

# Kulissenschalldämpfer aus Mineralschaumstoff

J. Bittner, U.J. Kurze

Müller-BBM GmbH, 82152 Planegg, Email: JBittner@MuellerBBM.de

## Einleitung

In Kulissenschalldämpfern werden üblicherweise Faserstoffe, z.B. Mineralwolle als Absorptionsmaterial eingesetzt. Offenporige Mineralschäume hingegen sind derzeit als Standardprodukt in diesen nicht eingeführt, obwohl sie möglicherweise einen erweiterten Anwendungsbereich erschließen könnten.

Im Rahmen von Untersuchungen zu den akustischen Eigenschaften eines Mineralschaumstoffes wurden verschiedene Schalldämpferkonfigurationen gemessen und deren Wirkung beurteilt. Ein einfaches theoretisches Modell zum Einfluss höherer Moden konnte validiert werden.

## Eigenschaften von Mineralschäumen

Aufgrund der physikochemischen Eigenschaften wären bei Kulissen mit Mineralschäumen erweiterte Anwendungsbereiche denkbar. Einsatztemperaturen von 1000 °C sind möglich. Die Dichte liegt im Bereich von 100 kg/m<sup>3</sup> bis 800 kg/m<sup>3</sup>, d.h. die bereits in Kulissenform, auch in geringen Dicken von z.B. 40 mm, herstellbaren Schäume erfordern einen deutlich geringeren mechanischen Aufwand bei Rahmenkonstruktion und Oberflächenschutz.

Die Strömungsresistenz von Mineralschäumen ist im Herstellungsprozess auf ähnliche Werte einstellbar wie bei üblichen Absorptionsmaterialien. Allerdings steigt sie im Gegensatz zu Faserstoffen mit der Strömungsgeschwindigkeit der durchtretenden Luftströmung an. Der untersuchte Mineralschaumstoff Trolit OP250 [1] hat mit 13 kNs/m<sup>4</sup> im akustisch interessanten Strömungsbereich eine nicht allzu hohe Strömungsresistenz aber mit 250 kg/m<sup>3</sup> eine höhere Dichte als gängige Faserstoffe.

## Untersuchte Schalldämpferanordnungen

Die Einfügungsdämpfung der Kulissenschalldämpfer wurde im Schalldämpferprüfstand von Müller-BBM nach DIN EN ISO 7235 [2] ohne Strömung ermittelt. Als Anregungssignal diente ein konstantes Breitbandrauschen. Für die Untersuchung wurden zwei Schalldämpferanordnungen betrachtet. Bei einer Konfiguration wurden die Kulissen aus zwei 40 mm dicken Mineralschaumplatten mit einem dazwischen liegenden 1 mm dicken Stahlblech aufgebaut. Der Schalldämpfer hatte im Prüfstand eine Spaltweite von 69 mm (vgl. Abbildung 1). Für die zweite Konfiguration wurden aus ebenfalls zwei 40 mm dicken Mineralschaumplatten homogene Kulissen aufgebaut, mit einer Spaltweite von 70 mm. Die untersuchten Schalldämpferlängen betragen 600 mm und 1200 mm.

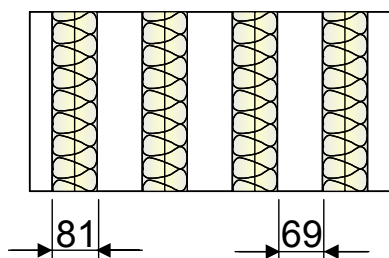


Abbildung 1: Schematische Anordnung des Kulissenschalldämpfers aus Mineralschaumstoff mit Trennblechen

Nach üblicher Theorie für ebenen Schalleinfall im Kanal besteht für die Anordnungen mit und ohne Trennblech kein nennenswerter Unterschied.

## Ergebnisse der Messungen

Bei der Auslegungsberechnung von Absorptionskulissenschalldämpfern treten häufig Spitzen der Einfügungsdämpfung im mittleren Frequenzbereich auf. Diese werden in aller Regel bei Messungen im Einsatzfall nicht beobachtet.

Zur Klärung dieser Beobachtung können die Messergebnisse der Schalldämpferanordnungen mit und ohne Trennbleche, mit einer Länge von jeweils 600 mm herangezogen werden. Im Fall der Kulissen mit Trennblech tritt in der 1600-Hz-Terz eine solche Dämpfungsspitze auf, eine weitere in der 5000-Hz-Terz (vgl. Abbildung 2). Fehlen die Trennbleche so werden diese hohen Werte der Einfügungsdämpfung nicht mehr beobachtet, der Verlauf der Dämpfung oberhalb 1000 Hz wird gleichmäßiger.

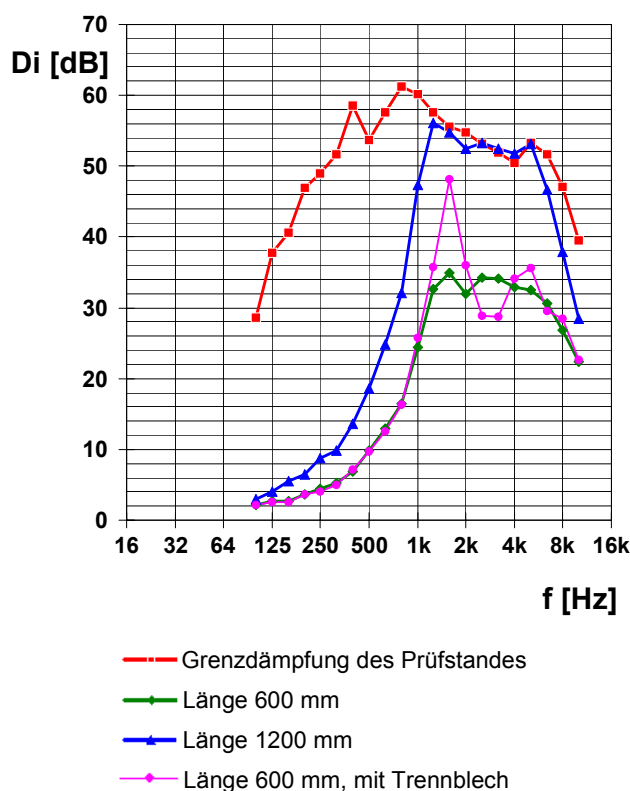


Abbildung 2: Einfügungsdämpfung der Schalldämpfer mit homogenen Kulissen sowie Vergleich der Kulissenanordnung mit Trennblech für eine Länge von 600 mm

Mit einer Verdopplung der Schalldämpferlänge von 600 mm auf 1200 mm wird im Frequenzbereich bis 1000 Hz nahezu eine Verdopplung der Einfügungsdämpfung beobachtet. Weitere Dämpfungseffekte wie Einlass- oder Auslassdämpfung am Schalldämpfer spielen hier eine untergeordnete Rolle.

Bei einer Schalldämpferlänge von 1200 mm wird im mittleren Frequenzbereich bereits die Grenzdämpfung des Prüfstandes er-

reicht. Die Werte in diesem Bereich dienen lediglich einer qualitativen Betrachtung.

Für eine Deutung der Messergebnisse muss der Einfluss des Schallfeldes auf die Dämpfung beachtet werden.

### Einfluss des Schallfeldes auf die Dämpfung

Beim Einfall einer ebenen Welle auf den Schalldämpfer ändert sich die Druckverteilung im Spaltkanal und in den Kulissen. Die Mitten der Spaltkanäle und der Kulissen sind Symmetrieebenen der Schalldruckverteilung, d.h. durch den Einsatz von Trennblechen an diesen Stellen wird das Schallfeld nicht geändert.

In weiten Kanälen ist neben der ebenen Welle auch mit höheren ausbreitungsfähigen Moden zu rechnen. Deren Wellenfront verläuft in einem Winkel zu Kanalachse. Der Winkel ist bei der unteren Grenzfrequenz sehr klein und nimmt mit der Frequenz zu, sodass die höheren Moden häufiger eine absorbierende Kanalwand oder Kulisse treffen und dadurch in der Regel stärker gedämpft werden als die Grundmode.

Höchste Dämpfungen der Grundmode gehören zu kleinsten Wandimpedanzen des Kanals, die sich z.B. bei Viertelwellenlängenresonanzen der Wandauskleidung einstellen. In Abbildung 2 ist eine solche Resonanz in der 1600-Hz-Terz zu erkennen. Im Fall von Kulissen ohne Trennbleche können höhere Kanalmoden in Werkstoffen mit geringem Strömungswiderstand eine niedrigere Dämpfung erfahren als die Grundmode. Deshalb entfällt die Dämpfungsspitze bei 1600 Hz. Theoretisch ist zu erwarten, dass insbesondere die Moden knapp oberhalb der Grundmode, auf den gesamten Kanal bezogen, durch die Kulissen hindurch treten und dadurch die Einfügungsdämpfung mindern.

### Modell für die Schalldämmung höherer Moden

Zur vereinfachten Betrachtung dieses Effektes, der bereits in der Literatur [3] beschrieben ist, dient folgendes Gedankenmodell. Ein über den Kanalquerschnitt gleichmäßig verteilter, mittlerer Strömungsquerschnitt bestimmt im mittleren Frequenzbereich die Einfügungsdämpfung maßgeblich. Die Schalldämmung dieses Strömungswiderstandes wird aus der eintreffenden und der durchtretenden Schalleistung bestimmt.

Abbildung 3 zeigt die berechnete Schalldämmung für ein Absorberschott mit einem mittleren Strömungswiderstand für zwei freie Kanalquerschnitte im Vergleich zu der gemessenen Einfügungsdämpfung der Schalldämpferanordnung ohne Trennbleche bei einer Länge von 600 mm.

Im mittleren Frequenzbereich, dort wo höhere Kanalmoden ausbreitungsfähig sind, wird die Einfügungsdämpfung des Kulissenschalldämpfers durch die Schalldämmung der Kulissen maßgeblich bestimmt. An Schalldämpfern mit Faserstoffen als Absorptionsmaterial wurde schon öfters ein Rückgang der Einfügungsdämpfung im mittleren Frequenzbereich durch ein Absetzen des Faserstoffes in der Kulisse beobachtet. Der verminderte Strömungswiderstand und die damit stärker zum Tragen kommende Eigenschaft der Schalldämmung erklärt diese Beobachtung.

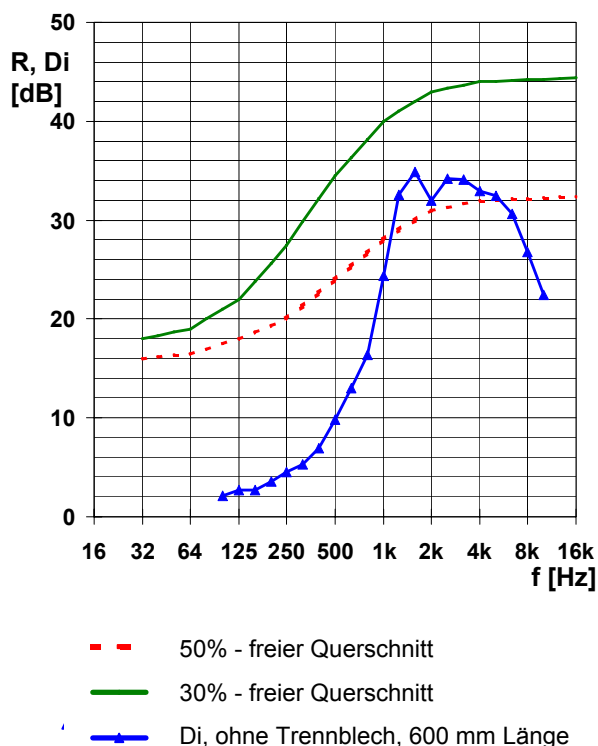


Abbildung 3: Berechnete Schalldämmung für 50% bzw. 30% freien Querschnitt und Einfügungsdämpfung der Kulissenanordnung mit Trennblech für eine Länge von 600 mm

### Ausblick

Kulissenschalldämpfer aus Mineralschaumstoff sind ähnlich wirksam wie vergleichbare Anordnungen aus Faserstoffen. Aufgrund des Herstellungsverfahrens und der Materialeigenschaften wäre der Einsatz solcher Schalldämpfer in einem erweiterten Anwendungsbereich, auch kostengünstig, denkbar. Weitergehende Untersuchungen im Labor sowie unter Einsatzbedingungen könnten diese Anwendungen näher beleuchten.

<sup>1</sup> TROLIT OP250, Fa. Trocellen GmbH, D-53840 Troisdorf

<sup>2</sup> DIN EN ISO 7235:2002 FDIS Akustik – Labormessungen an Schalldämpfern in Kanälen – Einfügungsdämpfung, Strömungsgeräusch und Gesamtdruckverlust

<sup>3</sup> A. Cummings, N. Sormaz: Acoustic attenuation in dissipative splitter silencers containing mean fluid flow. J. Sound Vib. 168 (1993), 209 – 227