



Prüfbericht Nr. 086-12-G-06/A2

Ermittlung des Schallabsorptionsgrads einer textilen Spanndecke im Hallraum

Projekt-Nr.	086-12-G
Auftraggeber:	A. Berger GmbH Textilwarenfabrik Kuhleshütte 84 47809 Krefeld
Auftrag vom:	November 2012
Projektleiter:	Jens Karberg M.A.

Dieser Bericht umfasst 10 Seiten Text und 1 Anlage.

Eine gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung oder Veröffentlichung des Berichtes ist nur mit schriftlicher Einwilligung des Auftragnehmers Akustikbüro Krämer & Stegmaier GmbH zulässig.

Berlin, 23.04.2015

Karlheinz Stegmaier M.A.
Geschäftsführer und Prüfstellenleiter

Linda Kosanke M.A.
Projektingenieurin

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	3
2. Beschreibung des Prüfobjekts.....	3
3. Messtechnische Prüfung.....	4
3.1 Allgemeine Angaben.....	4
3.2 Prüfmittel	5
3.3 Angewendete Normen	5
4. Prüfergebnisse.....	6
Anhang A Mittelwerte der Nachhallzeiten mit und ohne Prüfobjekt im Hallraum.....	7
Anhang B Prüfverfahren und Prüfraum	8

Anlage

- 1 Formblatt Prüfergebnis Soundtex FR + w¹ vor 50 mm Luftraum mit 40 mm ISOVER SSP2

¹ Die Produktbezeichnung zum Zeitpunkt der Prüfung war Akutex. Nach Angaben des Auftraggebers wurde die Bezeichnung in Soundtex FR + w (Artikelnummer 4432-6) geändert

1. Aufgabenstellung

Gemäß Auftrag wurde der Schallabsorptionsgrad einer textilen Spanndecke vom Typ Soundtex FR + w der A. Berger GmbH Textilfabrik im Hallraum nach DIN EN ISO 354 bestimmt.

2. Beschreibung des Prüfobjekts

Art des Prüfobjekts:	Textile Spanndecke
Typbezeichnung:	Soundtex FR + w, Artikelnummer 4432-6
Aufbau:	Soundtex FR + w vor 50 mm Luftraum, Luftraum mit 40 mm ISOVER SSP2 bedämpft
Messaufbau:	Typ E-50 nach DIN EN ISO 354
Prüffläche:	10,99 m ² (textile Decke)
Abbildung des Prüfaufbaus:	

3. Messtechnische Prüfung

3.1 Allgemeine Angaben

Die Prüfung fand am 28.11.2012 statt. Sie wurde von Herrn Jens Karberg M.A. vom Akustikbüro Krämer & Stegmaier GmbH durchgeführt.

Die Temperatur im Hallraum betrug ungefähr 17°C, die Luftfeuchtigkeit ca. 57%. Der atmosphärische Luftdruck betrug etwa 1000 hPa. Die exakten Werte sind auf den Prüfzeugnissen angegeben.

Die Proben wurden auf einer Unterkonstruktion eingespannt. Die Unterkonstruktion bestand aus 18 mm starken OSB-Platten, die auf der gesamten Prüffläche bündig auf den Hallraumboden gelegt wurden. Auf den OSB-Platten wurde der Rahmen befestigt, auf den die Klemmschienen geschraubt wurden. Nachfolgende Abbildung 1 zeigt beispielhaft den Aufbau der Unterkonstruktion.



Abbildung 1: Aufbau der Unterkonstruktion

3.2 Prüfmittel

Es wurden die folgenden Prüfmittel verwendet.

- Zweikanal-Echtzeitfrequenzanalysator SINUS Soundbook quadro Seriennummer: 06258
- mit Mikrofon Typ 1220, Seriennummern 36087 (Kanal 1), 36097 (Kanal 2)
- Mikrofonvorverstärker Typ 1201, Seriennummern 26018 (Kanal 1), 26019 (Kanal 2)
- Leistungsverstärker 400 W Typ TML, Seriennummer 002/99
- TML-Dodekaeder-Lautsprecher Typ TML 350 W, Seriennummer 2/99
- Akustischer Kalibrator Brüel & Kjaer Typ 4231, Seriennummer 1761346

Die Eichung der Geräte SINUS Soundbook, Mikrofone Typ 1220 mit Mikrofonvorverstärker Typ 1201 und Akustischer Kalibrator Brüel & Kjaer Typ 4231 durch das Landesamt für Mess- und Eichwesen Berlin-Brandenburg war gültig bis zum 31. Dezember 2013.

3.3 Angewendete Normen

Für die Prüfung und Auswertung der Messergebnisse wurden die folgenden Normen angewendet.

- /1/ DIN EN ISO 354, Ausgabe Dezember 2003 "Akustik; Messung der Schallabsorption in Hallräumen"
- /2/ ISO 9613, Teil 1, Ausgabe Juni 1993 "Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Calculation of the absorption of sound by the atmosphere"
- /3/ DIN EN ISO 11654, Ausgabe Juli 1997 "Akustik; Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden – Bewertung der Schallabsorption"

4. Prüfergebnisse

Terzmittenfrequenz, Oktavmittenfrequenz [Hz]	Absorptionsgrad α_s	
	vor 50 mm Luftraum, bedämpft mit 40 mm SSP2	
	in Terzen	Mittelung in Oktaven
100	0,05	0,16
125	0,17	
160	0,27	
200	0,49	0,63
250	0,68	
315	0,71	
400	0,82	0,91
500	0,92	
630	1,00	
800	1,01	1,02
1000	1,02	
1250	1,03	
1600	1,01	0,99
2000	0,98	
2500	0,99	
3150	1,00	1,01
4000	1,01	
5000	1,01	

Tabelle 1: Prüfergebnisse Soundtex FR + w

Anhang A Mittelwerte der Nachhallzeiten mit und ohne Prüfobjekt im Hallraum

Terzmittenfrequenz [Hz]	Mittlere Nachhallzeiten T [s]	
	leer	Soundtex FR + w, 50mm Luft mit 40mm SSP2
100	7,57	6,68
125	7,73	5,34
160	7,73	4,55
200	7,35	3,32
250	7,57	2,76
315	7,57	2,68
400	7,55	2,44
500	7,26	2,22
630	7,23	2,09
800	6,70	2,04
1000	6,23	1,98
1250	5,67	1,91
1600	4,89	1,83
2000	4,39	1,78
2500	4,11	1,73
3150	3,71	1,64
4000	3,17	1,52
5000	2,49	1,33

Tabelle 2: Mittelwerte der Nachhallzeiten

Anhang B Prüfverfahren und Prüfraum

B.1 Prüfverfahren

Die Prüfung erfolgte nach DIN EN ISO 354 vom Dezember 2003. Die Luftschallanregung des Hallraumes erfolgte mit einem Dodekaeder als Kugelschallsender, welcher an mindestens 2 verschiedenen Positionen aufgestellt wurde. Die räumliche Mittelung der Schalldruckpegel zwischen 100 Hz und 5.000 Hz erfolgte mit festen Mikrofonpositionen.

Mit dem Verfahren der integrierten Impulsantwort wurde für mindestens 12 unterschiedliche Kombinationen aus Lautsprecher- und Mikrofonpositionen die Nachhallzeit des Empfangsraumes mit und ohne Absorbermaterial gemäß DIN EN ISO 354 bestimmt. Der Schallabsorptionsgrad α_S berechnet sich damit nach

Gleichung (1):

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

vgl. DIN EN ISO 354, Abschnitt 8

mit:

T_1 :	Nachhallzeit des leeren Hallraumes [s]
T_2 :	Nachhallzeit des Hallraumes nach Einbringen des Prüfmaterials [s]
V :	Volumen des leeren Hallraumes [m ³]
S :	Fläche des Prüfmaterials [m ²]
c_1 :	Schallgeschwindigkeit in Luft während der Messung von T_1 [m/s]
c_2 :	Schallgeschwindigkeit in Luft während der Messung von T_2 [m/s]
m_1 :	Luftabsorptionskoeffizient, berechnet nach ISO 9613-1, während der Messung von T_1 .
m_2 :	Luftabsorptionskoeffizient, berechnet nach ISO 9613-1, während der Messung von T_2 .

B.1.1 Anmerkung zur Berücksichtigung der Luftabsorption

Luftabsorption entsteht durch Reibungs- und Resonanzeffekte der Luftmoleküle. Dieser Anteil der Schallabsorption hängt nicht vom Prüfobjekt, sondern ausschließlich von der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und vom atmosphärischen Luftdruck ab. Ergeben sich zwischen einer oder mehrerer dieser Größen Unterschiede zwischen der Referenzmessung im leeren Hallraum und einer Messung mit Prüfobjekt, wird die Differenz des jeweiligen Luftabsorptionsanteils rechnerisch korrigiert (vgl. Gleichung 1). Die Berechnung der Luftabsorptionskoeffizienten erfolgt gemäß ISO 9613, Teil 1 vom Juni 1993 (2/).

Die Luftabsorption ist etwa ab einer Frequenz von 1000 Hz relevant und wird zu hohen Frequenzen hin stärker. Der Anteil der Luftabsorption, und damit die ggf. in Rechnung gestellte Korrektur, bewegt sich bei nicht zu großen Unterschieden in den o.g. Parametern etwa in der Größenordnung zwischen +/- 0,01 bis zu +/- 0,1 Punkten.

Die Berücksichtigung der Luftabsorption bei Absorptionsgradmessungen im Hallraum ist erst seit Erscheinen der aktuellen DIN EN ISO 354 vom Dezember 2003 vorgeschrieben. In Prüfberichten und -zeugnissen, die nach der vorherigen DIN EN 20354:1993 (oder der noch älteren DIN 52212:1961) erstellt wurden, ist der Luftabsorptionsanteil somit implizit im angegebenen Schallabsorptionsgrad α_S enthalten, sofern bei der Messung im leeren Hallraum und im Hallraum mit Prüfobjekt Unterschiede zwischen einer oder mehrerer der drei genannten Größen bestanden haben.

Messergebnisse, die nach der neuen Norm berechnet wurden, sind demnach in den hohen Frequenzbereichen nicht direkt mit Messergebnissen nach den alten Normen vergleichbar.

Wir weisen darauf hin, dass diese Tatsache zu Fehlbewertungen führen kann. Insbesondere die vergleichende Bewertung von Produkten wird erschwert, wenn die vorliegenden Prüfzeugnisse nach verschiedenen Ausgaben der o.g. Normen erstellt worden sind.

B.2 Bewertung der Schallabsorption nach DIN EN ISO 11654

Die Ermittlung des bewerteten Schallabsorptionsgrades α_w (der Index steht für engl. weighted) aus den frequenzabhängigen Werten des Schallabsorptionsgrades α_s dient der vereinfachten Angabe eines Einzahlwertes.

Hierfür werden nach DIN EN ISO 11654 /3/ zunächst die Terzwerte des Absorptionsgrades α_s in Oktavwerte α_{pi} , den sog. „praktischen Absorptionsgrad“ umgerechnet. Die Bezugskurve ist im Frequenzbereich 250Hz bis 4 kHz definiert und wird jeweils in Schritten von 0,05 verschoben, bis die Summe der ungünstigen Abweichungen kleiner oder gleich 0,10 ist.

Gemäß DIN EN ISO 11654, Abschnitt 1.2 ist die Aussagekraft des bewerteten Schallabsorptionsgrades eingeschränkt:

„Die Einzahlbewertung nach dieser Internationalen Norm kann verwendet werden, um Anforderungen zu formulieren und um akustische Eigenschaften von schallabsorbierenden Produkten zu beschreiben, die für Routineanwendungen in üblichen Büros, Fluren, Klassenzimmern, Krankenhäusern usw. vorgesehen sind. Die Bewertung ist ungeeignet, wenn die Produkte in einer anspruchsvollen Umgebung eingesetzt werden sollen, die eines sorgfältigen akustischen Entwurfs auf Grundlage eines Gutachtens bedarf. In solchen Fällen sind nur vollständige frequenzabhängige Schallabsorptionswerte geeignet. [...] Da die Bezugskurve dieser Internationalen Norm nach unten durch das Oktavband bei 250 Hz begrenzt wird, ist sie für eine Bewertung unterhalb dieser Frequenz nicht anwendbar. [...]“

B.2.1 Erläuterung zu den Formindikatoren nach DIN EN ISO 11654, Abschnitt 4.3

Wenn der praktische Schallabsorptionsgrad α_{pi} den Wert der verschobenen Bezugskurve in einer Oktavmittenfrequenz um 0,25 oder mehr überschreitet, müssen ergänzend zum α_w -Wert ein oder mehrere Formindikatoren in Klammern angegeben werden. Es werden folgende Bezeichnungen verwendet:

- L: bei einer Überschreitung um 0,25 oder mehr bei $f = 250$ Hz
- M: bei einer Überschreitung um 0,25 oder mehr bei $f = 500$ Hz oder 1.000 Hz
- H: bei einer Überschreitung um 0,25 oder mehr bei $f = 2.000$ Hz oder 4.000 Hz.

Hinweis:

Immer, wenn ein Formindikator angegeben wird, wird dringend empfohlen, diese Einzahlbewertung bei der Planung von raumakustischen Maßnahmen in Verbindung mit der vollständigen Kurve des Schallabsorptionsgrades zu verwenden.

B.2.2 Erläuterung zu den Schallabsorptionsklassen nach DIN EN ISO 11654, Anhang B

Mit dem Klassifizierungssystem nach DIN EN ISO 11654, Anhang B werden die Einzahlangaben der bewerteten Schallabsorptionsgrade α_w in Schallabsorberklassen eingeteilt, die in folgender Tabelle dargestellt sind:

Schallabsorberklasse	α_w -Wert
A	0,90; 0,95; 1,00
B	0,80; 0,85
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55
E	0,25; 0,20; 0,15
Nicht klassifiziert	0,10; 0,05; 0,00

B.3 Prüfraum

Die Messungen erfolgten im Hallraum der Technischen Universität Berlin, Einsteinufer 31, 10587 Berlin. Der Hallraum hat die folgenden Maße:

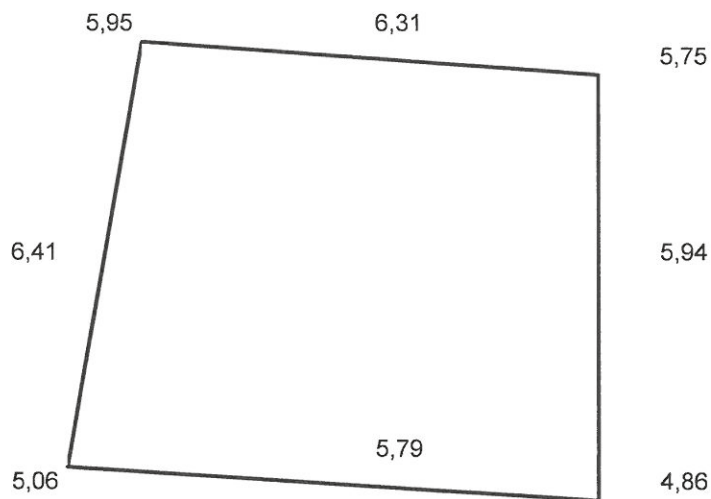


Bild 1: Skizze des Grundrisses mit Angaben der Maße des Hallraumes der TU Berlin
(Die Zahlen in den Ecken stellen die Höhen in [m] dar)

Das Volumen des Hallraumes beträgt $V = 200 \text{ m}^3$ und die Oberfläche 207 m^2 . Von der Decke sind vier Diffusoren so abgehängt, dass ein möglichst diffuses Schallfeld erreicht wird.

Messung der Schallabsorption in Hallräumen

Schallabsorptionsgrad nach DIN EN ISO 354 : 2003 - 12

Anlage 1
Prüfbericht-Nr.
086-12-G-06/A2

Auftraggeber: A. Berger GmbH Textilwarenfabrik
Kuhleshütte 84
47809 Krefeld

Prüfmateri al: Soundtex FR + w vor 50 mm Luftraum¹
Luftraum mit 40 mm ISOVER SSP2 bedämpft

Akustisch wirksame Oberfläche:
Höhe (einzeln): 3,94 m
Breite (einzeln): 2,79 m

Anzahl Prüfo bjekte im Hallraum: 1 St.
Prüffläche: 10,99 m²

Prüfraum: Hallraum Einsteinufer 31, 10587 Berlin
Volumen: 200 m³
Gesamtoberfläche: 207 m²

Prüfverfahren: Verfahren mit integrierter Impulsantwort nach DIN EN ISO 354:2003

Prüfsignal: Sinus-Sweep

Empfangsfilter: Terz

Aufbau des Prüfo bjekts im Hallraum:

Aufbau Typ E-50 nach DIN EN ISO 354
liegend auf dem Hallraumboden

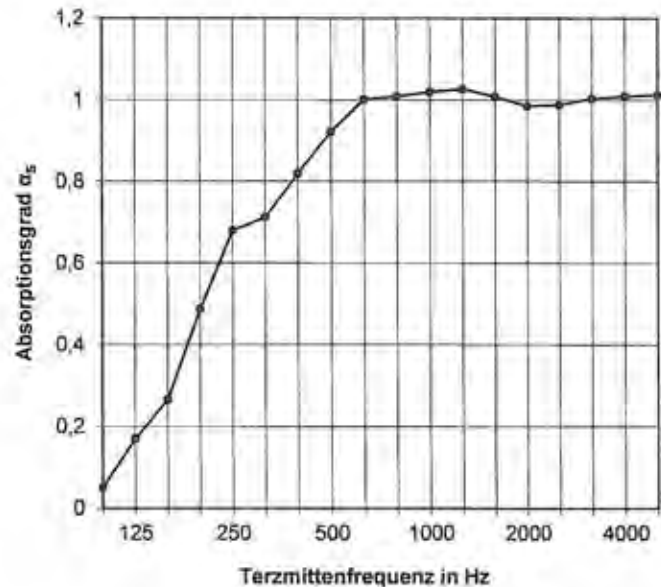
Prüfdatum: 28.11.2012

Temperatur: 17,3 / 17,0 °C
Luftfeuchte: 57,2 / 57,3 %
Luftdruck: 100,0 / 100,1 kPa
Schallgeschw.: 341,51 m/s
ISO 9613

leer / mit Prüfling

Mittelung in Oktaven:

f in Hz	α_s
125	0,16
250	0,63
500	0,91
1000	1,02
2000	0,99
4000	1,01



bewerteter Absorptionsgrad α_w 0,90
Klassifizierung A
Formfaktoren

¹Die Produktbezeichnung zum Zeitpunkt der Prüfung war Akutex.

 Akustikbüro
Krämer+Stegmaier

Reuchlinstraße 10-11 10553 Berlin
www.akustik-berlin.de

Prüfberichtsnummer: 086-12-G-06/A2

Datum: 23. April 2015

Unterschrift: