

21 (1994) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

D. Eckoldt, H.V. Fuchs, J. Mohr, W. Schneider

Faserfreie absorbierende Auskleidung für reflexionsarme Meßräume

Am Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen der Universität Stuttgart wurde 1988 ein moderner Automobil-Windkanal eingeweiht. Schon kurze Zeit nach der Inbetriebnahme ergab sich der Wunsch, auch akustische Messungen in dem zunächst nur aerodynamisch genutzten Windkanal durchführen zu können. Das bedeutete den Einbau von Schalldämpfern in den Strömungskanälen und den Einbau von Absorbern in der großen schallharten Fahrzeugmeßhalle [1]. Zur Auswahl standen damals zwei Konzepte: Zum einen der Einsatz bekannter Mineralwolle-Schalldämpfer und -Absorber und zum anderen der Einsatz einer neuen faserfreien Technik mit geringer Bautiefe und geschlossener Oberfläche. Der Betreiber des Windkanals entschied sich nach umfangreichen Modelluntersuchungen [2] für die neue faserfreie Technik auf Basis der Membran-Absorber (MA) [3] und beauftragte das Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) mit dem akustischen Design des Windkanals.

Bild 1 zeigt den Aufbau eines faserfreien Breitbandabsorbers mit geringer Bautiefe, wie er in der Fahrzeugmeßhalle zur Wand- und Deckenverkleidung eingesetzt wurde. Über dem MA aus Aluminium befindet sich in einem Abstand von 10 mm ein 150 mm dicker Schaumstoff. Dieser besitzt eine Verhautung und damit eine geschlossene, schmutzabweisende Oberfläche. Das gesamte Absorberelement hat eine Bautiefe von nur 250 mm. Die Absorption des Breitbandabsorbers wurde bei zahlreichen Versuchen im Kundt'schen Rohr und im Hallraum optimiert. Er wurde auf

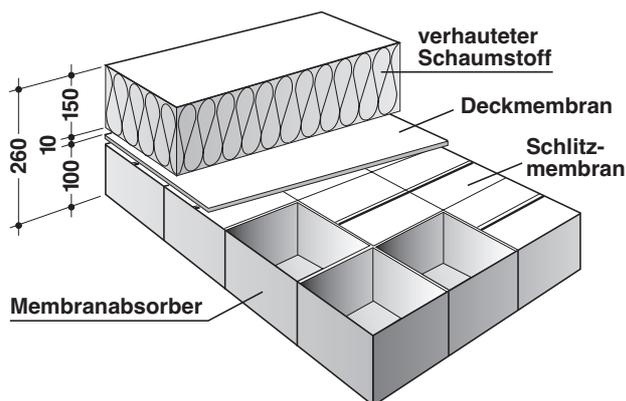


Bild 1: Aufbau des faserfreien Breitbandabsorbers

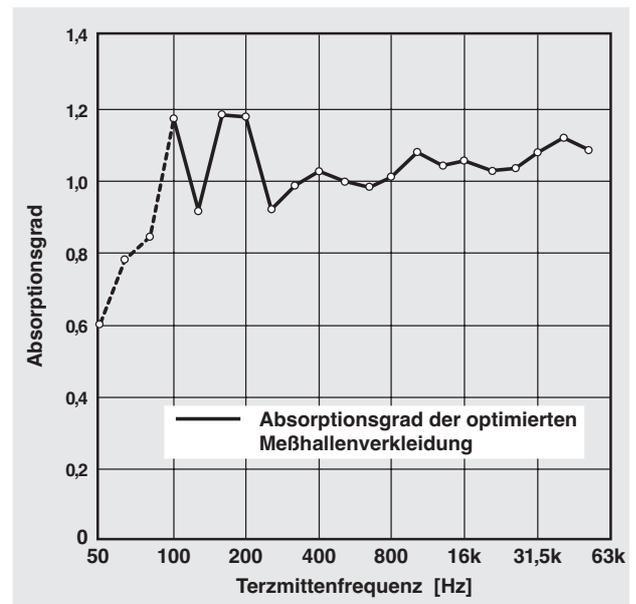


Bild 2: Absorptionsgrad bei diffusem Schalleinfall im Hallraum

eine möglichst breitbandige Absorption bis zu Frequenzen unter 100 Hz ausgelegt. Dazu wurde der MA entsprechend tief abgestimmt. Bild 2 zeigt die Messung des Absorptionsgrades im Hallraum bei diffusem Schalleinfall. Es ergibt sich ein Absorptionsgrad von über 0,9 im Frequenzbereich ab 100 Hz.

Nach dem Umbau des Windkanals wurden die Absorptionseigenschaften des Raumes vor Ort überprüft [4]. Dabei verwendet man die sogenannte Draw-Away-Messung [5]. Bei dieser Messung wird der Pegelabfall im Raum in Abhängigkeit von der Entfernung zu einer Schallquelle gemessen. In einem idealen Freifeldraum ergäbe sich ein Pegelabfall von 6 dB pro Entfernungsverdoppelung. Bild 3 zeigt die Auswertung einer Draw-Away-Messung. Die Geraden zeigen den theoretischen Schallpegelabfall im Freifeld, die einzelnen Punkte den tatsächlich gemessenen Pegelabfall. Bei 800 Hz ergibt sich ein Pegelabfall wie im Freifeld, dagegen zeigen sich bei 40 Hz mit zunehmender Entfernung von der Schallquelle Abweichungen vom theoretischen Verlauf. Für diese

Abweichungen sind in der DIN 45 635 [6] und in der ISO 3745 [7] Grenzwerte angegeben. Danach ergeben sich zuverlässige Meßradien von 4 m für den Frequenzbereich ab 25 Hz und von 6 m für den Frequenzbereich ab 50 Hz. In Bild 3 sind diese beiden Meßradien in der Meßhalle dargestellt.

Ein anderes von Diestel beschriebenes Auswerteverfahren betrachtet die Abweichungen vom theoretischen Pegelabfall statistisch [8, 9]. Dabei erhält man einen mittleren Absorptionsgrad für die Meßhalle. Dieser Absorptionsgrad wurde bestimmt aus insgesamt 7 Draw-Away-Messungen auf unterschiedlichen Bahnen. Es zeigt sich ein sehr gleichmäßiger Verlauf des Absorptionsgrades ohne deutlichen Abfall bei

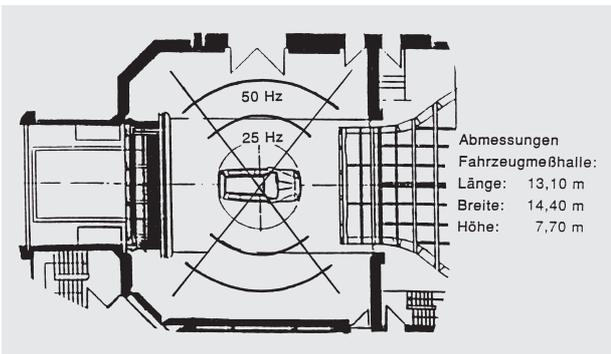
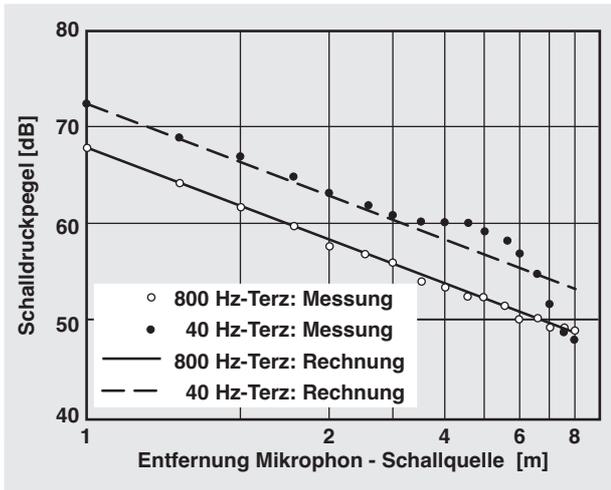


Bild 3: Oben: Draw-Away-Messung Windkanal Fahrzeugmeßhalle. Unten: Zulässige Meßradien nach DIN 45 635 / ISO 3745

tiefen Frequenzen. Im Frequenzbereich zwischen 40 Hz und 10.000 Hz ist der Absorptionsgrad größer 0,8, obwohl noch relativ viele unverkleidete Störkörper vorhanden sind, z.B. das große Traversiergerät mit einer unverkleideten Oberfläche von ca. 50 m², Treppen und Geländer. Um das insbesondere bei Frequenzen unter 100 Hz sehr gute Ergebnis mit dem konventioneller Keilabsorber zu vergleichen, wurde - mit demselben Meßverfahren - im Freifeldraum des IBP gemessen. Bild 4 zeigt den Vergleich mit dem reflexionsarmen Meßraum mit schallhartem Boden im IBP, der mit 650 mm langen Faserkeilen auf eine untere Grenzfrequenz von 125 Hz ausgelegt ist. Die halb so dicken faserfreien Absorber sind für Präzisionsmessungen [7] bzw. Genauigkeitsklasse 1 [6] eine Alternative zu den herkömmlichen, keilförmigen Wandverkleidungen, die Platz spart, wesentlich stabiler und unempfindlich gegen Verunreinigungen ist.

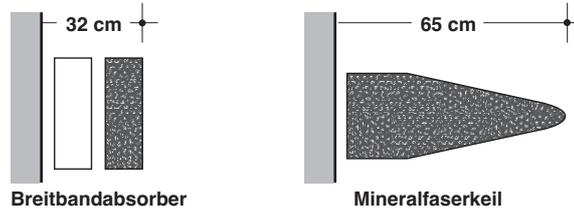
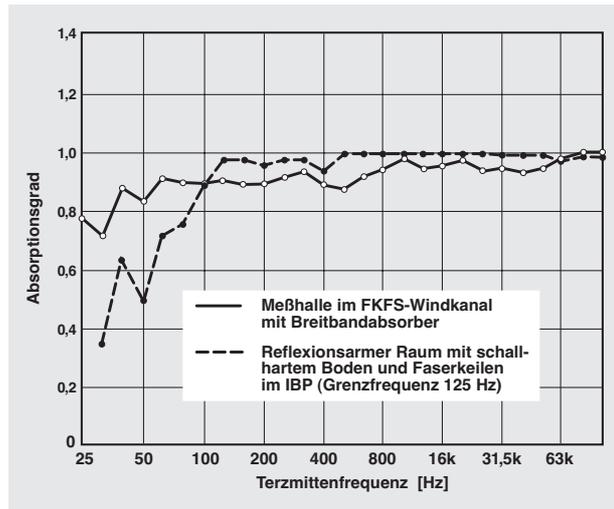


Bild 4: Mittlerer Absorptionsgrad berechnet nach Diestel

Literatur

- [1] Eckoldt, D.; Hunecke, J.; Mohr, J.; Szermann, M.: Voruntersuchungen zum Umlenk-Schalldämpferkonzept für die akustische Nachrüstung eines schallharten Freistrahls-Windkanals. IBP-Bericht, B-TA 10/91, 1991.
- [2] Fuchs, H.V.; Eckoldt, D.; Essers, U.; Potthoff, J.: New Design Concepts for Silencing Aeroacoustic Wind Tunnels. Proc. DGLR-/AIAA 14th Aeroacoustic Conference, Aachen. DGLR-Bericht 92-03, S.177-186.
- [3] Ackermann, U.; Fuchs, H.V.; Rambausek, N.: Neuartige Schallabsorber aus Metall-Membranen. Gesundheits-Ingenieur 108 (1987), H. 2, S. 67-73.
- [4] Potthoff, J.; Essers, U.; Eckoldt, D.; Fuchs, H.V.: Der Aeroakustik Fahrzeugwindkanal der Universität Stuttgart am Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen. Vortrag zur Tagung „Akustik und Aerodynamik des Kraftfahrzeugs“. Haus der Technik, Essen, 01. und 02. Febr. 1994.
- [5] Kuttruff, H.; Bruchmüller, H.-G.: Zur meßtechnischen Überprüfung reflexionsarmer Räume. Acustica 30(1977, H.4, S. 342-349.
- [6] DIN 45 635 Teil 1, Anhang B: Geräuschmessung an Maschinen, Anforderung an die Meßumgebung und Eignungsprüfung.
- [7] ISO 3745: Determination of sound power levels of noise sources - precision methods for anechoic und semi-anechoic rooms.
- [8] Diestel, H.G.: Messung des mittleren Reflexionsfaktors der Wandauskleidung in einem reflexionsarmen Raum. Acustica 20 (1968), H. 2, S. 101-104.
- [9] Diestel, H.-G.: Zur Schallausbreitung in reflexionsarmen Räumen. Acustica 12(1962), H. 2, S. 113-118.



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Fraunhofer Institut Bauphysik

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis
 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