

Einfluss der Einbaubedingungen auf die Schalldämmung ein- und zweischaliger Massivwände

Jochen Scheck, Heinz-Martin Fischer, Martin Schneider
 Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik; Email: scheck.fbp@fht-stuttgart.de

Einfluss des Verlustfaktors

Die Normierung von im Labor gemessenen Schalldämm-Maßen einschaliger Wände über den Verlustfaktor führt zu einer besseren Vergleichbarkeit und ist für die in-situ-Anpassung erforderlich [1]. Zur Beurteilung des Einflusses bei zweischaligen Wänden wurde eine auf der SEA basierende Theorie nach [2] herangezogen (Abbildung 1).

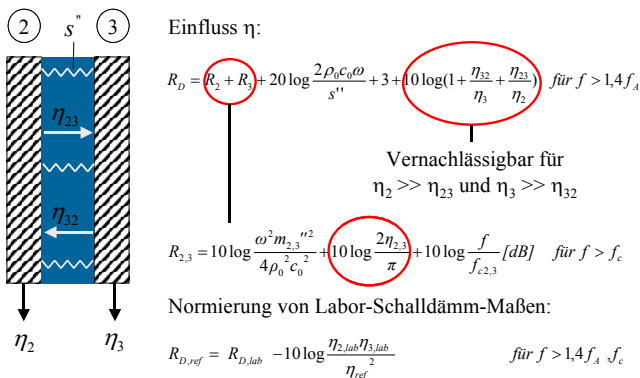


Abbildung 1: Einfluss des Verlustfaktors auf die Schalldämmung zweischaliger Wände

Dabei wird die Energieübertragung zwischen den Schalen (Systeme 2 und 3) durch die Kopplungsverlustfaktoren η_{23} und η_{32} beschrieben. Im Frequenzbereich weit oberhalb der Abstimmfrequenz f_A (entspricht annähernd der Resonanzfrequenz des Masse-Feder-Masse-Systems) besteht nur eine schwache Kopplung zwischen den Schalen. Bei Luftschallanregung kann demnach vorausgesetzt werden, dass die in den Wandschalen durch innere Verluste und Randableitung „verlorene“ Leistung wesentlich größer ist, als die in die andere Schale übertragene Leistung. Der Term mit den Kopplungsverlustfaktoren verschwindet dann und die im Labor gemessenen Schalldämm-Maße können über die Randverluste der beiden Wandschalen, entsprechend dem Verfahren bei einschaligen Wänden, normiert werden.

Untersuchungen im Wandprüfstand

Um den Einfluss der Einbausituation und somit u.a. den Einfluss des Verlustfaktors auf die Schalldämmung bei ein- und zweischaligen Wänden zu ermitteln, wurde eine vom Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. geförderte Untersuchung im neuen Wandprüfstand der HFT Stuttgart [3] (Abbildung 2) durchgeführt.

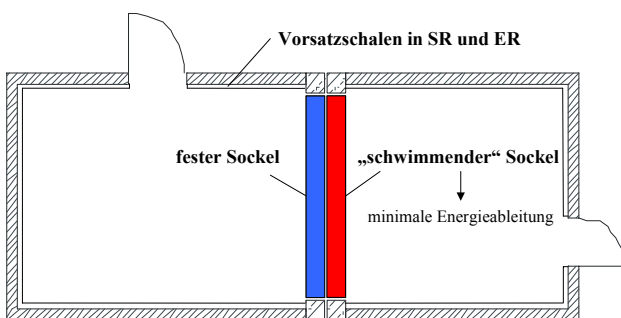


Abbildung 2: Wandprüfstand im neuen Labor der HFT

Dabei wurde im ersten Schritt eine Wand aus Kalksandstein ($d = 15 \text{ cm}$; $m' = 255 \text{ kg/m}^2$) auf dem „schwimmenden“ Sockel aufgemauert, um minimale Randverluste zu bekommen. Im zweiten Schritt wurde eine identische Wandschale ebenfalls freistehend auf dem festen Sockel aufgemauert, in die 4 cm breite Fuge wurde eine Trennfugenplatte aus Mineralfaser eingestellt. Es folgten die in Abbildung 3 dargestellten Aufbauten. Bei den Aufbauten 3 und 4 wurden die Schalen mittels Quellschutt an den Einbaurahmen angebunden.

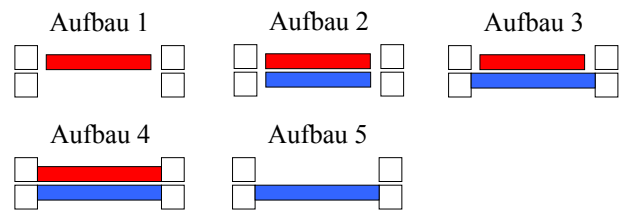


Abbildung 3: Gemessene Aufbauten

Um den Einfluss der Abstrahlung zu untersuchen, wurde das Schalldämm-Maß aus Luft- und Körperschallmessungen bestimmt (R und R_v ; Zur Bestimmung von R_v wurde $\sigma = 1$ gesetzt). Um die Änderung des Schwingungsverhaltens zu untersuchen, wurden Modalanalysen der Wandschalen durchgeführt. Zur Überprüfung der obigen Theorie wurde der Gesamt-Verlustfaktor bestimmt. Im Folgenden werden die wesentlichen Messergebnisse vorgestellt und beurteilt.

Einschalige Wände

In Abbildung 4 ist das für den Aufbau 1 gemessene Schalldämm-Maß aus Luft- und Körperschallmessungen dargestellt.

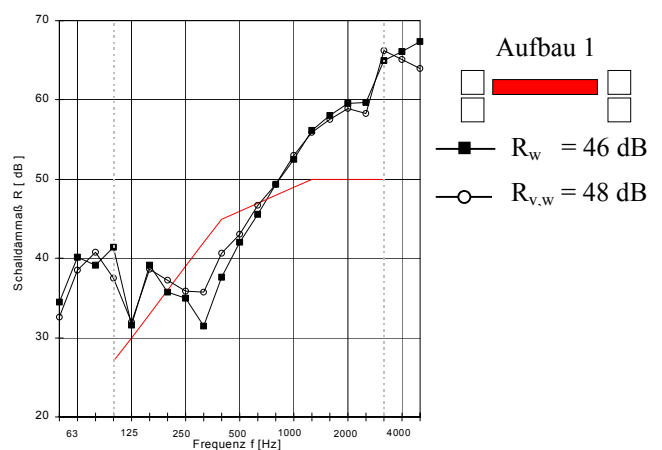


Abbildung 4: Schalldämm-Maß Aufbau 1 aus Luft- und Körperschallmessungen

Das Diagramm zeigt, dass sich im tieffrequenten Bereich eine nahezu unverminderte Abstrahlung ergibt (die Grenzfrequenz f_c ergibt sich rechnerisch zu ca. 160 Hz). Die Ursache hierfür findet sich bei Betrachtung der in Abbildung 6 und Abbildung 7 dargestellten Eigenschwingungsformen. Im Gegensatz zur angebundenen

Wand treten bei der freistehenden Wand an den Rändern große Schwingungsamplituden auf. Da die Abstrahlung unterhalb der Grenzfrequenz im wesentlichen von den Rändern erfolgt, ist diese bei der freistehenden Wand nahezu unvermindert ($\sigma \approx 1$). Die Normierung über den Verlustfaktor entsprechend [1] führte gegenüber den gemessenen Schalldämm-Maßen zu einer deutlich besseren Übereinstimmung (für $f > f_c$) für die Aufbauten 1 und 5.

Zweischalige Wände

In Abbildung 5 sind die für die zweischaligen Aufbauten gemessenen Schalldämm-Maße dargestellt, bei Aufbau 2 wird $R_{v,w}$ für den Vergleich herangezogen, da trotz Mineralfaser in der umlaufenden Fuge und beidseitigem Verschluss mit Terostat eine Übertragung über die Fuge vorlag (da die Abstrahlung hier nahezu unvermindert erfolgt (siehe einschalige Wände) ist dies gerechtfertigt).

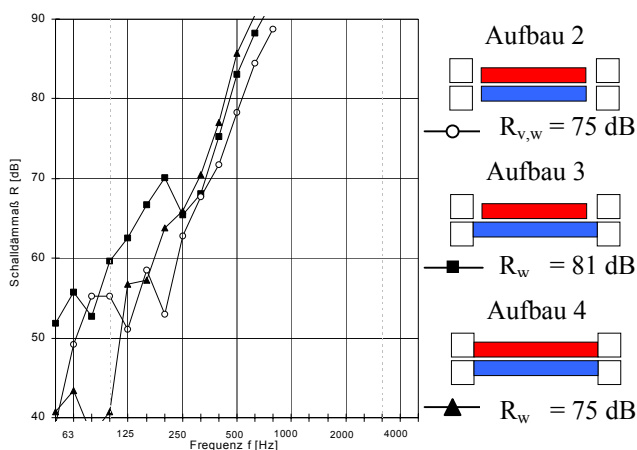


Abbildung 5: Schalldämm-Maße für zweischalige Aufbauten

Für Aufbau 3 ergibt sich gegenüber den Aufbauten 2 und 4 ein um 6 dB höheres bewertetes Schalldämm-Maß! Bei Betrachtung der Frequenzverläufe wird deutlich, dass dies durch eine deutlich höhere Dämmung im Frequenzbereich unterhalb 250 Hz bedingt ist. Dies wiederum resultiert aus der „Fehlanpassung“ der Eigenmoden aufgrund deren unterschiedlicher Randanbindung, wie Möser in [4] bereits für Wände mit gleicher Grenzfrequenz theoretisch ableitete. Um diesen Effekt zu verdeutlichen, sind in Abbildung 7 die Schwingungsformen freistehend / angebunden bei derselben Frequenz gegenübergestellt. In Abbildung 6 sind die Grundschwingungen der Wandschalen zu sehen, die Schwingungsform der jeweils linken Wandschale zeigt den „schwimmenden“ Sockel, wie an der Auslenkung im Sockelbereich zu erkennen.

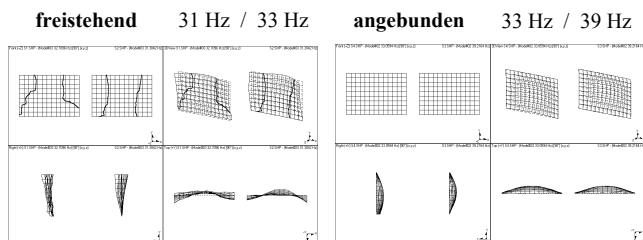


Abbildung 6: Grundschwingung der Wandschalen

Die Schwingungsformen sind für die Wandschalen mit gleicher Randanbindung weitgehend identisch (geringe Unterschiede auch bezüglich der Frequenzlage ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen Ausbildung der Sockel), was eine hohe Übertragung zur Folge hat.

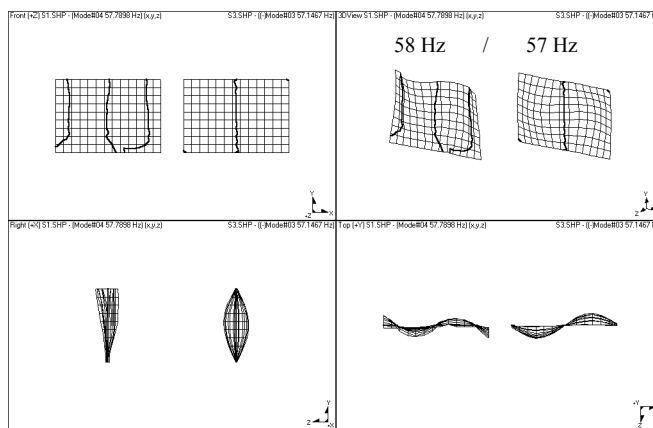


Abbildung 7: Gegenüberstellung freistehend / angebunden

Die Normierung der gemessenen Schalldämm-Maße über die Verlustfaktoren führt, wie in Abbildung 8 dargestellt, zu einer deutlich besseren Übereinstimmung (für $f > f_c$).

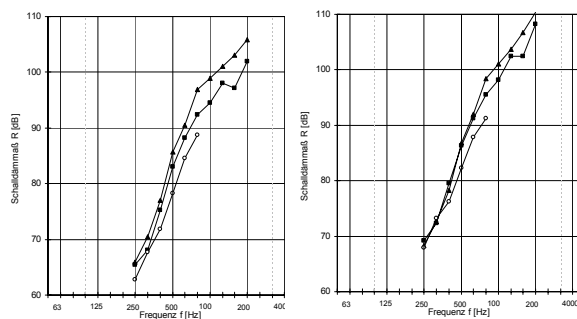


Abbildung 8: Schalldämm-Maße gemessen (links) / normiert

Zusammenfassung

Die Schalldämmung ein- und zweischaliger Wände hängt erheblich von der Randanbindung ab, da sich mit dieser das Schwingungs- und Abstrahlverhalten, sowie die Randverluste ändern. Bei zweischaligen Wänden mit gleichen Schalen, wie der untersuchten Konstruktion, bestimmen die erstgenannten Effekte die Schalldämmung im tieffrequenten Bereich ($f < f_c$), während oberhalb der Grenzfrequenz die Randverluste maßgeblich sind. Die Normierung über den Verlustfaktor bei zweischaligen Wänden führt hier zu einer deutlich besseren Übereinstimmung der gemessenen Schalldämm-Maße. Bei den untersuchten Doppelwänden zeigte sich, dass die Änderung des Schwingungsverhaltens, infolge unterschiedlicher Randanbindung der Schalen, den größten Einfluss auf das bewertete Schalldämm-Maß hat. Durch eine „Fehlanpassung“ der Eigenmoden wurde eine erhebliche Verbesserung gegenüber den Aufbauten mit Schalen gleicher Randanbindung erreicht. Da eine „Fehlanpassung“ der Eigenmoden prinzipiell auch mit anderen Maßnahmen erreicht werden kann, besteht hier Optimierungspotential.

[1] Schneider, M., Fischer H.-M.: Warum Labordaten für die Berechnung des Schallschutzes nach DIN EN 12354 angepasst werden müssen, Veröffentlichungen der HfT Stuttgart, Band 54 – Bauphysikertreffen
 [2] Pether, L., Heckl, M.: Körperschall, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, 1996
 [3] Schneider, M., Fischer H.-M.: Neue Prüfräume für Bauakustik an der Fachhochschule Stuttgart, DAGA 2003, Aachen
 [4] Möser, M.: Eine Theorie zur Schalldämmung von Doppelwänden unter Berücksichtigung der Randeinspannung, Fortschrittsberichte der VDI Zeitschriften, Reihe 4: Bauingenieurwesen, VDI Verlag, Düsseldorf, 1983