

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.-Ing. (FH) Dominik Reif
Telefon +49(89)85602 3566
Dominik.Reif@mbbm.com

12. Februar 2016
M122701/02 RFD/KEZ

Wandpaneele der Fa. Febrü

Prüfung der Schallabsorption im Hallraum nach DIN EN ISO 354

Prüfbericht Nr. M122701/02

Auftraggeber:	Febrü Büromöbel Produktions- & Vertriebs GmbH Im Babenbecker Feld 62 32051 Herford
Bearbeitet von:	Dipl.-Ing. (FH) Dominik Reif
Berichtsdatum:	12. Februar 2016
Lieferdatum der Prüfobjekte:	19. Januar 2016
Prüfdatum:	22. Januar 2016 25. Januar 2016
Berichtsumfang:	Insgesamt 14 Seiten, davon 7 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	Prüfaufbau und Prüfobjekte	4
4	Prüfverfahren	5
5	Auswertung	6
6	Messergebnisse	6
7	Anmerkungen	7

Anhang A: Prüfzeugnisse

Anhang B: Foto des Prüfaufbaus

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

1 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Fa. Febrü Büromöbel Produktions- & Vertriebs GmbH, Herford, war für Wandpaneele der Schallabsorptionsgrad 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 423-09a: Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method. Revision: 09a. 2009-10
- [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. 1993-05

3 Prüfaufbau und Prüfobjekte

3.1 Prüfobjekte

Das Prüfobjekt wurde aus sechs Einzelementen zusammengesetzt und in zwei verschiedenen Elementdicken geprüft. Das Prüfobjekt kann wie folgt beschrieben werden:

- Elementdicke: 19 mm bzw. 35 mm
- Abmessungen, gesamt $L \times B = 3.000 \text{ mm} \times 3.600 \text{ mm}$ zusammengesetzt aus:
 - einem Element mit $L \times B = 1.200 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$
 - einem Element mit $L \times B = 2.400 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$
 - zwei Elementen mit je. $L \times B = 1.200 \text{ mm} \times 1.200 \text{ mm}$
 - zwei Elementen mit je. $L \times B = 2.400 \text{ mm} \times 1.200 \text{ mm}$
- Aufbau der Elemente:
 - umlaufend stoffbespannter Rahmen aus Holzwerkstoff (Breite = 50 mm, Dicke = 19 mm bzw. 35 mm)
 - Füllung aus 15 mm bzw. 30 mm Basotect, der Fa. BASF
 - rückseitige Abdeckung mit 3 mm Lochplatte aus Holzwerkstoff (5 mm Rundlochung in geraden Reihen, Abstand 10 mm)
- Stoffbespannung aus 2,5 mm (CUZ31) Trevelyan (100 % Schurwolle),
Flächengewicht: 515 g/m^2 ,
Spezifischer Strömungswiderstand gemäß DIN EN 29053 [5]:
 $R_s = 506 \text{ Pa} \cdot \text{s/m}$

Die Angaben zu Abmessungen, Massen und dem Strömungswiderstand wurden durch die Prüfstelle an Stichproben ermittelt.

3.2 Prüfaufbau

Der Prüfaufbau erfolgte in Anlehnung an DIN EN ISO 354 [1], Abschnitt 6.2.1, in Montageart Typ E gemäß Anhang B. Der Aufbau des Prüfobjekts kann wie folgt beschrieben werden:

Aufbautyp E-25 (von oben nach unten):

- 2,5 mm Stoffbespannung aus Gewebetyp Trevelyan (CUZ31), 100 % Schurwolle, flächenbezogene Masse ca. 515 g/m², spezifischer Strömungswiderstand gemäß DIN EN 29053 $R_s = 506 \text{ Pa} \cdot \text{s/m}$
- 19/35 mm Holzrahmen aus Holzwerkstoff, darin: 15 bzw. 30 mm Basotect der Fa. BASF
- 3 mm Lochplatte aus Holzwerkstoff (5 mm Rundlochung in geraden Reihen, Abstand 10 mm)
- 25 mm Lufthohlraum, darin praxisübliche Wandaufhängung (Streifen aus Holzwerkstoff, lackiert)
- Hallraumboden

Die Prüfobjekte wurden von einem seitlich umlaufenden Umfassungsrahmen eingeschlossen. Der Umfassungsrahmen bestand aus 19 mm dicken beschichteten MDF-Platten. Die Fugen zwischen dem Prüfobjekt und dem Umfassungsrahmen sowie zwischen dem Umfassungsrahmen und dem Hallraumboden wurden mit Klebeband abgedichtet. Das Prüfobjekt wurde unmittelbar auf dem Hallraumboden angeordnet. Die Prüffläche hatte die Abmessung $L \times B = 3,0 \text{ m} \times 3,6 \text{ m} = 10,8 \text{ m}^2$ (exklusive Umfassungsrahmen).

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 423-09a [3] wurden folgende Kennwerte ermittelt:

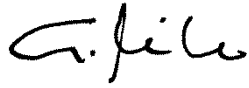
- Noise reduction coefficient *NRC* als Einzahlangabe:
Arithmetischer Mittelwert der Schallabsorptionsgrade in den vier Terzbändern 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz und 2000 Hz; Mittelwert auf 0,05 gerundet
- Sound absorption average *SAA* als Einzahlangabe:
Arithmetischer Mittelwert der Schallabsorptionsgrade 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 den Prüfzeugnissen im Anhang A, Seiten 1 und 2, zu entnehmen.

7 Anmerkungen

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



Dipl.-Ing. Gerhard Hilz
(Für den technischen Inhalt verantwortlich)



Dipl.-Ing. (FH) Dominik Reif

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: Febrü Büromöbel Produktions- und Vertriebs GmbH,
Im Babenbecker Feld 62, 32051 Herford

Prüfgegenstand: Wandpaneele der Fa. Febrü, Elementdicke: 19 mm

Angaben zum Aufbau des Prüfobjekts:

- Wandpaneele mit rückseitiger Wandaufhängung (25 mm Holzwerkstoffstreifen, lackiert)
- Elemente bestehend aus umlaufendem, stoffbespanntem Rahmen aus Holzwerkstoff (Breite: 50 mm, Dicke: 19 mm), darin: Füllung aus 15 mm Basotect
- Rückseitige Abdeckung: 3 mm Lochplatte aus Holzwerkstoff (5 mm Rundlochung in geraden Reihen)
- Elemente bespannt mit 2,5 mm Gewebe vom Typ "(CUZ31) Trevelyan" (100 % Schurwolle)

Prüfanordnung im Hallraum als flächiger Absorber (E-25):

(Aufbau von oben nach unten)

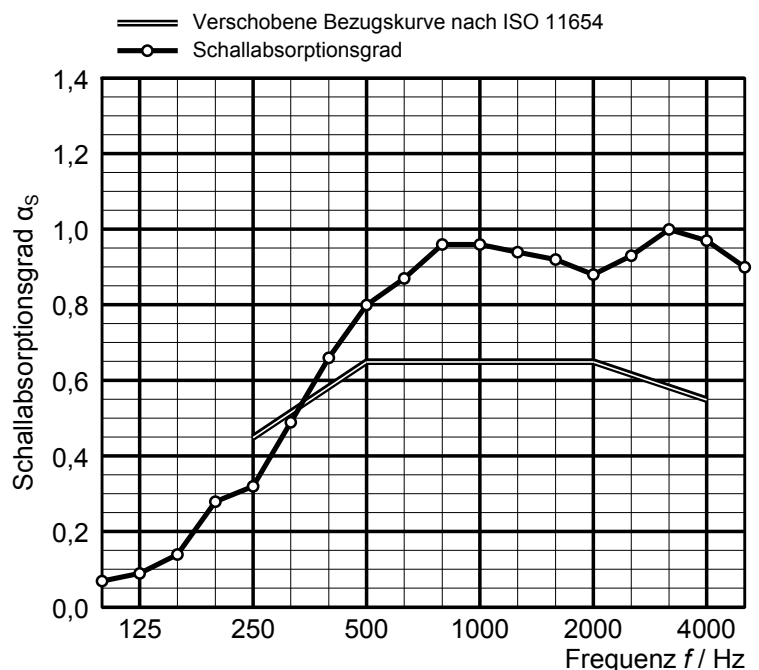
- 2,5 mm Gewebebespannung
- 19 mm Holzwerkstoffrahmen, darin:
 - 15 mm Basotect
 - 3 mm Lochplatte
- 25 mm Lufthohlraum, darin Wandaufhängung
- Hallraumboden

Das Prüfobjekt wurde mit der Wandaufhängung unmittelbar auf den Hallraumboden angeordnet und von einem seitlich umlaufenden Umfassungsrahmen eingeschlossen. Der Umfassungsrahmen bestand aus 19 mm dicken, beschichteten MDF-Platten. Die Fugen zwischen dem Prüfobjekt und dem Umfassungsrahmen sowie zwischen Umfassungsrahmen und Hallraumboden wurden mit Klebeband abgedichtet. Die Prüffläche hatte die Abmessung $L \times B = 3600 \text{ mm} \times 3000 \text{ mm}$ (exklusive Umfassungsrahmen) und wurde aus sechs Einzelelementen zusammengesetzt.

Raum: Hallraum E
Volumen: 199,60 m³
Prüffläche: 10,80 m²
Prüfdatum: 25.01.2016

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	18,7	36,9	96,5
Mit Probe	19,0	35,5	96,5

Frequenz [Hz]	α_s Terz	α_p Oktave
100	0,07	0,10
125	0,09	
160	0,14	
200	0,28	
250	0,32	0,35
315	0,49	
400	0,66	
500	0,80	0,80
630	0,87	
800	0,96	
1000	0,96	0,95
1250	0,94	
1600	0,92	
2000	0,88	0,90
2500	0,93	
3150	1,00	
4000	0,97	0,95
5000	0,90	



◦ 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 $\alpha_w = 0,65$ (MH) Schallabsorberklasse: C	Bewertung nach ASTM C423: Noise Reduction Coefficient NRC = 0,75 Sound Absorption Average SAA = 0,75
---	--

MÜLLER-BBM

Planegg, 12.02.2016
Prüfbericht Nr. M122701/2

Anhang A
Seite 1

Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

Auftraggeber: Febrü Büromöbel Produktions- und Vertriebs GmbH,
Im Babenbecker Feld 62, 32051 Herford

Prüfgegenstand: Wandpaneele der Fa. Febrü, Elementdicke: 35 mm

Angaben zum Aufbau des Prüfobjekts:

- Wandpaneele mit rückseitiger Wandaufhängung (25 mm Holzwerkstoffstreifen, lackiert)
- Elemente bestehend aus umlaufendem, stoffbespanntem Rahmen aus Holzwerkstoff (Breite: 50 mm, Dicke: 35 mm), darin: Füllung aus 30 mm Basotect
- Rückseitige Abdeckung: 3 mm Lochplatte aus Holzwerkstoff (5 mm Rundlochung in geraden Reihen)
- Elemente bespannt mit 2,5 mm Gewebe vom Typ "(CUZ31) Trevelyan" (100 % Schurwolle)

Prüfanordnung im Hallraum als flächiger Absorber (E-25):

(Aufbau von oben nach unten)

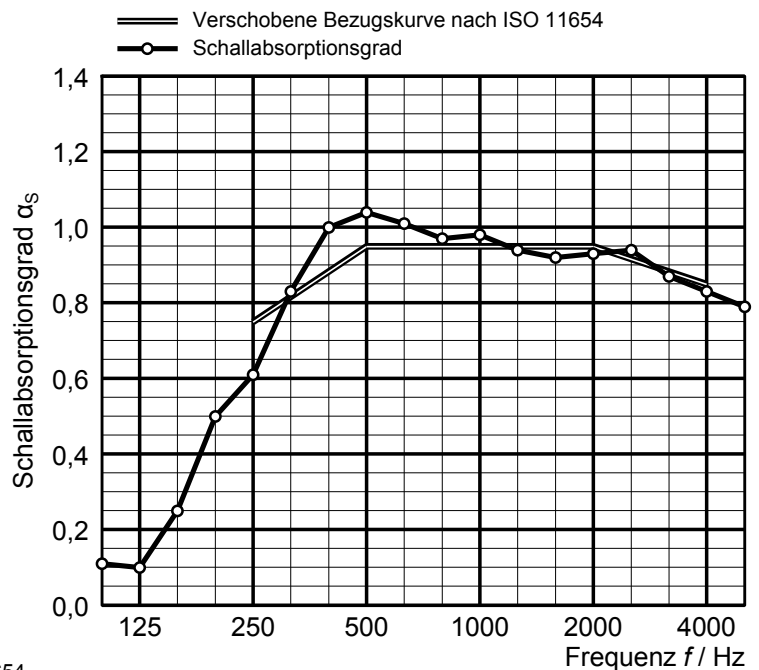
- 2,5 mm Gewebebespannung
- 35 mm Holzwerkstoffrahmen, darin:
 - 30 mm Basotect
 - 3 mm Lochplatte
- 25 mm Lufthohlraum, darin Wandaufhängung
- Hallraumboden

Das Prüfobjekt wurde mit der Wandaufhängung unmittelbar auf den Hallraumboden angeordnet und von einem seitlich umlaufenden Umfassungsrahmen eingeschlossen. Der Umfassungsrahmen bestand aus 19 mm dicken, beschichteten MDF-Platten. Die Fugen zwischen dem Prüfobjekt und dem Umfassungsrahmen sowie zwischen Umfassungsrahmen und Hallraumboden wurden mit Klebeband abgedichtet. Die Prüffläche hatte die Abmessung $L \times B = 3600 \text{ mm} \times 3000 \text{ mm}$ (exklusive Umfassungsrahmen) und wurde aus sechs Einzelelementen zusammengesetzt.

Raum: Hallraum E
Volumen: 199,60 m³
Prüffläche: 10,80 m²
Prüfdatum: 22.01.2016

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	18,6	41,6	96,3
Mit Probe	18,8	39,3	96,2

Frequenz [Hz]	α_s Terz	α_p Oktave
100	0,11	
125	0,10	0,15
160	0,25	
200	0,50	
250	0,61	0,65
315	0,83	
400	1,00	
500	1,04	1,00
630	1,01	
800	0,97	
1000	0,98	0,95
1250	0,94	
1600	0,92	
2000	0,93	0,95
2500	0,94	
3150	0,87	
4000	0,83	0,85
5000	0,79	



α_s Schallabsorptionsgrad nach ISO 354
 α_p Praktischer Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654

Bewertung nach ISO 11654: Bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w = 0,95$ Schallabsorberklasse: A	Bewertung nach ASTM C423: Noise Reduction Coefficient NRC = 0,90 Sound Absorption Average SAA = 0,89
--	--

Wandpaneele der Fa. Febrü



Abbildung B.1. Prüfaufbau des Wandpaneeles als flächiger Absorber im Hallraum.

Angaben zum Prüfverfahren zur Ermittlung der Schallabsorption im Hallraum

1 Messgröße Schallabsorptionsgrad

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 [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 $V = 199,6 m^3$ und eine Raumbofläche 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.

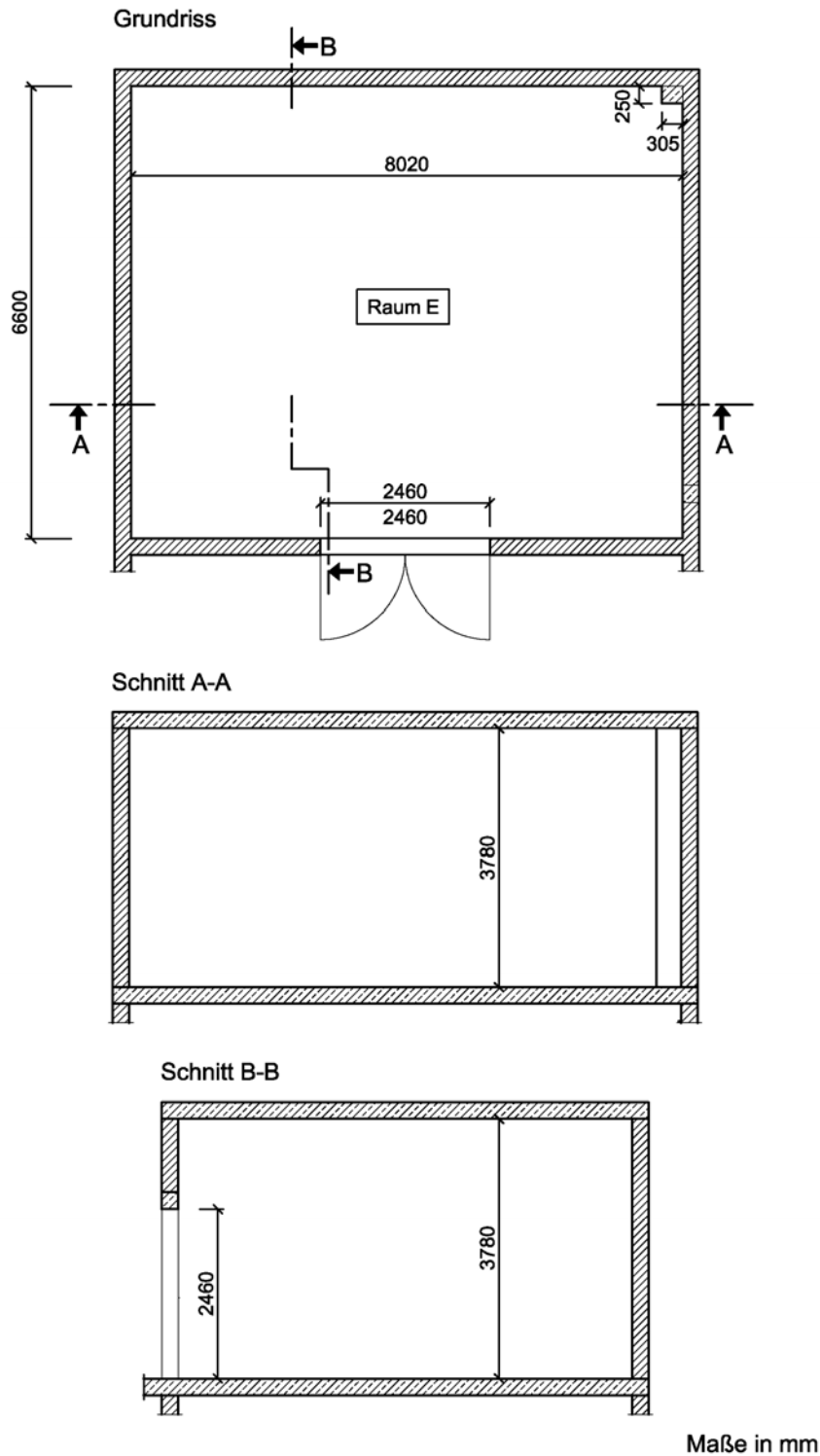


Abbildung C.1. Grundriss und Schnitte des Hallraums.

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)	T_1 (ohne Prüfobjekt)	T_2 (mit Prüfobjekt)
	Anhang A Seiten 1	Anhang A Seite 1	Anhang A Seiten 2	Anhang A Seite 2
100	4,73	4,29	4,67	3,98
125	4,94	4,32	4,57	3,94
160	5,22	4,18	5,06	3,55
200	5,33	3,55	5,29	2,81
250	5,02	3,26	5,11	2,51
315	5,05	2,77	5,07	2,10
400	5,33	2,44	5,33	1,92
500	5,42	2,21	5,42	1,87
630	5,14	2,05	5,17	1,88
800	5,04	1,93	5,02	1,91
1000	5,21	1,95	5,22	1,93
1250	5,32	1,99	5,38	1,99
1600	5,16	1,98	5,26	2,01
2000	4,61	1,95	4,77	1,91
2500	3,88	1,75	4,00	1,76
3150	3,05	1,50	3,20	1,64
4000	2,31	1,31	2,45	1,44
5000	1,70	1,11	1,82	1,21

2.3 Prüfmittelverzeichnis

In Tabelle C.2 sind die verwendeten Prüfmittel aufgeführt.

Tabelle C.2. Prüfmittel.

Bezeichnung	Hersteller	Typ	Serien-Nr.
AD-/DA-Wandler	RME	Multiface II	23556871
Verstärker	APart	Champ 2	09050048
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
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 1.8