

31 (2004) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefasst

K. Bay, M. Krämer, P. Brandstätt

## Aktiver Kompaktschalldämpfer für Heizungssysteme\*

### Einleitung

Brennengeräusche von Heizkesseln gehen hauptsächlich auf die vom Gebläse erzeugte Strömung und auf die beim Verbrennungsvorgang erzeugten Flammgeräusche zurück. Dadurch wird ein insgesamt breitbandiges Schallspektrum erzeugt, das die höchsten Pegel im tieffrequenten Bereich aufweist. Zusätzlich können charakteristische Resonanzen und tonale Anteile auftreten. Um die Immissionsrichtwerte nach [1-4] auch für diese tiefen Frequenzen einzuhalten, bedarf es geeigneter Schalldämpfer.

### Aktiver Abzweig-Resonator (AAR)

Mit seinem geringen Bauvolumen stellt der in **Bild 1** gezeigte AAR [5] eine wirkungsvolle und praktikable Lösung [6] zur Bedämpfung tieffrequenter Brennengeräusche im Abgasstrang dar. Die Grundlage dazu bildet der sogenannte Abzweig-Resonator, eine Stichleitung mit schallhartem Ab-

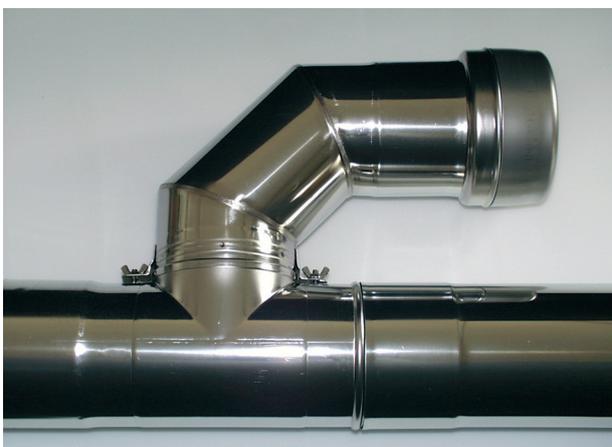


Bild 1: Aktiver Abzweig-Resonator AAR.

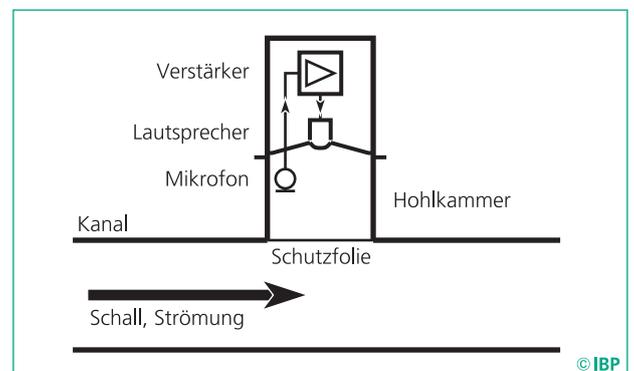


Bild 2: Schema eines Aktiven Abzweig-Resonators.

schluss, die als  $\lambda/4$ -Resonator wirkt. Die Resonanzfrequenz, der Bereich maximaler Dämpfung, wird durch die Länge des Hohlraums bestimmt. Durch Ankopplung einer aktiven elektroakustischen Komponente am Ende des Abzweigs (**Bild 2**), wird die Wirkung des  $\lambda/4$ -Resonators einerseits zu tieferen Frequenzen verschoben und andererseits breitbandig erhöht.

Der schallharte Abschluss wird beim AAR durch eine geringere Impedanz ersetzt, die sich aus einem Feder-Masse-System, bestehend aus Lautsprechermembran und dem dahinter eingeschlossenen Luftvolumen, ergibt. Die Kopplung des Abzweig-Resonators mit diesem Feder-Masse-System führt zu einer Verschiebung der Resonanz zu tieferen Frequenzen. Die Aktivierung der elektroakustischen Komponenten unterstützt die Membranbewegung aktiv. Der in unmittelbarer Umgebung des Lautsprechers ermittelte Schalldruckpegel (Mikrofon) wird verstärkt und invertiert auf den Lautsprecher rückgekoppelt. Die Abschlussimpedanz des Abzweigs verringert sich durch dieses aktive Feder-Masse-System hierbei wesentlich. Dadurch steigt die Dämpfung bei tiefen Frequenzen breitbandig an. Die mechanischen und geometrischen Parameter dieses komplexen Resonator-Schalldämpfers sowie die elektroakustische Abstimmung bestimmen den Auslegungsbereich und die Dämpfung. Beispielhaft ist in **Bild 3** die gemessene Einfügungsdämpfung eines an einen Kanal ange-

\* Poster „Compact silencer for heating systems“, CFA/DAGA 04, Strasbourg, März 2004, Abstr. p. 403

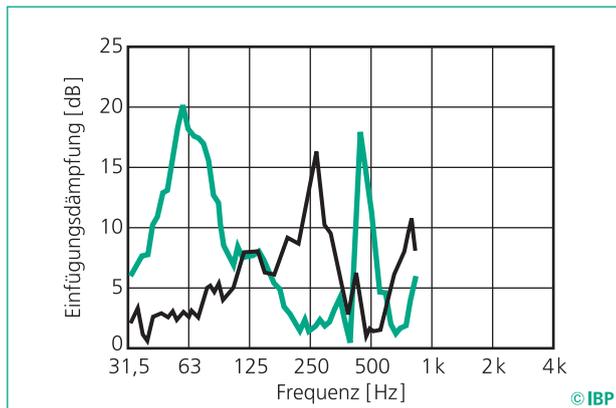


Bild 3: Einfügungsdämpfung eines AAR in Abhängigkeit von der Frequenz: eingeschaltet — bzw. ausgeschaltet —.

schlossenen AAR in passivem und aktiviertem Zustand aufgetragen. In aktivem Zustand ist bei tiefen Frequenzen ein deutlicher breitbandiger Anstieg der Dämpfung zu erkennen.

Zum Schutz werden Lautsprecher und Mikrofon durch eine am Abzweig des Kanals angebrachte hitze- und kondensatbeständige Folie vom Abgasstrom getrennt. Diese Schutzmaßnahme wirkt sich im tieffrequenten Bereich nur geringfügig auf die Dämpfung aus.

### Schalldämpfer Aktiv+

Eine am Markt erhältliche breitbandig wirksame Weiterentwicklung stellt der Aktiv+ Schalldämpfer dar. Er besteht nach Bild 4 aus einem Aktiven Abzweig-Resonator zur Bedämpfung tieffrequenter Geräusche kombiniert mit einem herkömmlichen passiven Rohrschalldämpfer für mittlere und hohe Frequenzen. Dieser Kombinationsschalldämpfer wurde vom IBP in Zusammenarbeit mit Kutzner + Weber entwickelt [7]. Beispielhaft ist die gemessene frequenzabhängige Einfügungsdämpfung in Bild 5 dargestellt. Deutlich ist die Dämpfung des Aktiven Abzweig-Resonators bei tiefen und die Wirkung des passiven Rohrschalldämpfers bei mittleren und hohen Frequenzen zu erkennen.

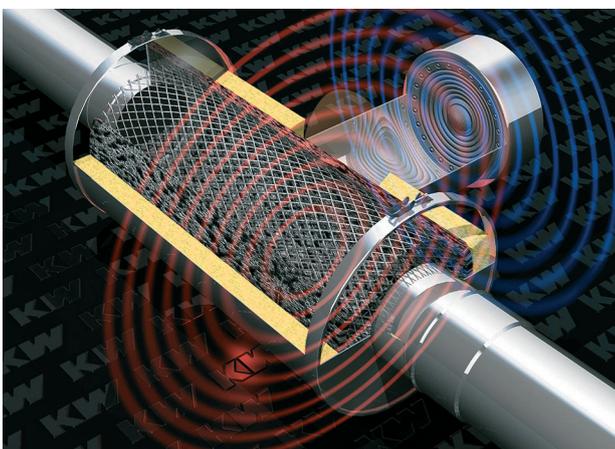


Bild 4: Aktiv+ Schalldämpfer bestehend aus AAR mit integriertem passivem Rohr-Schalldämpfer nach [7] (Bild: Kutzner + Weber).

### Zusammenfassung

Durch den integralen Ansatz, der Verbindung aktiver, reaktiver und passiver Schallabsorber-Komponenten, konnte das zur Schalldämpfung notwendige Einbauvolumen bei breitbandiger Dämpfung stark reduziert werden. Der Einsatzbereich kann über die Resonator-Kammer, das Feder-Masse-System sowie elektroakustische Abstimmung angepasst werden. Dadurch zeichnet sich der Kombinationsschalldämpfer Aktiv+ als effektive, platzsparende Alternative zur Schalldämpfung von Brennergeräuschen im Abgasstrang von Heizungsanlagen aus [8] und stellt ein erfolgreiches Produkt der am IBP entwickelten ALFA-Lösungen (Alternative Faserfreie Absorber) dar [9].

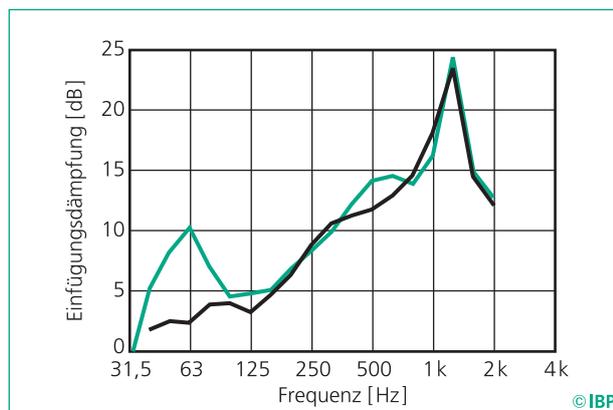


Bild 5: Einfügungsdämpfung in Abhängigkeit von der Frequenz: — Aktiv+ Schalldämpfer, — passiver Rohrschalldämpfer ohne AAR.

### Literatur

- [1] DIN 4109-1989: Schallschutz im Hochbau.
- [2] VDI 4100-1994: Schallschutz von Wohnungen.
- [3] Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm). GMBI. 1998, S. 503.
- [4] VDI 2715: Lärminderung an Warm- und Heißwasser-Heizungsanlagen. Entwurf Juli 2000.
- [5] Krüger, J. et al.: Aktiver Abzweig-Resonator als Schalldämpfer. IBP-Mitteilung 26 (1999), Nr. 343.
- [6] Leistner, P. et al.: Alternative Lösungen für den Schallschutz an Heizkesseln. IKZ-Haustechnik 56 (2001), H. 23, S. 38-42.
- [7] Leistner, P. et al.: Schallabsorber und Schalldämpfer. Teil 4: Absorber mit aktiven Komponenten. Bauphysik 24 (2002), H. 6, S. 361-367.
- [8] Brandstätter, P. et al.: Noise reduction at heating system exhaust pipes. In: CFA/DAGA 04, p. 330.
- [9] Fuchs, H.V.; Möser, M.: Schallabsorber. In: Taschenbuch der Technischen Akustik. Berlin: Springer, 2004, Kap. 9.



Fraunhofer  
Institut  
Bauphysik

## FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP

Institutsleitung: Prof. Dr. Gerd Hauser  
Prof. Dr. Klaus Sedlbauer

D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00  
D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0

Herstellung und Druck: Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB, Satz- und Druckzentrum  
Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik