

# Stoßstellendämmung von Leichtbauwänden

L. Weber, W. Scholl

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

## 1 Einleitung

Das neue Verfahren zur Berechnung der Luftschallübertragung in Bauten nach prEN 12354-1 [1] verwendet als zentrale Eingangsgröße das Stoßstellendämm-Maß  $K_{ij}$ . Im Leichtbau bestehen bei der Ermittlung dieser Größe jedoch noch erhebliche Unsicherheiten. Wir berichten über die Ergebnisse eines derzeit stattfindenden Forschungsprojektes.

## 2 Vorgehensweise

Es wurden Luft- und Körperschallmessungen an einer Leichtbauwand im Prüfstand durchgeführt. Hierbei wurden neben der Stoßstellendämmung auch die Verteilung des Schnellepegels, die Körperschall-Nachhallzeit und der Einfluß der Anregung untersucht. Anhand der gemessenen Stoßstellendämmung wurden Berechnungen nach prEN 12354-1 durchgeführt und mit der tatsächlichen Schalldämmung verglichen.

## 3 Meßaufbau

Die Untersuchungen erfolgten an einer praxisüblichen Metallständerwand mit einlagiger Beplankung aus 12,5 mm dicken Gipskartonplatten. Der Hohlraum, mit einem Schalenabstand von 100 mm, war vollständig mit Mineralfaser gefüllt. Die Wand wurde in T-Form in den Prüfstand eingebaut (siehe Bild 1)

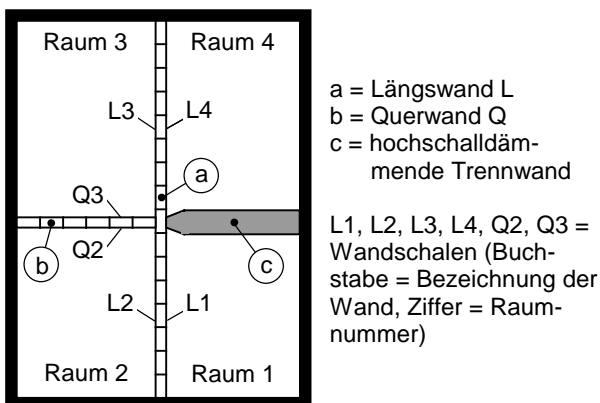


Bild 1 Skizze des Meßaufbaus.

In Verlängerung der Querwand befand sich eine hochschalldämmende Trennwand, so daß der Prüfstand in vier Räume unterteilt wurde. Da an Ober- und Unterseite der Bauteile elastische Trennfugen verliefen, erfolgte die Schallübertragung zwischen den Räumen nur über die Leichtbauwände. Zwischen der hochschalldämmenden Trennwand und der Längswand bestand - abgesehen von einer elastischen Dichtung - kein mechanischer Kontakt, so daß die Schallausbreitung entlang der Außenseite der Längswand (Wandschalen L1 und L4) nicht gestört wurde. Die Abmessungen der Räume betragen:  $L \times B \times H \cong 5 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  (Räume 1 und 2) bzw.  $6 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  (Räume 3 und 4).

## 4 Einfluß der Elementierung

Ständerwände sind aus einzelnen Platten und Metallprofilen zusammengesetzt und zeigen daher ein anderes akustisches Verhalten als homogene Bauteile. Um den Einfluß

der Elementierung auf die Ausbreitung von BiegeWellen zu untersuchen, wurde die Wand mit einem Körperschallsender (Shaker) angeregt und die resultierende Schnelle an verschiedenen Stellen der Wandoberfläche gemessen. Nach Berücksichtigung der Ausbreitungsdämpfung (siehe unten) ergab sich an allen Meßpunkten nahezu der gleiche Pegel (maximale Abweichung  $\pm 0,6 \text{ dB}$ ). Auch das Frequenzspektrum zeigte überall einen ähnlichen Verlauf. Es ist daher davon auszugehen, daß die vorhandenen Metallprofile und Plattenstöße die Wellenausbreitung nur verhältnismäßig wenig beeinflussen.

## 5 Feldverteilung auf den Wandschalen

Grundlegende Voraussetzung für die Anwendung des neuen Berechnungsverfahrens ist das Vorhandensein diffuser Körperschallfelder auf den Send- und Empfangsbau teilen. Bei Leichtbauwänden ist diese Voraussetzung wegen ihrer hohen inneren Dämpfung nur näherungsweise erfüllt. Um dies zu überprüfen, wurde die Längswand mit einem Beschleunigungsaufnehmer in Längsrichtung abgetastet. Als Anregungsquelle wurde zunächst ein Shaker (an einem Ende der Wand) und dann ein Lautsprecher eingesetzt. Um eine Luftschallanregung der Querwand zu vermeiden, befand sich der Lautsprecher auf der Außenseite der Längswand in Raum 1. Die ermittelten Meßergebnisse sind in Bild 2 dargestellt.

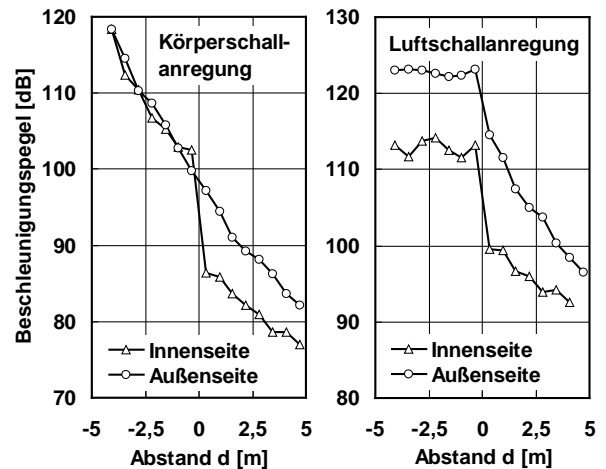
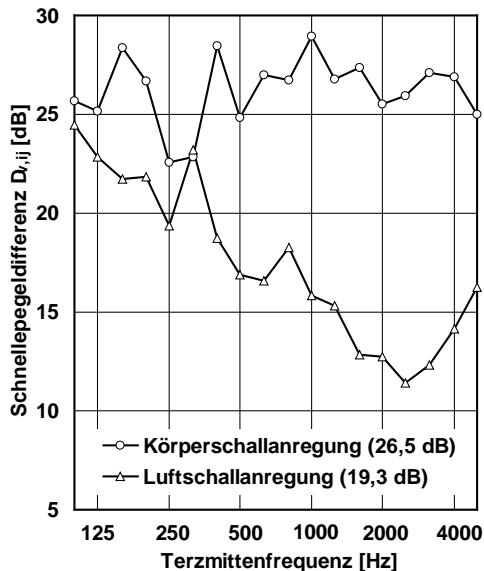


Bild 2 Pegelverteilung auf der Längswand bei Anregung mit Körperschall (links) und Luftschall (rechts). Auf der Abszisse ist der Abstand der Meßpunkte von der Stoßstelle (bei  $d = 0$ ) dargestellt. Die innere Wandschale war starr mit der Querwand verbunden, die Außenschale hingegen frei beweglich. Der Shaker befand sich an der Stelle  $d = -4,6 \text{ m}$ .

Der gemessene Pegel nimmt mit wachsendem Abstand von der Anregungsstelle kontinuierlich ab. Vor der Stoßstelle beträgt die Abnahme im Mittel ca.  $4 \text{ dB/m}$ , dahinter etwa  $2 \text{ dB/m}$ . Bei Luftschallanregung bildet sich auf der Sendeseite (im Bereich  $d < 0$ ) ein gleichmäßiges Schallfeld aus. An der Stoßstelle erfolgt ein abrupter Pegelabfall von etwa  $13 \text{ dB}$ , der aber nur auf der Innenseite der Wand auftritt. Ein diffuses Körperschallfeld ist - zumindest auf der Empfangsseite - bei keiner der beiden Anregungsarten vorhanden.

## 6 Bestimmung der Stoßstellendämmung

Bei Leichtbauteilen entspricht die Stoßstellendämmung im wesentlichen der richtungsgemittelten Schnellepegeldifferenz. Diese wird bestimmt, indem die mittleren Schnellepegel auf dem Sendebauteil gemessen und voneinander abgezogen werden. Wegen der hohen Ausbreitungsdämpfung hängt das Meßergebnis im vorliegenden Fall jedoch stark von der Anregungsart (Luft- oder Körperschall) und der Anregungsstelle ab. In Bild 3 ist ein Beispiel hierfür dargestellt.



**Bild 3** Richtungs-gemittelte Schnellepegeldifferenz zwischen linker und rechter Seite der Längswand (Wandschalen L2 und L3) als Funktion der Frequenz. Die Werte in Klammern bezeichnen den energetischen Mittelwert der jeweiligen Meßkurve.

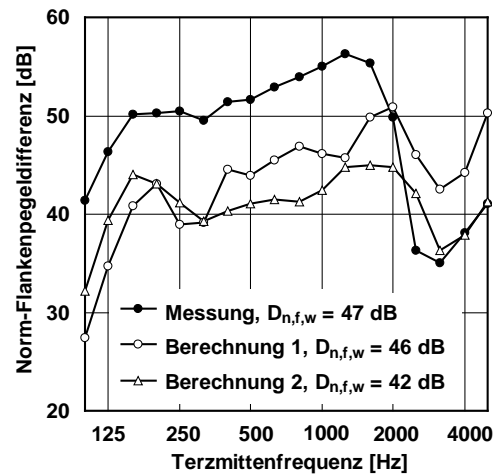
Ähnliche Unterschiede wie in Bild 3 ergeben sich auch dann, wenn die Körperschalleinleitung an unterschiedlichen Stellen der Wand erfolgt. Es handelt sich hierbei um systematische Unterschiede, die sich auch durch eine erhöhte Anzahl von Meßpunkten nicht beseitigen lassen [2]. Eine reproduzierbare Messung der Stoßstellendämmung ist mit den derzeit verwendeten Methoden daher nicht möglich.

## 7 Überprüfung des Berechnungsmodells

Da die verschiedenen Meßmethoden unterschiedliche  $K_{ij}$ -Werte liefern, stellt sich die Frage, welches Ergebnis am besten als Eingangsgröße für das neue Berechnungsverfahren geeignet ist. Um dies zu untersuchen, wurden die gemessene Stoßstellendämmung in das Berechnungsmodell eingegeben und die Berechnungsergebnisse mit der tatsächlichen Schalldämmung verglichen. Dies wird im folgenden am Beispiel der Schallübertragung zwischen den Räumen 1 und 4 erläutert. Da nur ein Übertragungsweg (Flankenweg  $F_f$ ) vorhanden ist, liegen hier besonders einfache Verhältnisse vor. Maßgebend ist im wesentlichen nur die Außenseite der Längswand (Wandschalen L1 und L4), weshalb die Stoßstellendämmung zwischen diesen Schalen herangezogen wurde. Aufgrund des symmetrischen Aufbaus ergibt sich für die Norm-Flankenpegeldifferenz  $D_{n,f}$  folgende einfache Berechnungsformel:

$$D_{n,f} = R + K_{ij} + 10 \lg (10 l_0 / l_{ij}) \text{ dB}, \quad (1)$$

wobei  $R$  die Durchgangsdämmung der Außenschale,  $l_0 = 1 \text{ m}$  die Bezugslänge und  $l_{ij}$  die Kopplungslänge der Stoßstelle ist. Die nach dieser Gleichung berechneten Werte sind in Bild 4 aufgetragen.



**Bild 4** Normflankenpegeldifferenz  $D_{n,f}$  zwischen den Räumen 1 und 4 in Abhängigkeit von der Frequenz. Der  $K_{ij}$ -Wert für Berechnung 1 wurde mit Körperschallanregung, der für Berechnung 2 mit Luftschallanregung gemessen.

Obgleich sich die in Bild 4 dargestellten Schalldämmkurven hinsichtlich der zugehörigen Einzahlangaben nur verhältnismäßig wenig unterscheiden, ist der Kurvenverlauf stark unterschiedlich. Die Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung ist daher als unbefriedigend anzusehen.

## 8 Meßtechnische Probleme

Bei den durchgeführten Untersuchungen wurden noch weitere Probleme festgestellt, die hier nur kurz umrissen werden können. So traten bei der Messung der Körperschallnachhallzeit infolge der Rückwirkung des im Meßraum vorhandenen Luftschallfeldes im Bereich der Koinzidenzfrequenz scheinbar stark erhöhte Meßwerte auf. Des weiteren ist zu berücksichtigen, daß neben der untersuchten Stoßstelle häufig noch ein weiterer wesentlicher Schallübertragungsweg vorhanden ist. Es handelt sich um den vom Sendebauteil abgestrahlten Luftschall, der zu einer Anregung des Empfangsbauteils führt und das Meßergebnis unter Umständen stark verfälschen kann. Dies ist auch dann der Fall, wenn eine geräuscharme Körperschallquelle (z. B. ein Shaker) verwendet wird.

## 9 Zusammenfassung

Bei der Untersuchung der Stoßstellendämmung von Leichtbauteilen wurden mannigfaltige Probleme festgestellt. Das Hauptproblem besteht in der hohen inneren Dämpfung dieser Bauteile, die die Entstehung diffuser Körperschallfelder verhindert. Dies erschwert reproduzierbare Messungen der Stoßstellendämmung und beeinträchtigt die Anwendung des Berechnungsmodells nach prEN 12354-1. Meßtechnische Probleme bei der Ermittlung der Stoßstellendämmung kommen erschwerend hinzu. Vor dem praktischen Einsatz müssen die verwendeten Meß- und Berechnungsverfahren daher noch verfeinert und an die besonderen akustischen Verhältnisse im Leichtbau angepaßt werden.

## 10 Literatur

- [1] prEN 12354-1 (Schlußentwurf, April 1999): Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen.
- [2] Forschungsbericht B-BA 1/2000 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik: Meßverfahren für die Stoßstellendämmung bei leichten Bauelementen (in Bearbeitung).