

31 (2004) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefasst

G. Babuke, P. Brandstät, D. Eckoldt, A. Lecheler*

Lärminderung und reflexionsarme Auskleidungen in aero-akustischen Windkanälen**

Einleitung

Der zunehmende Bedarf von Lärminderung und akustischem Design an Fahrzeugen benötigt entsprechende Prüfbedingungen in Windkanälen und Prüfständen. Der speziell entwickelte breitbandige Resonanzabsorber BKA [1] weist hohe Absorptionsgrade ab 20 Hz auf, hat eine ebene Oberfläche und ist nur 250 mm dick.

Absorptionsprinzip und Aufbau

Der Aufbau des zugrunde liegenden Verbund-Platten-Resonators VPR ist in **Bild 1** dargestellt. Er besteht aus einer an ei-

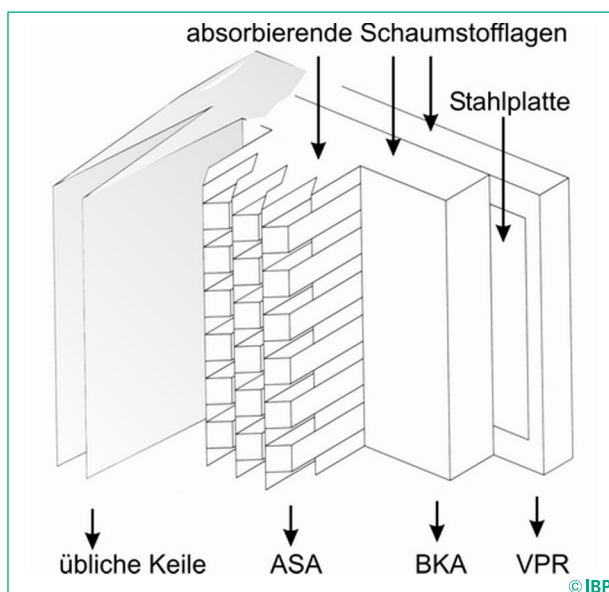


Bild 1: Aufbau des Verbund-Platten-Resonators (VPR), Breitband-Kompakt-Absorbers (BKA) und Asymmetrischen Struktur-Absorbers (ASA) nach [1].

* Faist Anlagenbau GmbH, Krumbach

** Poster „Noise reduction and anechoic linings in aeroacoustic wind tunnels“, CFA / DAGA 04, Strasbourg, März 2004, Abstr. p. 418



Bild 2: Plenum des aero-akustischen Windkanals von Audi mit BKA-Modulen als Wandverkleidung [4].

ner harten Wand befestigten rechteckigen Schaumstoffplatte und einer Stahlplatte, die auf der Oberseite aufgeklebt ist. Der komplette Absorber wird in Modulen mit einer Größe von mindestens 1,5 m mal 1 m und einer typischen Dicke von 100 mm produziert. Die Absorptionseigenschaften des VPR beruhen auf einem Feder-Masse-Resonator mit der Stahlplatte als Masse und dem Schaumstoff als Feder sowie auf den freien Biegeschwingungen der Platte, die beispielsweise mit Raummoden gekoppelt sein können und dadurch die Absorption bei diesen Moden deutlich erhöhen. Der Breitband-Kompakt-Absorber BKA wird durch eine 150 mm dicke zweite Schaumschicht hergestellt (**Bild 1**) und ist über den gesamten Frequenzbereich wirksam. Der VPR kann mit einer strukturierten Schicht kombiniert werden, wodurch der Asymmetrische Struktur-Absorber ASA entsteht, der für spezielle akustischen Anforderungen [2] einsetzbar ist.

Anwendungen in Windkanälen

Das erste vollständig mit BKA-Modulen ausgestattete Plenum befindet sich im aero-akustischen Windkanal von Audi [3]. Das Foto in **Bild 2** zeigt die BKA-Module hinter einer Schutzschicht aus Lochblech und im Hintergrund die beweg-

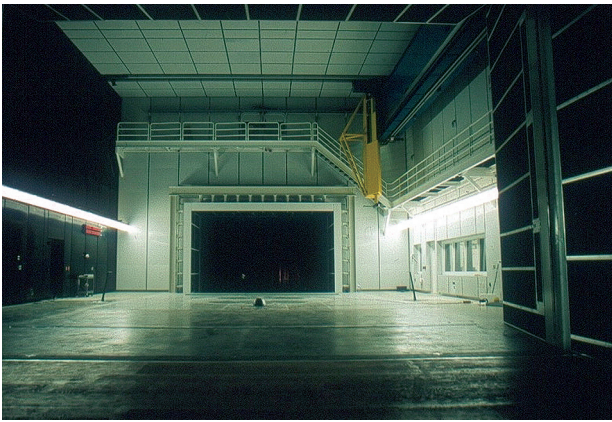


Bild 3: Blick vom Kollektor zum Plenum des aero-akustischen Windkanals von DaimlerChrysler in Detroit.

liche Absorberwand vor den Fenstern des Kontrollraums. Das Plenum erfüllt die Anforderungen an einen Halbfreifeldraum der Klasse 1 in Terzbandbreite ab 63 Hz. Die BKA-Module wurden ebenfalls in Kulissenschalldämpfer integriert, die in zwei Umlenkecken des AUDI Windkanals diagonal eingebaut wurden und die tieffrequente Dämpfung [4] erhöhen. Analog zum FKFS Windkanal an der Universität Stuttgart [5] wurden die beiden verbleibenden Ecken mit Umlenkschaukeln, belegt mit verhäutetem Schaumstoff, ausgestattet, die zusätzliche Dämpfung und eine Reduzierung des Druckverlustes bewirken. All diese Maßnahmen und ein sorgfältig ausgewähltes Gebläse führten zum weltweit mit Abstand leisen Windkanal [6]. Aufgrund der hohen Anforderungen an die Abriebfestigkeit der angeströmten Oberflächen empfahl sich der Einsatz des BKA im aero-akustischen Windkanal von DaimlerChrysler in Detroit [7] ebenfalls. Vergleichbar zum

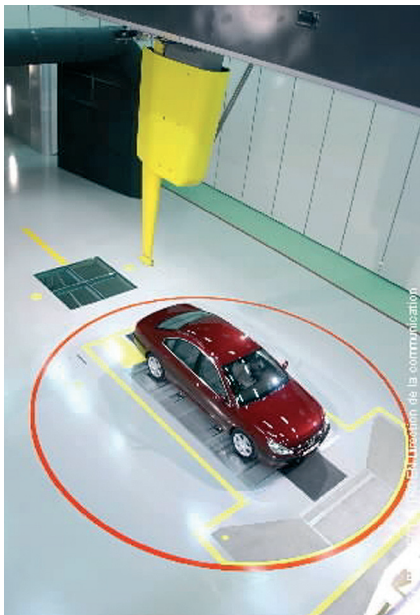


Bild 4: Ansicht des Plenums im aero-akustischen Windkanal von PSA Peugeot Citroën, Renault und CNAM in Montigny le Bretonneux bei Paris.

AUDI Windkanal wurde nicht nur das Plenum (Bild 3) mit BKA-Modulen ausgestattet, sondern auch ein Großteil der Kanalwände, sowie der Nabenschalldämpfer des Gebläses mit ALFA-Modulen (Alternative Faserfreie Absorber) hergestellt. Die Freifeldeigenschaften nach [8] wurden im erweiterten Frequenzbereich bis hinab zu 50 Hz und für einen Messradius von 7 m nachgewiesen (Anforderung: 80 Hz, Radius 5,5 m). Freifeldeigenschaften nach [8] ab 80 Hz waren unentbehrlich für die Eigner des kürzlich fertig gestellten Windkanals von PSA Peugeot Citroën, Renault und CNAM bei Paris (Bild 4). Die nachgewiesenen Freifeldeigenschaften gestatten sogar Messungen ab 50 Hz in einem Radius von 6 m um die Mitte des Bodens.

Ausblick

Die Anwendung der BKA-Technologie deckt ein breites Spektrum von akustischen Messräumen und Plenums von Windkanälen ab, in denen Freifeldeigenschaften erforderlich sind. Darüber hinaus sind sie als Kulissenschalldämpfer und Kanalauskleidungen einsetzbar, vorausgesetzt die Kanalabmessungen haben mindestens die Größe der Absorbermodule. Zusätzlich zu ihren akustischen Eigenschaften bieten sie weitere Vorteile, wie die enorme Platzersparnis aufgrund der geringen Dicke und ihr faserfreier Aufbau. Bis jetzt wurden mehr als 70 Freifeld-Messräume und Plenums mit Raumvolumen von 45 m³ bis 2200 m³ [9] erstellt. Weiterhin werden zur Zeit Vorbeifahrt-Messhallen und akustische Prüfräume für Antriebsstränge mit diesen Absorbern bei First Automotive Works FAW in Changchun, China, der Tongji Universität, Automotive Department, Shanghai und bei DAF Eindhoven, Niederlande hergestellt.

Literatur

- [1] Fuchs, H.V.: Alternative fibreless absorbers – New tools and materials for noise control and acoustic comfort. ACUSTICA 87 (2001), H. 3, S. 414–422.
- [2] Dreyer, H. et al.: The new Volkswagen acoustic centre in Wolfsburg, Part 1: Test Beds, ATZ worldwide 105 (2003), H. 3, S. 250–260.
- [3] Schneider, S. et al.: Das Audi-Windkanalzentrum. In: Aerodynamik des Kraftfahrzeugs, Haus der Technik, Essen, 1998.
- [4] Brandstätter, P. et al.: Novel silencers and absorbers for wind tunnels and acoustic test cells. Noise Control Eng. J. 50 (2002), H. 2, S. 41–49 and 51 (2003), H. 1, S. 60–61.
- [5] Potthoff, J. et al.: The aero-acoustic wind tunnel of Stuttgart University. SAE Paper 950625, Detroit, 1995.
- [6] Hucho, W.-H.: Leise Autos aus flüsterndem Windkanal. VDI Nachrichten, 10. Nov. 2000, S. 37.
- [7] Walter, J. et al.: The DaimlerChrysler full-scale Aeroacoustic Wind Tunnel. SAE Paper 0426, Traverse City, 2003.
- [8] ISO 3745-2003: Acoustics–Determination of sound power levels of noise sources–Precision methods for anechoic and semi-anechoic rooms.
- [9] Fuchs, H.V. et al.: Schallabsorber und Schalldämpfer: Innovative Akustik-Prüfstände. Berlin, Springer, 2004.



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