

18 (1991) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

S. Koch, W. Maysenhölder

## Zur Schalldämmung von Außenwänden aus Lochsteinen

### Einleitung

Eine verlässliche Vorhersage der Schalldämmung einschaliger Wände, insbesondere solcher aus Mauerwerk, ist immer noch ein schwieriges Unterfangen. Die wichtigsten Einflußgrößen wie Masse, Biegesteifigkeit und Dämpfung sind bereits 1942 in Cremers Theorie [1] berücksichtigt, die Randbedingungen endlicher Wände behandelte zusätzlich Heckl [2]; Bei Gösele [3] findet sich für homogene Wände ein einfaches Verfahren, mit zwei Geraden näherungsweise den Verlauf der Schalldämmung über der Frequenz darzustellen.

Wird bei der Planung der Schalldämmung von Wänden von der flächenbezogenen Masse allein ausgegangen, so kann es bei Mauerwerk aus Steinen geringer Rohdichte vorkommen, daß die erwarteten Schalldämmwerte nicht erreicht werden. Bei einer Vielzahl von Messungen haben sich bei Kammersteinen mit bestimmtem Lochmuster starke Einbrüche in der Schalldämmkurve oberhalb 1 kHz gezeigt. Eigene Messungen bestätigen und ergänzen die Ergebnisse von Lang [4] und Gösele [5]. Im folgenden soll nur Mauerwerk für Außenwände betrachtet werden. Aus wärmetechnischen Gründen sind solche Wände aus leichtem Material gebaut und im Falle von höheren Schallschutzanforderungen entsprechend dick. Die erwähnten schalltechnischen Mängel sind besonders zu beachten, nachdem die DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ mit detaillierten Anforderungen zum Schutz gegen Außenlärm neu erschienen und bauaufsichtlich eingeführt worden ist.

### Steinmaterial und Steingeometrie

Aus umfangreichen Messungen der Schalldämmung von Mauerwerk nach DIN 52 210 hat sich ergeben, daß bei gleichem Steinformat und etwa gleicher flächenbezogener Masse Unterschiede im Steinmaterial (Leichtbeton mit verschiedenen Zuschlagstoffen, Gasbeton) bei vergleichbarer Steingeometrie zu Streuungen im bewerteten Schalldämm-Maß von  $\pm 3$  dB führen, wohingegen bei deutlich voneinander abweichenden Lochbildern, z.B. bei Ziegelsteinen, auch größere Unterschiede im Schalldämm-Maß auftreten und dies besonders bei Frequenzen oberhalb 2 kHz. Bild 1 zeigt dies deutlich.

### Untersuchungen zur Schwingungsform

An einem Mauerwerk aus Kalksandlochsteinen, das ähnlich wie die Ziegelwand b von Bild 1 einen Einbruch in der Schalldämmung bei etwa 1200 Hz aufwies, wurden zur weiteren Aufklärung der Ursachen ergänzende Körperschallmessungen

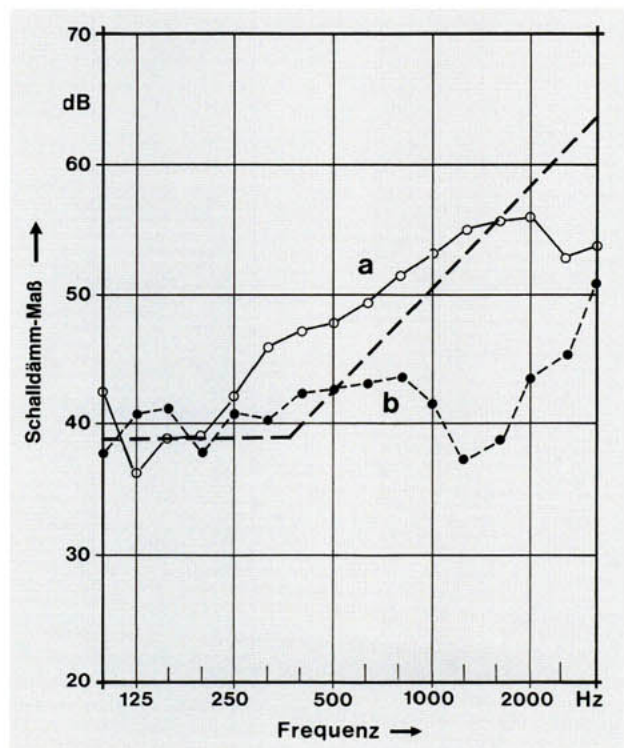

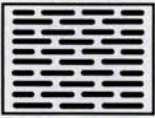


Bild 1: Schalldämm-Maß von beidseitig verputztem Mauerwerk aus Leichtziegeln (a und b vgl. Tabelle 1; ---- Näherung nach [3] für  $m'' = 300 \text{ kg/m}^2$ ).

durchgeführt. Eine Auswertung nach Betrag und Phase ergab, daß es sich im problematischen Frequenzbereich vorrangig um Dickenschwingungen handelte, die auf der Fuge um Größenordnungen kleiner waren als in der Steinmitte. Im wesentlichen führt also jeder Stein für sich eine Dickenschwingung aus (also nicht die Wand als ganzes). Der erstaunliche Befund, daß der Einbruch bei der Längsdämmung kaum zu sehen ist, konnte dadurch erklärt werden, daß die für den Einbruch verantwortlichen Dickenschwingungen in Längsrichtung fast nicht ausbreitungsfähig sind [6].

Um mehr Aufschluß über das Schwingungsverhalten solcher Lochsteine zu bekommen, wurde mit Hilfe der Modalanalyse

Tabelle 1: Lochbild, flächenbezogene Masse  $m''$  und bewertetes Schalldämm-Maß  $R_w$  der in Bild 1 angeführten Ziegelsteine.

Lochbild	$m''$ [kg/m <sup>2</sup> ]	$R_w$ [dB]
<b>a</b> 	290	52
<b>b</b> 	302	43

ein Einzelstein untersucht [7], zunächst elastisch gelagert. Eigenschwingungsformen, bei denen die Stoßflächen des Steins in Ruhe bleiben, sind von besonderem Interesse, weil sie beim in eine Wand eingemauerten Stein wiedergefunden werden können. Als Beispiel ist in Bild 2 a die Schwingungsform der Grundmode mit ziemlich ruhigen Stoßflächen dargestellt. Es ist nicht zu erwarten, daß diese Schwingungsform beim eingemauerten Stein bei der gleichen Frequenz (731 Hz) auftritt. Wird der Stein in einen schweren Rahmen aus Kalksand-Vollsteinen eingemauert, verschiebt sich die Eigenfrequenz, und zwar auf 1201 Hz (Bild 2 b). Dies deutet darauf hin, daß diese Schwingungsform für den Schalldämmeinbruch bei 1200 Hz verantwortlich ist. Außerdem scheint die Einmauerung in diesen kleinen Steinverband die in einer ganzen Wand herrschenden Randbedingungen gut nachzubilden.

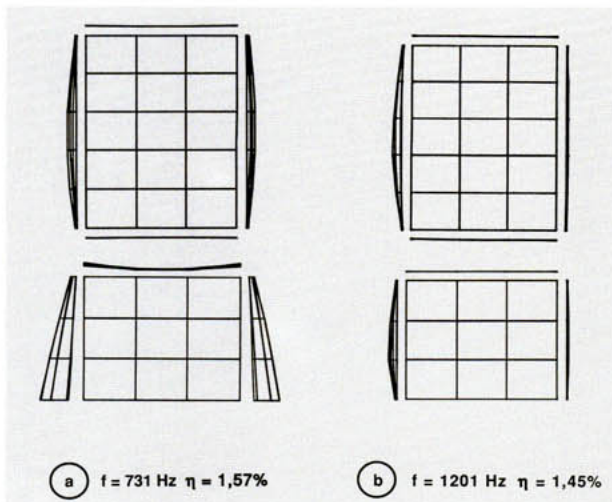


Bild 2: Schwingungsformen (Aufsicht und Stoßseitenansicht) der Grundmode eines Kalksandlochsteins unter verschiedenen Randbedingungen (f: Eigenfrequenz;  $\eta$ : Dämpfung)  
a elastisch gelagert b im Rahmen

Bild 3 zeigt als Beispiel den Betrag einer Übertragungsfunktion, wie sie bei den Modalanalysen unter den genannten Randbedingungen a und b gemessen wurde. Einige wichtige Moden sind durch die Angabe ihrer Eigenfrequenzen gekennzeichnet. Durch die Einspannung des Steins in den Rahmen wurden die Frequenzen dieser Moden ohne Änderung der Abfolge nach oben verschoben. In Ergänzung zur in [5] vertretenen Ansicht muß damit gerechnet werden, daß auch biege-

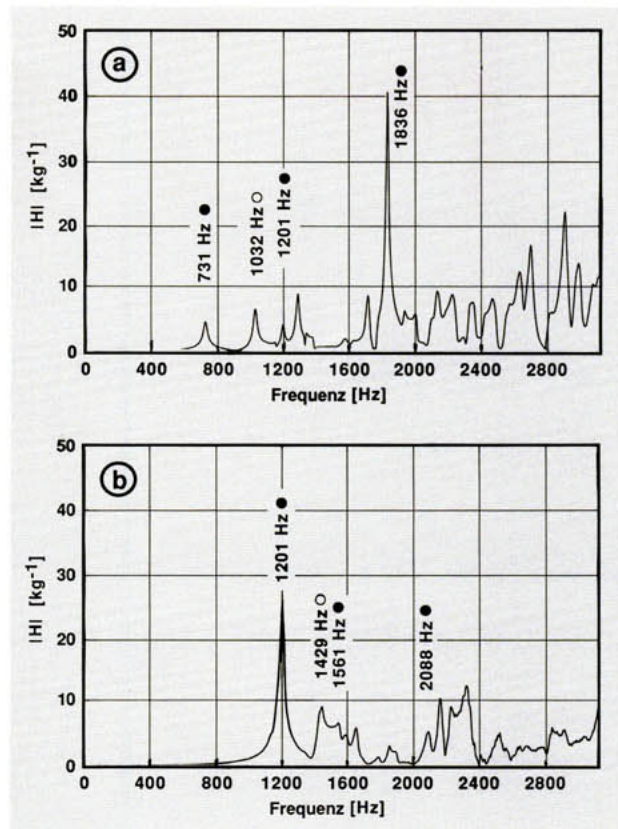


Bild 3: Betrag  $|H|$  einer Übertragungsfunktion (Beschleunigung/Kraft) unter den in Bild 2 genannten Randbedingungen a und b (● Dickenschwingung; ○ Biegeschwingung).

artige Schwingungen des Steins zu einer Verringerung der Schalldämmung führen können.

Die Modalanalyse erweist sich somit als ein geeignetes Mittel, über die Darstellung der Schwingungsformen eines einzelnen Steins die Beziehung zu Schalldämm-Einbrüchen herzustellen, die durch Dicken- oder Biegeschwingungen der Steine hervorgerufen werden. Weitere Untersuchungen an vergleichbaren Steinen einschließlich der Messung am Einzelstein innerhalb eines Mauerwerks werden Verallgemeinerungen erlauben und auch Hinweise für die schalltechnische Optimierung von leichten Hochlochsteinen geben.

#### Literatur

- [1] Cremer, L.: Theorie der Schalldämmung dünner Wände bei schrägem Einfall. Akust. Z. 7 (1942), S. 81-104.
- [2] Heckl, M.: Die Schalldämmung von homogenen Einfachwänden endlicher Fläche. Acustica 10 (1960), S. 98-108.
- [3] Gösele, K.: Zur Luftschalldämmung von einschaligen Wänden und Decken. Acustica 20 (1968), S. 334-342.
- [4] Lang, J.: Planung und Erfüllung des normgemäßen Schallschutzes im Gebäude. wksb 31 (1986), H. 21, S. 25-32.
- [5] Gösele, K.: Verringerung der Luftschalldämmung von Wänden durch Dickenresonanzen. Bauphysik 12 (1990), H. 6, S. 187-191.
- [6] Maysenhölder, W.: Erster experimenteller Nachweis eines Sperrbandes für Dickenschwingungen in einer gemauerten Wand. Bericht B-BA 3/1991 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, (1991).
- [7] Koch, S., Maysenhölder, W.: Zur Schalldämmung von Mauerwerk - Einfluß des Steinmaterials und der Steingeometrie. Fortschritte der Akustik - DAGA '90, Bad Honnef: DPG-GmbH; Wien: IAP-TU; 1990, S. 203-206.



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK  
Leiter: o.Prof. Dr. Dr. h.c. Karl Gertis

7000 Stuttgart 80, Nobelstraße 12, Tel.(0711)970-00  
8150 Holzkirchen, Postfach 1180, Tel. (08024)643-0

Herstellung und Druck:  
SDSC, Informationszentrum RAUM und BAU  
der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart

Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des  
Fraunhofer-Instituts für Bauphysik