

Einfluss des Scherbens auf die Schalldämmung von Mauerwerk

Martin Schneider, Heinz-Martin Fischer

Hochschule für Technik, 70174 Stuttgart, Deutschland, Email: Martin.Schneider@hft-stuttgart.de

Einleitung

Die Schalldämmung von Mauerwerk wird in aller Regel aus der flächenbezogenen Masse m' des Bauteils berechnet. In den letzten Jahren sind Fälle bekannt geworden, bei denen die Schalldämmung homogener massiver Wände aus kleinformatigem Ziegelmauerwerk zum Teil deutlich unter dem rechnerisch zu erwartenden Schalldämm-Maß liegt [1]. Als Ursache für die verminderte Schalldämmung, des im Geschosswohnungsbau üblicherweise als Wohnungstrennwand verwendeten Mauerwerks wurde eine geringe Biegesteifigkeit der Wand vermutet [2]. Unklar blieb, ob die verminderte Steifigkeit durch den Ziegelbaustoff oder durch den Mauerwerksverbund der schweren kleinformatigem Steine verursacht wird.

Im Wandprüfstand der Hochschule für Technik wurde die Schalldämmung dreier schwerer massiver Ziegelwände der Rohdichteklasse 2.0, 2.2 und 2.4 mit einer flächenbezogenen Masse von ca. 500 kg/m² ermittelt. Neben der Ermittlung des Schalldämm-Maßes wurde die Longitudinalwellengeschwindigkeit der Wände gemessen. Parallel zu diesen Untersuchungen wurden an Materialproben messtechnische Untersuchungen durchgeführt. Zu einem späteren Zeitpunkt wurde dann an Kleinprüfkörpern der Einfluss eines unterschiedlichen Formats und des Mörtels auf die Biegesteifigkeit unterschiedlicher Mauerwerksteine untersucht.

Mauerwerk im Wandprüfstand

In Tabelle 1 sind die Materialdaten des untersuchten Ziegelmauerwerks dargestellt. Die Lagerfugen des kleinformatigen Mauerwerks wurden mit Normalmörtel vermörtelt, die Stoßfugen blieben aufgrund der Verzahnung unvermörtelt.

Tabelle 1: Materialdaten des Ziegelmauerwerks

	Dicke d [mm]	Rohdichte ρ [kg/m ³]	Flächenbez. Masse m' [kg/m ²]
Wand 1	200	2309	502
Wand 2	240	1992	502
Wand 3	240	2079	536

In Abbildung 1 ist die Schalldämmung der untersuchten Ziegelwände dargestellt. Der Verlauf des Schalldämm-Maßes der drei Wände ist nahezu identisch. Auffällig ist der Einbruch des Schalldämm-Maßes bei 2500 Hz (Wand 2 und Wand 3) bzw. bei 3150 Hz (Wand 1). Dieser Einbruch ergibt sich durch die Dickenresonanz f_d der Steine, bei welcher eine halbe Wellenlänge einer Longitudinalwelle der Wanddicke entspricht. Aus dieser Dickenresonanz lässt sich dann einfach die Longitudinalwellengeschwindigkeit c_L abschätzen. Für die Wände ergibt sich hierbei eine

Longitudinalwellengeschwindigkeit von $c_L = 1260$ m/s (Wand 1) bzw. 1200 m/s für (Wand 2 und 3). Dieser Wert liegt deutlich unter dem in der Literatur [3] für Ziegelmauerwerk angegebenen Wert von $c_L = 2400$ -3000 m/s.

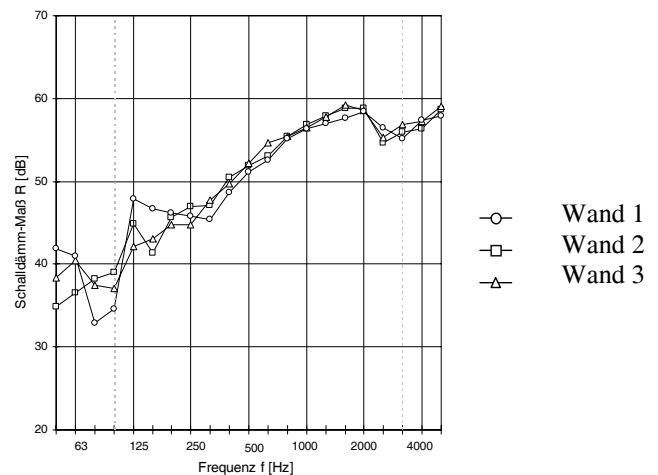


Abbildung 1: Schalldämm-Maße der im Wandprüfstand untersuchten schweren Ziegelwände

Die Longitudinalwellengeschwindigkeit der Wand 3 wurde auch durch Messung der Laufzeit eines Impulses entlang der Prüfwand ermittelt. Mittels zweier auf der Wand angebrachter Körperschallaufnehmer im Abstand Δx kann die Laufzeit Δt bestimmt werden. Die daraus berechneten Wellengeschwindigkeiten betragen in vertikaler Richtung $c_L = 1380$ m/s und in horizontalen Richtung $c_L = 1240$ m/s. Dieses anisotrope Verhalten des Mauerwerks ergibt sich vermutlich durch die unvermörtelten Stoßfugen des Mauerwerks, die eine deutliche Verminderung der Wellengeschwindigkeit bzw. eine verminderte Steifigkeit bewirken.

Messungen an Materialproben

Die Longitudinalwellengeschwindigkeit und damit auch der E-Modul können aus der Resonanzfrequenz von stabförmigen Proben bestimmt werden [4]. Die Stäbe werden dabei zu Longitudinal-, Biege- oder Torsionsschwingungen angeregt. Aus Resonanzfrequenz, Rohdichte und der Stabgeometrie wird die Wellengeschwindigkeit c_L bzw. der E-Modul bestimmt. In nachfolgender Tabelle 2 sind die messtechnisch ermittelten Longitudinalwellengeschwindigkeiten und der E-Modul für 3 Stabproben mit den Abmessungen $b = 0.05$ m, $h = 0.05$ m, $l = 0.3$ m aus Beton, Scherziegel und Kalksandvollsteinen dargestellt. Der ermittelte E-Modul des Ziegelscherbens entspricht in etwa dem bereits am Mauerwerk ermittelten Wert und liegt deutlich unter den Werten für Beton und KSV.

Tabelle 2: Aus Resonanzfrequenz ermittelte Longitudinalwellengeschwindigkeit und E-Modul von Ziegel-, Kalksandstein und Betonproben

	Rohdichte ρ [kg/m ³]	c_L [m/s]	E-Modul [kg/m ²]
Beton	2300	3180	2.32E+10
Ziegel	2600	1210	3.80E+09
KSV	1929	2423	1.14E+10

Berechnung der Schalldämmung

Aufgrund der deutlich verminderten Steifigkeit des Mauerwerks ergibt sich eine geringere Schalldämmung. In nachfolgender Abbildung 2 ist dem Messwert des Schalldämm-Maßes, das nach EN 12354-1 Anhang B1 [5] berechnete Schalldämm-Maß der Wand für eine Longitudinalwellengeschwindigkeit von $c_L = 2400$ m/s (Literaturwert) und von $c_L = 1200$ m/s (aus Messungen) gegenübergestellt. Bei der geringeren Wellengeschwindigkeit ergibt sich eine gute Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung.

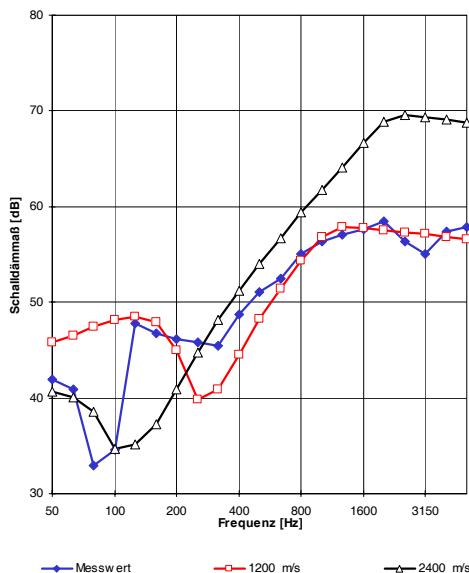


Abbildung 2: Messwert und Rechenwerte (für unterschiedliche Longitudinalwellengeschwindigkeiten) des Schalldämm-Maßes

Untersuchungen an Kleinprüfkörpern

Untersuchungen zum Einfluss der Wandmaterials, der Vermörtelung und des Formates wurden an kleinen Wandscheiben mit den Abmessungen 1.25 m x 1.25 m x 0.24 m durchgeführt. An jeder Wandscheibe wurde die Longitudinalwellengeschwindigkeit in horizontaler und in vertikaler Richtung bestimmt. An 3 ausgewählten Wandscheiben konnten mithilfe einer Modalanalyse die Eigenschwingungsformen mit den dazugehörigen Eigenfrequenzen bestimmt werden. An allen Wandscheiben wurden mittels FFT-Analyse Transferfunktionen ermittelt, aus denen ebenfalls die ersten Eigenfrequenzen der Wandscheiben bestimmt wurden. Hierbei zeigte sich, dass die Wellengeschwindigkeit der untersuchten Wandscheiben

in vertikaler Richtung proportional zu der jeweils ersten Eigenfrequenz (siehe Abb. 3 links: Grundschwingung mit vertikaler Ausrichtung) ist. Die Wellengeschwindigkeit in horizontaler Richtung sind zur Lage der zweiten Eigenfrequenz (siehe Abb. 3 rechts) proportional, da diese Schwingungsform der Wandscheibe horizontal ausgerichtet ist.

3DView: 24.1 Hz

View: 85 Hz

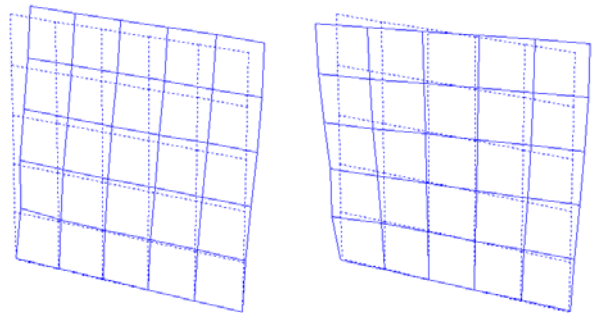


Abbildung 3: links erste, rechts zweite Eigen-schwingungsform einer Wandscheibe aus Mauerziegel

Zusammenfassung

Die Schalldämmung sehr schwerer Mauerziegelwände liegt häufig unter dem rechnerisch zu erwartenden Wert. Ursache hierfür ist eine geringe Steifigkeit des Mauerwerks, die sich im Wesentlichen durch eine geringe Steifigkeit des Ziegelscherbens ergibt. Aufgrund von Unterschieden in Vermörtelung und Format unterscheiden sich in horizontaler und vertikaler Richtung die ermittelten Wellengeschwindigkeiten und die entsprechenden Steifigkeiten der Wand. Wenn bei der Berechnung des Schalldämm-Maßes von Wänden aus schwerem Ziegelmauerwerk der tatsächliche E-Modul berücksichtigt wird, ergibt sich eine gute Übereinstimmung zwischen gemessenen und gerechneten Schalldämm-Maßen.

Literatur

- [1] Müller, A., Piening, A.: Mangelhafter Schallschutz von Haustrennwänden trotz ausreichend bemessener flächenbezogener Masse. Deutsches Architektenblatt, Ausgabe März 2005, 76-78
- [2] Meier, A.: Messtechnische Erkenntnisse zur Schalldämmung biegesteifer Bauteile; Fortschritte der Akustik-DAGA 05
- [3] Cremer/Heckl Körperschall, Springer-Verlag Berlin 1995:
- [4] DIN EN 14146 Prüfverfahren für Naturstein - Bestimmung des dynamischen Elastizitätsmoduls (durch Messung der Resonanzfrequenz der Grundschwingung); Deutsche Fassung EN 14146: 2004
- [5] EN 12354-1: Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen