

21 (1994) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

J. Hunecke, H.V. Fuchs, M. Brüssau, M. Sandner *

Mobiler Einsatz von Stellwänden aus Membran-Absorbern

Einleitung

In historischen Gebäuden werden Säle mittlerer Größe (ca. 1000 m³) wegen ihres besonderen Ambientes gern für Konzerte genutzt. Häufig weisen sie jedoch akustische Mängel auf, die das musikalische Erlebnis beeinträchtigen können. Diese Räume sind oft karg eingerichtet, um die schöne Gestaltung der Wände und Decken sowie eines Parketts besonders zur Geltung kommen zu lassen. Da absorbierende Materialien kaum vorhanden sind, haben sie meist eine viel zu große Nachhallzeit. Befinden sich genügend Zuhörer im Saal, so stellt sich die Nachhallzeit bei hohen Frequenzen recht günstig ein. Bei tiefen Frequenzen bleibt jedoch die ursprüngliche lange Nachhallzeit erhalten und wird als störend empfunden.

Bei Musikaufnahmen ist die mangelnde akustische Qualität des Raumes besonders problematisch. Dem Tonmeister stehen bisher keine geeigneten technischen Hilfsmittel zur Verfügung, die eine zu hohe Nachhallzeit bei tiefen Frequenzen korrigieren könnten. Im folgenden wird beschrieben, wie der Musiksaal der Akademie des Schlosses Solitude bei Stuttgart durch tragbare Stellwände aus den im Fraunhofer-Institut für Bauphysik entwickelten Membran-Absorbern [1,2] akustisch verbessert wurde. Die Nachhallzeit bei tiefen Frequenzen konnte so weit verringert werden, daß es möglich wurde, sogar die kritischen Impulse eines zeitgenössischen Werkes nur für Schlaginstrumente sauber aufzunehmen.

Die Nachhallzeit des Musiksaales

Der Musiksaal (Bild 1) hat bei einer Deckenhöhe von 3.80 m und einer Grundfläche von 12.30 m x 17.00 m = 209 m² ein Volumen von 795 m³. Er hat an den Längsseiten eine Reihe von Fenstern und glatte verputzte, durch säulenartige Vorsprünge unterbrochene Wände. Auf ähnliche Weise ist die Decke durch Stuck-Unterzüge zwischen den 8 Säulen unterteilt. Der Boden besteht aus Parkett, das für Konzerte zu etwa einem Viertel mit Teppich bedeckt wird.

Zum Zeitpunkt der Nachhallzeitmessungen befanden sich im Raum (Bild 2) einige Stühle aus Metall und gespanntem Leder, einige Musikinstrumente sowie 9 ca. 1 m x 2 m

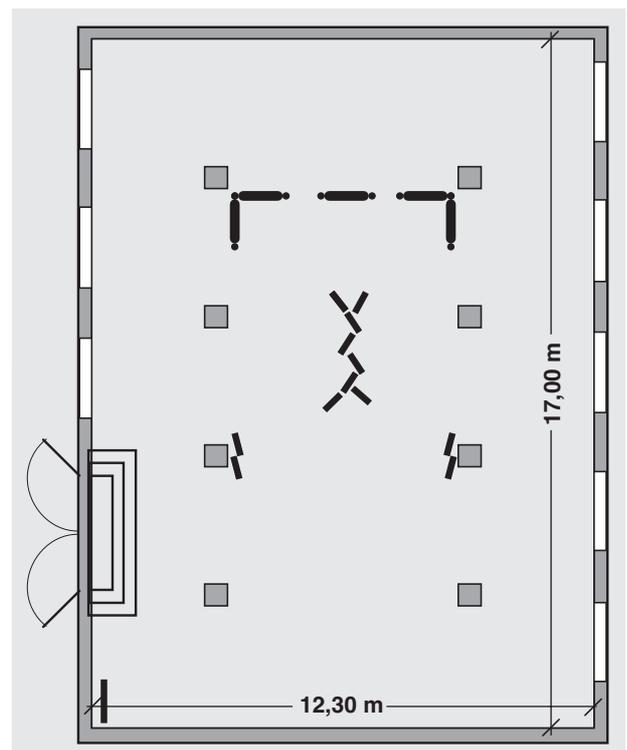


Bild 1: Grundriß des Musiksaales der Akademie des Schlosses Solitude, Raumhöhe 3.80 m. Die Positionen der aufgestellten Membran-Absorber sind als schmale schwarze Rechtecke eingezeichnet

große Stellwände, bestehend aus einer Holzplatte, beidseitig beklebt mit 5 cm dickem Schaumstoff mit pyramidenförmiger Oberfläche. Die völlig unzureichende Wirkung dieser Stellwände zeigt sich am Verlauf der Nachhallzeit in Bild 3. Oberhalb von etwa 500 Hz liegt die Nachhallzeit bei ca. 1 s. Unterhalb von etwa 500 Hz kann ein 5 cm dicker poröser Absorber kaum noch absorbierend wirken, so daß die Nachhallzeit bis zu 4 s (!) bei 100 Hz ansteigt. Befinden sich noch zusätzlich Zuschauer im Saal, so wird die Nachhallzeit nur oberhalb von etwa 500 Hz weiter reduziert, da

* Süddeutscher Rundfunk, Stuttgart

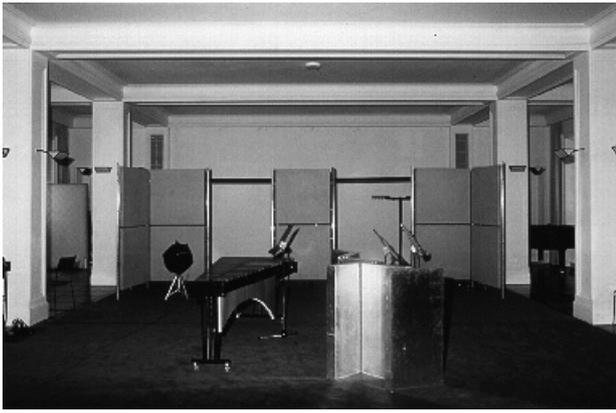


Bild 2: Photographische Abbildung des Musiksaales der Akademie des Schlosses Solitude zum Zeitpunkt der Nachhallzeitmessung

der Absorptionsgrad des Publikums, etwa so wie der Schaumstoff, nur bei hohen Frequenzen einen nennenswerten Betrag erreicht.

Versuchsweise wurden nun 18 m² verschieden abgestimmte Membran-Absorber mit einer Bautiefe von nur 10 cm im Raum aufgestellt, wie in Bild 1 eingezeichnet. Sie absorbieren hauptsächlich im tiefen Frequenzbereich um 100 Hz, teilweise jedoch bis etwa 500 Hz [3,4]. Ihre Wirkung auf die Nachhallzeit ist in Bild 3 dargestellt. Es zeigt sich eine erhebliche Verbesserung bei den Frequenzen unter 500 Hz.

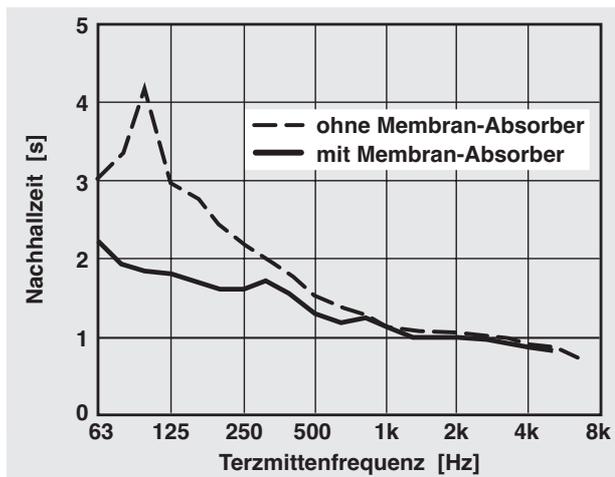


Bild 3: Nachhallzeiten des Musiksaales

Bei freier Aufstellung im Raum erreichen die Absorber eine äquivalente Absorptionsfläche von etwa 40 m² (bei 100 Hz), was dem 2,2-fachen ihrer (einseitig) absorbierenden Oberfläche entspricht.

Aufnahmetechnik während des Konzertes

Während der Aufnahme befanden sich etwa 70 Zuhörer im Saal. Die Instrumente wurden innerhalb der 8 Säulen verteilt. Für die Aufnahme wurde zunächst ein Hauptmikrofon mit Nierencharakteristik (in ORTF-Aufstellung) in etwa 2.5 m Höhe installiert. Ein solches Mikrofon wird wegen seiner guten räumlichen Abbildung der einzelnen Instrumente ger-

ne verwendet. Es hat jedoch die Eigenschaft, wegen des recht großen Abstands zu den Instrumenten, trotz der leichten Richtwirkung, viel vom diffusen nachhallenden Schallfeld des Raumes zu erfassen. Nur in wenigen Ausnahmefällen gelingt es, Musikaufnahmen ausschließlich mit einem solchen Mikrofon zu machen. Zusätzlich wurden einige Stützmikrofone in der Nähe der Instrumente verwendet. Sie erlauben es, die Pegel der einzelnen Instrumente so zu regeln, daß ein ausgeglichenes Klangbild der Aufnahme entsteht. Da diese Mikrofone nun aber im Nahfeld der Musikquellen stehen, erfassen sie wenig vom Nachhall des Raumes. Ihr Musiksignal klingt sehr trocken. Deshalb wurde den Aufzeichnungen mit den Stützmikrofonen im höheren Frequenzbereich etwas künstlicher Nachhall hinzugegeben.

Zusammenfassung und Ausblick

Die starke Reduktion der Nachhallzeit im Musiksaal der Akademie des Schlosses Solitude bei tiefen Frequenzen konnte nicht nur meßtechnisch nachgewiesen werden, sondern wurde von den Musikern und dem Aufnahmeteam als wesentliche Verbesserung wahrgenommen. Die Raumakustik wurde als viel angenehmer, weniger dröhnend und klarer beurteilt. Die Musikaufnahme klingt natürlich und transparent. Dieser Versuch hat gezeigt, daß es durchaus möglich ist, mit relativ geringem Aufwand akustisch problematische Säle mittlerer Größe durch den Einsatz von tragbaren Membran-Absorber-Stellwänden zu verbessern.

Es besteht die Aussicht, die nicht-porösen Absorber in Bezug auf ihre Absorptionsfähigkeit bei möglichst geringem Volumen und Gewicht weiter zu optimieren. Für frei stehende Stellwände bietet sich auch eine beidseitig absorbierende Ausführung an. Die praktische Handhabung durch entsprechende Wahl der Außenabmessungen und robuste Oberflächen kann noch verbessert werden.

Literatur

- [1] Fuchs, H.V.; Ackermann, U.; Frommhold, W.: Entwicklung von nicht-porösen Absorbern für den technischen Schallschutz. Bauphysik 11 (1989), H.1, S. 28-36.
- [2] Hunecke, J.; Zhou, X.: Resonanz- und Dämpfungs-Mechanismen in Membran-Absorbern. In: Lärminderung durch Schalldämpfer, VDI Berichte Nr. 938 (1992), S. 187-196.
- [3] Fuchs, H.V.: Zur Absorption tiefer Frequenzen in Tonstudios. Rundfunktechnische Mitteilungen 36 (1992), H. 1, S. 1-11.
- [4] Hunecke, J.; Fuchs, H.V.; Zhou, X.; Zhang, T.: Einsatz von Membran-Absorbern in der Raumakustik. In: 17. Tonmeistertagung Karlsruhe 17.-20. Nov. 1992, Verlag K.G. Saur, München 1993, S. 205-219.



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