

Prognose der Schalldämmung von leichten Trennwänden

A. Rabold¹, Christian Wissel², Ulrich Schanda² und Joachim Hessinger¹

¹ ift Schallschutzzentrum, 83026 Rosenheim, E-Mail: rabold@ift-rosenheim.de, hessinger@ift-rosenheim.de
² Hochschule für angewandte Wissenschaften, Fachhochschule Rosenheim, 83024 Rosenheim, E-Mail: schanda@fh-rosenheim.de

Einleitung

Leichte Trennwände weisen in der heutigen Baupraxis eine Vielzahl an Konstruktionsvarianten auf, wodurch eine schalltechnische Beurteilung allein über Bauteilkataloge unbefriedigend erscheint. Für den Planer wäre es vielmehr wünschenswert, die Schalldämmung seiner Konstruktion sowie den Einfluss von Konstruktionsmodifikationen berechnen zu können. Zur Berechnung der Schalldämmung von Holzständerwänden können in der einschlägigen Literatur viele unterschiedliche Modelle gefunden werden, deren Berechnungsergebnisse eine mehr oder weniger befriedigende Übereinstimmung mit Messergebnissen aufweisen [1]. In diesem Beitrag wird auf Basis der vorliegenden Modelle aus der Literatur gezeigt, wie die Prognosegenauigkeit gesteigert und zusätzliche funktionale Schichten in der Berechnung berücksichtigt werden können. Die vorgestellten Ergebnisse basieren auf Forschungsergebnissen des ift Schallschutzzentrums, Rosenheim und weiterführenden Arbeiten an der Hochschule Rosenheim [2],[3].

Modell nach Sharp

Die Berechnung der Schalldämmung von Doppelwänden nach Sharp [4] unterscheidet 2 Frequenzbereiche:

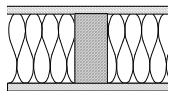
Bereich 1: $f < f_r$ unterhalb der Doppelwandresonanz
 Bereich 2: $f > f_r$ oberhalb der Doppelwandresonanz

Unterhalb der Doppelwandresonanz wird angenommen, dass die komplette Wand als homogene Platte (mit der Gesamtmasse der Wandbeplankungen, m_1+m_2) schwingt. Die Berechnung basiert auf einem Modell nach Josse und Lamure [6] und ergibt eine Steigung der Schalldämmung um 6 dB/Oktave. Oberhalb der Doppelwandresonanz wird zunächst die für eine Doppelwand typische Steigung von 18 dB/Oktave prognostiziert, bis die Schalldämmung durch die Körperschallübertragung der Ständer begrenzt wird. Die maximale Verbesserung ΔR gegenüber der Einfachwand ergibt sich in Abhängigkeit des Ständerrasters b und der (höheren) Koinzidenzfrequenz $f_{g,2}$ zu:

$$\Delta R = 10 \log(b \cdot f_{g,2}) + 20 \log\left(\frac{m_1}{m_1 + m_2}\right) - 18 \quad \text{dB} \quad (1)$$

Wird die maximale Verbesserung erreicht, steigt von da an die Schalldämmung parallel zum Massegesetz mit 6 dB/Oktave. Zur Illustration des Verfahrens siehe Abbildung 1, links. Ein Vergleich der mit diesem Modell berechneten Schalldämmung von Holzständerwänden mit Messwerten wird in Abbildung 1, rechts gezeigt. Die mittlere Abweichung der Berechnung gegenüber der Messung lag für das bewertete Schalldämm-Maß bei $x_{Rw} = -1\text{dB}$; die Standardabweichung bei $\sigma_{Rw} = 3,0\text{ dB}$.

Tabelle 1: Aufbau der verwendeten Holzständerwände

	9,5 ... 16 mm Gips- o. Holzwerkstoffplatte
	60 ... 160 mm Holzständer, $b = 0,16 \dots 1,25\text{ m}$
	0 ... 160 mm Hohlraumdämmung
	9,5 ... 16 mm Gips- o. Holzwerkstoffplatte

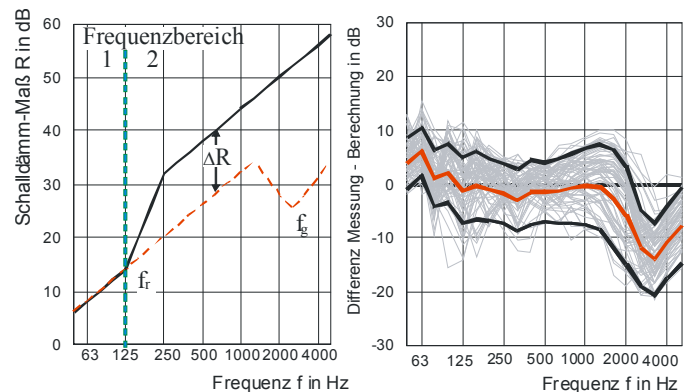


Abbildung 1: Modell nach Sharp [4]. Links: Prinzipieller Verlauf der berechneten Schalldämmung einer Doppelwand mit Kopplung. Rechts: Vergleich zwischen Messung und Berechnung für 77 Holzständerwände nach Tabelle 1.

Modifizierung des Modells

Um die Genauigkeit des Berechnungsmodells zu erhöhen wurden folgende Modifizierungen durchgeführt:

- Berücksichtigung der erzwungenen Schwingungen
- Berücksichtigung des Koinzidenzfrequenzeinbruchs
- Berücksichtigung der Hohlraumdämmung
- Berücksichtigung der 1. Platteneigenfrequenz

Die zusätzliche Berücksichtigung der erzwungenen Schwingungen kann durch die Umformung des ursprünglichen Ansatzes für den Bereich $f < f_r$ erfolgen:

$$R = 20 \log\left(\frac{\omega \cdot m'_{1+2}}{3,8 \rho_0 c_0}\right) = \frac{R_1 + R_2}{2} + 20 \log\left(\frac{m'_{1+2}}{\sqrt{m'_1 \cdot m'_2}}\right) \quad \text{dB} \quad (2)$$

Die Berechnung der Schalldämm-Maße R_1 und R_2 der Wandbeplankungen erfolgt hierbei nach DIN EN 12354-1, die zusätzlich zu den freien Schwingungen die erzwungenen Schwingungen nach Sewell [7] berücksichtigt. Die analoge Umformung für den Bereich $f > f_r$ ermöglicht die Berücksichtigung der Koinzidenzfrequenz in der Berechnung. Das Modell nach Sharp geht von einer ausreichenden Dämmung des Hohlraums aus. Um den Einfluss der Dämmstoffstärke berücksichtigen zu können, wurde in [2] ein Ansatz nach Fahy [8] gewählt. Die Berücksichtigung der modalen Kopplung zwischen den Beplankungen erfolgte durch Ermittlung der ersten Platteneigenfrequenz. Wie Abbildung 2

zeigt, bildet sich der erwartete Doppelwand-Resonanzbruch und der nachfolgende Anstieg der Schalldämmung mit 18 dB/Oktave nur dann aus, wenn die erste Platteneigenfrequenz $f_{1,1}$ kleiner als f_r ist.

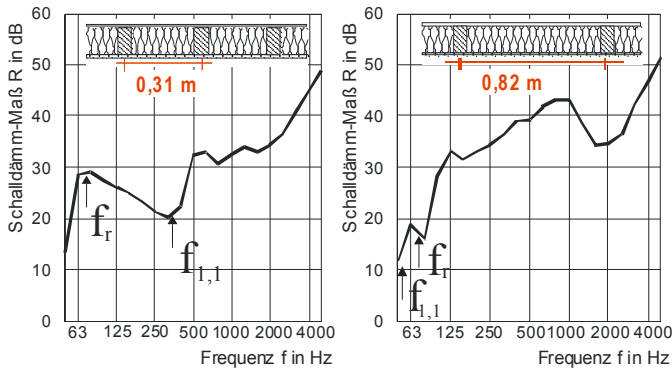


Abbildung 2: Schalldämmung einer Holzständerwand mit gleichem Schalenabstand ($f_r = 69$ Hz) aber unterschiedlichem Achsabstand der Ständer. Links: Achsabstand $b = 313$ mm, Platteneigenfrequenz $f_{1,1} = 383$ Hz. Rechts: Achsabstand $b = 815$ mm, Platteneigenfrequenz $f_{1,1} = 53$ Hz.

Zur Berücksichtigung dieses Effekts wurde als Grenze der Frequenzbereiche die größere dieser beiden Resonanzfrequenzen gewählt. Der Vergleich zwischen der Berechnung mit dem modifiziertem Modell und den Messergebnissen wird in Abbildung 3 gezeigt.

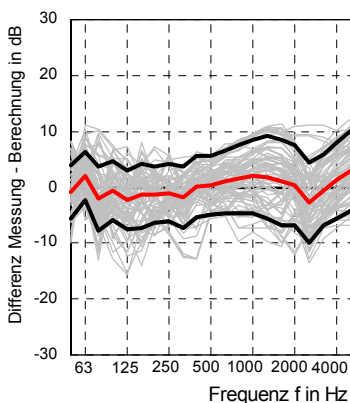


Abbildung 3: Vergleich zwischen Messung und Berechnung für 96 Holzständerwände nach Tabelle 1. Mittlere Abweichung für das bewertete Schalldämm-Maß $x_{Rw} = 0,2$ dB, Standardabweichung $\sigma_{Rw} = 2,4$ dB.

Berücksichtigung funktionaler Schichten

In der Praxis verwendete Holzständerwände weisen gegenüber der in Tabelle 1 dargestellten Konstruktion in der Regel zusätzliche funktionale Schichten auf, beispielsweise in Form einer Zusatzbeplankung, einer Installationsebene oder eines Wärmedämmverbundsystems. Um diese zusätzlichen Schichten im Prognosemodell berücksichtigen zu können wurden folgende Erweiterungen durchgeführt:

- a) Berücksichtigung zusätzlicher Beplankungen
- b) Berücksichtigung von Vorsatzschalen

Die Berücksichtigung einer doppelten Beplankung konnte auf einfache Weise dadurch erfolgen, dass die resultierende Schalldämmung der doppelten Beplankung zunächst in einem Zwischenschritt aus den Schalldämm-Maßen der einzelnen Beplankungen errechnet wird (siehe Gleichung (2)). Für die Berechnung der Verbesserung durch Vorsatzschalen wurde aus dem Transmissionsgrad eines Ein-Masse-

schwingers mit Fußpunkterregung aus der Resonanzfrequenz f_0 und der Dämpfung D abgeleitet:

$$\Delta R = -10 \log \sqrt{\frac{1 + 4D^2 \frac{f^2}{f_0^2}}{\left(1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2\right)^2 + 4D^2 \frac{f^2}{f_0^2}}} \quad \text{dB} \quad (3)$$

Abbildung 4 zeigt beispielhaft den Vergleich der berechneten Schalldämmung einer Holzständerwand mit doppelter Beplankung sowie einer Holzständerwand mit Wärmedämmverbundsystem mit den jeweiligen Messwerten.

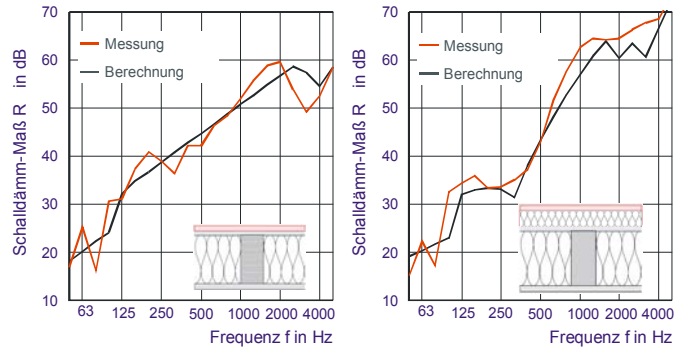


Abbildung 4: Vergleich zwischen Messung und Berechnung für die Schalldämmung einer Holzständerwand mit zusätzlichen funktionalen Schichten. Links: Doppelte Beplankung. Rechts: Wärmedämmverbundsystem.

Literatur

- [1] Hongisto, V., Sound Insulation of double panels – Comparison of existing prediction models, Acta Acustica 2006, Vol. 92, p. 61-78
- [2] Rabold, A., Hessinger, J., Bacher, S., Erarbeitung eines Prognoseverfahrens zur Bestimmung der Schalldämmung von Holzständerwänden auf der Grundlage der Konstruktion und der verwendeten Werkstoffe, DGfH-Forschungsbericht des Labors für Schall- und Wärmemess-technik, Stephanskirchen, 2006
- [3] Wissel, C., Erarbeitung eines frequenzabhängigen Prognoseverfahrens zur Ermittlung der Verbesserung der Schalldämmung von Holzwänden durch zusätzliche funktionale Schichten, Diplomarbeit Hochschule Rosenheim, 2009
- [4] Sharp, B., H., Prediction methods for the sound transmission of building elements, Noise control Engineering Journal, 1978, 11, p. 53-63
- [5] Davy, J., L., The sound transmission of cavity walls due to studs, proc. of Internoise, 1993, 1, p. 975 - 978
- [6] Josse, R., Lamure, J., Transmission du son par une paroi simple, Acustica 14 1964, 266-280
- [7] Sewell, E.C., Transmission of reverberant sound through a single-leaf partition surrounded by an infinite rigid baffle, Journal of Sound and Vibration, 1970, 12, 21-32
- [8] Fahy, F., Sound and structural vibration, Academic Press, London, 1985