

Müller-BBM GmbH
Robert-Koch-Str. 11
82152 Planegg bei München

Telefon +49(89)85602 0
Telefax +49(89)85602 111

www.MuellerBBM.com

Dipl.-Ing. (FH) Dominik Reif
Telefon +49(89)85602 3566
Dominik.Reif@mbbm.com

29. Mai 2015
M116851/05 RFD/STY

Mineralwoll-Sandwichpaneel PFLAUM FE-0/AK 100 0,55/0,55 Lochung Rd 3-5

**Messung der Schallabsorption im
Hallraum nach ISO 354**

Prüfbericht Nr. M116851/05

Auftraggeber:	Pflaum & Söhne Bausysteme GmbH Ganglgutstraße 89 A-4050 Traun/Linz
Bearbeitet von:	Dipl.-Ing. (FH) Dominik Reif
Lieferdatum der Prüfobjekte:	15. Dezember 2014
Prüfdatum:	23. März 2015
Berichtsdatum:	29. Mai 2015
Berichtsumfang:	Insgesamt 12 Seiten, davon 6 Seiten Textteil, 1 Seite Anhang A, 1 Seiten Anhang B und 4 Seiten Anhang C.

Akkreditiertes Prüflaboratorium nach ISO/IEC 17025

Müller-BBM GmbH
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk, Stefan Schierer,
Elmar Schröder, Norbert Suritsch

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Grundlagen	3
3	Prüfaufbau und Prüfobjekte	4
4	Prüfverfahren	5
5	Auswertung	5
6	Messergebnisse	6
7	Anmerkungen	6

Anhang A: Prüfzeugnis

Anhang B: Fotos

Anhang C: Beschreibung des Prüfverfahrens,
des Prüfstands und der Prüfmittel

1 Aufgabenstellung

Für Mineralwoll-Sandwichpaneele vom Typ PFLAUM FE-0/AK 100 0,55/0,55 mit der Lochung Rd 3-5 war im Auftrag der Firma Pflaum & Söhne Bausysteme GmbH, Ganglgutstraße 89, A-4050 Traun/Linz, der Schallabsorptionsgrad im Hallraum nach DIN EN ISO 354 [1] zu bestimmen.

2 Grundlagen

Diesem Prüfbericht liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- [1] DIN EN ISO 354: Akustik - Messung der Schallabsorption in Hallräumen. Dezember 2003
- [2] DIN EN ISO 11654: Akustik – Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden – Bewertung der Schallabsorption. Juli 1997
- [3] ASTM C 423-09a: Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method. Revision: 09a. October 2009
- [4] ISO 9613-1: Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere. June 1993
- [5] DIN EN 14509: Selbsttragende Sandwich-Elemente mit beidseitigen Metalldeckschichten - Werkmäßig hergestellte Produkte - Spezifikationen; Deutsche Fassung EN 14509:2013. Dezember 2013

3 Prüfaufbau und Prüfobjekte

3.1 Prüfaufbau

Der Prüfaufbau erfolgte nach DIN EN ISO 354 [1], Abschnitt 6.2.1 und Anhang B in Montageart Typ A.

Der Aufbau der Prüfobjekte im Hallraum wurde vom Auftraggeber ausgeführt.

In Anhang B sind Fotos des Prüfaufbaus enthalten.

3.2 Prüfobjekt

Der Prüfaufbau wurde aus insgesamt drei Einzelementen in einer Reihe zusammengesetzt.

Der Element- bzw. Prüfaufbau im Querschnitt war wie folgt (von oben nach unten):

- 0,55 mm Deckschicht: Stahlblech, verzinkt und beschichtet, Lochbild DIN 24041-Rd 3-5, Rundlochung in versetzten Reihen relative freie Lochfläche ca. 28 %
- 99 mm Kern: Steinwolle Rohdichte 100 kg/m³ (Herstellerangabe)
- 0,55 mm Deckschicht: Stahlblech, verzinkt und beschichtet, verklebt mit Kern
- Hallraumboden

Es wurden Elemente mit folgenden Abmessungen und Massen verwendet:

- Elemente: $L \times B \times H = 3600 \text{ mm} \times 1100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ mit einer Masse je Element von $m = 58 \text{ kg}$

Die Elemente wurden mit dem Lochblech nach oben direkt auf den Hallraumboden aufgelegt. Die Elemente wurden untereinander in praxisüblicher Ausführung entlang der profilierten Elementlängskanten gestoßen.

Das Prüfobjekt wurde von einem seitlich umlaufenden Umfassungsrahmen eingeschlossen. Dieser Umfassungsrahmen bestand aus 19 mm dicken, beschichteten Holzwerkstoffplatten (Rahmenhöhe: 100 mm). Fugen zwischen Prüfobjekt und Rahmen, sowie zwischen Rahmen und Hallraumboden waren mit Klebeband abgedichtet.

Die Abmessungen der Prüffläche waren wie folgt (ohne Umfassungsrahmen):

- Prüffläche: Länge x Breite x Höhe =
3600 mm x 3300 mm x 100 mm

Die o. g. Massenangaben und Abmessungen wurden durch die Prüfstelle an Stichproben ermittelt.

4 Prüfverfahren

Die Messungen wurden nach DIN EN ISO 354 [1] durchgeführt.

Prüfaufbau und Prüfverfahren entsprechen den Vorgaben zur Bestimmung des Leistungsmerkmals Schallabsorption nach DIN EN 14509 [5], Pkt. 5.2.10 und A.14.

Das Prüfverfahren, der Prüfstand und die verwendeten Prüfmittel sind in Anhang C beschrieben.

5 Auswertung

Es wurde der Schallabsorptionsgrad α_s in Terzen zwischen 100 Hz und 5000 Hz gemäß DIN EN ISO 354 [1] bestimmt.

Zusätzlich wurden für die Anwendung im Hochbau folgende Kennwerte nach DIN EN ISO 11654 [2] ermittelt:

- Praktischer Schallabsorptionsgrad α_p in Oktavbändern
- Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w als Einzahlangabe:

Der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w wird aus den praktischen Schallabsorptionsgraden α_p in den Oktavbändern zwischen 250 Hz und 4000 Hz ermittelt.

Nach der ASTM C 423-09a [3] wurden folgende Kennwerte ermittelt:

- Noise Reduction Coefficient *NRC* als Einzahlangabe:

Arithmetischer Mittelwert der Schallabsorptionsgrade in den vier Terzbändern 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz und 2000 Hz; Mittelwert auf 0,05 gerundet

- Sound Absorption Average *SAA* als Einzahlangabe:


Arithmetischer Mittelwert der Schallabsorptionsgrade in den zwölf Terzbändern zwischen 200 Hz und 2500 Hz; Mittelwert auf 0,01 gerundet

6 Messergebnisse

Die Schallabsorptionsgrade α_s in Terzbändern, die praktischen Schallabsorptionsgrade α_p in Oktavbändern sowie die Einzulangaben (α_w , NRC und SAA) sind dem Prüfzeugnis in Anhang A zu entnehmen.

7 Anmerkungen

Die ermittelten Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Gegenstände und beschriebenen Zustände.



M.Eng. Philipp Meistring



Dipl.-Ing. (FH) Dominik Reif

Dieser Prüfbericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM GmbH.



Durch die DAkKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

Auftraggeber: Pflaum & Söhne Bausysteme GmbH, Ganggutstraße 89, A-4050 Traun/Linz

Prüfgegenstand: Mineralwoll-Sandwichpaneel PFLAUM FE-0/AK 100 0,55/0,55
Lochung Rd 3-5

Aufbau der Lärmschutzwandelemente (von oben nach unten):

- 0,55 mm Deckschicht: Stahlblech, verzinkt und beschichtet
Lochbild DIN 24041 - Rd 3-5,
relative freie Lochfläche A_0 ca. 28 %, verklebt mit Kern
- 99 mm Kern: Steinwollefüllung, Rohdichte 100 kg/m³ (Herstellerangabe)
- 0,55 mm Deckschicht: Stahlblech, verzinkt und beschichtet, verklebt mit Kern
- Hallraumboden

- Elementabmessungen: Länge 3600 mm, Breite 1100 mm, Dicke 100 mm

Prüfanordnung:

- Aufbau bestehend aus drei Elementen, Angeordnet in einer Reihe
- Elemente mit der absorbierenden Seite nach oben auf den Hallraumboden aufgelegt
- Elemente praxisüblich gestoßen (im Stoßbereich auf ca. 35 mm unperforierter Rand)
- umlaufender Umfassungsrahmen aus 19 mm dicken beschichtetem MDF-Rahmen
- Rahmenhöhe des Umfassungsrahmens: 100 mm
- Fugen zwischen Umfassungsrahmen und Prüfobjekt sowie zwischen Umfassungsrahmen und Hallraumboden mit Klebeband abgedichtet

Abmessungen Prüffläche (exkl. Rahmen): $B \times H = 3300 \text{ mm} \times 3600 \text{ mm}$

Raum: Hallraum

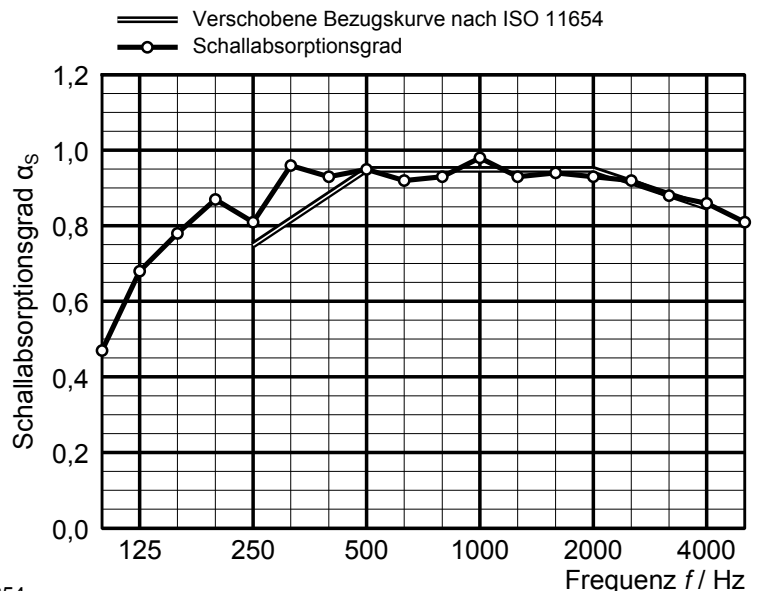
Volumen: 199,60 m³

Prüffläche: 11,88 m²

Prüfdatum: 23.03.2015

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	19,8	39,5	95,2
Mit Probe	20,2	41,4	95,1

Frequenz [Hz]	α_s Terz	α_p Oktave
100	0,47	
125	0,68	0,65
160	0,78	
200	0,87	
250	0,81	0,90
315	0,96	
400	0,93	
500	0,95	0,95
630	0,92	
800	0,93	
1000	0,98	0,95
1250	0,93	
1600	0,94	
2000	0,93	0,95
2500	0,92	
3150	0,88	
4000	0,86	0,85
5000	0,81	



α_s Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

α_p Praktischer Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654

Bewertung nach ISO 11654: Bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w = 0,95$ Schallabsorberklasse: A	Bewertung nach ASTM C423: Noise Reduction Coefficient $NRC = 0,90$ Sound Absorption Average $SAA = 0,92$
--	--

**Mineralwoll-Sandwichpaneel PFLAUM FE-0/AK 100 0,55/0,55
der Fa. Pflaum & Söhne Bausysteme GmbH**



Abbildung 1. Anordnung der Mineralwoll-Sandwichpaneele im Hallraum.

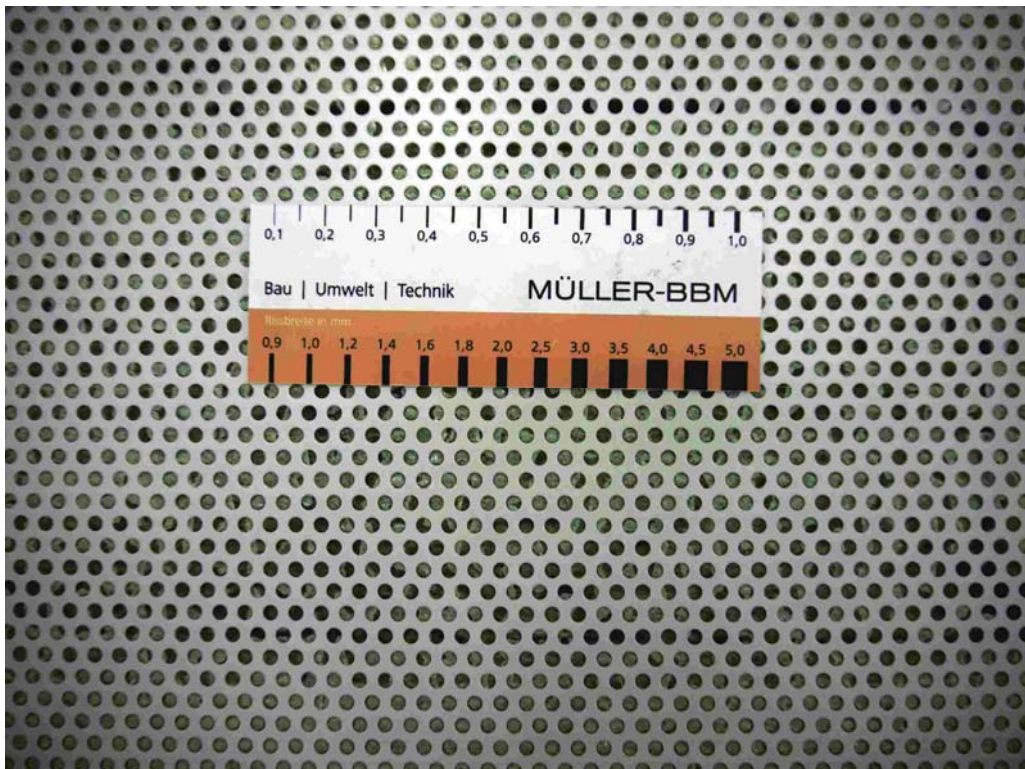


Abbildung 2. Lochung der Mineralwoll-Sandwichpaneele.

Angaben zum Prüfverfahren zur Ermittlung der Schallabsorption im Hallraum

1 Messgröße Schallabsorptionsgrad

Es wurde der Schallabsorptionsgrad α_s des Prüfobjekts bestimmt. Hierzu wurde die mittlere Nachhallzeit im Hallraum ohne und mit Prüfobjekt ermittelt. Die Berechnung des Schallabsorptionsgrads erfolgte nach folgender Gleichung:

$$\alpha_s = \frac{A_T}{S}$$

$$A_T = 55,3 V \left(\frac{1}{c_2 T_2} - \frac{1}{c_1 T_1} \right) - 4 V (m_2 - m_1)$$

Dabei ist

- α_s Schallabsorptionsgrad;
- A_T Äquivalente Schallabsorptionsfläche des Prüfobjekts in m^2 ;
- S die vom Prüfobjekt überdeckte Fläche in m^2 ;
- V Hallraumvolumen in m^3 ;
- c_1 Schallgeschwindigkeit in Luft im Hallraum ohne Prüfobjekt in m/s ;
- c_2 Schallgeschwindigkeit in Luft im Hallraum mit Prüfobjekt in m/s ;
- T_1 Nachhallzeit im Hallraum ohne Prüfobjekt in s ;
- T_2 Nachhallzeit im Hallraum mit Prüfobjekt in s ;
- m_1 Luftabsorptionskoeffizient im Hallraum ohne Prüfobjekt in m^{-1} ;
- m_2 Luftabsorptionskoeffizient im Hallraum mit Prüfobjekt in m^{-1} .

Als Fläche des Prüfobjekts wurde die vom Prüfobjekt überdeckte Fläche verwendet.

Die unterschiedliche Dissipation der Schallausbreitung in Luft wurde gemäß Abschnitt 8.1.2 DIN EN ISO 354 [1] berücksichtigt. Die Berechnung der Luftabsorptionskoeffizienten erfolgte nach ISO 9613-1 [4]. Die klimatischen Bedingungen während der Prüfung sind in den Prüfzeugnissen aufgeführt.

Angaben zur Wiederholpräzision und zur Vergleichspräzision des Messverfahrens sind in DIN EN ISO 354 [1] enthalten.

2 Prüfverfahren

2.1 Beschreibung des Hallraums

Der Hallraum entspricht den Anforderungen nach DIN EN ISO 354 [1].

Der Hallraum weist ein Volumen von $V = 199,6 m^3$ und eine Raumbofläche von $S = 216 m^2$ auf.

Es sind sechs ungerichtete Mikrofone sowie vier Dodekaeder fest im Hallraum installiert. Zur Erhöhung der Diffusität sind sechs Verbundbleche mit den Abmessungen 1,2 m x 2,4 m und sechs Verbundbleche mit den Abmessungen 1,2 m x 1,2 m gekrümmt und unregelmäßig im Raum aufgehängt.

In Abbildung C.1 sind Zeichnungen des Hallraums dargestellt.

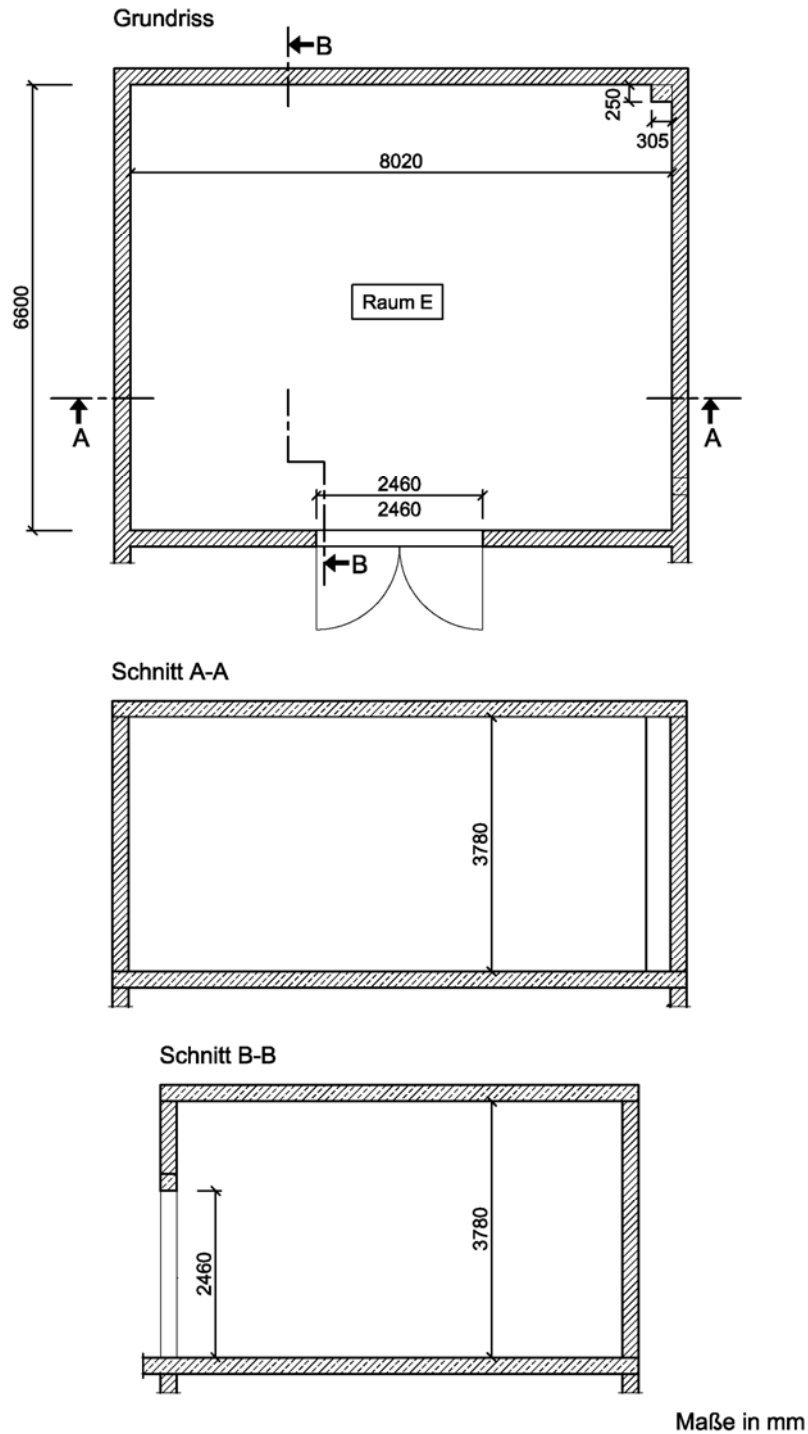


Abbildung C.1. Grundriss und Schnitte des Hallraums.

2.2 Messung der Nachhallzeit

Die Ermittlung der Impulsantworten erfolgte nach dem indirekten Verfahren. Als Prüfsignal wurde ein Gleitsinus mit einem Rosa Spektrum verwendet. Mit und ohne Prüfobjekte wurden jeweils 24 unabhängige Lautsprecher-Mikrofon-Kombinationen erfasst. Die Auswertung der Nachhallzeit erfolgte nach DIN EN ISO 354 [1], wobei eine lineare Regression zur Berechnung der Nachhallzeit T_{20} aus dem Pegel der rückwärtsintegrierten Impulsantwort verwendet wurde.

Die ermittelten Nachhallzeiten sind in Tabelle C.1 aufgeführt.

Tabelle C.1. Nachhallzeiten ohne und mit Prüfobjekten.

Frequenz f / Hz	Nachhallzeit T / s	
	T_1 (ohne Prüfobjekt)	T_2 (mit Prüfobjekt)
100	4,85	2,63
125	5,24	2,26
160	5,31	2,10
200	5,45	1,97
250	4,95	2,00
315	4,91	1,79
400	5,19	1,87
500	5,38	1,86
630	5,14	1,87
800	5,01	1,84
1000	5,31	1,82
1250	5,41	1,89
1600	5,24	1,86
2000	4,68	1,80
2500	3,99	1,71
3150	3,16	1,58
4000	2,40	1,39
5000	1,83	1,21

2.3 Prüfmittel

In Tabelle C.2 sind die verwendeten Prüfmittel aufgeführt.

Tabelle C.2. Prüfmittel.

Bezeichnung	Hersteller	Typ	Serien-Nr.
Soundkarte	RME	Multiface II	23556871
Verstärker	APart	Champ 2	09050048
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD130B	265201
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD130B	265202
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD130B	265203
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD130B	265204
Mikrofon	Microtech	M360	1783
Mikrofon	Microtech	M360	1785
Mikrofon	Microtech	M360	1786
Mikrofon	Microtech	M360	1787
Mikrofon	Microtech	M360	1788
Mikrofon	Microtech	M360	1789
Hygro-/Thermometer	Testo	Saveris H1E	01554624
Barometer	Lufft	Opus 10	030.0910.0003.9. 4.1.30
Mess- und Auswertesoftware	Müller-BBM	Bau 4	Version 1.7