmmaß wurde dann in Anlehnung an [6] mit

$$D_{in,2m,nT} = R'_{res,45^\circ} + 10 \log \left( \frac{V}{S} \right) \text{dB} - 6,5 \text{dB} \quad (3)$$

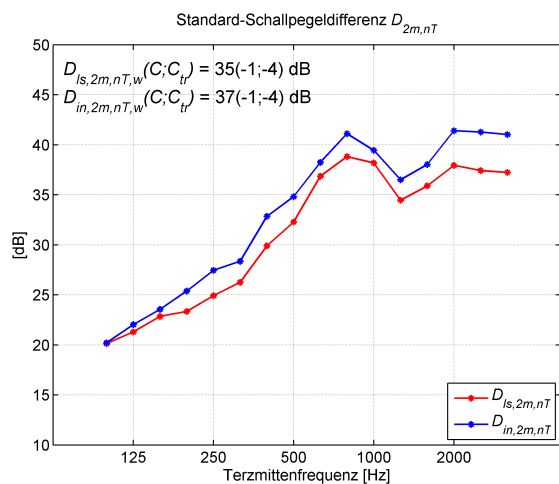
die Standard-Schallpegeldifferenz ermittelt und mit der nach ISO 140-5 gemessenen Standard-Schallpegeldifferenz verglichen (Gleichung (1)).

## Messergebnisse

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen beispielhaft die Standard-Schallpegeldifferenzen zweier Räume eines Einfamilienhauses in Holzständer-Bauweise, jeweils gemessen mit beiden hier diskutierten Verfahren. Beide Zimmer waren möbliert und hatten kurze Nachhallzeiten von ca. 0,2-0,3 s über den gesamten interessierenden Frequenzbereich. Das (Eck-)Zimmer im EG hatte zwei Fenster. Die gemessenen bewerteten Intensitäts-Bau-Schalldämmmaße betragen 31 dB für die Fenster sowie 44 dB für die Wand und liegen somit in plausiblen Bereichen (nach [5]).



**Abbildung 2:** Vergleich gemessener Standard-Schallpegeldifferenzen EFH in Holzständer-Bauweise, Zimmer im EG



**Abbildung 3:** Vergleich gemessener Standard-Schallpegeldifferenzen EFH in Holzständer-Bauweise, Zimmer im OG

Die Fassade des Zimmers im OG bestand aus zwei Wänden, einem Fenster, einem Dach und einem Dachfenster. Die gemessenen Intensitäts-Bau-Schalldämmmaße betragen: Fenster 32 dB, Dachfenster 35 dB, Wand 47 dB, Dach 48 dB. Auch diese Werte liegen in plausibler Höhe.

Die Verläufe der Pegeldifferenzen zeigen gute Übereinstimmungen. Die bestehenden Unterschiede zeigen sich vor allem für höhere Frequenzen, also höhere Schalldämmwerte.

Tabelle 1 listet eine Übersicht der an zwei weiteren Häusern und jeweils zwei Zimmern ermittelten Standard-Schallpegeldifferenzen. Es handelt sich um ein Ein- und ein Mehrfamilienhaus, beide in Massiv-Bauweise. Es zeigen sich sowohl in den bewerteten Standard-Schallpegeldifferenzen als auch in den Spektrumanpassungswerten ( $C$ ;  $C_{tr}$ ) gute Übereinstimmungen. Die Unterschiede betragen maximal 2 dB. Generell tendieren die Intensitäts-Schallpegeldifferenzen zu etwas höheren Werten. Ein Grund könnte sein, dass die Nebenwegübertragungen beim Intensitätsverfahren praktisch nicht mitgemessen werden und ja auch nicht mitgemessen werden sollen.

**Tabelle 1:** Vergleich der mit den beiden Verfahren ermittelten Standard-Schallpegeldifferenzen an zwei weiteren Häusern

	ISO 140-5		„ISO 15186“	
	$D_{is,2m,nT,w}$ [dB]	$C_{tr}$ [dB]	$D_{in,2m,nT,w}$ [dB]	$C_{tr}$ [dB]
EFH, Massiv-Bauweise				
Zimmer (EG)	41	-5	40	-5
Zimmer (OG)	35	-5	35	-4
MFH, Massiv-Bauweise mit WDVS				
Zimmer (1. OG)	38	-6	38	-5
Zimmer (DG)	37	-5	39	-5

## Literatur

- [1] DIN EN ISO 140-5: 1998, Akustik - Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 5: Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden an Gebäuden.
- [2] DIN EN ISO 140-5: 2008, Berichtigung 1.
- [3] DIN EN ISO 15186-1: 2003, Akustik - Bestimmung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen aus Schallintensitätsmessungen - Teil 1: Messungen im Prüfstand.
- [4] ISO 15186-2: 2003, Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements using sound intensity - Part 2: Field measurements
- [5] DIN 4109 Beiblatt 1: 1989, Schallschutz im Hochbau; Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren (inkl. Änderung A1, 2003).
- [6] W. Fasold, E. Veres: 2003, Schallschutz und Raumakustik in der Praxis – Planungsbeispiele und konstruktive Lösungen, 2. Auflage, Verlag Bauwesen, Berlin