

24 (1997) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

X. Zha, M. Späh, H.V. Fuchs, D. Eckoldt, G. Babuke

Neuer reflexionsarmer Raum für den gesamten Hörbereich

Einleitung

Klassische reflexionsarme Räume werden mit Absorberkeilen ausgestattet, die eine untere Grenzfrequenz von 80 bis 125 Hz ermöglichen. Die Tiefe dieser Keile liegt im Bereich von ca. 0,7 bis 1,0 m. Im Zuge der Entwicklung von Schallabsorbern bei tiefen Frequenzen [1, 2] entstanden Breitband-Kompakt-Absorber, die sich durch eine geringere Bautiefe von 0,25 m und durch eine glatte Oberfläche auszeichnen. Mit solchen Absorbern aus Melaminharzschaum mit eingeklebten Stahlblech-Tafeln wurde ein reflexionsarmer Halbfreiefeldraum im IBP eingerichtet, der Freifeldbedingungen von 20 Hz bis 16 kHz auf einer Halbkugeloberfläche bis zu einem Radius von ca. 2 m um die Schallquelle ermöglicht (Bild 1).



Bild 1: Photographische Aufnahme des neuen reflexionsarmen Halbfreiefeldraumes des IBP.

Beschreibung des Raumes

Der reflexionsarme Raum mit schallhartem Boden wurde im ehemaligen kleinen Hallraum des IBP eingerichtet. Durch den Einbau der Breitband-Kompakt-Absorber verringerte sich das lichte Volumen von ca. 236 m³ auf ca. 191 m³. Der Raum besitzt schräge Wände und eine schräge Decke. Die mittlere Länge zwischen den Auskleidungen beträgt 7,55 m, die Breite 4,45 m und die Höhe 5,68 m. Die Auskleidung des Raumes hat eine ebene Oberfläche, die bis zu einer Höhe von ca. 2,4 m an den Wänden mit Lochblechkörben verkleidet ist, um die Schallabsorber mechanisch zu schützen. Ebenfalls sind die Absorber an der Decke in Lochblechkörben untergebracht, so wie dies in einem zuvor ausgeführten Motor-Akustik-Prüfstand [3, 4, 5] erfolgreich praktiziert wurde.

Akustik des Raumes

Die akustischen Anforderungen an Freifeldräume [6, 7] für Messungen nach Genauigkeitsklasse 1 sind in **Tabelle 1** dargestellt. Bei der Abnahme von Freifeldräumen wird *nicht* die hinreichende (aber nicht notwendige) Bedingung der 99%igen Absorption überprüft, sondern es wird gemessen, ob der Schallpegel tatsächlich wie im Freien mit 6 dB pro Verdoppelung der Entfernung abfällt. Dies erfolgt, indem radial von der Position der Schallquelle auf mindestens 8 Bahnen, davon 4 in Raumecken, die Pegelabnahme gemessen wird. Bild 2 zeigt exemplarisch die gemessenen Schallpegel und die theoretische Gerade der Pegel-Abnahme auf der

Tabelle 1: Grenzwerte für die Differenz zwischen gemessenen und theoretischen Schalldruckpegeln bei der Schalldruckabnahme-Prüfung nach [6, 7].

Meßraumtyp	Terzmittenfrequenz [Hz]	Grenzwerte für Differenzen [dB]
Freifeld	≤ 630	± 1,5
	800 bis 5000	± 1,0
	≥ 6300	± 1,5
Freifeld über reflektierender Ebene	≤ 630	± 2,5
	800 bis 5000	± 2,0
	≥ 6300	± 3,0

längsten Bahn. Die dunkel dargestellten Symbole deuten das Überschreiten des in Tabelle 1 dargestellten Grenzwertes an. Hier zeigt sich die Qualität des neuen Raumes: Auf einer Halbkugeloberfläche von bis zu 2,25 m Radius wird von 20 Hz bis zu 16 kHz die Anforderung an Freifeldräume zur Messung nach Genauigkeitsklasse 1 erfüllt.

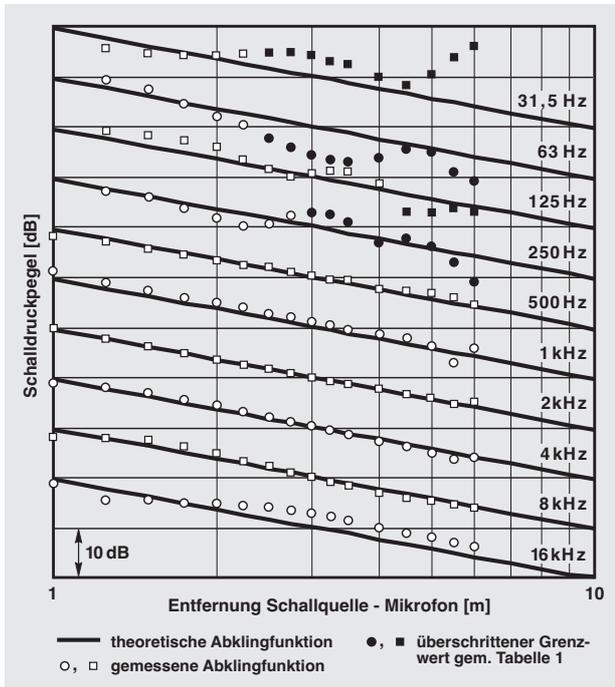


Bild 2: Gemessene und theoretische Abklingfunktion entlang einer radial von der Position der Schallquelle gezogenen Bahn für die Terzen bei den Oktavmittenfrequenzen von 31,5 Hz bis 16 kHz.

Bild 3 zeigt den nach Diestel [8] bestimmten mittleren Schallabsorptionsgrad des neuen Raumes im Vergleich mit dem alten, der mit Absorberkeilen von 0,7 m Tiefe ausgekleidet ist. Der neue reflexionsarme Raum besitzt zwar oberhalb 125 Hz etwas geringere Schallabsorption, zu tieferen Frequenzen hin weist er aber deutlich höhere Werte auf und dies, obwohl er nur ein Viertel des Rohbauvolumens des alten Raumes besitzt. Außerdem bewirkt die um 45 cm verringerte Dicke der Wand-Absorber, daß der für Mikrofon-An-

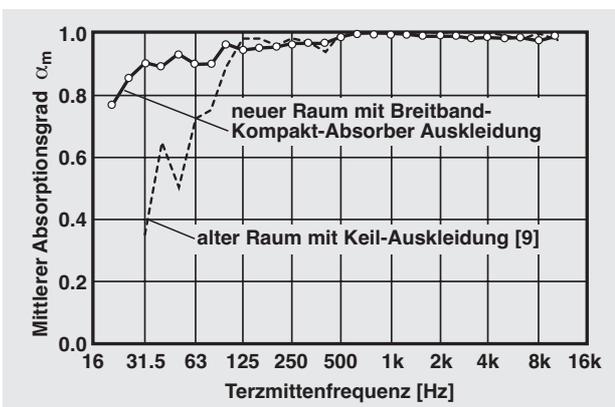


Bild 3: Mittlerer Absorptionsgrad der Raumauskleidung in Abhängigkeit von der Terzmittenfrequenz, ermittelt aus Messungen nach Diestel [8].

ordnungen zur Verfügung stehende Raum wesentlich vergrößert ist. Damit können in Zukunft selbst kleine Räume Freifeldbedingungen für tiefe Frequenzen ab 20 Hz erfüllen; gute Voraussetzungen, um das Entwicklungspotential für leise Maschinen und Geräte zu tiefen Frequenzen hin zu erweitern.

Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Einrichtung des reflexionsarmen Halbfreifeldraumes im IBP mit Breitband-Kompakt-Absorbern wurde ein bedeutender Schritt zur Messung, Prüfung und Beurteilung der Geräuschemission technischer Schallquellen bei tiefen Frequenzen gemacht. Es wurde gezeigt, daß es möglich ist, Freifeldbedingungen von 20 Hz bis 16 kHz in einem Raum mit einem Rohbauvolumen von nur 236 m³ zu realisieren. Damit konnte an eine frühere Entwicklung mit Membran-Absorbern und Weichschaum als Auskleidung in der 1750 m³ großen Meßhalle eines Kraftfahrzeug-Windkanals [9] angeknüpft werden. Der neue alternative, faserfreie Absorber (AL-FA) führt zu ähnlich hohen Absorptionsgraden bei geringeren Material- und Montagekosten. Damit sind gute Voraussetzungen geschaffen, um zusammen mit dem Lizenzpartner die Realisierung von reflexionsarmen Meßumgebungen nach Norm auf kleinstem Raum anzubieten. Die glatten, ebenen Wand- und Deckenflächen bieten Schutz vor Abrieb und lassen sich leicht reinigen. In allseitig absorbierend ausgeführten Freifeldräumen lassen sich die neuartigen Absorber-Module am Boden unter Umständen begehbar gestalten, ohne ihre Wirksamkeit im gesamten Hörbereich zu beeinträchtigen. Jedenfalls kann aber das bei keil-, pyramiden- oder würfelförmiger Auskleidung übliche Fangnetz in Zukunft entfallen, weil der Boden, ebenso wie die Wände, z.B. mit einem Staubsauger leicht zu reinigen ist.

Den Firmen FAIST, Krumbach und BASF, Ludwigshafen sei für die Unterstützung beim Umbau des Raumes gedankt.

Literatur

- [1] Fuchs, H.V.; Zha, X.: Wirkungsweise und Auslegungshinweise für Verbund-Platten-Resonatoren. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 43 (1996), H. 1, S. 1-8
- [2] Späh, M.: Verbund-Platten-Resonatoren für tiefe Frequenzen in kleinen Räumen, Diplomarbeit an der Fachhochschule - Hochschule für Technik, Stuttgart 1995.
- [3] Babuke, G.; Teige, K.: Akustische Abnahmemessungen in einem Motor-Akustik-Prüfstand. Interner Bericht B-TA 1/1997 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik.
- [4] Pfeiffer, G.; Zuber-Goos, F.; Seibel, M.; Volkert, P.; Baumgart, H.: Moderne Prüftechnik in der BMW Antriebsentwicklung - Drei neue Spezialprüfstände. Automobiltechn. Zeitschrift 99 (1997), H. 7/8, S. 446-454
- [5] Fuchs, H.V.; Pfeiffer, G.; Roller, M.: Reflexionsarmer Motor-Akustik-Prüfstand bis 50 Hz. IBP-Mitteilung 24 (1997), Nr. 320.
- [6] DIN 45 635, Teil 1: Geräuschmessung an Maschinen. Anhang B: Anforderungen an die Meßumgebung und Eignungsprüfung (1984).
- [7] ISO 37 45: Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources - Precision methods for anechoic and semi-anechoic rooms (1977).
- [8] Diestel, H.G.: Messung des mittleren Reflexionsfaktors der Wandauskleidung in einem reflexionsarmen Raum. Acustica 20 (1968), H. 2, S. 101-104.
- [9] Fuchs, H.V.; Eckoldt, D.: Breitband-Absorber für »schalltote« Räume. Bauen mit Kunststoffen (1995) H. 6, S. 21-29; Kurzfassung: IBP-Mitteilung 21 (1994), Nr. 256.



Fraunhofer
Institut
Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

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