

15 (1988) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

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

Ein kombinierter Rohrschalldämpfer/Ventilator-Prüfstand *)

Mit der DIN 45 646 [1] steht eine Meßvorschrift zur Verfügung, mit der die Dämpfung, das Strömungsgeräusch und der Druckverlust von Schalldämpfern im Prüfstand bestimmt werden können. Die Norm gilt jedoch nicht nur für Kulissen-Schalldämpfer in Rechteckkanälen, sondern auch für Rohrschalldämpfer in runden Kanälen.

In Ergänzung zum vorhandenen Schalldämpfer-Prüfstand mit rechteckigem Querschnitt [2] wurde deshalb im IBP ein Prüfstand mit runder Meßstrecke aufgebaut, der ebenfalls den Anforderungen der DIN 45 646 genügt. Dieser Prüfstand wurde so konzipiert, daß in ihm zusätzlich die Schalleistung von Ventilatoren nach DIN 45 635, Teil 9 [3], bestimmt werden kann. Die Kombination beider Meßverfahren bietet den großen Vorteil, daß die akustische Kennlinie von Ventilatoren mit und ohne Schalldämpfer praxisnah vermessen werden kann. Schalldämpfer können so genau auf das Spektrum ihrer Schallquelle - des Ventilators - unter den herrschenden Strömungsbedingungen ausgelegt werden, was insbesondere bei Rohrschalldämpfern aus Membran-Absorbern [4, 5] wichtig ist.

Der Meßkanal des Kombi-Prüfstandes hat einen Innendurchmesser von $d = 0.4 \text{ m}$. Er besteht aus sieben 1 m langen Segmenten, die wahlweise auch als Abschlußkanal benutzt werden können. Die einzelnen Segmente sind über Flansche verschraubt, wobei zwischen den Trennfugen 8 mm dicker Zellgummi befestigt wurde. Die Wand besteht aus 1 mm dickem Stahlblech, das außen mit Entdröhnmasse (Terophon 110) belegt wurde. Das Foto in Bild 1 zeigt den Prüfstand vom

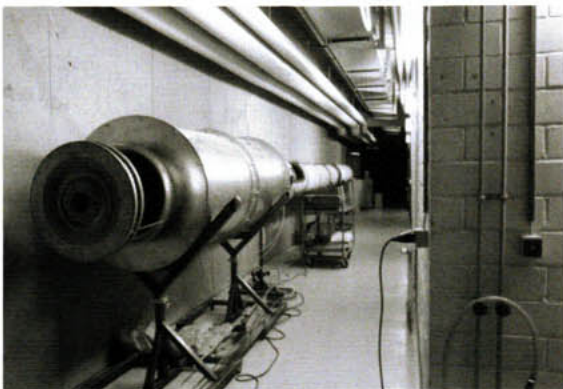


Bild 1: Kombi-Prüfstand mit reflexionsarmem Abschluß und geöffneter Drossel

reflexionsarmen Abschluß aus gesehen mit geöffneter Drossel. In Bild 2 wird der Reflexionsfaktor des Abschlusses mit geschlossener Drossel verglichen mit den zulässigen Maximalwerten der DIN 45 646, die identisch sind mit den Werten der DIN 45 635. Es zeigt sich, daß von 63 Hz bis 160 Hz die Anforderungen beider Normen nicht ganz eingehalten werden können.

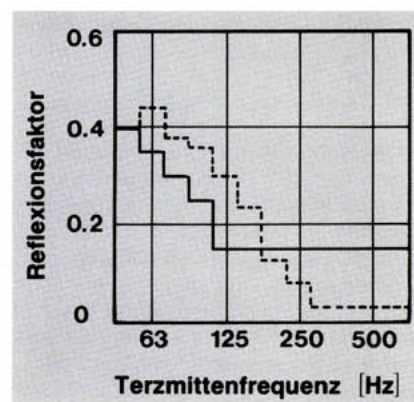


Bild 2: Reflexionsfaktor des Abschlusses des Kombi-Prüfstands
 — maximal zulässiger Wert nach DIN 45 646
 - - - - - Messung mit geschlossener Drossel

Beim Einsatz als Ventilator-Prüfstand [6] wird die Schalleistung L_W mit Hilfe einer Friedrichsonde bestimmt, die an drei um 120° versetzten Mikrofonpositionen nacheinander befestigt wird. Der Abstand von der Kanalachse beträgt jeweils 160 mm. Die gemessenen Schalldruck-Pegel werden normgerecht [3] korrigiert mit der Freifeldkorrektur C_1 , der Frequenzgangkorrektur der Friedrichsonde C_2 , der Strömungsgeschwindigkeitskorrektur C_3 und der Modalkorrektur C_4 .

Aus dem korrigierten und über die drei Positionen gemittelten Schalldruck-Pegel $\bar{L}_p$ ergibt sich dann

$$L_W = \bar{L}_p + 10 \lg \frac{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2}{1 \text{ m}^2} = \bar{L}_p - 9 \text{ dB}$$

Die Frequenzkorrektur der Friedrichsonde C_2 verändert sich im Laufe der Zeit durch Verschmutzung und mechanische

*) Erstellt mit Unterstützung durch die Gebhardt Ventilatoren GmbH & Co, Waldenburg

Beanspruchung. Wie Bild 3 deutlich macht, ist es wichtig, C_2 in regelmäßigen Abständen zu überprüfen, um zu korrekten Werten von L_W zu kommen. Die Messung der Richtcharakteristik der Sonde [6] zeigt, daß die von hinten kommenden Schallwellen zwischen 4 dB (63 Hz) und 7 dB (160 Hz) gegenüber den direkt von vorn einfallenden abgeschwächt werden. Dadurch wird der Einfluß des zu hohen Reflexionsfaktors kompensiert, so daß L_W auch von 63 Hz bis 160 Hz im Rahmen der Meßgenauigkeit zuverlässig bestimmt wird.

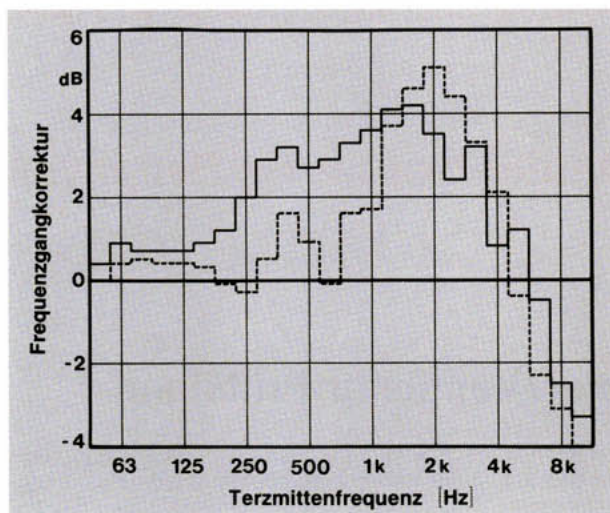


Bild 3: Frequenzgangkorrektur C_2 der Friedrichsonde [3]
 — Messung mit der fabrikneuen Sonde im reflexionsfreien Raum des IBP
 - - - - - Wiederholung der Messung nach 4 Jahren Einsatz

Die Drossel dient zur Regelung des Volumenstroms. Dieser wird mit Hilfe eines Prandtl-Rohrs bestimmt, das über den Meßstreckenquerschnitt bewegt wird. Der Volumenstrom ergibt sich aus der Integration über das Strömungsprofil.

Beim Einsatz als **Rohrschalldämpfer-Prüfstand** wird die Drossel geschlossen und die Meßstrecke sendeseitig mit einem Lautsprecher dicht abgeschlossen. Es sind damit nur Messungen ohne Strömung möglich. Als Zielgröße wird die Einfügungsdämpfung D_e [2] nach DIN 45 646 bestimmt. Dazu wird eine 1 m lange Pneumatik-Schiene auf einer Raumdiagonalen im Meßkanal zwischen Schalldämpfer und Abschluß befestigt. Der Schalldruck-Pegel wird kontinuierlich auf dem Meßpfad gemittelt, einmal mit eingebautem Schalldämpfer ($\bar{L}_{pI}$) und einmal mit leerer Meßstrecke ($\bar{L}_{pII}$). Daraus ergibt sich

$$D_e = \bar{L}_{pII} - \bar{L}_{pI} \quad [\text{dB}]$$

Die am Meßkanalende reflektierten Schallanteile sind sowohl in $\bar{L}_{pI}$ als auch in $\bar{L}_{pII}$ enthalten. Bei der Bildung der Differenz heben sie sich näherungsweise heraus, so daß der etwas zu hohe Reflexionsfaktor des Abschlusses keinen signifikanten Einfluß auf D_e hat.

Trotz der relativ dünnen Kanalwände hat der Prüfstand eine hohe Grenzdämpfung $D_{e,g}$ wie Bild 4 zeigt. Bei der Bestimmung von $D_{e,g}$ wurde anstelle des Schalldämpfers ein "Schott" aus zwei 40 mm dicken Preßspanplatten im Abstand von 1 m in die Meßstrecke eingebaut, zwischen die locker Mineralwolle gestopft wurde. Zusätzlich war auf der Sendeseite eine 400 mm dicke Mineralwollschicht angebracht, um Stehwellen zu vermeiden. Bild 4 zeigt, daß im Rohrschalldämpfer-Prüfstand Einfügungsdämpfungen über 40 dB noch sicher gemessen werden können.

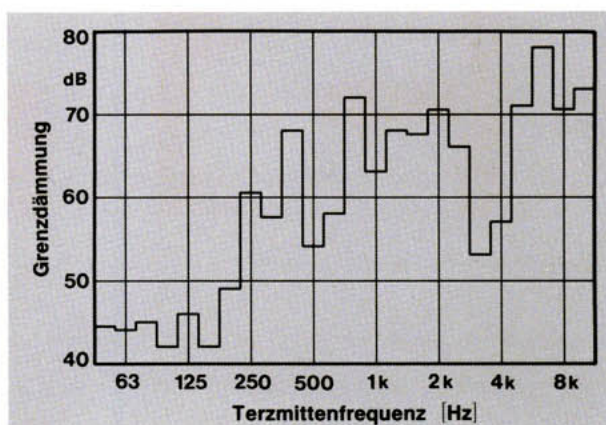


Bild 4: Grenzdämpfung des Kombi-Prüfstands bei geschlossener Drossel

Der Einsatz als **Kombi-Prüfstand** soll an einem Rohrschalldämpfer aus Membran-Absorbern demonstriert werden. Bild 5 zeigt zwei Einfügungsdämpfungen. Die durchgezogene Linie entstammt einer Messung nach DIN 45 646 mit Lautsprecher ohne Strömung. Bei der gestrichelten Linie diente als Schallquelle ein Axialventilator. Gemessen wurde die druckseitige Schalleistung des Ventilators nach DIN 45 635, Teil 9, mit und ohne Schalldämpfer bei einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit von 10 m/s. Die Differenz der beiden gemessenen Pegel ist als Einfügungsdämpfung in Bild 5 eingezeichnet. Man sieht, daß für dieses Beispiel die Ergebnisse beider Meßverfahren sehr gut übereinstimmen.

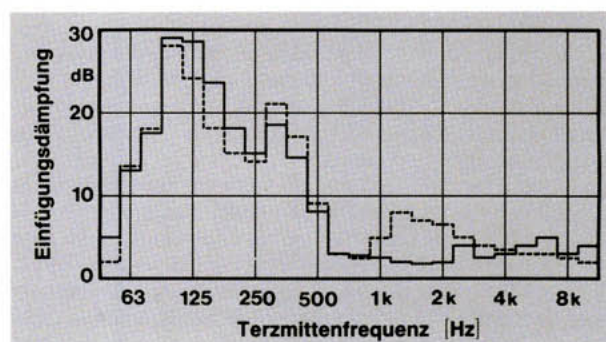


Bild 5: Dämpfung eines Rohrschalldämpfers aus Membran-Absorbern
 — Einfügungsdämpfung nach DIN 45 646 ohne Strömung mit Lautsprecher
 - - - - - Schalleistungsminderung eines Axialventilators, Strömungsgeschwindigkeit 10 m/s

Literatur

- [1] DIN 45 646. "Messungen an Schalldämpfern in Kanälen." September 1988.
- [2] Ackermann, U.: "Bestimmung der Einfügungsdämpfung im Schalldämpfer-Prüfstand". IBP-Mitteilung 106 (1986).
- [3] DIN 45 635: "Geräuschmessung an Maschinen." Teil 9: Luftschallemission, Kanalverfahren. Entwurf Oktober 1985.
- [4] Fuchs, H.V.; Ackermann, U.; Rambaussek, N.: "Membran-Absorber für den technischen Schallschutz". IBP-Mitteilung 135 (1987).
- [5] Mell, J.: "Entwicklung eines Rohrschalldämpfers für tiefe Frequenzen". Diplomarbeit Fachhochschule für Technik Stuttgart, 1988.
- [6] Egenlauf, J.: "Aufbau und Erprobung eines akustischen Prüfstandes für Ventilatoren nach DIN 45 635, Teil 9". Diplomarbeit Fachhochschule für Technik, Stuttgart, 1988.



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK
 7000 Stuttgart 80, Nobelstraße 12, Tel. (0711) 6868-00
 8150 Holzkirchen (OBB), Postf. 1180, Tel. (08024) 643-0

Herstellung und Druck:
 IRB Verlag, Informationszentrum RAUM und BAU
 der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart

Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des
 Fraunhofer-Instituts für Bauphysik