

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

09. August 2017  
M133001/05 MSG/STEG

**Keramikfliesen auf Stelzlagern  
Buzon PB3 und Regupol® sound  
and drain 22 (flächig)  
Fa. Berleburger Schaumstoffwerk**

**Prüfung der Trittschallminderung  
im Deckenprüfstand  
nach DIN EN ISO 10140-1**

**Prüfbericht Nr. M133001/05**

Auftraggeber:	BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH Am Hilgenacker 24 57319 Bad Berleburg, Deutschland
	Buzon Pedestal International S.A. Prolongement de l'Abbaye, 134 B-4040 Herstal - Belgien
Bearbeitet von:	M. Eng. Philipp Meistring
Berichtsdatum:	09. August 2017
Lieferdatum der Prüfobjekte:	03. Juli 2017
Prüfdatum:	04. Juli 2017
Berichtsumfang:	Insgesamt 19 Seiten, davon 6 Seiten Textteil, 1 Seite Anhang A, 3 Seiten Anhang B, 2 Seiten Anhang C und 7 Seiten Anhang D.

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>Situation und Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Prüfaufbau und Prüfobjekte</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:	Prüfzeugnis
Anhang B:	Fotos
Anhang C:	Zeichnungen
Anhang D:	Beschreibung des Prüfverfahrens, des Prüfstands und der Prüfmittel

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Im Auftrag der Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, 57319 Bad Berleburg und Buzon Pedestal International S.A., B-4040 Herstal, war für einen Dachterrassenbelag, bestehend aus Keramikfliesen auf Stelzlagern vom Typ Buzon PB3 und Trittschalldämmmatten vom Typ Regupol® sound and drain 22 (flächig) die Trittschallminderung im Deckenprüfstand auf einer schweren Bezugsdecke nach DIN EN ISO 10140-1 [2] 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 10140-3: Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 3: Messung der Trittschalldämmung. November 2015 (DIN EN ISO 10140-3:2010 + A1:2015)
- [5] DIN EN ISO 10140-4: Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 4: Messverfahren und Anforderungen. Dezember 2010
- [6] 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)
- [7] DIN EN ISO 717-2: Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 2: Trittschalldämmung. Juni 2013
- [8] DIN 4109-11: Schallschutz im Hochbau - Teil 11: Nachweis des Schallschutzes. Güte- und Eignungsprüfung. Mai 2010
- [9] DIN 4109-4: Schallschutz im Hochbau - Teil 4: Bauakustische Prüfungen. Juli 2016
- [10] DIN EN ISO 3382-2: Akustik - Messung von Parametern der Raumakustik – Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen. Juni 2008
- [11] DIN EN 29052-1: Akustik - Bestimmung der dynamischen Steifigkeit; Teil 1: Materialien, die unter schwimmenden Estrichen in Wohngebäuden verwendet werden. August 1992

### 3 Prüfaufbau und Prüfobjekte

Der Aufbau des Prüfobjekts im Prüfstand wurde vom Auftraggeber ausgeführt.

Das Prüfobjekt entspricht nach DIN EN ISO 10140-1 [2] der Kategorie II.

Der Prüfaufbau lässt sich wie folgt beschreiben (von oben nach unten):

- 20 mm            Keramikfliesen, Format 595 mm x 595 mm x 20 mm;  
15,5 kg/Platte (44 kg/m<sup>2</sup>), verlegt auf Stelzlager (lose auf-  
gelegt, Nennfugenmaß 3 mm)
- 135 mm            Lufthohlraum, darin Stelzlager Fa. Buzon, Typ PB-3  
oberseitig mit Fugenkreuzen (3 mm) und 2 mm EPDM-  
Auflagern, Stelzlager lose auf Trittschalldämmbahn aufge-  
stellt, Verlegeraster ca. 600/600 mm
- (2 + 15) mm       Trittschalldämmbahn Regupol® sound and drain 22 aus  
PU-gebundenen Gummifasern (15 mm), oberseitig mit  
Schutzvlies (2 mm), unterseitig profiliert, dynamische Stei-  
figkeit  $s'_t \leq 22 \text{ MN/m}^3$  (Herstellerangabe)
- 140 mm            Stahlbetondecke (massive Bezugsdecke nach  
DIN EN ISO 10140-5, C.2)

Die Trittschalldämmbahn wurde lose auf der Rohdecke verlegt (Prüfdecke vollständig abgedeckt, Stöße verklebt). Der weitere Aufbau darüber wurde mit 30 Keramikfliesen im Vollformat erstellt. Somit wurde eine zusammenhängende, rechteckige Fläche von  $B \times L = 2,99 \text{ m} \times 3,59 \text{ m} = 10,73 \text{ m}^2$  mit dem Prüfaufbau belegt. Stelzlager und Keramikfliesen wurden ohne Kontakt zu den flankierenden Wänden angeordnet.

Für die Trittschalldämmbahn vom Typ Regupol® sound and drain 22 wurde durch die Prüfstelle prüfbegleitend die dynamische Steifigkeit nach DIN EN 29052-1 [11] ohne Vorbelastung bestimmt. Die Prüfung wurde für drei Stichproben aus dem Prüfmaterial durchgeführt (je 200 mm x 200 mm, Prüfung inkl. Schutzvlieskaschierung). Die Prüfung ergab Einzelwerte von:

Probe 1:  $s'_t = 18 \text{ MN/m}^3$

Probe 2:  $s'_t = 17 \text{ MN/m}^3$

Probe 3:  $s'_t = 16 \text{ MN/m}^3$ .

( $s'_t$  = scheinbare dynamische Steifigkeit gem. DIN EN 29052-1 [11]).

Die Herstellerangabe zur dynamischen Steifigkeit von  $s'_t \leq 22 \text{ MN/m}^3$  kann für das verwendete Prüfmaterial somit bestätigt werden.

Der Prüfaufbau wurde durch den Hammerwerkbetrieb nicht beschädigt.

In Anhang B sind Fotos und in Anhang C Herstellerzeichnungen vom Prüfaufbau enthalten.

## 4 Prüfverfahren

Die Prüfung der Trittschallminderung erfolgte nach DIN EN ISO 10140-1 [2].

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

## 5 Auswertung

Die Ermittlung der Einzahlangaben wurde nach DIN EN ISO 717-2 [7] durchgeführt.

Dabei gelten folgende Definitionen:

- $L_{n, 0, w}$  bewerteter Norm-Trittschallpegel der Rohdecke
- $C_{l, 0}$  Spektrum-Anpassungswert für den Trittschallpegel der Rohdecke
- $\Delta L_w$  bewertete Trittschallminderung der Deckenauflage
- $C_{l, \Delta}$  Spektrum-Anpassungswert für die Trittschallminderung der Deckenauflage
- $\Delta L_{lin}$  Trittschallminderung der Deckenauflage aus dem unbewerteten linearen Trittschallpegel  $\Delta L_{lin} = \Delta L_w + C_{l, \Delta}$
- $L_{n, r, w}$  bewerteter Norm-Trittschallpegel der Bezugsdecke mit der geprüften Deckenauflage
- $C_{l, r}$  Spektrum-Anpassungswert der Bezugsdecke mit der geprüften Deckenauflage

## 6 Messergebnisse

Die vollständigen Messergebnisse sowie die Spektrum-Anpassungswerte sind dem Prüfzeugnis in Anhang A zu entnehmen.

Für den geprüften Fußbodenaufbau wurde folgendes Ergebnis ermittelt:

- Bewertete Trittschallminderung  $\Delta L_w(C_{l, \Delta}) = 35(-11)$  dB


Zur Angabe der Unsicherheit von  $\Delta L_w$  wurde gemäß DIN EN ISO 717-2 [7] und DIN EN ISO 12999-1 [1] ergänzend eine Auswertung auf eine Dezimalstelle genau vorgenommen. Diese Auswertung ergab folgendes Ergebnis

- Bewertete Trittschallminderung  $\Delta L_w = 35,7$  dB  $\pm 1,1$  dB  
( $k = 1,00$ ; zweiseitig)

Hinweise zur Ermittlung der angegebenen Unsicherheit sind in Anhang D enthalten.

## 7 Anmerkungen

Die ermittelten Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die am Messtag vor-  
gefundenen Verhältnisse.



M. Eng. Philipp Meistring  
(Projektverantwortlicher)



Juri Schwezow  
(Qualitätssicherung)

Dieser Prüfbericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, ver-  
vielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen be-  
darf 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.

# Trittschallminderung nach ISO 10140-1

## Prüfstandsmessungen der Minderung des übertragenen Trittschalls durch Deckenauflagen auf einer schweren Bezugsdecke

**Auftraggeber:** BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg, Deutschland  
Buzon Pedestal International S.A., Herstal, Belgium

**Prüfgegenstand:** Keramikfliesen auf Stelzlager Buzon PB3 und Regupol® sound and drain 22 (flächig)

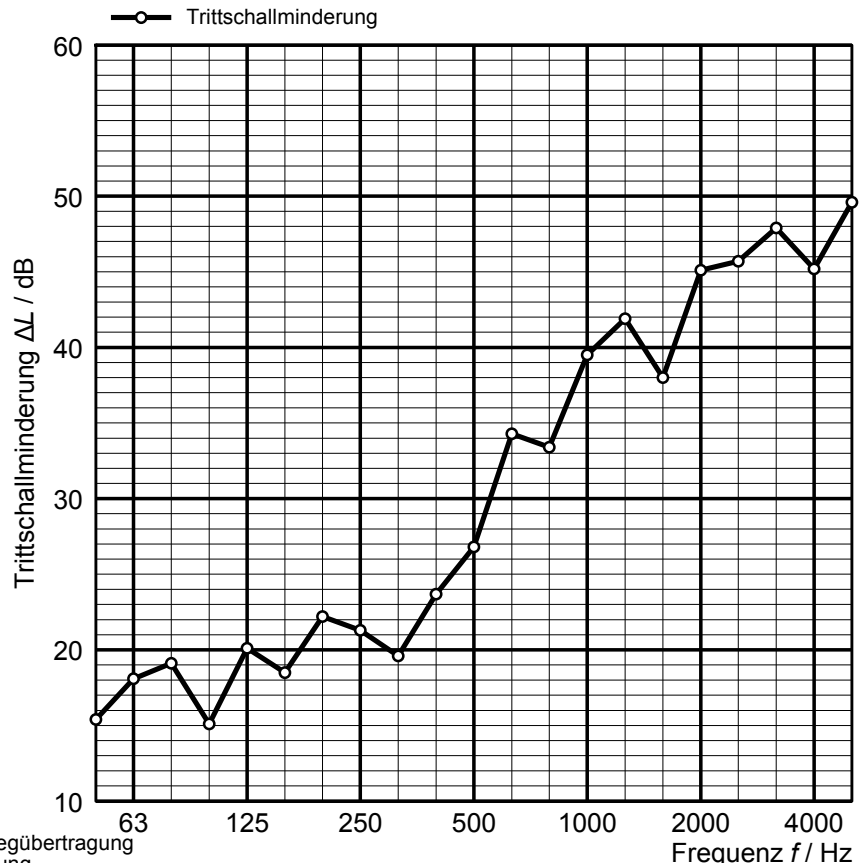
**Prüfaufbau (von oben nach unten):**

- 20 mm Keramikfliesen, Format 595 mm x 595 mm x 20 mm; 15,5 kg/Platte (44 kg/m<sup>2</sup>), verlegt auf Stelzlager (lose aufgelegt, Nennfugenmaß 3 mm)
- 135 mm Lufthohraum, darin Stelzlager Fa. Buzon, Typ PB-3 oberseitig mit Fugenkreuzen (3 mm) und 2 mm EPDM-Auflagern, Stelzlager lose auf Trittschalldämmbahn aufgestellt, Verlegeraster ca. 600/600 mm
- (2 + 15) mm Trittschalldämmbahn Regupol® sound and drain 22 aus PU-gebundenen Gummifasern (15 mm), oberseitig mit Schutzvlies (2 mm), unterseitig profiliert, dynamische Steifigkeit  $s_t \leq 22 \text{ MN/m}^3$  (Herstellerangabe)
- 140 mm Stahlbetondecke (massive Bezugsdecke nach DIN EN ISO 10140-5, C.2)

Die Trittschalldämmbahn wurde lose auf der Rohdecke verlegt (Prüfdecke vollständig abgedeckt, Stöße verklebt). Der weitere Aufbau darüber wurde mit 30 Keramikfliesen im Vollformat erstellt. Somit wurde eine zusammenhängende, rechteckige Fläche von  $B \times L = 2,99 \text{ m} \times 3,59 \text{ m} = 10,73 \text{ m}^2$  mit dem Prüfaufbau belegt. Stelzlager und Keramikfliesen wurden ohne Kontakt zu den flankierenden Wänden angeordnet.

Prüfdatum: 04.07.2017  
 Senderraum: Deckenprüfstand  
 Vol.:  $V = 46,60 \text{ m}^3$   
 Empfangsraum:  
 Vol.:  $V = 49,60 \text{ m}^3$   
 $\theta = 22^\circ\text{C}$  r.h. = 48 %

Frequenz [Hz]	$\Delta L$ Terz [dB]	$L_{n,0}$ Terz [dB]
50	15,4	56,1
63	18,1	53,7
80	□ 19,1	65,1
100	□ 15,1	65,1
125	■ 20,1	67,3
160	□ 18,5	64,8
200	■ 22,2	66,9
250	□ 21,3	66,2
315	□ 19,6	66,7
400	□ 23,7	67,4
500	□ 26,8	68,5
630	◻ 34,3	68,5
800	■ 33,4	70,3
1000	■ 39,5	71,8
1250	■ 41,9	73,2
1600	■ 38,0	72,4
2000	■ 45,1	73,0
2500	■ 45,7	72,4
3150	◻ 47,9	71,4
4000	■ 45,2	69,4
5000	◻ 49,6	66,8



- Mindestwert, bestimmt durch Nebenwegübertragung
- Wert korrigiert mit Nebenwegübertragung
- ◻ Wert korrigiert mit Fremdgeräusch

Bewertung nach ISO 717-2:

**Bewertete Trittschallminderung  $\Delta L_w(C_{l,\Delta}) = 35(-11) \text{ dB}$**   $\Delta L_{lin} = 24 \text{ dB}$

Diese Messergebnisse basieren auf Prüfungen, die mit einer künstlichen Schallquelle unter Laborbedingungen durchgeführt wurden.  $L_{n,0,w}(C_{l,0}) = 79(-12) \text{ dB}$   $L_{n,r,w}(C_{l,r}) = 43(0) \text{ dB}$

**MÜLLER-BBM**

Planegg, 09.08.2017  
 Prüfbericht Nr. M133001/5

Anhang A  
 Seite 1

## Keramikfliesen auf Stelzlagern



Abbildung B.1. Auslegen der Trittschalldämmbahnen Regupol® sound and drain 22 auf der Betonrohdecke.



Abbildung B.2. Stelzlager Buzon PB3.



### Keramikfliesen auf Stelzlagern



Abbildung B.3. Keramikfliesen auf Stelzlager und Regupol® sound and drain 22.



Abbildung B.4. Prüfaufbau während der Montage: Keramikfliesen auf Stelzlagern und Regupol® sound and drain 22.

## Keramikfliesen auf Stelzlagern



Abbildung B.5. Prüfaufbau im Deckenprüfstand: prüffertig.



Abbildung B.6. Prüfaufbau im Deckenprüfstand: prüffertig.

## Keramikfliesen auf Stelzlager

(Herstellerzeichnungen: Prinzipskizzen, Maßangaben in mm)

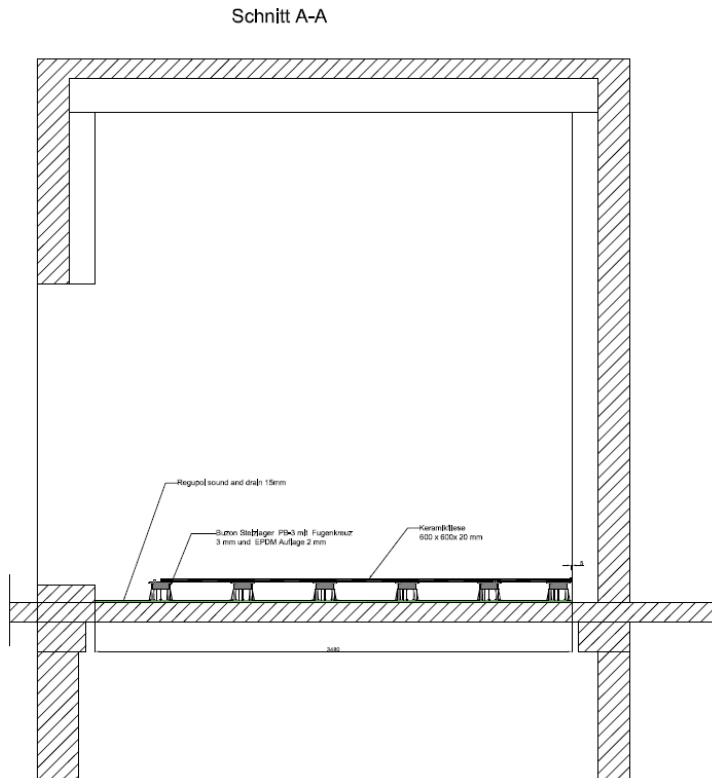


Abbildung C.1. Prüfaufbau im Deckenprüfstand: Querschnitt.

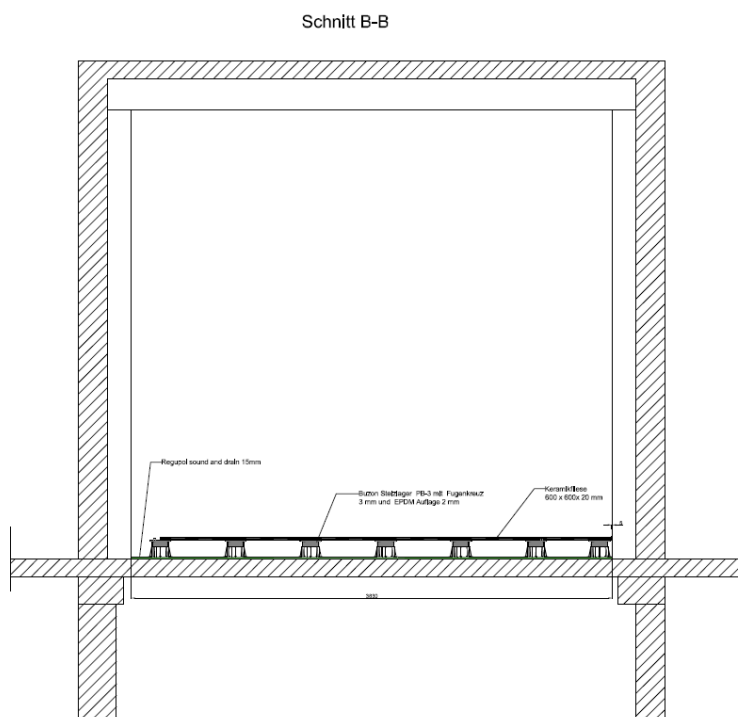


Abbildung C.2. Prüfaufbau im Deckenprüfstand: Längsschnitt.

## Keramikfliesen auf Stelzlagern

(Herstellerzeichnungen: Prinzipskizzen, Maßangaben in mm)

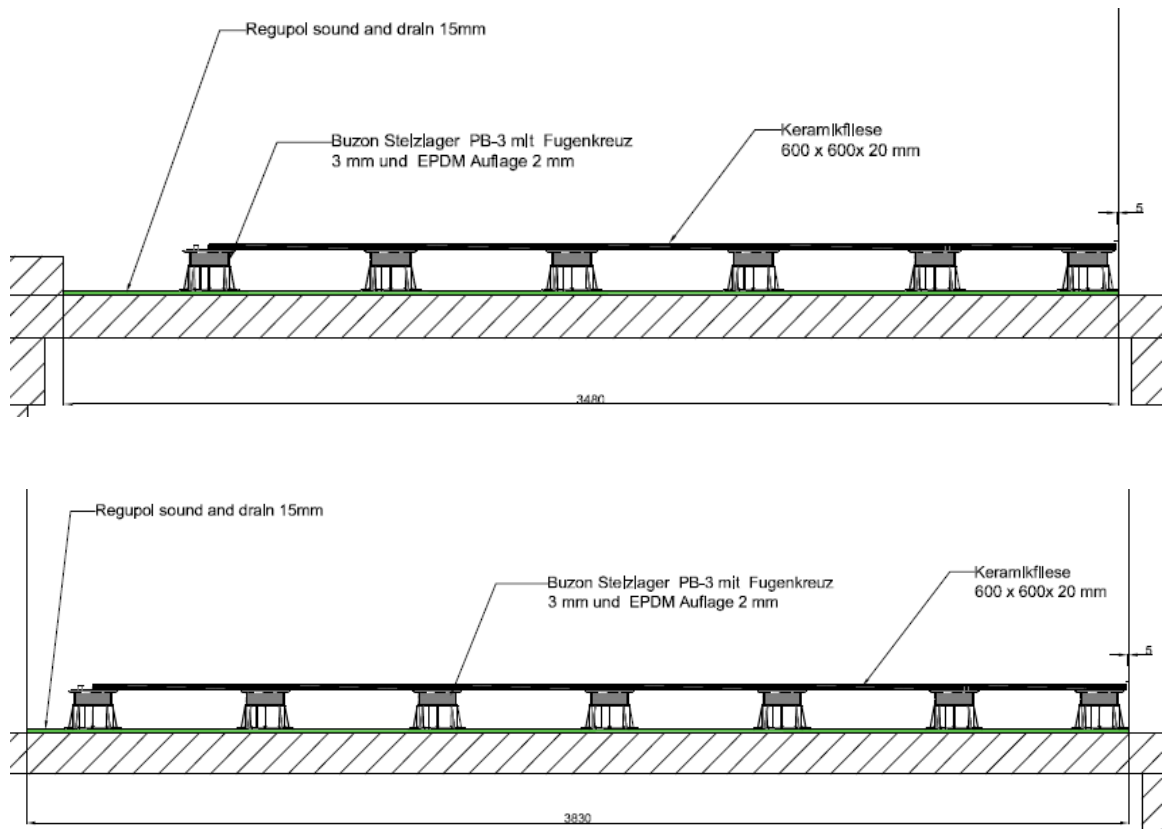


Abbildung C.3. Prüfaufbau im Deckenprüfstand: Aufbaudetails im Längs- und Querschnitt.

## Angaben zum Prüfverfahren zur Ermittlung der Trittschallminderung einer Deckenauflage

### 1 Messgröße

Die Trittschallminderung  $\Delta L$  einer Deckenauflage auf einer schweren Bezugsdecke wurde nach folgender Gleichung berechnet:

$$\Delta L = L_{n,0} - L_n$$

Dabei sind:

$L_{n,0}$  Norm-Trittschallpegel der schweren Bezugsdecke ohne Deckenauflage;

$L_n$  Norm-Trittschallpegel der schweren Bezugsdecke mit Deckenauflage.

Die Norm-Trittschallpegel  $L_n$  bzw.  $L_{n,0}$  wurden wie folgt bestimmt:

$$L_n = L_i + 10 \log(A/A_0) \text{ dB}$$

Dabei sind:

$L_i$  Mittlerer Schalldruckpegel in einem Terzband im Empfangsraum, wenn das geprüfte Bauteil von dem Norm-Hammerwerk angeregt wird (Trittschallpegel) in dB

$A$  Äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum in  $\text{m}^2$

$A_0$  Bezugsabsorptionsfläche  $A_0 = 10 \text{ m}^2$

Angaben zur Wiederholpräzision und zur Vergleichspräzision des Messverfahrens sind in DIN EN ISO 12999 [1] enthalten.

Für die Einzahlangabe  $\Delta L_w$  wird in DIN EN ISO 12999 [1], Tabelle 7 eine Standardunsicherheit von 1,1 dB angegeben. Dieser Wert entspricht der in Ringversuchen ermittelten Vergleichsstandardunsicherheit und beschreibt die Standardunsicherheit von im Prüfstand gewonnenen Prüfergebnissen für ein Bauteil unter Vergleichsbedingungen. Unter Berücksichtigung eines Erweiterungsfaktors  $k = 1,00$  ergibt sich für die zweiseitige Prüfung (Vertrauensniveau 68 %) eine erweiterte Unsicherheit von  $U = 1,1 \text{ dB}$ .

### 2 Prüfverfahren

#### 2.1 Beschreibung des Prüfstandes

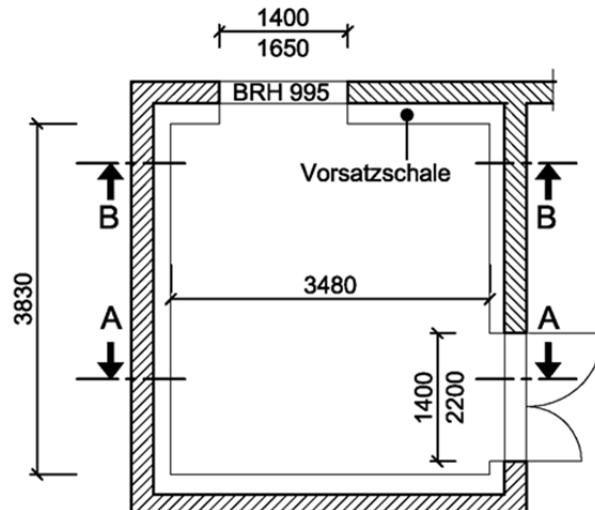
Der Deckenprüfstand entspricht den Anforderungen des Abschnitts 4 nach DIN EN ISO 10140-5 [2].

Die schwere Bezugsdecke aus Stahlbeton war homogen und hatte eine gleichmäßige Dicke von 140 mm. Die Prüffläche auf der Bezugsdecke hatte senderaumseitig die lichten Abmessungen Länge x Breite = 3,83 m x 3,48 m = 13,33  $\text{m}^2$ .

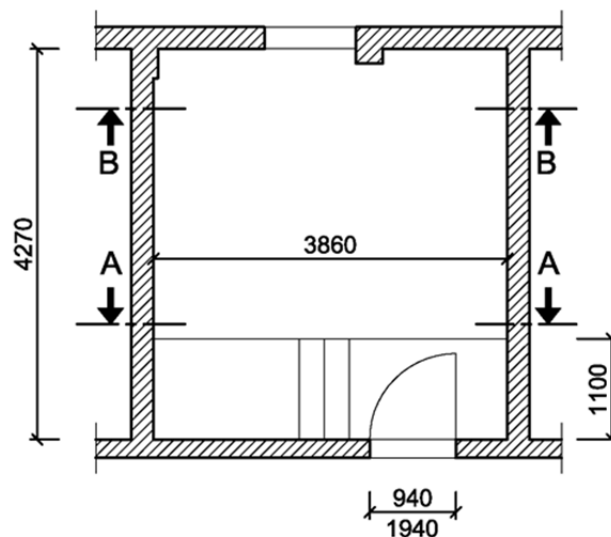
Zur Erhöhung der Diffusität des Schallfeldes und zur Einstellung der Nachhallzeit wurden im Empfangsraum sieben Plattenresonatoren und drei poröse Absorber an den Wänden angeordnet. Im Senderraum waren zur Verringerung des Luftschallpegels zwei Absorberkästen (Abmessungen  $L \times B \times H = 0,6 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 1,3 \text{ m}$ ) auf dem Boden angeordnet.

In den Abbildungen D.1. und D.2. sind Zeichnungen des Deckenprüfstands dargestellt.

Raum B



Raum A



Maße in mm

Abbildung D.1. Grundrisse des Sende- und Empfangsraums des Deckenprüfstands.

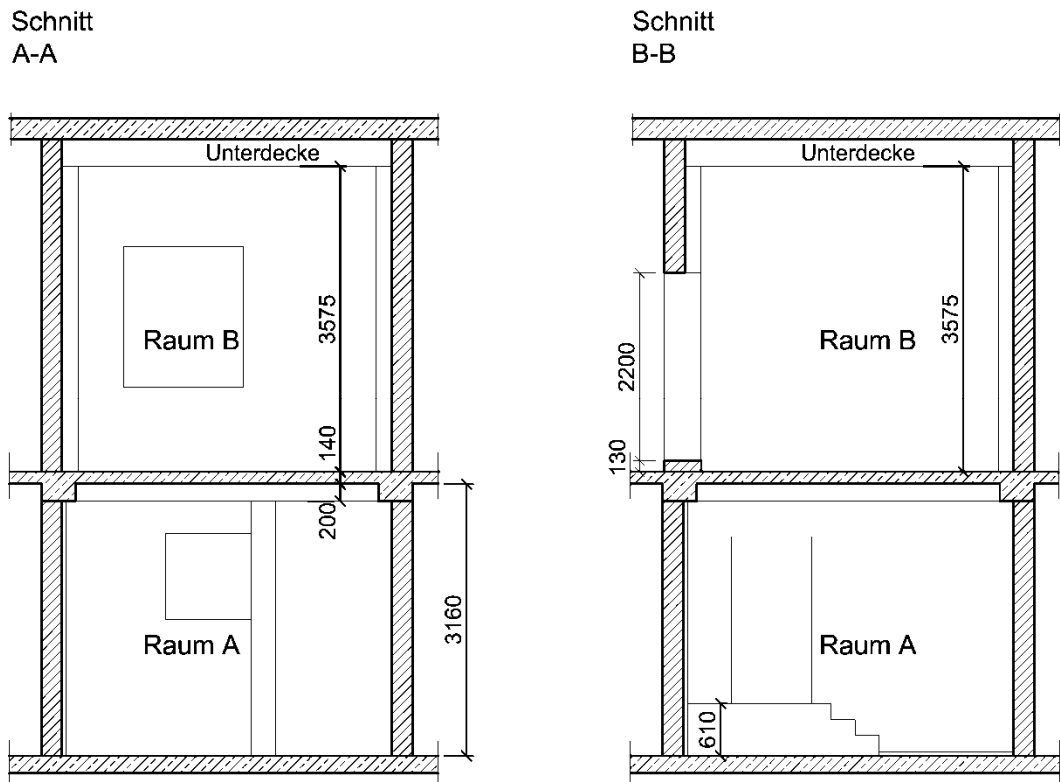


Abbildung D.2. Schnitte des Deckenprüfstands (Maße in mm).

## 2.2 Bestimmung des Trittschallpegels

Der Trittschall wurde mit einem Norm-Hammerwerk erzeugt.

Die Messung des mittleren Schalldruckpegels erfolgte im Sende- und Empfangsraum mit kontinuierlich bewegten Mikrofonen. Der Bahnradius der Mikrofone betrug 1,0 m. Die Bahnebene wurde gegenüber der Decke um ca. 10° geneigt. Die Mikrofonbahnen wurden gleichmäßig über das zulässige Raumvolumen verteilt.

Das Norm-Hammerwerk wurde unter einem Winkel von 45° zur anisotropen Fußbodenkonstruktion an fünf verschiedenen, unregelmäßig im Senderaum verteilt liegenden Positionen auf dem zu prüfenden Fußboden angeordnet. Der Abstand des Norm-Hammerwerks von den Kanten des Fußbodens betrug mindestens 0,5 m.

Die Schalldruckpegel an den unterschiedlichen Mikrofonpositionen, jeweils im Sende- und Empfangsraum, wurden für alle Positionen des Norm-Hammerwerks energetisch gemittelt. Es wurden folgende Mindestabstände der Mikrofonpositionen berücksichtigt:

- 0,7 m zwischen jeder Mikrofonposition und den Raumbegrenzungen
- 1,0 m zwischen jeder Mikrofonposition und dem Prüfgegenstand

Die Erfassung des Schalldruckpegels erfolgte in Terzbändern.

Es konnte keine Abhängigkeit des Trittschallpegels von der Anregungszeit mit dem Norm-Hammerwerk festgestellt werden.

### 2.3 Bestimmung der Schalldruckpegeldifferenz

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

Als Schallquelle wurde ein Dodekaeder verwendet. Die Anregung erfolgte an zwei Standorten der Schallquelle im Senderaum. Die Schallquelle wurde so angeordnet, dass ein möglichst diffuses Schallfeld erzeugt wird. Hierzu erfolgte die Anregung in den oberen Eckpositionen. Der Abstand zwischen den Positionen der Schallquelle und dem Boden betrug mindestens 2 m, so dass der Anteil des Direktschalls der Schallquelle auf den Prüfgegenstand gegenüber dem diffusen Schall vernachlässigbar war.

Die Messung des Schalldruckpegels im Sende- und Empfangsraum erfolgte mit kontinuierlich bewegten Mikrofonen. Der Bahnradius der Mikrofone betrug 1,0 m. Die Bahnebene wurde gegenüber der Decke um ca. 10° geneigt. Die Mikrofonbahnen wurden gleichmäßig über das zulässige Raumvolumen verteilt.

Für jede der zwei Positionen der Schallquellen wurden zwei Mikrofonbahnen erfasst. Die Mittelungszeit von 60 Sekunden entsprach der Dauer von zwei Bahnumläufen der bewegten Mikrofone.

Die Schalldruckpegel der unterschiedlichen Mikrofonpositionen einer Schallquellenposition, jeweils im Sende- und Empfangsraum, wurden nach Korrektur des Fremdgeräuschpegels energetisch gemittelt. Die Schalldruckpegeldifferenz  $D_i$  einer Schallquellenposition wurde aus den energetisch gemittelten Schalldruckpegeln gebildet. Die Schallpegeldifferenz  $D$  wurde wie folgt berechnet:

$$D = -10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{-0,1D_i} \right) \text{ dB}$$

Es wurden folgende Mindestabstände der Mikrofonpositionen berücksichtigt:

- 0,7 m zwischen jeder Mikrofonposition und den Raumbegrenzungen
- 1,0 m zwischen jeder Mikrofonposition und der Schallquelle
- 1,0 m zwischen jeder Mikrofonposition und dem Prüfgegenstand

Die Erfassung des Schalldruckpegels erfolgte in Terzbändern.

Die Messergebnisse wurden in einer Messrichtung ermittelt.



## 2.4 Korrektur der Luftschallübertragung bei Bestimmung des Trittschallpegels

Zur Bestimmung des Einflusses des vom Norm-Hammerwerk und der von ihm ange-regten Strukturen in den Senderraum abgestrahlten Schalleistungspegels auf den Trittschallpegel im Empfangsraum wurde der korrigierte Trittschallpegel gemäß DIN 4109-11 [8] wie folgt berechnet.

$$L = 10 \log(10^{0,1L_E} - 10^{0,1(L_{HW}-D)}) \text{ dB}$$

Dabei sind:

- $L$  korrigierter Trittschallpegel in dB;
- $L_E$  Trittschallpegel im Empfangsraum  
(einschließlich des störenden Trittschallpegels) in dB;
- $L_{HW}$  Schalldruckpegel im Senderraum bei Betrieb des Norm-Hammerwerks in dB;
- $D$  Schalldruckpegeldifferenz zwischen Sende- und Empfangsraum  
gemäß Abschnitt 2.3 in dB.

Gemäß DIN EN ISO 10140-3 [4] muss der vom Senderraum zum Empfangsraum übertragene Luftschallanteil um mindestens 10 dB geringer als der Pegel des über-tragenen Trittschalls sein. Wenn diese Bedingung nicht eingehalten werden konnte, erfolgte eine Pegelkorrektur  $\Delta L$  des Trittschallpegels  $L_E$  zur Berechnung des korri-gierten Trittschallpegels  $L$ , wobei die Pegelkorrektur auf maximal  $\Delta L_{\max} = 1,3$  dB be-grenzt wurde, d. h.  $L \geq L_E - \Delta L_{\max}$  dB.

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

- $\Delta L \geq \Delta L_{\max}$ : "Mindestwert, bestimmt durch Nebenwegübertragung"
- $0,5 \text{ dB} < \Delta L < \Delta L_{\max}$ : "Wert korrigiert mit Nebenwegübertragung"
- sonst: keine Kennzeichnung

## 2.5 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 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 [5] wurde die Pegelkorrektur  $\Delta L$  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.  $L \geq L_{sb} - \Delta L_{max}$  dB.

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

## 2.6 Bestimmung der äquivalenten Absorptionsfläche

Die äquivalente Schallabsorptionsfläche wurde anhand der nach DIN EN ISO 3382-2 [10] gemessenen Nachhallzeit nach der Sabin'schen Formel berechnet:

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

Dabei ist:

$A$  Äquivalente Schallabsorptionsfläche in  $\text{m}^2$ ;

$V$  Volumen des Empfangsraumes in  $\text{m}^3$ ;

$T$  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 Senderraum war  $< 6$  dB.

Die Ermittlung der Nachhallzeit erfolgte für jede einzelne Abklingkurve. 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.

## 2.7 Prüfmittelverzeichnis

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

Tabelle D.1. Prüfmittel.

Bezeichnung	Hersteller	Typ	Serien-Nr.	Eichung/ Kalibrierung gültig bis
Bauakustik-Messsystem Prüfstand	Norsonic	121	26341	2017-12
Verstärker	APart	Champ One	10050104	
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD360A	372832	2018-08
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD360A	372833	2018-08
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD250A	324709	2019-06
Dodekaeder	Müller-BBM	DOD250A	324710	2019-06
Mikrofonswenkanlage	Norsonic	212	12986	
Mikrofonswenkanlage	Norsonic	212	12991	
Mikrofon-Vorverstärker mit Freifeldmikrofon	Norsonic Norsonic	1201 1220	26145 25160	2017-12
Mikrofon-Vorverstärker mit Freifeldmikrofon	Norsonic Norsonic	1201 1220	30588 26071	2017-12
Pistonphon	Brüel & Kjaer	4228	1651956	2018-12
Norm-Hammerwerk	Norsonic	211	12961	2019-08
Mess- und Auswerte- software	Müller-BBM	Bau4	Version 1.10	