



Prüfbericht Nr. 003-15-L-02/A1




Ermittlung des Schallabsorptionsgrades einer Lamellenverkleidung im Hallraum


Projekt-Nr. 003-15-L
Auftraggeber: metogla GmbH & Co. KG
Lugweg 58
06869 Coswig
Auftrag vom: Januar 2015
Projektleiterin: Linda Kosanke M.A.

Dieser Bericht umfasst 10 Seiten Text und 1 Anlage. Er ersetzt den Bericht Nr. 003-15-L-02 vom 02.02.2015.

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

Berlin, den 04. Februar 2015


Karlheinz Stegmaier M.A.
Geschäftsführer und Prüfstellenleiter


Linda Kosanke M.A.
Projektingenieurin

Firmierung

Akustikbüro Krämer & Stegmaier GmbH
HRB 57 620

Firmensitz

Reuchlinstraße 10-11, Haus H
D-10553 Berlin

Geschäftsführer

Karlheinz Stegmaier M.A.

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	3
2. Beschreibung des Prüfobjekts.....	3
3. Messtechnische Prüfung.....	4
3.1 Allgemeine Angaben.....	4
3.2 Prüfmittel	4
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


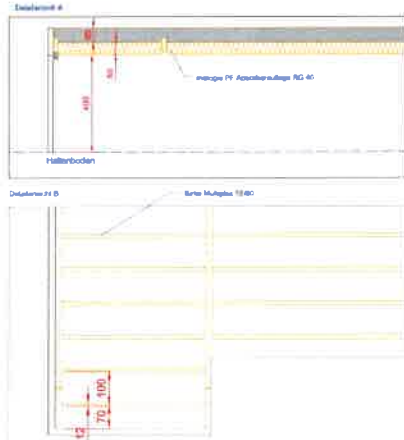

Anlagen

- 1 Formblatt Prüfergebnis metogla woodline bi 12-60 mit metogla PF Absorberauflage RG 40

1. Aufgabenstellung

Gemäß Auftrag wurde der Schallabsorptionsgrad einer Lamellenverkleidung vom Typ woodline bi 12-60 mit metogla PF Absorberauflage RG 40 nach DIN EN ISO 354 bestimmt.

2. Beschreibung des Prüfobjekts

Art des Prüfobjekts:	Lamellenverkleidung mit Absorberauflage vor 400 mm Luftraum
Typbezeichnung:	metogla woodline bi 12-60 mit metogla PF Absorberauflage RG 40
Aufbau:	Lamellenverkleidung 12/60 (Lamellen aus Birke Multiplex, Lamellenbreite 12 mm, Lamellenhöhe 60 mm, Lamellenabstand 88 mm, Achsabstand 100 mm) vor Absorberauflage (metogla PF RG 40 aus Polyesterfaser, 50 mm stark) vor 400 mm Luftraum
Messaufbau:	E-510 nach DIN EN ISO 354, Aufbauhöhe 510 mm über Hallraumboden, Luftraum 400 mm
Prüffläche:	10,31 m ²
Fotos / Zeichnungen:	  

3. Messtechnische Prüfung

3.1 Allgemeine Angaben

Die Prüfung fand am 22.01.2015 statt. Sie wurde durchgeführt von Frau Linda Kosanke M.A. vom Akustikbüro Krämer & Stegmaier GmbH.

Die Temperatur im Hallraum betrug ungefähr 15 °C, die Luftfeuchtigkeit im Mittel etwa 41 %. Der atmosphärische Luftdruck betrug im Mittel etwa 1015 hPa. Die exakten Werte sind auf dem Prüfzeugnis angegeben.

Die Probe wurde in eine Unterkonstruktion eingebaut, die auf den Hallraumboden gestellt wurde. Die Oberfläche der Probe schloss mit der Oberkante der Unterkonstruktion ab.

3.2 Prüfmittel

Es wurden die folgenden Prüfmittel verwendet:

- Zweikanal-Echtzeitfrequenzanalysator SINUS Soundbook quadro Seriennummer: 6258
- Mikrofon Typ MK 221 Microtech Gefell Seriennummer 34403 und Mikrofonvorverstärker Typ MV 203 Seriennummer 0144
- Leistungsverstärker 400 W Typ TML Seriennummer 002/99
- TML-Dodekaeder-Lautsprecher Typ TML 350 W, Seriennummer 2/99

Die Eichungen für die Geräte SINUS Soundbook quadro und Mikrofone Typ MK 221 mit Mikrofonvorverstärker Typ MV 203 sind gültig bis zum 31. Dezember 2015. Alle Eichungen erfolgten durch das Landesamt für Mess- und Eichwesen Berlin-Brandenburg.

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"

3.4 Planunterlagen

- /4/ metogla woodline bi 12-60 mit metogla PF Absorberauflage RG 40, Prüfaufbau 2, Maßstab diverse, metogla GmbH & Co. KG, 22.01.2015

4. Prüfergebnisse

Terzmittenfrequenz, Oktavmittenfrequenz [Hz]	Absorptionsgrad α_s	
	metogla woodline bi 12-60 mit 50 mm PF Absorberauflage RG 40 vor 400 mm Luftraum	
	in Terzen	Mittelung in Oktaven
100	1,07	0,92
125	0,94	
160	0,76	
200	0,74	0,82
250	0,91	
315	0,80	
400	0,74	0,81
500	0,80	
630	0,90	
800	0,86	0,88
1000	0,88	
1250	0,91	
1600	0,90	0,91
2000	0,89	
2500	0,93	
3150	0,97	0,98
4000	0,97	
5000	0,99	

Tabelle 1: Prüfergebnisse

Anhang A Mittelwerte der Nachhallzeiten mit und ohne Prüfobjekt im Hallraum

Terzmittenfrequenz [Hz]	Mittlere Nachhallzeiten T [s]	
	leer	mit Probe
100	7,59	2,13
125	7,67	2,34
160	8,33	2,76
200	7,69	2,73
250	7,81	2,39
315	7,72	2,61
400	7,62	2,72
500	7,39	2,57
630	6,70	2,31
800	6,02	2,27
1000	5,57	2,18
1250	5,23	2,09
1600	4,65	1,99
2000	4,13	1,90
2500	3,69	1,75
3150	3,17	1,59
4000	2,58	1,42
5000	1,93	1,19

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 Prüfmateri als [s]
V :	Volumen des leeren Hallraumes [m ³]
S :	Fläche des Prüfmateri als [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:

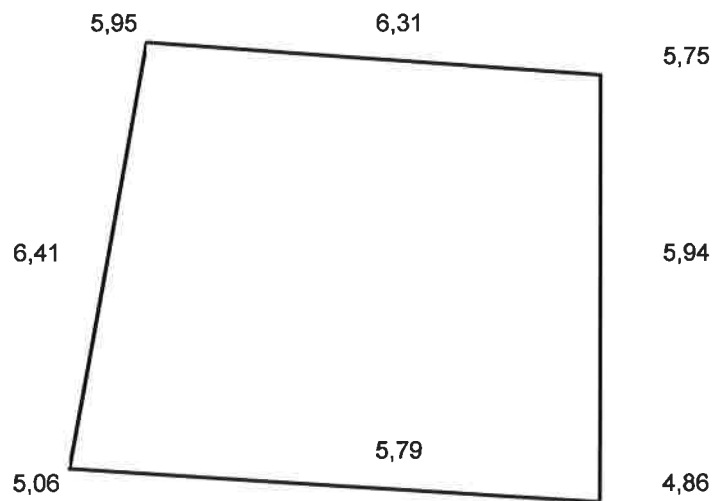


Bild 1: Skizze des Grundrisses mit Angaben der Maße des Hallraumes der TU Berlin
(Die Zahlen in den Ecken stellen die Höhen in [m] dar)

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 / 1
 Prüfbericht-Nr.
 003-15-L-02/A1

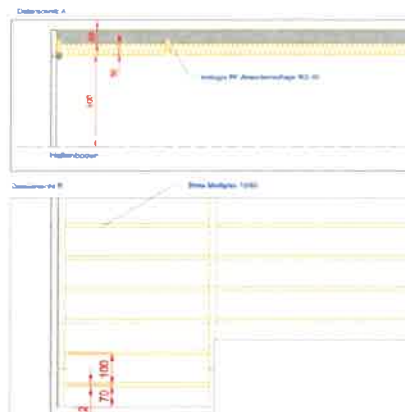
Auftraggeber: Metogla GmbH & Co. KG
 Lugweg 58
 06869 Coswig

Prüfmateriale: metogla woodline bi 12-60
 mit metogla PF Absorberauflage RG 40 (50 mm)

Akustisch wirksame Oberfläche:
 Höhe (einzeln): 3,75 m
 Breite (einzeln): 2,75 m

Anzahl Prüfobjekte im Hallraum: 1 St.
 Prüffläche: 10,31 m²

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



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

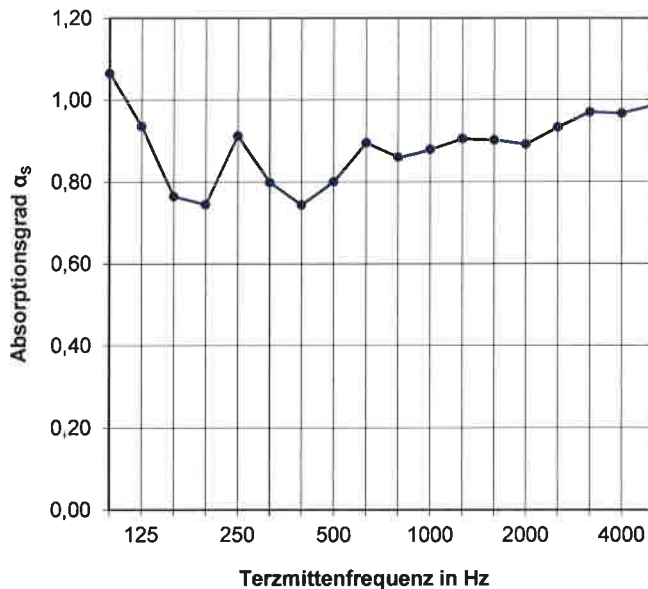
Prüfsignal: Sinus-Sweep

Empfangsfilter: Terz

Aufbau des Prüfobjekts im Hallraum: Gesamtaufbauhöhe 510 mm, Luftraum 400 mm
 nach DIN EN ISO 354 Typ E-510
 liegend auf dem Hallraumboden

Prüfdatum: 22.01.2015

Temperatur: leer / mit Prüfling 15,9 / 15,7 °C
 Luftfeuchte: 42,0 / 41,1 %
 Luftdruck: 101,4 / 101,5 kPa
 Schallgeschw. ISO 9613: 340,72 m/s



Mittelung in Oktaven:

f in Hz	α_s
125	0,92
250	0,82
500	0,81
1000	0,88
2000	0,91
4000	0,98

bewerteter Absorptionsgrad α_w	0,90
Klassifizierung	A
Formfaktoren	



Akustikbüro
Krämer+Stegmaier

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

Prüfberichtsnummer: 003-15-L-02/A1

Datum: 4. Februar 2015

Unterschrift:

L. Koschke