

14 (1987) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

U. Ackermann

Ausbreitungsdämpfung in Schalldämpfern

Zur schalltechnischen Kennzeichnung von Schalldämpfern in Strömungskanälen sind drei Dämpfungsmaße geeignet:

- Einfügungsdämpfung D_e
- Durchgangsdämpfung D_d
- Ausbreitungsdämpfung D_a

D_e und D_d sind für Prüfstandsmessungen in der nationalen Norm DIN 45 646 - "Messungen an Schalldämpfern in Kanälen" - und in der entsprechenden internationalen Norm ISO 7235 - "Measurement procedures for ducted silencers" - beschrieben. Häufig ist es jedoch wichtig, auch D_a zu bestimmen. Dieses nicht genormte Dämpfungsmaß kann z. B. hilfreich sein bei der

- Auslegung von Schalldämpfern,
- Messung im Einsatzfall,
- Erkennung von Nebenwegen.

Ausbreitungsdämpfung D_a

Das Ausbreitungsdämpfungsmaß D_a der ebenen Welle ist der linearisierte Schallpegelabfall im Inneren eines Schalldämpfers auf der Länge von 1 m, d.h. D_a wird in dB/m angegeben (siehe Bild 1). Es ist geeignet für Schalldämpfer mit konstantem Spaltquerschnitt zwischen einzelnen Kulissen und für Wandauskleidungen von Kanälen.

Für Vergleiche ist es jedoch häufig üblich, D_a mit der Schalldämpferlänge l in m zu multiplizieren, da so ein direkter Bezug zu D_e und D_d hergestellt werden kann:

$$\Delta L = D_a \cdot l \text{ [dB]}$$

Bei der Bestimmung von D_a muß man zwei Frequenzbereiche unterscheiden, die durch die Grenzfrequenz f_g der ersten Quermode getrennt werden. Für einen rechteckigen Querschnitt gilt

$$f_g = 0,5 \frac{c}{b}$$

mit c = Schallgeschwindigkeit und b = Querabmessung. Bei horizontalen Quermoden ist für b die Breite und für vertikale Moden die Höhe des Kulissenspalts einzusetzen. Für $f > f_g$ sind die im Kanal vor dem Schalldämpfer als Zickzackwellen entlanglaufenden Quermoden auch im Kulissenspalt ausbreitungsfähig und werden dort sehr viel stärker gedämpft als die Grundmode, die sog. ebene Welle [1]. Für $f < f_g$ ist nur die ebene Welle im Kulissenspalt ausbreitungsfähig. Bei dem Beispiel in Bild 1 ist $f > f_g$. Im Schalldämpfer-Prüfstand des IBP werden die Quermoden durch zwei Seitenlautsprecher lateral angeregt. Erst wenn die Quermoden weggedämpft sind und die ebene Welle dominiert, läßt sich D_a bestimmen, wie das Beispiel in Bild 1 deutlich macht.

Die Pegelabnahme im Schalldämpfer läßt sich auf zwei Arten messen:

a. Kontinuierliche Abtastung

Im Schalldämpfer-Prüfstand des IBP wird ein Mikrofon auf einer 4 m langen Pneumatikschiene befestigt und durch den Schalldämpfer bewegt (Bild 2). Das Mikrofonsignal kann wahlweise in Terzen oder Oktaven ausgegeben werden.

b. Diskrete Abtastung

Das Mikrofon wird an möglichst vielen Punkten im Kulissenspalt befestigt und das Terz- bzw. Oktavspektrum gemessen. Die Pegel der einzelnen Frequenzbänder werden dann als Funktion des Ortes aufgetragen und so der Pegelabfall bestimmt.

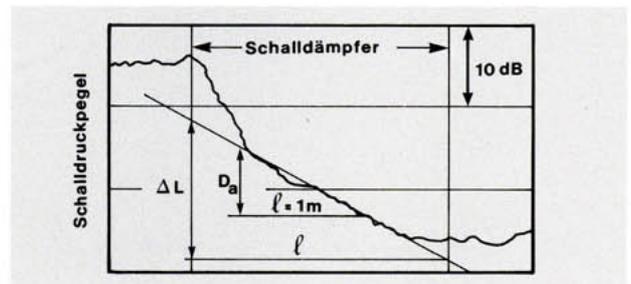


Bild1: Pegelabnahme im Spalt zwischen zwei Schalldämpferkulissen (2 kHz-Terz)

Beispiele

Kulissenschalldämpfer, die im tieffrequenten Bereich um 250 Hz gut wirken, werden häufig aus verschiedenen Komponenten aufgebaut. Handelsüblich sind dabei Kombinationen aus Plattenresonatoren und porösen Absorbern, die in einer Kulisse hintereinander untergebracht sind. Für die Auslegung dieser Schalldämpfer ist es wichtig, die Dämpfung der einzelnen Komponenten möglichst genau zu kennen. In Bild 3 ist der Schalldruckpegelverlauf im Spalt eines Kulissenschalldämpfers aufgetragen, der aus den drei Komponenten A, B, und C aufgebaut ist. Aus ΔL läßt sich sehr gut die Länge der einzelnen Kulissenkomponenten so optimieren, daß über einen möglichst breiten Frequenzbereich die vom Anwender geforderten Dämpfungswerte eingehalten werden.

Darüber hinaus ist D_a sehr gut geeignet, um von kurzen Kulissen im Prüfstand auf die Dämpfungswerte von langen Kulissen im Einbaustand zu schließen [2].

In einem Kühlturm wurde untersucht, ob die Dämpfung der eingebauten Schalldämpfer-Kulissen durch den Betrieb verringert wird [3]. Da auf der Ausblasseite der Störgeräuschpegel sehr hoch war, mußte die Dämpfung mit Hilfe eines Lautsprechers bestimmt werden. Aus Platzgründen konnte dieser Lautsprecher nur direkt vor dem Eintritt eines Kulissenspalts angebracht werden. Bild 4 ver-

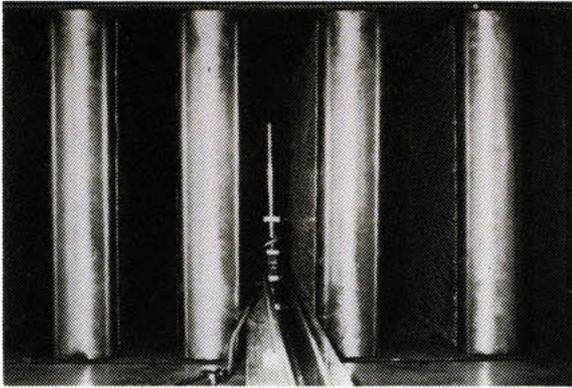


Bild 2: Pneumatikschiene zur kontinuierlichen Abtastung des Schallfeldes im Kulissenspalt

gleich den im Kulissenspalt gemessenen Schalldruckpegelverlauf der 250 Hz-Oktave im Kühlturm mit einer Messung an der gleichen Kulissenanordnung im Schalldämpfer-Prüfstand. In **Bild 5** werden die aus den Punkten bestimmten Werte von ΔL mit D_e verglichen, wie sie sich aus einer Messung nach DIN 45 646 im Prüfstand ergibt [4]. Die gute Übereinstimmung der Dämpfungswerte zeigt, daß für dieses Beispiel die Ausbreitungsdämpfung sehr viel besser geeignet ist, um die Wirkung der Schalldämpferkulissen zu bestimmen als die Durchgangs-Schalldruckpegeldifferenz nach DIN 45 647, die nach **Bild 4** deutlich niedrigere Werte liefert. Die DIN 45 647 - Messungen an Schalldämpfern im Einsatzfall - befindet sich zur Zeit in Vorbereitung.

Bei Abnahmemessungen von Kulissenschalldämpfern wurde festgestellt, daß im Einbauzustand die Werte von D_a in zwei Oktaven erheblich unter den an Modellkulissen im Prüfstand bestimmten Werten von D_e lagen (siehe **Bild 6**). Die vom Kulissenhersteller angegebenen Garantiewerte wurden erheblich unterschritten und der Anwender forderte das Auswechseln der Schalldämpfer. Um zu prüfen, ob tatsächlich eine mangelhafte Schalldämpferausführung für die schlechten Dämpfungswerte verantwortlich war, wurde D_a bestimmt. Dabei zeigte sich, daß der Schalldruckpegel im Kulissenspalt zum Ende hin wieder anstieg, d. h. Schall über einen Nebenweg von der "leisen" Seite in den Schalldämpfer eindrang. Durch die gute Übereinstimmung von ΔL und D_e wurde nachgewiesen, daß der Schalldämpfer seine Spezifikation erfüllt und der Fehler auf eine unsachgemäße Ausführung des Strömungskanal zurückzuführen war.

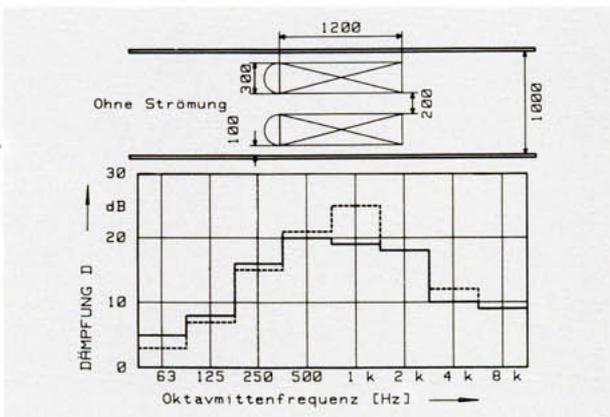


Bild 5: Vergleich der Dämpfung im Prüfstand und im Einbauzustand
 — Ausbreitungsdämpfung aus einer Messung im Kühlturm berechnet
 - - - - - Einfügungsdämpfung nach DIN 45 646 im Schalldämpfer-Prüfstand des IBP

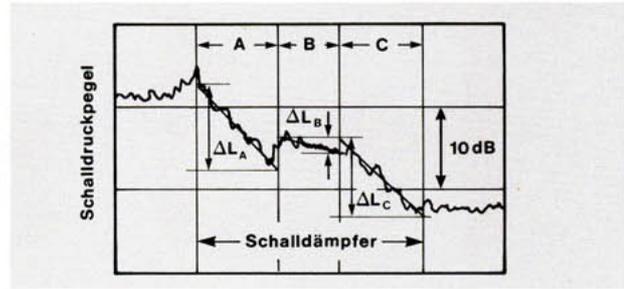


Bild 3: Pegelabnahme im Kulissenspalt eines Schalldämpfers, der aus drei unterschiedlich dämpfenden Komponenten A, B und C aufgebaut ist (250 Hz-Terz)

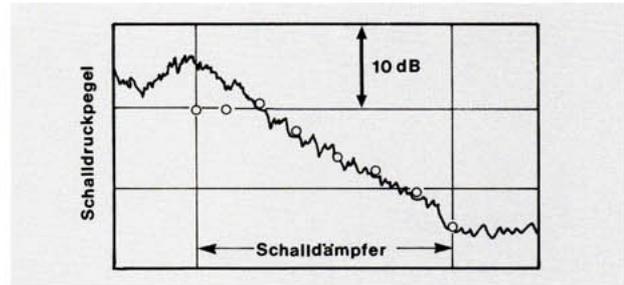


Bild 4: Vergleich der Pegelabnahme in der 250 Hz-Oktave
 — im Schalldämpfer-Prüfstand, o im Kühlturm

Literatur

- [1] Ackermann, U.; Mechel, F.P.: Einfluß der Schallfeldanregung auf die Wirkung von Schalldämpfern in Kanälen. In: Fortschritte der Akustik (DAGA '85). Bad Honnef: DPG-GmbH, 1985, 767-770.
- [2] Reiser, P.; Ackermann, U.: Vergleich der Dämpfung von Kulissenschalldämpfern "in situ" und im Prüfstand. In: Fortschritte der Akustik (DAGA '87). Bad Honnef: DPG-GmbH, 1987, 245-248.
- [3] Ackermann, U.; Mechel, F.P.: Vergleich von Schalldämpferkulissen "in situ" und im Prüfstand. In: Fortschritte der Akustik (DAGA '85). Bad Honnef: DPG-GmbH, 1985, 771-774.
- [4] Ackermann, U.: Bestimmung der Einfügungsdämpfung im Schalldämpfer-Prüfstand. IBP-Mitteilung 106 (1986).

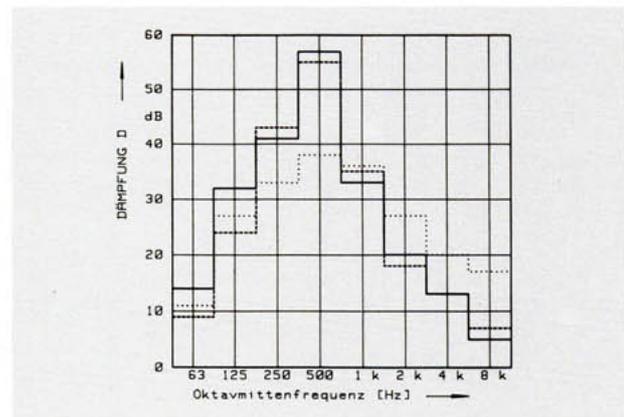


Bild 6: Vergleich der Dämpfung im Prüfstand und im Einbauzustand
 — Ausbreitungsdämpfung aus Messung im Einbauzustand berechnet
 - - - - - Einfügungsdämpfung nach DIN 45 646 im Schalldämpfer-Prüfstand des IBP
 ····· Durchgangsdämpfung nach DIN 45 647 im Einbauzustand



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