

29 (2002) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

P. Brandstät, D. Eckoldt, A. Jauer

Schalldämpfer-Kulissen mit integrierten Resonatoren

Aufbau und Wirkung der Resonator-Kulissen

Nach wie vor fehlt ein bei tiefen Frequenzen wirksamer und einfach konstruierter Schalldämpfer in Kulissenbauweise für Industrieanlagen und den Klima- und Lüftungsbereich, um die Nachteile üblicher Kulissen-Schalldämpfer mit porösem oder faserigen Absorptionsmaterial, wie große Schichtdicken, erhöhter Platzbedarf und Druckverlust [1] zu überwinden. Als eine neue Möglichkeit wurden im Rahmen einer Diplomarbeit [2] $\lambda/4$ -Resonatoren in Kulissen integriert (Wellenlänge des Schalls λ). Die prinzipiell verwendeten Aufbauten und Geometrien sind in Bild 1 dargestellt. Die Variante in Bild 1a verwendet langgestreckte rechteckige Kammern aus Stahlblech, die über eine mit Lochblech abgedeckte Öffnung mit dem Kanal in Verbindung stehen und als stapelbare Module kombiniert werden können. Bei der Bauform nach Bild 1b wurden in einen üblichen Kulissenrahmen Rohrleitungen eingebaut, die über einen Rohrbogen mit Lochblechabdeckung zum Kanal geöffnet sind. Das Wirkprinzip entspricht in beiden Fällen dem des am IBP entwickelten reinigbaren Rohr-Schalldämpfers mit einem durch das Lochblech in seiner Resonanzfrequenz modifizierten $\lambda/4$ -Resonator, der sich berechnen läßt [3]. Bild 1c zeigt einen ähnlichen Aufbau, bei dem der schallharte Abschluß am innenliegenden Rohrende durch ein aktives Schalldämpfermodul ersetzt wurde und damit einen aktiv gesteuerten Wellenleiter bildet [4].

Meßergebnisse

In Bild 2 sind die im Schalldämpfer-Prüfstand des IBP in Terzbandbreite nach [5] gemessenen Einfügungsdämpfungen der Resonator-Kulissen in Modulbauweise und mit integrierten Rohrleitungen dargestellt, die auf die gleiche Resonanzfrequenz abgestimmt wurden. Beide Messungen zeigen ein Maximum der Einfügungsdämpfung bei 100 Hz als Folge der $\lambda/4$ -Resonanz und ein schwächer ausgeprägtes Nebenmaximum der $3\lambda/4$ -Resonanz, das im Terzband 315 Hz auftritt. Der mit Rohrleitungen aufgebaute Schalldämpfer hat als Folge seiner höheren Steifigkeit eine höhere Dämpfung als die Kulisse in Modulbauweise. Der Vergleich mit einer Kulissenanordnung gleicher Geometrie, aber mit Mine-

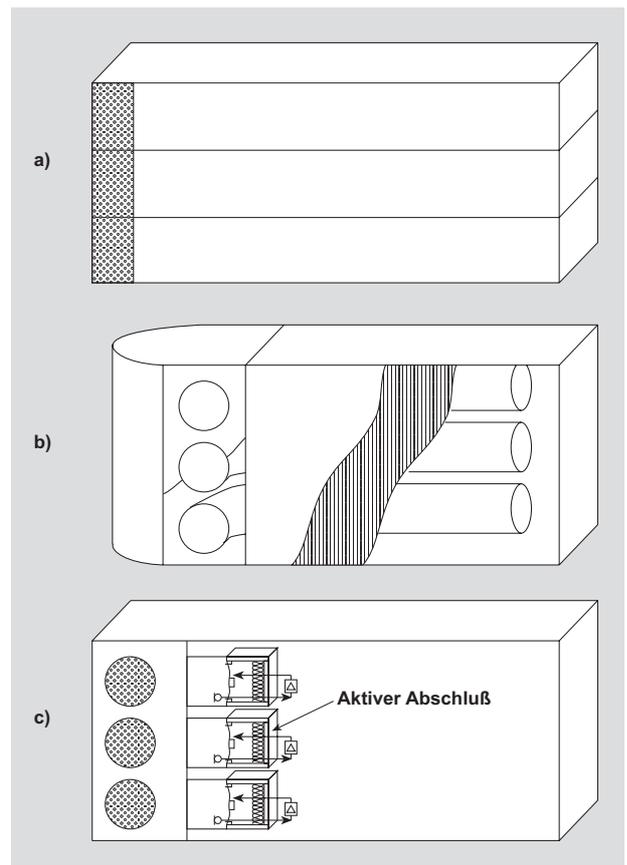


Bild 1: Prinzipskizzen der untersuchten Ausführungen von Resonator-Kulissen.

- a) Rechteckige Hohlkammern als stapelbare Module, Resonatoröffnung mit Lochblech
- b) Resonatoren mit in der Kulisse montierten Rohrleitungen, Resonatoröffnungen z.B. im Anströmprofil
- c) Resonatoren mit in der Kulisse montierten Rohrleitungen und aktiver Schalldämpfer-Kassette als Abschluß

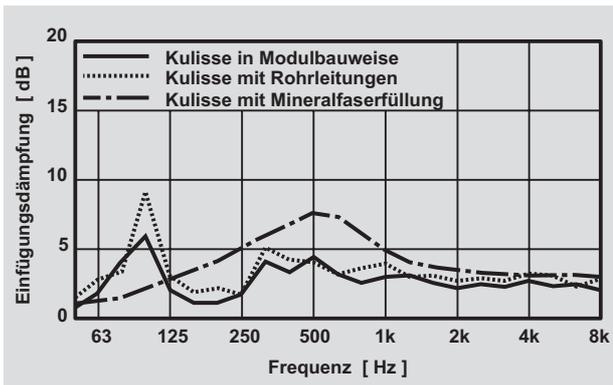


Bild 2: Einfügungsdämpfung als Funktion der Frequenz verschiedener Resonator-Kulissen nach Bild 1a und 1b mit einer Resonatorlänge von jeweils 760 mm, Kulissendicke 170 mm und Spaltbreite 330 mm im Vergleich zu einem Kulissenschalldämpfer mit Mineralfaserfüllung.

ralfaserfüllung zeigt den Dämpfungsgewinn bei den tiefen Frequenzen. Die bei hohen Frequenzen vorhandene einheitliche Dämpfung aller Anordnungen wird durch Schallreflexion an den Kulissenstirnflächen verursacht.

Bild 3 zeigt die Meßergebnisse für die Kulissen mit aktiviertem Abschluß nach Bild 1c im ausgeschalteten und eingeschalteten Zustand. Auf Grund der nun mit 250 mm wesentlich verkürzten Rohrlänge tritt die $\lambda/4$ -Resonanz im ausgeschalteten Zustand im Terzband 315 Hz auf. Die ebenfalls vorhandene $3\lambda/4$ -Resonanz liegt im Terzband 800 Hz. Bei eingeschalteter aktiver Schalldämpfer-Kassette verschiebt sich das Dämpfungsmaximum von 315 Hz in den Bereich von 63 Hz bis 80 Hz. Dies ist eine direkte Folge der verwendeten Ansteuerung. Sie bewirkt, daß die Lautsprechermembran im Takt der ankommenden Schallwellen nachgibt und damit die Rohrleitung für den Schall wesentlich länger erscheinen läßt. Zusätzlich treten zwei weitere Resonanzen mit erhöhter Dämpfung in Erscheinung, die im Terzband 250 Hz ($3\lambda/4$) und 500 Hz ($5\lambda/4$) zu finden sind.

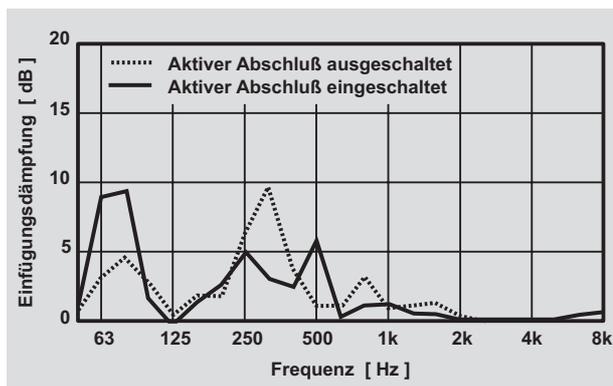


Bild 3: Einfügungsdämpfung als Funktion der Frequenz der Resonator-Kulissen mit aktivem Abschluß nach Bild 1c mit einer Resonatorlänge von jeweils 250 mm, Kulissendicke 170 mm und Spaltbreite 100 mm.

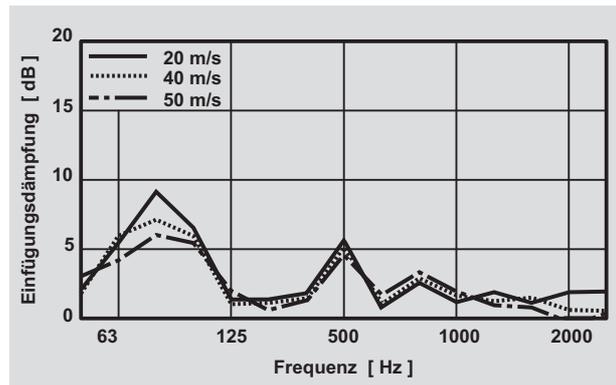


Bild 4: Einfügungsdämpfung als Funktion der Frequenz der Resonator-Kulissen nach Bild 1b mit einer Resonatorlänge von jeweils 1040 mm, Kulissendicke 170 mm und Spaltbreite 230 mm bei verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten.

Bei Resonatoren besteht die Gefahr, daß sie, durch Anregung mit einer im Kanal vorhandenen Strömung, selbst zu Schallquellen werden. Eine Abdeckung der Resonatoröffnungen mit Lochblech minimiert die Gefahr weitgehend, da große periodische Wirbelablösungen in kleine unregelmäßige umgewandelt werden, die diese Anregung nicht bewirken können. Dies ließ sich im Prüfkanal an Musterkulissen nach Bild 1b nachweisen, in dem die Strömungsgeschwindigkeit kontinuierlich erhöht und das Eigengeräusch der Kulissen aufgezeichnet wurde. In Bild 4 sind Messungen der Einfügungsdämpfung bei überlagerter Strömung mit 20, 40 und 50 m/s im Kulissenspalt dargestellt. In allen Fällen sind die Dämpfungsspitzen des Resonators im Terzband 80 Hz und 500 Hz deutlich ausgeprägt. Mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit geht die Dämpfung der Grundresonanz zwar etwas zurück. Sie liegt aber, ähnlich wie in Bild 2, immer noch über der eines vergleichbaren Kulissen-Schalldämpfers mit porösem Absorbermaterial.

Literatur

- [1] Fuchs, H.V.; Ackermann, U.: Energiekosten der Schalldämpfer in lufttechnischen Anlagen. Zeitschrift für Lärmbekämpfung ZfL 39 (1992), H. 1, S. 10-19.
- [2] Jauer, A.: Neuartige Kulissenschalldämpfer mit $\lambda/4$ -Resonatoren. Diplomarbeit. Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik (HfT) (2002).
- [3] Brandstät, P.; Eckoldt, D.: New Exhaust Stack Silencers for Low Frequencies. Euro Noise 98: Proceedings. Oldenburg: DEGA, 1998, S. 1071-1076.
- [4] Leistner, P.; Fuchs, H.V.; Fischer, G.: Alternative Lösungen für den Schallschutz in Heizkesseln. IKZ-Haustechnik 56 (2001), H. 23, S. 38-42.
- [5] EN ISO 7235: Messung an Schalldämpfern in Kanälen (1995).