

13 (1986) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

U. Ackermann und H.V. Fuchs

## Bestimmung des Druckverlustes 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 Strömungsgeräuschs [2]
- (c) aero-dynamischen Eigenschaften durch Bestimmung des Druckverlustes  $\Delta p$ .

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.

### Druckverlust

Zur aero-akustischen Kennzeichnung von Schalldämpfern (SD) wird im Schalldämpfer-Prüfstand [3] der Druckverlust  $\Delta p$  aus Messungen der statischen Druckdifferenz  $\Delta p_s$  zwischen Sendehallraum und Empfangshallraum bestimmt.

In beiden Räumen läßt sich der statische Druck sehr genau messen, da dort die Strömungsgeschwindigkeit verschwindend klein ist. In der Meßstrecke dagegen führen insbesondere bei höheren Geschwindigkeiten turbulente Druckschwankungen zu meßtechnischen Schwierigkeiten, auch wenn die Strömung in der Meßstrecke drallfrei und das Strömungsprofil glatt sind.

Wie die Einfügungsdämpfung [1] wird auch der Druckverlust nach einem Substitutionsverfahren bestimmt. Dazu wird in zwei Meßreihen jeweils die statische Druckdifferenz zwischen Sendehallraum und Empfangshallraum als Funktion des Volumenstromes  $q_v$  ermittelt, einmal mit eingebautem SD ( $\Delta p_{sI}$ ) und einmal bei leerer Meßstrecke ( $\Delta p_{sII}$ ). Durch die doppellogarithmisch aufgetragenen Meßwerte wird anschließend jeweils die bestangepaßte Gerade mit der Steigung 2:1 gezogen. Aus dem Abstand der beiden Geraden und dem dynamischen Druck  $p_d$  im Eintrittsquerschnitt  $S_E$  des SD ergibt sich der Druckverlust-Koeffizient  $\zeta_s$ .

$$\zeta_s = \frac{\Delta p_{sI} - \Delta p_{sII}}{p_d}$$

Dabei ist

$$p_d = \frac{\rho}{2} \left( \frac{q_v}{S_E} \right)^2$$

mit der jeweiligen Dichte  $\rho$  der Luft. Im SD-Prüfstand wird  $q_v$  aus der Integration über das Strömungsprofil bestimmt, das mit einem Prandtl-Rohr gemessen wird. Aus  $q_v$  ergibt sich dann in bekannter Weise die mittlere Strömungsgeschwindigkeit

$$U = \frac{q_v}{S_E}$$

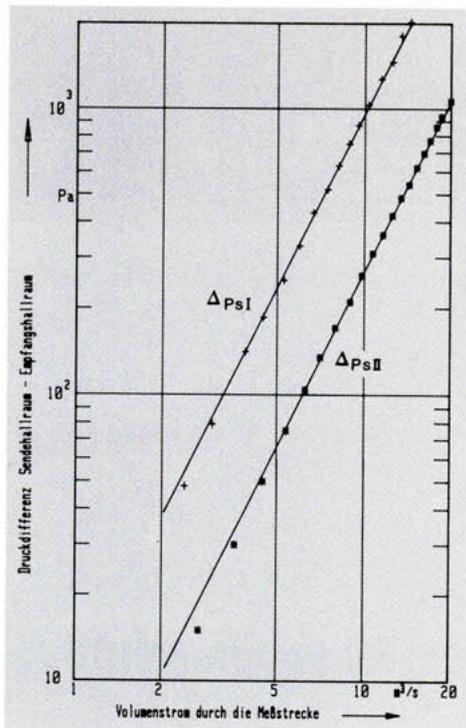
Da im SD-Prüfstand ein Kühler eingebaut ist, bleibt die Lufttemperatur und damit  $\rho$  während der Messung konstant.

Ist  $\zeta_s$  für eine Kulissenanordnung bekannt, so ergibt sich für jeden Volumenstrom der Druckverlust  $\Delta p$  aus:

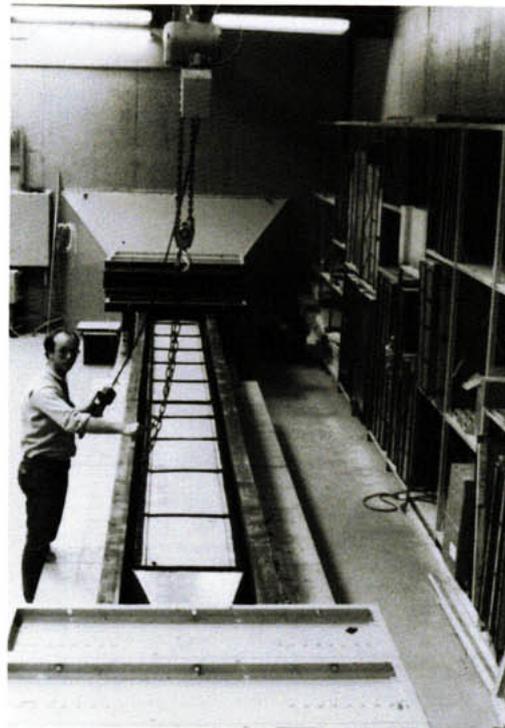
$$\Delta p = \zeta_s \cdot \frac{\rho}{2} \left( \frac{q_v}{S_E} \right)^2$$

### Beispiele

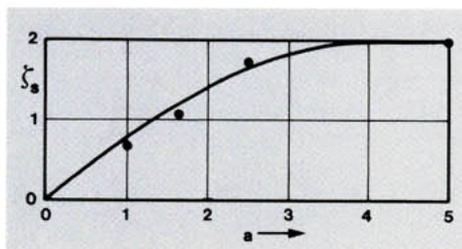
In Bild 1 sind  $\Delta p_{sI}$  und  $\Delta p_{sII}$  in Abhängigkeit von  $q_v$  aufgetragen. In die 1 m breite Meßstrecke war eine 7 m lange, 0,5 m breite und 0,49 m hohe Kulisse mit An- und Abströmprofilen als Mittelkulisse eingebaut. Bei beiden Meßreihen liegen die Meßwerte sehr genau auf den mit eingezeichneten bestangepaßten Geraden. Die Abweichungen bei kleinem  $q_v$  sind auf Meßfehler bei der Erfassung von Drücken unter 5 Pa zurückzuführen. Setzt man für  $S_E = 0,25 \text{ m}^2$  die Fläche der beiden Randkanäle ein, ergibt sich  $\zeta_s = 0,7$ . Im Bild 2 ist  $\zeta_s$  für den gleichen Kulissen-SD in Abhängigkeit von der Breite des Randkanals aufgetragen.



**Bild 1** Druckverlust eines Kulissenschalldämpfers in Abhängigkeit vom Volumenstrom



**Bild 3** 7 m lange Mittelkulisse im Einbauzustand in der 0,6 m breiten Meßstrecke

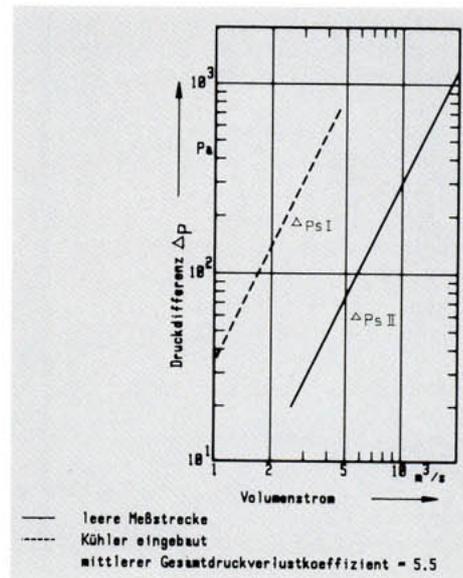


**Bild 2** Druckverlust-Koeffizient  $\zeta_s$  eines Kulissenschalldämpfers in Abhängigkeit von der Randkanalbreite  $a$

Der Randkanal wurde dadurch variiert, daß die Meßstreckenbreite von 0,6 m (Bild 3) auf 1 m vergrößert wurde bei unveränderter Mittelkulisse.

In Bild 4 ist der Druckverlust eines Kühlersegments dargestellt, das quer in die Meßstrecke wandbündig eingebaut wurde. Setzt man als Eintrittsquerschnitt die Querschnittsfläche des Kanals ein, so ergibt sich  $\zeta_s = 5,5$ .

Für die Umsetzung der im Prüfstand gemessenen Druckverluste in die Praxis eignet sich am besten der Druckverlust-Koeffizient  $\zeta_s$ . Als dimensionslose Größe ist er unabhängig von der Kulissenhöhe und der Kulissenzahl, solange der äußere Kulissenaufbau die Breite und Länge sowie der Abstand der Kulissen im Prüfstand und der Einbausituation gleich sind. Damit lassen sich die Prüfstandsergebnisse auf beliebig breite und hohe Strömungskanäle übertragen. Mit dem hier gewählten Meßverfahren erhält man den maximal möglichen Druckverlust, da der turbulente Nachlauf vollständig erfaßt wird. Bestimmt man den Druckverlust dagegen aus Messungen mit Druckbohrungen auf dem Umfang der Meßstrecke, so ergeben sich in der Regel etwas niedrigere  $\zeta_s$ -Werte.



**Bild 4** Druckverlust eines Kühlersegments

#### Literatur

- [1] Ackermann, U.  
Bestimmung der Einfügungsdämpfung im Schalldämpfer-Prüfstand, IBP-Mitteilung Nr. 106 (1986)
- [2] Ackermann, U.  
Bestimmung des Strömungsgeräuschs im Schalldämpfer-Prüfstand, IBP-Mitteilung Nr. 107 (1986)
- [3] IBP-Prospekt "Schalldämpfer-Prüfstand"

