

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

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

www.MuellerBBM.de

M. Eng. Philipp Meistring
Telefon +49(89)85602 228
Philipp.Meistring@mbbm.com

29. Juni 2020
M137488/05 Version 1 MSG/MSG

**Massivholzdecken-Element
Aku-Top-40PET
Fa. Sohm HolzBautechnik GmbH**

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

Prüfbericht Nr. M137488/05

Auftraggeber:	Sohm HolzBautechnik GmbH Bübel 818 6861 Alberschwende ÖSTERREICH
Bearbeitet von:	M. Eng. Philipp Meistring M. Sc. Paul Siegmüller
Berichtsdatum:	29. Juni 2020
Lieferdatum der Prüfobjekte:	09. April 2020
Prüfdatum:	14. April 2020
Berichtsumfang:	Insgesamt 14 Seiten, davon 6 Seiten Textteil, 1 Seite Anhang A, 2 Seiten Anhang B, 1 Seite Anhang C und 4 Seiten Anhang D.

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

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

Inhaltsverzeichnis

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

Anhang A:	Prüfzeugnis
Anhang B:	Fotos
Anhang C:	Zeichnung des Prüfgegenstands
Anhang D:	Beschreibung des Prüfverfahrens, des Prüfstands und der Prüfmittel

1 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Fa. Sohm HolzBautechnik GmbH in 6861 Alberschwende, Österreich, war die Schallabsorption von Massivholzdecken-Elementen Typ Aku-Top-40PET nach DIN EN ISO 354 [1] im Hallraum zu ermitteln.

2 Grundlagen

Diesem Prüfbericht liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- [1] DIN EN ISO 354: Akustik - Messung der Schallabsorption in Hallräumen (ISO 354:2003); Deutsche Fassung EN ISO 354:2003. 2003-12
- [2] DIN EN ISO 11654: Akustik – Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden – Bewertung der Schallabsorption. 1997-07ASTM C 423-17: Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method. Revision: 17. February 2017.
- [4] ISO 9613-1: Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: calculation of the absorption of sound by the atmosphere. 1993-06
- [5] E DIN EN ISO 12999-2 (Normentwurf): Akustik - Bestimmung und Anwendung der Messunsicherheiten in der Bauakustik - Teil 2: Schalldämpfung (ISO/DIS 12999-2:2019); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 12999-2:2019. 2019-08
- [6] DIN EN ISO 9053-1: Akustik – Bestimmung des Strömungswiderstandes - Teil 1: Verfahren mit statischer Luftströmung (ISO 9053-1:2018); Deutsche Fassung EN ISO 9053-1:2018. 2019-03

3 Prüfobjekte und Prüfaufbau

Es wurden Massivholzdecken-Elemente geprüft, die als Untersicht werkseitig mit einer raumakustisch wirksamen Oberfläche ausgestattet sind.

Die geprüften Elemente lassen sich wie folgt beschreiben:

- Massivholzdecken-Elemente aus Nadelholz und Akustikoberfläche (geschlitzte Sichtseite + innenliegende Ausfräsung)
- Gesamtdicke 145 mm, Abmessungen je Prüfelement 2995 mm x 1200 mm
- Ausführung Typ Aku-Top-40PET:
 - Ausfräsung:
 $B \times H = 40 \text{ mm} \times 39 \text{ mm}$ zzgl. ca. 5 mm hohe Fase zum Schlitzrand hin
 - Füllung:
Einlage aus Polyester-Faserdämmung Typ pinta PLANO Polar, Fa. Pinta acoustic GmbH, Rohdichte 54 kg/m^3 , längenbez. Strömungswiderstand $\sigma = 13 \text{ kPa} \cdot \text{s/m}^2$ (quer zur Faser), Querschnitt $40 \text{ mm} \times 38 \text{ mm}$
 - Schlitzgeometrie:
 $B \times H = 14 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$, ungeschlitzte Stegbreite 46 mm

Für die Prüfung im Hallraum wurden drei Elemente mit der Sichtseite nach oben direkt auf den Hallraumboden aufgelegt. Die Elemente wurden entlang der Längskanten untereinander gestoßen.

Der Prüfaufbau wurde mit einem Umfassungsrahmen aus 19 mm dicken, beschichteten MDF-Platten eingefasst. Die Rahmenhöhe betrug 145 mm. Die Anschlussfugen zwischen Umfassungsrahmen und dem Hallraumboden sowie zwischen dem Umfassungsrahmen und dem Prüfobjekt wurden mit Gewebeklebeband abgedichtet.

Die Prüffläche exklusive des Umfassungsrahmens hatte Abmessungen von $B \times L = 2,995 \text{ m} \times 3,610 \text{ m} = 10,81 \text{ m}^2$.

Der Aufbau der Prüfobjekte im Hallraum wurde von Mitarbeitern der Prüfstelle ausgeführt.

In Anhang B sind Fotos des Prüfaufbaus enthalten.

In Anhang C ist eine Detailzeichnung des Herstellers zur Geometrie des akustisch wirksamen Profils dargestellt.

4 Prüfverfahren

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

Das Prüfverfahren, der Prüfstand und die verwendeten Prüfmittel sind in Anhang D 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 nach DIN EN ISO 11654 [2] folgende Kennwerte ermittelt:

- Praktische Schallabsorptionsgrade 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 [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 Einzahlangaben (α_w , *NRC* und *SAA*) sind dem Prüfzeugnis in Anhang A zu entnehmen.

Angaben zur Messunsicherheit sind in Anhang D enthalten. Bei der Zuordnung der Absorptionsgruppe wurde entsprechend DIN EN ISO 11654 [2] die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

7 Anmerkungen

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



M. Eng. Philipp Meistring
(Projektverantwortlicher)



M. Sc. Paul Siegmüller
(Projektbearbeiter)

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.



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

Auftraggeber: Sohm HolzBautechnik GmbH
 Bühel 818, 6861 Alberschwende, Österreich

Prüfgegenstand: Massivholzdecken-Element 'Aku-Top-40PET'

Prüfobjekt:

Massivholzdecken-Elemente aus Nadelholz mit Akustikoberfläche (geschlitzte Sichtseite und innenseitige Ausfräsungen)

Ausführung Typ: 'Aku-Top-40PET'
 Ausfräsung: $B \times H = 40 \text{ mm} \times 39 \text{ mm}$ zzgl. ca. 5 mm hohe Fase zum Schlitzrand hin
 Füllung: Hohlräume befüllt mit Polyesterfaser 39 mm x 37 mm, Typ pinta PLANO Polar, Oberfläche verdichtet, Ausrichtung mit verdichteter Oberfläche zum Schlitz, längenbez. Strömungswiderstand $\sigma = 13 \text{ kPa s/m}^2$ (quer zur Faser), Rohdichte 54 kg/m^3
 Schlitzgeometrie: $B \times H = 14 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$, ungeschlitzte Stegbreite 46 mm

Prüfaufbau (von oben nach unten):

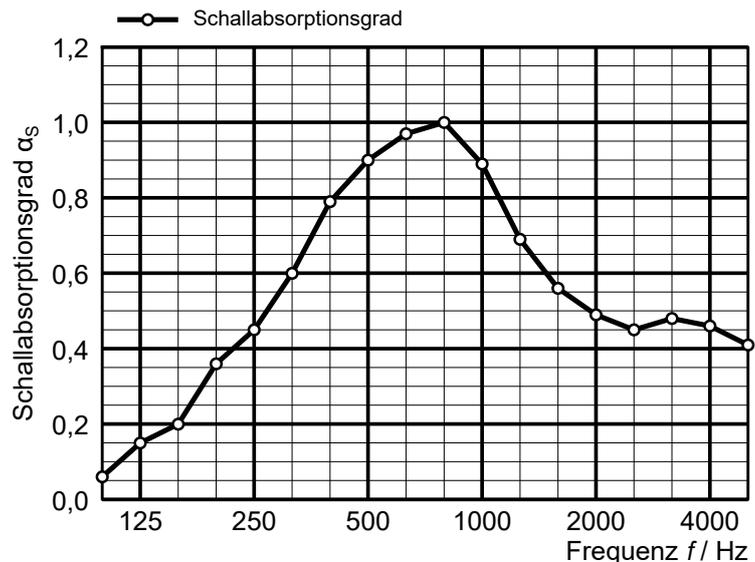
- 145 mm Massivholzdecken-Elemente (3 Stück, je $L \times B = 2995 \text{ mm} \times 1200 \text{ mm}$)
- Hallraumboden

Die Massivholzelemente wurden mit der Sichtseite (Akustikoberfläche) nach oben auf den Hallraumboden aufgelegt. Die Elemente wurden untereinander entlang der profilierten Längskanten gestoßen. Die Strinflächen des Prüfaufbaus wurden mit einem Umfassungrahmen aus 19 mm MDF-Platten abgedeckt. Die Fugen zwischen dem Umfassungrahmen und dem Hallraumboden sowie zwischen Prüfobjekt und Umfassungrahmen wurden mit Gewebeklebeband abgedichtet. Die Prüffläche hatte Abmessungen von $B \times L = 2,995 \text{ m} \times 3,610 \text{ m}$.

Raum: Hallraum
 Volumen: $199,60 \text{ m}^3$
 Prüffläche: $10,81 \text{ m}^2$
 Prüfdatum: 14.04.2020

	θ [°C]	$r. h.$ [%]	B [kPa]
Ohne Probe	22,1	32,4	95,6
Mit Probe	21,7	34,4	95,6

Frequenz [Hz]	α_s Terz	α_p Oktave
100	0,06	
125	0,15	0,15
160	0,20	
200	0,36	
250	0,45	0,45
315	0,60	
400	0,79	
500	0,90	0,90
630	0,97	
800	1,00	
1000	0,89	0,85
1250	0,69	
1600	0,56	
2000	0,49	0,50
2500	0,45	
3150	0,48	
4000	0,46	0,45
5000	0,41	



\circ Absorptionsfläche kleiner als $1,0 \text{ m}^2$
 α_s Schallabsorptionsgrad nach ISO 354
 α_p Praktischer Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654

Bewertung nach ISO 11654: Bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w = 0,55 (M)$ Schallabsorberklasse: D	Bewertung nach ASTM C423: Noise Reduction Coefficient NRC = 0,70 Sound Absorption Average SAA = 0,68
--	--

Massivholzdecken-Element Aku-Top-40PET



Abbildung B.1. Detailansicht Elementquerschnitt mit eingelegten PET-Faserdämmstreifen.



Abbildung B.2. Detailansicht geschlitzte Oberfläche.

\\S-muc-fs01\allefirmen\MP\Proj\137M137488\M137488_05_PBE_1D.DOCX : 29. 06. 2020

Massivholzdecken-Element Aku-Top-40PET



Abbildung B.3. Prüfaufbau während der Montage im Hallraum: Element auf dem Hallraumboden, Umfassungsrahmen teilweise erstellt.



Abbildung B.4. Prüfaufbau im Hallraum (prüffertig).

Massivholzdecken-Element Aku-Top-40PET
(Herstellerzeichnung, Prinzipskizze, Maßangaben in mm)



Abbildung C.1. Geometrie von Ausfräsung, Schlitz und Absorbereinlage.

\\S-muc-fs01\allefirmen\MP\Proj\137M\137488\M137488_05_PBE_1D.DOCX : 29. 06. 2020

Angaben zum Prüfverfahren zur Ermittlung der Schallabsorption im Hallraum

1 Messgröße Schallabsorptionsgrad

Es wurde der Schallabsorptionsgrad α 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 sind:

- 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] und E DIN EN ISO 12999-2 [5] 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 D.1 sind Zeichnungen des Hallraums dargestellt.

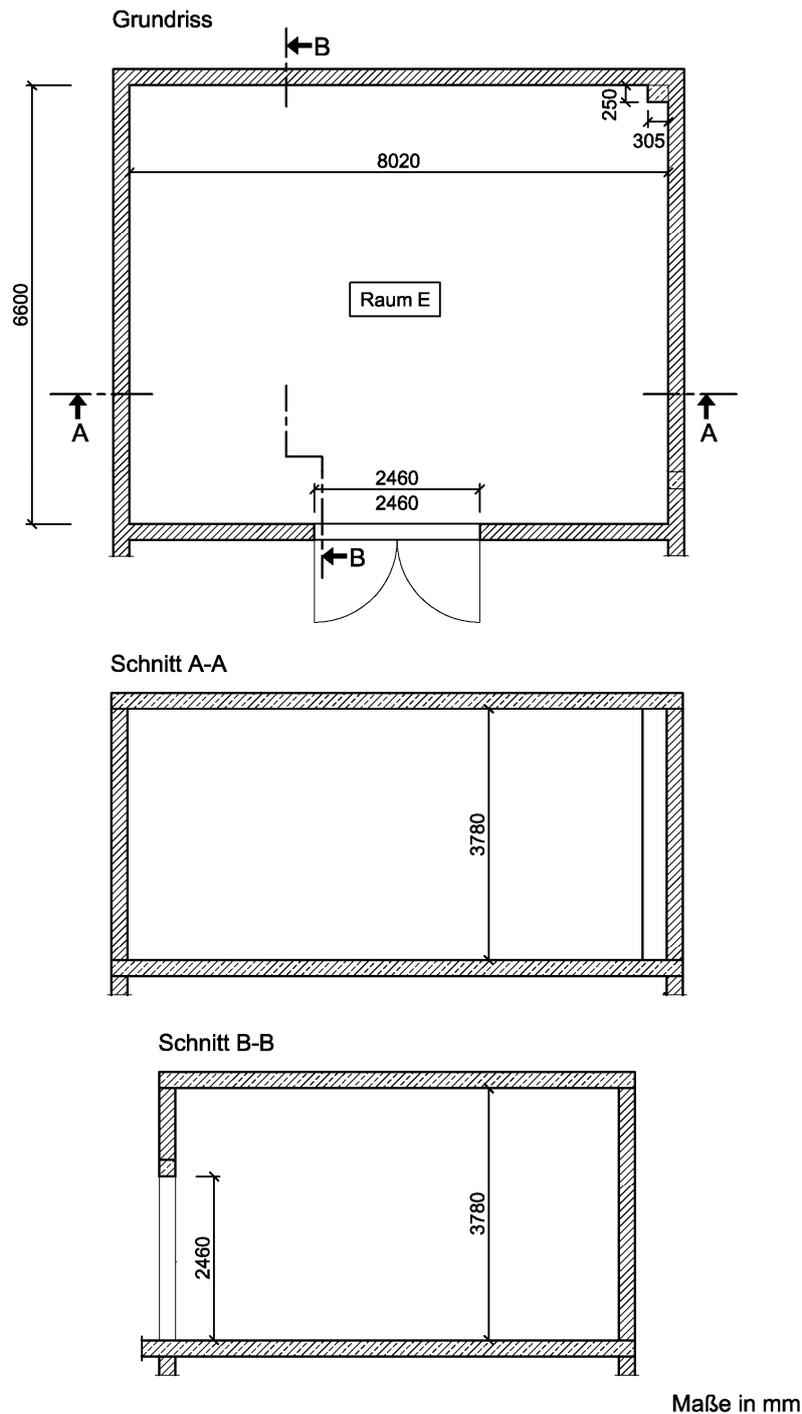


Abbildung D.1. Grundriss und Schnitte des Hallraums.

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 D.1 aufgeführt.

Tabelle D.1. Nachhallzeiten ohne und mit Prüfobjekten.

Frequenz f / Hz	Nachhallzeit T / s	
	T_1 (ohne Prüfobjekt)	T_2 (mit Prüfobjekt)
100	5,15	4,64
125	5,54	4,36
160	5,51	4,04
200	5,10	3,15
250	5,11	2,88
315	4,92	2,47
400	5,28	2,19
500	5,32	2,03
630	5,20	1,93
800	4,86	1,84
1000	5,12	2,02
1250	5,10	2,35
1600	4,90	2,55
2000	4,52	2,60
2500	3,70	2,39
3150	2,90	2,00
4000	2,21	1,68
5000	1,71	1,41

2.3 Prüfmittel

In Tabelle D.2. sind die verwendeten Prüfmittel aufgeführt.

Tabelle D.2. Prüfmittel.

Bezeichnung	Hersteller	Typ	Serien-Nr.
AD-/DA-Wandler	RME	Fireface 802	23811470
Verstärker	APart	Champ 2	09050048
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD360A	372828
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD360A	372829
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD360A	372830
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD360A	372831
Mikrofon	Microtech Gefell	M370	1355
Mikrofon	Microtech Gefell	M370	1356
Mikrofon	Microtech Gefell	M360	1786
Mikrofon	Microtech Gefell	M360	1787
Mikrofon	Microtech Gefell	M360	1788
Mikrofon	Microtech Gefell	M360	1789
Mikrofonspeisegerät	MFA	IV80F	330364
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 1.11