

Müller-BBM GmbH  
Helmut-A.-Müller-Straße 1 - 5  
82152 Planegg bei München

Telefon +49(89)85602 0  
Telefax +49(89)85602 111

[www.MuellerBBM.de](http://www.MuellerBBM.de)

Dr.-Ing. Andreas Meier  
Telefon +49(89)85602 325  
[Andreas.Meier@mbbm.com](mailto:Andreas.Meier@mbbm.com)

28. Januar 2022  
M77692/32 Version 1 MR/STEG

**Vorhang  
AKUSTIKSTOFF PLANAI,  
Firma Tüchler,  
glatt und gerafft hängend**

**Messung der Schallabsorption  
im Hallraum gemäß DIN EN ISO 354**

**Prüfbericht Nr. M77692/32**

Auftraggeber:	TÜCHLER Bühnen- & Textiltechnik GmbH Rennbahnweg 78 1220 Wien Österreich
Bearbeitet von:	Dr.-Ing. Andreas Meier Jan-Lieven Moll
Berichtsdatum:	28. Januar 2022
Lieferdatum der Prüfobjekte:	24. Januar 2022
Prüfdatum:	26. Januar 2022
Berichtsumfang:	14 Seiten insgesamt, davon 6 Seiten Textteil 2 Seiten Anhang A 2 Seiten Anhang B 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

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Prüfobjekt und Prüfaufbau</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Prüfverfahren</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Auswertung</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Messergebnisse</b>	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>Anmerkungen</b>	<b>6</b>

Anhang A:	Prüfzeugnisse
Anhang B:	Fotos
Anhang C:	Beschreibung des Prüfverfahrens, des Prüfstands und der Prüfmittel

## 1 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Firma TÜCHLER Bühnen- & Textiltechnik GmbH, wurde die Schallabsorption des Vorhangs mit der Artikelbezeichnung „AKUSTIKSTOFF PLANAI“ im Hallraum nach ISO 354 [1] ermittelt.

Der Stoff wurde mit 100 mm Abstand zur Rückwand geprüft. Die Prüfungen des Vorhang erfolgten für eine glatter und eine geraffter hängende Anordnung mit 100% Stoffzugabe.

## 2 Grundlagen

Diesem Prüfbericht liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- [1] DIN EN ISO 354: Akustik - Messung der Schallabsorption in Hallräumen (ISO 354:2003); Deutsche Fassung EN ISO 354:2003. 2003-12
- [2] DIN EN ISO 11654: Akustik - Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden - Bewertung der Schallabsorption (ISO 11654:1997); Deutsche Fassung EN ISO 11654:1997. 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 ISO 12999-2: Akustik – Bestimmung und Anwendung der Messunsicherheiten in der Bauakustik Teil 2: Schalldämpfung (ISO 12999-2:2020); Deutsche Fassung EN ISO 12999-2:2020. 2020-11
- [6] DIN EN ISO 9053-1: Akustik – Bestimmung des Strömungswiderstandes, Teil 1: Verfahren mit statischer Luftströmung (ISO 9053-1:2018); Deutsche Fassung EN ISO 9053-1:2018. 2019-03
- [7] DIN EN ISO 5084: Textilien – Bestimmung der Dicke von Textilien und textilen Erzeugnissen (ISO 5084:1996); Deutsche Fassung EN ISO 5084:1996. 1996-10

### 3 Prüfobjekt und Prüfaufbau

#### 3.1 Prüfobjekt

Das geprüfte Gewebe wird vom Hersteller wie folgt beschrieben:

- Bezeichnung: AKUSTIKSTOFF PLANAI
- Material: 70 % WV, 25 % PA, 5 % AF

Durch die Prüfstelle wurden anhand einer Probe (210 mm x 297 mm) aus dem Prüfmaterial folgende Parameter ermittelt:

- Dicke gemäß DIN EN ISO 5084 [7]  
(3 Positionen, Druck 1.00 kPa, Druckstempel 2.000 mm<sup>2</sup>):  $t = 1,17 \text{ mm}$
- spezifischer Strömungswiderstand  
gemäß DIN EN ISO 9053-1 [6]:  $R_s = 956 \text{ Pa} \cdot \text{s/m}$
- flächenbezogene Masse:  $m'' = 400 \text{ g/m}^2$

#### 3.2 Prüfaufbau

Der Einbau der Prüfobjekte im Hallraum erfolgte durch Mitarbeiter der Prüfstelle.

Der Aufbau erfolgte gemäß Montagetyp G-100 nach DIN EN ISO 354 [1]. Die Prüfanordnung lässt sich wie folgt beschreiben:

- Vorhangbahnen befestigt an einer Metallschiene, die direkt an der Hallraumdecke angebracht wurde, die Höhe der Schiene betrug 90 mm, der Stoff wurde mit 50 mm Überlappung an der Schiene befestigt
- Konfektioniert als Fertigvorhang, bei 100 % Stoffzugabe in zwei Bahnen mit 40 mm Überlappung am Vertikalstoß
- Prüfaufbau mit freien Vorhangkanten seitlich und unten (kein Umfassungsrahmen)

Die Testanordnungen sind in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1. Übersicht der getesteten Vorhangaufbauten.

Prüfzeugnis Anhang A, Seite	Abstand zur Rückwand	Vorhang	Stoffabmessungen $B \times H$	Prüffläche (ab Unterkante Deckenschiene) $B \times H = S$
1	100 mm	glatt hängend	1 Vorhangbahn 3,78 m x 2,91 m	3,78 m x 2,86 m = 10,81 m <sup>2</sup>
2	100 mm	gerafft hängend, 100 % Zugabe	2 Vorhangbahnen, je 3,78 m x 2,91 m	3,76 m x 2,86 m = 10,75 m <sup>2</sup>

Weitere Angaben zu den Prüfaufbauten sind in den Prüfzeugnissen in Anhang A und in den Fotos in Anhang B 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  $\alpha_s$  in Terzen zwischen 100 Hz und 5.000 Hz gemäß DIN EN ISO 354 [1] bestimmt.

Zusätzlich wurden nach DIN EN ISO 11654 [2] folgende Kennwerte ermittelt:

- Praktische Schallabsorptionsgrade  $\alpha_p$  in Oktavbändern
- Bewerteter Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$  als Einzahlangabe:

Der bewertete Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$  wird aus den praktischen Schallabsorptionsgraden  $\alpha_p$  in den Oktavbändern zwischen 250 Hz und 4.000 Hz ermittelt.

Nach der ASTM C 423-17 [3] wurden folgende Kennwerte ermittelt:

- noise reduction coefficient *NRC* als Einzahlangabe:

Arithmetischer Mittelwert der Schallabsorptionsgrade in den vier Terzbändern 250 Hz, 500 Hz, 1.000 Hz und 2.000 Hz; Mittelwert auf 0,05 gerundet

- sound absorption average *SAA* als Einzahlangabe:

Arithmetischer Mittelwert der Schallabsorptionsgrade in den zwölf Terzbändern zwischen 200 Hz und 2.500 Hz; Mittelwert auf 0,01 gerundet

## 6 Messergebnisse

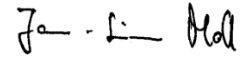
Die Schallabsorptionsgrade  $\alpha_s$  in Terzbändern, die praktischen Schallabsorptionsgrade  $\alpha_p$  in Oktavbändern sowie die Einzahlangaben ( $\alpha_w$ , *NRC* und *SAA*) sind den Prüfzeugnissen in Anhang A zu entnehmen.

## 7 Anmerkungen

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



Dr.-Ing. Andreas Meier  
(Projektleiter)



Jan-Lieven Moll  
(Projektbearbeiter)

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.

Angaben zur Präzision der Messungen sind im Anhang C angegeben. Für die Zuordnung zur Schallabsorberklasse wurde in Übereinstimmung mit DIN EN ISO 11654 [2] keine Unsicherheit benannt.



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14119-07-00

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für den in der  
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

# Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

## Messung der Schallabsorption in Hallräumen

**Auftraggeber:** TÜCHLER Bühnen- und Textiltechnik GmbH,  
Rennbahnweg 78, 1220 Wien

**Prüfgegenstand:** AKUSTIKSTOFF PLANAI, Typ G-100, glatt hängend

### Vorhangstoff:

#### Angaben des Auftraggebers

- Bezeichnung AKUSTIKSTOFF PLANAI

- Material 70 % WV, 25 % PA, 5 % AF

#### Angaben der Prüfstelle

- flächenbezogene Masse  $m'' = 400 \text{ g/m}^2$

- Strömungswiderstand  $R_S = 956 \text{ Pa s/m}$

- Dicke  $t = 1,17 \text{ mm}$

### Prüfanordnung:

- Montagetyp G-100 nach DIN EN ISO 354

- glatt hängend vor der Hallraumwand

- aufgehängt an 90 mm hoher Deckenschiene an der Hallraumdecke (50 mm Überlappung),  
Abstand zur Rückwand 100 mm

- Aufbau ohne Umfassungrahmen

- konfektioniert als Fertigvorhang 3780 mm x 2910 mm,  
Oberkante mit Gurtbandverstärkung und Ösen alle 10 cm

- Prüffläche  $B \times H = 3,78 \text{ m} \times 2,86 \text{ m}$  (ab Unterkante Deckenschiene)

Raum: E

Volumen: 199,60 m<sup>3</sup>

Prüffläche: 10,81 m<sup>2</sup>

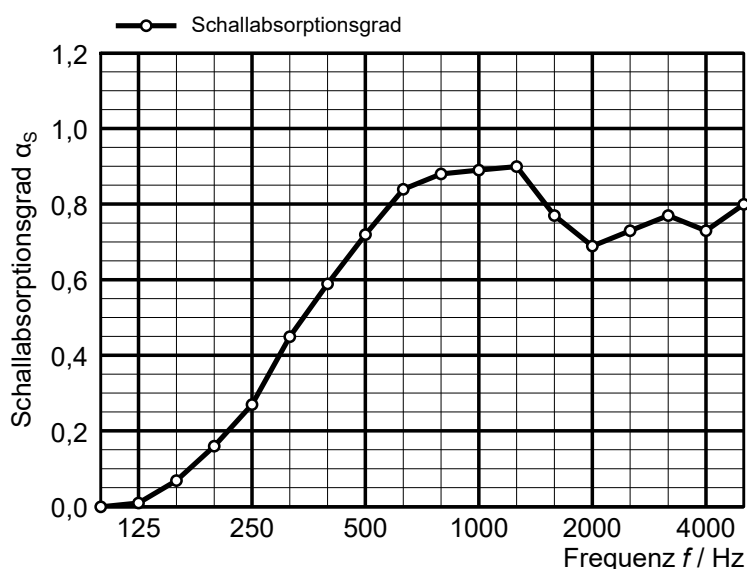
Prüfdatum: 26.01.2022

Frequenz [Hz]	$\alpha_s$ Terz	$\alpha_p$ Oktave
100	-0,00	0,05
125	0,01	
160	0,07	
200	0,16	0,30
250	0,27	
315	0,45	
400	0,59	0,70
500	0,72	
630	0,84	
800	0,88	0,90
1000	0,89	
1250	0,90	
1600	0,77	0,75
2000	0,69	
2500	0,73	
3150	0,77	0,75
4000	0,73	
5000	0,80	

◦ Absorptionsfläche kleiner als 1,0 m<sup>2</sup>  
 $\alpha_s$  Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

$\alpha_p$  Praktischer Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654

	$\theta$ [°C]	$r. h.$ [%]	$B$ [kPa]
Ohne Probe	19,0	38,3	96,3
Mit Probe	19,0	38,3	96,3



Bewertung nach ISO 11654: <b>Bewerteter Schallabsorptionsgrad</b> $\alpha_w = 0,60$ (MH) Schallabsorberklasse: C	Bewertung nach ASTM C423: <b>Noise Reduction Coefficient NRC = 0,65</b> <b>Sound Absorption Average SAA = 0,66</b>
---	--

MÜLLER-BBM

Planegg, 28.01.2022

Prüfbericht Nr. M77 692/32

*X. Meier*

Anhang A

Seite 1

# Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

## Messung der Schallabsorption in Hallräumen

**Auftraggeber:** TÜCHLER Bühnen- und Textiltechnik GmbH,  
Rennbahnweg 78, 1220 Wien

**Prüfgegenstand:** AKUSTIKSTOFF PLANAI, Typ G-100, gerafft 100% Zugabe

### Vorhangstoff:

#### Angaben des Auftraggebers

- Bezeichnung AKUSTIKSTOFF PLANAI

- Material 70 % WV, 25 % PA, 5 % AF

#### Angaben der Prüfstelle

- flächenbezogene Masse  $m'' = 400 \text{ g/m}^2$

- Strömungswiderstand  $R_s = 956 \text{ Pa s/m}$

- Dicke  $t = 1,17 \text{ mm}$

### Prüfanordnung:

- Anordnung in Anlehnung an Montagetyp G-100 nach DIN EN ISO 354

- gerafft hängend vor der Hallraumwand

- aufgehängt an 90 mm hoher Deckenschiene an der Hallraumdecke (50 mm Überlappung),  
Abstand zur Rückwand 100 mm

- Aufbau ohne Umfassungrahmen

- zwei konfektionierte Fertigvorhänge 3780 mm x 2910 mm, 40 mm Überlappung am Stoß,  
Oberkante mit Gurtbandverstärkung und Ösen alle 10 cm

- Prüffläche  $B \times H = 3,76 \text{ m} \times 2,86 \text{ m}$  (ab Unterkante Deckenschiene)

Raum: E

Volumen: 199,60 m<sup>3</sup>

Prüffläche: 10,75 m<sup>2</sup>

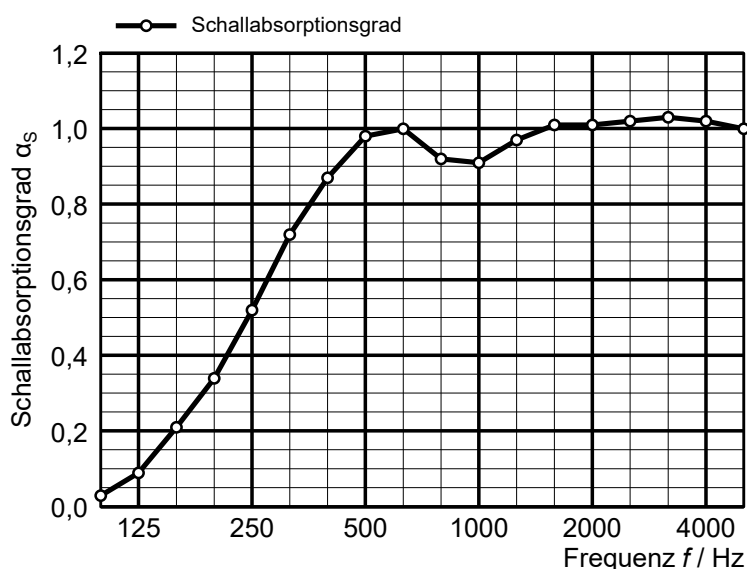
Prüfdatum: 26.01.2022

Frequenz [Hz]	$\alpha_s$ Terz	$\alpha_p$ Oktave
100	0,03	0,10
125	0,09	
160	0,21	
200	0,34	0,55
250	0,52	
315	0,72	
400	0,87	0,95
500	0,98	
630	1,00	
800	0,92	0,95
1000	0,91	
1250	0,97	
1600	1,01	1,00
2000	1,01	
2500	1,02	
3150	1,03	1,00
4000	1,02	
5000	1,00	

◦ Absorptionsfläche kleiner als 1,0 m<sup>2</sup>  
 $\alpha_s$  Schallabsorptionsgrad nach ISO 354

$\alpha_p$  Praktischer Schallabsorptionsgrad nach ISO 11654

	$\theta$ [°C]	$r. h.$ [%]	$B$ [kPa]
Ohne Probe	19,0	39,1	96,3
Mit Probe	19,0	38,3	96,3



Bewertung nach ISO 11654:  
**Bewerteter Schallabsorptionsgrad**  
 $\alpha_w = 0,85 (H)$   
Schallabsorberklasse: B

Bewertung nach ASTM C423:  
**Noise Reduction Coefficient  $NRC = 0,85$**   
**Sound Absorption Average  $SAA = 0,86$**

**MÜLLER-BBM**

Planegg, 28.01.2022

Prüfbericht Nr. M77 692/32

*x. Meier*

Anhang A

Seite 2

**Vorhang AKUSTIKSTOFF PLANAI, Firma TÜCHLER**



Abbildung B.1. Vorhang glatt hängend im Hallraum: Frontalansicht.



Abbildung B.2. Vorhang glatt hängend im Hallraum: Schrägansicht.

**Vorhang AKUSTIKSTOFF PLANAI, Firma TÜCHLER**



Abbildung B.3. Vorhang gerafft hängend im Hallraum, 100 % Stoffzugabe:  
Frontalansicht.



Abbildung B.4. Vorhang gerafft hängend im Hallraum, 100 % Stoffzugabe:  
Schrägansicht.

## Angaben zum Prüfverfahren zur Ermittlung der Schallabsorption im Hallraum

### 1 Messgröße Schallabsorptionsgrad

Es wurde der Schallabsorptionsgrad  $\alpha_S$  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

- $\alpha_S$  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] und DIN EN ISO 12999-2 [5] enthalten. Für den Einzahlwert  $\alpha_w$  wird in DIN EN ISO 12999-2 [5] eine Vergleichsstandardabweichung von  $\sigma_R = 0,035$  angegeben. Dieser Wert entspricht der in Ringversuchen ermittelten Vergleichsstandardunsicherheit und beschreibt die Standardunsicherheit von im Prüfstand gewonnenen Prüfergebnissen für ein Bauteil unter Vergleichsbedingungen. Für ein anzustrebendes Vertrauensniveau von 95 % resultiert ein Erweiterungsfaktor von  $k = 2,0$  und eine erweiterte Unsicherheit von  $U = \pm 0,07$  für den ermittelten bewerteten Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$ .

## 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 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.

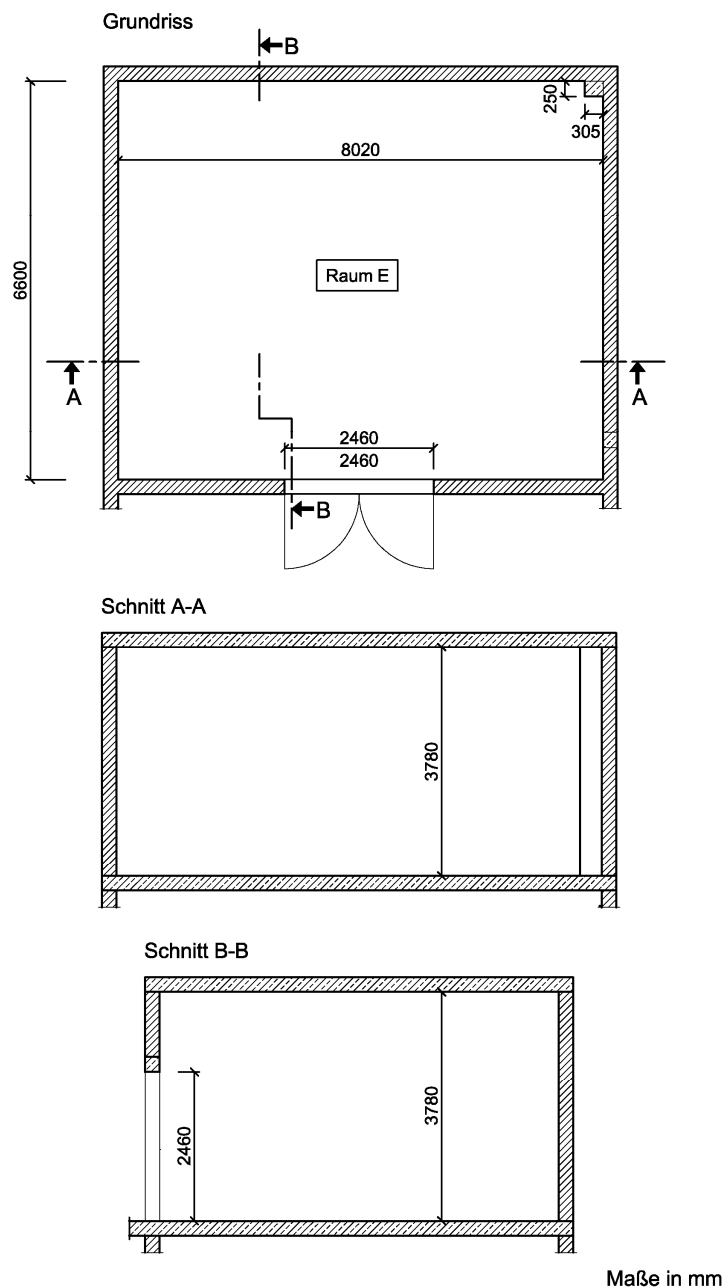


Abbildung C.1. Grundriss und Schnitte des Hallraums.

## 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 Prüfbjekte 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 Prüfbjekten.

Frequenz $f$ / Hz	Nachhallzeit $T$ / s		
	$T_1$ (ohne Prüfbjekt)	$T_2$ (mit Prüfbjekt)	
	Anhang A Seiten 1 bis 2	Anhang A Seite 1	Anhang A Seite 2
100	5,30	5,30	5,03
125	5,85	5,70	4,98
160	6,32	5,53	4,35
200	5,32	4,13	3,31
250	5,67	3,75	2,85
315	5,66	3,05	2,39
400	5,64	2,66	2,13
500	5,67	2,39	1,99
630	5,44	2,14	1,93
800	5,06	2,04	1,98
1000	5,16	2,03	2,01
1250	5,26	2,03	1,94
1600	5,07	2,20	1,87
2000	4,67	2,24	1,81
2500	3,85	1,98	1,66
3150	3,07	1,71	1,49
4000	2,32	1,48	1,29
5000	1,80	1,21	1,11

## 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 Gefell	M370	1355
Mikrofon	Microtech Gefell	M370	1356
Mikrofon	Microtech Gefell	M360	1786
Mikrofon	Microtech Gefell	M360	1787
Mikrofon	Microtech Gefell	M360	1788
Mikrofon	Microtech Gefell	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
Messgerät Strömungswiderstand	Müller-BBM	M89319-00	315003
Mess- und Auswertesoftware Strömungswiderstand	Müller-BBM Acoustic Solution	m ars	Version 1.14.7256. 28813
Dickenmessgerät	Hans Schmidt & Co GmbH	D-2000-C0913	2985
Waage	Kern	KB1200-2N	W1402353

\\s-muc-fs01\allefirmen\MIProj\077\MI7692\MI7692\_32\_PBE\_1D.DOCX : 01.02.2022