

18 (1991) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

### Fraunhofer-Institut für Bauphysik

H. V. Fuchs, N. Rambauser, R. Teltschik<sup>1)</sup>

## Nachträgliche Verbesserung der Raumakustik bei tiefen Frequenzen durch Membran-Absorber

### Problemstellung

In großen Räumen für musikalische Darbietungen wird viel Aufwand getrieben, um eine dem jeweiligen Zweck und Geschmack angepasste „Akustik“ zu gewährleisten. Dagegen wird den akustischen Eigenschaften kleinerer Kommunikationsräume (z. B. für Unterricht oder Konferenzen) nur relativ wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Dabei beeinträchtigen raumakustische Mängel hier nicht nur die Sprachverständlichkeit, sondern führen bei den Nutzern zu einem meßbaren Leistungsabfall und frühzeitiger Ermüdung bei der Arbeit. Es soll deshalb an einem kleinen Raum der Musikschule Waldenbuch aufgezeigt werden, wie eine nachträgliche Sanierung ohne wesentliche Beeinträchtigung der architektonischen Vorgaben praxisgerecht durchgeführt werden kann.

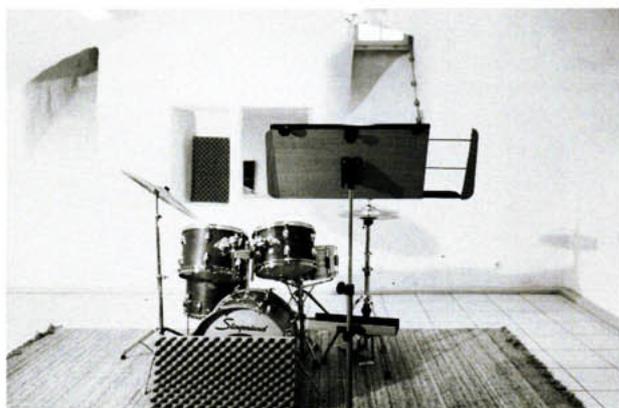


Bild 1: Kellergewölbe der Musikschule Waldenbuch ( $V = 53 \text{ m}^3$ )

Bild 1 zeigt den Raum, der für den Unterricht an Schlaginstrumenten genutzt wird: ein restauriertes mittelalterliches Kellergewölbe. Insbesondere die tief klingenden Schlaginstrumente erfüllten den Raum derart laut, daß es den Lehrern schwer fiel, die Klanganteile bei höheren Frequenzen noch gut wahrzunehmen. Das Auslegen eines Teppichs auf dem Boden und die Anbringung von Schaumstoff-Platten an den Wänden hatten keine Verbesserung gebracht.

<sup>1)</sup> Freier Architekt, 7035 Waldenbuch

Eine erste Messung (Bild 2) zeigt nicht nur für die geringe Raumgröße eine ungewöhnlich große, sondern vor allem eine bei tiefen Frequenzen nahezu kontinuierlich bis auf 4 s ansteigende Nachhallzeit.

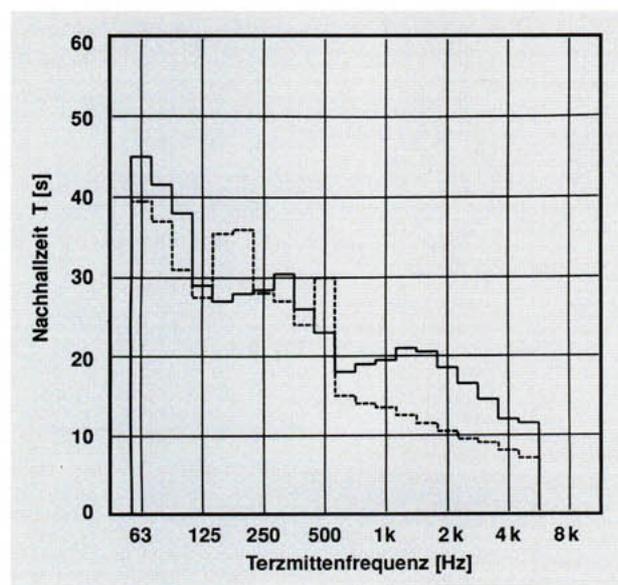


Bild 2: Nachhallzeit T des Kellergewölbes nach Bild 1

— Leerer Raum  
 - - - mit Schlaginstrumenten und untauglichen raumakustischen Maßnahmen

Ein Blick auf den Aufriß in Bild 3 dieses  $5,6 \times 4,8 \text{ m}^2$  großen Raumes weist auf den Ursprung der Raum-Resonanz bei einer Frequenz von 70 Hz hin, bei welcher die Raumhöhe von 2,40 m gerade einer halben Wellenlänge entspricht. Eine nachhaltige Verbesserung der Raumakustik erforderte deshalb Maßnahmen unterhalb 500 Hz bis 63 Hz! Da mit Rücksicht auf die Historie des Gebäudes und wegen der ohnehin geringen Größe dieses Musikraumes eine Veränderung der Struktur des Raumes von vornherein außer Betracht bleiben mußte, konnte das Problem nicht mit konventionellen Schallabsorbieren angegangen werden.

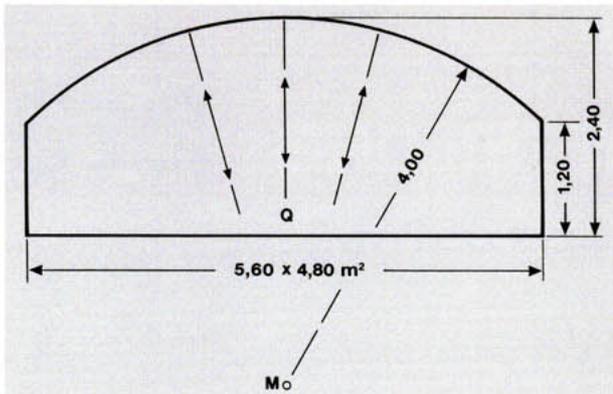


Bild 3: Schematische Darstellung der Schall-Konzentration in dem Gewölbe mit kreisförmiger Begrenzungsfläche  
M: Kreis-Mittelpunkt; Q: Schallquelle

### Lösung

In dieser Situation waren die Betroffenen und die Stadt Waldenbuch bereit, eine neuartige Lösung erstmals auszuprobieren: Im Fraunhofer-Institut für Bauphysik wurde ein auf tiefe Frequenzen breitbandig abstimmbarer Resonanz-Absorber - zunächst für spezielle Anforderungen im Bereich des technischen Schallschutzes - entwickelt [1] und inzwischen auch bereits vielfältig erprobt. Seine extrem flache Bauweise läßt ihn für die hier besonders engen räumlichen Verhältnisse als interessante Problemlösung erscheinen: Um die Nachhallzeiten auch noch unter 100 Hz wesentlich absenken zu können, wurden 10 cm dicke Membran-Absorber mit 0,2 mm dicken Lochmembranen aus Aluminium und 0,5 mm dicken Deckmembranen aus Stahl entsprechend tief „abgestimmt“. Ihr Absorptionsgrad ist in Bild 4 dargestellt. Er liegt bei 63 Hz noch oberhalb 0,6! Die Absorber-Kassetten wurden zusammen mit einigen gleich dicken mit 0,3 mm dicken Deckmembranen aus Aluminium an der Decke des Musikraumes angebracht.

Ein Vergleich der Nachhallzeiten des leeren Raumes in Bild 5 bestätigt, daß dieser Kassetten-Satz eine Vergleichmäßigung der Nachhallzeit im gesamten interessierenden Frequenzbereich bewirkt.

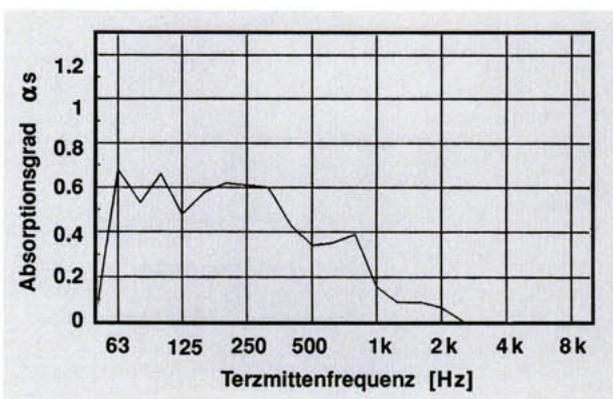


Bild 4: Absorptionsgrad  $\alpha_s$  von 10 cm dicken Membran-Absorber-Kassetten, die auf den speziellen Bedarf im Kellergewölbe der Musikschule abgestimmt wurden

Der Stadt Waldenbuch sowie der Leiterin der Musikschule, Frau Gohl, wird für die gute Zusammenarbeit gedankt.

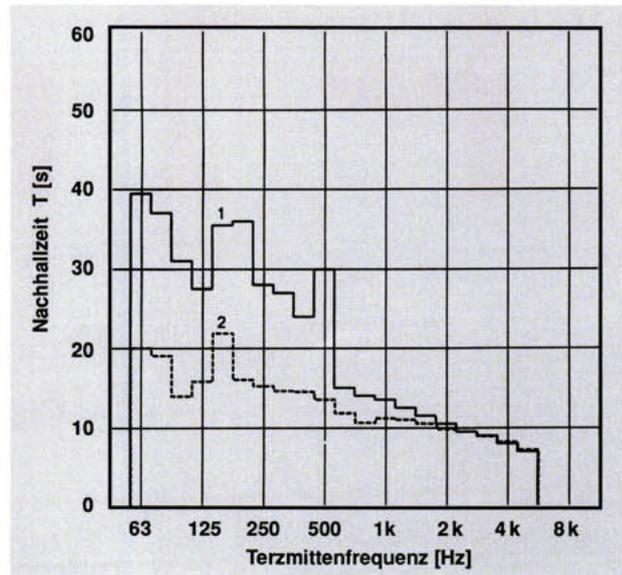


Bild 5: Nachhallzeit T des Musikraumes mit Instrumenten  
1 ohne Membran-Absorber-Kassetten  
2 mit zehn Membran-Absorber-Kassetten à 0,45 m<sup>2</sup> (gemäß Bild 4)

### Zusammenfassung

Der kleine Musikraum blieb zwar auch mit den neuartigen Absorbern noch etwas „hallig“, aber der von Musikern abgelehnte, ursprünglich sehr starke Anstieg der Nachhallzeit zu tiefen Frequenzen hin wurde weitgehend abgebaut. Wenn man die Nachhallzeit gleichmäßig weiter absenken wollte, könnte man die Anzahl der tief abgestimmten Resonanz-Absorber natürlich erhöhen; bei einer Gesamt-Oberfläche von Decke und Wänden von 67 m<sup>2</sup> machen die bisher eingebrachten ca. 4,5 m<sup>2</sup> Absorberfläche ja nur einen kleinen Bruchteil aus.

Das in [2] ausführlicher dargestellte Beispiel zeigt, daß raumakustische Verbesserungen auch bis zu Frequenzen unterhalb 100 Hz mit einfachen Mitteln realisierbar sind. Damit steht für raumakustische Zwecke und allgemein zur Lärminderung bei tiefen Frequenzen ein besonders für kleine Räume einsetzbarer Schallabsorber zur Verfügung, der dem Innen-Architekten und Designer neue Möglichkeiten des Umgangs mit der „Akustik“ eröffnet. Um eine Auslegung auch für andere Anwendungen im Bereich der Raumakustik zu ermöglichen, werden systematische Untersuchungen mit Membran-Absorbern - auch in Kombination mit porösen Schallabsorbern [3] - in verschiedenen geometrischen Anordnungen im Hallraum durchgeführt.

### Literatur

- [1] Fuchs, H.V., Ackermann, U. und Fischer, H.M.: Membran-Bauteile für den technischen Schallschutz. Zeitschrift für Lärmbekämpfung ZfL 37 (1990) H. 4, S. 91-100.
- [2] Fuchs, H.V., Rambauser, N. und Teltchik, R.: Raumakustische Verbesserung kleiner Räume bei tiefen Frequenzen. Deutsches Architektenblatt DAB 23 (1991), H. 8, S. 1201-1207.
- [3] Fuchs, H.V., Ackermann, U. und Rambauser, N.: Schallschutz: Schallabsorber für einen breiten Frequenzbereich. Deutsches Architektenblatt 22 (1990), H. 7, S. 1129-1132.



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK  
Leiter: o.Prof. Dr. Dr. h.c. Karl Gertis  
7000 Stuttgart 80, Nobelstraße 12, Tel.(0711)970-00  
8150 Holzkirchen, Postfach 1180, Tel. (08024)643-0

Herstellung und Druck:  
SDSC, Informationszentrum RAUM und BAU  
der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart

Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des  
Fraunhofer-Instituts für Bauphysik