

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) Eva Wassermann
Telefon +49(89)85602 3206
Eva.Mueller@mbbm.com

25. Januar 2017
M123261/01 WSR/STEG

SWISSCLIC PANEL-A elegant

Prüfung der Schallabsorption im
Hallraum gemäß DIN EN ISO 354

Prüfbericht Nr. M123261/01

Auftraggeber:	SWISS KRONO AG Willisauerstrasse 37 6122 Menznau SCHWEIZ
Bearbeitet von:	Elmar Schröder
Berichtsdatum:	25.01.2017
Lieferdatum der Prüfobjekte:	19.12.2016
Prüfdatum:	10.01.2017 16.01.2017 18.01.2017
Berichtsumfang:	Insgesamt 16 Seiten, davon 6 Seiten Textteil, 3 Seiten Anhang A, 3 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	Prüfaufbau und Prüfobjekt	3
4	Prüfverfahren	4
5	Auswertung	4
6	Messergebnisse	5
7	Anmerkungen	6

Anhang A: Prüfzeugnisse

Anhang B: Fotos

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

1 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Swiss Krono AG in 6122 Menznau, Schweiz, war die Schallabsorption des SWISSCLIC PANEL-A elegant in unterschiedlichen Aufbauhöhen 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

3 Prüfaufbau und Prüfobjekt

Der Prüfaufbau erfolgte nach DIN EN ISO 354 [1], Abschnitt 6.2.1 in Montageart Typ E-50, E-100 und E-200 gemäß Anhang B.

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

Die Akustikplatte wurde mit drei unterschiedlichen Hohlraumtiefen (Abstand zum Hallraumboden) geprüft. Der Aufbau war jeweils wie folgt (von oben nach unten):

- 8,0 mm geschlitzte, beschichtete HDF-Platte
Nutmuster: elegant
- 11,0 mm Absorber E verklebt mit HDF-Platte
- Lufthohlraum in Abhängigkeit von der Gesamtaufbauhöhe:
Typ E-50: 31 mm
Typ E-100: 81 mm
Typ E-200: 181 mm
- Hallraumboden

Die Prüffläche wurde aus vier Platten mit den Abmessungen Länge x Breite = 1,80 m x 1,50 m erstellt.

Die Prüffläche hatte die Abmessungen Länge x Breite = 3,60 m x 3,00 m = 3,60 m² exklusive Umfassungsrahmen.

Das Prüfobjekt wurde von einem seitlich umlaufenden Umfassungsrahmen eingeschlossen.

Der Umfassungsrahmen bestand aus 19 mm dicken, beschichteten MDF-Platten.

Die Fugen zwischen dem Umfassungsrahmen und dem Hallraumboden wurden mit Klebeband abgedichtet.

Die Fugen zwischen dem Prüfobjekt und dem Umfassungsrahmen sowie zwischen dem Umfassungsrahmen und dem Hallraumboden wurden mit Klebeband abgedichtet.

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 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

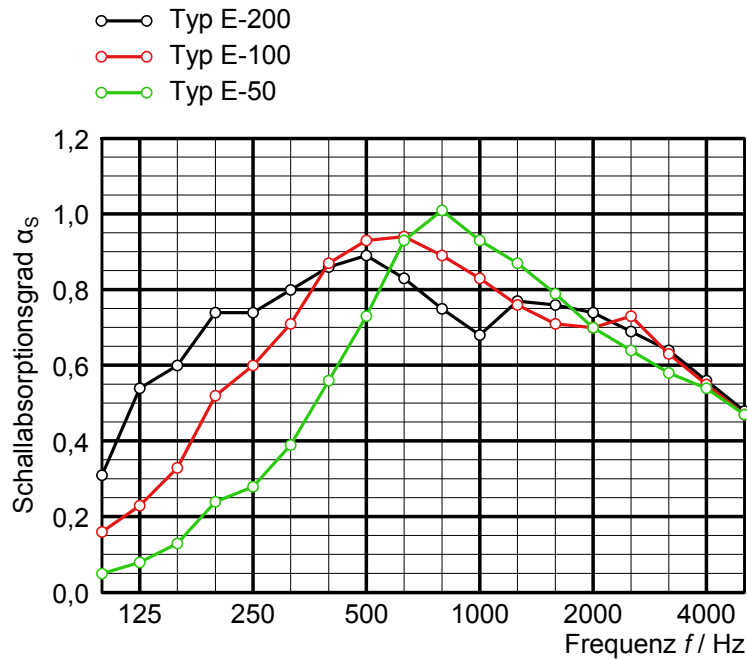
- sound absorption average *SAA* als Einzahlangabe:

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 Einzulangaben (α_w , NRC und SAA) sind den Prüfzeugnissen in Anhang A zu entnehmen.

In Abbildung 1 sind die Schallabsorptionsgrade α_s für die unterschiedlichen Aufbauhöhen vergleichend dargestellt:

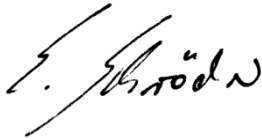


Bau4(v1,10,0,0) - R:\BAU\PruefstBau4Data\123\123261\2017-01-10\123261_2017-01-10_1.pb4: 27.01.2017

Abbildung 1. Schallabsorptionsgrad SWISSCLIC PANEL-A elegant.

7 Anmerkungen

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



Dipl.-Phys. Elmar Schröder
(Projektverantwortlicher)

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: SWISS KRONO AG
6122 Menznau/Schweiz

Prüfgegenstand: SWISSCLIC PANEL-A elegant
Aufbau E-200

Aufbau (von oben nach unten):

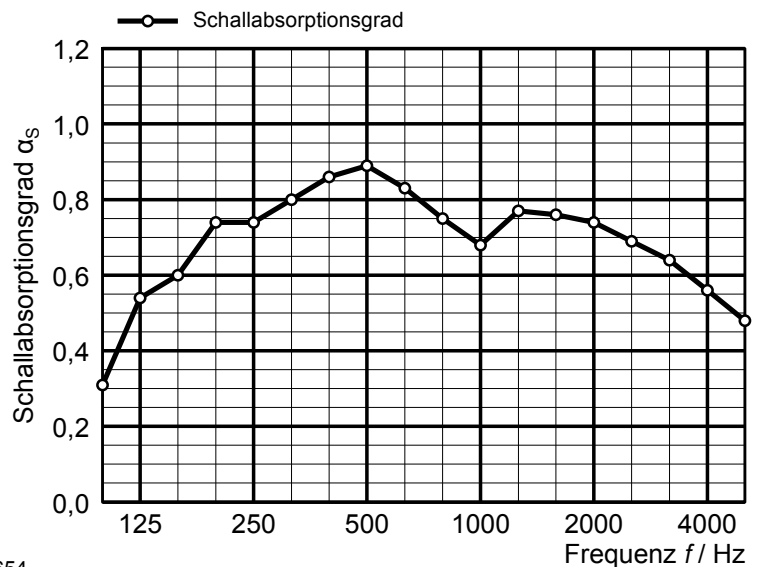
- 8,0 mm geschlitzte, beschichtete HDF-Platte
Nutmuster: elegant
- 11,0 mm Absorber E verklebt mit HDF-Platte
- 181 mm Lufthohlraum
- Hallraumboden

Aufbau aus vier Platten: Länge x Breite = 1,80 m x 1,50 m
Prüffläche: Länge x Breite = 3,60 m x 3,00 m

Raum: Hallraum
Volumen: 199,60 m³
Prüffläche: 10,80 m²
Prüfdatum: 10.01.2017

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	17,9	34,3	94,6
Mit Probe	17,9	34,1	94,4

Frequenz [Hz]	α_s Terz	α_p Oktave
100	0,31	
125	0,54	0,50
160	0,60	
200	0,74	
250	0,74	0,75
315	0,80	
400	0,86	
500	0,89	0,85
630	0,83	
800	0,75	
1000	0,68	0,75
1250	0,77	
1600	0,76	
2000	0,74	0,75
2500	0,69	
3150	0,64	
4000	0,56	0,55
5000	0,48	



α_s Schallabsorptionsgrad nach ISO 354
 α_p Praktischer Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654

Bewertung nach ISO 11654: Bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w = 0,75$ Schallabsorberklasse: C	Bewertung nach ASTM C423: Noise Reduction Coefficient NRC = 0,75 Sound Absorption Average SAA = 0,77
--	--

MÜLLER-BBM

Planegg, 26.01.2017
Prüfbericht Nr. M123261/1

Anhang A
Seite 1

Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

Auftraggeber: SWISS KRONO AG
6122 Menznau/Schweiz

Prüfgegenstand: SWISSCLIC PANEL-A elegant
Aufbau E-100

Aufbau (von oben nach unten):

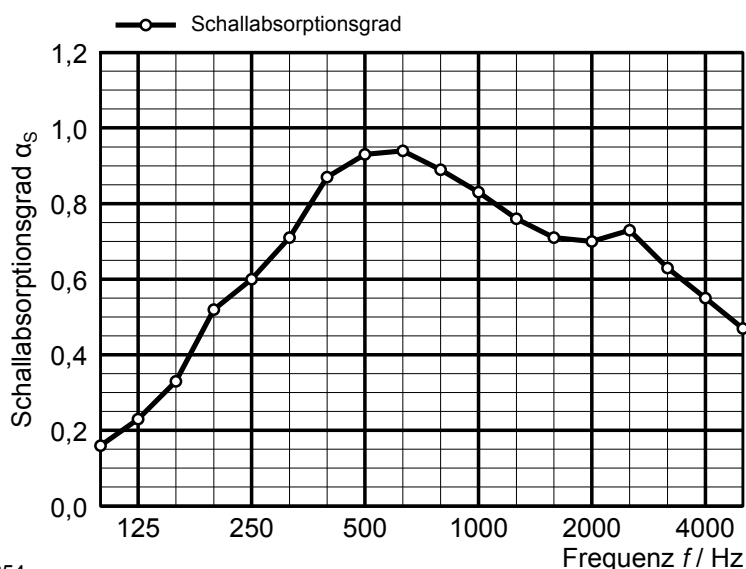
- 8,0 mm geschlitzte, beschichtete HDF-Platte
Nutmuster: elegant
- 11,0 mm Absorber E verklebt mit HDF-Platte
- 81 mm Lufthohlraum
- Hallraumboden

Aufbau aus vier Platten: Länge x Breite = 1,80 m x 1,50 m
Prüffläche: Länge x Breite = 3,60 m x 3,00 m

Raum: Hallraum
Volumen: 199,60 m³
Prüffläche: 10,80 m²
Prüfdatum: 16.01.2017

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	17,4	45,1	96,6
Mit Probe	19,0	44,4	95,6

Frequenz [Hz]	α_s Terz	α_p Oktave
100	0,16	
125	0,23	0,25
160	0,33	
200	0,52	
250	0,60	0,60
315	0,71	
400	0,87	
500	0,93	0,90
630	0,94	
800	0,89	
1000	0,83	0,85
1250	0,76	
1600	0,71	
2000	0,70	0,70
2500	0,73	
3150	0,63	
4000	0,55	0,55
5000	0,47	



α_s Schallabsorptionsgrad nach ISO 354
 α_p Praktischer Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654

Bewertung nach ISO 11654: Bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w = 0,70$ Schallabsorberklasse: C	Bewertung nach ASTM C423: Noise Reduction Coefficient NRC = 0,75 Sound Absorption Average SAA = 0,77
--	--

Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

Auftraggeber: SWISS KRONO AG
6122 Menznau/Schweiz

Prüfgegenstand: SWISSCLIC PANEL-A elegant
Aufbau E-50

Aufbau (von oben nach unten):

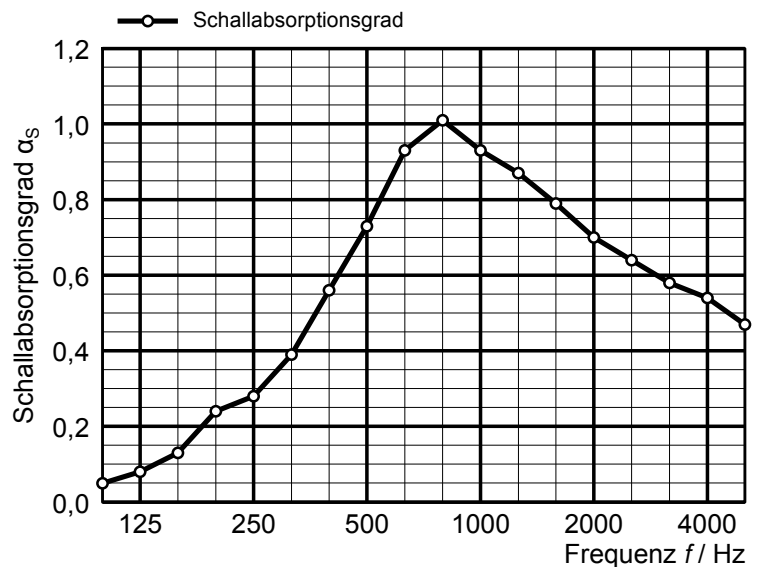
- 8,0 mm geschlitzte, beschichtete HDF-Platte
Nutmuster: elegant
- 11,0 mm Absorber E verklebt mit HDF-Platte
- 31 mm Lufthohlraum
- Hallraumboden

Aufbau aus vier Platten: Länge x Breite = 1,80 m x 1,50 m
Prüffläche: Länge x Breite = 3,60 m x 3,00 m

Raum: Hallraum
Volumen: 199,60 m³
Prüffläche: 10,80 m²
Prüfdatum: 18.01.2017

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	17,4	45,1	96,6
Mit Probe	19,0	45,9	95,6

Frequenz [Hz]	α_s Terz	α_p Oktave
100	0,05	
125	0,08	0,10
160	0,13	
200	0,24	
250	0,28	0,30
315	0,39	
400	0,56	
500	0,73	0,75
630	0,93	
800	1,01	
1000	0,93	0,95
1250	0,87	
1600	0,79	
2000	0,70	0,70
2500	0,64	
3150	0,58	
4000	0,54	0,55
5000	0,47	



◦ 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 $\alpha_w = 0,60$ (M) Schallabsorberklasse: C	Bewertung nach ASTM C423: Noise Reduction Coefficient NRC = 0,65 Sound Absorption Average SAA = 0,67
--	--

MÜLLER-BBM

Planegg, 26.01.2017
Prüfbericht Nr. M123261/1

Anhang A
Seite 3

SWISSCLIC PANEL-A elegant



Abbildung B.1. Prüfaufbau E-200.



Abbildung B.2. Prüfaufbau E-100.

S:\imp\proj\123\m123261\m123261_01_pbe_1d.DOCX : 11. 04. 2017



Abbildung B.3. Prüfaufbau E-50.



Abbildung B.4. Detailansicht der Oberfläche.



Abbildung B.5. Untersicht des Prüfaufbaus mit rückseitig aufgeklebter Holzfaserverplatte.

Angaben zum Prüfverfahren zur Ermittlung der Schallabsorption im Hallraum

1 Messgröße 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} .

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 $V = 199,6 \text{ m}^3$ 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 C.1 sind Zeichnungen des Hallraums dargestellt.

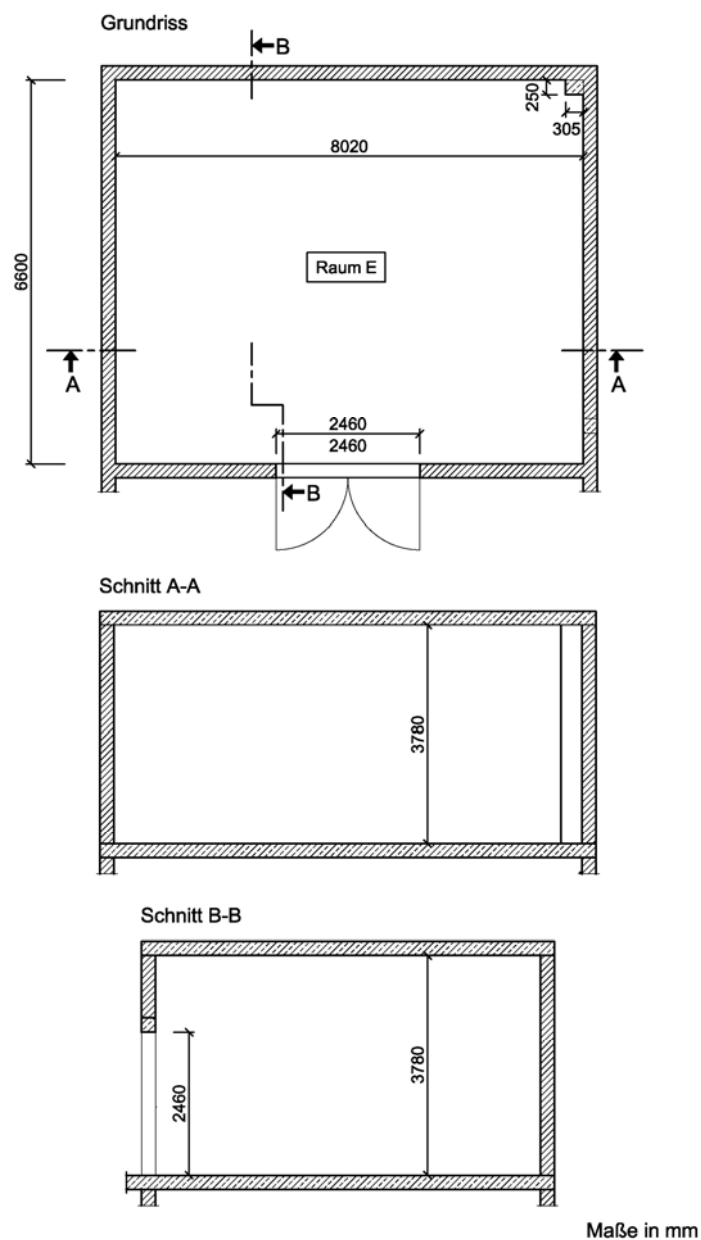


Abbildung C.1. Grundriss und Schnitte des Hallraums.

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)		
	Anhang A Seite 1	Anhang A Seiten 2 und 3	Anhang A Seite 1	Anhang A Seite 2	Anhang A Seite 3
100	5,10	5,02	3,32	3,93	4,62
125	5,21	5,02	2,67	3,60	4,41
160	5,51	5,45	2,61	3,39	4,38
200	5,29	5,24	2,29	2,74	3,69
250	5,15	5,07	2,27	2,50	3,43
315	5,05	4,97	2,15	2,27	2,99
400	5,45	5,35	2,12	2,09	2,65
500	5,62	5,51	2,10	2,02	2,34
630	5,45	5,40	2,17	2,00	2,01
800	5,19	5,09	2,26	2,01	1,87
1000	5,35	5,33	2,41	2,14	2,00
1250	5,41	5,45	2,26	2,28	2,10
1600	5,07	5,22	2,21	2,32	2,19
2000	4,54	4,77	2,13	2,26	2,26
2500	3,65	3,95	1,97	2,02	2,16
3150	2,83	3,11	1,76	1,90	1,97
4000	2,12	2,37	1,51	1,67	1,70
5000	1,63	1,84	1,29	1,46	1,48

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	Multiface II	23556871
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	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 1.10