

INSTITUT FÜR BAUPHYSIK DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

K. Gösele

Zur Berechnung der Luftschalldämmung von doppelschaligen Wänden

1. Problemstellung

Die Schalldämmung einschaliger Wände kann aufgrund des Gewichts der Wände je m^2 (flächenbezogene Masse) ausreichend genau anhand der „Gewichtskurve“ vorherbestimmt werden. Ein entsprechendes Gegenstück für zweischalige Wände fehlt bisher. Zwar gibt es seit mehr als 40 Jahren ein idealisiertes Modell für Doppelwände nach E. Wintergerst [1], siehe Bild 1. Dabei werden die Schalen der Doppelwand durch träge Massen m' dargestellt, die gleich groß sind wie die tatsächlichen flächenbezogenen Massen der Schalen. Die Abweichungen zwischen dieser Rechnung und dem Modell liegen je nach Wandausführung zwischen etwa 5 und 30 dB, vergleiche Kurven a (Messung) und c (Rechnung) in Bild 3 und 4.

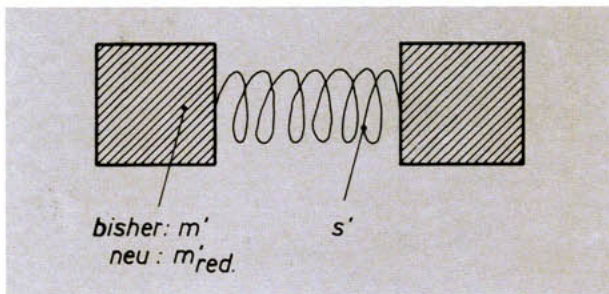


Bild 1
Idealisiertes Modell nach Wintergerst für zweischalige Wand.

2. Verbesserung der Rechnung

Die Rechnung wurde verbessert, indem statt der Masse m' eine „reduzierte Masse“ m'_{red} verwendet wird, die sich folgendermaßen errechnet:

$$m'_{red} = \frac{\rho \cdot c}{\pi \cdot f} \cdot 10^{R_1/10}$$

wobei bedeuten:

- ρ : Dichte der Luft
- c : Schallgeschwindigkeit in Luft
- f : Frequenz
- R_1 : Schalldämmmaß einer Schale

Diese reduzierte Masse ist so gewählt, daß die Modellmasse m'_{red} als „träge Masse“ unter der Einwirkung eines Schalldrucks gleich große Schwingungen wie die unmittelbar dem

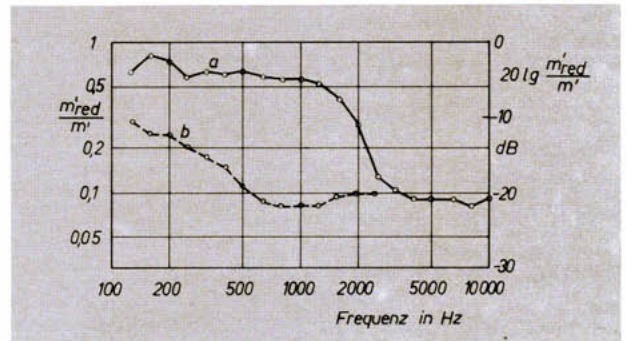


Bild 2
Zwei Beispiele für das Verhältnis m'_{red}/m' .
a: Gipskartenschale
b: 80 mm Gipsplatten

Schall ausgesetzte Schale der Doppelwand*) ausführt. Zur Verdeutlichung sind die Werte von m'_{red} , bezogen auf m' , für zwei typische Schalen in Bild 2 zahlenmäßig dargestellt. Dieses m'_{red} muß frequenzabhängig angenommen werden.

Die reduzierte Masse kann nicht nur nach der obigen Definition aus Meßwerten bestimmt werden, sondern auch rechnerisch unter Anwendung einer Theorie von M. Heckl [2], allerdings nur außerhalb des Bereichs der Spuranpassungsfrequenz.

Das Schalldämmmaß R_{DW} einer Doppelwand ergibt sich dann nach der Rechnung [3] zu

$$R_{DW} = 2 R_1 + 20 \lg \frac{2 \pi f \cdot d}{c} \quad \text{für } f > f_R$$

$$R_{DW} = 2 R_1 + 6 \quad \text{für } f \leq \frac{c}{4d}$$

Die Resonanzfrequenz f_R bestimmt sich zu

bei biegeweichen Schalen: $f_R = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2 \sqrt{2} \rho c^2}{d m'_1}}$

bei biegesteifen Schalen: $f_R = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2 \rho c^2}{d m'_1}} \cdot \frac{1}{4 \sqrt{2} \eta}$

*) Bei biegeweichen Schalen genügend unterhalb der Grenzfrequenz werden jedoch die freien Biegeschwingungen nicht berücksichtigt, da ihr Anteil an der Schallübertragung vernachlässigt werden kann.

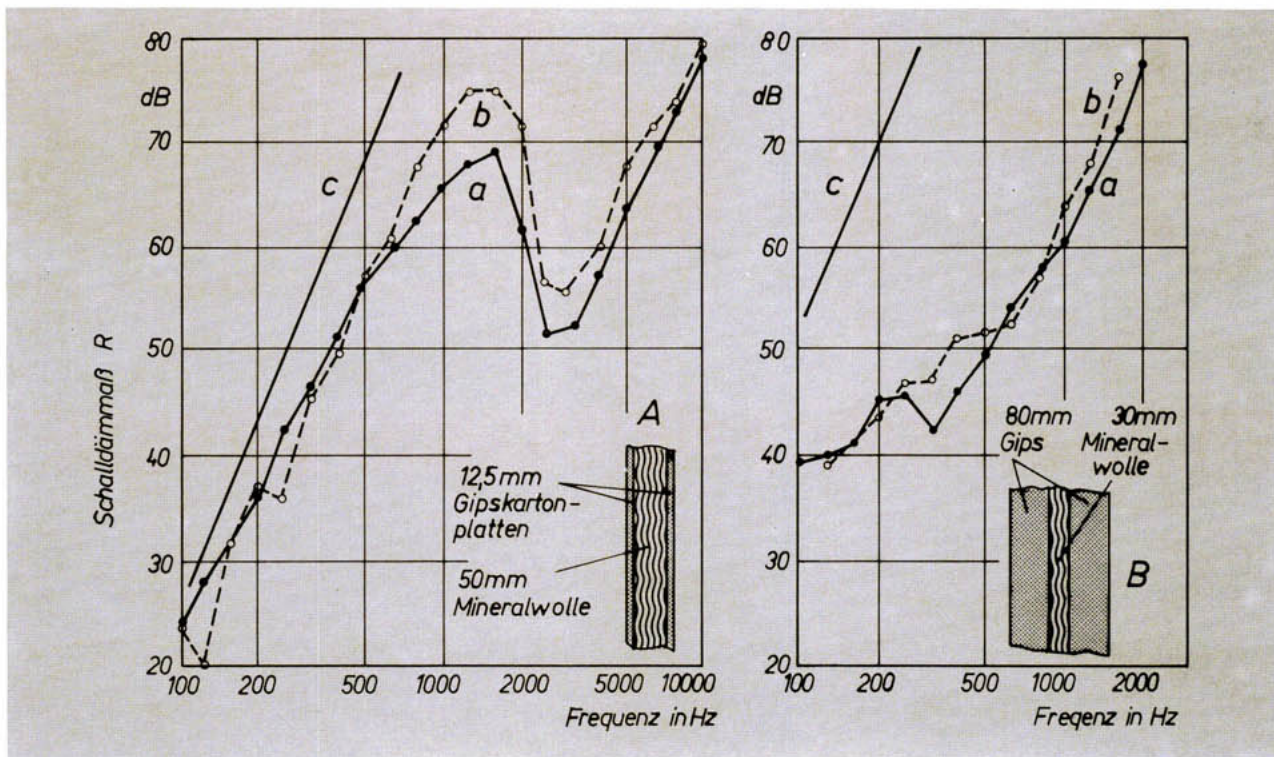


Bild 3
Vergleich von Messung und Rechnung bei zwei Doppelwänden.

a: Messung
b: neue Rechnung
c: alte Rechnung

Dabei bedeuten:

- R_1 : Schalldämmmaß einer einzelnen Schale
- f: Frequenz
- d: Dicke der Luftschicht
- η : Verlustfaktor einer Schale
- m_1' : Flächengewicht einer Schale

Ein wesentliches Ergebnis der Rechnung ist, daß die Resonanzfrequenz für zwei biegesteife Schalen um den Faktor 3–5 höher liegt als man bisher allgemein, siehe z. B. in DIN 4109, angenommen hat. Die Resonanz hängt dabei von der Körperschalldämpfung der Schalen ab (Verlustfaktor η).

3. Vergleich von Rechnung und Messung

Die Übereinstimmung der Rechnung mit Meßergebnissen hat sich an einer größeren Zahl der verschiedenartigsten Wände als befriedigend ergeben. Zwei Beispiele sind in Bild 3 dargestellt und zwar für zwei biege weiche Schalen in einem weiten Frequenzgebiet (Fall A) und für zwei biegesteife Schalen (Fall B). Die Übereinstimmung ist für praktische Zwecke der Bauakustik voll ausreichend. Der Aufwand für die Rechnung ist gering. Allerdings müssen die Schalldämmwerte der Wandschalen bekannt sein. Dies ist jedoch kein Hindernis, da diese Werte oder solche von akustisch gleichwertigen Schalen bekannt sind.

Ein weiteres praktisches Beispiel, bei dem bisher keine

quantitative Voraussage der Schalldämmung möglich war, stellen doppelschalige Haustrennwände mit einer über die ganze Haustiefe verlaufenden Fuge dar [4]. In Bild 4 ist ein Meßbeispiel aus einem ausgeführten Bau wiedergegeben. Die Abweichungen oberhalb 400 Hz sind durch vereinzelt kleinere Schallbrücken zu erklären.

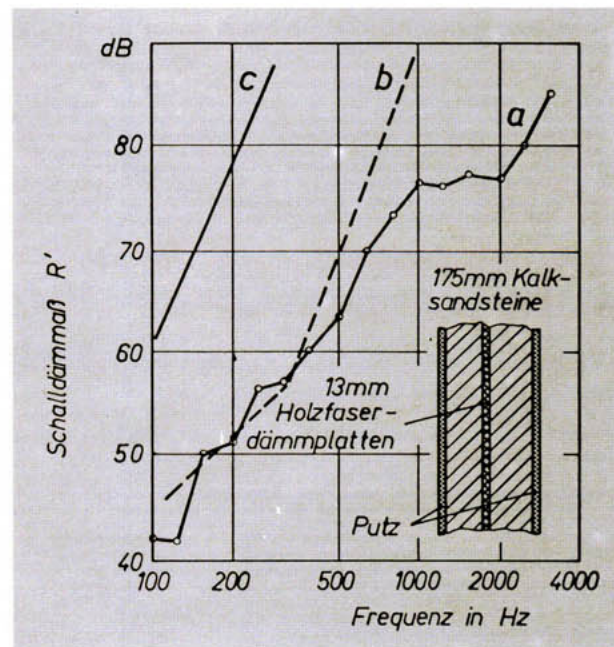


Bild 4
Vergleich der Schalldämmung einer doppelschaligen Haustrennwand.
a: Messung am Bau
b: neue Rechnung
c: alte Rechnung

- [2] Wintergerst, E.: „Theorie der Schalldurchlässigkeit von einfachen und zusammengesetzten Wänden“, Die Schalltechnik (1931), S. 85 und (1932), S. 1.
- [2] Heckl, M.: „Die Schalldämmung von homogenen Einfachwänden endlicher Dicke“, Acustica 10 (1960), S. 98.
- [3] Gösele, K.: „Berechnung der Luftschalldämmung von doppelschaligen Bauteilen“, Acustica, im Druck.
- [4] Gösele, K.: „Zum Schallschutz von zweischaligen Haustrennwänden“, Betonwerk und Fertigteiltechnik (1977), S. 235.



Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des Instituts für Bauphysik

INSTITUT FÜR BAUPHYSIK DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT
7 STUTTGART 70 DEGERLOCH, Königstraße 74, Tel. (07 11) 76 50 08/09
Außenstelle: 815 HOLZKIRCHEN (OBB.), Postfach 1180, Tel. (08024) 572