Bestimmung der Luftschalldämmung im Labor

Prüfbericht
Nr. 17-004020-PR01
(PB Z06-E01-04-de-01)

ift ROSENHEIM

Auftraggeber	**hapa AG** Neunstetter Str. 33 91567 Herrieden Deutschland
Produkt	Einbaurollladenkasten (Sturzkasten) im Mauerwerk integriert
Bezeichnung	MS 36 Mono NE Plus mit Spechtdichtung
Außenmaß (b x h)	1230 mm × 305 mm (ohne Putz)
Querschnitt (t x h)	362 mm × 305 mm (ohne Putz)
Dämmung Material	EPS
Antrieb	Gurtantrieb
Besonderheiten	2 x Schlauchdichtung, Typ HS1 (1x20 mm + 1x10 mm) am Auslassschlitz

Bewertetes Schalldämm-Maß R_w
Bewertete Normschallpegeldifferenz kleiner Bauteile $D_{n,e,w}$
Spektrum–Anpassungswerte C und C_{tr}

Rollpanzer oben:

$R_w \quad (C; C_{tr}) = 46\ (-1; -3)$ dB
$D_{n,e,w} \quad (C; C_{tr}) = 60\ (-1; -3)$ dB

Rollpanzer unten:

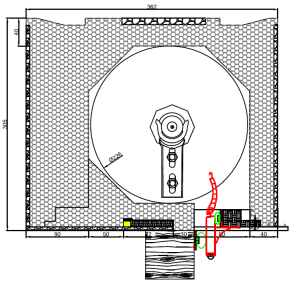
$R_w \quad (C; C_{tr}) = 46\ (-1; -4)$ dB
$D_{n,e,w} \quad (C; C_{tr}) = 60\ (-1; -3)$ dB

ift Rosenheim
25.01.2018

Dr. Joachim Hessinger, Dipl.-Phys.
Prüfstellenleiter
Bauakustik

Camille Châteauvieux-Hellwig, MSc
Prüfingenieur
Bauakustik

Grundlagen
EN ISO 10140-1: 2016
EN ISO 10140-2 : 2010
EN ISO 717-1 : 2013

Darstellung


Verwendungshinweise
Dieser Prüfbericht dient als Nachweis der Luftschalldämmung eines Bauteils.

Das bewertete Schalldämm-Maß R_w kann für den rechnerischen Nachweis nach DIN 4109-2:2016 verwendet werden.

Gültigkeit
Die genannten Daten und Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den geprüften und beschriebenen Probekörper.

Die Prüfung einer Leistungseigenschaft berechtigt keine Aussage über weitere leistungs- und qualitätsbestimmenden Eigenschaften der vorliegenden Konstruktion.

Veröffentlichungshinweise
Es gilt das **ift**-Merkblatt „Bedingungen und Hinweise zur Verwendung von **ift**-Prüfdokumentationen“ und „Bestimmung der Gesamtschalldämmung eines Fensters mit Rollladenkasten“

Das Deckblatt kann als Kurzfassung verwendet werden.

Inhalt
Der Nachweis umfasst insgesamt 12 Seiten

1 Gegenstand
2 Durchführung
3 Einzelergebnisse
4 Verwendungshinweise
Messblatt (2 Seiten)

ift Rosenheim GmbH
Theodor-Gietl-Str. 7-9
D-83026 Rosenheim

Kontakt
Tel. +49.8031.261-0
Fax +49.8031.261-290
www.ift-rosenheim.de

Prüfung und Kalibrierung – EN ISO/IEC 17025
Inspektion – EN ISO/IEC 17020
Zertifizierung Produkte – EN ISO/IEC 17065
Zertifizierung Managementsysteme – EN ISO/IEC 17021

Notified Body 0757
PÜZ-Stelle: BAY 18

ilac-MRA
DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-11349-01-00

1 Gegenstand

1.1 Probekörperbeschreibung

Produkt	Einbaurollladenkasten (Sturzkasten) im Mauerwerk integriert
Produktbezeichnung	MS 36 Mono NE Plus mit Spechtdichtung
Masse des Rollladenkastens	27,3 kg (leer)
Flächenbezogene Masse	71,8 kg/m² (leer)
Rollladenkasten	
Material	EPS, innen und außen mit 5 mm Holzwolle-Leichtbauplatten und Putz (innen 10 mm, außen 15 mm)
Außenabmessung	
Länge	1230 mm
Höhe	305 mm (ohne Putz)
Tiefe	362 mm (ohne Putz)
Dämmung	EPS-Dämmung, Silver SFG400R
Hersteller	Synthos Ribe'court SAS
Abmessungen	gem. Schnittzeichnung
Revisionsdeckel	Außenrevision
Außenabmessung	1075 x 49 x 8 mm
Aufbau	Kunststoffprofil
Dichtung	keine
Rollpanzer	3,02 m Rollpanzer (56 Stäbe + Endstab) mit hapa Design-Winkelendleiste
Material	Kunststoff-Hohlprofile
Typ	P52
Hersteller	Hapa
Abmessung der Stäbe (l x h x d)	1034 mm × 54 mm × 13 mm
Führungsleisten	Kunststoff-Führungsleisten 40 x 40 mm
Nutbreite	20 x 25 mm
Auslassschlitz	
Abmessung	1034 mm × 80 mm
Abdichtung	2 x Schlauchdichtung, Typ HS1 (1x20 mm + 1x10 mm), am Blendrahmen bzw. Revisionsdeckel befestigt
Material / Hersteller	Fa. Dichtungs-Specht GmbH
Fensteranschluss	Fichte, 80 x 80 mm
Abdichtung	Fuge zwischen Kasten und Fensteranschluss mit Kitt abgedichtet
Antriebsart	Gurtantrieb
Abdichtung Gurtdurchführung	keine
Beschwerung	keine

Die Beschreibung basiert auf der Überprüfung des Probekörpers im **ift** Labor Bauakustik. Artikelbezeichnungen /-nummern sowie Materialangaben sind Angaben des Auftraggebers.

1.2 Einbau des Probekörpers

Prüfstand	Fensterprüfstand „Z“ ohne Schallnebenwege nach EN ISO 10140-5: 2010+A1:2014; der Prüfstand hat einen Einsatzrahmen mit einer durchgehenden Trennfuge, die in der Prüföffnung dauerelastisch geschlossenzellig abgedichtet ist.
Einbau des Probekörpers	Einbau des Probekörpers durch das **ift** Labor Bauakustik.
Einbaubedingungen	Einsetzen in die mit hochschalldämmenden Elementen angepasste Prüföffnung und Ausstopfen der Anschlussfugen mit Schaumstoff und beidseitige Abdichtung mit plastischem Dichtstoff. Die Öffnung entspricht den Anforderungen in EN ISO 10140-1:2016 Anhang E.
Besonderheiten	Der Rollladenkasten ragte über die Öffnung hinaus; die hinausragenden Teile wurden mit plastischem Dichtstoff abgedeckt.
Randbedingungen	Prüfung mit Rollpanzer oben und unten. Beim Prüfzustand „Rollpanzer unten“ wurde der Rollpanzer entsprechend dem vollständig heruntergelassenen Zustand mit Hilfe der Haltefeder an die Außenschürze gepresst und der Panzer auf einen Endanschlag gedrückt, der die Fensterbank simuliert. Die Lamellen waren geschlossen, 3 Stäbe waren noch im Rollladenkastengehäuse.

1.3 Probekörperdarstellung

Die konstruktiven Details wurden ausschließlich hinsichtlich der nachzuweisenden Merkmale überprüft. Die Darstellungen basieren auf unveränderten Unterlagen des Auftraggebers. Die Fotos wurden während der Prüfung erstellt.

Bild 1 Ansicht im Senderaum, links Panzer oben, rechts Panzer unten*

Bild 2 Ansicht im Empfangsraum, rechts Gurtführung*

* Fotos erstellt vom ift Labor Bauakustik

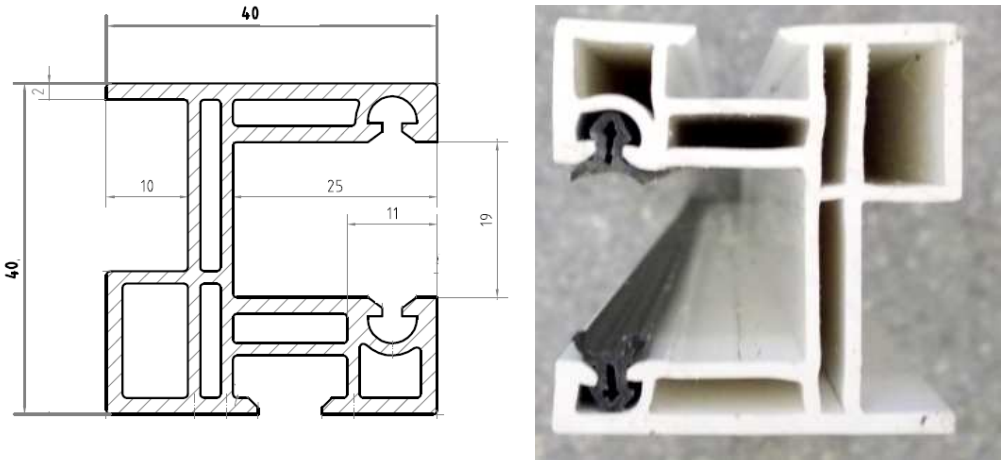


Bild 3 Führungsschiene

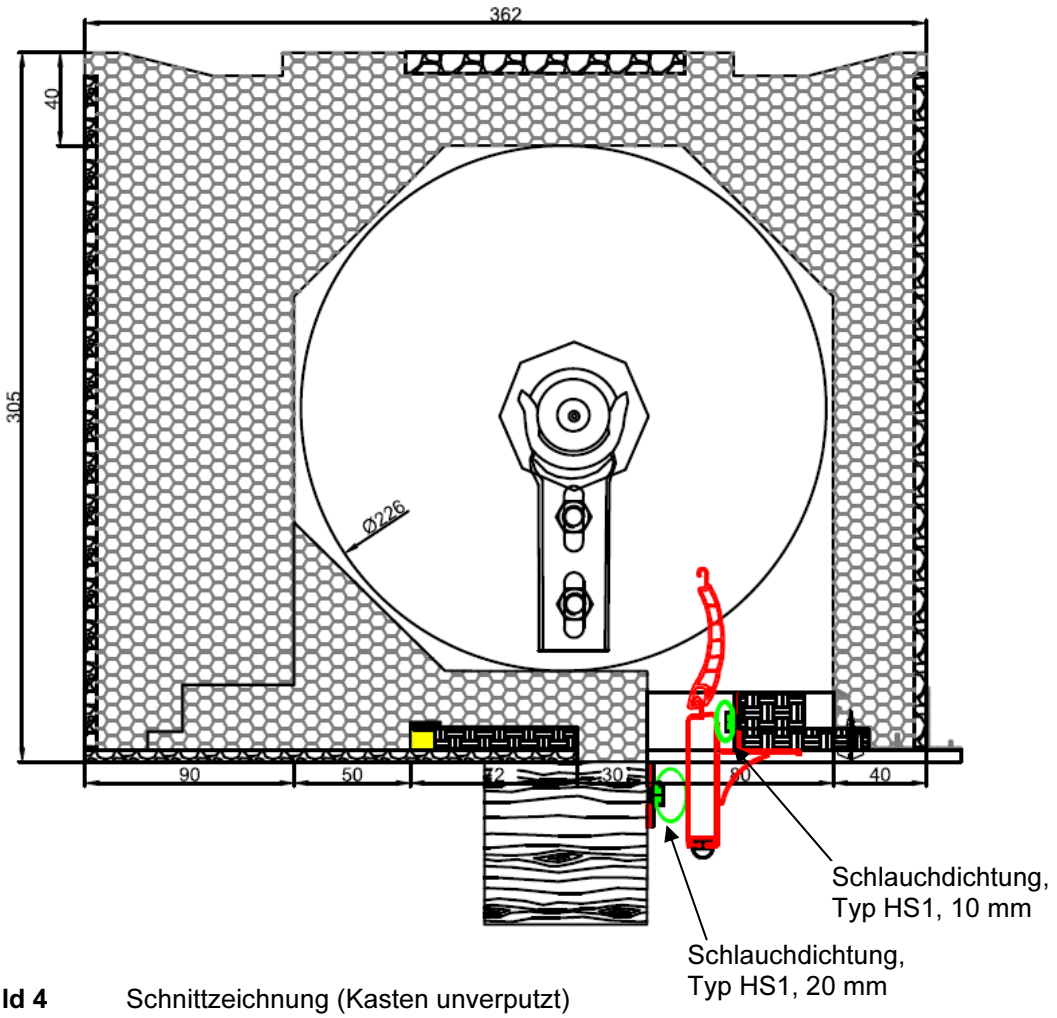


Bild 4 Schnittzeichnung (Kasten unverputzt)

2 Durchführung

2.1 Probennahme

Probekörperauswahl	Die Auswahl der Proben erfolgte durch den Auftraggeber
Anzahl	1
Hersteller	Hapa AG
Herstellwerk	Herrieden
Herstelldatum / Zeitpunkt der Probennahme	k.A.
Produktionslinie	36er
Verantwortlicher Bearbeiter	Herr Herbert Waha
Anlieferung am **ift**	22. Januar 2018 durch den Auftraggeber per Spedition
ift-Registriernummer	45141/03

2.2 Verfahren

Grundlagen

EN ISO 10140-1: 2016	Acoustics; Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 1: Application rules for specific products (ISO 10140-1: 2016)
EN ISO 10140-2:2010	Acoustics; Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 2: Measurement of airborne sound insulation (ISO 10140-2:2010)
EN ISO 717-1: 2013	Acoustics; Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation (ISO 717-1:2013)

Entspricht den nationalen Fassungen:
DIN EN ISO 10140-1: 2016-12, DIN EN ISO 10140-2:2010-12 und DIN EN ISO 717-1 : 2013-06

Die Durchführung und der Umfang der Messungen entspricht den Grundsätzen des Arbeitskreises der bauaufsichtlich anerkannten Schallprüfstellen in Abstimmung mit dem NA 005-55-75-AA (UA 1 zu DIN 4109).

Randbedingungen	Entsprechen den Normforderungen.
Abweichung	Es gibt keine Abweichungen zum Prüfverfahren bzw. den Prüfbedingungen.
Prüfrauschen	Rosa Rauschen
Messfilter	Terzbandfilter
Messgrenzen	

Tiefe Frequenzen	Der Empfangsraum unterschreitet die empfohlenen Abmessungen für Prüfungen im Frequenzbereich von 50 Hz bis 80 Hz nach EN ISO 10140-4:2010 Anhang A (informativ). Es wurde ein bewegter Lautsprecher verwendet.
Hintergrundgeräuschpegel	Der Hintergrundgeräuschpegel im Empfangsraum wurde bei der Messung bestimmt und der Empfangsraumpegel L_2 gemäß EN ISO 10140-4:2010 Abschnitt 4.3 rechnerisch korrigiert.
Maximalschalldämmung	Die Maximalschalldämmung der Prüfanordnung wurde im Anschluss an die Schallprüfung ermittelt. Die Differenz von Schalldämmung und Maximaldämmung der Prüfanordnung ist zum Teil kleiner als 15 dB. Eine rechnerische Korrektur wurde nach EN ISO 10140-2:2010 Anhang A durchgeführt. In die Messkurve im Anhang ist die Maximalschalldämmung eingezeichnet.
Messung der Nachhallzeit	Arithmetische Mittelung: Jeweils 2 Messungen von 2 Lautsprecher- und 3 Mikrofonpositionen (insgesamt 12 Messungen).
Messgleichung A	$A = 0{,}16 \cdot \frac{V}{T}\,m^2$
Messung der Schallpegeldifferenz	Mindestens 2 Lautsprecherpositionen und auf Kreisbahnen bewegte Mikrofone.
Messgleichung R	$R = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg\frac{S}{A}$ in dB
Messgleichung $D_{n,e}$	$D_{n,e} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg\frac{A_0}{A}$ in dB

LEGENDE

A	Äquivalente Absorptionsfläche in m²
R	Schalldämm-Maß in dB
$D_{n,e}$	Norm-Schallpegeldifferenz kleiner Bauteile in dB
L_1	Schallpegel Senderaum in dB
L_2	Schallpegel Empfangsraum in dB
T	Nachhallzeiten in sec.
V	Volumen des Empfangsraums in m³
S	Prüffläche des Probekörpers in m² (S = 0,38 m²)
A_0	Bezugs-Absorptionsfläche (10 m²)

2.3 Prüfmittel

Gerät	Typ	Hersteller
Integrierende Messanlage	Typ Nortronic 121	Fa. Norsonic-Tippkemper
Mikrofon-Vorverstärker	Typ 1201	Fa. Norsonic-Tippkemper
Mikrofonkapseln	Typ 1220	Fa. Norsonic-Tippkemper
Kalibrator	Typ 1251	Fa. Norsonic-Tippkemper
Lautsprecher Dodekaeder	Eigenbau	-

Gerät	Typ	Hersteller
Verstärker	Typ E120	Fa. FG Elektronik
Mikrofon-Schwenkanlage	Eigenbau / Typ 231-N-360	Fa. Norsonic-Tippkemper

Das ift Labor Bauakustik nimmt im Abstand von 3 Jahren an Vergleichsmessungen bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig teil, zuletzt im April 2016. Der verwendete Schallpegelmesser, Serien Nr. 31423, wurde am 22. Mai 2017 von der Firma Norsonic Tippkemper DKD-kalibriert.

2.4 Prüfdurchführung

Datum	23. Januar 2018
Prüfingenieur	Châteauvieux-Hellwig Camille

3 Einzelergebnisse

Die Werte des gemessenen Schalldämm-Maßes, bezogen auf die Stirnfläche S = 0,38 m², und der gemessenen Norm-Schallpegeldifferenz des untersuchten Rollladenkastens sind in ein Diagramm des beigefügten Messblattes in Abhängigkeit von der Frequenz eingezeichnet und in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben. Daraus errechnen sich nach EN ISO 717-1 für den Frequenzbereich 100 Hz bis 3150 Hz das bewertete Schalldämm-Maß, die bewertete Normschallpegeldifferenz und die Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr}

R_w (C; C_{tr}) = 46 (-1; -3) dB	Rollpanzer oben
R_w (C; C_{tr}) = 46 (-1; -4) dB	Rollpanzer unten
$D_{n,e,w}$ (C; C_{tr}) = 60 (-1; -3) dB	Rollpanzer oben
$D_{n,e,w}$ (C; C_{tr}) = 60 (-1; -3) dB	Rollpanzer unten

Wird der Rollladenkasten mit einem Fenster mit bekannter Schalldämmung kombiniert, so ergibt sich nach der im beigefügten Merkblatt „Bestimmung der Gesamtschalldämmung eins Fensters mit Rollladenkasten“ angegebenen Formel das daraus resultierende Schalldämm-Maß für Fenster + Rollladenkasten.

4 Verwendungshinweise

4.1 Anwendung für DIN 4109: 2016-07

Grundlage

DIN 4109-1: 2016-07	Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen
DIN 4109-2: 2016-07	Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen

Das nach Kapitel 3 ermittelte bewertete Schalldämm-Maß -Maß bzw. die bewertete Norm-Schallpegeldifferenz können für den rechnerischen Nachweis des Schallschutzes nach DIN 4109-2 direkt verwendet werden.

Eingangsdaten aus Prüfstandmessungen sind bei der Berechnung des gesamten bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes $R'_{w,ges}$ nach DIN 4109-2 Kapitel 4 mit $^1/_{10}$ dB-Angabe zu verwenden. Sofern kein Einfluss durch Einbaufugen vorliegt kann das hier ermittelte bewertete Schalldämm-Maß -Maß direkt für die Schalldämmung des i-ten Bauteils der Außenhülle eingesetzt werden. Wird die bewertete Norm-Schallpegeldifferenz als Eingangsgröße verwendet so ist sie nach den Rechenregeln der DIN 4109-2 (Abschnitt 4.4.2) mit $^1/_{10}$ dB Genauigkeit auf die Bausituation umzurechnen. Die einzusetzenden Zahlenwerte können dem Abschnitt 4.3 entnommen werden.

Hinweis: Im Unterschied zur Vorgängernorm DIN 4109:1989-11 erfolgt kein Abzug eines Vorhaltemaßes an den Bauteilkenngrößen. Unsicherheiten werden über ein Einrechnen eines sogenannten Sicherheitsbeiwertes u_{prog} beim Endergebnis der Berechnung nach DIN 4109-2 berücksichtigt.

4.2 Rechenwert nach DIN 4109:1989

Grundlage

DIN 4109: 1989-11	Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise
Beiblatt 1 zu DIN 4109: 1989-11	Schallschutz im Hochbau, Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren

Für den bauaufsichtlichen Nachweis der Schalldämmung in der Übergangszeit kann die Angabe eines Rechenwerts des bewerteten Schalldämm-Maßes nach der bisherigen DIN 4109: 1989-11 (mit Datum Juli 2016 zurückgezogen) erforderlich sein.
Für den Nachweis der Schalldämmung nach DIN 4109 Beiblatt 1 muss die bewertete Norm-Schallpegeldifferenz kleiner Bauteile in das bewertete Schalldämm-Maß $R_{w,R}$ umgerechnet werden, nach der Beziehung:

$$R_w = D_{n,w,P} - 10 \cdot \log\left(\frac{A_0}{S_{Rollladenkasten}}\right) \text{ dB}$$

$$R_{w,R} = R_w - 2 \text{ dB}$$

Mit der Projektionsfläche $S_{Rollladenkasten}$ = 0,38 m² ergibt sich ein bewertetes Schalldämm-Maß für

Rollpanzer oben:	**R_w = 46 dB**	**$R_{w,R}$ = 44 dB**
Rollpanzer unten:	**R_w = 46 dB**	**$R_{w,R}$ = 44 dB**

4.3 Messunsicherheit, Einzahlangabe in $^1/_{10}$ dB

Grundlagen

EN ISO 12999-1: 2014 Acoustics; Determination and application of measurement uncertainties in building acoustics, part 1: sound insulation (ISO 12999-1:2014)

Das auf Basis der EN ISO 717-1: 2013-06 ermittelte bewertete Schalldämm-Maß bzw. die bewertete Norm-Schallpegeldifferenz (in $^1/_{10}$ dB Angabe mit Messunsicherheit) betragen:

$R_{i,w}$ = 46,6 dB ± 1,2 dB (Rollpanzer oben)
$R_{i,w}$ = 46,1 dB ± 1,2 dB (Rollpanzer unten)
$D_{n,e,i,w}$ = 60,8 dB ± 1,2 dB (Rollpanzer oben)
$D_{n,e,i,w}$ = 60,3 dB ± 1,2 dB (Rollpanzer unten)

Bei der angegebenen Messunsicherheit für das bewertete Schalldämm-Maß bzw. die bewertete Norm-Schallpegeldifferenz handelt es sich um die mittlere Standardabweichung für Prüfstandmessungen (Standardunsicherheit σ_R für die Messsituation A: Charakterisierung eines Bauteils durch Prüfstandmessungen nach EN ISO 12999-1: 2014, Tabelle 3 σ_R = 1,2 dB).

Zur Produktdeklaration sind der ganzzahlige Wert des bewerteten Schalldämm-Maßes bzw. die bewertete Norm-Schallpegeldifferenz und die Spektrum-Anpassungswerte nach Kapitel 3 heranzuziehen:

R_w (C; C_{tr}) = 46 (-1; -3) dB	Rollpanzer oben
R_w (C; C_{tr}) = 46 (-1; -4) dB	Rollpanzer unten
$D_{n,e,w}$ (C; C_{tr}) = 60 (-1; -3) dB	Rollpanzer oben
$D_{n,e,w}$ (C; C_{tr}) = 60 (-1; -3) dB	Rollpanzer unten

ift Rosenheim
Labor Bauakustik
25.01.2018

Schalldämm-Maß nach ISO 10140 - 2

Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen im Prüfstand

Auftraggeber: **hapa AG**, 91567 Herrieden, Deutschland

Produktbezeichnung MS 36 Mono NE Plus mit Spechtdichtung

Aufbau des Probekörpers

Einbaurollladenkasten (Sturzkasten) im Mauerwerk	integriert
Außenabmessung	1230 mm × 305 mm × 362 mm (l x h x t)
Revisionsdeckel	Kunststoffprofil
Dämmung Material	EPS
Rollpanzer	Kunststoff-Hohlprofile
Antriebsart	Gurtantrieb
Beschwerung	keine
Dichtung	2 x Schlauchdichtung, Typ HS1 (1x20 mm + 1x10 mm)

Prüfdatum	23. Januar 2018
Prüföffnung	1,25 m × 0,305 m = 0,38 m²
Prüfstand	Nach EN ISO 10140-5
Trennwand	Beton-Doppelwand, Einsatzrahmen
Prüfschall	Rosa Rauschen
Volumina der Prüfräume	V_S = 104 m³ V_E = 67,5 m³

Maximales Schalldämm-Maß
$R_{w,max}$ = 58 dB (bezogen auf S = 0,38 m²)

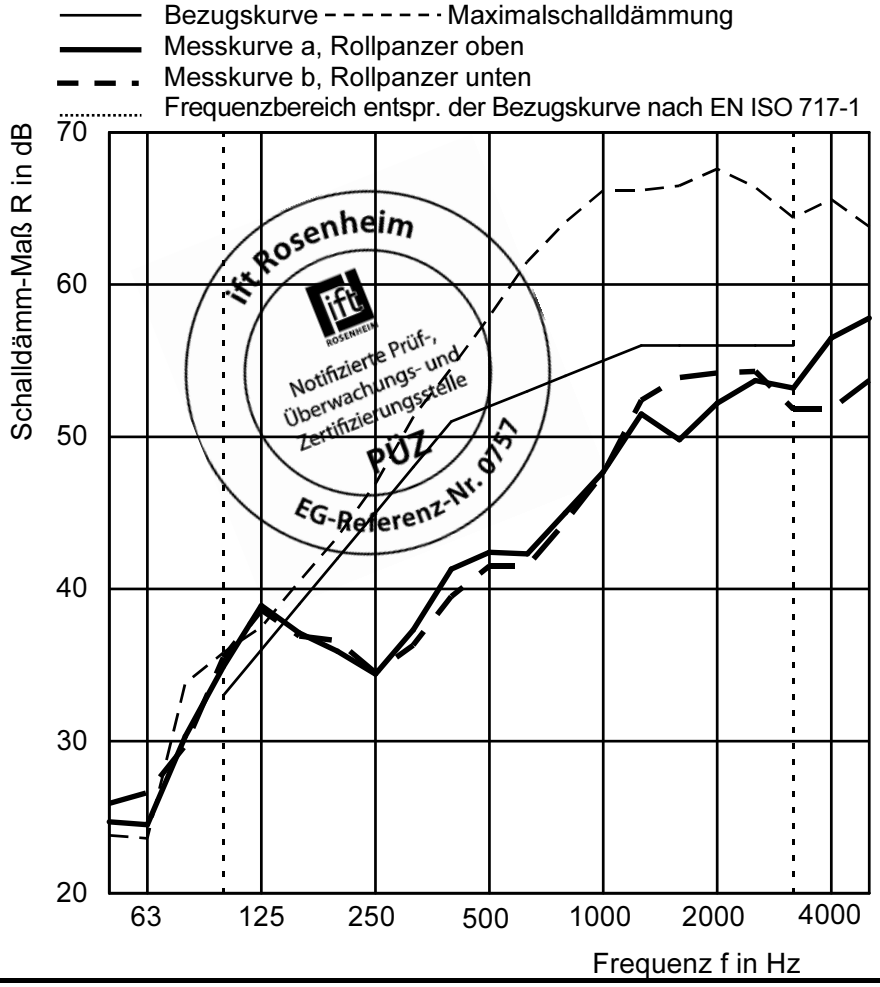
Einbaubedingungen
Element in die mit hochschalldämmenden Elementen angepasste Prüföffnung eingesetzt und verkeilt. Anschlussfugen mit Schaumstoff ausgestopft und beidseitig mit plastischem Dichtstoff gedichtet.

Klima in den Prüfräumen 22°C / 32% RF

Statischer Luftdruck 970 hPa

	a	b
f in Hz	R in dB	R in dB
50	(≥24,7)	(≥25,9)
63	(≥24,5)	(≥26,6)
80	(≥30,3)	(≥29,7)
100	(≥34,9)	(≥35,5)
125	(≥38,9)	(≥38,6)
160	(≥37,1)	(≥36,9)
200	35,9	36,6
250	34,4	34,5
315	37,3	36,3
400	41,3	39,5
500	42,4	41,5
630	42,3	41,5
800	45,0	44,4
1000	47,7	47,6
1250	51,5	52,4
1600	49,8	53,9
2000	52,2	54,2
2500	53,7	54,3
3150	53,2	51,8
4000	56,5	51,8
5000	57,8	53,7

(≥ Mindestwert)



Bewertung nach EN ISO 717-1 (in Terzbändern):

a: Rollpanzer oben **R_w (C; C_{tr}) = 46 (-1; -3) dB**; $C_{100-5000}$ = 0 dB; $C_{tr,100-5000}$ = -3 dB

b: Rollpanzer unten **R_w (C; C_{tr}) = 46 (-1; -4) dB**; $C_{100-5000}$ = 0 dB; $C_{tr,100-5000}$ = -4 dB

ift Rosenheim
Labor Bauakustik
29. Januar 2018

M.Sc. Châteauvieux-Hellwig Camille
Prüfingenieur

Normschallpegeldifferenz nach EN ISO 10140 - 2

Messung der Luftschalldämmung kleiner Bauteile im Prüfstand

Auftraggeber: **hapa AG**, 91567 Herrieden, Deutschland

Produktbezeichnung MS 36 Mono NE Plus mit Spechtdichtung

Aufbau des Probekörpers

Einbaurollladenkasten (Sturzkasten) im Mauerwerk integriert	
Außenabmessung	1230 mm × 305 mm × 362 mm (l x h x t)
Revisionsdeckel	Kunststoffprofil
Dämmung Material	EPS
Rollpanzer	Kunststoff-Hohlprofile
Antriebsart	Gurtantrieb
Beschwerung	keine
Dichtung	2 x Schlauchdichtung, Typ HS1 (1x20 mm + 1x10 mm)

Prüfdatum 23. Januar 2018

Bezugs-Absorptionsfläche $n \times A_0$ = 10 m² (n=1)

Trennwand Beton-Doppelwand, Einsatzrahmen

Prüfschall Rosa Rauschen

Volumina der Prüfräume V_S = 104 m³, V_E = 67,5 m³

Maximalschalldämmung
$D_{n,e,w,max}$ = 72 dB (bezogen auf A_0 = 10 m²)

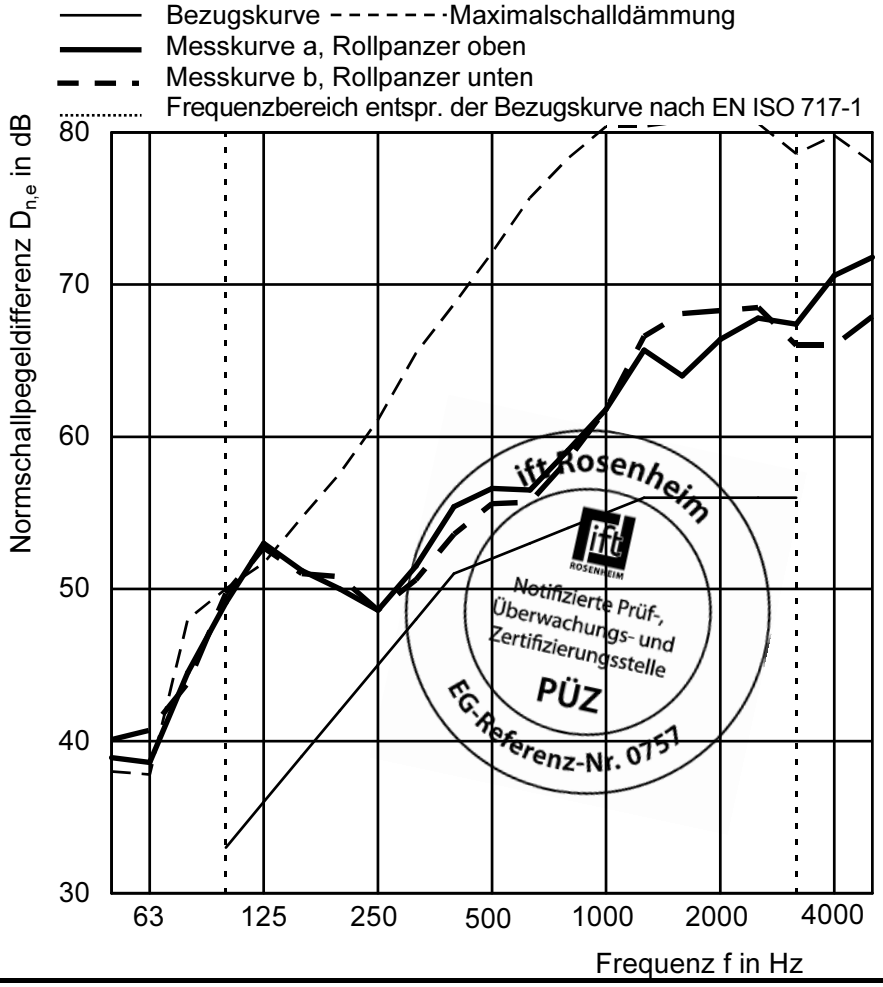
Einbaubedingungen
Element in die mit hochschalldämmenden Elementen angepasste Prüföffnung eingesetzt und verkeilt. Anschlussfugen mit Schaumstoff ausgestopft und beidseitig mit plastischem Dichtstoff gedichtet.

Klima in den Prüfräumen 22°C / 32 % RF

Statischer Luftdruck 970 hPa

	a	b
f in Hz	$D_{n,e}$ in dB	$D_{n,e}$ in dB
50	(≥38,9)	(≥40,1)
63	(≥38,6)	(≥40,7)
80	(≥44,5)	(≥43,8)
100	(≥49,1)	(≥49,7)
125	(≥53,0)	(≥52,7)
160	(≥51,2)	(≥51,0)
200	50,0	50,8
250	48,6	48,6
315	51,5	50,6
400	55,4	53,6
500	56,6	55,6
630	56,5	55,7
800	59,1	58,5
1000	61,8	61,8
1250	65,7	66,6
1600	64,0	68,1
2000	66,4	68,3
2500	67,8	68,5
3150	67,4	66,0
4000	70,6	66,0
5000	71,8	67,9

(≥ Mindestwert)



Bewertung nach EN ISO 717-1 (in Terzbändern):

a: Rollpanzer oben **$D_{n,e,w}$ (C; C_{tr}) = 60 (-1; -3) dB**; $C_{100-5000}$ = 0 dB; $C_{tr,100-5000}$ = -4 dB

b: Rollpanzer unten **$D_{n,e,w}$ (C; C_{tr}) = 60 (-1; -3) dB**; $C_{100-5000}$ = 0 dB; $C_{tr,100-5000}$ = -3 dB

ift Rosenheim
Labor Bauakustik
29. Januar 2018

M.Sc. Châteauvieux-Hellwig Camille
Prüfingenieur