

32 (2005) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefasst

*Diese IBP-Mitteilung ist auch in englischer Sprache erhältlich

W. Maysenhölder, A. Berg*, P. Leistner

Akustische Eigenschaften von Aluminiumschäumen – Messungen und Modellierung

Einleitung

Offenporiger Aluminiumschaum, ein korrosionsbeständiger, selbsttragender Leichtwerkstoff ohne möglicherweise gefährliche Fasern, hat im Bereich der Materialwissenschaft und -technologie an Bedeutung gewonnen. Im Zuge dieser Entwicklung sind die akustischen Eigenschaften einer bestimmten Schaumvariante untersucht worden. Parallel zu den Messungen ist eine theoretische Beschreibung entstanden, die als Grundlage für eine weitere Verbesserung des Schalldämmungspotenzials dienen soll.

Herstellung eines Probekörpers

Die untersuchten zylinderförmigen Probekörper aus Aluminiumschaum (Bild 1) sind in einem Druckgussverfahren um

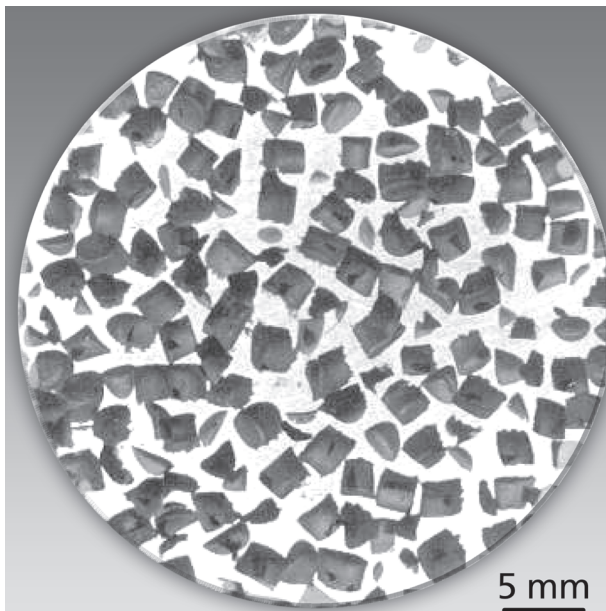


Bild 1: Probekörper aus Aluminiumschaum

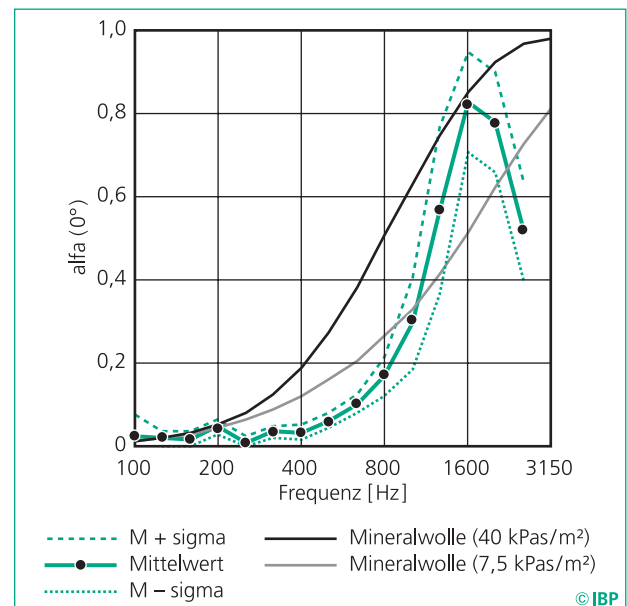


Bild 2: Gemessene Schallabsorption von neun 25 mm dicken Probekörpern aus Aluminiumschaum: Mittelwert und Mittelwert \pm Standardabweichung ($M \pm \sigma$). Zum Vergleich: zwei Kurven von berechneten Faserabsorbentern.

einen Sinterkörper aus Polymergranulat entstanden [1]. Das Polymer (Polystyrol) wird zum Schluss durch thermische Behandlung entfernt. Die Probekörper besitzen eine fast vollständig offene Porosität von ca. 60 % und haben einen spezifischen Strömungswiderstand zwischen 3 und 10 kPas/m². Die durchschnittliche Porengröße beträgt ca. 2,5 mm.

Absorption

Die gemessene Schallabsorption bei senkrechtem Einfall (Bild 2) erreicht ein ausgeprägtes Maximum bei ca. 1,6 kHz. In diesem Bereich ist der Aluminiumschaum besser als Mineralwolle mit gleichem spezifischem Strömungswiderstand (7,5 kPas/m²), wird allerdings bei weitem übertroffen von Mineralwolle mit 40 kPas/m².

* Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM) in Bremen

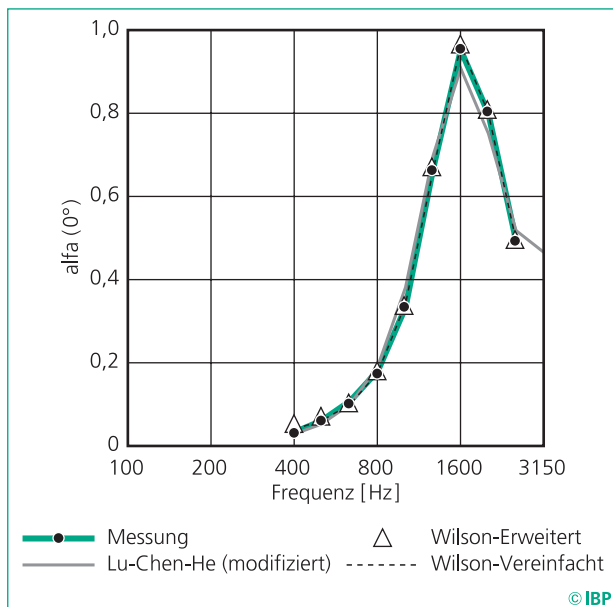


Bild 3: Absorption des Probekörpers o073 (25 mm dick, 7,6 kPas/m²): Messung und drei Modellrechnungen.

Zwei theoretische Modelle – eine korrigierte und erweiterte Version des Modells von Lu, Chen und He [2] (4 Parameter) und die Varianten „Vereinfacht“ (4 Parameter) und ‚Erweitert‘ (6 Parameter) des Modells von Wilson [3] – sind dazu verwendet worden, die Messdaten rechnerisch nachzubilden und zu analysieren (Bild 3). Die Übereinstimmung mit den Absorptionsmesswerten ist bei beiden Modellen zufriedenstellend. Das Modell von Wilson, das Vorteile im Allgemeinen wie auch insbesondere in Bezug auf die Porosität und den Strömungswiderstand hat, ist jedoch vorzuziehen. Mit Hilfe dieses Modells konnte die Orientierungsabhängigkeit der Absorption als Auswirkung einer geringfügigen Inhomogenität der Probekörper erklärt werden. Die Gültigkeit wurde zusätzlich anhand von Absorptionsmessungen mit einem leeren Hohlraum hinter dem Probekörper überprüft. Approximative empirische Zusammenhänge zwischen den angepassten Modell-Parametern (4 aus 6) von Wilsons „Erweitertem Modell“ und den gemessenen Eigenschaften Porosität und Strömungswiderstand dienen als (vorläufiges) Prognoseinstrument. Das „Erweiterte Modell“ ist aufgrund der gleichzeitigen Reproduktion von Strömungswiderstand (niedrige Frequenzen) und Absorptionsmaximum (hohe Frequenzen) besser als das „Vereinfachte Modell“ insbesondere für Berechnungen der Schalldämmung.

Einfügungsdämpfung

Ein Testschalldämpfer (Hohlzylinder mit Radien 60 mm und 140 mm und Länge 275 mm) wurde aus zahlreichen Aluminiumschaumstücken mit den oben beschriebenen Absorptionseigenschaften zusammengesetzt. Die gemessene Einfügungsdämpfung (Bild 4) zeigt ein Maximum bei 1,6 kHz, das der Absorptionsspitze in Bild 2 entspricht. Die berechneten Werte passen gut zu den gemessenen. Sie wurden mit Hilfe eines MAPS-Programms (Book III, Chapter 29.2/Least att, lat abs & Zs.nb) [4] erzielt, bei dem das implementierte Absor-

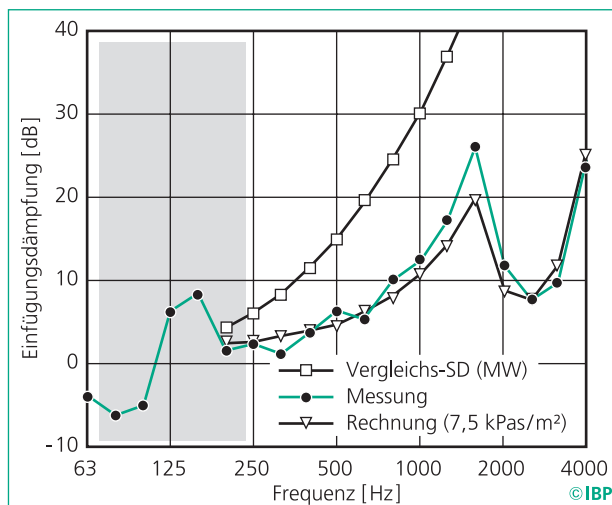


Bild 4: Einfügungsdämpfung des Testschalldämpfers: Messung und Berechnung mit MAPS [4], wobei das Absorbermodell von Wilson verwendet wurde. Schattierter Bereich: Unzureichend reflexionsfreie Kanalabschlüsse. Zum Vergleich: Berechnete Kurve für einen mit Mineralwolle (40 kPas/m²) gefüllten Schalldämpfer.

bermodell durch das ‚Erweiterte Modell‘ von Wilson ersetzt wurde. Wie zu erwarten war, liegt die Wirksamkeit des Testschalldämpfers aus Aluminiumschaum unter der „Referenz“ eines Faserabsorbers (hier: Mineralwolle mit 40 kPas/m²).

Schlussfolgerungen


Das Relaxationsmodell von Wilson, insbesondere das „Erweiterte Modell“, beschreibt die Absorptionseigenschaften des untersuchten Aluminiumschaummaterials gut. Um eine höhere Absorption zu erreichen, muss der Strömungswiderstand erhöht werden, beispielsweise durch Verwendung feinerer Polystyrol-Granulate.

Danksagungen

Teile dieser Arbeit sind von Herrn Dipl.-Ing. M. Haesche (IFAM), Herrn Dipl.-Ing (FH) S. Hettler, MSc, Herrn Dr. rer. nat. R. Haberkern und Herrn Dipl.-Phys. K. Naßhan (IBP) durchgeführt worden. Diese Arbeit wurde vom Bundeswirtschaftsministerium (AiF-No. 56 ZN) im Rahmen eines Projektes der Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen (FVV) unterstützt.

Literatur

- [1] Berg, A.; Maysenhölder, W.; Haesche, M.: Noise reduction by open-pore aluminium foams. In: J. Banhart, N. A. Fleck, A. Mortensen (eds.): Cellular Metals: Manufacture, Properties, Applications. MIT-Verlag, Bremen 2003, p. 487-492.
- [2] Lu, T. J.; Chen, F.; He, D.: Sound absorption of cellular metals with semi-open cells. J. Acoust. Soc. Am. 108 (2000) 1697-1709.
- [3] Wilson, D. K.: Simple relaxational models for the acoustic properties of porous media. Appl. Acoust. 50 (1997) 171-188.
- [4] Mechel, F. P.: MAPS – Mechel's Acoustics Program System (CD-ROM). S. Hirzel Verlag, Stuttgart 2001.



Fraunhofer
Institut
Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP

Institutsleitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/970-00
83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/643-0
34127 Kassel, Gottschalkstr. 28a, Tel. 05 61/804- 18 70