

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

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

www.MuellerBBM.de

Dipl.-Phys. Elmar Schröder
Telefon +49(89)85602 145
Elmar.Schroeder@mbbm.com

29. November 2018
M136562/06 SRD/SRD

Akustik-Eckelement Sound Balance der Fa. Sigel

**Prüfung der Schallabsorption in
Anlehnung an DIN EN ISO 354**

Prüfbericht Nr. M136562/06

Auftraggeber:	Sigel GmbH Bäumenheimer Str. 10 86690 Mertingen/Deutschland
Bearbeitet von:	Dipl.-Phys. Elmar Schröder
Berichtsdatum:	29. November 2018
Prüfdatum:	09. August 2018
Berichtsumfang:	Insgesamt 12 Seiten, davon 5 Seiten Textteil, 1 Seite Anhang A, 2 Seiten 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	Prüfobjekte und Prüfaufbau	3
3.1	Prüfobjekt	3
3.2	Prüfaufbau	4
4	Prüfverfahren	4
5	Auswertung	4
6	Messergebnisse	5
7	Anmerkungen	5

Anhang A: Prüfzeugnis

Anhang B: Fotos

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

1 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Fa. Sigel GmbH war die Schallabsorption des Akustik-Eckelements Sound Balance in Anlehnung an DIN EN ISO 354 [1] im Hallraum zu ermitteln.

Das Kantenelement ist konstruktiv für die Befestigung in einer Raumkante vorgesehen. Bei der Messung im Hallraum wurde diese Einbausituation praxisgerecht nachgestellt. Die Bestimmung der Schallabsorption in der Raumkante eines Hallraums ist in der DIN EN ISO 354 [1] nicht vorgesehen. Die Prüfung erfolgte daher in Anlehnung an die Norm.

2 Grundlagen

Diesem Prüfbericht liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- [1] DIN EN ISO 354: Akustik - Messung der Schallabsorption in Hallräumen. 2003-12
- [2] DIN EN ISO 11654: Akustik – Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden – Bewertung der Schallabsorption. 1997-07
- [3] ASTM 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] DIN EN 29053: Akustik – Materialien für akustische Anwendungen, Bestimmung des Strömungswiderstandes. Mai 1993

3 Prüfobjekte und Prüfaufbau

3.1 Prüfobjekt

Das Akustik-Eckelement Sound Balance hatte eine Dreiecksform mit stumpfen Kanten.



Abbildung 1. Akustik-Eckelement Sound Balance.

Die raumseitig sichtbaren Flächen bestanden aus 2 x 15 mm dicken PET-Platten (Rohdichte 160 kg/m³). Die raumabgewandten Flächen bestanden aus 15 mm dicken PET-Platten (Rohdichte 160 kg/m³). Als Füllung im Hohlraum war eine 50 mm dicke Polyesterfaser (Rohdichte 15 kg/m³) enthalten. Die PET-Platten waren mit Gewebe (flächenbezogene Masse 227 g/m², spezifischer Strömungswiderstand 166 Pa s/m) überspannt.

Die geprüften Kantenelemente hatten folgende Abmessungen:

- Länge: 800 mm bzw. 1200 mm
- Länge der Schenkel an Raumbegrenzungsflächen anliegend: jeweils 150 mm
- Länge der Schenkel sichtbar im Raum: 27 mm + 174 mm + 27 mm

3.2 Prüfaufbau

Der Prüfaufbau erfolgte in Anlehnung an DIN EN ISO 354 [1], Abschnitt 6.2.2.

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

Abweichend von den Vorgaben der DIN EN ISO 354 [1] wurden das Prüfobjekt in einer Raumkante zwischen Boden und Wand angeordnet. Diese Anordnung entspricht der praxisgerechten Verwendung.

Das Prüfobjekt bestand aus vier Kantenelementen (zwei Stück mit einer Länge von 1200 mm und zwei Stück mit einer Länge von 800 mm), die in Reihe entlang der Raumkante ohne Abstand untereinander mit stumpfem Stoß angeordnet wurden. Die Gesamtlänge des Kantenelementes betrug somit 4000 mm. Die Prüfung erfolgte zur räumlichen Mittelung nacheinander in zwei Raumkanten.

Die vom Hallraum sichtbare Fläche inkl. der beiden Stirnseiten betrug 0,94 m²:

In Anhang B sind Fotos des Prüfaufbaus enthalten.

4 Prüfverfahren

Die Messungen wurden in Anlehnung an DIN EN ISO 354 [1] durchgeführt. Von den Vorgaben wurde in folgendem Punkt abgewichen:

- Das Prüfobjekt wurde in der Raumkante zwischen Boden und Wand angeordnet.

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

5 Auswertung

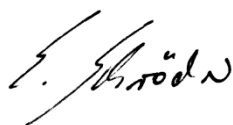
Es wurde die äquivalente Absorptionsfläche des Prüfobjekts mit einer Gesamtlänge von 4000 mm A_{obj} in Terzen zwischen 100 Hz und 5000 Hz gemäß DIN EN ISO 354 [1] bestimmt.

6 Messergebnisse

Die äquivalenten Absorptionsflächen je Prüfobjekt A_{obj} sind dem Prüfzeugnis in Anhang A zu entnehmen.

7 Anmerkungen

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



Elmar Schröder

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.

Absorptionsfläche nach ISO 354

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

Auftraggeber: Sigel GmbH Businessproducts
Bäumenheimer Str. 10, 86690 Mertingen

Prüfgegenstand: Akustik-Eckelement Sound Balance

Das Akustik-Eckelement Sound Balance wurde als Einzelobjekt in zwei Raumkanten des Hallraums zwischen Boden und Wand geprüft.

Das Prüfobjekt bestand aus vier Elementen, die in Reihe entlang der Raumkante ohne Abstand mit stumpfem Stoß angeordnet wurden. Die Akustik-elemente bestanden aus PET-Platten mit Stoffüberzug und Füllung aus Polyesterfaser.

Die raumseitig sichtbaren Flächen bestanden aus 2 x 15 mm dicken PET-Platten (Rohdichte 160 kg/m³). Die raumabgewandten Flächen bestanden aus 15 mm dicken PET-Platten (Rohdichte 160 kg/m³). Als Füllung im Hohlraum war eine 50 mm dicke Polyesterfaser (Rohdichte 15 kg/m³) enthalten. Die PET-Platten waren mit Gewebe (flächenbezogene Masse 227 g/m², spezifischer Strömungswiderstand 166 Pa s/m) überspannt.

Länge der Kantenelemente:

- 2 Elemente mit einer Länge von je 1200 mm
- 2 Elemente mit einer Länge von je 800 mm
- Gesamtlänge = 4000 mm

Geometrie:

- Schenkel an Wand/Boden anliegend: jeweils 150 mm
- Schenkel sichtbar im Raum: 27 mm + 174 mm + 27 mm

Die zum Hallraum zugewandte Fläche inkl. den beiden Stirnseiten betrug 0,94 m²:

Raum: Hallraum

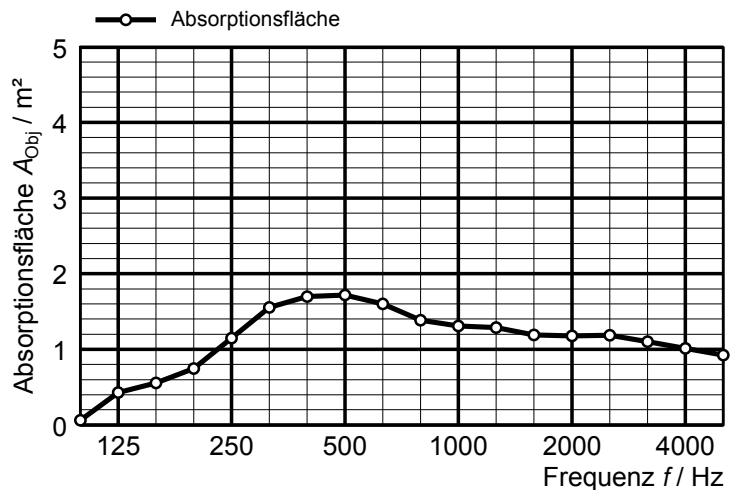
Volumen: 199,60 m³

Prüfdatum: 09.08.2018

Frequenz [Hz]	A _{Obj} Terz [m ²]
100	0,1
125	0,4
160	0,6
200	0,8
250	1,2
315	1,6
400	1,7
500	1,7
630	1,6
800	1,4
1000	1,3
1250	1,3
1600	1,2
2000	1,2
2500	1,2
3150	1,1
4000	1,0
5000	0,9

◦ Absorptionsfläche kleiner als 1,0 m²

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	25,9	53,3	95,2
Mit Probe	26,0	51,8	95,0



MÜLLER-BBM

Planegg, 29.11.2018
Prüfbericht Nr. M136562/6

Anhang A
Seite 1

Akustik-Eckelement Sound Balance der Fa. Sigel



Abbildung B.1. Anordnung der Kantenelemente in Raumkante 1 im Hallraum (Gesamtlänge 4000 mm).



Abbildung B.2. Anordnung der Kantenelemente in Raumkante 2 im Hallraum (Gesamtlänge 4000 mm).

\\S-muc-fs01\allefirmen\MP\Proj\136\M136562\M136562_06_PBE_1D.DOCX : 12. 03. 2019

Akustik-Eckelement Sound Balance der Fa. Sigel



Abbildung B.3. Kantenelement mit 800 mm Länge.



Abbildung B.4. Kantenelement mit 1200 mm Länge.

Angaben zum Prüfverfahren zur Ermittlung der Schallabsorption im Hallraum

1 Messgröße Absorptionsfläche

Es wurde die äquivalente Schallabsorptionsfläche A_{Obj} des Prüfobjekts bestimmt. Hierzu wurde die mittlere Nachhallzeit im Hallraum ohne und mit Prüfobjekt ermittelt. Die Berechnung der äquivalenten Schallabsorptionsfläche erfolgte nach folgender Gleichung:

$$A_{\text{Obj}} = \frac{A_T}{n}$$

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

Dabei ist

- A_{Obj} Äquivalente Schallabsorptionsfläche je Prüfobjekt in m^2 ;
- A_T Äquivalente Schallabsorptionsfläche von n Prüfobjekten in m^2 ;
- n Anzahl der gleichartigen Prüfobjekte;
- 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} .

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 $V = 199,6 \text{ m}^3$ und eine Raumbofläche von $S = 216 \text{ m}^2$ 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.

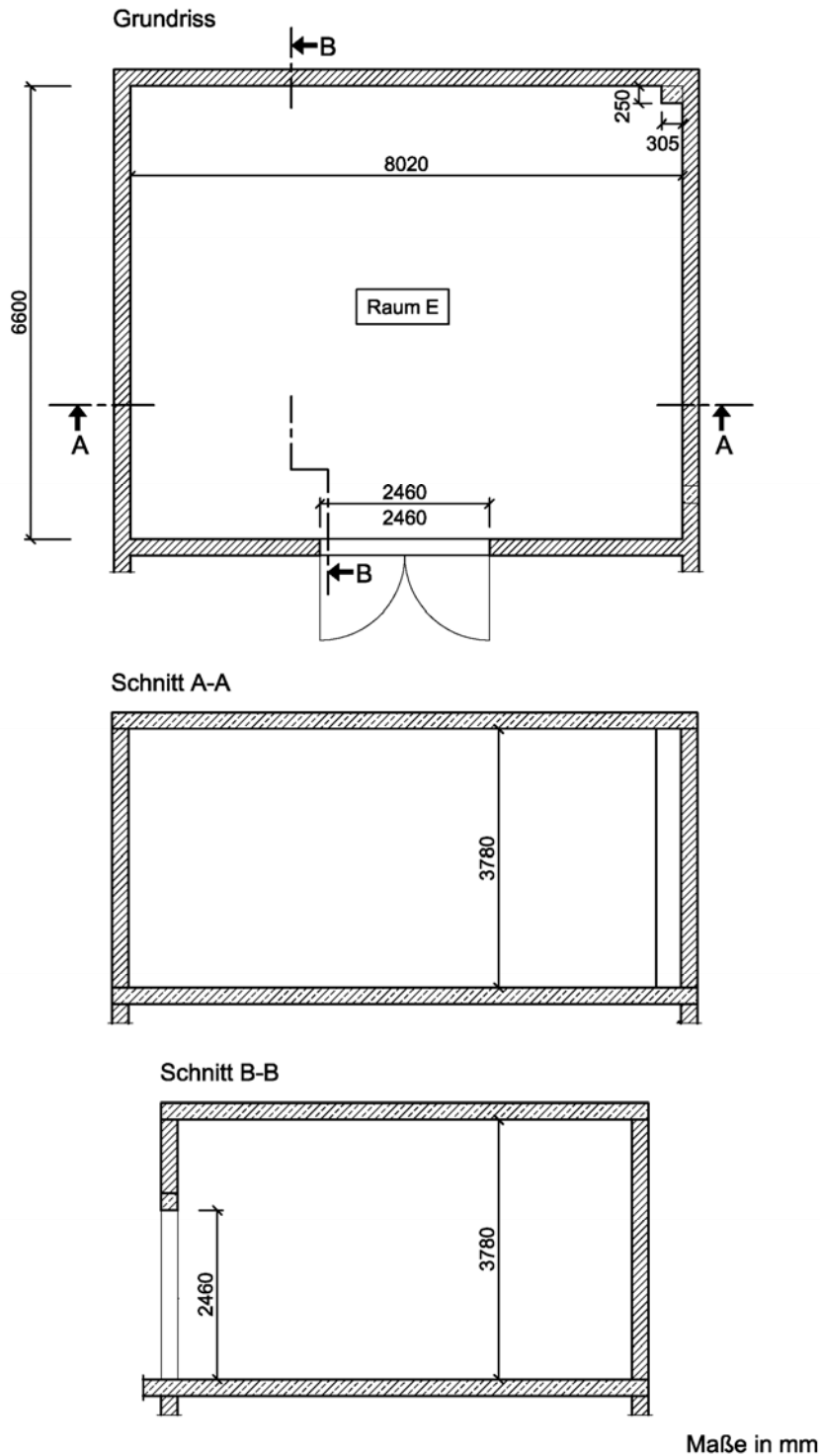


Abbildung C.1. Grundriss und Schnitte des Hallraums.

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	5,04	4,99
125	5,69	5,28
160	5,39	4,92
200	5,12	4,56
250	5,06	4,28
315	4,91	3,96
400	5,24	4,09
500	5,20	4,06
630	5,06	4,03
800	4,77	3,95
1000	4,96	4,12
1250	5,12	4,24
1600	5,09	4,27
2000	4,75	4,03
2500	4,15	3,59
3150	3,52	3,12
4000	2,86	2,61
5000	2,44	2,26

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	09050048
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD360A	372828
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD360A	372829
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD360A	372830
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD360A	372831
Mikrofon	Microtech	M370	1355
Mikrofon	Microtech	M370	1356
Mikrofon	Microtech	M360	1786
Mikrofon	Microtech	M360	1787
Mikrofon	Microtech	M360	1788
Mikrofon	Microtech	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