

Aspekte der Schalltransmission bei mikroperforierten Absorbersystemen im Automobilbau: Grundlegende Untersuchungen und Beispiele aus der Praxis

K. Pfaffelhuber, D. Patsouras, A. Schlipf
FAIST Automotive GmbH & Co. KG

1. Einleitung

Mikroperforierte Schallabsorbersysteme spielen im Automobilbau eine immer wichtigere Rolle, insbesondere in Anwendungen, in welchen die Schallabsorptionseigenschaften in vorhandene Bauteile integriert werden können. Beispiele hierfür sind Hitzeisulationskomponenten, Spritzguß-Luftführungsbauteile, Verkleidungsteile etc.. Die folgenden Untersuchungen zeigen die Auswirkung der Perforation auf die Schalltransmission in Abhängigkeit von den Lochparametern und der Anordnung der perforierten Platte im Gesamtsystem.

2. Schalltransmission von Mikroperforierten Platten

Fig. 1 stellt die Schalldämmmaße verschieden mikroperforierter Platten dar. Diese Platten waren im Meßfenster zwischen den zwei gekoppelten Hallräumen eines Schalldämpfungsprüfstandes eingebaut und aus dem Fernfeld des Sendehallraums mit weißem Rauschen diffus beschallt. Aus den jeweils gemittelten Terz-Pegeln der Mikrofone in Senderraum und Empfangsraum sowie einer Raumkorrektur des Empfangsraums ergibt sich das Schalldämmmaß R (Diffusfeldverfahren ISO140).

Der Vergleich mit der unperforierten Platten zeigt eine deutliche Abnahme des Schalldämmmaßes durch die Mikroperforation der Platten. Während bei der unperforierten Platten erwartungsgemäß die Plattenmasse das Schalldämmmaß bestimmt, zeigt sich bei der Mikroperforation im Wesentlichen eine Abhängigkeit vom Lochanteil: Je höher der Lochanteil, desto höher ist die Frequenzgrenze, ab welcher sich die Schalltransmission von der des leeren Messfensters unterscheidet.

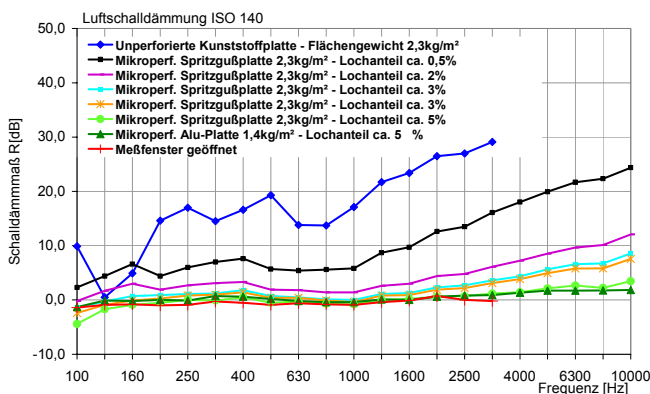


Fig.1 Schalldämmmaße R von Platten mit und ohne Mikroperforation im Vergleich zum leeren Messfenster

3. Schalldämmmaße von Hitzeschild-Karosserieblech –Anordnungen

Wie sich ein mikroperforiertes Hitzeschild zwischen Abgasanlage und Bodenblech im Vergleich zu einem unperforierten bezüglich der Schalldämmung der Gesamtanordnung verhält, soll im Folgenden erläutert werden. Hierzu wurden in das Meßfenster des Schalldämpfungsprüfstandes ein planes Karosserieblech eingebaut und in einem Abstand von 15mm davor plane Hitzeschildbleche mit und ohne Perforation angebracht.

Fig. 2 zeigt die Schalldämmmaße einer derartigen Anordnung, wobei die Hitzeschildbleche im Randbereich in die Messfenstermaske eingespannt waren. Es fand also keine Hinterschallung von der Seite statt. Die mikroperforierten Bleche zeigen, insbesondere bei der hochfrequenten Abstimmung mit 5% Lochanteil so gut wie keine Veränderung zum reinen Karosserieblech. Das unperforierte Blech hingegen zeigt deutlich den Resonanzeinbruch eines Masse-Feder-Masse-Systems und das steilere Ansteigen der Schalldämmungskurve oberhalb dieser Resonanz.

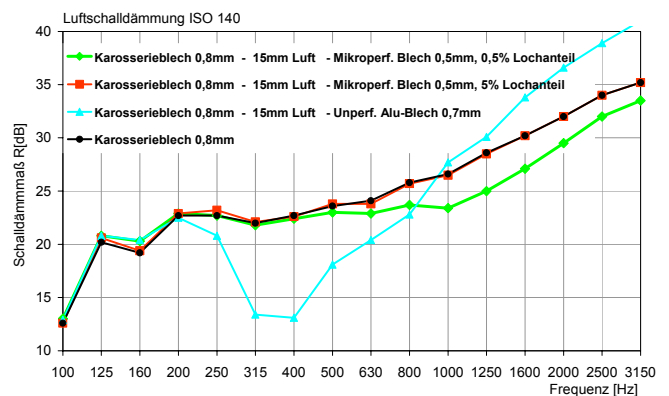


Fig.2 Schalldämmmaße R einer Anordnung aus planem Karosserieblech und planem Hitzblech (mit und ohne Perforation) mit Randeinspannung.

Dieser Resonanzeinbruch läßt sich durch Einbringen einer zusätzlichen dämpfenden (und wärmeisolierenden) Vliesschicht zwischen Bodenblech und Hitzeschild zwar reduzieren, die Schalldämmung im Resonanzbereich ist jedoch immer noch schlechter als ohne Hitzeschild bzw. mit einem reinen mikroperforierten Hitzeschild.

Fig. 3 zeigt die selben Anordnungen wie eben beschrieben, jedoch ohne Randeinspannung des Hitzeschildblechs. Hierzu wurden die Randbereiche um 5mm gekürzt. Die Befestigung erfolgte durch 4 abstandshaltende Schraubverbindungen (Bolzen) am Karosserieblech.

Auch hier zeigen die mikroperforierten Bleche kaum eine Veränderung der Schalldämmung im Vergleich zum dem reinen Karosserieblech. Schaltet man hingegen ein unperforiertes Hitzeblech vor, erhält man eine deutliche Veränderung der Schalltransmission. Offenbar erfolgt nun durch die seitliche Hinterschallung eine Ausbildung von zusätzlichen Resonanzen im Zwischenraum, die für diese dramatische Verschlechterung verantwortlich sind.

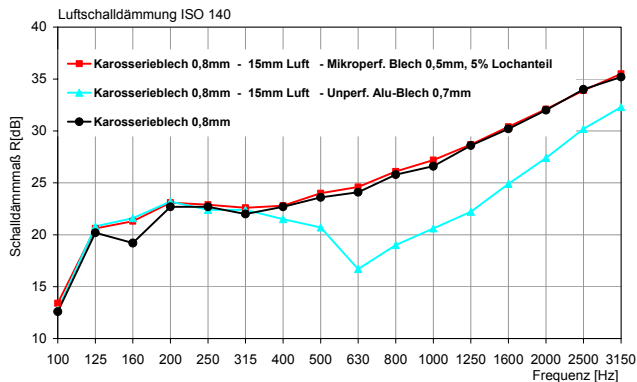


Fig.3 Schalldämmmaße R einer Anordnung aus planem Karosserieblech und planem Hitzeblech (mit und ohne Perforation) ohne Randeinspannung der mikroperforierten Platte

Die auf den ersten Blick naheliegende Annahme, ein mikroperforiertes Hitzeschild führe grundsätzlich zu einer Verschlechterung der Schalldämmung zwischen Abgasanlage und Fahrzeuginnenraum, ist somit nicht richtig. Es sind auf jeden Fall der relevante Frequenzbereich der Quelle und deren Anordnung zum Hitzeschild von Bedeutung.

3. Schalltransmission in spritzgegossenen Luftführungskanälen

Eine Anwendung für die gezielte Schalltransmission stellt die Mikroperforation von Luftführungselementen dar. Klimaluftführungen verursachen bei maximaler Durchströmung im Bereich des Luftaustritts der Armaturentafel erhebliche Geräusche, welche darüber hinaus auch noch direkt auf den Kopf der Fahrgastes gerichtet sind. Diese Geräuschentwicklung kann zwar durch schalldämpfende Materialien im Klimakanal deutlich reduziert werden, allerdings vermindern diese Materialien bei Querschnittsverengung deutlich den Luftstrom. Darüber hinaus sind aus hygienischen Gründen Vliese oder Schaumstoffe als schalldämpfende Materialien an dieser Stelle problematisch.

Eine Methode, den Schall zu reduzieren ohne zusätzlichen Bauraum für Absorbermaterial vorhalten zu müssen, ist, durch eine gezielte Perforation den Schall in die Armaturentafel zu leiten. Dies kann ohne großen Mehraufwand dadurch geschehen, dass im Spritzgusswerkzeug für den Klimakanal Stiftpfetten eingebracht sind, die schon beim Spritzgussvorgang die Lochstruktur in die Luftkanalwand einbringen.

Versuche mit verschiedenen mikroperforierten Spritzgussplatten, welche in ein Luftführungsgehäuse eingeklebt waren, zeigen eine deutliche Variabilität des Klangcharakters.

Die Terzspektren in Fig. 4 wurden vor der Mündung eines Klimagehäuses mit dem Kunstkopf aufgezeichnet. Die Mündung des Luftführungsgehäuses ragte hierbei in den Empfangsraum des Schalldämpfungsprüfstandes, während sich der Ventilator auf der Senderaumseite befand. Somit war gewährleistet, dass der Schall nur aus der Mündung aufgezeichnet war. Schall, der vom Elektromotor verursacht wurde und Schall, der aus den mikroperforierten Einsätzen nach außen drang, verblieb durch die hochschalldämmende Einbaumaske im Senderaum. Um Reflexionen des Empfangsraums zu vermindern, wurde hinter den Kunstkopf ein absorbierender Schallschirm gestellt.

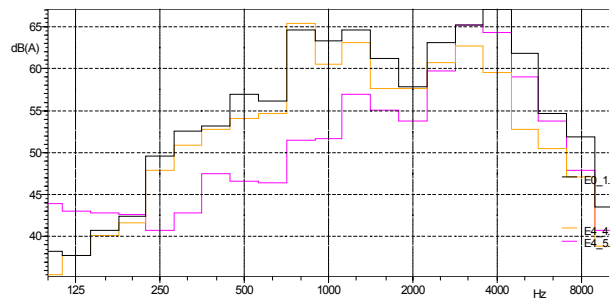


Fig.4 Terzspektren des Mündungsgeräusches eines Klimagehäuses bei unterschiedlich perforierten Luftkanalwänden

Die unterschiedlich gestalteten Luftkanalwände führen zu einer erheblichen Veränderung der Schallspektren und bringen auch eine deutlich hörbare Veränderung des Klangcharakters mit sich.

4. Zusammenfassung

Mikroperforierte Platten zeigen im unteren Frequenzbereich ein nahezu transparentes Schalldurchgangsverhalten. Ab einer oberen Grenzfrequenz, die im wesentlichen vom Lochanteil der Mikroperforation abhängt, steigt die Schalldämmung an, erreicht jedoch bei weitem nicht die Werte einer geschossenen Platte. Ein Einfluß der Plattenmasse ist bei den perforierten Platten nicht zu erkennen.

Diese Schalltransparenz führt bspw. bei einer Anordnung als Hitzeschild vor einem Karosserieblech dazu, dass Resonanzbrüche der Schalldämmung nicht entstehen können.

Weiterhin kann diese Transparenz dazu genutzt werden, um gezielt Schall, anstatt aus der Mündung einer Luftführung in den Fahrgastinnenraum zu strahlen, ihn durch die perforierten Luftführungswände in die Armaturentafel zu leiten. Die in der Regel dort vorhandenen Schallabsorber verhindern einen sekundären Austritt in den Fahrgastraum

5. Literatur

[1] Patsouras, D., Pfäffelhuber, K., Breitbandige Schallabsorption ohne den Einsatz von faserigen und porösen Materialien. DAGA 2000, 480-481, (2000)
 [2] Maa, D.-Y., Microperforated-Panel wideband Absorbers. Noise Control Engineering Journal 38 [1992], 109-117
 [3] Fuchs, H.V., Zha, X., Einsatz mikro-perforierter Platten als Schallabsorber mit inhärenter Dämpfung. Acustica Vol. 81 (1995).
 [4] Pfäffelhuber, K., Patsouras, D., Absorptionsgradberechnung mehrschichtiger Anordnungen mikroperforierter Platten DAGA 2001, In: Fortschritte der Akustik (DAGA2001)