

Müller-BBM GmbH
Robert-Koch-Str. 11
82152 Planegg bei München

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

www.MuellerBBM.de

M. Eng. Philipp Meistring
Telefon +49(89)85602 228
Philipp.Meistring@mbbm.com

02. März 2018
M139649/01 MSG/STY

**Glasbausteinelement
Fuchs Design GmbH
Fuchs Glasstein Vollsicht
19 cm x 19 cm x 8 cm**

**Prüfung der Schalldämmung
im Fensterprüfstand nach
DIN EN ISO 10140-2**

Prüfbericht Nr. M139649/01

Auftraggeber:	Fuchs Design GmbH Kempener Landstraße 1 47647 Kerken Deutschland
Bearbeitet von:	M. Eng. Philipp Meistring Juri Schweszow
Berichtsdatum:	02. März 2018
Lieferdatum der Prüfobjekte:	18. Januar 2018
Prüfdatum:	18. Januar 2018
Berichtsumfang:	Insgesamt 17 Seiten davon 5 Seiten Textteil, 1 Seiten Anhang A, 3 Seiten Anhang B und 8 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	Prüfobjekt und Prüfaufbau	3
4	Prüfverfahren	4
5	Auswertung	5
6	Messergebnisse	5
7	Anmerkungen	5

Anhang A: Prüfzeugnis

Anhang B: Fotos

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

1 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Fa. Fuchs Design GmbH, 47647 Kerken, Deutschland, war das Schalldämm-Maß eines Glasbausteinelementes mit Steinen vom Typ Fuchs Glasstein Vollsicht 19 cm x 19 cm x 8 cm, nach DIN EN ISO 10140-2 [3] im Fensterprüfstand zu ermitteln.

2 Grundlagen

Diesem Prüfbericht liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- [1] DIN EN ISO 12999-1: Bestimmung und Anwendung der Messunsicherheiten in der Bauakustik - Teil 1: Schalldämmung. September 2014
- [2] DIN EN ISO 10140-1: Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 1: Anwendungsregeln für bestimmte Produkte. Dezember 2016.
- [3] DIN EN ISO 10140-2: Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 2: Messung der Luftschalldämmung. Dezember 2010
- [4] DIN EN ISO 10140-4: Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 4: Messverfahren und Anforderungen. Dezember 2010
- [5] DIN EN ISO 10140-5: Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 5: Anforderungen an Prüfstände und Prüfeinrichtungen. September 2014 (DIN EN ISO 10140-5:2010 + A1:2014)
- [6] DIN EN ISO 717-1: Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung. Juni 2013
- [7] DIN EN ISO 3382-2: Akustik - Messung von Parametern der Raumakustik – Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen. September 2008
- [8] DIN 4109-4: Schallschutz im Hochbau - Teil 4: Bauakustische Prüfungen. Juli 2016
- [9] DIN EN 1051-2: Glas im Bauwesen – Glassteine und Betongläser – Teil 2: Konformitätsbewertung/Produktnorm. Dezember 2007

3 Prüfobjekt und Prüfaufbau

Aufbau der Glasbausteine (gem. Herstellerangabe):

- Typ: Fuchs Glasstein Vollsicht 19 cm x 19 cm x 8 cm
- Glassteine (Glas nach EN 572-1) als geformte, luftdicht geschlossene Glashohlkörper
- Abmessungen je Stein:
Höhe 190 mm, Breite 190 mm, Dicke 80 mm (+/-2,0 mm)
- Masse je Stein: $m = 4,0 \text{ kg}$ (+/-10 %)

Aus den Glasbausteinen wurde werkseitig ein Prüfelement hergestellt. Das Element lässt sich wie folgt beschreiben:

- Element aus insgesamt 42 Glasbausteinen (7 Reihen übereinander mit jeweils 6 Steinen nebeneinander), Verbindung untereinander mit Mörtel in den Stoß- und Lagerfugen
- Stoß- und Lagerfugen wurden praxisgerecht vollflächig mit Fuchs Spezial Glasbausteinmörtel Typ SGM 5 ausgeführt
- umlaufend wurde das Element mit dem Fugenmörtel eingefasst und geglättet
- Gesamtabmessungen des Prüfelementes: $B \times H = 1,23 \text{ m} \times 1,48 \text{ m}$,
Dicke 80 mm
- Gesamtmasse des Prüfelementes: $ca. m = 203 \text{ kg}$
- flächenbezogene Masse $ca. m'' = 112 \text{ kg/m}^2$

Der Einbau des Prüfobjektes in den Prüfstand wurde vom Auftraggeber ausgeführt.

Das Prüfelement wurde in die Öffnung des Fensterprüfstands (lichte Abmessungen $B \times H = 1,25 \text{ m} \times 1,50 \text{ m}$) eingestellt und punktuell mittels Keilen fixiert. Die umlaufend 10 mm breite Fuge zwischen Prüfstand und Prüfkörper wurde beidseitig mit dauerplastischem Dichtstoff vom Typ Terostat-IX der Fa. Henkel abgedichtet.

Weitere Details zum Prüfaufbau sind dem Prüfzeugnis in Anhang A sowie den Fotos in Anhang B zu entnehmen.

Die Angaben zu Massen und Abmessungen der Prüfobjekte sind Herstellerangaben und wurden durch die Prüfstelle an Stichproben überprüft.

4 Prüfverfahren

Für die Prüfung der Luftschalldämmung von Glasbausteinelementen sind in der Prüfnorm (Normenreihe DIN EN ISO 10140-xx) und der Produktnorm DIN EN 1051-2 [9] keine produktspezifischen Vorgaben enthalten. Ersatzweise wurden entsprechend der typischen Dimensionen die Vorgaben nach DIN EN ISO 10140-1 [2] zur Prüfung von Fensterelementen angewendet.

Die Prüfung der Luftschalldämmung erfolgte nach DIN EN ISO 10140-2 [3].

Das Prüfverfahren, der Prüfstand und die verwendeten Prüfmittel sind in Anhang C beschrieben.

5 Auswertung

Es wurde das Schalldämm-Maß R in Terzen zwischen 100 Hz und 5000 Hz gemäß DIN EN ISO 10140-2 [3] bestimmt.

Die Ermittlung der Einzulangaben wurde nach DIN EN ISO 717-1 [6] durchgeführt.

Dabei gelten folgende Definitionen:

- R_w bewertetes Schalldämm-Maß
- C Spektrum-Anpassungswert für Luftschall mit Spektrum 1
- C_{tr} Spektrum-Anpassungswert für Luftschall mit Spektrum 2

6 Messergebnisse


Für die Glasbausteinwand Fuchs Glasstein Vollsicht 19 cm x 19 cm x 8 cm wurde folgendes Messergebnis ermittelt:

- Bewertetes Schalldämm-Maß $R_w(C; C_{tr}) = 45 (-1; -4)$ dB

Die vollständigen Messergebnisse sind dem Prüfzeugnis in Anhang A zu entnehmen.

7 Anmerkungen

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



M. Eng. Philipp Meistring
(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.

Schalldämm-Maß nach ISO 10140-2

Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen

Auftraggeber: Fuchs Design GmbH, Kempener Landstr. 1
47647 Kerken, Deutschland

Prüfgegenstand: Glausbausteinelement Fuchs Glasstein Vollsicht 19 cm x 19 cm x 8 cm

Aufbau der Glasbausteine:

- Typ: Fuchs Glasstein Vollsicht 19 cm x 19 cm x 8 cm
- Glassteine (Glas nach EN 572-1) als geformte, luftdicht geschlossene Glashohlkörper
- Elementabmessungen: Höhe 190 mm, Breite 190 mm, Dicke 80 mm (+/- 2,0 mm)
- Masse je Glasstein: $m = 4,0 \text{ kg}$ (+/- 10 %)

Prüfelement:

- Prüfung eines vorgefertigten Wandelementes im Fensterprüfstand
- Elementaufbau aus 7 Reihen Glassteinen übereinander mit je 6 Glassteinen nebeneinander
- die Verbindung der Glassteine untereinander erfolgte praxisgerecht mittels Fugenmörtel vom Typ Fuchs Spezial Glasbausteinmörtel SGM 5 vollflächig in den Stoß- und Lagerfugen
- Element umlaufend mit Fugenmörtel eingefasst und geglättet
- Abmessungen des Prüfelementes: $B \times H = 1,23 \text{ m} \times 1,48 \text{ m}$, Dicke 80 mm
- Gesamtmasse des Prüfelementes: ca. 203 kg, flächenbez. Masse $m'' = 112 \text{ kg/m}^2$

Prüfanordnung:

- Element in die Prüföffnung des Fensterprüfstands eingestellt und mittels Keilen fixiert
- umlaufend 10 mm breite Fuge zwischen Prüfstand und Prüfkörper beidseitig mit dauerplastischem Dichtstoff abgedichtet
- lichte Prüföffnung: $B \times H = 1,25 \text{ m} \times 1,50 \text{ m}$

Prüfdatum: 18.01.2018

Prüffläche: 1,88 m²

Senderraum: G

Vol.: $V = 73,30 \text{ m}^3$

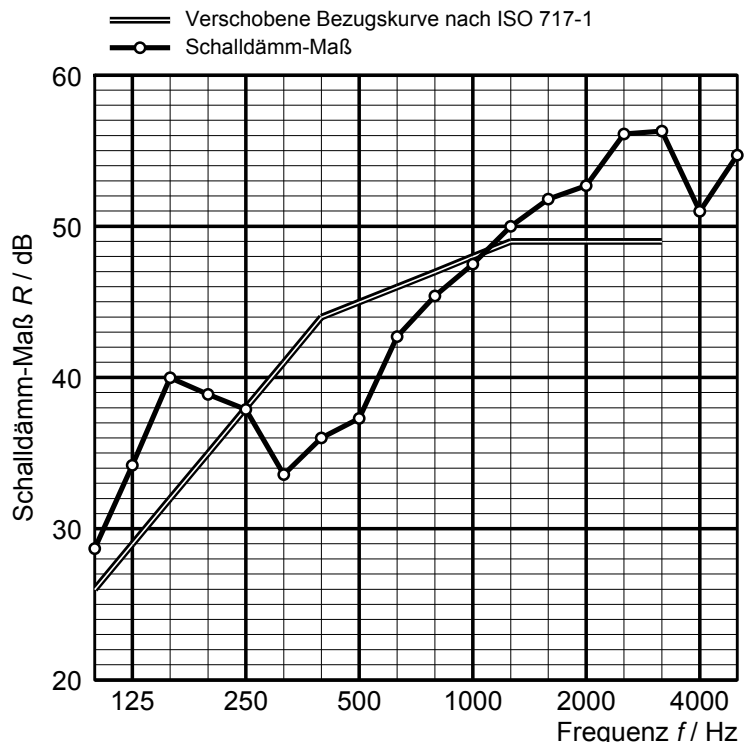
Empfangsraum: H

Vol.: $V = 58,00 \text{ m}^3$

$\theta = 20^\circ\text{C}$ r.h. = 31 %

Frequenz [Hz]	R Terz [dB]
100	□ 28,7
125	□ 34,2
160	□ 40,0
200	□ 38,9
250	□ 37,9
315	□ 33,6
400	□ 36,0
500	□ 37,3
630	□ 42,7
800	□ 45,4
1000	□ 47,5
1250	□ 50,0
1600	□ 51,8
2000	□ 52,7
2500	□ 56,1
3150	□ 56,3
4000	□ 51,0
5000	□ 54,7

□ Wert korrigiert mit Nebenwegübertragung



Bewertetes Schalldämm-Maß $R_w(C; C_{tr}) = 45 (-1; -4) \text{ dB}$

Die Ermittlung basiert auf Prüfstands-Messergebnissen, die in Terzbändern gewonnen wurden.

	100 - 3150 Hz	100 - 5000 Hz
C	-1 dB	0 dB
C _{tr}	-4 dB	-4 dB

MÜLLER-BBM

Planegg, 02.03.2018
Prüfbericht Nr. M139649/1

Anhang A
Seite 1

FOTOS / ABBILDUNGEN



Abbildung B.1. Prüfaufbau im Fensterprüfstand: Gesamtansicht senderaumseitig.



Abbildung B.2. Prüfaufbau im Fensterprüfstand: Gesamtansicht empfangsraumseitig.



Abbildung B.3. Mörtelumschließung des Prüfelementes unten, Anschlussfuge zum Prüfstand noch ohne Abdichtung.



Abbildung B.4. Mörtelumschließung des Prüfelementes unten, Anschlussfuge zum Prüfstand noch ohne Abdichtung.



Abbildung B.5. Detailansicht: Ausbildung der Stoß- und Lagerfugen.



Abbildung B.6. Detailansicht senderraumseitig: Element im Prüfstand mit abgedichteten Anschlussfugen.

Angaben zum Prüfverfahren zur Ermittlung der Luftschalldämmung

1 Messgröße

Es wurde das Schalldämm-Maß R unter der Annahme von ausreichend diffusen Schallfeldern im Sende- und Empfangsraum bestimmt. Die Berechnung des Schalldämm-Maßes R erfolgte nach folgenden Gleichungen:

$$R = -10 \log \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{-R_i/10}$$

$$R_i = D_i + 10 \log \left(\frac{S}{A} \right) \text{dB}$$

Dabei sind:

- R Schalldämm-Maß in dB
- R_i Schalldämm-Maß bei der Lautsprecherposition i in dB
- D_i Schalldruckpegeldifferenz bei der Lautsprecherposition i in dB
- N Anzahl der Lautsprecherposition
- S Fläche des Prüfgegenstands in m^2
- A Äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum in m^2

Als Fläche des Prüfgegenstands wurde die Fläche der freien Prüföffnung verwendet.

Angaben zur Standardunsicherheit des Messverfahrens unter Wiederhol-, Vergleichs- und In-Situ-Bedingungen sind in DIN EN ISO 12999-1 [1] enthalten.

2 Prüfverfahren

2.1 Beschreibung des Prüfstandes

Der Fensterprüfstand entspricht den Anforderungen nach DIN EN ISO 10140-5 [5].

Zur Erhöhung der Diffusität des Schallfeldes und zur Einstellung der Nachhallzeit wurden in Sende- und Empfangsraum jeweils zwei Absorberkästen (Abmessungen $L \times B \times H = 0,6 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 1,3 \text{ m}$) auf dem Boden angeordnet.

In den Abbildungen C.1 und C.2 sind Zeichnungen des Fensterprüfstandes dargestellt.

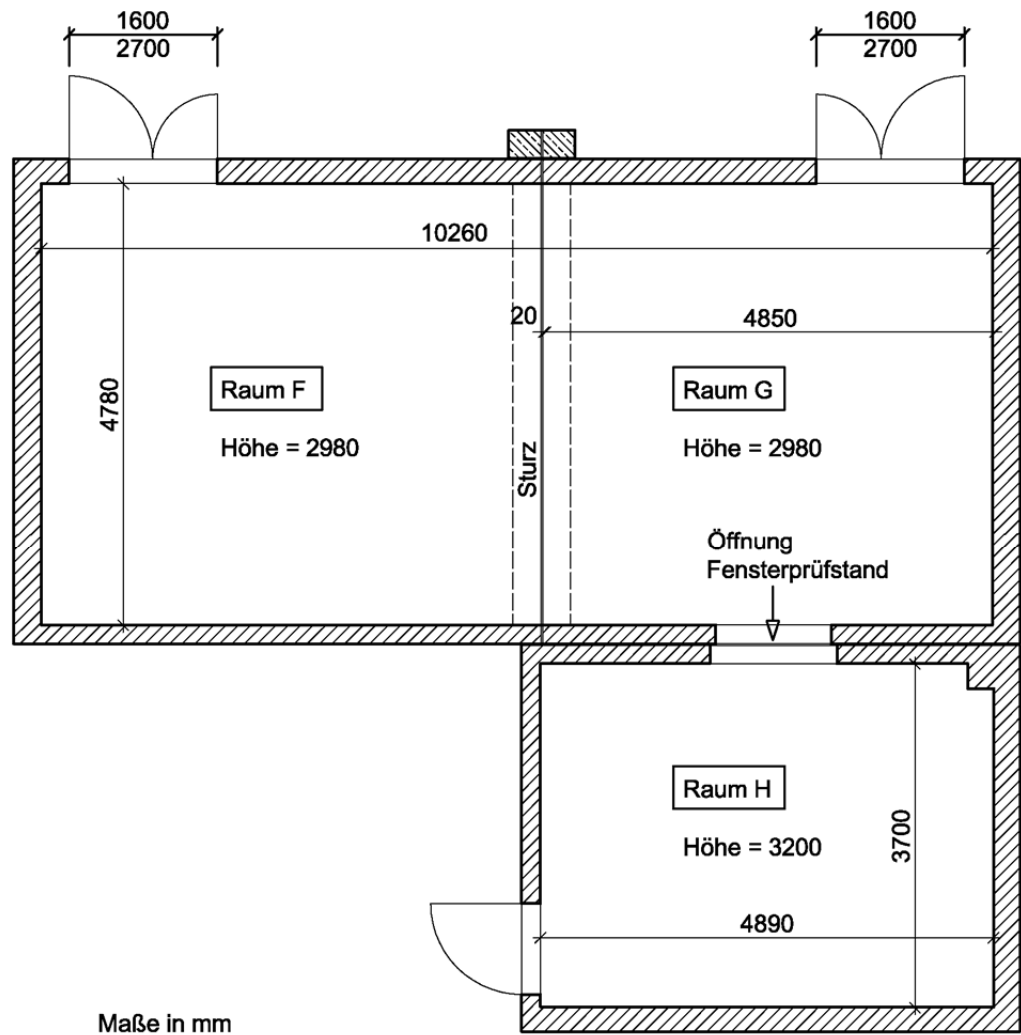


Abbildung C.1. Grundriss des Fensterprüfstands.

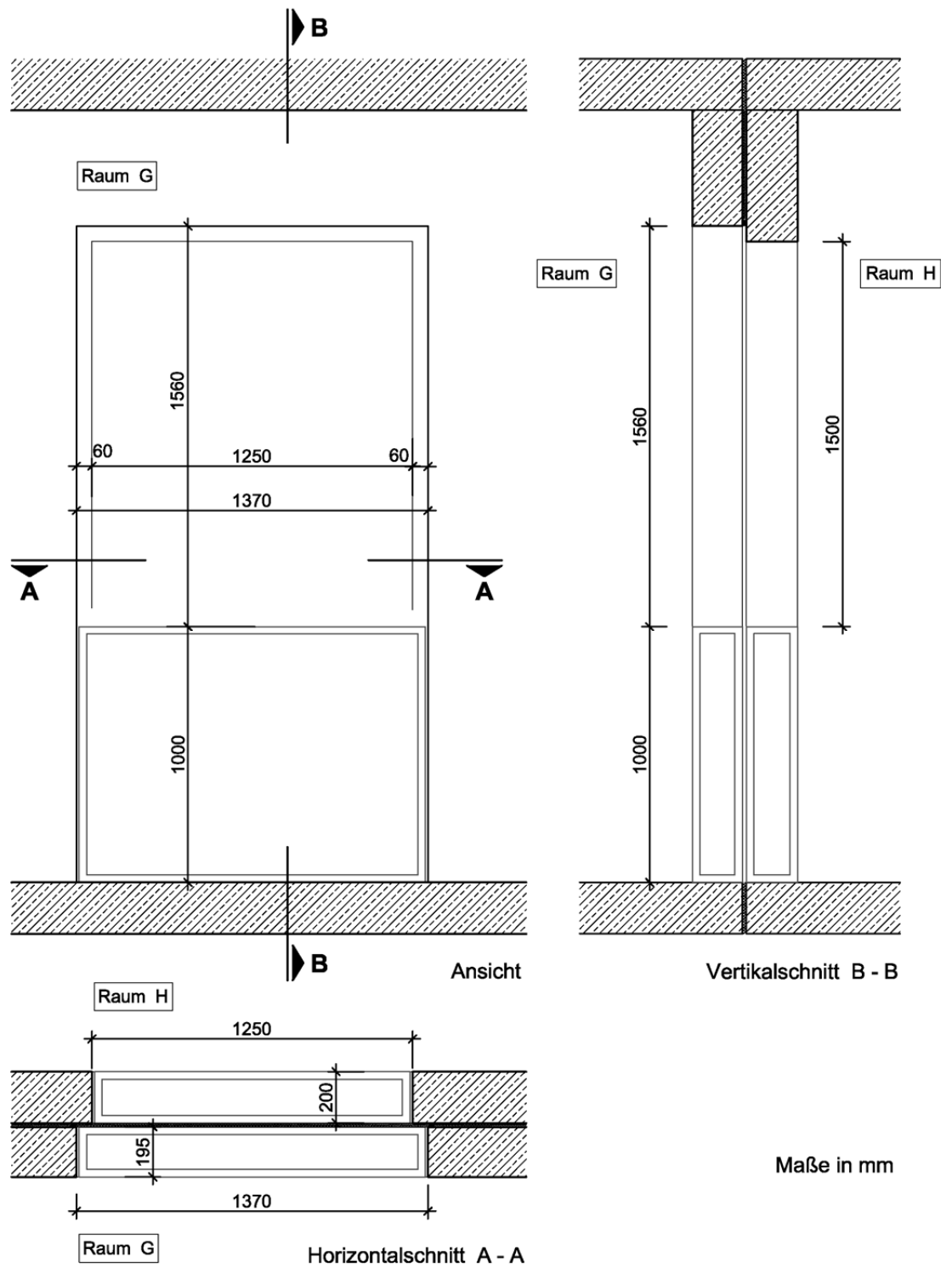


Abbildung C.2. Schnitte des Fensterprüfstands.

2.2 Bestimmung der Schalldruckpegeldifferenz

Als Prüfschall wurde Rosa Rauschen verwendet. Die Schalldruckpegeldifferenz zwischen benachbarten Terzbändern im Senderaum war < 6 dB.

Als Schallquelle wurden zwei Dodekaeder verwendet. Die Anregung erfolgte mit kontinuierlich durch den Raum bewegten Lautsprechern. Der Raum mit dem größeren Volumen wurde als Senderaum gewählt. Die Schallquelle wurde so angeordnet, dass ein möglichst diffuses Schallfeld erzeugt wird. Hierzu erfolgte die Anregung auf Bahnen entlang der Prüfstandsrückwand. Der Abstand zwischen den Positionen der Schallquelle und dem Prüfgegenstand betrug mindestens 2 m, so dass der Anteil des Direktschalls der Schallquelle auf den Prüfgegenstand gegenüber dem diffusen Schall vernachlässigbar war. Weiterhin wurde ein Abstand von mindestens 0,7 m zu allen Raumbegrenzungsflächen eingehalten. Die Bahnen verliefen um mindestens 5° geneigt gegenüber allen Raumbegrenzungsflächen des Senderaums.

Die Messung des mittleren Schalldruckpegels erfolgte mit jeweils einem Einzelmikrofon im Sende- und Empfangsraum durch kontinuierliche Abtastung mit bewegten Mikrofonen. Der Bahnradius der Mikrofone betrug 1,0 m. Die Bahnebenen wurden gegenüber der Decke um ca. 10° geneigt. Die Mikrofonbahnen wurden gleichmäßig über das zulässige Raumvolumen verteilt.

Es wurden zwei Mikrofonbahnen erfasst. Die Mittelungszeit von 45 Sekunden entsprach der Dauer von zwei Bahnumläufen der bewegten Mikrofone und gleichzeitig zwei Bahnläufen der bewegten Lautsprecher.

Die Schalldruckpegel an den unterschiedlichen Mikrofonpositionen wurden jeweils im Sende- und Empfangsraum energetisch gemittelt. Die Pegeldifferenz wurde aus den mittleren Sende- und Empfangspegeln berechnet.

Es wurden folgende Mindestabstände der Mikrofonpositionen berücksichtigt:

- 1,2 m zwischen jeder Mikrofonposition und den Raumbegrenzungen
- 2,0 m zwischen jeder Mikrofonposition und der Schallquelle
- 1,2 m zwischen jeder Mikrofonposition und dem Prüfgegenstand

Die Erfassung des Schalldruckpegels erfolgte in Terzbändern.

Die Messergebnisse wurden in einer Messrichtung ermittelt.

2.3 Nebenwegübertragung

Wenn das scheinbare Schalldämm-Maß R'_F (Flankenschalldämm-Maß bei abgedecktem Prüfgegenstand) um weniger als 15 dB über dem Schalldämm-Maß R'_M des Prüfgegenstands lag, war das ermittelte Schalldämm-Maß durch Nebenwegübertragung beeinflusst. Für Terzbänder, in denen eine Beeinflussung durch Nebenwegübertragung vorlag, wurde das Schalldämm-Maß nach folgender Gleichung korrigiert:

$$R = -10 \log(10^{-0,1 R'_M} - 10^{-0,1 R'_F}) \text{ dB}$$

Dabei sind:

R korrigiertes Schalldämm-Maß des Prüfgegenstands in dB

R'_M das mit dem Prüfgegenstand in der Prüföffnung gemessene Schalldämm-Maß (einschließlich der Nebenwegübertragung) in dB

R'_F das Flankenschalldämm-Maß, gemessen mit der speziellen Konstruktion in der Prüföffnung (Schalldämm-Maß bei abgedecktem Prüfgegenstand) in dB

Die Korrektur ΔR des Schalldämm-Maßes R'_M zur Berechnung des korrigierten Schalldämm-Maßes R wurde gemäß DIN EN ISO 10140-2 [3] auf maximal $\Delta R_{\max} = 1,3$ dB begrenzt, d. h. $R \leq R'_M - \Delta R_{\max}$.

In den Prüfzeugnissen sind die Ergebnisse, bei denen eine Korrektur aufgrund der Nebenwegübertragung vorgenommen wurde wie folgt gekennzeichnet:

- $\Delta R \geq \Delta R_{\max}$: "Mindestwert, bestimmt durch Nebenwegübertragung"
- $0,14 \text{ dB} < \Delta R < \Delta R_{\max}$: "Wert korrigiert mit Nebenwegübertragung"
- sonst: keine Kennzeichnung

Das Flankenschalldämm-Maß R'_F wurde ersatzweise mit einer zweischaligen Konstruktion entsprechend Anhang A, Abschnitt A.2 der DIN EN ISO 10140-2 [3] bestimmt. Der Aufbau wird nachfolgend beschrieben:

Aufbau des Bauteils (vom Senderraum G zum Empfangsraum H):

- 2 x 13 mm Spanplatten
- 360 mm Lufthohlraum, vollständig ausgedämmt mit Mineralfaserplatten, dazwischen: Holzlatten zur Befestigung der Spanplatten an den Laibungen der Prüföffnung
- 2 x 13 mm Spanplatten

Diese Konstruktion wurde vollflächig in die Prüföffnung eingebaut. Die Fugen zur Laibung der Prüföffnung waren umlaufend mit dauerplastischem Material abgedichtet.

Tabelle C.1. Flankenschalldämm-Maß R'_F der zweischaligen Konstruktion („abgedecktes Bauteil“) DIN EN ISO 10140-2 [3] Anhang A, Abschnitt A.2 im Fensterprüfstand.

Frequenz in Hz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
Flankenschalldämm-Maß R'_F in dB	26,5	29,4	30,9	33,5	40,2	44	47,7	50,4	53,4	57,8	61,7
Frequenz in Hz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	
Flankenschalldämm-Maß R'_F in dB	64,6	65,6	70,2	74,2	76,3	77,1	78,1	79,5	80,8	77,5	

2.4 Korrektur des Fremdgeräuschs

Wenn der mittlere Schalldruckpegel im Empfangsraum bei Anregung mit der Schallquelle um weniger als 15 dB über dem mittleren Schalldruckpegel des Fremdgeräuschs lag, wurde der gemittelte Schalldruckpegel im Empfangsraum nach folgender Gleichung korrigiert:

$$L = 10 \log(10^{0,1L_{sb}} - 10^{0,1L_b}) \text{ dB}$$

Dabei sind:

L korrigierter Schalldruckpegel im Empfangsraum in dB

L_{sb} Schalldruckpegel im Empfangsraum
(einschließlich des Fremdgeräuschpegels) in dB

L_b Fremdgeräuschpegel im Empfangsraum in dB

Gemäß DIN EN ISO 10140-4 [4] wurde die Pegelkorrektur ΔL des Schalldruckpegels im Empfangsraum L_{sb} zur Berechnung des korrigierten Schalldruckpegels im Empfangsraum L auf maximal $\Delta L_{max} = 1,3$ dB begrenzt, d. h. $L \geq L_{sb} - \Delta L_{max}$.

In den Prüfzeugnissen sind die Ergebnisse, bei denen eine Korrektur aufgrund des Fremdgeräuschpegels vorgenommen wurde wie folgt gekennzeichnet:

- $\Delta L \geq \Delta L_{max}$: "Mindestwert, bestimmt durch Fremdgeräusch"
- $0,14 \text{ dB} < \Delta L < \Delta L_{max}$: "Wert korrigiert mit Fremdgeräusch"
- sonst: keine Kennzeichnung

2.5 Bestimmung der äquivalenten Absorptionsfläche

Die äquivalente Schallabsorptionsfläche wurde anhand der nach DIN EN ISO 3382-2 [7] gemessenen Nachhallzeit nach der Sabin'schen Formel berechnet:

$$A = 0,16 \times V/T \text{ m}^2$$

Dabei sind:

A Äquivalente Schallabsorptionsfläche in m^2

V Volumen des Empfangsraumes in m^3

T Nachhallzeit im Empfangsraum in s

Zur Ermittlung der Nachhallzeit wurde das Verfahren mit abgeschaltetem Rauschen angewendet. Hierzu wurden nach Anregung des Empfangsraumes mit Rosa Rauschen als Prüfschall die Abklingkurven aufgezeichnet. Als Schallquelle wurde ein Dodekaeder verwendet. Die Anregung des Empfangsraumes zum Erreichen eines stationären Schalldruckpegels erfolgte über eine Zeitdauer von 2 s. Die Schalldruckpegeldifferenz zwischen jeweils benachbarten Terzbändern im Senderaum war < 6 dB.

Die Auswertung des Abklingvorganges erfolgte mit Hilfe der linearen Mittelung. Die Auswertung der Nachhallzeit erfolgte 5 dB unter dem anfänglichen Schalldruckpegel beginnend. Der Auswertebereich umfasste 20 dB. Die Schalldruckpegeldifferenz zwischen Schalldruckpegel bei Anregung mit der Schallquelle und dem Schalldruckpegel des Fremdgeräuschs betrug in jedem Terzband mindestens 35 dB. Je Lautsprecher-Mikrofon-Kombination wurden zwei Abklingkurven ermittelt und die Nachhallzeiten arithmetisch gemittelt. Insgesamt wurde die Nachhallzeit bei zwei Lautsprecherpositionen an jeweils drei festen Mikrofonpositionen bestimmt. Die an den insgesamt sechs Mikrofon-Lautsprecher-Kombinationen aus jeweils zwei Abklingkurven gemittelten Nachhallzeiten wurden ebenfalls arithmetisch gemittelt.

Prüfmittelverzeichnis

Für die Messungen und Auswertungen wurden Prüfmittel aus diesem Verzeichnis verwendet:

Tabelle C.2. Prüfmittel.

Bezeichnung	Hersteller	Typ	Seriennummer	Kalibrierung/ Eichung gültig bis
Schalldruckpegelmessung				
Bauakustik-Messsystem Prüfstand	Norsonic	121	26342	2019-12
Verstärker	QSC	GXD8	GGF0M0495	
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD360A	372838	2018-08
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD360A	372839	2018-08
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD250B	333714	2019-06
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD250B	333715	2019-06
Lautsprecherverfahrenheit	Müller-BBM	LSV	354501	
Mikrofonschwenkanlage	Norsonic	212	12986	
Mikrofonschwenkanlage	Norsonic	212	12991	
Mikrofon-Vorverstärker mit Freifeldmikrofon	Norsonic Norsonic	1201 1220	30675 36587	2018-12
Mikrofon-Vorverstärker mit Freifeldmikrofon	Norsonic Norsonic	1201 1220	22040 33493	2018-12
Pistonphon	Brüel & Kjaer	4228	1651956	2018-12
Mess- und Auswertesoftware	Müller-BBM	Bau4	Version 1.10	