

M. Leistner, H. Drotleff

## Akustische Transparenz perforierter Platten mit Stoffabdeckung\*

### Einleitung

Für ein zeitgenössisches Design von Großraumbüros, Banken, Verkaufseinrichtungen und öffentlichen Räumen sind häufig glatte Oberflächen an Wänden und Decken erwünscht [1]. Gleichzeitig erfordern diese Räume, in denen kommunikationsintensive Dienstleistungen erbracht werden, entsprechende akustische Bedingungen [2]. Diese beiden Ansprüche sind im Frequenzbereich unter 500 Hz zunehmend schwerer vereinbar. Deshalb werden gelegentlich Absorber für tieffrequenten Schall hinter einer optisch glatten Abdeckung installiert, die dann jedoch über ausreichend akustische Transparenz verfügen muss. Im folgenden wird ein Messverfahren vorgestellt, mit dem an kleinen Mustern die Transparenz bei senkrechtem Schalleinfall abgeschätzt werden kann und es werden beispielhaft Ergebnisse von Messungen nach diesem Verfahren an zwei Abdeckungen gezeigt.

### Messverfahren

Mit dem Versuchsaufbau nach **Bild 1** wird der Reflexionsgrad  $\rho = |r|^2$  aus einer Messung des komplexen Reflexionsfaktors  $r$  in Anlehnung an [3] berechnet. Aus einer Messung der Pegeldifferenz  $\Delta L_p = L_{p,e} - L_{p,M3}$  zwischen den Positionen M2 und M3 kann der Transmissionsgrad

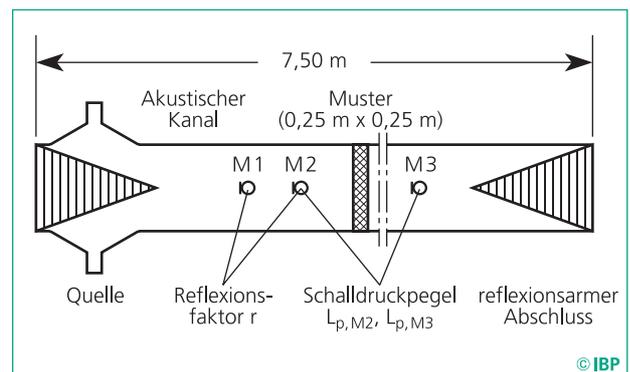
$$\tau = 10^{-\Delta L_p / 10}$$

bestimmt werden. Der gemessene Pegel an M2  $L_{p,M2}$  muss mit Hilfe des zuvor ermittelten Reflexionsfaktors nach der Gleichung

$$L_{p,e} = 10 \lg \frac{10^{L_{p,M2}/10}}{\left| \left( e^{-jk_0(l-x)} + r e^{jk_0(l-x)} \right) \right|^2}$$

auf den Pegel der einfallenden Welle  $L_{p,e}$  korrigiert werden. Dabei sind  $k_0 = 2\pi f/c_0$  die Freifeldwellenzahl,  $f$  die Frequenz,

\* Vortrag „Acoustical transparency of perforated panels with fabric lining“, CFA/DAGA 04, Strasbourg, März 2004, p. 957-958



**Bild 1:** Akustischer Kanal mit reflexionsarmem Abschluss und den Mikrofonpositionen M1, M2 und M3 zur Reflexionsfaktor- und Schalldruckmessung.

$c_0 = 343$  m/s die Schallgeschwindigkeit,  $l$  der Abstand von der Musteroberfläche zu Position M1 und  $x$  der Abstand von der Position M1 zur Position M2.

**Bild 2** zeigt die Ergebnisse zum einen für den leeren Kanal, zum anderen für einen  $d = 0,3$  mm dicken Stoff mit einer Flächenmasse von  $m'' = 0,13$  kg/m<sup>2</sup> und einem längenspezifischen Strömungswiderstand von  $\Xi = 400$  kPa\*s/m<sup>2</sup>. Die vereinfachte Abschätzung des Transmissionsgrades des Stoffes unter ausschließlicher Berücksichtigung des resistiven Anteils ergibt mit  $\rho = 1,21$  kg/m<sup>3</sup>

$$\tau = \frac{1}{\left( 1 + \frac{\Xi d}{2\rho c} \right)^2} \approx 0,76$$

in Übereinstimmung mit dem Messwert. Einen Eindruck, welchen Einfluss eine derartige Abdeckung hat, liefert die für die Praxis wesentlich bedeutsamere Messung des Schallabsorptionsgrades bei diffusem Schalleinfall nach [4]. Messungen an Verbund-Platten-Resonatoren VPR nach [5] im Hallraum zeigen, dass die Stoffabdeckung keinen negativen Einfluss auf das Absorptionsverhalten hat.

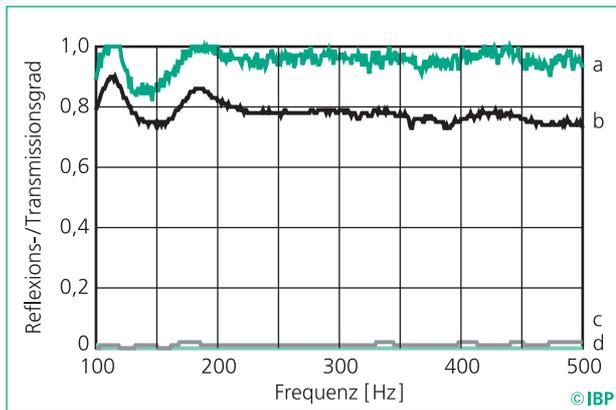


Bild 2: Transmissionsgrad  $\tau$  des leeren Kanals (—, a) und der Stoffmuster (—, b); Reflexionsgrad  $\rho$  der Stoffmuster (—, d) und des leeren Kanals (—, c).

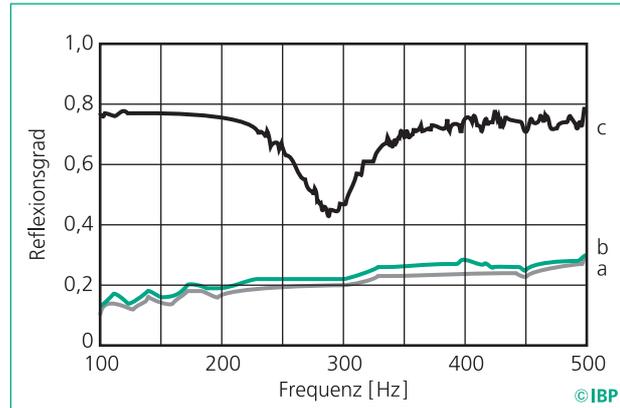


Bild 4: Reflexionsgrad  $\rho$  von 26 mm porösem Recyclingglas mit beidseitiger Glasfriesabdeckung ohne (—, a) und mit (—, b) Akustikputz und einer konventionellen Akustik-Unterdecke (—, c).

## Messungen an Abdeckungen

Eine denkbare Variante der optisch glatten Abdeckung von Absorbern ist eine gelochte Gipskartonplatte, die raumseitig mit einem Vlies beklebt und mit einem Farbauftrag versehen wird. Es wurde eine Serie von 4 Mustern vermessen, wobei Muster 1 keinen Farbauftrag erhielt, Muster 2 einmal und Muster 3 zweimal dünn mit „akustisch transparenter“ Farbe besprenkelt wurden. Die Farbe auf den Mustern 1 bis 3 war noch nicht deckend, erst Muster 4 konnte durch weiteren Farbauftrag den optischen Ansprüchen genügen. Die gemessenen Reflexionsgrade in Bild 3 zeigen, dass Muster 1 und 2 aus rein akustischer Sicht als Absorberabdeckung geeignet sind, während Muster 3 und 4 nicht in Frage kommen, da sie den größeren Teil der einfallenden Schallenergie reflektieren.

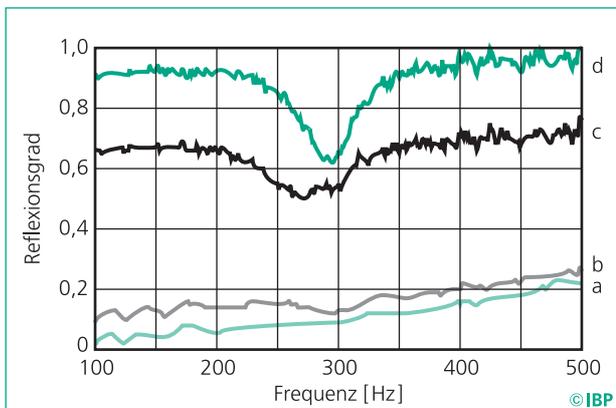


Bild 3: Reflexionsgrad  $\rho$  der Gipskartonplatte mit Vlies (—, a), ohne Farbe (—, b) einmal besprenkelt (—, c) zweimal besprenkelt und (—, d) mit deckender Farbschicht.

Eine andere Variante zur Absorberabdeckung sind Platten aus gesintertem Blähglasgranulat, wie in [6] beschrieben, mit einer Abschlussbeschichtung aus Akustikputz. Die Messergebnisse in Bild 4 zeigen einen vernachlässigbaren Einfluss der Putzschicht und eine deutlich bessere Eignung dieses Aufbaus als akustisch transparente Abdeckung gegenüber der zuerst beschriebenen Variante. Als dritte Version wurde

eine konventionelle Akustik-Unterdecke vermessen. Hier wurden Reflexionsgrade festgestellt, die denen der Muster 3 und 4 gleichen (Bild 3 und 4).

## Zusammenfassung

Mit dem beschriebenen Messverfahren kann der Transmissionsgrad kleiner Muster bei senkrechtem Schalleinfall abgeschätzt werden. Muster gelochter Gipskartonplatten mit sichtseitiger Vliesauflage, die deckend mit „akustisch transparenter“ Farbe beschichtet sind, verlieren ihre akustische Transparenz und sind als Absorberabdeckung unbrauchbar. Besser geeignet erscheint ein Akustikputz auf gesintertem Blähglasgranulat.

## Literatur

- [1] Drotleff, H. et al: Attractive room acoustic design for multi-purpose halls. ACUSTICA 87 (2001), H. 4, S. 500-504.
- [2] Fuchs, H.V.: Neufassung von DIN 18041 – ein Weckruf für gute Raumakustik. Bauphysik 25 (2003), H. 6, S. 350-357.
- [3] DIN EN ISO 10534-2: Bestimmung des Schallabsorptionsgrades und der Impedanz in Impedanzrohren. Teil 2: Verfahren mit Übertragungsfunktion. Oktober 2001.
- [4] DIN EN 20 354: Messung der Schallabsorption im Hallraum. Juli 1993.
- [5] Fuchs, H.V. et al: Raum-Akustik: Neue Bauteile für besseres Hören und weniger Lärm. Gesundheitsingenieur 124 (2003), H. 2, S. 45-56.
- [6] Lenzer, M. et al.: The new StoSilent A-Tec Panel suspended ceiling system. In: CFA/DAGA 04, p. 489-490.



Fraunhofer  
Institut  
Bauphysik

## FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP

Institutsleitung: Prof. Dr. Gerd Hauser

Prof. Dr. Klaus Sedlbauer

D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00  
D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0

Herstellung und Druck: Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB, Satz- und Druckzentrum  
Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik