

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

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

www.MuellerBBM.de

Dr.-Ing. Andreas Meier
Telefon +49(89)85602 325
Andreas.Meier@mbbm.com

06. Juni 2016
M77692/23 MR/STY

Vorhang SUN SAT CS 2016, Firma Tüchler, glatt und gefaltet, hängend

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

Prüfbericht Nr. M77692/23

Auftraggeber:	TÜCHLER Bühnen- & Textiltechnik GmbH Rennbahnweg 78 1220 Wien Österreich
Bearbeitet von:	Dr.-Ing. Andreas Meier
Berichtsdatum:	06. Juni 2016
Lieferdatum der Prüfobjekte:	23. Mai 2016
Prüfdatum:	02./03. Juni 2016
Berichtsumfang:	Insgesamt 12 Seiten, davon 5 Seiten Textteil, 2 Seiten Anhang A, 1 Seite Anhang B und 4 Seiten Anhang C.

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	Prüfobjekt und Einbaubedingungen	3
4	Prüfverfahren	4
5	Auswertung	4
6	Messergebnisse	4
7	Anmerkungen	5

Anhang A: Prüfzeugnisse

Anhang B: Fotos

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

1 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Firma TÜCHLER Bühnen- & Textiltechnik GmbH wurde die Schallabsorption des Vorhangs mit der Artikelbezeichnung SUN SAT CS 2016 glatt hängend und gerafft hängend in einer einlagigen Ausführung mit einem Wandabstand von 100 mm im Hallraum nach ISO 354 [1] ermittelt.

2 Grundlagen

- [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] ISO 9613-1: Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 1: calculation of the absorption of sound by the atmosphere. June 1993
- [4] EN 29053: Akustik – Materialien für akustische Anwendungen, Bestimmung des Strömungswiderstandes. 1993-05

3 Prüfbjekt und Einbaubedingungen

3.1 Aufbau des Prüfobjektes

Für die Prüfung wurde folgender Artikel verwendet:

- Vorhang SUN SAT CS 2016
- Flächengewicht ca. 350 g/m² (Herstellerangabe)
- Spezifischer Strömungswiderstand gemäß EN 29053 [4] $R_s = 1.209 \text{ Pa s/m}$

Die Angaben zum spezifischen Strömungswiderstand wurden durch Müller-BBM ermittelt.

3.2 Prüfbedingungen

In Tabelle 1 sind die geprüften Anordnungen zusammengefasst.

Tabelle 1. Geprüfte Zustände des untersuchten Artikels.

Aufbau Nr.	Artikel	Anordnung
1	SUN SAT CS 2016	glatt hängend, einlagig mit 100 mm Abstand, Montageart G100
2	SUN SAT CS 2016	mit 100 % Faltenzugabe gerafft hängend, einlagig mit 100 mm Abstand, Montageart G100

Der Artikel wurde an der Hallraumdecke an einem Stahlwinkel befestigt. Es wurde freihängend montiert. Für die Prüfung wurde kein Umfassungsrahmen verwendet.

Der Aufbau des Prüfobjektes im Hallraum wurde durch Mitarbeiter von Müller-BBM ausgeführt. Der Prüfaufbau erfolgte nach ISO 354 [1], Abschnitt 6.2.2. in Montageart Typ G gemäß Anhang B.

Die klimatischen Bedingungen während der Prüfung sind den Prüfzeugnissen in Anhang A, Seiten 1 und 2, zu entnehmen. Die Anordnung des Prüfobjektes im Hallraum kann den Fotos in Anhang B entnommen werden.

4 Prüfverfahren

Die Messung wurde nach ISO 354 [1] durchgeführt und ausgewertet.

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 ISO 354 [1] bestimmt.

Zusätzlich wurden nach ISO 11654 [2] folgende Kennwerte ermittelt:

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

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

6 Messergebnisse

Die Schallabsorptionsgrade α_s in Terzbändern, die praktischen Schallabsorptionsgrade α_p in Oktavbändern sowie die Einzelangabe α_w ist den Prüfzeugnissen in Anhang A zu entnehmen.

7 Anmerkungen

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



Dr.-Ing. Andreas Meier

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 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: TÜCHLER Bühnen- und Textiltechnik GmbH,
Rennbahnweg 78, 1220 Wien

Prüfgegenstand: Vorhang Artikel SUN SAT CS 2016, Farbe: #3210 Weinrot
Montageart G-100, glatt hängend

Aufbau:

- Fa. TÜCHLER Bühnen- und Textiltechnik GmbH
- Artikel SUN SAT CS 2016
- Dicke ca. 0,85 mm
- Gewicht ca. 350 g/m² (Herstellerangabe)
- Spezifischer Strömungswiderstand $R_S = 1.209 \text{ Pa s / m}$ (durch Prüfstelle ermittelt)

- 0,85 mm Vorhang, glatt hängend
- 100 mm Luftabstand
- Hallraumwand

- Die Montageart entspricht dem Typ G-100 gemäß DIN EN ISO 354

Effektive Abmessungen des Vorhangs ohne Befestigungsstruktur: Breite 3,55 m x 2,95 m
An der Hallraumdecke ist ein Stahlwinkel mit einer Schenkellänge von 6 cm befestigt. Die Abhängung des Materials erfolgte an dem Stahlwinkel mittels Holzleiste. Zwischen Stahlwinkel und Vorhangoberkante bestand eine Überlappung von 5 cm.

Raum: Hallraum

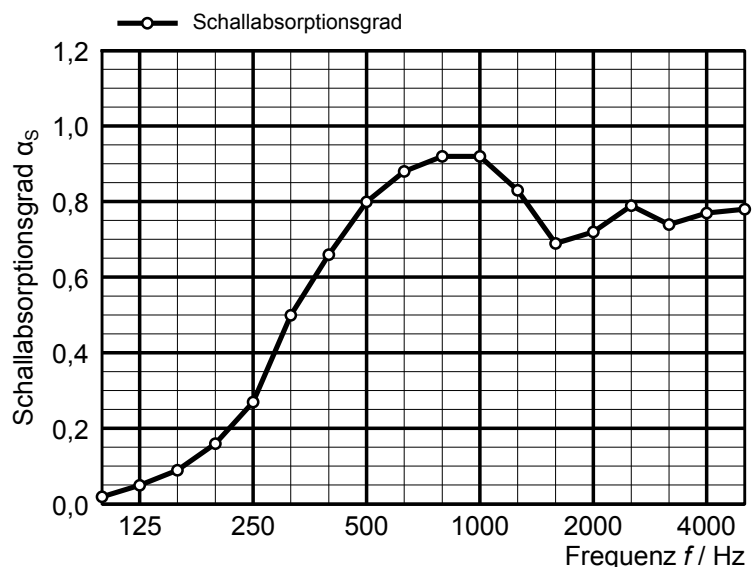
Volumen: 199,60 m³

Prüffläche: 10,50 m²

Prüfdatum: 02.06.2016

Frequenz [Hz]	α_s Terz	α_p Oktave
100	0,02	0,05
125	0,05	
160	0,09	
200	0,16	0,30
250	0,27	
315	0,50	
400	0,66	0,80
500	0,80	
630	0,88	
800	0,92	0,90
1000	0,92	
1250	0,83	
1600	0,69	0,75
2000	0,72	
2500	0,79	
3150	0,74	0,75
4000	0,77	
5000	0,78	

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	22,6	55,5	94,7
Mit Probe	22,5	56,0	94,7



◦ Absorptionsfläche kleiner als 1,0 m²
 α_s Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

α_p Praktischer Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654

Bewertung nach ISO 11654:

Bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w = 0,60$ (MH)

Schallabsorberklasse: C

MÜLLER-BBM

Planegg, 06.06.2016

Prüfbericht Nr. M77 692/23

J. Heier

Anhang A

Seite 1

Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

Auftraggeber: TÜCHLER Bühnen- und Textiltechnik GmbH,
Rennbahnweg 78, 1220 Wien

Prüfgegenstand: Vorhang Artikel SUN SAT CS 2016, Farbe: #3210 Weinrot
Montageart G-100, 100% Faltenzugabe

Aufbau:

- Fa. TÜCHLER Bühnen- und Textiltechnik GmbH
- Artikel SUN SAT CS 2016
- Dicke ca. 0,85 mm
- Gewicht ca. 350 g/m² (Herstellerangabe)
- Spezifischer Strömungswiderstand $R_S = 1.209 \text{ Pa s / m}$ (durch Prüfstelle ermittelt)

- 0,85 mm Vorhang, 100% Faltenzugabe
- 100 mm Luftabstand
- Hallraumwand

- Die Montageart entspricht dem Typ G-100 gemäß DIN EN ISO 354

Abmessungen des Vorhangs ohne Befestigungsstruktur: Breite 3,65 m x 3,00 m

An der Hallraumdecke ist ein Stahlwinkel mit einer Schenkellänge von 6 cm befestigt. Die Abhängung des Materials erfolgte an dem Stahlwinkel mittels Kabelbinder.

Raum: Hallraum

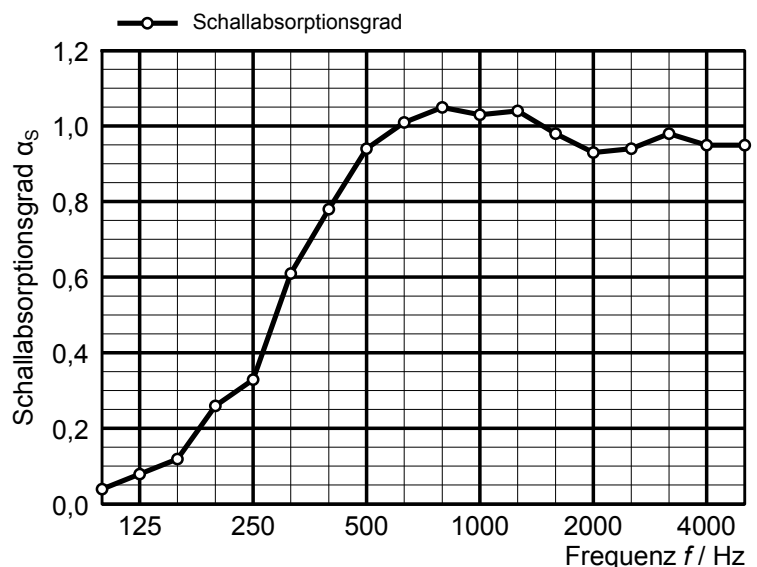
Volumen: 199,60 m³

Prüffläche: 10,95 m²

Prüfdatum: 03.06.2016

Frequenz [Hz]	α_s Terz	α_p Oktave
100	0,04	0,10
125	0,08	
160	0,12	
200	0,26	0,40
250	0,33	
315	0,61	
400	0,78	0,90
500	0,94	
630	1,01	
800	1,05	1,00
1000	1,03	
1250	1,04	
1600	0,98	0,95
2000	0,93	
2500	0,94	
3150	0,98	0,95
4000	0,95	
5000	0,95	

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	22,6	55,5	94,7
Mit Probe	22,4	54,5	94,7



◦ Absorptionsfläche kleiner als 1,0 m²

α_s Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

α_p Praktischer Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654

Bewertung nach ISO 11654:

Bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w = 0,70$ (MH)

Schallabsorberklasse: C

MÜLLER-BBM

Planegg, 06.06.2016

Prüfbericht Nr. M77 692/23

J. Heier

Anhang A

Seite 2

Vorhang SUN SAT CS 2016, Firma TÜCHLER
Anordnung mit 100 mm Wandabstand



Abbildung B.1. Vorhang im Hallraum, glatt hängend.



Abbildung B.2. Vorhang im Hallraum, gerafft hängend.

Angaben zum Prüfverfahren zur Ermittlung der Schallabsorption im Hallraum

1 Messgröße

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 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 [3]. 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 Lautsprecher 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.

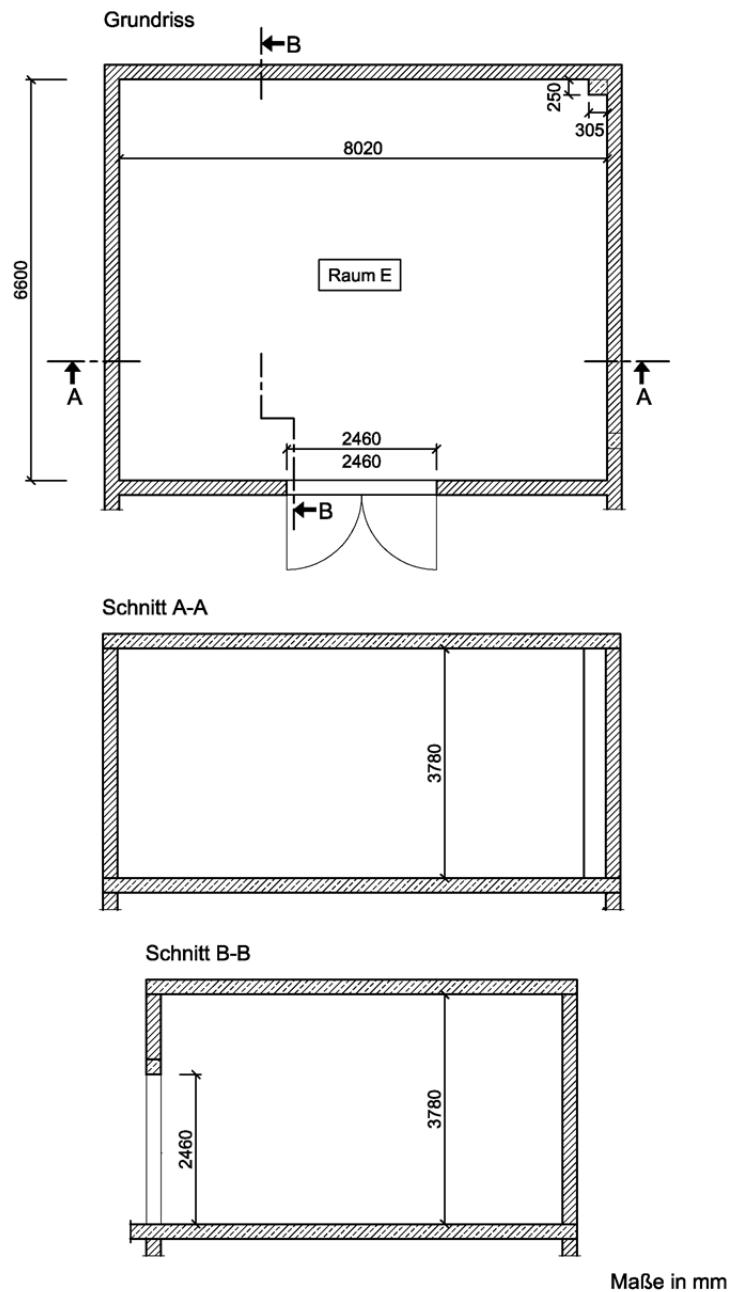


Abbildung C.1. Grundriss und Schnitte des Hallraums.

2.2 Messung der Nachhallzeit

Die Ermittlung der Impulsantworten erfolgte nach dem indirekten Verfahren. Als Prüf-signal wurde ein Gleitsinus mit einem Rosa Spektrum verwendet. Mit und ohne Prüf-objekte wurden jeweils 24 unabhängige Lautsprecher-Mikrofon-Kombinationen er-fasst. 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 rück-wärtsintegrierten 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), vgl. Anhang A, Seite 1	T_2 (mit Prüfobjekt, einlagig), vgl. Anhang A, Seite 1	T_1 (ohne Prüfobjekt), vgl. Anhang A, Seite 2	T_2 (mit Prüfobjekt, gerafft hängend), vgl. Anhang A, Seite 2
100	5,081	4,957	5,080	4,780
125	5,001	4,619	5,024	4,419
160	5,094	4,419	5,085	4,197
200	5,659	4,346	5,624	3,732
250	5,141	3,536	5,160	3,276
315	5,216	2,807	5,235	2,495
400	5,313	2,476	5,337	2,199
500	5,164	2,197	5,187	1,940
630	5,014	2,055	5,037	1,841
800	4,847	1,964	4,895	1,781
1000	5,066	2,001	5,073	1,824
1250	5,212	2,163	5,202	1,830
1600	5,197	2,386	5,200	1,902
2000	4,851	2,254	4,849	1,903
2500	4,291	2,038	4,285	1,803
3150	3,588	1,923	3,576	1,625
4000	2,902	1,681	2,884	1,488
5000	2,336	1,462	2,317	1,318

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	22460388
Verstärker	APart	Champ One	09070394
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 1.8