

Innovative Schalldämpfer für Heizungsanlagen

Dr. Peter Brandstätt*

Die Anforderungen an Schalldämpfer, die als sekundärer Schallschutz in Luftleitungen eingesetzt werden, sind in Heizungsanlagen und Blockheizkraftwerken (BHKW) durch die dort herrschenden spezifischen Anforderungen besonders hoch. Die Geräuscherzeuger haben besonders bei tiefen Frequenzen ihre Anteile, sodass konventionelle Schalldämpfer unwirtschaftlich werden und innovative Lösungen gefragt sind.

Die hohen Anforderungen haben ihre Ursache zum einen in der Belastung der Abgasströme mit Kondensat. Die vor allem in BHKW höhere Strömungsgeschwindigkeit, hohe Temperaturen und Feuchtigkeit sind weitere Ein-

flüsse, die sich negativ auf die Standzeiten der Schalldämpfer auswirken. Zusätzlich sind gerade bei tiefen Frequenzen hohe Dämpfungen zu erzielen, da die Schallerzeuger (Brenner, Turbinen und Motoren) dort ihre Hauptgeräuschanteile aufweisen.

Die bekannten und vielfach eingesetzten passiven Rohrschalldämpfer mit Mi-

neralfaserfüllung haben sich im Frequenzbereich oberhalb 500 Hz bewährt. Bei tieferen Frequenzen sind sie jedoch von geringer Wirkung oder benötigen große Auskleidungsdicken und Längen, die in den beengten Platzverhältnissen zwischen Heizkessel und Kamin nur schwer unterzubringen sind. Die vom IBP und seinen Lizenzpartnern entwickelten „Alternativen Faserfreien Absorber“ (ALFA) vermeiden diese Nachteile und wirken gerade im Bereich tiefer Frequenzen besonders effektiv [1 - 2].

Ihr Platz und Geld sparender Einsatz wird anhand konkreter in der Praxis umgesetzter Beispiele gezeigt. Dies

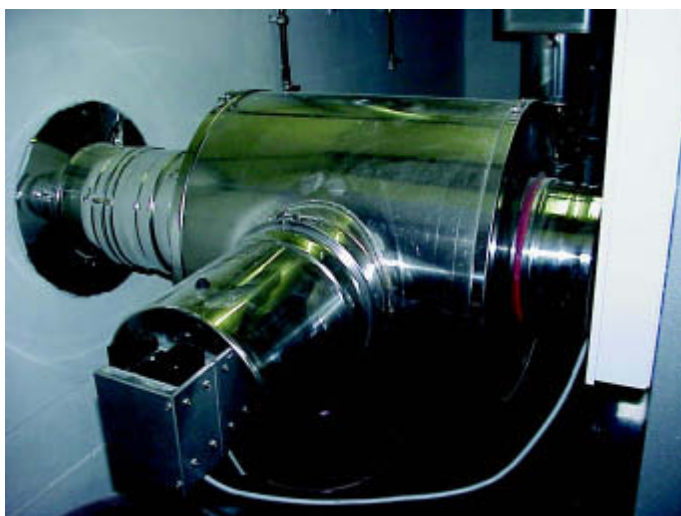
umfasst die Anwendung der als „Reinigbarer Rohr-Schalldämpfer“ bezeichneten Resonator-Schalldämpfer in einem BHKW. Und anhand von Heizungsanlagen wird der Einsatz aktiver Resonatoren und Streifenabsorber vorgestellt.

Beispiel Streifenabsorber

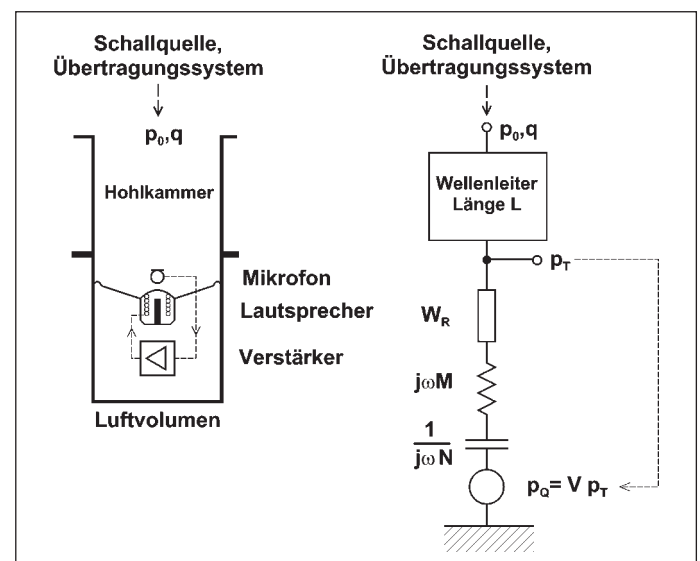
Der Streifenabsorber [3] wurde bereits in einer früheren Ausgabe der IKZ-HAUSTECHNIK [4] ausführlich dargestellt. Bei ihm ist das poröse Absorbermaterial durch streifenförmige Blechabdeckungen mit schmalen Schlitzfenstern nahezu vollständig zum Kanal hin abgedeckt. Dadurch entsteht ein Resonator, der mit den geometrischen Daten der Abdeckung und der Dicke des Absorbers bevorzugt auf Frequenzen zwischen 100 und 500 Hz abgestimmt werden kann. Er lässt sich in kompakter Bauform als Schalldämpfer in den Heizkessel integrieren oder als Zusatzschalldämpfer für die Nachrüstung verwenden. Bild 1 zeigt Ausführungen von Streifenabsorbern als Schalldämpfer, mit denen eine Pegelminderung im Abgasstrang von rund 10 dB(A) erreicht wird.



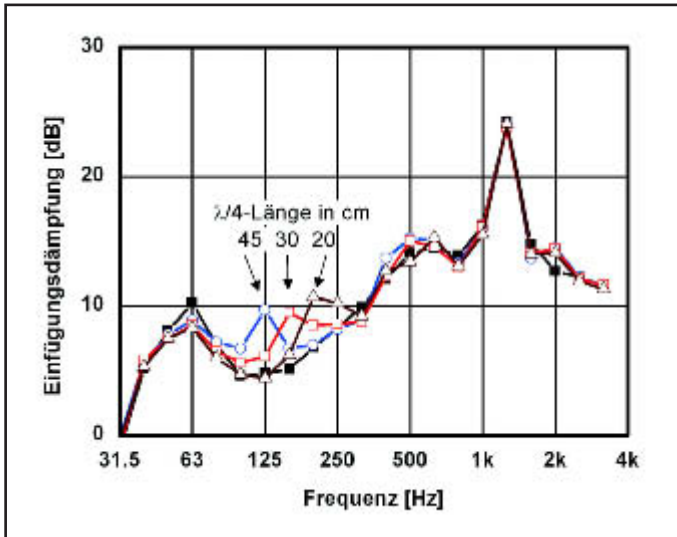
■ Bild 1: Verschiedene Bauformen von Streifenabsorbern als Schalldämpfer.



■ Bild 2: Einbaubeispiel eines Aktiv+ Schalldämpfers nach [6] mit zusätzlichem reaktivem ($\lambda/4$) Abzweigresonator in typischer beengter Umgebung. (Bild: Kutzner + Weber)



■ Bild 3: Prinzipieller Aufbau des aktiven Abzweigresonators und Ersatzschaltbild nach [7].



■ Bild 4: Einfügungsdämpfung eines Aktiv+ Schalldämpfers nach Bild 2 mit verschieden langen reaktiven ($\lambda/4$) Resonatoren.



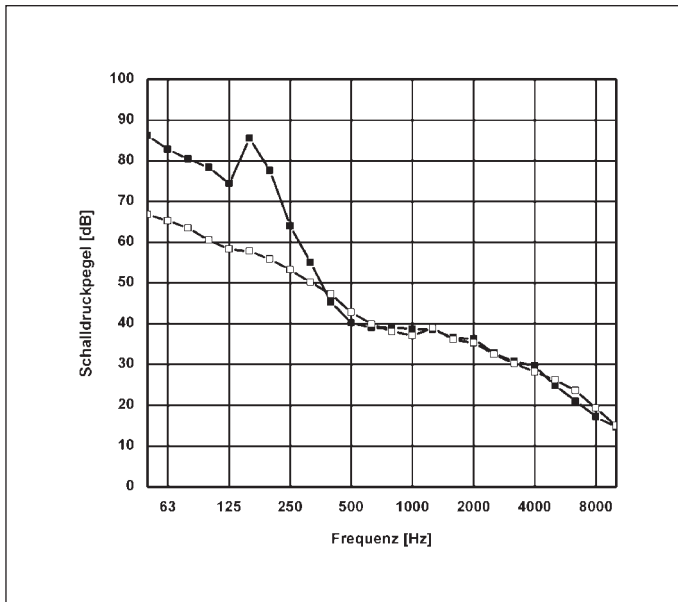
■ Bild 5: Abgasleitungen eines Blockheizkraftwerkes (links) mit Reinigbaren Rohr-Schalldämpfern (rechts, jeweils 3 Kammern) an den Mündungen als Nachrüstung.

Beispiel Aktiv+ Schalldämpfer

Der Aktiv+ Schalldämpfer besteht aus der Kombination eines passiven Rohrschalldämpfers und eines aktiven Abzweigresonators [5], der zusätzlich mit einem $\lambda/4$ -Resonator kombiniert werden kann. Ein typischer Einbau des Aktiv+ Schalldämpfers ist in Bild 2 dargestellt und verdeutlicht die üblicherweise engen Platzverhältnisse für Schalldämpfer, die an Heizkesseln installiert werden. Seine Bestandteile und das akustische Ersatzschaltbild [6] sind in Bild 3 dargestellt.

Das aus Lautsprechermembran als Masse und der Luftkammer als Feder im Ge-

häuse gebildete Resonanzsystem wird durch ein Mikrofon, das den Schalldruck vor der Lautsprechermembran aufnimmt, und einen Verstärker, der das invertierte Mikrofonsignal dem Lautsprecher zuführt, aktiv verstärkt. Zusätzlich wird das Aktivmodul durch ein mit einer Temperatur und Kondensat beständigen Schutzfolie abgeschlossenes Kanalstück als Wellenleiter räumlich vom Abgaskanal getrennt. Dadurch ergibt sich eine deutliche Erhöhung der Einfügungsdämpfung und eine starke Verschiebung der Resonanzfrequenz zu tiefen Frequenzen.



■ Bild 6: Schalleistungsspektrum für das Abgasrohr BHKW-Modul (□) und beide Abgasrohre des Kessels (■) vor der Nachrüstung.

Die gemessene frequenzabhängige Einfügungsdämpfung ist beispielhaft in Bild 4 dargestellt. Deutlich sind die Dämpfungsanteile des aktiven Abzweigresonators mit der Spitze bei 63 Hz und die Wirkung des passiven Rohrschalldämpfers bei mittleren und hohen Frequenzen zu erkennen. Der zusätzliche $\lambda/4$ -Resonator wird über seine Länge und je nach Anforderung auf den Frequenzbereich zwischen 125 und 250 Hz abgestimmt. Bild 4 zeigt hierfür drei Beispiele mit unterschiedlichen Resonatorlängen. Mit diesem Aktiv+ Schalldämpfer konnten aufgrund seiner breitbandigen Wirkung bereits einige hundert Nachrüstungen erfolgreich durchgeführt werden.

Beispiel Tiefton-Schalldämpfer

Kleinere Blockheizkraftwerke dienen der direkten Wärmeversorgung von mehreren Gebäuden und werden deshalb in unmittelbarer Nähe von Siedlungen errichtet. Im linken Teil von Bild 5 ist im Vordergrund ein BHKW und im Hintergrund die Wohnbebauung zu sehen. In der Anlage befinden sich ein BHKW-Modul und ein Spitzenlastkessel sowie passive Schalldämpfer, die beiden Einheiten nachgeschaltet sind.

Trotz dieser ursprünglichen Maßnahmen kam es zu Beschwerden wegen tonaler Geräusche in der Nachbarschaft. Mit einer Messung an den Mündungen der gläsernen Schornsteine (Bild 6) konnte dieser Sachverhalt mit einer ausgeprägten Pegelspitze bei 160 Hz nachgewiesen und dem Spitzenlastkessel zugeordnet werden. Die Platzverhältnisse im BHKW-Haus sind ähnlich eng wie bei Hausheizungen, sodass dort keine weiteren konventionellen Schalldämpfer untergebracht werden konnten. Hier kann zusätzlich der im Allgemeinen hohe und akustisch unbehandelte Kamin verwendet werden, um mit Tiefton-Schalldämpfern eine bei tiefen und mittleren Frequenzen breitbandige Dämpfung zu erzielen und tonale Komponenten der Motoren zusätzlich zu dämpfen.

Nach Bild 7 besteht der Schalldämpfer aus mehreren lang gestreckten Kammern, die das Abgasrohr umschließen und über einen Lochblechring mit ihm verbunden sind, aber nicht durchströmt werden. Jede Kammer wirkt als $\lambda/4$ -Resonator und lässt sich über ein Auslegungsprogramm, das zusätzlich die Kopplung der Kammern berücksichtigt, auf eine bestimmte Frequenz abstim-



■ Bild 7: Exemplarische Darstellung eines Reinigbaren Rohr-Schalldämpfers als Tiefton-Schalldämpfer nach [8] mit drei Resonator-kammern.

(Bild: Kutzner + Weber)

men. Damit kann eine breitbandige Dämpfung bei tiefen Frequenzen erreicht werden. Die Nachrüstung mit diesen Schalldämpfern an den Köpfen der Abgasleitungen ist rechts in Bild 5 zu sehen. Das Konstruktionsprinzip der Schalldämpfer hätte auch eine Herstellung aus Glas zugelassen. Die Schalldämpfer wurden mit jeweils drei Kammern ausgestattet, die so breitbandig abgestimmt sind, dass tonale Geräusche um 160 Hz trotz Änderungen der Schallgeschwindigkeit durch unterschiedliche Außentemperatur und die damit verbundene Frequenzverschiebung toleriert werden können. Die geforderte Pegelminderung wurde mit mindestens 10 dB spezifiziert und durch die rechnerische Auslegung garantiert.

Diese Lösung zeigt mehrere Vorteile. Einerseits war kein Eingriff in die bestehende Anlage notwendig, andererseits entsteht aufgrund der identischen Innendurchmesser von Rohrleitung und Schalldämpfer kein zusätzlicher Druckverlust. Auch werden keine zusätzlichen Strömungsgeräusche erzeugt.

Fazit

Oft bleibt in der Nachbarschaft ein tieffrequentes „Brummen“ von Heizungsanlagen oder tonale Komponenten, verursacht von den Motoren in Blockheizkraftwerken, hörbar, da passive Schalldämpfer bei tiefen Frequenzen ineffektiv sind. Mit dem Einsatz von Resonator-Schalldämpfern, wie dem Streifenabsorber, Tiefton-Schalldämpfer und dem

Aktiv+ Schalldämpfer, lassen sich diese Anteile wirkungsvoll und platz sparend dämpfen. Unterstützt durch spezielle Auslegungsprogramme [7], mit denen das Kanalsystem modelliert und analysiert wird, lässt sich zusätzlich die in diesen Anlagen vorhandene positionsabhängige Wirkung (infolge Stehwelligkeit) vorhersagen und bei der Schalldämpferauslegung berücksichtigen. ■

Literatur:

- [1] Fuchs, H. V.; Eckoldt, D.; Hemsing, J.: Alternative Schallabsorber für den industriellen Einsatz; Akustiker suchen nach faserfreien Schalldämpfern. VGB Kraftwerkstechnik 79 (1999), Heft 3.
- [2] Leistner, P.; Krüger, J.; Maute, R.: Aktives Bauteil zur Schalldämpfung in Kanälen. Bauphysik 20 (1998), Heft 6.
- [3] Leistner, P.; Fuchs, H. V.: Schlitzförmige Schallabsorber. Bauphysik 23 (2001), Heft 6.
- [4] Brandstät, P.; Bay, K.: Angepasste Lösung: Streifenabsorber als Schalldämpfer in Heizungsanlagen. IKZ-HAUSTECHNIK (2005), Heft 13.
- [5] Leistner, P.; Fuchs, H. V.; Fischer, G.: Alternative Lösungen für den Schallschutz an Heizkesseln. IKZ-HAUSTECHNIK (2001), Heft 23.
- [6] Leistner, P.; Leistner, M.; Zimmermann, S.: Schallabsorber und Schalldämpfer. Innovatorium für Maßnahmen zur Lärmbekämpfung und Raumakustik. Teil 4: Absorber mit aktiven Komponenten. Bauphysik 24 (2002), Heft 6.
- [7] Brandstät, P.; Leistner, P.: Akustische Modellierung bei tiefen Frequenzen. HLH 51 (2000), Heft 3.