

13 (1986) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

U. Ackermann

Bestimmung des Strömungsgeräusches im Schalldämpfer-Prüfstand

Bei der Belüftung von Gebäuden gelangt neben der Luft auch der vom Gebläse erzeugte Lärm in die angeschlossenen Räume. Deshalb werden in die Strömungskanäle Schalldämpfer eingebaut, die die Lärmbelastung der in den Räumen wohnenden bzw. arbeitenden Personen verringern. Mit der neuen DIN 45 646 - Messungen an Schalldämpfern in Kanälen - liegt eine Meßvorschrift vor, nach der eine Kennzeichnung von Schalldämpfern vorgenommen werden kann hinsichtlich ihrer

- (a) schalltechnischen Qualität durch Bestimmung der Einfügungsdämpfung D_e mit und ohne Strömung [1]
- (b) aero-akustischen Eigenschaften durch Bestimmung des Schalleistungspegels L_w des Strömungsgeräusches
- (c) aero-dynamischen Eigenschaften durch Bestimmung des Druckverlustes Δp [2].

Der Schalldämpfer-Prüfstand des IBP [3] erfüllt die Anforderungen der DIN 45 646 sehr gut: Die Prüflinge werden in eine 12 m lange rechteckige Meßstrecke eingebaut, die den Sendehallraum ($V = 106 \text{ m}^3$) und den Empfangshallraum ($V = 187 \text{ m}^3$) verbindet. Die Meßstrecke hat eine Höhe von 0,5 m, die Breite läßt sich zwischen 0,5 m und 1,3 m variieren. Der Volumenstrom kann bei variabler Strömungsrichtung auf maximal $30 \text{ m}^3/\text{s}$ eingestellt werden.

In der sehr variabel einstellbaren Meßstrecke können außer Schalldämpfern auch alle anderen Komponenten von Lüftungsanlagen hinsichtlich der o.g. Parameter untersucht werden.

Strömungsgeräusch

Zur aero-akustischen Kennzeichnung von Schalldämpfern wird im Schalldämpfer-Prüfstand [3] die Schalleistung des Strömungsgeräusches durch eine Messung des Schalldruckpegels im Empfangshallraum bestimmt. Da die Luft aus einer großen Beruhigungskammer - dem Sendehallraum - in die Meßstrecke einströmt, ist die Strömung dort turbulenzarm und drallfrei, sowie das Strömungsprofil glatt. Das Strömungsgeräusch wird damit bei idealen Anströmbedingungen gemessen. Da das Eigengeräusch des SD-Prüfstands durch sorgfältige Schallschutzmaßnahmen fast vollständig unterdrückt wird, sind Messungen von sehr niedrigen Strömungsgeräuschpegeln möglich, wie sie in hochwertigen Raumlufttechnischen (RLT) Anlagen auftreten.

Aus den im Empfangshallraum gemessenen Schalldruckpegeln wird der Schalleistungspegel L_w des Strömungsgeräusches wie folgt berechnet:

$$L_w = \bar{L}_p - 10 \lg \tau - 10 \lg \frac{T}{T_0} + 10 \lg \frac{V}{V_0} + 10 \lg \left(1 + \frac{S\lambda}{8V} \right) - 10 \lg \frac{p_a}{p_{a0}} - 14 \text{ dB}$$

Hierin bedeuten:

- \bar{L}_p örtlich und zeitlich gemittelter Oktav- bzw. Terzband-Schalldruckpegel in dB. Die Mittelung wird auf einem Kreis mit 2 m Radius über 4 Umdrehungen im Hallraum durchgeführt (Bild 1)
- τ der Transmissionsgrad des Transmissionselements
- T Nachhallzeit des Empfangshallraums, wenn das Transmissionselement schallhart verschlossen ist
- $T_0 = 1 \text{ s}$ Bezugszeit; entfällt
- V = 187 m^3 Volumen des Hallraums
- $V_0 = 1 \text{ m}^3$ Bezugsvolumen
- λ Wellenlänge entsprechend der Mittenfrequenz des jeweiligen Terz- bzw. Oktavbandes
- S innere Oberfläche des Hallraums = 200 m^2
- p_a Atmosphärendruck am Meßtag
- $p_{a0} = 10^5 \text{ Pa}$ Bezugsdruck

Beispiele

In Bild 2 sind die Oktav-Schalleistungsspektren des Geräusches eines durchströmten Kulissen-Schalldämpfers für drei Strömungsgeschwindigkeiten aufgetragen. Der Schalldämpfer ist aus $\lambda/4$ -Resonatoren aufgebaut und besteht aus einer 6,7 m langen, 0,5 m breiten und 0,49 m hohen Mittelkulisse, die in die 0,8 m breite Meßstrecke eingebaut war. Das Spektrum weist keine tonalen Anteile auf, die durch die Überströmung der offenen Resonator-kammern auftreten könnten. Bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 35 m/s im Randkanal beträgt der Schalleistungspegel des Strömungsgeräusches in der 250 Hz Oktave 83 dB, die Dämpfung der Kulisse beträgt etwa 60 dB, d.h. in dieser Oktave wird die Dämpfung der Kulisse nur bei sehr hohen Pegeln der einfallenden Schallwellen vollständig ausgenutzt.

In Bild 3 ist das Schmalband-Schalldruckspektrum des Strömungsgeräusches eines Kühlers für drei verschiedene Anströmgeschwindigkeiten abgebildet. Im Spektrum treten deutliche Spitzen auf. Sie werden durch die Schallabstrahlung von Wirbelstraßen verursacht, die bei der Anströmung des im Kühler eingebauten Rohrbündels entstehen.

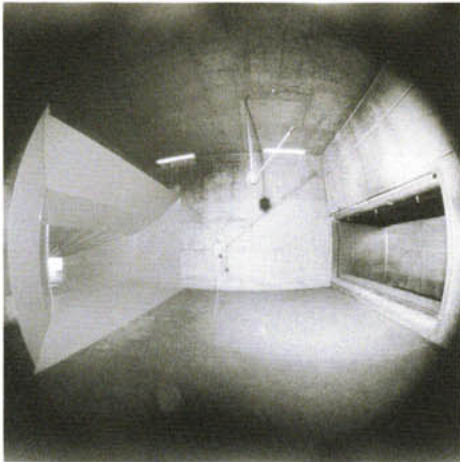


Bild 1: Drehmikrofon im Empfangshallraum

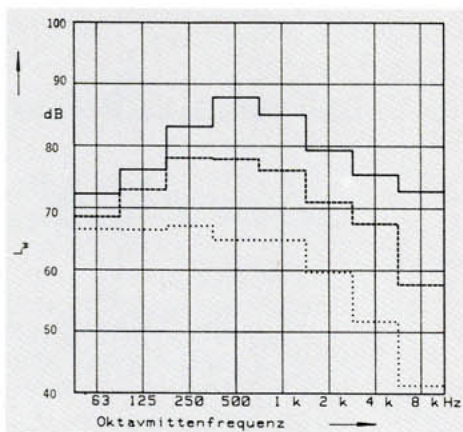


Bild 2: Schalleistungsspektrum einer umströmten Schalldämpferkulisserie aus $\lambda/4$ -Resonatoren

- 35 m/s im Randkanal
- - - 25 m/s im Randkanal
- • • • 15 m/s im Randkanal

Bild 4 zeigt den A-bewerteten Schalleistungspegel L_{WA} eines durchströmten Wetterschutzgitters in Abhängigkeit von der Anströmgeschwindigkeit. Nach der VDI-Richtlinie 2081 läßt sich der Summenpegel nach der Gleichung

$$L_{WA} = 10 \lg \dot{V} + 30 \lg \Delta p_s - 33 \text{ dB(A)}$$

abschätzen. Darin bedeuten

- \dot{V} = Volumenstrom in m^3/h
- Δp_s = Druckverlust in Pa.

Setzt man die im Schalldämpfer-Prüfstand gemessenen Werte von \dot{V} und Δp_s in die Gleichung ein, so ergeben sich Schalleistungspegel, die bis zu 10 dB(A) über den direkt gemessenen liegen.

Bestimmt man die Schalleistung aus einer Messung in der Meßstrecke, erhält man etwas höhere Pegel [4]. Die Abweichungen liegen jedoch in dem Streubereich, der beim Vergleich verschiedener Normverfahren zur Bestimmung der Schalleistung zu erwarten ist.

Beim Umsetzen der im Prüfstand bestimmten Schalleistungspegel in die Praxis spielt die Größe des Prüflings eine entscheidende Rolle. Ist z.B. die Höhe des Strömungskanals, in den ein Schalldämpfer schließlich eingebaut wird, zehn mal größer als im Prüfstand bei

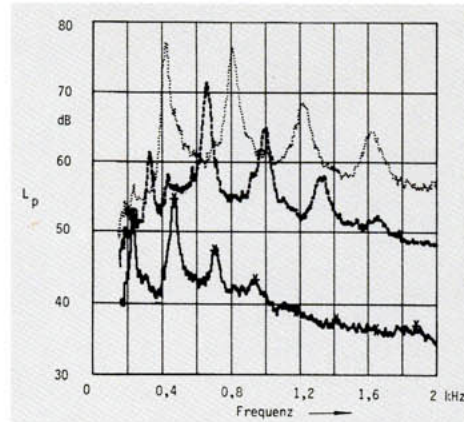


Bild 3: Schalldruckspektrum eines durchströmten Kühlers Bandbreite 5 Hz

- Anströmgeschwindigkeit 10,5 m/s
- - - Anströmgeschwindigkeit 16,0 m/s
- • • • Anströmgeschwindigkeit 20,0 m/s

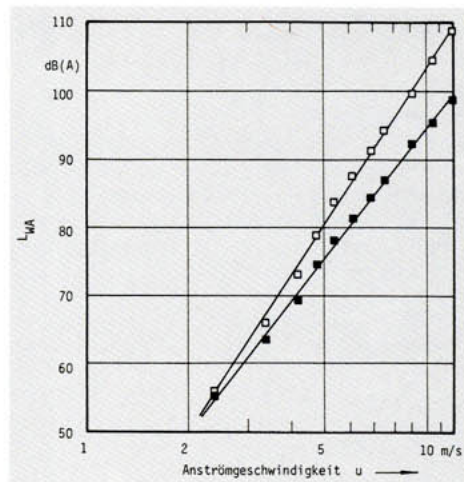


Bild 4: Schalleistung eines durchströmten Wetterschutzgitters

- Messung im Empfangshallraum des SD-Prüfstands
- VDI Richtlinie 2081

sonst gleichen Abmessungen und Strömungsverhältnissen, so kann man erwarten, daß sich auch die Schalleistung um den Faktor 10 (entsprechend 10 dB) erhöht.

Das gleiche gilt für die Breite des Strömungskanals. Beträgt sie in der Praxis das Zehnfache der Breite des Prüfstands bei gleicher Höhe, muß die zehnfache Kulissenanzahl eingebaut werden. Entsprechend kann man ein um 10 dB höheres Strömungsgeräusch erwarten. Die Übertragung der im Prüfstand bestimmten Schalleistungen in die Praxis erfordert also eine Umrechnung auf die jeweilige Einbausituation.

Literatur

- [1] Ackermann, U.: Bestimmung der Einfügungsdämpfung im Schalldämpfer-Prüfstand. IBP-Mitteilung Nr. 106 (1986)
- [2] Ackermann, U.; Fuchs, H.V.: Bestimmung des Druckverlustes im Schalldämpfer-Prüfstand. IBP-Mitteilung Nr. 108 (1986)
- [3] IBP-Prospekt "Schalldämpfer-Prüfstand"
- [4] Ackermann, U.; Fuchs, H.V.; Rambauser, N.: Bestimmung der Schalleistung einer durchströmten Lochplatte. In: Fortschritte der Akustik (DAGA '85). Bad Honnef: DPG-GmbH 1985, 743-746



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK
 Leiter: o.Prof. Dr. Dr. h.c. Karl Gertis
 7000 Stuttgart 80, Nobelstraße 12, Tel.(0711)970-00
 8150 Holzkirchen (OBB), Postf. 1180, Tel. (08024)643-0

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

Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des
 Fraunhofer-Instituts für Bauphysik