

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  
M136562/05 SRD/SRD

## **Akustik-Stellwand Sound Balance der Fa. Sigel**

**Prüfung der Schallabsorption nach  
DIN EN ISO 354**

**Prüfbericht Nr. M136562/05**

<b>Auftraggeber:</b>	Sigel GmbH Bäumenheimer Str. 10 86690 Mertingen
<b>Bearbeitet von:</b>	Dipl.-Phys. Elmar Schröder
<b>Berichtsdatum:</b>	29. November 2018
<b>Prüfdatum:</b>	19. September 2018
<b>Berichtsumfang:</b>	Insgesamt 14 Seiten, davon 5 Seiten Textteil, 1 Seite Anhang A, 1 Seite Anhang B, 2 Seiten Anhang C und 5 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**

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Prüfobjekte und Prüfaufbau</b>	<b>3</b>
3.1	Prüfobjekt	3
3.2	Prüfaufbau	4
<b>4</b>	<b>Prüfverfahren</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Auswertung</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Messergebnisse</b>	<b>5</b>
6.1	Äquivalente Absorptionsfläche je Raumgliederungswand	5
6.2	Schallabsorptionsgrad der Raumgliederungswand	5
<b>7</b>	<b>Anmerkungen</b>	<b>5</b>

Anhang A: Prüfzeugnis mit Angabe der äquivalenten Schallabsorptionsfläche

Anhang B: Prüfzeugnis mit Angabe des Schallabsorptionsgrads

Anhang C: Fotos

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

## 1 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Fa. Sigel GmbH war die Schallabsorption der Akustik-Stellwand Sound Balance 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. 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

Die Raumgliederungswand Akustik-Stellwand Sound Balance hatten folgende Abmessungen und Flächen:

- Höhe: 1500 mm
- Breite: 1000 mm
- Dicke: 60 mm auf einer Breite von 600 mm, beidseitig verjüngend auf 30 mm auf einer Breite von 200 mm
- Ansichtsfläche einseitig = 1,50 m<sup>2</sup>
- Prüffläche je Raumgliederungswand = 3,00 m<sup>2</sup>  
= 2 x B x H nach ASTM C 423 [3]

Die Raumgliederungswand hatte folgenden Regelaufbau:

- 1 mm Gewebe, flächenbezogene Masse 227 g/m<sup>2</sup>, spezifischer Strömungswiderstand 166 Pa s/m
- 15 mm PET, Rohdichte 160 kg/m<sup>3</sup>, verklebt mit
- 9 mm PET, Rohdichte 130 kg/m<sup>3</sup>
- 20 mm Polyesterfaservlies, 25 mm Nenndicke auf 20 mm zusammengedrückt, bei Nenndicke: Rohdichte 18 kg/m<sup>3</sup> und spezifischer Strömungswiderstand 67 Pa s/m
- 1 mm Gewebe, flächenbezogene Masse 227 g/m<sup>2</sup>, spezifischer Strömungswiderstand 166 Pa s/m

### 3.2 Prüfaufbau

Der Prüfaufbau erfolgte nach DIN EN ISO 354 [1], Abschnitt 6.2.2. Zur Prüfung der Schallabsorption von Raumgliederungswänden sind in der DIN EN ISO 354 [1] keine spezifischen Vorgaben enthalten.

Die Raumgliederungswände wurden im mittleren Bereich des Hallraums entsprechend dem praxisgerechten Aufbau mittels Holzfüßen senkrecht stehend auf den Hallraumboden gestellt. Der Abstand zwischen Unterkante Stellwand und Hallraumboden betrug 30 mm. Es wurden insgesamt zwei Raumgliederungswände unregelmäßig im Hallraum verteilt und an jeweils drei Positionen geprüft.

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

In Anhang B sind Fotos des Prüfaufbaus enthalten.

## 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 die äquivalente Absorptionsfläche je Raumgliederungswand  $A_{obj}$  in Terzen zwischen 100 Hz und 5000 Hz gemäß DIN EN ISO 354 [1] bestimmt.

Gemäß DIN EN ISO 354 [1] muss die äquivalente Absorptionsfläche je Prüfobjekt angegeben werden. Die Angabe eines Schallabsorptionsgrades ist nicht normgemäß, da in der Norm keine Definition der anzusetzenden Prüffläche von Stellwänden angegeben wird, wie sie für eine vergleichbare Prüfung von Produkten notwendig ist.

Die Angabe des Schallabsorptionsgrades im vorliegenden Prüfbericht erfolgt zum Zweck der Anwendung in Prognosemodellen. Zur Ermittlung des Schallabsorptionsgrades wurde als Prüffläche die beidseitige Ansichtsfläche der Raumgliederungswand von 3,00 m<sup>2</sup> verwendet. Dieser Ansatz entspricht den Vorgaben der ASTM C 423-17 [3].

Zusätzlich zu den Schallabsorptionsgraden wurden nach DIN EN ISO 11654 [2] folgende Kennwerte ermittelt:

- Praktische Schallabsorptionsgrade  $\alpha_p$  in Oktavbändern
- Bewerteter Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$  als Einzahlangabe:  
Der bewertete Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$  wird aus den praktischen Schallabsorptionsgraden  $\alpha_p$  in den Oktavbändern von 250 Hz bis 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

### 6.1 Äquivalente Absorptionsfläche je Raumgliederungswand

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

### 6.2 Schallabsorptionsgrad der Raumgliederungswand

Die Schallabsorptionsgrade  $\alpha_s$  in Terzbändern, die praktischen Schallabsorptionsgrade  $\alpha_p$  in Oktavbändern sowie die Einzulangaben ( $\alpha_w$ ,  $NRC$  und  $SAA$ ) sind dem Prüfzeugnis in Anhang B 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, D-86690 Mertingen

**Prüfgegenstand:** Akustik-Stellwand Sound Balance

Es wurden zwei Raumgliederungswände Akustik-Stellwand Sound Balance als Einzelobjekte frei im Hallraum stehend an jeweils drei Positionen geprüft.

Die Raumgliederungswände hatten jeweils folgende Abmessungen:

Höhe: 1500 mm  
Breite: 1000 mm  
Dicke: 60 mm auf einer Breite von 600 mm,  
beidseitig verjüngend auf 30 mm auf einer Breite von 200 mm

Die Raumgliederungswand hatten folgenden Regelaufbau:

- 1 mm Gewebe, flächenbezogene Masse 227 g/m<sup>2</sup>, spezifischer Strömungswiderstand 166 Pa s/m
- 15 mm PET, Rohdichte 160 kg/m<sup>3</sup>
- 9 mm PET, Rohdichte 130 kg/m<sup>3</sup>
- 20 mm Polyesterfaservlies, 25 mm Nenndicke auf 20 mm zusammengedrückt,  
bei Nenndicke: Rohdichte 18 kg/m<sup>3</sup> und spezifischer Strömungswiderstand 67 Pa s/m
- 15 mm PET, Rohdichte 160 kg/m<sup>3</sup>
- 1 mm Gewebe, flächenbezogene Masse 227 g/m<sup>2</sup>, spezifischer Strömungswiderstand 166 Pa s/m

Ansichtsfläche pro Raumgliederungswände = 2 x 1,50 m<sup>2</sup>

Prüffläche = 2 Objekte x 3,00 m<sup>2</sup> = 6,00 m<sup>2</sup>

Raum: Hallraum

Volumen: 199,60 m<sup>3</sup>

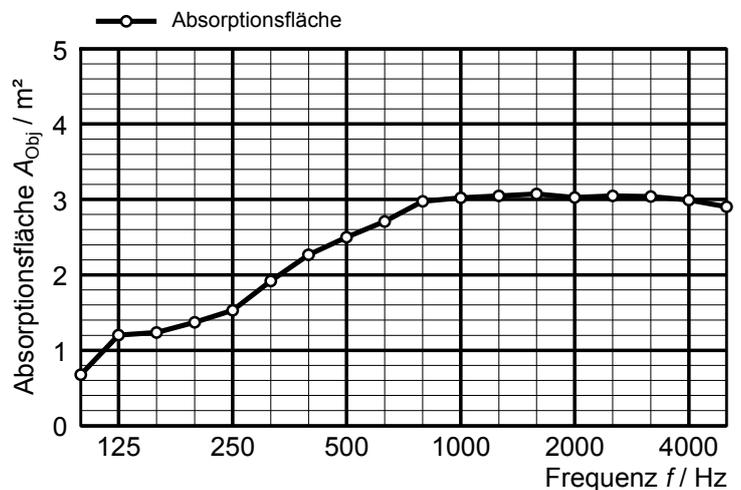
Prüfdatum: 19.09.2018

Absorptionsfläche je Prüfobjekt

Anzahl der Prüfobjekte: 2

Frequenz [Hz]	A <sub>Obj</sub> Terz [m <sup>2</sup> ]
100	0,7
125	1,2
160	1,2
200	1,4
250	1,5
315	1,9
400	2,3
500	2,5
630	2,7
800	3,0
1000	3,0
1250	3,0
1600	3,1
2000	3,0
2500	3,0
3150	3,0
4000	3,0
5000	2,9

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	23,7	58,1	95,8
Mit Probe	23,7	58,2	95,8



**MÜLLER-BBM**

Planegg, 29.11.2018

Prüfbericht Nr. M136562/5

Anhang A

Seite 1

# Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

## Messung der Schallabsorption in Hallräumen

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

**Prüfgegenstand:** Akustik-Stellwand Sound Balance

Es wurden zwei Raumgliederungswände Akustik-Stellwand Sound Balance als Einzelobjekte frei im Hallraum stehend an jeweils drei Positionen geprüft.

Die Raumgliederungswände hatten jeweils folgende Abmessungen:

Höhe: 1500 mm  
Breite: 1000 mm  
Dicke: 60 mm auf einer Breite von 600 mm,  
beidseitig verjüngend auf 30 mm auf einer Breite von 200 mm

Die Raumgliederungswand hatten folgenden Regelaufbau:

- 1 mm Gewebe, flächenbezogene Masse 227 g/m<sup>2</sup>, spezifischer Strömungswiderstand 166 Pa s/m
- 15 mm PET, Rohdichte 160 kg/m<sup>3</sup>
- 9 mm PET, Rohdichte 130 kg/m<sup>3</sup>
- 20 mm Polyesterfaservlies, 25 mm Nenndicke auf 20 mm zusammengedrückt,  
bei Nenndicke: Rohdichte 18 kg/m<sup>3</sup> und spezifischer Strömungswiderstand 67 Pa s/m
- 15 mm PET, Rohdichte 160 kg/m<sup>3</sup>
- 1 mm Gewebe, flächenbezogene Masse 227 g/m<sup>2</sup>, spezifischer Strömungswiderstand 166 Pa s/m

Ansichtsfläche pro Raumgliederungswände = 2 x 1,50 m<sup>2</sup>

Prüffläche = 2 Objekte x 3,00 m<sup>2</sup> = 6,00 m<sup>2</sup>

Raum: Hallraum

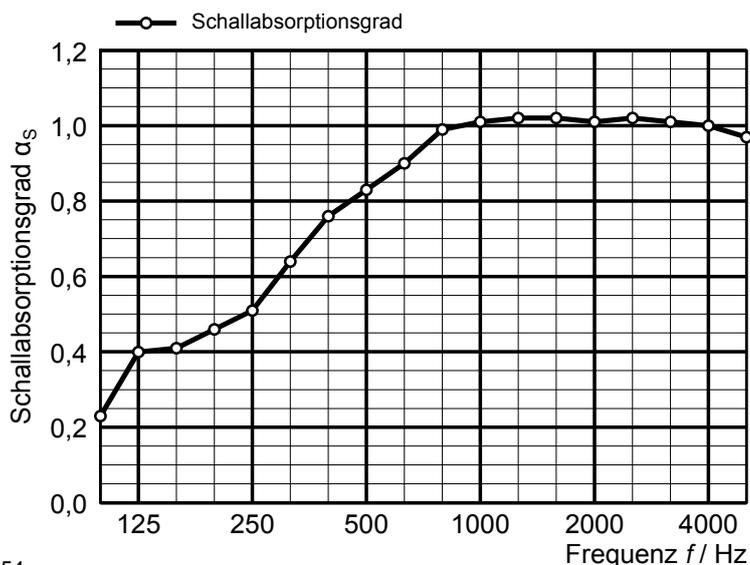
Volumen: 199,60 m<sup>3</sup>

Prüffläche: 6,00 m<sup>2</sup>

Prüfdatum: 19.09.2018

	$\theta$ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	23,7	58,1	95,8
Mit Probe	23,7	58,2	95,8

Frequenz [Hz]	$\alpha_s$ Terz	$\alpha_p$ Oktave
100	0,23	
125	0,40	0,35
160	0,41	
200	0,46	
250	0,51	0,55
315	0,64	
400	0,76	
500	0,83	0,85
630	0,90	
800	0,99	
1000	1,01	1,00
1250	1,02	
1600	1,02	
2000	1,01	1,00
2500	1,02	
3150	1,01	
4000	1,00	1,00
5000	0,97	



$\alpha_s$  Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

$\alpha_p$  Praktischer Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654

Bewertung nach ISO 11654: <b>Bewerteter Schallabsorptionsgrad</b> $\alpha_w = 0,85 (H)$ Schallabsorberklasse: B	Bewertung nach ASTM C423: <b>Noise Reduction Coefficient NRC = 0,85</b> <b>Sound Absorption Average SAA = 0,85</b>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**MÜLLER-BBM**

Planegg, 29.11.2018  
Prüfbericht Nr. M136562/5

Anhang B  
Seite 1

**Akustik-Stellwand Sound Balance der Fa. Sigel**



Abbildung C.1. Anordnung der Raumgliederungswände im Hallraum.



Abbildung C.2. Ausführung der seitlichen Kanten.

**Akustik-Stellwand Sound Balance der Fa. Sigel**



Abbildung C.3. Aufstellung auf dem Hallraumboden.

## Angaben zum Prüfverfahren zur Ermittlung der Schallabsorption im Hallraum

### 1 Messgrößen

#### 1.1 Schallabsorptionsgrad

Es wurde der Schallabsorptionsgrad  $\alpha_S$  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

- $\alpha_S$  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  $m^{-1}$ .

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.

#### 1.2 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

- $A_{\text{Obj}}$  Äquivalente Schallabsorptionsfläche je Prüfobjekt in  $\text{m}^2$ ;
- $A_T$  Äquivalente Schallabsorptionsfläche von  $n$  Prüfobjekten in  $\text{m}^2$ ;
- $n$  Anzahl der gleichartigen Prüfobjekte;
- $V$  Hallraumvolumen in  $\text{m}^3$ ;
- $c_1$  Schallgeschwindigkeit in Luft im Hallraum ohne Prüfobjekt in  $\text{m/s}$ ;
- $c_2$  Schallgeschwindigkeit in Luft im Hallraum mit Prüfobjekt in  $\text{m/s}$ ;
- $T_1$  Nachhallzeit im Hallraum ohne Prüfobjekt in  $\text{s}$ ;
- $T_2$  Nachhallzeit im Hallraum mit Prüfobjekt in  $\text{s}$ ;
- $m_1$  Luftabsorptionskoeffizient im Hallraum ohne Prüfobjekt in  $\text{m}^{-1}$ ;
- $m_2$  Luftabsorptionskoeffizient im Hallraum mit Prüfobjekt in  $\text{m}^{-1}$ .

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  $1,2 \text{ m} \times 2,4 \text{ m}$  und sechs Verbundbleche mit den Abmessungen  $1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$  gekrümmt und unregelmäßig im Raum aufgehängt.

In Abbildung D.1. sind Zeichnungen des Hallraums dargestellt.

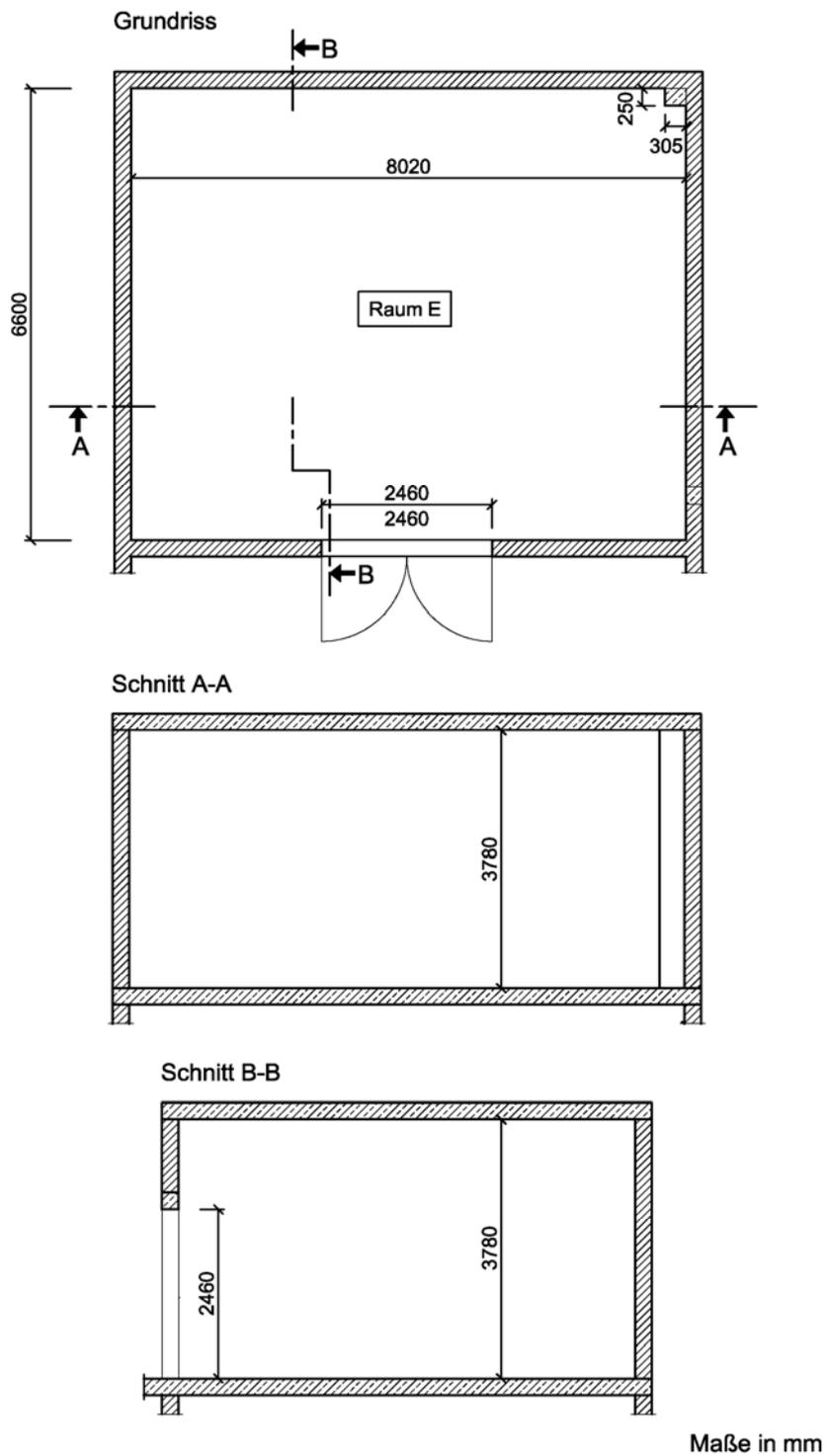


Abbildung D.1. Grundriss und Schnitte des Hallraums.

\\S-muc-fs01\allefirmen\MP\Proj\136\M136562\M136562\_05\_PBE\_1D.docx : 12. 03. 2019

## 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	5,01	4,14
125	5,56	3,92
160	5,44	3,83
200	5,17	3,58
250	5,05	3,41
315	4,91	3,09
400	5,18	2,99
500	5,27	2,89
630	5,08	2,73
800	4,80	2,54
1000	4,96	2,56
1250	5,14	2,60
1600	5,20	2,60
2000	4,88	2,54
2500	4,28	2,36
3150	3,60	2,14
4000	2,91	1,88
5000	2,47	1,70

### 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	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