MÜLLER-BBM
BUILDING SOLUTIONS

Müller-BBM Building Solutions GmbH
Helmut-A.-Müller-Straße 1 - 5
82152 Planegg

Telefon +49(89)3540486 0
Telefax +49(89)999507 62

www.mbbm-bso.com

M. Eng. Philipp Meistring
Telefon +49(89)3540486 38
philipp.meistring@mbbm-bso.com

03. Mai 2024
B173016/18 Version 1 MSG/STEG

Vorhangstoff Mani Delitherm der Fa. Delius GmbH & Co. KG

Prüfung der Schallabsorption im Hallraum nach DIN EN ISO 354

Prüfbericht Nr. B173016/18

Auftraggeber:	Delius GmbH & Co. KG Goldstraße 16 - 18 33502 Bielefeld Deutschland
Bearbeitet von:	M. Eng. Philipp Meistring Jan-Lieven Moll
Berichtsdatum:	03. Mai 2024
Lieferdatum des Prüfobjektes:	23. April 2024
Prüfdatum:	30. April 2024
Berichtsumfang:	Insgesamt 12 Seiten, davon 6 Seiten Textteil 1 Seite Anhang A 1 Seite Anhang B 4 Seiten Anhang C

Müller-BBM Building Solutions GmbH
HRB München 278753
USt-IdNr. DE355267779

Geschäftsführer:
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

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

Anhang A: Prüfzeugnis

Anhang B: Fotos

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

S:\B\Proj\173\B173016\B173016_18_Pbe_1D.DOCX : 14.05.2024

1 Aufgabenstellung

Für den Vorhangstoff „Mani Delitherm“ der Fa. Delius GmbH & Co. KG, 33502 Bielefeld, Deutschland, war die Schallabsorption nach DIN EN ISO 354 [1] im Hallraum zu ermitteln. Das Gewebe wurde als Vorhang in einer gerafften Anordnung (100 % Stoffzuschlag) mit einem Abstand von 100 mm zur Rückwand geprüft.

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 (ISO 11654:1997); Deutsche Fassung EN ISO 11654:1997. 1997-07

[3] ASTM C 423-22: Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method. Revision: 22. March 2022.

[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] DIN EN ISO 12999-2: Akustik – Bestimmung und Anwendung der Messunsicherheiten in der Bauakustik Teil 2: Schalldämpfung (ISO 12999-2:2020); Deutsche Fassung EN ISO 12999-2:2020. 2020-11

[6] DIN EN ISO 5084: Textilien – Bestimmung der Dicke von Textilien und textilen Erzeugnissen (ISO 5084:1996); Deutsche Fassung EN ISO 5084:1996. 1996-10

[7] 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

S:\B\Proj\173\B173016\B173016_18_Pbe_1D.DOCX : 14.05.2024

3 Prüfobjekt und Prüfaufbau

3.1 Prüfobjekt

Das geprüfte Gewebe lässt sich wie folgt beschreiben (gemäß Herstellerangabe):

- Typ: Mani Delitherm, Artikel Nr. KMAT 61000644
- Farbe: 8002
- Material: 60 % Polyester FR, 40 % Polyester FR film yarn

Weiter wurden durch die Prüfstelle anhand einer Stichprobe aus dem Prüfmaterial folgende Parameter ermittelt (Stichprobengröße 210 mm x 297 mm):

- Dicke gemäß DIN EN ISO 5084 [6] (3 Positionen, Druck 1,00 kPa, Druckstempel 2000 mm²): d = 0,32 mm
- Spezifischer Strömungswiderstand gemäß DIN EN ISO 9053-1 [7]: R = 114 Pa s/m
- Flächenbezogene Masse: m'' = 104 g/m²

3.2 Prüfaufbau

Der Einbau des Prüfobjektes im Hallraum erfolgte durch Mitarbeiter der Prüfstelle. Das Prüfobjekt wurde in einer gerafften Anordnung in Anlehnung an Aufbautyp G-100 gemäß DIN EN ISO 354 [1] geprüft.

Das Prüfobjekt wurde wie folgt montiert:

- 100 % Stoffzugabe, geraffte Anordnung
- aufgehängt an 90 mm hoher Deckenschiene, 40 mm Überlappung an der Hallraumdecke
- Fertigvorhang: 2950 mm x 3500 mm (100 % Zugabe, Bahnbreite 6990 mm) mit 50 mm Universalband gekräuselt, seitlicher Saum 2 cm, unterer Saum 10 cm mit eingelegtem Bleiband 50 g
- Abstand zur Rückwand 100 mm
- Prüfung ohne Umfassungsrahmen
- Abmessungen der Prüffläche (ab Unterkante Deckenschiene) B x H = 3,50 m x 2,91 m = 10,19 m²

In Anhang B sind Fotos der Prüfanordnungen enthalten.

S:\B\Proj\173\B173016\B173016_18_Pbe_1D.DOCX : 14.05.2024

4 Prüfverfahren

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

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 nach DIN EN ISO 11654 [2] folgende Kennwerte 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 [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 im Anhang A zu entnehmen.

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

S:\B\Proj\173\B173016\B173016_18_Pbe_1D.DOCX : 14.05.2024

7 Anmerkungen

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

M. Eng. Philipp Meistring
(Projektverantwortlicher)

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.

S:\B\Proj\173\B173016\B173016_18_Pbe_1D.DOCX : 14.05.2024

Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

Auftraggeber: Delius GmbH & Co. KG, Goldstraße 16 - 18, 33602 Bielefeld, Deutschland

Prüfgegenstand: Vorhangstoff Mani Delitherm,
Wandabstand 100 mm, gerafft 100% Zugabe

Vorhangstoff:

Angaben des Auftraggebers

- Bezeichnung Mani Delitherm, Artikel Nr. KMAT 61000644, Farbe 8002
- Material 60 % Polyester FR, 40 % Polyester FR film

Angaben der Prüfstelle

- flächenbezogene Masse m'' = 104 g/m²
- Strömungswiderstand R_S = 114 Pa s/m
- Dicke t = 0,32 mm

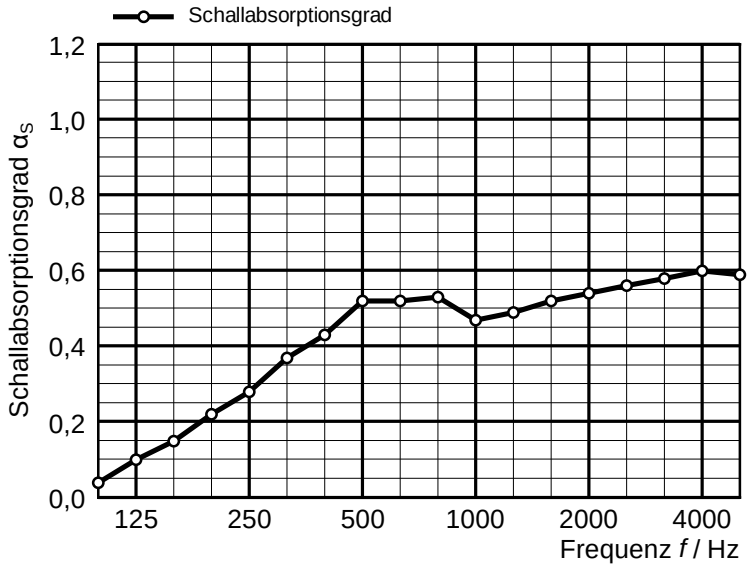
Prüfanordnung:

- Anordnung des Vorhangs in Anlehnung an Montagetyp G-100 nach DIN EN ISO 354
- gerafft hängend vor der Hallraumwand
- aufgehängt an 90 mm hoher Deckenschiene (40 mm Überlappung) an der Hallraumdecke, Abstand zur Rückwand 100 mm
- Aufbau ohne Umfassungsrahmen
- konfektioniert als Fertigvorhang 2950 mm x 3500 mm (100 % Zugabe; Bahnbreite 6990 mm), mit 50 mm Universalband gekräuselt, seitlicher Saum 2 cm, unterer Saum 10 cm mit eingelegtem Bleiband 50 g
- Prüffläche B x H = 3,50 m x 2,91 m (ab Unterkante Deckenschiene)

Raum: E
Volumen: 199,60 m³
Prüffläche: 10,19 m²
Prüfdatum: 30.04.2024

	θ [°C]	*r. h.* [%]	*B* [kPa]
Ohne Probe	21,0	41,0	95,1
Mit Probe	21,3	41,0	94,7

Frequenz [Hz]	α_S Terz	α_p Oktave
100	◦ 0,04	
125	0,10	0,10
160	0,15	
200	0,22	
250	0,28	0,30
315	0,37	
400	0,43	
500	0,52	0,50
630	0,52	
800	0,53	
1000	0,47	0,50
1250	0,49	
1600	0,52	
2000	0,54	0,55
2500	0,56	
3150	0,58	
4000	0,60	0,60
5000	0,59	



◦ Absorptionsfläche kleiner als 1,0 m²
α_S Schallabsorptionsgrad nach ISO 354
α_p Praktischer Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654

Bewertung nach ISO 11654:	Bewertung nach ASTM C423:
Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w = 0,50	**Noise Reduction Coefficient *NRC* = 0,45**
Schallabsorberklasse: D	**Sound Absorption Average *SAA* = 0,45**

S:\B\Proj\173\B173016\B173016_18_Pbe_1D.DOCX : 14.05.2024

Bau4(v1,11,100,0) - R:\MBBM-BSO\Pruefst\Bau4Data\173\173016\2024-04-30\173016_2024-04-30_2.mb4: 10.05.2024

Vorhangstoff Mani Delitherm, Fa. Delius GmbH & Co. KG

Abbildung B.1. Geraffte Prüfanordnung im Hallraum (frontale Ansicht).

Abbildung B.2. Geraffte Prüfanordnung im Hallraum (diagonale Ansicht).

S:\B\Proj\173\B173016\B173016_18_Pbe_1D.DOCX : 14.05.2024

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] und DIN EN ISO 12999-2 [5] enthalten. Für den Einzahlwert α_w wird in DIN EN ISO 12999-2 [5] eine Vergleichsstandardabweichung von σ_R = 0,035 angegeben. Dieser Wert entspricht der in Ringversuchen ermittelten Vergleichsstandardunsicherheit und beschreibt die Standardunsicherheit von im Prüfstand gewonnenen Prüfergebnissen für ein Bauteil unter Vergleichsbedingungen. Für ein anzustrebendes Vertrauensniveau von 95 % resultiert ein Erweiterungsfaktor von k = 2,0 und eine erweiterte Unsicherheit von U = ± 0,07 für den ermittelten bewerteten Schallabsorptionsgrad α_w.

S:\B\Proj\173\B173016\B173016_18_Pbe_1D.DOCX : 14.05.2024

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 Raumoberfläche 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.

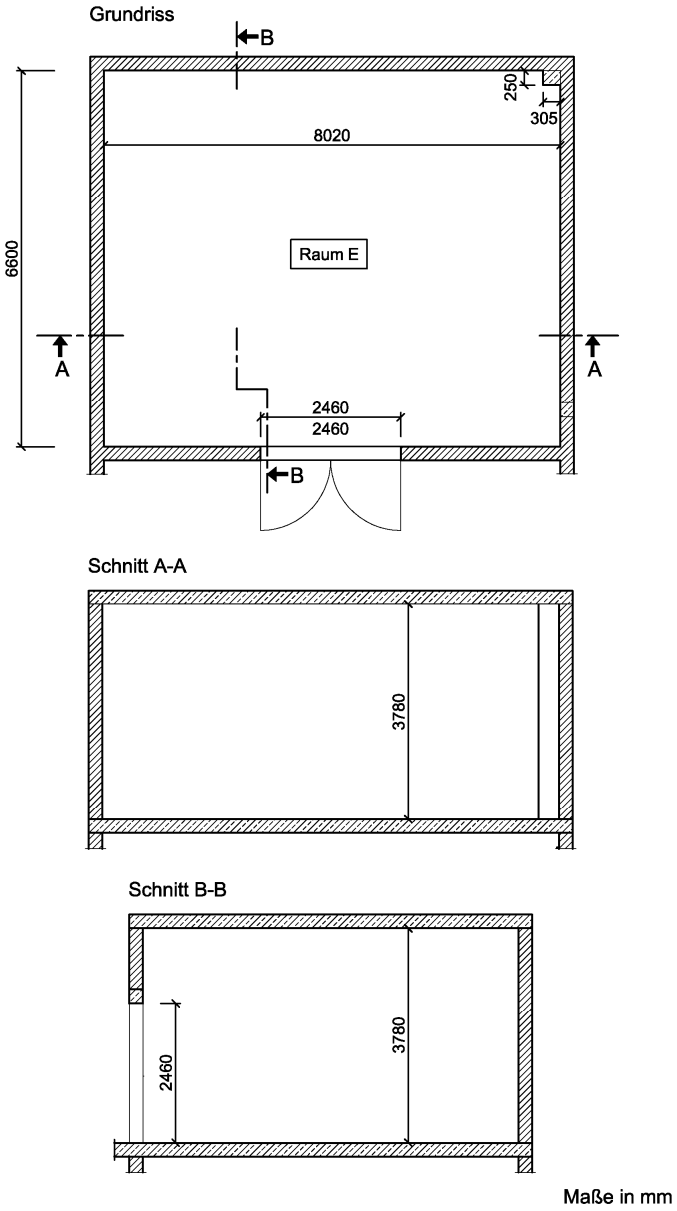


Abbildung C.1. Grundriss und Schnitte des Hallraums.

S:\B\Proj\173\B173016\B173016_18_Pbe_1D.DOCX : 14.05.2024

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	5,40	5,02
125	5,84	4,89
160	5,64	4,47
200	5,22	3,84
250	5,35	3,64
315	5,27	3,26
400	5,26	3,05
500	5,37	2,84
630	5,23	2,81
800	4,98	2,71
1000	5,03	2,87
1250	5,02	2,81
1600	4,92	2,71
2000	4,62	2,58
2500	3,90	2,31
3150	3,20	2,01
4000	2,48	1,69
5000	1,95	1,43

S:\B\Proj\173\B173016\B173016_18_Pbe_1D.DOCX : 14.05.2024

2.3 Prüfmittel

In Tabelle C.2 sind die verwendeten Prüfmittel aufgeführt.

Tabelle C.2. Prüfmittel.

Bezeichnung	Hersteller	Typ	Serien-Nr.
AD-/DA-Wandler	RME	Fireface 802	23811470
Verstärker	APart	Champ 2	17120171
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	057.0410.0003.9.4.1.30
Mess- und Auswertesoftware	Müller-BBM	Bau 4	Version 1.11
Waage	Kern	KB1200-2N	W1402353
Waage	Kern	440-49N	WC0633572
Waage	Kern	DE120K10N	WD200002751

S:\B\Proj\173\B173016\B173016_18_Pbe_1D.DOCX : 14.05.2024