

Schall-Längsdämmung von leichten, massiven Außenwänden bei übereinanderliegenden Räumen

K. GÖSELE, R. KURZ*

7022 Leinfelden-Echterdingen 3; *Kurz u. Fischer GmbH, 7057 Winnenden

Einleitung

Die Schall-Längsleitung von Außenwänden aus Hochlochziegeln kann durch eine wärmetechnisch zwar vorteilhafte, jedoch schalltechnisch schädliche Lochausbildung stark verschlechtert werden. In [1], [2] und [3] wurde dies in horizontaler Richtung, vor allem bei mangelhafter Anbindung zwischen Wohnungstrennwand und Außenwand, festgestellt. Aber auch in vertikaler Richtung, über die nach außen durchlaufende Wohnungstrenndecke hinweg können so extrem geringe Werte der Längsdämmung auftreten, daß die Schalldämmung zwischen übereinanderliegenden Räumen nicht mehr den Anforderungen von DIN 4109, Ausg. 1989, genügt [10].

Durchgeführte Untersuchungen

Die Messungen wurden in zwei Mehrfamilienhäusern durchgeführt, bei denen die Außenwände mit Steinen des Typs A bzw. des Typs B (Rohdichte jeweils 800 kg/m^3) ausgeführt waren (Bild 1). Die Steifigkeit senkrecht zur Wandfläche der Steine mit versetzten Löchern (Typ B) ist gegenüber den Steinen mit von innen nach außen durchlaufenden Steinsteigen (Typ A) besonders gering [4].

Luftschalldämmung der Decken

Für die Wohnungstrenndecken wurde im Haus mit den Außenwandsteinen des Typs A ein bewertetes Schalldämmmaß von $R'_{\omega} = 56 \text{ dB}$ und im Haus mit den Steinen des Typs B von $R'_{\omega} = 50 \text{ dB}$ gemessen. Die Decken - eigentlich die Außenwände - des Hauses mit den Steinen B erfüllen somit nicht mehr die Anforderungen von DIN 4109, Ausg. 1989, von $R'_{\omega} = 54 \text{ dB}$. Der rechnerisch nach DIN 4109, Beiblatt 1 ohne Resonanzeinflüsse für die Wohnungstrenndecke zu erwartende Wert von $R'_{\omega} = 57 \text{ dB}$ wird bei diesem Steintyp erheblich unterschritten.

Schall-Längsdämmung der Außenwände

In Bild 2 sind die aus Körperschallmessungen ermittelten Schall-Längsdämm-Maße der beiden Wände eingetragen. Der Unterschied zwischen den beiden Außenwänden beträgt bei mittleren und höheren Frequenzen etwa 8 - 10 dB. Die Ursache der unterschiedlichen Schalldämm-Maße R' der Decken ist somit eindeutig auf die unterschiedliche Längsdämmung der Außenwände zurückzuführen [9] und diese nach [4] auf die unterschiedliche Lochung der Steine. Diese ergibt bei dem Steintyp B einen weit geringeren Elastizitätsmodul senkrecht zur Wandfläche und dies führt wiederum zu ausgeprägten Dickenresonanzen.

Schalldämmmaß der Außenwände

Die in Bild 3 dargestellten Meßwerte des Schalldämmmaßes der Außenwände zeigen, daß die Wand mit Steinen des Lochbildes A, Kurve a, in etwa dem entspricht, was rechnerisch für Wände dieser flächenbezogenen Masse nach [5] zu erwarten ist, Kurve c. Lediglich bei Frequenzen oberhalb 2.000 Hz deutet sich eine Abweichung, verursacht durch eine Steinresonanz, an, die jedoch nicht mehr für die Gesamtdämmung von Bedeutung ist. Bei der Wand mit Steinen des Typs B beginnt dagegen die Abweichung schon bei etwa 300-400 Hz und erreicht bei etwa 1.000 Hz Abweichungen um etwa 10 dB. Das ungünstige Längsdämm-Verhalten der Wand B ist somit bereits in der Wand im Senderaum stark ausgeprägt.

Verzweigungs-dämmung, Übertragungsvorgang

Nach Bild 4 erfolgt bei Körperschallanregung der Außenwand Typ B nur eine geschwächte Übertragung auf die Decke, die zu einer größeren Verzweigungs-dämmung D_{v2} führt, als man sie nach der (vereinfachten) Rechnung erwartet. Die Ursache liegt darin, daß die Außenwand B durch die versetzt angeordneten Löcher viel biegeweicher ist als andere gleichschwere Wände. Nach L. Cremer [6] ist jedoch neben der flächenbezogenen Masse, die in [7] als alleiniges Kriterium in vereinfachter Weise zur Berechnung herangezogen wird, auch die Biegesteife von Bedeutung.

Das Verzweigungs-dämm-Maß D_{v2} der Außenwand über die Decke hinweg verhält sich dagegen nahezu frequenzunabhängig und etwa so, wie nach der vereinfachten Rechnung [7] zu erwarten ist. Dahinter verbergen sich jedoch zwei Effekte:

- die verringerte Übertragung über die Stoßstelle ab rd. 400 Hz aufgrund der verringerten Biegesteife der Außenwand,
- die erhöhte Körperschall-Empfindlichkeit durch die Dickenresonanzen ab rund 300 Hz der zweiten Wandschale im Empfangsraum.

Beide Effekte sind gegenläufig und kompensieren sich gegenseitig ungefähr.

Diese Deutung kann unterbaut werden, wenn man die Schall-Übertragung von der Außenwand zur Decke mit der entlang der Außenwand betrachtet (siehe Bild 5). Normalerweise sind diese Längsdämm-Maße ungefähr gleich groß. Für eine Außenwand mit Steinen des Typs A trifft das auch annähernd zu. Bei der Außenwand des Typs B (elliptische Löcher) weichen die Werte jedoch um etwa 10 dB voneinander ab. Die Körperschallübertragung auf die Decke wird trotz der starken Resonanzen der Wand kaum beeinflusst, weil gleichzeitig die Verzweigungs-dämmung im Zusammenhang mit den Löchern vergrößert worden ist.

Im Schadensfall kann somit eine Verkleidung der Außenwand mit einer biegeweichen Vorsatzschale nur in jedem zweiten Geschos ausreichend sein. Maßnahmen an der Decke sind nicht erforderlich. Grundsätzlich kann der Mangel vermieden werden, wenn die Lochbilder der Steine in dem Sinne geändert werden, daß der E-Modul der Steine senkrecht zur Wandfläche erhöht wird.

Literatur:

- [1] Gösele, K. "Zur Längsleitung über leichte Außenwände", Bauphysik 12 (1990)
- [2] Schuhmacher, R. und Müller, D. "Verschlechterung der Transmissionsdämmung durch die Flanken-Übertragung leichter Außenbauteile", DAGA-Bericht 1986
- [3] Schuhmacher, R. "Zur Längsschalldämmung leichter Außenwände", wksb (1990), Sonderausgabe S. 45
- [4] Gösele, K. "Verringerung der Luftschalldämmung von Wänden durch Dickenresonanzen", Bauphysik 12 (1990), S. 187
- [5] Gösele, K. "Die Luftschalldämmung von einschaligen Wänden und Decken", Acustica 20 (1968), S. 334
- [6] Cremer, L. "Calculation of sound propagation in structures", Acustica 3 (1953), S. 317
- [7] Gösele, K. "Berechnung der Luftschalldämmung von Massivbauten unter Berücksichtigung der Schall-Längsleitung", Bauphysik 6 (1984)
- [8] Heckl, M. und M. Levit "Luftschalldämmung von Vielschichtplatten mit zahlreichen Schallbrücken", DAGA-Tagungsbericht 1990
- [9] Lott G., P. Lutz "Einfluß der Dickenresonanz leichter Außenwände auf die Schalllängsleitung", Veröffentlichungen der FHT Stuttgart, Band 12 (1991)
- [10] DIN 4109, "Schallschutz im Hochbau", Ausgabe November 1989

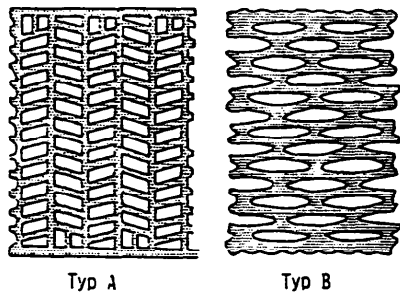


Bild 1:
Lochbilder der Steine von zwei Häusern mit HLZ-Außenwänden, die auf ihre Schall-Längsdämmung überprüft worden sind (Dicke $d = 240 \text{ mm}$, Rohdichte je 800 kg/m^3)

Typ A: von innen nach außen durchlaufende Stege (nach DIN 105, Teil 2), Steine in den Lagerfugen vermörtelt, stumpf gestoßen

Typ B: linsenförmige Löcher, gegeneinander versetzt, Steine in den Lagerfugen verklebt, stumpf gestoßen

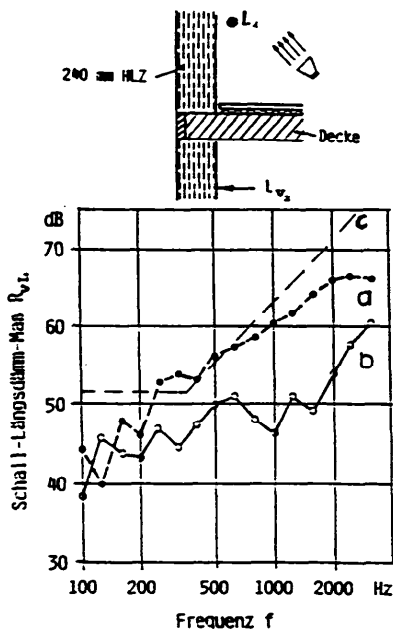


Bild 2:
Längsdämm-Maß R_{vL} von Außenwänden in vertikaler Richtung über eine Massivdecke hinweg, gemessen bei Luftschall-Anregung über die Körperschall-Schnellepegel L_{v2}

- a: Wand Typ A nach Bild 1 (Decke $d = 180 \text{ mm}$)
b: Wand Typ B nach Bild 1 (Decke $d = 200 \text{ mm}$)
c: theoretisch aufgrund der flächenbezogenen Masse zu erwarten

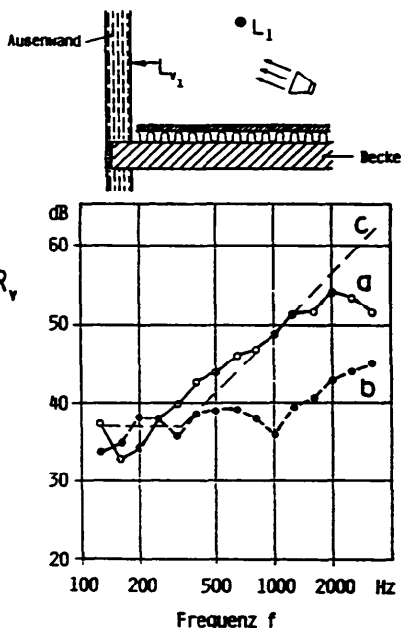
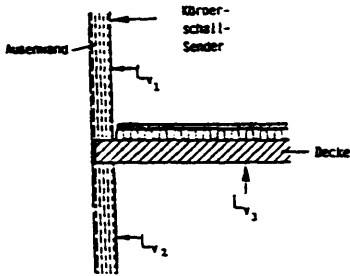


Bild 3:
Schalldämm-Maß R_v der beiden Außenwand-Typen, bestimmt aus dem Körperschall-Schnellepegel L_v .

- a: Wand Typ A nach Bild 1
b: Wand Typ B nach Bild 1
c: theoretisch aufgrund der flächenbezogenen Masse zu erwarten



$$D_{v_2} = L_{v_1} - L_{v_2}$$

$$D_{v_3} = L_{v_1} - L_{v_3}$$

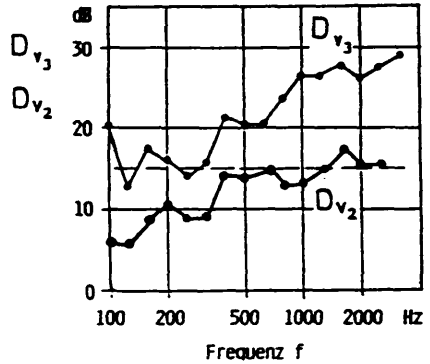
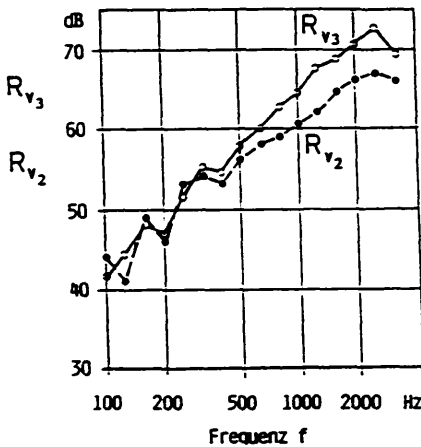


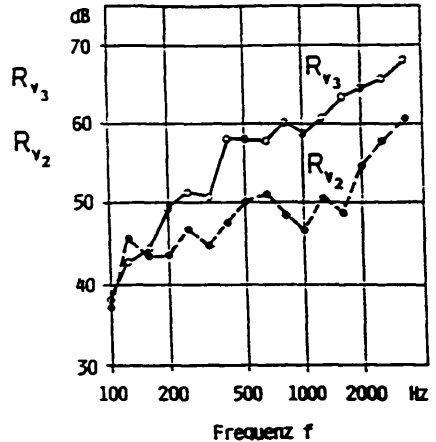
Bild 4:

Körperschall-Übertragung von Außenwand, Typ B, über die Verzweigungsstelle hinweg auf die Decke (Verzweigungsdämm-Maß D_{v_3}) bzw. die Außenwand (D_{v_2})

-- bei normalsteifen Wänden zu erwartende Verzweigungsdämmung nach [7]



mit Außenwandsteinen Typ A
(durchgehende Stege)



mit Außenwandsteinen Typ B
(elliptische Löcher)

Bild 5:

Nachweis des geringen Einflusses der Außenwandresonanz auf die Längsübertragung von der Außenwand auf die Decke (Längsdämm-Maß R_{v_3}), demgegenüber großer Einfluß auf das Längsdämm-Maß R_{v_2} der Außenwand von einem Geschos zum anderen