

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

21. Dezember 2016
M122701/05 RFD/STEG

Regalschränke mit schall- absorbierenden Schrankfronten der Fa. Febrü

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

Prüfbericht Nr. M122701/05

Auftraggeber:	Febrü Büromöbel Produktions- & Vertriebs GmbH Im Babenbecker Feld 62 32051 Herford
Bearbeitet von:	Dipl.-Ing. (FH) Dominik Reif
Berichtsdatum:	21. Dezember 2016
Lieferdatum der Prüfobjekte:	06. September 2016
Prüfdatum:	07. / 08. / 19. September 2016
Berichtsumfang:	Insgesamt 22 Seiten, davon 7 Seiten Textteil, 6 Seiten Anhang A, 2 Seiten Anhang B und 7 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: Fotos

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

1 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Fa. Febrü Büromöbel Produktions- & Vertriebs GmbH, Herford, war für Büroschränke mit schallabsorbierenden Fronten die Schallabsorption und die äquivalente Absorptionsfläche nach DIN EN ISO 354 [1] im Hallraum zu ermitteln. Die Schränke wurden mit und ohne Hartpappeordnern mit Griffloch als Schrankfüllung gemessen. Die Schränke wurden als Einzelabsorber, d. h. einzeln im Raum angeordnet, und als flächenhafter Absorber, d. h. als ein flächiges zusammengesetztes Objekt, geprüft.

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 die akustische Anwendung, Bestimmung des Strömungswiderstandes 1993-05

3 Prüfaufbau und Prüfobjekte

3.1 Aufbau des Schrankkorpus

Die Seiten, der Boden und der Deckel der Korpusse bestanden aus beschichtetem Holzwerkstoff (Dicke $d = 19$ mm) und einer Rückwand aus beschichtetem Holzwerkstoff (Dicke $d = 7$ mm).

Die Abmessungen der geprüften Schränke sind nachfolgend aufgeführt:

Regalschrank 5OH

Alle geprüften Schränke hatten folgende Abmessungen:

- Breite: 1000 mm (bzw. 600 mm)
- Höhe: 1848 mm
- Tiefe: 414 mm
- Einfache Ansichtsfläche (hier Regal): 1,85 m²

Regalschrank 3OH

- Breite: 1000 mm (bzw. 600 mm)
- Höhe: 1120 mm
- Tiefe: 414 mm
- Einfache Ansichtsfläche (hier Regal): 1,12 m²

3.2 Aufbau der Türen

Die Türen der Regalschränke bestanden aus einem umlaufenden Metallrahmen (Profilabmessungen: $B \times H = 50$ mm x 21 mm) und einer Türfüllung mit gelochter MDF-Platte (Lochung Rg 5-10). Die Türen waren jeweils über zwei Topfbänder an den Schrankseiten angeschlagen. Die Türen waren stoffbespannt mit Gewebe vom Typ Blazer (100 % Schurwolle), spezifischer Strömungswiderstand der stoffbespannten Schrankfronten $R_s = 1026$ Pa · s/m.

Die Abmessungen der Türen ist folgend aufgeführt:

- Höhe 1120 mm bzw. 1848 mm
- Breite 492 mm
- Dicke der MDF-Platte (ohne Stoffbespannung) 3 mm

Angaben zu Maßen und spezifischem Strömungswiderstand wurden durch die Prüfstelle durch Stichproben ermittelt.

3.3 Prüfaufbau

Es wurden Prüfungen als Einzelabsorber und als flächenhafter Absorber durchgeführt.

Einzelabsorber

Der Prüfaufbau erfolgte nach DIN EN ISO 354 [1] Abschnitt 6.2.2. Die Schränke wurden aufrecht stehend unmittelbar auf dem Hallraumboden aufgestellt. Es wurden insgesamt drei Schränke im Hallraum verteilt. Die Prüfung der Schränke erfolgte nacheinander an drei Positionen mit einem Mindestabstand von > 2 m zwischen den einzelnen Positionen.

Flächenhafter Absorber

Der Prüfaufbau erfolgte nach DIN EN ISO 354 [1] Abschnitt 6.2.1 in der Montageart Typ A gemäß Anhang B. Die Schränke wurden mit der Rückseite unmittelbar auf den Hallraumboden aufgelegt. Die Fugen zwischen dem Hallraumboden sowie die Fugen zwischen den Schränken wurden mit Klebeband abgedichtet. Die Prüffläche hatte die Abmessung Länge x Breite = 3600 mm x 3010 mm = 10,84 m².

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

Es wurden Messungen ohne und mit vollständiger Füllung der Schrankfächer mit papiergefüllten Hartpappeordnern mit Griffloch durchgeführt.

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 Einzelabsorber

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

5.2 Flächenhafter Absorber

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

6.1 Einzelabsorber

Die äquivalente Absorptionsfläche je Prüfobjekt A_{obj} ist den Prüfzeugnissen im Anhang A, Seiten 1 bis 4, zu diesem Bericht zu entnehmen.

6.2 Flächenhafte Absorber

Die Schallabsorptionsgrade α_s in Terzbändern, die praktischen Schallabsorptionsgrade α_p in Oktavbändern sowie die Einzahlangaben (α_w , *NRC* und *SAA*) sind den Prüfzeugnissen in Anhang A, Seite 5 und 6, zu diesem Bericht zu entnehmen.

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.



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

Prüfgegenstand: Regalschrank 3OH der Fa. Febrü (ohne Ordner), einzeln stehend

Angaben zum Aufbau (je Regal)

- Regale bestehend aus Korpus (beschichteter Holzwerkstoff) mit Seiten, Boden, Deckel (Dicke $d = 19$ mm) und Rückwand (Dicke $d = 7$ mm)
- Front mit zwei schallabsorbierenden Türen
- Abmessung je Tür $H \times B \times D = 1120$ mm x 492 mm x 20 mm
- Türen mit Soffbespannung aus Gewebe Typ "Blazer" (100 % Schurwolle)
- Umlaufender Metallrahmen (50 mm)
- Türfüllung, gelochte MDF-Platte; Lochung Rg 5-10

Abmessungen je Regal:

- Breite des Regals (B): 1000 mm
- Höhe des Regals (H): 1120 mm
- Tiefe des Regals (T): 414 mm
- einfache Anschichtsfläche (je Regale): 1,12 m²

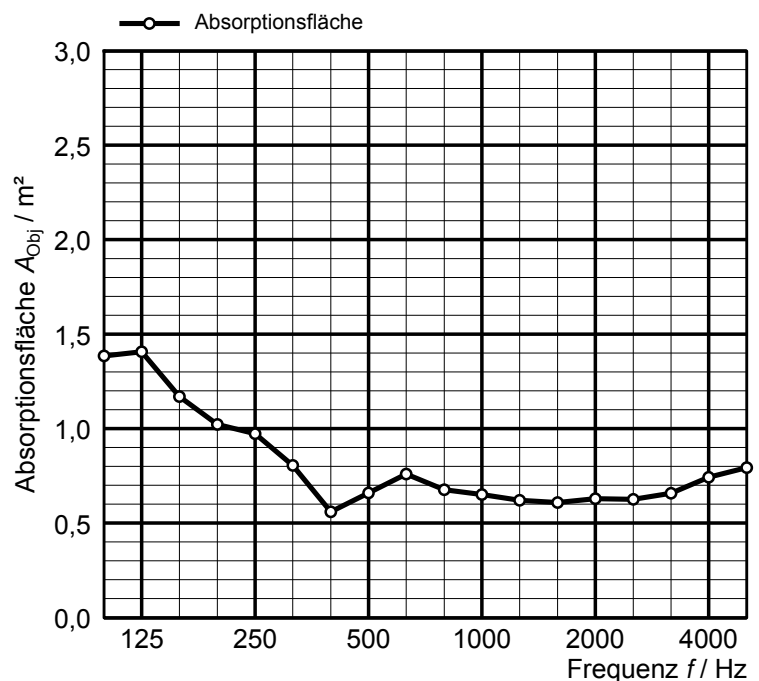
Prüfanordnung:

Es wurden drei leere Regale, aufrecht stehend auf dem Hallraumboden angeordnet. Die Regale wurden als Einzelobjekt (d.H. mit einem Abstand > 2 m untereinander) angeordnet. Die Regale wurde nacheinander an drei unregelmäßig verteilten Positionen im Hallraum geprüft.

Raum: Hallraum E
 Volumen: 199,60 m³
 Prüfdatum: 08.09.2016
 Absorptionsfläche je Prüfobjekt
 Anzahl der Prüfobjekte: 3

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	23,4	61,1	95,1
Mit Probe	23,7	60,3	95,0

Frequenz [Hz]	A_{Obj} Terz [m ²]
100	1,39
125	1,41
160	1,17
200	1,02
250	0,98
315	0,81
400	0,56
500	0,66
630	0,76
800	0,68
1000	0,65
1250	0,62
1600	0,61
2000	0,63
2500	0,63
3150	0,66
4000	0,74
5000	0,80



Absorptionsfläche nach ISO 354

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

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

Prüfgegenstand: Regalschrank 3OH der Fa. Febrü (mit Ordnern), einzeln stehend

Angaben zum Aufbau (je Regal)

- Regale bestehend aus Korpus (beschichteter Holzwerkstoff) mit Seiten, Boden, Deckel (Dicke $d = 19$ mm) und Rückwand (Dicke $d = 7$ mm)
- Front mit zwei schallabsorbierenden Türen
- Abmessung je Tür $H \times B \times D = 1120$ mm x 492 mm x 20 mm
- Türen mit Soffbespannung aus Gewebe Typ "Blazer" (100 % Schurwolle)
- Umlaufender Metallrahmen (50 mm)
- Türfüllung, gelochte MDF-Platte; Lochung Rg 5-10

Abmessungen je Regal:

- Breite des Regals (B): 1000 mm
- Höhe des Regals (H): 1120 mm
- Tiefe des Regals (T): 414 mm
- einfache Anschichtsfläche (je Regale): 1,12 m²

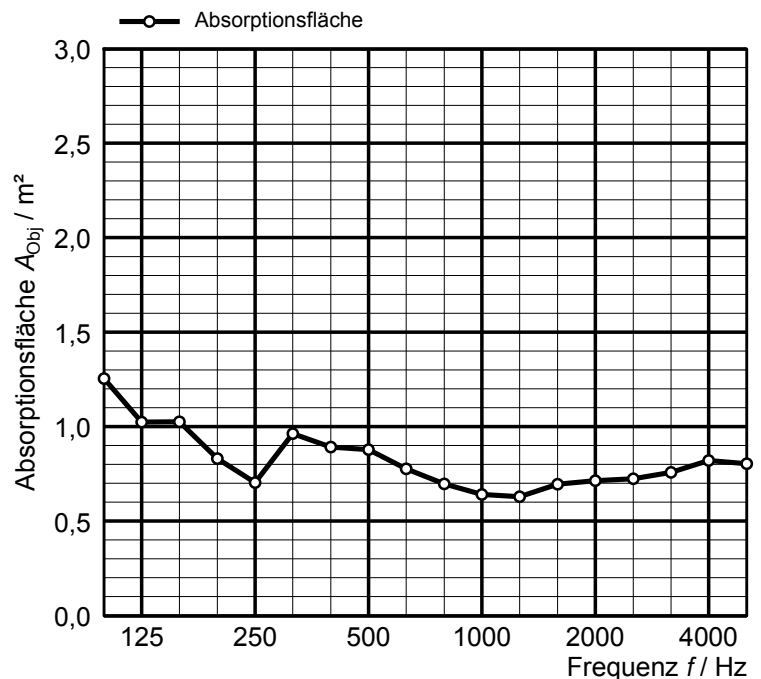
Prüfanordnung:

Es wurden drei, vollständig mit Aktenordnern gefüllte Regale, aufrecht stehend auf dem Hallraumboden angeordnet. Die Regale wurden als Einzelobjekt (d.H. mit einem Abstand > 2 m untereinander) angeordnet. Die Regale wurde nacheinander an drei unregelmäßig verteilten Positionen im Hallraum geprüft.

Raum: Hallraum E
Volumen: 199,60 m³
Prüfdatum: 08.09.2016
Absorptionsfläche je Prüfobjekt
Anzahl der Prüfobjekte: 3

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	23,4	61,1	95,1
Mit Probe	23,9	58,4	95,0

Frequenz [Hz]	A_{Obj} Terz [m ²]
100	1,26
125	1,03
160	1,03
200	0,83
250	0,71
315	0,96
400	0,89
500	0,88
630	0,78
800	0,70
1000	0,64
1250	0,63
1600	0,70
2000	0,72
2500	0,73
3150	0,76
4000	0,82
5000	0,81



Absorptionsfläche nach ISO 354

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

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

Prüfgegenstand: Regalschrank 5OH der Fa. Febrü (ohne Ordner), einzeln stehend

Angaben zum Aufbau (je Regal)

- Regale bestehend aus Korpus (beschichteter Holzwerkstoff) mit Seiten, Boden, Deckel (Dicke $d = 19$ mm) und Rückwand (Dicke $d = 7$ mm)
- Front mit zwei schallabsorbierenden Türen
- Abmessung je Tür $H \times B \times D = 1848$ mm x 492 mm x 20 mm
- Türen mit Soffbespannung aus Gewebe Typ "Blazer" (100 % Schurwolle)
- Umlaufender Metallrahmen (50 mm)
- Türfüllung, gelochte MDF-Platte; Lochung Rg 5-10

Abmessungen je Regal:

- Breite des Regals (B): 1000 mm
- Höhe des Regals (H): 1848 mm
- Tiefe des Regals (T): 414 mm
- einfache Anschichtsfläche (je Regale): 1,85 m²

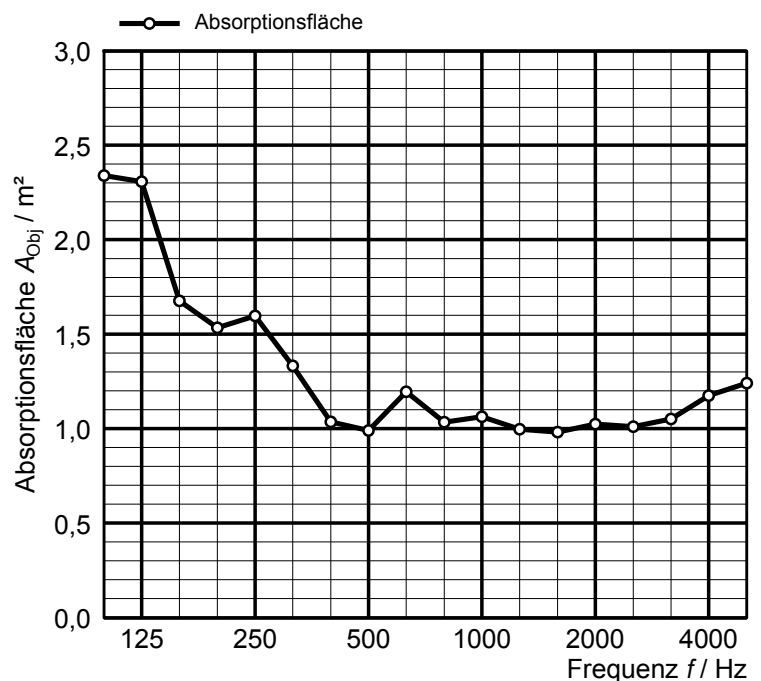
Prüfanordnung:

Es wurden drei leere Regale, aufrecht stehend auf dem Hallraumboden angeordnet. Die Regale wurden als Einzelobjekt (d.H. mit einem Abstand > 2 m untereinander) angeordnet. Die Regale wurde nacheinander an drei unregelmäßig verteilten Positionen im Hallraum geprüft.

Raum: Hallraum E
Volumen: 199,60 m³
Prüfdatum: 07.09.2016
Absorptionsfläche je Prüfobjekt
Anzahl der Prüfobjekte: 3

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	23,5	58,4	95,4
Mit Probe	23,6	58,5	95,4

Frequenz [Hz]	A_{Obj} Terz [m ²]
100	2,34
125	2,31
160	1,68
200	1,54
250	1,60
315	1,33
400	1,04
500	0,99
630	1,20
800	1,04
1000	1,06
1250	1,00
1600	0,98
2000	1,03
2500	1,01
3150	1,05
4000	1,18
5000	1,24



Absorptionsfläche nach ISO 354

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

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

Prüfgegenstand: Regalschrank 5OH der Fa. Febrü (mit Ordnern), einzeln stehend

Angaben zum Aufbau (je Regal)

- Regale bestehend aus Korpus (beschichteter Holzwerkstoff) mit Seiten, Boden, Deckel (Dicke $d = 19$ mm) und Rückwand (Dicke $d = 7$ mm)
- Front mit zwei schallabsorbierenden Türen
- Abmessung je Tür $H \times B \times D = 1848$ mm x 492 mm x 20 mm
- Türen mit Soffbespannung aus Gewebe Typ "Blazer" (100 % Schurwolle)
- Umlaufender Metallrahmen (50 mm)
- Türfüllung, gelochte MDF-Platte; Lochung Rg 5-10

Abmessungen je Regal:

- Breite des Regals (B): 1000 mm
- Höhe des Regals (H): 1848 mm
- Tiefe des Regals (T): 414 mm
- einfache Anschichtsfläche (je Regale): 1,85 m²

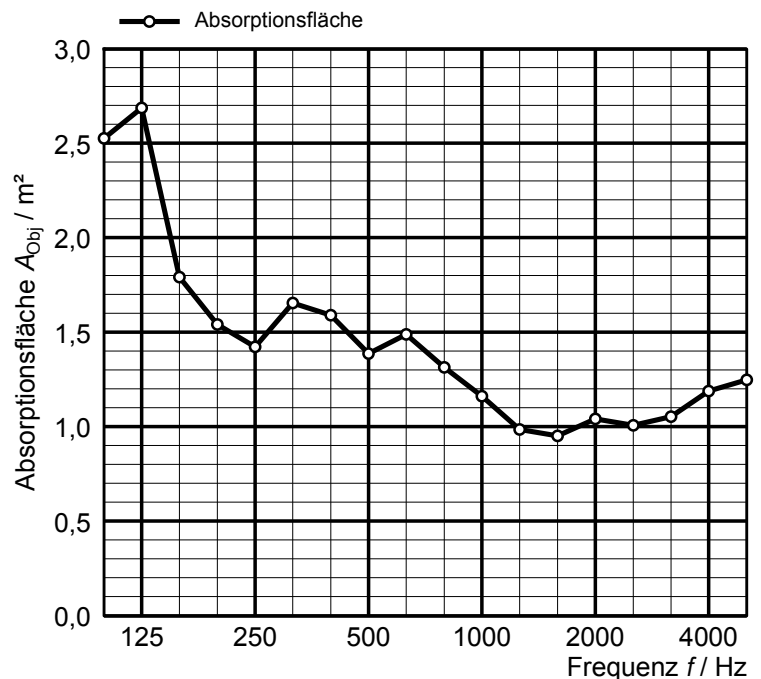
Prüfanordnung:

Es wurden drei, vollständig mit Aktenordnern gefüllte Regale, aufrecht stehend auf dem Hallraumboden angeordnet. Die Regale wurden als Einzelobjekt (d.H. mit einem Abstand > 2 m untereinander) angeordnet. Die Regale wurde nacheinander an drei unregelmäßig verteilten Positionen im Hallraum geprüft.

Raum: Hallraum E
Volumen: 199,60 m³
Prüfdatum: 07.09.2016
Absorptionsfläche je Prüfobjekt
Anzahl der Prüfobjekte: 3

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	23,5	58,4	95,4
Mit Probe	23,6	59,9	95,4

Frequenz [Hz]	A_{Obj} Terz [m ²]
100	2,53
125	2,69
160	1,79
200	1,54
250	1,42
315	1,66
400	1,59
500	1,39
630	1,49
800	1,32
1000	1,16
1250	0,99
1600	0,95
2000	1,04
2500	1,01
3150	1,05
4000	1,19
5000	1,25



Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

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

Prüfgegenstand: Regalschränke der Fa. Febrü (leer), flächig liegend

Angaben zum Aufbau (je Regal)

- Regale bestehend aus Korpus (beschichteter Holzwerkstoff) und schallabsorbierenden Türen
- Abmessungen der Türen: $H \times B \times D = 1120/1848 \text{ mm} \times 492 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ bzw.
 $H \times B \times D = 1120/1848 \text{ mm} \times 592 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$
- Türen mit Soffbespannung aus Gewebe Typ "Blazer" (100 % Schurwolle)
und umlaufendem Metallrahmen (50 mm)
- Türfüllung, gelochte MDF-Platte; Lochung Rg 5-10

Prüfanordnung:

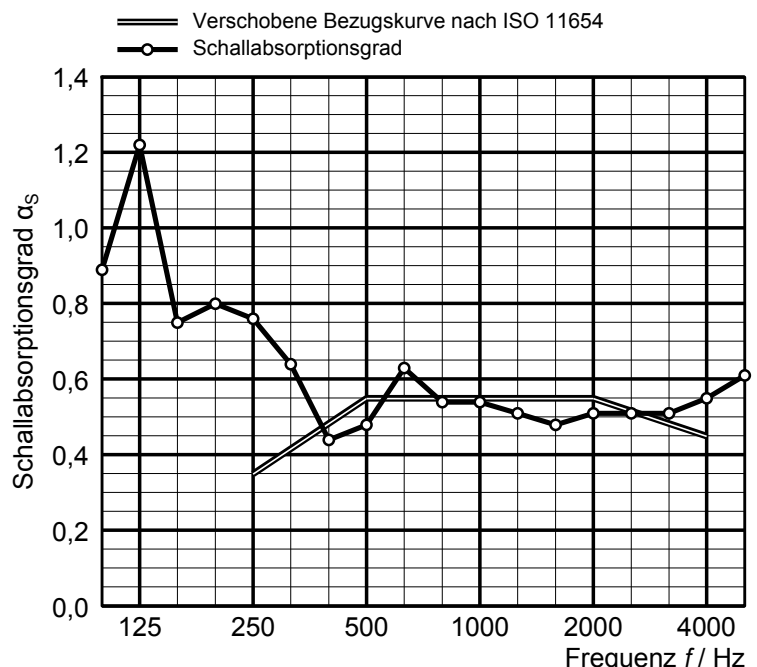
Es wurden acht Regale, liegend auf dem Hallraumboden angeordnet. Die Regale waren zum Zeitpunkt der Messung leer und wurden direkt aneinander gelegt. Die Fugen zwischen dem Prüfobjekt und dem Hallraumboden wurden mit Klebeband abgedichtet. Die Prüffläche hatte die Abmessung $L \times B = 3600 \text{ mm} \times 3010 \text{ mm}$ und wurde aus drei Regalen ($H \times B = 1856 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$), drei Regalen ($H \times B = 1120 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$), einem Regal ($H \times B = 1856 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$) und einem Regal ($H \times B = 1120 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$) zusammengesetzt.

Raum: Hallraum E
Volumen: 199,60 m³
Prüffläche: 10,84 m²
Prüfdatum: 19.09.2016

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	23,2	56,7	95,2
Mit Probe	23,3	57,8	95,2

Frequenz [Hz]	α_s Terz	α_p Oktave
100	0,89	
125	1,22	0,95
160	0,75	
200	0,80	
250	0,76	0,75
315	0,64	
400	0,44	
500	0,48	0,50
630	0,63	
800	0,54	
1000	0,54	0,55
1250	0,51	
1600	0,48	
2000	0,51	0,50
2500	0,51	
3150	0,51	
4000	0,55	0,55
5000	0,61	

• Absorptionsfläche größer als 12,0 m²
 α_s Schallabsorptionsgrad nach ISO 354
 α_p Praktischer Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654



Bewertung nach ISO 11654: Bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w = 0,55 (L)$ Schallabsorberklasse: D	Bewertung nach ASTM C423: Noise Reduction Coefficient NRC = 0,55 Sound Absorption Average SAA = 0,57
--	--

MÜLLER-BBM

Planegg, 21.12.2016
Prüfbericht Nr. M122701/5

Anhang A
Seite 5

Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

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

Prüfgegenstand: Regalschränke der Fa. Febrü (gefüllt), flächig liegend

Angaben zum Aufbau (je Regal)

- Regale bestehend aus Korpus (beschichteter Holzwerkstoff) und schallabsorbierenden Türen
- Abmessungen der Türen: $H \times B \times D = 1120/1848 \text{ mm} \times 492 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ bzw.
 $H \times B \times D = 1120/1848 \text{ mm} \times 592 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$
- Türen mit Soffbespannung aus Gewebe Typ "Blazer" (100 % Schurwolle) und umlaufendem Metallrahmen (50 mm)
- Türfüllung, gelochte MDF-Platte; Lochung Rg 5-10

Prüfanordnung:

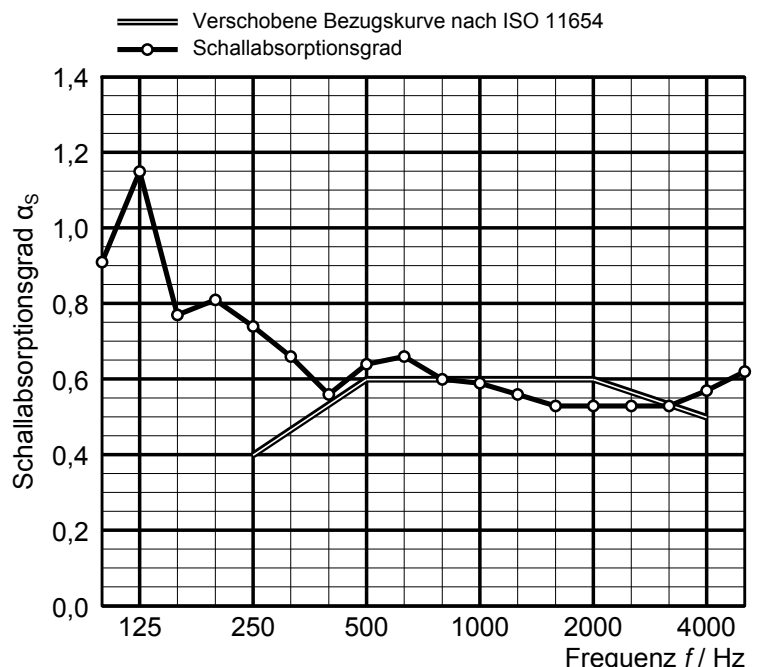
Es wurden acht Regale, liegend auf dem Hallraumboden angeordnet. Die Regale waren zum Zeitpunkt der Messung mit Absorbermaterial gefüllt und wurden direkt aneinander gelegt. Die Fugen zwischen dem Prüfobjekt und dem Hallraumboden wurden mit Klebeband abgedichtet. Die Prüffläche hatte die Abmessung $L \times B = 3600 \text{ mm} \times 3010 \text{ mm}$ und wurde aus drei Regalen ($H \times B = 1856 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$), drei Regalen ($H \times B = 1120 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$), einem Regal ($H \times B = 1856 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$) und einem Regal ($H \times B = 1120 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$) zusammengesetzt.

Raum: Hallraum E
Volumen: 199,60 m³
Prüffläche: 10,84 m²
Prüfdatum: 19.09.2016

	θ [°C]	r. h. [%]	B [kPa]
Ohne Probe	23,2	56,7	95,2
Mit Probe	23,2	57,7	95,2

Frequenz [Hz]	α_s Terz	α_p Oktave
100	0,91	
125	1,15	0,95
160	0,77	
200	0,81	
250	0,74	0,75
315	0,66	
400	0,56	
500	0,64	0,60
630	0,66	
800	0,60	
1000	0,59	0,60
1250	0,56	
1600	0,53	
2000	0,53	0,55
2500	0,53	
3150	0,53	
4000	0,57	0,55
5000	0,62	

• Absorptionsfläche größer als 12,0 m²
 α_s Schallabsorptionsgrad nach ISO 354
 α_p Praktischer Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654



Bewertung nach ISO 11654: Bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w = 0,60$ (L) Schallabsorberklasse: C	Bewertung nach ASTM C423: Noise Reduction Coefficient NRC = 0,65 Sound Absorption Average SAA = 0,62
--	--

MÜLLER-BBM

Planegg, 21.12.2016
Prüfbericht Nr. M122701/5

Anhang A
Seite 6

Prüfanordnung der Regalschränke der Fa. Febrü



Abbildung B.1. Leere Regalschränke 3OH im Hallraum.



Abbildung B.2. Prüfaufbau der Regalschränke 5OH im Hallraum (Einzelabsorber).



Abbildung B.3. Regalschränke 5OH mit Hartpappeordnern gefüllt.

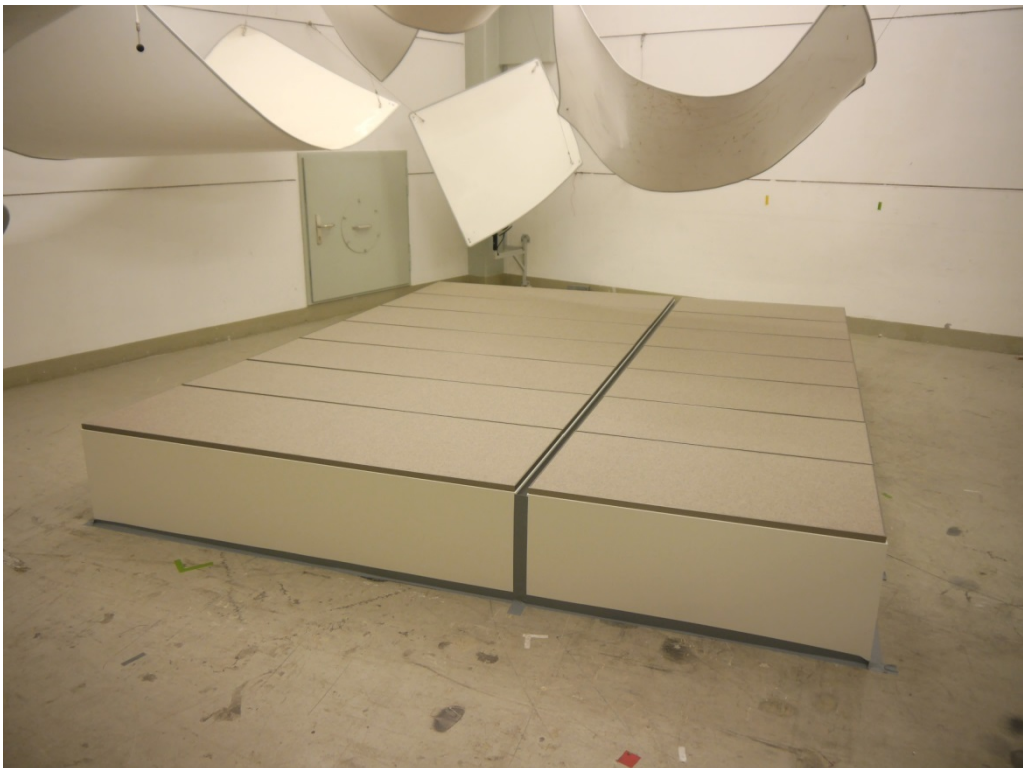


Abbildung B.4. Prüfaufbau der Regalschränke 5OH im Hallraum (flächiger Absorber).

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 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:

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

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

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.

3 Prüfverfahren

3.1 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 Raumbooberfläche 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.

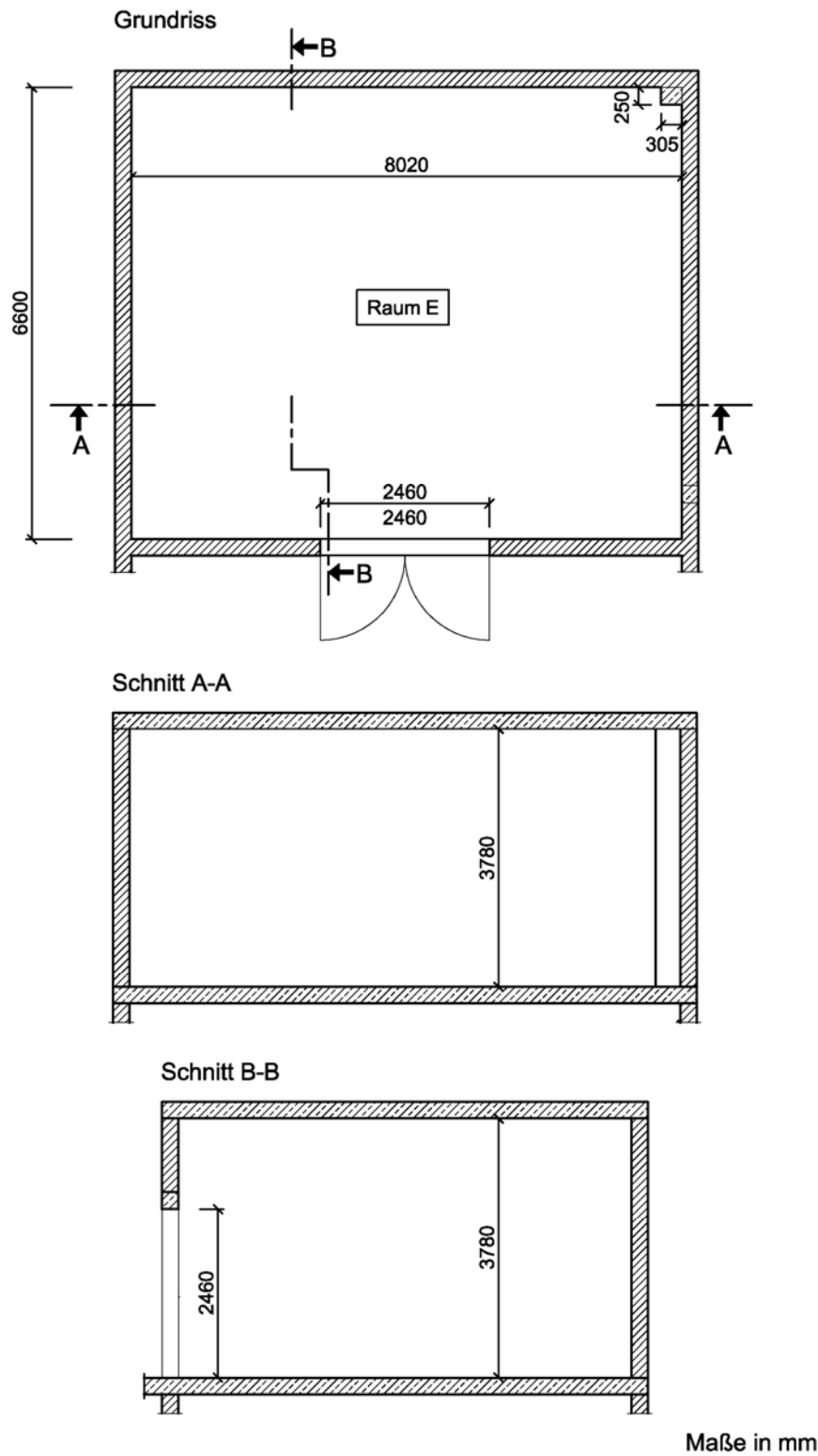


Abbildung C.1. Grundriss und Schnitte des Hallraums.

3.2 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 den folgenden Tabellen aufgeführt.

Tabelle C.1. Messergebnisse der Nachhallzeiten ohne und mit Prüfobjekt am 07.09.2016 (Messung Anhang A, Seiten 3 und 4).

Frequenz f / Hz	Nachhallzeit T / s		
	T_1 (ohne Prüfobjekt)	T_2 (mit Prüfobjekt) Anhang A, Seite 3	T_2 (mit Prüfobjekt) Anhang A, Seite 4
100	5,02	2,39	2,29
125	5,27	2,46	2,26
160	5,47	2,94	2,85
200	5,11	2,94	2,94
250	5,14	2,90	3,05
315	5,11	3,12	2,85
400	5,27	3,48	2,95
500	5,33	3,56	3,15
630	5,30	3,32	3,04
800	5,04	3,38	3,11
1000	5,22	3,43	3,32
1250	5,35	3,56	3,57
1600	5,33	3,57	3,61
2000	5,01	3,38	3,36
2500	4,34	3,07	3,08
3150	3,67	2,69	2,70
4000	2,93	2,21	2,22
5000	2,48	1,93	1,94

Tabelle C.2. Messergebnisse der Nachhallzeiten ohne und mit Prüfobjekt am 08.09.2016 (Messung Anhang A, Seite 1 und 2).

Frequenz f / Hz	Nachhallzeit T / s		
	T_1 (ohne Prüfobjekt)	T_2 (mit Prüfobjekt) Anhang A, Seite 1	T_2 (mit Prüfobjekt) Anhang A, Seite 2
100	5,17	3,09	3,21
125	5,07	3,04	3,41
160	5,50	3,43	3,59
200	5,11	3,43	3,65
250	5,11	3,48	3,82
315	5,07	3,66	3,47
400	5,27	4,12	3,65
500	5,35	4,02	3,71
630	5,23	3,81	3,78
800	4,97	3,78	3,75
1000	5,20	3,94	3,95
1250	5,37	4,08	4,07
1600	5,30	4,06	3,92
2000	5,00	3,85	3,73
2500	4,35	3,46	3,35
3150	3,67	2,99	2,90
4000	2,96	2,45	2,40
5000	2,52	2,12	2,10

Tabelle C.3. Messergebnisse der Nachhallzeiten ohne und mit Prüfobjekt am 19.09.2016 (Messung Anhang A, Seite 5 und 6).

Frequenz f / Hz	Nachhallzeit T / s		
	T_1 (ohne Prüfobjekt)	T_2 (mit Prüfobjekt) Anhang A, Seite 5	T_2 (mit Prüfobjekt) Anhang A, Seite 6
100	5,06	2,00	1,98
125	5,04	1,64	1,70
160	5,46	2,28	2,25
200	5,32	2,18	2,16
250	5,26	2,24	2,27
315	5,28	2,46	2,41
400	5,36	2,97	2,65
500	5,26	2,83	2,46
630	5,16	2,47	2,40
800	4,86	2,57	2,45
1000	5,01	2,61	2,50
1250	5,30	2,78	2,65
1600	5,27	2,82	2,72
2000	5,00	2,69	2,63
2500	4,31	2,47	2,43
3150	3,62	2,23	2,19
4000	2,90	1,88	1,87
5000	2,44	1,63	1,62

3.3 Prüfmittel

In Tabelle C.4 sind die verwendeten Prüfmittel aufgeführt.

Tabelle C.4. 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