MÜLLER-BBM

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

30. Oktober 2019
M152094/02 Version 1 RFD/STY

Raumteiler aus drei Baffelelementen der OKA Büromöbel GmbH & Co. KG

Prüfung der Schallabsorption im Hallraum nach DIN EN ISO 354

Prüfbericht Nr. M152094/02

Auftraggeber:	OKA Büromöbel GmbH & Co. KG Eibauer Straße 1 – 5 02727 Neugersdorf Deutschland
Bearbeitet von:	Dipl.-Ing. (FH) Dominik Reif
Berichtsdatum:	30. Oktober 2019
Lieferdatum der Prüfobjekte:	15. Oktober 2019
Prüfdatum:	17. Oktober 2019
Berichtsumfang:	Insgesamt 15 Seiten, davon 7 Seiten Textteil, 2 Seiten 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

\\S-MUC-FS01\ALLEFIRMEN\M\PROJ\152\M152094\M152094_02_PBE_1D.DOCX : 00. 00. 0000

Inhaltsverzeichnis

1	**Aufgabenstellung**	**3**
2	**Grundlagen**	**3**
3	**Prüfaufbau und Prüfobjekte**	**3**
4	**Prüfverfahren**	**5**
5	**Auswertung**	**5**
6	**Messergebnisse**	**6**
7	**Anmerkungen**	**7**

Anhang A: Prüfzeugnisse

Anhang B: Fotos der Prüfaufbauten

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

1 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Fa. OKA Büromöbel GmbH & Co. KG, Eibauer Straße 1 – 5, 02727 Neugersdorf, war für zwei verschiedene Raumteiler aus jeweils drei Baffelelementen die äquivalente Schallabsorptionsfläche 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. Dezember 2003

[2] DIN EN ISO 11654: Akustik – Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden – Bewertung der Schallabsorption. Juli 1997

[3] ISO 9613-1: Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 1: calculation of the absorption of sound by the atmosphere. June 1993

[4] ISO 20189: Acoustics – Screens, furniture and single objects intended for interior use – Rating of sound absorption and sound reduction of elements based on laboratory measurements. November 2018

[5] E DIN EN ISO 12999-2 (Normentwurf): Akustik – Bestimmung und Anwendung der Messunsicherheiten in der Bauakustik – Teil 2: Schalldämpfung. 2019-08. Deutsche Fassung prEN ISO 12999-2:2019

3 Prüfaufbau und Prüfobjekte

3.1 Prüfobjekt

Es wurden zwei Raumteiler zur Prüfung in den Hallraum eingebracht. Die Raumteiler waren jeweils aus drei Baffelelementen zusammengesetzt, welche wiederum aus zwei Einzelpaneelen bestanden. Die einzelnen Baffelelemente können wie folgt beschrieben werden:

Bezeichnung:	Baffelelement (Dicke *d* = 47 mm) der Fa. OKA Büromöbel GmbH
Abmessung/Masse:	**Messung 1 (Anhang A, Seite 1)**: *H* x *B* = 400 mm x 1800 mm, (Masse *m* ca. 4,8 kg) bzw. **Messung 2 (Anhang A, Seite 2):** *H* x *B* = 600 mm x 1800 mm, (Masse *m* ca. 7,0 kg)
Aufbau:	18 mm PET-Material (ca. 3000 g/m²) mit ca. 1 mm Stoffbezug. Der Stoff war über die gefasten Kanten des PET-Materials gespannt und ca. 25 mm auf der Rückseite weitergeführt. Jeweils zwei Einzelpaneele wurden mit Hilfe von sechs Klettverbindern punktuell verbunden und zu einem Baffelelement zusammengesetzt.

Für das Gesamtelement der geprüften Raumteiler, zusammengesetzt aus jeweils drei Baffelelementen, ergaben sich die Abmessung zu *H* x *B* x *T* =
2600 mm x 1800 mm x 47 mm. Der lichte Abstand zwischen den Raumteilern und dem Hallraumboden betrug für alle Messungen 600 mm. Je nach Höhe der einzelnen Baffelelemente ergab sich ein vertikaler Abstand zwischen den Baffelelementen von 400 mm (Messung 1) bzw. 100 mm (Messung 2).

Die Angaben zu Abmessungen und Massen wurden durch die Prüfstelle an Stichproben ermittelt. Typ und Spezifikation des Stoffbezuges und des PET-Materials sind der Prüfstelle bekannt.

3.2 Prüfaufbau

Der Prüfaufbau erfolgte nach DIN EN ISO 354 [1], Abschnitt 6.2.2, als Einzelobjekt.

In der DIN EN ISO 354 [1] sind jedoch keine Angaben zum Aufbau von Raumteilern zur Bestimmung des Schallabsorptionsgrades enthalten. Ersatzweise wurden daher die Vorgaben der ISO 20189 [4] zum Aufbau von hängenden flachen Elementen (Aufbautyp V.2) berücksichtigt.

Es wurden zwei Raumteiler jeweils zusammengesetzt aus drei Baffelelementen entsprechend dem praxisgerechten Aufbau vertikal untereinander von der Decke des Hallraumes abgependelt. Die Befestigung erfolgte mit der durch den Hersteller bereitgestellten systemüblichen Abhängekonstruktion (Stahlseile mit Befestigungsbeschlägen). Die Prüfung erfolgte mit einem Mindestabstand von > 2 m zwischen den einzelnen Raumteilern.

Aufgrund der Abmessungen der Prüfobjekte konnten die Vorgaben der DIN EN ISO 354 [1] und der ISO 20189 [4] zu Mindestabständen von > 1 m zu anderen Objekten (im vorliegenden Fall Diffusoren) und zur Einhaltung einer minimalen äquivalenten Schallabsorptionsfläche von ≥ 1 m² (Messung 1) bzw. einer maximalen äquivalenten Schallabsorptionsfläche von ≤ 12 m² (Messung 2) nicht durchgängig eingehalten werden.

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

Im 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

5.1 Äquivalente Schallabsorptionsfläche

Es wurde die äquivalente Absorptionsfläche je Raumteiler A_{obj} zwischen 100 Hz und 5000 Hz gemäß DIN EN ISO 354 [1] bestimmt.

5.2 Objektbezogener Schallabsorptionsgrad

Gemäß DIN EN ISO 354 [1] kann nur die äquivalente Absorptionsfläche je Raumteiler angegeben werden. Die Angabe eines Schallabsorptionsgrades ist nicht normgemäß, da in DIN EN ISO 354 [1] keine Definition der anzusetzenden Prüffläche von Raumteilern angegeben wird.

Ersatzweise werden zu Vergleichszwecken mit existierenden Prüfzeugnissen die objektbezogenen Schallabsorptionsgrade α_{Obj} nach ISO 20189:2018 [4] angegeben.

Zur Ermittlung des objektbezogenen Schallabsorptionsgrades α_{Obj} wurde als Prüffläche die Fläche eines gedachten Quaders um den Aufbau (inkl. Bodenabstand) des Raumteilers mit S = 2 x Ansichtsfläche + 2 x Fläche der horizontalen Projektion + 2 x Fläche der vertikalen Projektion
= 2 x 2,600 m x 1,800 m + 2 x 2,600 m x 0,047 m + 2 x 2,600 m x 1,800 m
= 9,77 m² verwendet. Dieser Ansatz entspricht den Vorgaben der ISO 20189 [4].

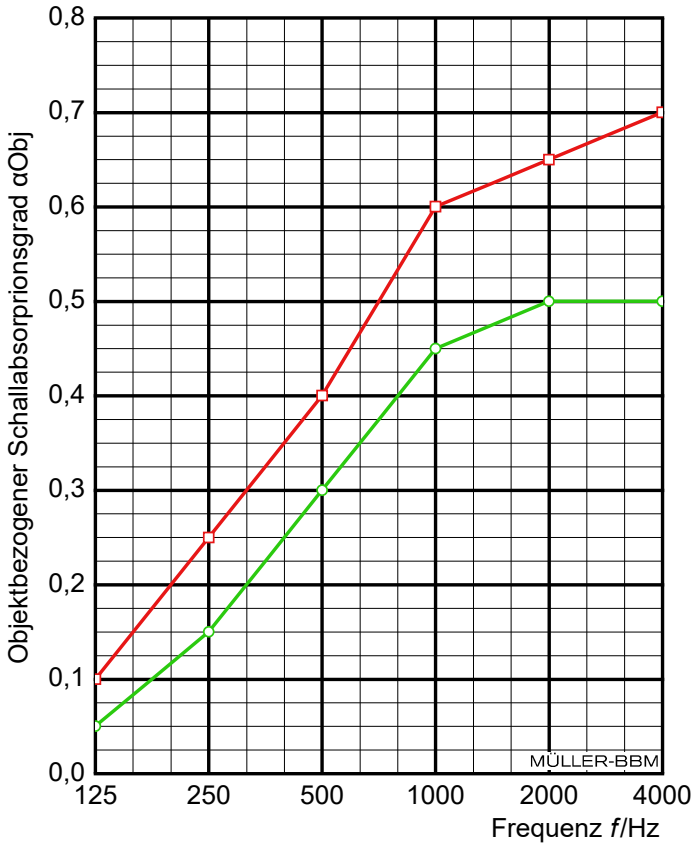
6 Messergebnisse

6.1 Äquivalente Absorptionsfläche je Raumteiler

Die äquivalenten Absorptionsflächen je Raumteiler A_{obj} sind den Prüfzeugnissen in Anhang A, Seiten 1 und 2, zu entnehmen.

6.2 Objektbezogener Schallabsorptionsgrad

Die objektbezogenen Schallabsorptionsgrade α_{Obj} in Oktaven nach ISO 20189 [4] sind der folgenden Abbildung 1 zu entnehmen.



0,05	0,15	0,30	0,45	0,50	0,50
0,10	0,25	0,40	0,60	0,65	0,70

Messung 1: Raumteiler aus drei Elementen 1800 mm x 400 mm - Anhang A, Seite 1

Messung 2: Raumteiler aus drei Elementen 1800 mm x 600 mm - Anhang A, Seite 2

Abbildung 1: Objektbezogener Schallabsorptionsgrad α_{Obj} der geprüften Raumteiler.

7 Anmerkungen

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

M.Eng. Philipp Meistring
(Für den technischen Inhalt verantwortlich)

Dipl.-Ing. (FH) Dominik Reif
(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.

DAkkS
Deutsche Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-07-00

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: OKA Büromöbel GmbH & Co. KG, Eibauer Str. 1 - 5, 02727 Neugersdorf

Prüfgegenstand: Raumteiler aus drei Baffelelementen (1800 x 400)

Prüfobjekt:
Raumteiler aus drei Baffelelementen (je *L* x *B* = 1800 mm x 400) der Fa. OKA,
Jedes Baffelelement zusammengesetzt aus zwei Einzelpaneelen, bestehend aus 18 mm PET-Material (ca. 3000 g/m²) mit Stoffbezug, punktuell verbunden über sechs Klettverbinder, Gesamtdicke der Baffel ca. 47 mm.

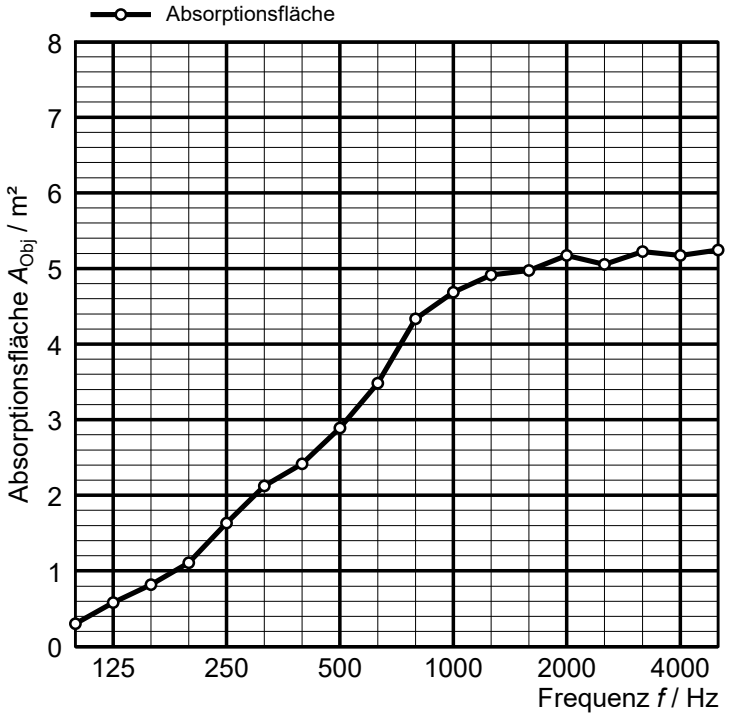
Prüfaufbau:
Es wurden zwei Raumteiler in den Hallraum eingebracht. Die Prüfobjekte wurden aus je drei Baffelelementen (ca. *m* = 4,8 kg) zusammengesetzt.
Vertikaler Abstand zwischen den Baffelelementen: 400 mm.
Die Raumteiler wurden über die systemübliche Abhangkonstruktion (zwei Stahlseile mit Befestigungsbeschlägen) von der Decke abgependelt. Der Abstand des Raumteiler zum Hallraumboden betrug 600 mm. Der Abstand zwischen den beiden Raumteilern im Hallraum war > 2 m.

Raum: Hallraum E
Volumen: 199,60 m³
Prüfdatum: 17.10.2019
Absorptionsfläche je Prüfobjekt
Anzahl der Prüfobjekte: 2

	θ [°C]	*r. h.* [%]	*B* [kPa]
Ohne Probe	20,5	43,3	94,9
Mit Probe	20,3	43,9	95,0

Frequenz [Hz]	A_{Obj} Terz [m²]
100	◦ 0,3
125	0,6
160	0,8
200	1,1
250	1,6
315	2,1
400	2,4
500	2,9
630	3,5
800	4,3
1000	4,7
1250	4,9
1600	5,0
2000	5,2
2500	5,1
3150	5,2
4000	5,2
5000	5,3

◦ Absorptionsfläche kleiner als 1,0 m²



Absorptionsfläche nach ISO 354

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

Auftraggeber: OKA Büromöbel GmbH & Co. KG, Eibauer Str. 1 - 5, 02727 Neugersdorf

Prüfgegenstand: Raumteiler aus drei Baffelelementen (1800 x 600)

Prüfobjekt:
Raumteiler aus drei Baffelelementen (je *L* x *B* = 1800 mm x 600) der Fa. OKA,
Jedes Baffelelement zusammengesetzt aus zwei Einzelpaneelen, bestehend aus 18 mm PET-Material (ca. 3000 g/m²) mit Stoffbezug, punktuell verbunden über sechs Klettverbinder, Gesamtdicke der Baffel ca. 47 mm.

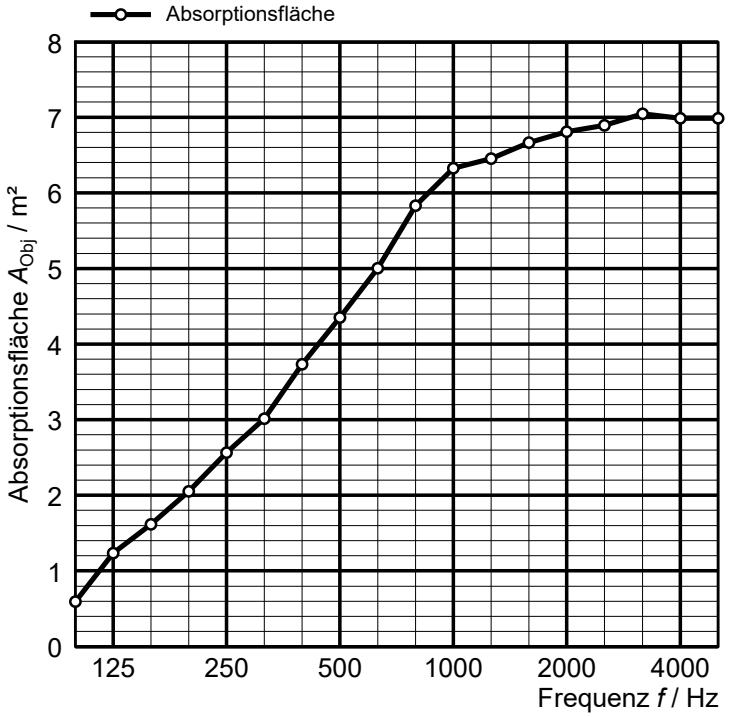
Prüfaufbau:
Es wurden zwei Raumteiler in den Hallraum eingebracht. Die Prüfobjekte wurden aus je drei Baffelelementen (ca. *m* = 7,0 kg) zusammengesetzt.
Vertikaler Abstand zwischen den Baffelelementen: 100 mm.
Die Raumteiler wurden über die systemübliche Abhangkonstruktion (zwei Stahlseile mit Befestigungsbeschlägen) von der Decke abgependelt. Der Abstand des Raumteiler zum Hallraumboden betrug 600 mm. Der Abstand zwischen den beiden Raumteilern im Hallraum war > 2 m.

Raum: Hallraum E
Volumen: 199,60 m³
Prüfdatum: 17.10.2019
Absorptionsfläche je Prüfobjekt
Anzahl der Prüfobjekte: 2

	θ [°C]	*r. h.* [%]	*B* [kPa]
Ohne Probe	20,5	43,3	94,9
Mit Probe	20,5	42,9	94,9

Frequenz [Hz]	A_{Obj} Terz [m²]
100	0,6
125	1,2
160	1,6
200	2,1
250	2,6
315	3,0
400	3,7
500	4,4
630	5,0
800	5,8
1000	• 6,3
1250	• 6,5
1600	• 6,7
2000	• 6,8
2500	• 6,9
3150	• 7,0
4000	• 7,0
5000	• 7,0

• Absorptionsfläche größer als 12,0 m²



Prüfaufbau Raumteiler der OKA Büromöbel GmbH

Abbildung B.1. Raumteiler (1800 mm x 400 mm Elemente) im Hallraum (Ansicht von schräg unten).

Abbildung B.2. Raumteiler (1800 mm x 400 mm Elemente) im Hallraum (diagonale Ansicht).

Prüfaufbau Raumteiler der OKA Büromöbel GmbH

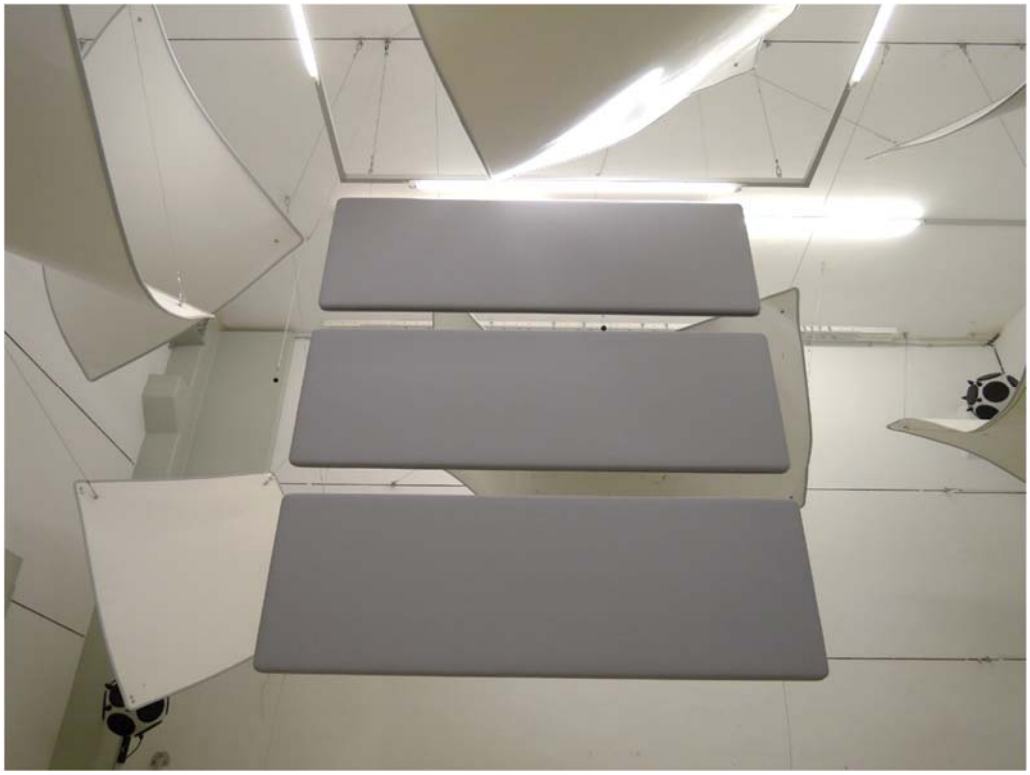


Abbildung B.3. Raumteiler (1800 mm x 600 mm Elemente) im Hallraum (Ansicht von schräg unten).

Abbildung B.4. Raumteiler (1800 mm x 600 mm Elemente) im Hallraum (diagonale Ansicht).

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:

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

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

Dabei sind:

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 [3]. 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] und E DIN EN ISO 12999-2 [5] 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 Raumoberfläche 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.

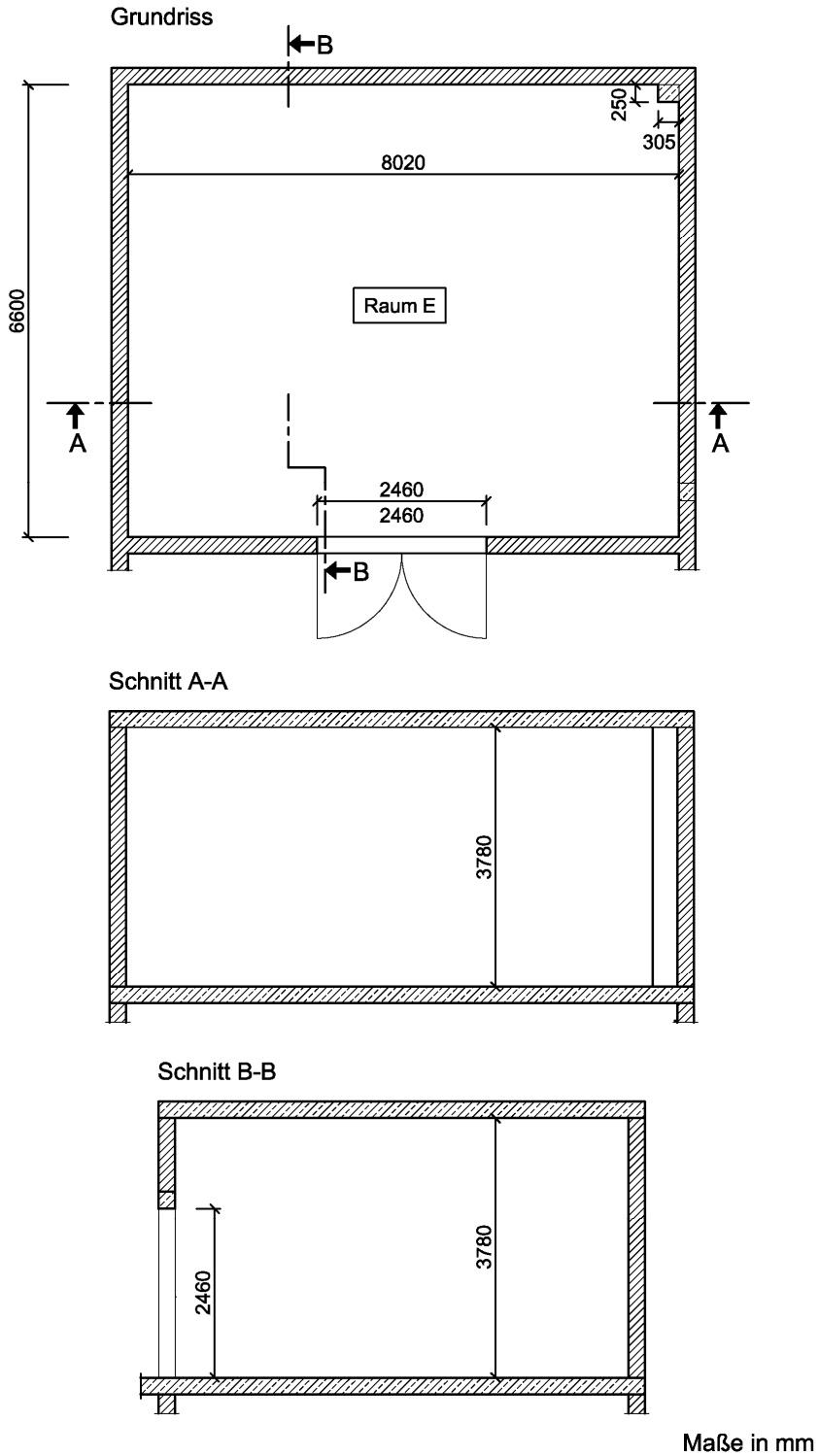


Abbildung C.1. Grundriss und Schnitte des Hallraums.

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 Prüfobjekt.

Frequenz *f* / Hz	**Nachhallzeit *T* / s**		
	T_1 (ohne Prüfobjekt)	**T_2 (mit Prüfobjekt)**	
	Anhang A Seiten 1 bis 2	**Anhang A Seite 1**	**Anhang A Seite 2**
100	5,17	4,71	4,33
125	5,48	4,57	3,85
160	5,50	4,30	3,54
200	5,19	3,82	3,12
250	5,14	3,38	2,82
315	5,00	3,01	2,58
400	5,31	2,95	2,38
500	5,35	2,73	2,18
630	5,22	2,45	1,99
800	4,99	2,13	1,78
1000	5,20	2,07	1,71
1250	5,25	2,02	1,69
1600	5,10	1,98	1,64
2000	4,79	1,89	1,58
2500	4,06	1,78	1,48
3150	3,24	1,58	1,34
4000	2,51	1,39	1,20
5000	2,02	1,22	1,07

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