

Verlustfaktor-Korrektur bei gefülltem Ziegelmauerwerk

Teil 1: Einfluss der Füllung auf die innere Dämpfung

Lutz Weber¹, Simon Müller¹, Martin Schneider², Heinz-Martin Fischer²

¹ Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart, E-Mail: lutz.weber@ibp.fraunhofer.de

² Hochschule für Technik Stuttgart, Schellingstr. 24, 70174 Stuttgart, Email: Martin.Schneider@hft-stuttgart.de

Einleitung

Um die Wärmedämmung von Außenwänden aus Hochlochziegeln weiter zu verbessern, werden die Hohlräume der Steine in zunehmendem Maße mit thermisch isolierenden Materialien gefüllt. Neben der Wärmeisolation wirkt sich dies auch auf die akustischen Eigenschaften der Steine aus. Ein wichtiger Aspekt hierbei ist die Verlustfaktor-Korrektur der Schalldämmung nach DIN EN 12354-1. Die Thematik wurde von der Hochschule für Technik, Stuttgart (HFT) und dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) in einem gemeinsamen Forschungsvorhaben untersucht und wird hier als zweiteiliger Beitrag vorgestellt.

Im ersten Teil des Beitrages werden zunächst in kurzer Form die Grundlagen der Verlustfaktor-Korrektur erläutert. Wegen der bei Lochsteinen vorhandenen Eigenschwingungen ist hier gegenüber massivem Mauerwerk ein modifiziertes Korrekturverfahren erforderlich. Anschließend werden neue Forschungsergebnisse zum Einfluss der Füllung auf den Verlustfaktor von Hochlochziegeln präsentiert und die akustischen Unterschiede zwischen ungefüllten und gefüllten Hochlochziegeln diskutiert.

Grundlagen

Da die Schalldämmung massiver Bauteile unmittelbar vom vorhandenen Gesamtverlustfaktor η_{tot} abhängt, besteht zwischen der Schalldämmung bei unterschiedlichen Einbaubedingungen - hier ohne Beschränkung der Allgemeinheit mit "lab" und "situ" bezeichnet - die Beziehung

$$R_{\text{situ}} = R_{\text{lab}} + 10 \lg \left(\frac{\eta_{\text{tot,situ}}}{\eta_{\text{tot,lab}}} \right) \text{ dB} \quad (1)$$

Die Anwendung dieser Beziehung ist in der Praxis allerdings nur dann zweckmäßig, wenn der Gesamtverlustfaktor von den Energieverlusten an den Bauteilrändern bestimmt wird. Bei Wänden aus Hochlochziegeln ist dies nur bei tiefen Frequenzen (im Bereich der Biegewellenübertragung) der Fall. Bei hohen Frequenzen ist die Verlustfaktor-Korrektur nach Gl. (1) hingegen nicht sinnvoll, da die Schallübertragung hier überwiegend durch Eigenschwingungen der einzelnen Steine erfolgt. Aus diesem Grund wird in [1] für Hochlochziegel ein modifiziertes Verfahren vorgeschlagen, bei dem sich die Korrektur auf den Bereich unterhalb der Resonanzfrequenz der Steine beschränkt. Die Anwendung dieses Verfahrens bei gefüllten Hochlochziegeln wird im zweiten Teil des vorliegenden Beitrags erläutert.

Zur Anwendung von Gl. (1) wird der Verlustfaktor der betrachteten Wand am Bau benötigt, für den entsprechende

Angaben zumeist nicht ohne Weiteres verfügbar sind. Umfangreiche Untersuchungen vor Ort zeigen jedoch, dass sich die Verlustfaktoren von Wänden in üblichen Wohngebäuden im Allgemeinen nur wenig voneinander unterscheiden [2]. Daher wird vorgeschlagen, als Referenzwert für den Einsatz am Bau einen einheitlichen Verlustfaktor zu verwenden, der dem Mittelwert aus einer großen Anzahl von Messungen entspricht und als mittlerer Bauverlustfaktor $\eta_{\text{Bau,ref}}$ bezeichnet wird:

$$10 \lg (\eta_{\text{Bau,ref}}) = \left\{ -12,4 - 3,3 \lg \left(\frac{f}{100} \right) + K \right\} \text{ dB}$$

$$\text{mit } K = \begin{cases} 10 \lg \left(\frac{m''}{150} \right) & \text{für } m'' < 150 \text{ kg/m}^2 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} \quad (2)$$

In die obige Gleichung sind die Frequenz f in Hz und die flächenbezogene Masse m'' in kg/m^2 einzusetzen. Der nach Gl. (2) berechnete Wert weist einen ähnlichen Frequenzverlauf wie der Mindest-Verlustfaktor nach DIN EN ISO 140-1 auf, liegt jedoch im Mittel 1,3 dB höher. Er wurde zwischenzeitlich in die nationale und internationale Normung eingebracht und dient sowohl zur Vereinfachung der bauakustischen Planung als auch zur Vereinheitlichung von Messergebnissen, die unter verschiedenen baulichen Randbedingungen ermittelt wurden.

Vorgehensweise

Um den Einfluss der Füllung auf die akustischen Eigenschaften von Hochlochziegeln zu untersuchen, wurden Messungen an zehn unterschiedlichen Typen von Steinen (jeweils in gefülltem und ungefülltem Zustand) durchgeführt. Die Wandstärke betrug 300 mm oder 365 mm, wobei sowohl Großkammersteine als auch Steine mit filigranem Lochbild vertreten waren. Als Füllstoff kamen Steinwolle (plattenförmig oder in granulierter Form), Perlite sowie zementgebundene Polystyrolkugeln zum Einsatz.

Die Untersuchungen erfolgten arbeitsteilig durch HFT und IBP, wobei sich die HFT vor allem darauf konzentrierte, die innere Dämpfung und die Randverluste durch Messungen bei starrer und elastischer Randanbindung der Prüfwand zu separieren. Das Ziel der im IBP durchgeführten Messungen, über die im Folgenden berichtet wird, bestand hingegen vor allem darin, den Einfluss der Füllung auf den Verlustfaktor und die Schalldämmung von Ziegelmauerwerk zu ermitteln. Dies erfolgte durch vergleichende Messungen an Wänden aus gefüllten und ungefüllten Ziegeln, die abgesehen von der Füllung der Steine den gleichen Aufbau aufwiesen und auf gleiche Weise in den Prüfstand eingebaut waren.

Messaufbau

Um den Untersuchungsaufwand zu verringern, wurden die Messungen an Steinverbänden im Fensterprüfstand durchgeführt. Die Steinverbände mit den Maßen $B \times H = 1,20 \text{ m} \times 1,45 \text{ m}$ wurden außerhalb des Prüfstands aufgemauert und verputzt. Nach dem Trocknen wurden sie mit einem Gabelstapler in die Prüföffnung des Fensterprüfstands gehoben und umlaufend mit plastischem Material abgedichtet. Der verwendete Messaufbau ist in Abb. 1 dargestellt:

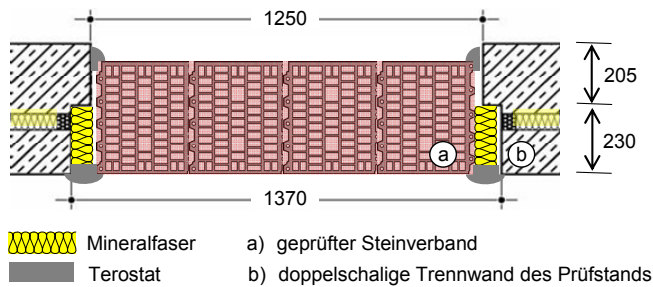


Abbildung 1: Einbau der untersuchten Steinverbände in die Öffnung des Fensterprüfstandes (horizontaler Schnitt, Maße in mm). Die Verbände standen unmittelbar auf dem Betonboden der Prüföffnung.

Trotz der vergleichsweise geringen Bauteilabmessungen stimmen die im Fensterprüfstand gemessenen Schalldämm-Maße im Großen und Ganzen gut mit den in normalen Wandprüfständen ermittelten Ergebnissen überein. Der Verlustfaktor ist zumeist ein wenig höher, was auf die zusätzliche Bedämpfung der Bauteilränder durch den verwendeten plastischen Dichtstoff (Terostat) zurückzuführen ist. Im Übrigen ist die Bauteilfläche im vorliegenden Fall von untergeordneter Bedeutung, da der Unterschied zwischen gefüllten und ungefüllten Ziegeln im Vordergrund steht.

Messergebnisse

Obleich zwischen den für die verschiedenen Steinsorten ermittelten Werten z. T. deutliche Unterschiede bestehen, ergibt sich bei Mittelung über alle Steine gemäß Abb. 2 und 3 ein verhältnismäßig klares und eindeutiges Bild:

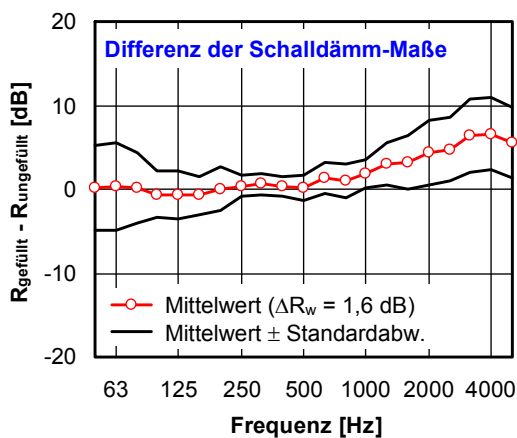


Abbildung 2: Differenz der Schalldämmung in gefülltem und ungefülltem Zustand der Steine unter ansonsten gleichen Bedingungen (Mittelwert für zehn verschiedene Steinsorten). Die verhältnismäßig hohe Streuung der Werte ist auf die große Vielfalt der Lochbilder und Füllstoffe zurückzuführen.

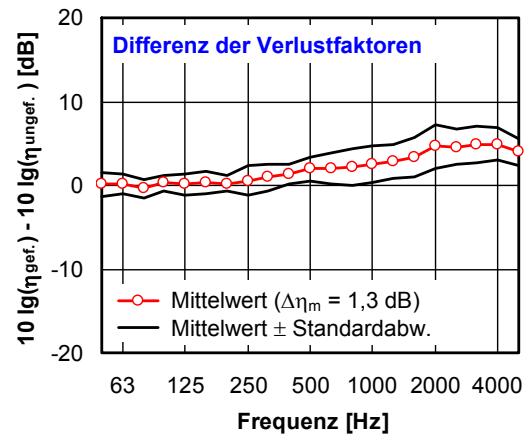


Abbildung 3: Gleiche Darstellung wie in Abb. 2. Statt der Schalldämmung ist jedoch der Verlustfaktor aufgetragen.

Aus den dargestellten Ergebnissen ergeben sich folgende Erkenntnisse:

- Im Bereich tiefer Frequenzen bis zu etwa 500 Hz wirkt sich die Füllung der Steine mit thermisch isolierenden Dämmstoffen kaum auf die Schalldämmung aus.
- Oberhalb von 500 Hz tritt durch die Füllung eine Verbesserung der Schalldämmung ein, die mit zunehmender Frequenz kontinuierlich ansteigt und im Bereich hoher Frequenzen einen Wert von etwa 6 - 7 dB erreicht.
- Für das bewertete Schalldämm-Maß des Mauerwerks ergibt sich durch die Füllung der Steine im Mittel eine Erhöhung von $\Delta R_w \approx 1,6 \text{ dB}$.
- Der Verlustfaktor nimmt durch die Füllung der Steine erwartungsgemäß zu, wobei sich ein ähnlicher Frequenzverlauf wie für die Schalldämmung ergibt. Allerdings setzt die Zunahme hier bei tieferen Frequenzen ein und verläuft insgesamt etwas flacher. Der resultierende Anstieg des mittleren Verlustfaktors beträgt $\Delta \eta_m \approx 1,3 \text{ dB}$.

Zusammenfassung

Das Einbringen thermisch isolierender Füllstoffe hat bei Hochlochziegeln keine grundlegende Veränderung der akustischen Eigenschaften zur Folge. Der wesentliche Unterschied gegenüber ungefüllten Steinen besteht in einer erhöhten inneren Dämpfung, die zu einem leichten Anstieg der Schalldämmung führt (bezogen auf R_w im Mittel ca. 1,6 dB). Das in [1] vorgestellte Verfahren zur Verlustfaktor-Korrektur bei ungefüllten Hochlochziegeln ist daher mit geringen Modifikationen auch bei gefüllten Steinen anwendbar. Das hierzu erforderliche Vorgehen wird im zweiten Teil des vorliegenden Beitrags im Detail beschrieben.

Literatur

- [1] Schneider, M.; Fischer, H.-M.: Einfluss des Verlustfaktors auf die Schalldämmung von Lochsteinmauerwerk. Bauphysik 30, H. 6, S. 453 - 462 (2008).
- [2] Fischer, H.-M.; Schneider, M.; Blessing, S.: Einheitliches Konzept zur Berücksichtigung des Verlustfaktors bei Messung und Berechnung der Schalldämmung massiver Wände. Fortschritte der Akustik - DAGA 2001, Hamburg.