

Schallschutz bei Wärmedämmverbundsystemen

L. Weber, D. Brandstetter, W. Scholl

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart, Institutsleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. K. Gertis

1 Einleitung

Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) verbessern nicht nur den Wärmeschutz von Außenwänden, sondern wirken sich auch nachhaltig auf die Schalldämmung aus. Obgleich die akustischen Grundlagen bekannt sind, bestehen im Detail noch zahlreiche offene Fragen, so daß derzeit noch kein zuverlässiges Vorhersagemodell vorhanden ist. Im Fraunhofer-Institut für Bauphysik wird im Rahmen zweier Forschungsvorhaben intensiv an diesem Thema gearbeitet. Wir berichten über Forschungsziele und erste Ergebnisse.

2 Aufbau von WDVS

Wärmedämmverbundsysteme bestehen aus Polystyrol- oder Mineralfaser-Platten, die von außen an der Wand befestigt und anschließend verputzt werden. Die Befestigung erfolgt mit Klebemörtel sowie eventuell zusätzlich durch Dübel. Teilweise werden auch Profilschienen eingesetzt. Die Dämmstoffdicke ist unterschiedlich und liegt zumeist zwischen 80 und 200 mm. Der Aufbau eines typischen WDVS ist in der nachfolgenden Skizze dargestellt:

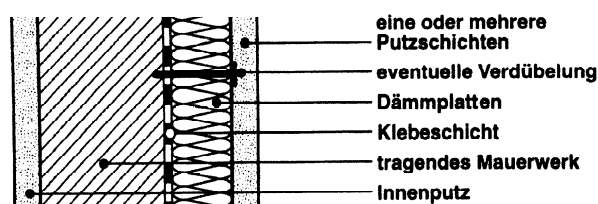


Bild 1 Aufbau einer Außenwand mit WDVS (vereinfacht).

3 Akustische Grundlagen

Wände mit WDVS bilden schwingungsfähige Systeme, wobei Trägerwand und Putzschicht als Massen und die Wärmedämmung als Feder wirken. Sofern die Wand sehr viel schwerer als der Putz ist (dies ist in der Praxis fast immer der Fall) ergibt sich für die Resonanzfrequenz des Systems folgender Ausdruck:

$$f_0 = (1/2\pi) \sqrt{s/m''} \quad (1)$$

mit s' = dynamische Steifigkeit der Dämmplatten,
 m'' = Flächenmasse der Putzschicht.

Das Schalldämmung einer Wand mit WDVS läßt sich vereinfacht in drei Frequenzbereiche unterteilen:

- Unterhalb der Resonanzfrequenz schwingt das System wie ein einschaliges Bauteil. Das WDVS verändert die Schalldämmung der Trägerwand nur unwesentlich.
- Im Bereich der Resonanzfrequenz treten infolge der gegenphasigen Bewegung von Putzschicht und Trägerwand große Schwingungsamplituden auf. Gegenüber dem Zustand ohne WDVS ist eine erhebliche Verschlechterung der Schalldämmung zu verzeichnen.
- Oberhalb der Resonanzfrequenz tritt eine Entkopplung ein, die zu einer Erhöhung der Schalldämmung führt. Die Verbesserung $\Delta R = R_m - R_0$ (hierbei bezeichnen R_m und R_0 das Schalldämm-Maß der Wand mit und ohne WDVS) steigt theoretisch gemäß $\Delta R \approx 40 \lg(f/f_0)$ (d. h. mit 12 dB je Oktave) zu hohen Frequenzen hin an.

Da eine Verbesserung der Schalldämmung nur oberhalb von f_0 erfolgt, werden WDVS so ausgelegt, daß die Resonanzfrequenz möglichst niedrig (vorzugsweise unter 100 Hz) liegt. Dies kann durch Verwendung von Dämmstoffen mit niedriger dynamischer Steifigkeit (z. B. elastifiziertem Polystyrol) sowie durch Vergrößerung der Dämmstoffdicke oder der Putzstärke erfolgen. Bei Mißachtung dieses Grundsatzes kann unter Umständen eine Verringerung des bewerteten Schalldämm-Maßes eintreten.

Die Resonanzfrequenz von WDVS liegt in der Praxis zumeist zwischen 50 und 500 Hz. Für die Verbesserung des bewerteten Schalldämm-Maßes ΔR_w ergeben sich Werte von etwa -10 dB bis +15 dB. Betrachtet man die Summe aus dem bewerteten Schalldämm-Maß und dem Spektrum-Anpassungswert für Verkehrsgeräusche, $R_w + C_{tr}$, verringert sich die Verbesserung in der Regel um mehrere dB, da die tieffrequenten Geräuschanteile größere Bedeutung erlangen. (Der Ausdruck $R_w + C_{tr}$ entspricht der Verminderung des A-Schallpegels und damit näherungsweise der tatsächlichen Gehörwahrnehmung.) In Bild 2 ist der Frequenzverlauf von ΔR an einem Beispiel dargestellt:

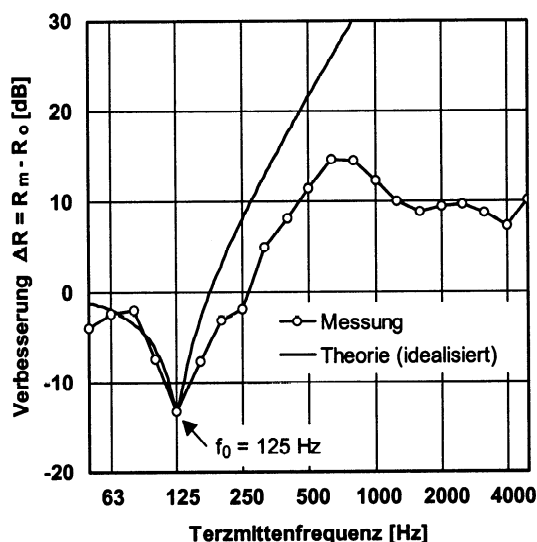


Bild 2 Verbesserung der Schalldämmung einer Außenwand (175 mm KSV, $m'' \approx 320 \text{ kg/m}^2$) durch ein WDVS (80 mm elastifiziertes Polystyrol, $m''_{\text{Putz}} \approx 8 \text{ kg/m}^2$). Das bewertete Schalldämm-Maß erhöht sich um $\Delta R_w = 1 \text{ dB}$.

Wie aus Bild 2 zu ersehen ist, steigt ΔR oberhalb von f_0 schwächer an als erwartet und nimmt bei hohen Frequenzen sogar wieder etwas ab. Dieses Verhalten, das in ähnlicher Weise bei allen WDVS auftritt, ist auf Dickenschwingungen innerhalb der Dämmschicht zurückzuführen [1].

4 Ziele der Forschungsarbeiten

Die im Fraunhofer-Institut für Bauphysik durchgeführten Arbeiten verfolgen vor allem folgende Ziele:

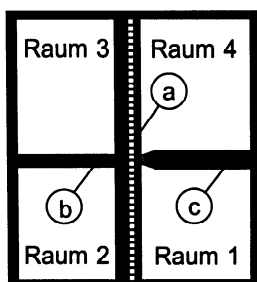
- Klärung der Zusammenhänge zwischen den Konstruktionsparametern (z. B. Klebeflächenanteil und Anzahl der Dübel) und dem akustischen Verhalten von WDVS.
- Entwicklung von Vorhersagemodellen für Durchgangs- und Längsdämmung.

- Erstellung einer Tabelle mit akustischen Kennwerten für den Bauteilkatalog im Beiblatt 1 zur neuen DIN 4109.
- Erarbeitung eines Vorschlags zur Ermittlung einer Einzulangabe für ΔR (Luftschallverbesserungsmaß).
- Erstellung eines Maßnahmenkatalogs mit schalltechnisch günstigen Bau- und Konstruktionsweisen.

Im folgenden wird über erste Meßergebnisse zur Schall-Längsleitung berichtet. Dieses Thema ist von besonderem Interesse, da über die Längsdämmung von WDVS noch keine systematischen Untersuchungen vorliegen und frühere Messungen akustische Probleme befürchten lassen [2]. Außerdem ist die Durchgangsdämmung von Außenwänden in der Praxis weniger kritisch, da für die Schallübertragung von außen nach innen zumeist die Fenster maßgebend sind.

5 Meßaufbau zur Untersuchung der Längsdämmung

Die Messungen zur Untersuchung der Schall-Längsleitung von WDVS wurden im Diagonalprüfstand des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik durchgeführt. Dieser Prüfstand, der aus vier nebeneinanderliegenden durch elastische Fugen getrennten Räumen besteht, ist in Bild 3 dargestellt:



- a = Längswand mit WDVS (300 mm Porenbeton, $m'' = 165 \text{ kg/m}^2$)
 b = Querwand (240 mm KSV, $m'' = 440 \text{ kg/m}^2$)
 c = hochschalldämmende Trennwand (elastischer Anschluß an WDVS)

Bild 3 Schematische Darstellung des Meßaufbaus zur Untersuchung der Schall-Längsleitung.

Das WDVS bestand aus 80 mm Polystyrol und einer Putzschicht mit einer Flächenmasse von 8 kg/m^2 . Es wurde als durchlaufende Schale (d. h. ohne Trennfuge an der Stoßstelle zwischen Längs- und Querwand) angebracht. Angaben zu den übrigen Bauteilen sind in Bild 3 enthalten. Die Räume 2 und 3 sind als Wohnräume mit dazwischenliegender Wohnungstrennwand anzusehen. Die Räume 1 und 4 stellen im verwendeten Versuchsaufbau den Außenbereich dar. Es sei darauf hingewiesen, daß die Längswand wegen ihrer hohen Wärmedämmung keine typische Trägerwand für WDVS darstellt (sie war von vorangehenden Messungen her im Prüfstand vorhanden). Die Übertragung der Meßergebnisse auf praxisübliche Bausituationen ist daher nur mit Einschränkungen möglich.

6 Meßergebnisse

Die gemessene Durchgangsdämmung der Außenwand (Schallübertragung von Raum 1 in Raum 2) ist in Bild 4 dargestellt. Wie dem Bild zu entnehmen ist, liegt die Resonanzfrequenz des WDVS bei $f_0 \approx 315 \text{ Hz}$ und damit nahe an der Grenzfrequenz der Trägerwand. Das bewertete Schalldämm-Maß der Trägerwand wird durch das WDVS um 4 dB herabgesetzt.

Der Einfluß des WDVS auf die Schall-Längsleitung ist in Bild 5 dargestellt. Auf der Außenseite der Längswand (zwischen Raum 1 und Raum 4) ist erwartungsgemäß eine deutliche Verringerung der Längsdämmung festzustellen. Auf der Innenseite der Wand (zwischen den Räumen 2 und 3) tritt hingegen im Bereich der Resonanzfrequenz eine Erhöhung der Schall-Längsdämmung auf. Dieses Ergebnis,

das zunächst überrascht, ist dadurch zu erklären, daß das WDVS der Trägerwand Schallenergie entzieht und dadurch eine Pegelminderung bewirkt. Dieser Effekt überwiegt offensichtlich die zusätzliche Schall-Längsleitung entlang der Putzschicht.

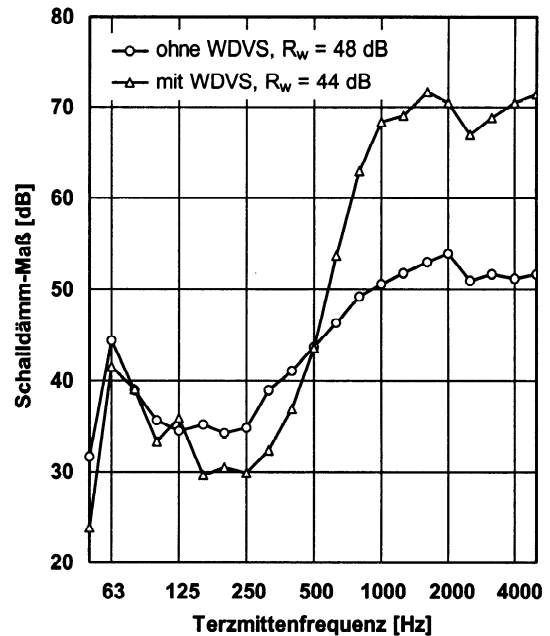


Bild 4 Schalldämm-Maß der Längswand mit und ohne WDVS.

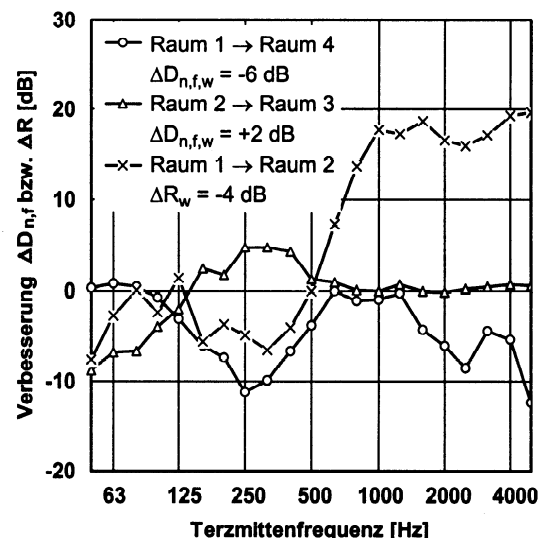


Bild 5 Verbesserung der Norm-Flankenpegeldifferenz $\Delta D_{n,f}$ und des Schalldämm-Maßes ΔR der Längswand durch das WDVS.

7 Zusammenfassung

Im Rahmen umfangreicher Forschungsarbeiten zur Untersuchung der akustischen Eigenschaften von WDVS wurde unter anderem auch die Schall-Längsleitung gemessen. Hierbei wurde trotz verminderter Durchgangsdämmung eine Erhöhung der Längsdämmung festgestellt. Inwieweit dieses Ergebnis auf andere Bausituationen übertragbar ist, muß allerdings erst noch untersucht werden.

8 Literatur

- [1] Scholl, W.: Schalldämmung mit Wärmedämmverbundsystemen. Bauphysik 21 (1999), H. 1, S. 20 - 28.
- [2] Gösele, K., Schüle, W.: Schall Wärme Feuchte. Bauverlag, Wiesbaden (9. Aufl., 1989), Abschn. 4.6.4.