

15 (1988) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

J. Mell, N. Rambašek, H.V. Fuchs, U. Ackermann

Rohrschalldämpfer aus Membran-Absorbern *)

Einleitung

In vielen Strömungskanälen breitet sich neben dem transportierten Medium auch Schall aus, der, wenn er ins Freie oder in geschlossene Räume gelangt, zu einer unangenehmen Lärmbelästigung führt. Um die Schallausbreitung zu unterbinden, werden deshalb in die Kanäle Schalldämpfer eingebaut. Am einfachsten ist es, die Wand des Strömungskanals mit porösen Absorbern auszukleiden. Dabei ist es wichtig, daß die Schallwellen in den Absorber eindringen können. Das poröse Material wird häufig mit einem akustisch transparenten Lochblech zum Kanal hin abgedeckt. Insbesondere bei runden Kanälen sind sogenannte Rohrschalldämpfer ein erprobtes und bewährtes Mittel zur Lärmbekämpfung [1]. Die Auskleidungstiefe des porösen Materials ist ein wichtiger Parameter bei der Auslegung des Schalldämpfers; größere Tiefe bedeutet höhere Dämpfung bei tiefen Frequenzen [2]. Das Maximum der Dämpfung wird im wesentlichen durch die Strahlbildungsfrequenz bestimmt: Wenn die Wellenlänge kleiner wird als der doppelte Innendurchmesser des Rohrschalldämpfers, nimmt die Dämpfung ab. Insbesondere bei technischen Rohrleitungen mit großem Innendurchmesser tritt Durchstrahlung schon bei relativ niedrigen Frequenzen auf. Als Ausweg bietet sich ein Zentralkörper oder der Einbau von Kulissen an, was einen zusätzlichen Druckverlust erzeugt.

In der Regel wird jedoch bei höheren Frequenzen keine sehr hohe Schalldämpfung gefordert. Die meisten technischen Strömungsmaschinen haben nämlich das Maximum der Schallerzeugung bei tiefen Frequenzen; mit wachsender Frequenz fällt das Spektrum stark ab. Für solche Schallquellen ist ein Schalldämpfer optimal, der von vornherein auf tiefe Frequenzen ausgelegt ist.

Diese Anforderungen erfüllt der im IBP entwickelte Membran-Absorber [3], der sich bereits als Kulissendämpfer in ersten Einsätzen bewährt hat [4].

Aufbau eines Prototyps aus Aluminium

Um zu erproben, ob der Membran-Absorber prinzipiell für den Aufbau von Rohrschalldämpfern geeignet ist, wurden verschiedene Prototypen gebaut und getestet [5]. Dabei ergab sich, daß die Innenflächen möglichst wenig gekrümmt sein sollten. Zylindrische Loch- und Deckmembranen sind in ihrer Schwingfähigkeit so stark eingeschränkt, daß der Platten-Resonator fast nicht angeregt wird. Damit bleibt vom Membran-Absorber lediglich ein schmalbandiger Helmholtz-Resonator übrig. Das Foto in Bild 1 zeigt einen 1 m langen achteckigen Rohrschalldämpfer noch ohne Deckmembran

(innen) und ohne äußere Hülle. Dadurch wird ein Blick in einige der 64 Kammern möglich, die jeweils ein Volumen von 1500 cm³ haben. Die Lochmembran besteht aus 0,2 mm dickem Aluminium, die Löcher haben einen Durchmesser von 20 mm. Der Innendurchmesser des Rohrschalldämpfers beträgt 0,2 m, die Wabenstruktur ist 0,1 m tief. Die Blechstärke der Wabenwände und der äußeren Hülle ist aus schalltechnischer Sicht frei wählbar, sie kann nach den Anforderungen hinsichtlich Gewicht und Stabilität ausgewählt werden.

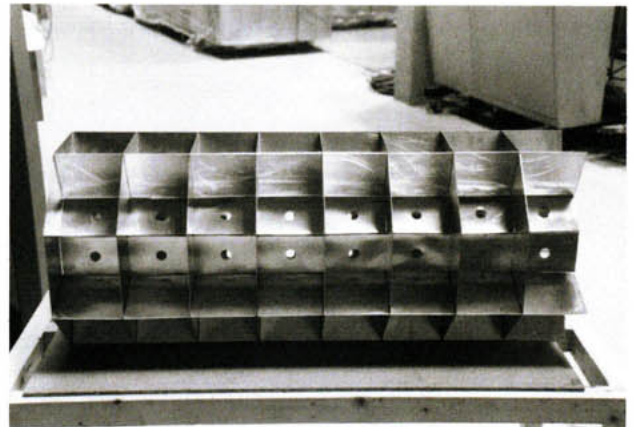


Bild 1: Achteckiger Rohrschalldämpfer ohne Deckmembran (innen) und äußere Hülle

Erste Ergebnisse

Für Messungen an Rohrschalldämpfern wurde im IBP ein Prüfstand aufgebaut [6], der allen Anforderungen der DIN 45 646 [7] genügt. Das Foto in Bild 2 zeigt den achteckigen Rohrschalldämpfer aus Membran-Absorbern mit äußerer Hülle in die Meßstrecke des Prüfstandes eingebaut. Man erkennt vorn den Lautsprecher zur Schallfeldanregung und hinten den reflexionsarmen Abschluß. In Bild 3 sind zwei Einfügungsdämpfungen des Rohrschalldämpfers ohne Deckmembran abgebildet. Das Zukleben der Löcher in der Lochmembran demonstriert sehr anschaulich die Wirkungsweise des Membran-Absorbers: Durch die Unterdrückung des Helmholtz-Resonators geht im tieffrequenten Bereich die Dämpfung auf Null zurück; aber auch der Platten-Resonator bei 300 Hz verliert wesentlich an Wirksamkeit. Je nach Wahl des Flächengewichts der Deckmembran wird die Dämpfung des Membran-

*) Eine Entwicklung im Auftrage der Schako Ferd. Schad KG, Kolbingen (mit Förderung des Bundes und der Länder für ein mittelständisches Unternehmen).

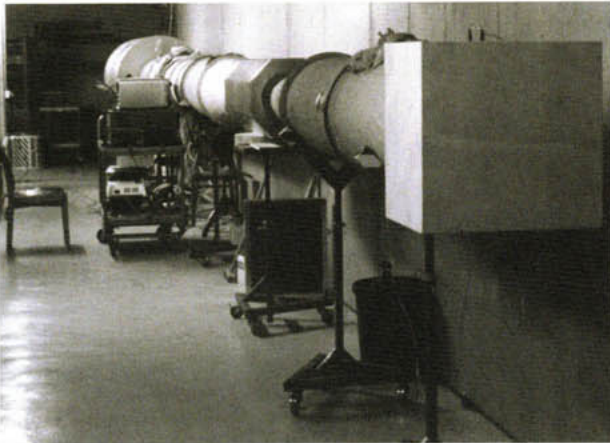


Bild 2: Rechteckiger Membran-Absorber mit äußerer Hülle in die Meßstrecke des Rohrschalldämpfer-Prüfstands eingebaut

Absorbers zu tiefen Frequenzen verschoben. In Bild 4 wird der Dämpfungsverlauf des achteckigen Prototypen mit einer 0,2 mm dicken Abdeckfolie aus Kunststoff verglichen mit einem konventionellen Rohrschalldämpfer mit Mineralwollefüllung gleicher äußerer und innerer Abmessungen. Beide Dämpfungsverläufe sind spiegelbildlich fast gleich. Während aber der Membran-Absorber sein Maximum bei 125 Hz hat, zeigt der poröse Absorber ein nur geringfügig größeres Maximum bei 2 kHz.

Ausblick

Es ist prinzipiell möglich, Rohrschalldämpfer aus Membran-Absorbern aufzubauen. Sie haben gegenüber konventionellen Rohrschalldämpfern aus porösen Absorbern immer dann Vorteile, wenn das zu dämpfende Schallfeld ein Maximum bei tiefen Frequenzen (etwa unter 500 Hz) hat. Durch Veränderung der Kammergeometrie läßt sich der Membran-Absorber genau auf das Spektrum der Schallquelle abstimmen. So kann z.B. der Drehklang von Ventilatoren gezielt vermindert werden. Für solche Anpassungsentwicklung kann im Rohrschalldämpfer-Prüfstand des IBP der Membran-Absorber direkt hinter dem Ventilator eingebaut werden, um so seine Dämpfung unter einsatznahen Bedingungen zu bestimmen.

Literatur

- [1] Fleischer, F.: "Gesichtspunkte bei der Dimensionierung und Auswahl von Abgasschalldämpfern für größere Dieselmotoren" Motortechnische Zeitschrift 46 (1985), 183-187
- [2] Mechel, F.P.: "Die Berechnung runder Schalldämpfer" Acustica 35 (1976), 179-189
- [3] Fuchs, H.V.; Ackermann, U.; Rambauser, N.: "Membran-Absorber für den technischen Schallschutz" IBP-Mitteilung 135 (1987)
- [4] Ackermann, U.; Fuchs, H.V.; Rambauser, N.: "Lärminderung im Abluftkanal einer Papierfabrik" IBP-Mitteilung 136 (1987)
- [5] Mell, J.: "Entwicklung eines Rohr-Schalldämpfers für tiefe Frequenzen". Diplomarbeit Fachhochschule für Technik, Stuttgart, 1988
- [6] Ackermann, U.; Fuchs, H.V.; Mell, J.: "Ein kombinierter Rohrschalldämpfer-ventilator-Prüfstand". IBP-Mitteilung 164 (1988)
- [7] DIN 45 646 "Messungen an Schalldämpfern in Kanälen" September 1988

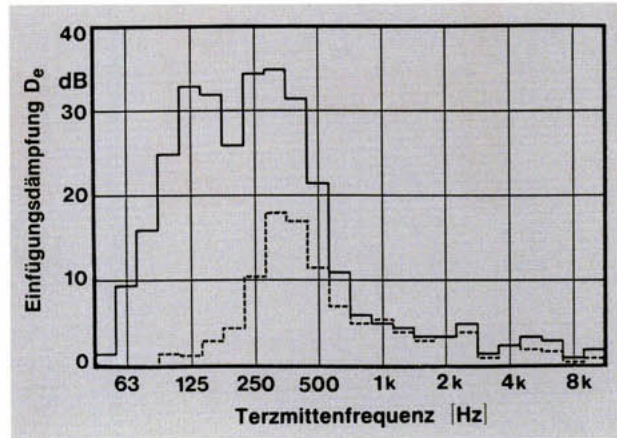


Bild 3: Dämpfung des achteckigen Membran-Absorbers ohne Deckmembran

- Löcher in der Lochmembran offen
- Löcher in der Lochmembran zugeklebt

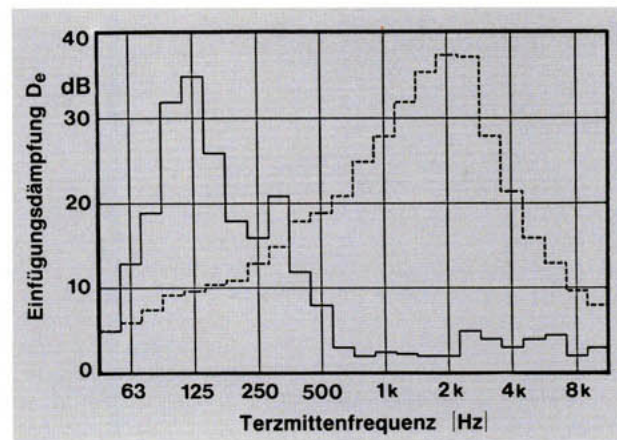


Bild 4: Vergleich der Dämpfung zweier Rohrschalldämpfer

- achteckiger Schalldämpfer aus Membran-Absorbern
- konventioneller Schalldämpfer mit Mineralwollefüllung

