

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
M136562/04 SRD/SRD

Akustik-Raumtrenner Sound Balance der Fa. Sigel

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

Prüfbericht Nr. M136562/04

Auftraggeber:	Sigel GmbH Bäumenheimer Str. 10 86690 Mertingen
Bearbeitet von:	Dipl.-Phys. Elmar Schröder
Berichtsdatum:	29. November 2018
Prüfdatum:	01. August 2018
Berichtsumfang:	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

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
6.1	Äquivalente Absorptionsfläche je Raumgliederungswand	5
6.2	Schallabsorptionsgrad der Raumgliederungswand	5
7	Anmerkungen	5

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 des Akustik-Raumtrenners 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

Eine Raumgliederungswand Akustik-Raumtrenner Sound Balance bestand aus drei Teilsegmenten mit folgenden Abmessungen und Flächen:

- Höhe: 1400 mm
- Teilsegment Mitte: Breite außen 440 mm, Breite innen 400 mm, Dicke 45 mm
- Teilsegment rechts: Breite außen 400 mm, Breite innen 350 mm, Dicke 45 mm
- Teilsegment links: Breite außen 400 mm, Breite innen 350 mm, Dicke 45 mm
- Ansichtsfläche außenseitig = 1,74 m²
- Ansichtsfläche innenseitig = 1,54 m²
- Prüffläche je Raumgliederungswand = 3,28 m²

Die Raumgliederungswand hatte folgenden Regelaufbau:

- 1 mm Gewebe, flächenbezogene Masse 227 g/m², spezifischer Strömungswiderstand 166 Pa s/m
- 3 x 15 mm PET, Rohdichte 160 kg/m³, Platten miteinander verklebt
- 1 mm Gewebe, flächenbezogene Masse 227 g/m², 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 senkrecht stehend unmittelbar auf den Hallraumboden gestellt. 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 innenseitig $1,54 \text{ m}^2$ und außenseitig $1,74 \text{ m}^2$ verwendet. Dieser Ansatz entspricht den Vorgaben der ASTM C 423-17 [3] für die Bewertung von auf dem Boden aufgestellten Raumgliederungswände.

Zusätzlich zu den Schallabsorptionsgraden 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 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

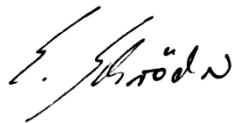
Die äquivalenten Absorptionsflächen je Raumgliederungswand A_{obj} sind dem Prüfzeugnis in Anhang A zu entnehmen.

6.2 Schallabsorptionsgrad der Raumgliederungswand

Die Schallabsorptionsgrade α_s in Terzbändern, die praktischen Schallabsorptionsgrade α_p in Oktavbändern sowie die Einzulangaben (α_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-Raumtrenner Sound Balance

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

Eine Raumgliederungswand bestand aus drei Teilsegmenten mit folgenden Abmessungen:

Höhe: 1400 mm

Teilsegment Mitte: Breite außen 440 mm, Breite innen 400 mm, Dicke 45 mm

Teilsegment rechts: Breite außen 400 mm, Breite innen 350 mm, Dicke 45 mm

Teilsegment links: Breite außen 400 mm, Breite innen 350 mm, Dicke 45 mm

Ansichtsfläche außen = 1,74 m²

Ansichtsfläche innen = 1,54 m²

Prüffläche = 2 Objekte x 3,28 m² = 6,56 m²

Die Raumgliederungswand hatten folgenden Regelaufbau:

- 1 mm Gewebe, flächenbezogene Masse 227 g/m², spezifischer Strömungswiderstand 166 Pa s/m
- 3 x 15 mm PET, Rohdichte 160 kg/m³
- 1 mm Gewebe, flächenbezogene Masse 227 g/m², spezifischer Strömungswiderstand 166 Pa s/m

Raum: Hallraum

Volumen: 199,60 m³

Prüfdatum: 09.08.2018

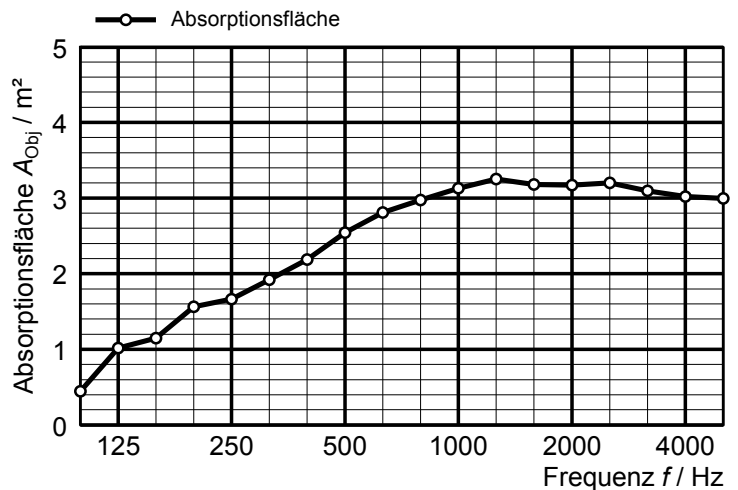
Absorptionsfläche je Prüfobjekt

Anzahl der Prüfobjekte: 2

Frequenz [Hz]	A _{Obj} Terz [m ²]
100	0,5
125	1,0
160	1,1
200	1,6
250	1,7
315	1,9
400	2,2
500	2,5
630	2,8
800	3,0
1000	3,1
1250	3,3
1600	3,2
2000	3,2
2500	3,2
3150	3,1
4000	3,0
5000	3,0

◦ Absorptionsfläche kleiner als 1,0 m²

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	25,9	53,3	95,2
Mit Probe	26,1	50,9	95,0



\\S-muc-fs01\allefirmen\MP\Proj\136M\136562\M136562_04_PBE_1D.docx : 12. 03. 2019

MÜLLER-BBM

Planegg, 29.11.2018

Prüfbericht Nr. M136562/4

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-Raumtrenner Sound Balance

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

Eine Raumgliederungswand bestand aus drei Teilsegmenten mit folgenden Abmessungen:

Höhe: 1400 mm

Teilsegment Mitte: Breite außen 440 mm, Breite innen 400 mm, Dicke 45 mm

Teilsegment rechts: Breite außen 400 mm, Breite innen 350 mm, Dicke 45 mm

Teilsegment links: Breite außen 400 mm, Breite innen 350 mm, Dicke 45 mm

Ansichtsfläche außen = 1,74 m²

Ansichtsfläche innen = 1,54 m²

Prüffläche = 2 Objekte x 3,28 m² = 6,56 m²

Die Raumgliederungswand hatten folgenden Regelaufbau:

- 1 mm Gewebe, flächenbezogene Masse 227 g/m², spezifischer Strömungswiderstand 166 Pa s/m
- 3 x 15 mm PET, Rohdichte 160 kg/m³
- 1 mm Gewebe, flächenbezogene Masse 227 g/m², spezifischer Strömungswiderstand 166 Pa s/m

Raum: Hallraum

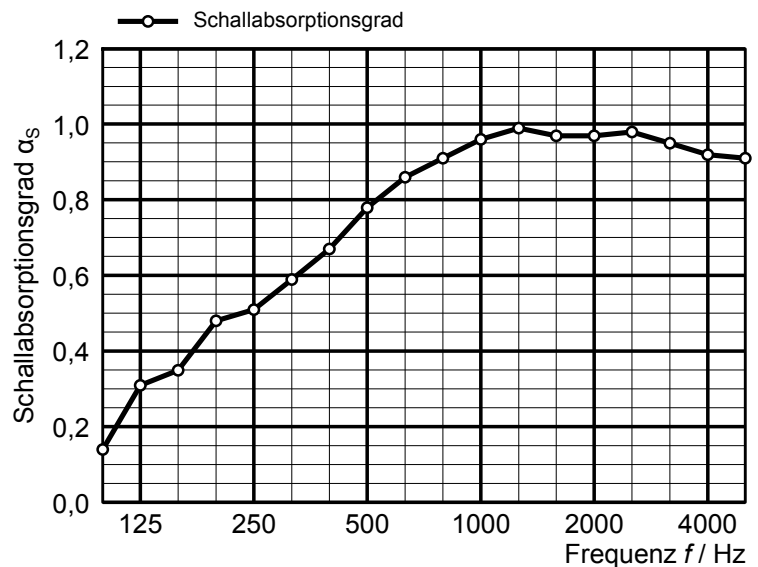
Volumen: 199,60 m³

Prüffläche: 6,56 m²

Prüfdatum: 09.08.2018

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	25,9	53,3	95,2
Mit Probe	26,1	50,9	95,0

Frequenz [Hz]	α_s Terz	α_p Oktave
100	◦ 0,14	0,25
125	0,31	
160	0,35	
200	0,48	0,55
250	0,51	
315	0,59	
400	0,67	0,75
500	0,78	
630	0,86	
800	0,91	0,95
1000	0,96	
1250	0,99	
1600	0,97	0,95
2000	0,97	
2500	0,98	
3150	0,95	0,95
4000	0,92	
5000	0,91	



◦ 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 $\alpha_w = 0,80$ (H) Schallabsorberklasse: B	Bewertung nach ASTM C423: Noise Reduction Coefficient NRC = 0,80 Sound Absorption Average SAA = 0,81
--	--

MÜLLER-BBM

Planegg, 29.11.2018

Prüfbericht Nr. M136562/4

Anhang B

Seite 1

Akustik-Raumtrenner Sound Balance der Fa. Sigel



Abbildung C.1. Anordnung der Raumgliederungswände im Hallraum.



Abbildung C.2. Ausführung der seitlichen Kanten.

Akustik-Raumtrenner 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 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} .

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_{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 $1,2 \text{ m} \times 2,4 \text{ m}$ 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.

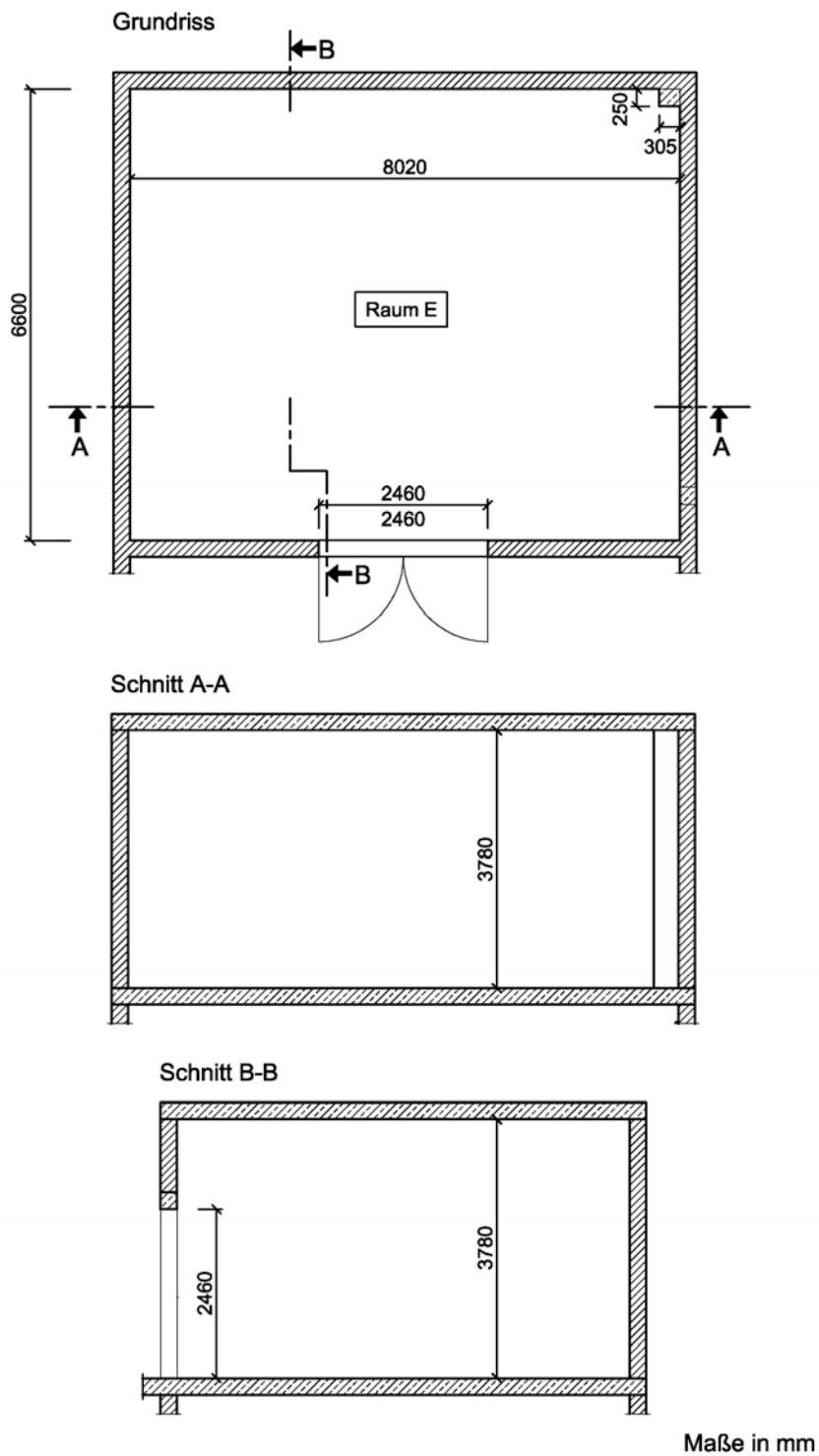


Abbildung D.1. Grundriss und Schnitte des Hallraums.

\\S-muc-fs01\allefirmen\MP\Proj\136\M136562\M136562_04_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	5,04	4,41
125	5,69	4,16
160	5,39	3,88
200	5,12	3,40
250	5,06	3,31
315	4,91	3,08
400	5,24	3,04
500	5,20	2,84
630	5,06	2,67
800	4,77	2,52
1000	4,96	2,51
1250	5,12	2,50
1600	5,09	2,52
2000	4,75	2,44
2500	4,15	2,26
3150	3,52	2,08
4000	2,86	1,84
5000	2,44	1,66

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