

Prüfstand für die schalltechnische Produktentwicklung von Deckensystemen

Andreas Niermann

Knauf AMF GmbH & Co. KG, 94481 Grafenau, E-Mail: niermann.andreas@knaufamf.de

Einleitung

Modulare Deckensysteme für den Hochbau mit Mineralplatten, die nach DIN 18177 [6] im Nassverfahren hergestellt werden, stellen ein komplexes Bauteil dar. Sie müssen Anforderungen bezüglich Konstruktionstechnik, Sicherheit, Brandschutz, Reinheit und Hygiene sowie Architektur, Ästhetik und schließlich Ökologie und Nachhaltigkeit genügen. Die hier behandelte Eigenschaft eines Deckensystems ist die Akustik, in Form von Schallabsorption und Dämmung der Deckenplatten.

Bei Knauf AMF wurde ein Prüfstand projektiert und zwischenzeitlich baulich fertig gestellt, mit dem zur Produktentwicklung, Qualitätsüberwachung und Vorprüfung zu externen Tests an einer kleinen Prüffläche Schallabsorptionsgrad und Schalldämmung in Anlehnung an einschlägige Normen gemessen werden können. Die prinzipielle Planung begann bereits im Jahr 2006 durch Müller-BBM [8], sie wurde vom Autor im Hause Knauf AMF bis zur Detailplanung und Bauüberwachung fortgeführt.

Vorgaben

Zur Prüfung der Deckenplatten, hauptsächlich im Rahmen der Qualitätsüberwachung und Produktentwicklung, stehen oft nur kleine Mengen Prüfmaterial zur Verfügung, seien es Prototypen, Labormuster, Proben aus der laufenden Produktion oder Rückstellmuster von Baustellen. Der Montageaufwand für den Einbau der Prüfobjekte war klein zu halten, die Prüfungen sollten relativ schnell abgewickelt werden können. Aus diesen Gründen wurde ein Prüfstand mit reduzierten Abmessungen für 2 x 2 Deckenplatten 600 x 600 mm² geplant, der sich aber an den entsprechenden Normen orientiert.

Aufbau

Der Prüfstand besteht aus Sende- und Empfangsraum, wobei letzterer auch als Hallraum zur Absorptionsmessung dient. Der Prüfstand kombiniert somit in einer Anordnung zwei grundverschiedene Prüfmöglichkeiten:

- die Bestimmung der Schallabsorption des Prüfobjekts im Hallraum, mit geschlossener Klappe
- die Messung der Luftschalldämmung mit offener Klappe nach dem Zweiraumverfahren ähnlich der in einem Fensterprüfstand. Die Prüföffnung wird mit dem Prüfobjekt verschlossen.

Zur Prüfung beider Parameter wird daher nur ein Prüfaufbau benötigt, es ist kein Umbau erforderlich, es muss nur die Klappe geöffnet oder geschlossen werden. Das Prüfobjekt ist relativ klein, gemessen an den normativen Vorgaben für beide mögliche Verfahren gemäß [3][4][5], so dass mit Einschränkungen im Frequenzbereich gemessen wird.

Der Prüfstand ist dem Laborbereich angegliedert und liegt im selben Gebäude wie die Werkstätten der Systemtechnik, woraus relativ hohe Anforderungen an die Luft- und Körperschalldämmung resultieren. Der Prüfstand wurde als Raum-in-Raum Konstruktion errichtet, mit einfachelastisch

gelagerter Grundplatte, Resonanzfrequenz $f_R < 20$ Hz, und elastischer Trennung zwischen Sende- und Hallraum. Durch entsprechend massive und schwere Bauteile in Verbindung mit Türschleusen hoher Dämmung konnte ein störungsfreier Betrieb ermöglicht werden. Die Grenzdämmung nach [3] der Trennwand zwischen Sende- und Hallraum wurde mit $R'_{w,max} = 70$ dB gemessen, bezogen auf die Prüffläche von 1,44 m² ergibt sich $R'_{w,max} = 62$ dB. Der durch indirekte Wege übertragene Schall ist im Sinne von [2] bis zu einer Grenze von $R_w = 55$ dB vernachlässigbar. Für Deckenplatten als Prüfobjekt, die regelmäßig maximal $R_w = 40$ dB erzielen, ist somit eine ausreichende Dynamik gegeben.

Der Hallraum ist prismenförmig und nicht quaderförmig wie der Senderaum. Die Form des Hallraums ist eine Weiterführung der Ansätze zur Entwicklung der kleineren Hallkabine bei Müller-BBM, siehe [6]. Es sollte eine Raumform entstehen, die möglichst ohne zusätzliche Diffusoren auskommt. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen den Prüfstand. Eine zusätzliche theoretische Betrachtung in Form von Simulationsberechnungen konnte hier nicht vorgenommen werden, was dem Planungsprozess einen gewissen Reiz verlieh.

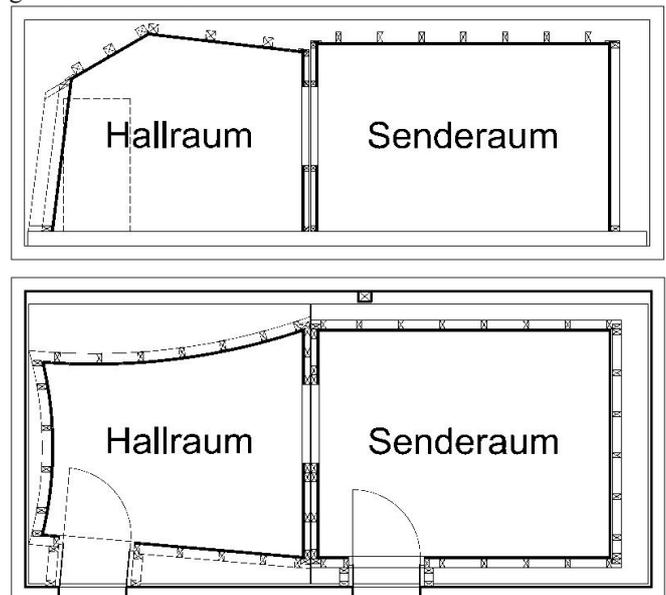


Abbildung 1: Akustikprüfstand Längsschnitt / Grundriss.

Der Hallraum hat ein Volumen von 28,79 m³, der Senderaum 42,26 m³. Die Prüföffnung in der Trennwand kann durch eine Klappe im Senderaum luftdicht verschlossen werden. Das Klappenelement ist eine Eigenentwicklung, mit justierbarer Stahlzarge und Klappe aus mehrlagig verklebtem Stahlblech, das durch 4 x 3 Knebelverschlüsse und eine weichfedernde Schneidendichtung verriegelt werden kann. Die Klappe weist im geschlossenen Zustand ein bewertetes Schalldämmmaß von $R_{w,K} = 37$ dB auf, welches ausreichend als schallreflektierender Abschluss für die Absorptionsmessung ist. Bei geschlossener Klappe entsteht mit dem Prüfobjekt ein Aufbau von 200 mm Höhe.



Abbildung 2: Blick in den Hallraum / Empfangsraum

Schallfeld und Probengröße

Der Messbereich wird maßgeblich von der Eigenmodendichte ΔN bestimmt, welche sich nach [7] für den schiefwinkligen Raum annähern lässt. Ab 200 Hz ergibt sich eine rechnerische Eigenmodendichte von mehr als 20, so dass nach den Vorgaben aus [3] eine ausreichende Diffusität zu erwarten ist. Die untere Grenzfrequenz / Schröderfrequenz, oberhalb der ein Diffusfeld angenommen werden kann, lässt sich nach [7] zu 225 Hz bzw. 336 Hz abschätzen. Bei der vorhandenen Probenfläche mit $1,2 \times 1,2 \text{ m}^2$ und dem Volumen von $28,76 \text{ m}^3$ ist mit einem verlässlich messbaren Absorptionsgrad von $\alpha_{\min} = 0,15$ zu rechnen. Die Luftabsorption im Hallraum wird bei der Auswertung berücksichtigt.

Vergleich der Messwerte

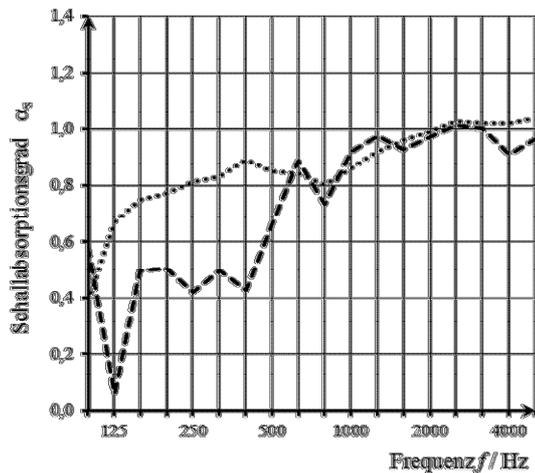


Abbildung 3: Vergleich Messergebnisse Vliesoberfläche

Messungen mit vlieskaschierten Platten (bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w = 0,90$) und perforierten Platten ($\alpha_w = 0,60$) zeigen im Vergleich mit Ergebnissen aus dem Hallraum mit 200 m^3 eine gute Übereinstimmung ab 630 Hz bis 800 Hz zu hohen Frequenzen, darunter sind Abweichungen gegeben, die systematisch zu korrigieren sind. In Abbildung 3 und 4 sind die punktierten Kurven die Absorptionsgrade α_s aus dem 200 m^3 -Hallraum als Bezug, die gestrichelten Kurven die Werte von Referenzmaterial im AMF Prüfstand.

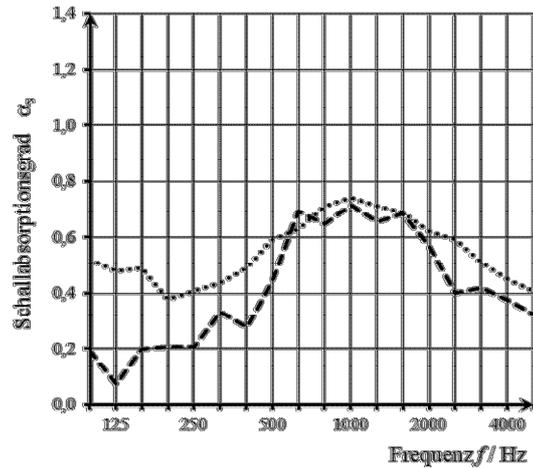


Abbildung 4: Vergleich Messergebnisse perforierte Oberfläche

Ausblick

Nach (erfolgreichem) Abschluss der Baumaßnahme werden auf Grundlage der ersten Messergebnisse weitere, grundlegende Untersuchungen vorgenommen. Es stehen noch der Abschluss der Einmessung nach DIN EN ISO 354 [4] aus, ebenso der Abgleich interner Messergebnisse mit denen aus normgerechten Prüfständen zertifizierter Institute. Zur Beurteilung wird eine Korrekturfunktion für die internen Messergebnisse aufgestellt, abschließend soll der Prüfstand in die interne Qualitätsüberwachung eingebunden werden. Hierzu möchte Knauf AMF Diplomarbeiten und Studienarbeiten ausschreiben.

Literatur

- [1] DIN EN ISO 10140-2: Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 2: Messung der Luftschalldämmung 12-2010
- [2] DIN EN ISO 10140-4: Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 5: Messverfahren und Anforderungen 12-2010
- [3] DIN EN ISO 10140-5: Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 5: Anforderungen an Prüfstände und Prüfeinrichtungen 12-2010
- [4] DIN EN ISO 354: Akustik - Messung der Schallabsorption in Hallräumen 12-2003
- [5] Diplomarbeit HFT Stuttgart - Christoph Fichtel: Untersuchungen zur Messung des Schallabsorptionsgrades in der Hallkabine 15.1.2005
- [6] DIN 18177: Werkmäßig im Nassverfahren hergestellte Mineralplatten - Kennwerte und Prüfverfahren 04-2011
- [7] Taschenbuch der Technischen Akustik; Gerhard Müller et al. - 3. Auflage Springer Verlag
- [8] Müller-BBM Berichte zu Projekt M65643 aus 2006 A. Niermann, Dr. E. Mommertz