

Prüfbericht P-BA 189/2021**Geräuschverhalten eines
Installations-Set für flache
Duschtassen**

Auftraggeber: HL HUTTERER + LECHNER GmbH
Brauhausgasse 3-5
A-2325 Himberg

Prüfobjekt: Komplettes Installations-Set, Typ: " HL570 FlexBox ", der Firma
HL HUTTERER + LECHNER GmbH, mit Duschtasse aus Mineralguss,
Typ: " Polypex PEXstone 90x90 " der Fa. POLYPEX GmbH, angebracht
auf dem Rohboden sowie in und auf einem schwimmenden Estrich.

Inhaltsverzeichnis:

Ergebnisblatt 1:	Zusammenfassung der Ergebnisse
Tabelle 1:	Detailergebnis
Bild 1 und 2:	Detailergebnis
Bild 3:	Detailergebnisse - zusätzliche Messung des Trittschallpegels mit und ohne Ablauf
Bild 4 bis 6:	Darstellung des Prüfobjektes, Messaufbau
Anhang B:	Messdurchführung und Beurteilungsgrößen
Anhang F:	Auswertung der Messung
Anhang G:	Aussagefähigkeit der Messergebnisse
Anhang P:	Beschreibung des Prüfstands

Prüfdatum: Die Messung wurde am 31. August 2021 im Technikum des
Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Stuttgart durchgeführt.

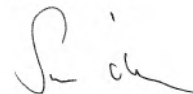
Stuttgart, 21. Dezember 2021

Bearbeiter:



Dipl.-Ing.(FH) S. Müller

Prüfstellenleiter:



M.BP. Dipl.-Ing.(FH) S. Öhler

Die Prüfung wurde in einem Prüflaboratorium des IBP durchgeführt, das nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 durch die DAkkS mit der Nr. D-PL-11140-11-01 akkreditiert ist.

Die genannten Messergebnisse beziehen sich nur auf das untersuchte Prüfobjekt. Eine auszugsweise Veröffentlichung ist nur mit Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik gestattet.

Fraunhofer-Institut für Bauphysik - Prüflabor Bauakustik und Schallimmissionsschutz

Nobelstraße 12, D-70569 Stuttgart

Telefon +49(0) 711/970-3314; Fax -3406

akustik@ibp.fraunhofer.de

www.pruefstellen.ibp.fraunhofer.de/de/akkreditierte-prueflabore.html



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11140-11-01

Auftraggeber: HL HUTTERER + LECHNER GmbH, Brauhausgasse 3-5, A-2325 Himberg

Prüfgegenstand: Komplettes Installations-Set, Typ: "HL570 FlexBox", der Firma HL Hutterer + Lechner GmbH, mit Duschtasse, Typ: "Polypex PEXstone 90x90" der Fa. POLYPEX GmbH. (S-11797-2; vgl. Bild 4 - 6)

Prüfaufbau: Prüffläche bestehend aus einer schwimmenden, verfliesen Teilestrichfläche mit komplettem Installations-Set, Typ: "HL570 FlexBox" der Fa. HL HUTTERER + LECHNER GmbH; mit Duschtasse, Typ: "Polypex PEXstone 90x90" der Fa. POLYPEX GmbH, angebracht auf dem Rohboden (drei Befestigungswinkel) sowie in und auf einem schwimmenden Estrich (linke Prüfstandecke).

Duschablauf:

- Kunststoff-Ablaufgehäuse (HL570K), Material: PP im Estrichaufbau integriert.
- Ablaufgehäuse mit drei Befestigungswinkeln mit Entkopplungselementen (HL0540.3E) auf der Rohdecke montiert.
- 20 mm Abstand zwischen Rohdecke und Boden des Ablaufgehäuses (mit Schüttung ausgefüllt).
- Abwasserführung, DN 50: PP (HT)-Rohr mit Rohrummantelung in der Dämmebene des Estrichs.
- Die Ableitung des Abwassers erfolgte geräuscharm in einen Behälter im Prüfraum EG vorne.

Duschtasse:

- Duschtasse aus Mineralguss, Typ: "Polypex PEXstone 90x90" der Fa. POLYPEX GmbH
- Abmessungen: 90 cm x 90 cm x 3 cm
- Schaumstoff-Schalldämmband (4 mm dick) zwischen Duschtasse und Wand angebracht.
- Duschtasse über Ablaufventil durch Einrasten mit Flex-Element der Abdichtgarnitur verbunden.
- Duschtasse mit Montagekleber auf schwimmende Estrichfläche geklebt.

Schwimmende Teilestrichfläche (Abmessungen: 123 cm x 123 cm) mit folgendem Aufbau:

- 40 mm mineralisch gebundene Schüttung mit EPS (Typ: TIROFON® RASANT, Dichte: ca. 230 kg/m³)
- 20 mm MF-Trittschalldämmung (dynamische Steifigkeit $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$; Herstellerangaben)
- PE-Folie als Trennlage und ca. 60 mm Zementestrich; Estrich-Randdämmstreifen zur Wand.
- ca. 15 mm Abdichtung, Fliesenkleber und Fliese / ca. 35 mm Abdichtung, Kleber und Duschtasse.
- Abdichtgarnitur mit integriertem Flex-Element (HL0570.4E) und Anschlussstellen (Dichtbänder) zur Wand, sowie gesamte Estrichfläche mit Verbundabdichtung versehen.
- Estrichfläche um Duschtasse verfliesen, sowie eine Reihe Wandfliesen angebracht.

Aufbauhöhe schwimmender Estrich: ca. 135 mm.

Alle Anschlussfugen zwischen Duschtasse und Wand-/Bodenfliesen mit handelsüblicher Silikonschnur und handelsüblichem Silikon ausgefugt.

Der Aufbau erfolgte durch einen durch das IBP beauftragten Handwerksbetrieb. (vgl. Bild 4 - 6)

Prüfstand: Installationsprüfstand P12, Flächenmasse der Installationswand: 220 kg/m², Flächenmasse der Decke: ca. 440 kg/m² (ca. 19 cm Stahlbeton), Installationsraum: EG vorne, Messräume: UG vorne, UG hinten und EG hinten (genaue Beschreibung im Anhang P).

Prüfverfahren: Messung in Anlehnung an DIN EN ISO 10052:2010-10 und DIN 4109-4:2016-07 bei Anregung durch ein Körperschallgeräuschnormal (Anhänge B, F und G). Zusätzlich Auswertung nach ÖNORM B 8115-2:2021 (vgl. Tabelle 1) sowie Messung der Trittschallminderung und des Norm-Trittschallpegels in Anlehnung an DIN EN ISO 16283-2:2018-11 (vgl. Bild 1 und 3).

Ergebnis:

Komplettes Installations-Set, Typ: " HL570 FlexBox ", der Firma HL HUTTERER + LECHNER GmbH, mit Duschtasse aus Mineralguss, Typ: "Polypex PEXstone 90x90" der Fa. POLYPEX GmbH, angebracht auf dem Rohboden sowie in und auf einem schwimmenden Estrich.	Messraum		
	UG vorne (vertikal)	UG hinten (diagonal)	EG hinten (horizontal)
Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$ in dB(A) - DIN 4109			
Körperschall-Geräuschnormal (KGN) auf Duschfläche	20 ¹⁾	16	21 ¹⁾

¹⁾ Die Anforderungen nach DIN 4109 gelten in der vorliegenden Grundrissituation „Bad (EG vorne) über Bad (UG vorne)“ nur für den Raum UG hinten.

Prüfdatum: 31. August 2021

Bemerkungen: Die KGN-Anregung liegt hinsichtlich des erzeugten Geräuschpegels an der Obergrenze handelsüblicher Brauseköpfe.



Die Prüfung wurde in einem Prüflaboratorium des IBP durchgeführt, das nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 durch die DAkKS mit der Nr. D-PL-11140-11-01 akkreditiert ist.

Stuttgart, den 21. Dezember 2021
Prüfstellenleiter:

Auswertung der Messdaten zum Vergleich mit den Anforderungen nach:

- ÖNORM B 8115-2:2021 (Österreichische Norm - Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz; informativ)

Prüfgegenstand:

Prüffläche bestehend aus einer schwimmenden, verfliesen Teilestrichfläche mit komplettem Installations-Set, Typ: "HL570 FlexBox" der Fa. HL HUTTERER + LECHNER GmbH; mit Duschtasse, Typ: "Polypex PEXstone 90x90" der Fa. POLYPEX GmbH, angebracht auf dem Rohboden (drei Befestigungswinkel) sowie in und auf einem schwimmenden Estrich (linke Prüfstandecke).

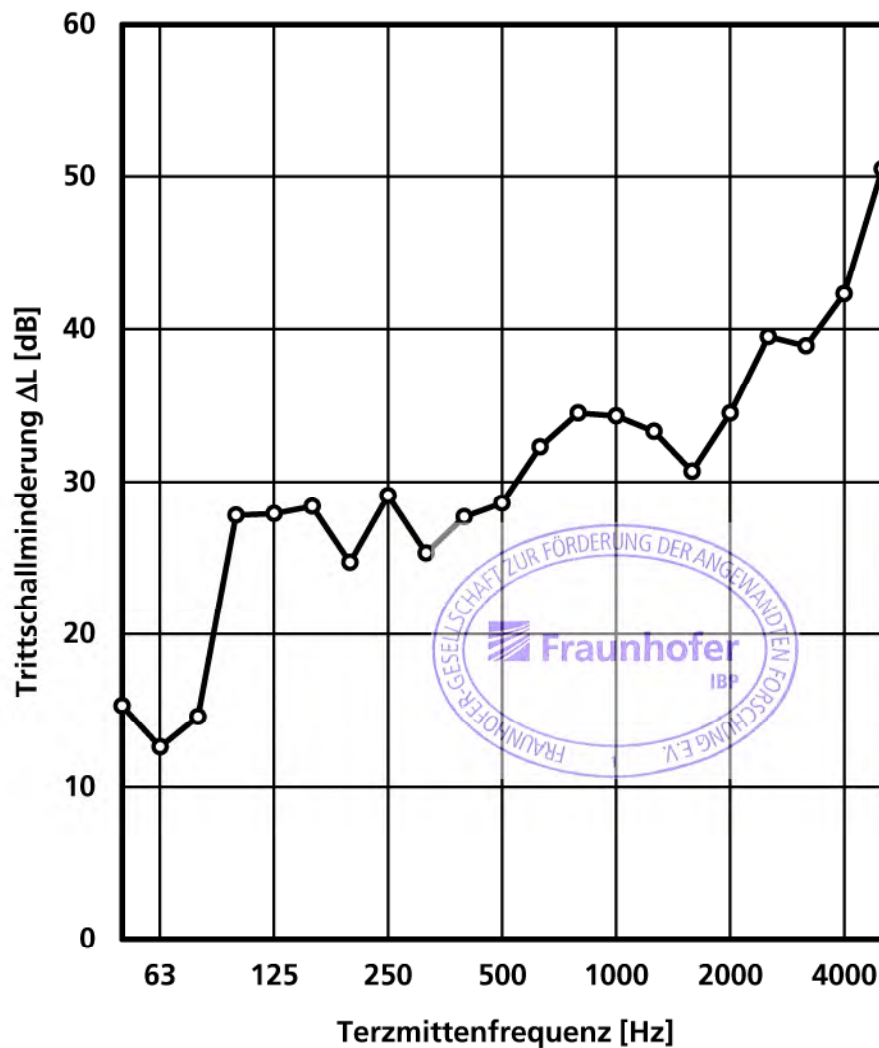
Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie den Bildern 4 bis 6 entnommen werden.

Ergebnis:

Komplettes Installations-Set, Typ: "HL570 FlexBox", der Firma HL HUTTERER + LECHNER GmbH, mit Duschtasse aus Mineralguss, Typ: "Polypex PEXstone 90x90" der Fa. POLYPEX GmbH, angebracht auf dem Rohboden sowie in und auf einem schwimmenden Estrich.	Messraum		
	UG vorne (vertikal)	UG hinten (diagonal)	EG hinten (horizontal)
Anlagengeräuschpegel $L_{AFeq,nT}$ in dB(A) - ÖNORM B 8115-2			
Körperschall-Geräuschnormal (KGN) auf Duschfläche	18	12	17

Bemerkung:

- Die KGN-Anregung liegt hinsichtlich des erzeugten Geräuschpegels an der Obergrenze handelsüblicher Brauseköpfe.



**Bewertete Trittschallminderung und Spektrum-
Anpassungswert nach DIN EN ISO 717-2**

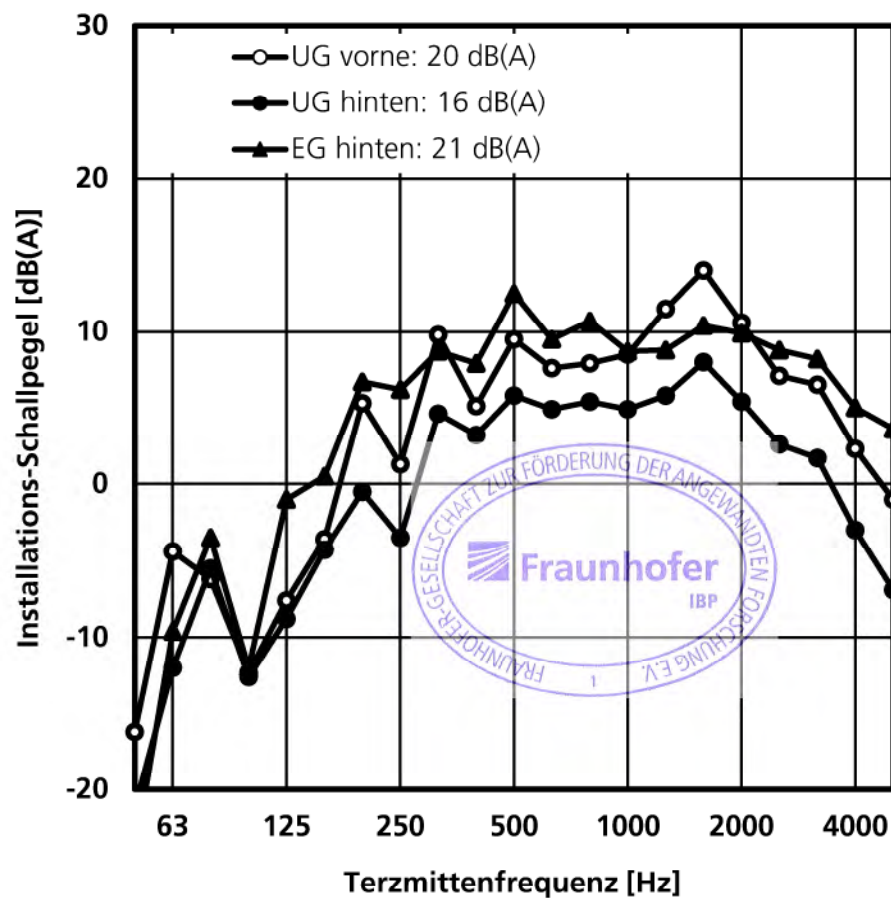
$$\Delta L_w (C_{l,\Delta 100-2500}) = 35 (-5) \text{ dB}$$

Die Messung erfolgte in Anlehnung an DIN EN ISO 16283-2 bei Anregung mit einem Norm-Trittschallhammerwerk. Gemessen wurde jeweils der Trittschallpegel im Raum UG vorne bei Anregung auf der Duschfläche sowie bei Anregung auf dem Prüfstandboden.

Prüfgegenstand:

Prüffläche bestehend aus einer schwimmenden, verfliesen Teilestrichfläche mit komplettem Installations-Set, Typ: "HL570 FlexBox" der Fa. HL HUTTERER + LECHNER GmbH; mit Duschtasse, Typ: "Polypex PEXstone 90x90" der Fa. POLYPEX GmbH, angebracht auf dem Rohboden (drei Befestigungswinkel) sowie in und auf einem schwimmenden Estrich (linke Prüfstandecke).

Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie den Bildern 4 bis 6 entnommen werden.

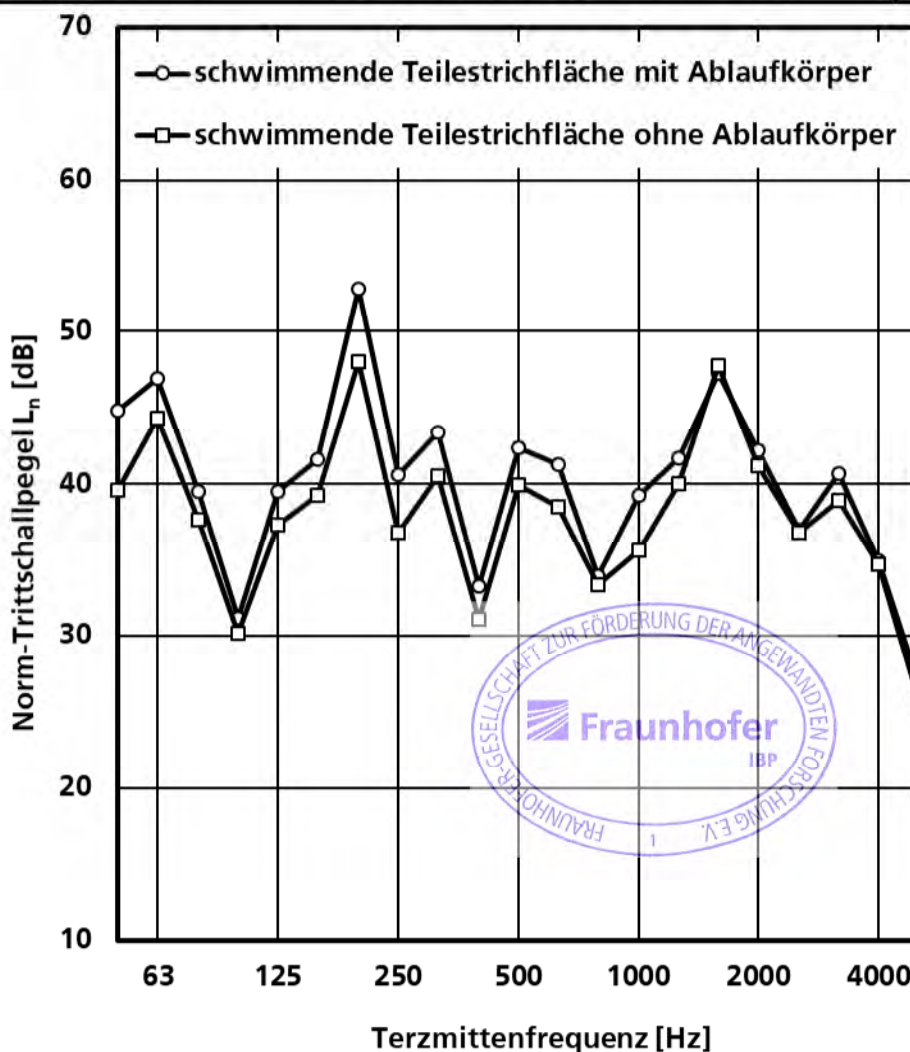


Frequenzverlauf des Installations-Schallpegels bei Geräuschanregung mit dem Körperschall-Geräuschnormal (KGN), gemessen in den Räumen UG vorne, UG hinten und EG hinten. In der Legende sind die Installations-Schallpegel $L_{A\text{Freq},n}$ in dB(A) nach DIN 4109 für den Frequenzbereich von 100 bis 5000 Hz angegeben.

Prüfgegenstand:

Prüffläche bestehend aus einer schwimmenden, verfliesen Teilestrichfläche mit komplettem Installations-Set, Typ: "HL570 FlexBox" der Fa. HL HUTTERER + LECHNER GmbH; mit Duschtasse, Typ: "Polypex PEXstone 90x90" der Fa. POLYPEX GmbH, angebracht auf dem Rohboden (drei Befestigungswinkel) sowie in und auf einem schwimmenden Estrich (linke Prüfstandecke).

Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie den Bildern 4 bis 6 entnommen werden.



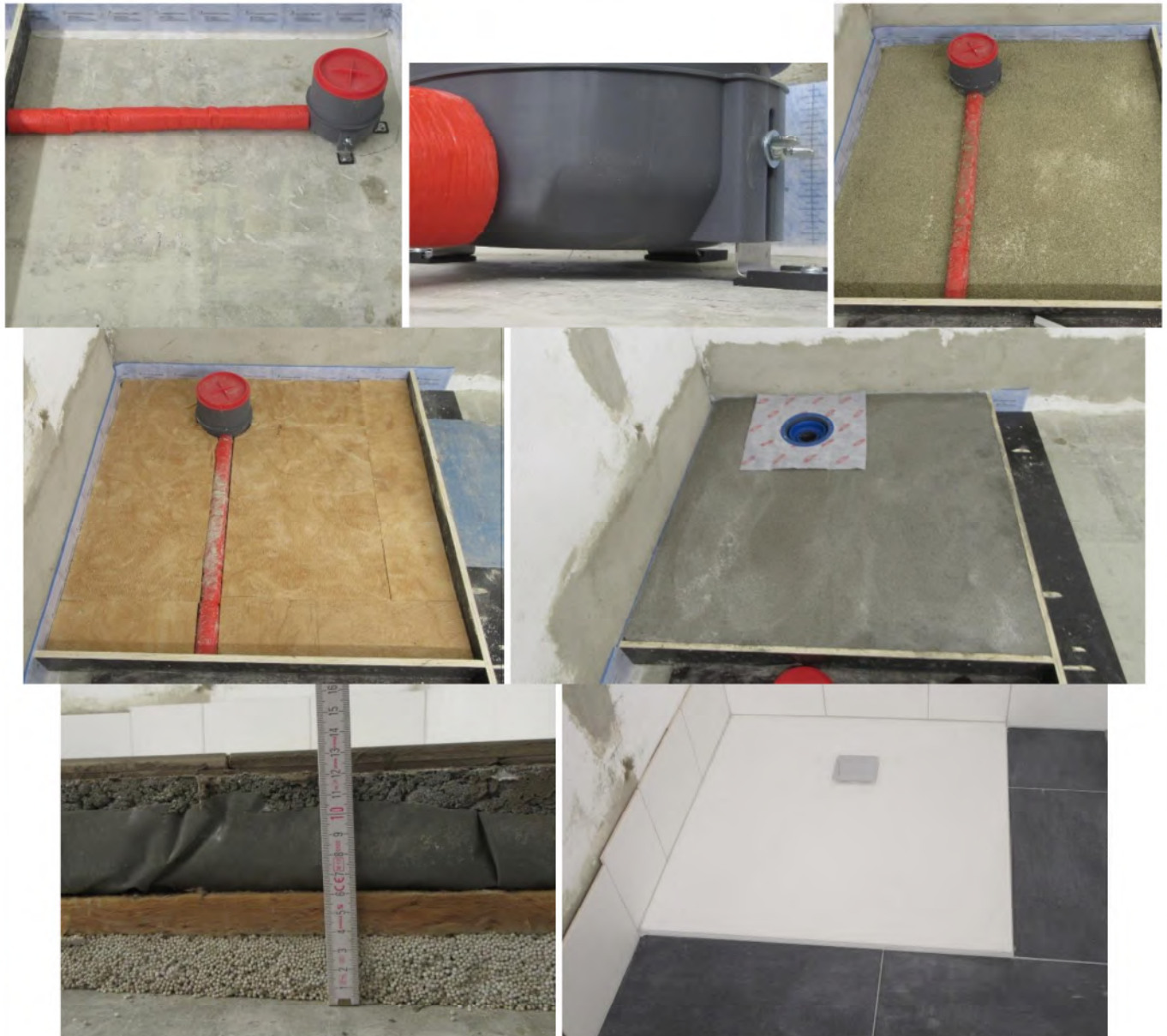
Bewerteter Norm-Trittschallpegel und Spektrum-Anpassungswert nach DIN EN ISO 717-2:
Schwimmende Teilestrichfläche mit Ablaufkörper:
 $L_{n,w} (C_{l,\Delta 100-2500}) = 48 (-7) \text{ dB}$
Schwimmende Teilestrichfläche ohne Ablaufkörper:
 $L_{n,w} (C_{l,\Delta 100-2500}) = 47 (-9) \text{ dB}$

Die Messung erfolgte in Anlehnung an DIN EN ISO 16283-2 bei Anregung mit einem Norm-Trittschallhammerwerk. Gemessen wurde jeweils der Trittschallpegel im Raum UG vorne bei Anregung auf der schwimmenden Teilestrichfläche mit Ablaufkörper HL570K (ohne Duschtasse) sowie bei Anregung auf der schwimmenden Teilestrichfläche ohne Ablaufkörper HL570K (und ohne Duschtasse). Dazu wurde der Ablaufkörper nach dem Abschluss der anderen Messungen aus der Teilestrichfläche entfernt.

Prüfgegenstand:

Prüffläche bestehend aus einer schwimmenden, verfliesen Teilestrichfläche mit komplettem Installations-Set, Typ: "HL570 FlexBox" der Fa. HL HUTTERER + LECHNER GmbH (ohne Duschtasse) sowie ohne Installations-Set, Typ: "HL570 FlexBox" (und ohne Duschtasse), angebracht auf dem Rohboden (linke Prüfstandecke).

Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie den Bildern 4 bis 6 entnommen werden.



Oben links und mittig: Ablaufgehäuse HL570K mit drei Befestigungswinkel mit Gummi-Entkopplungselementen an der Rohdecke befestigt.

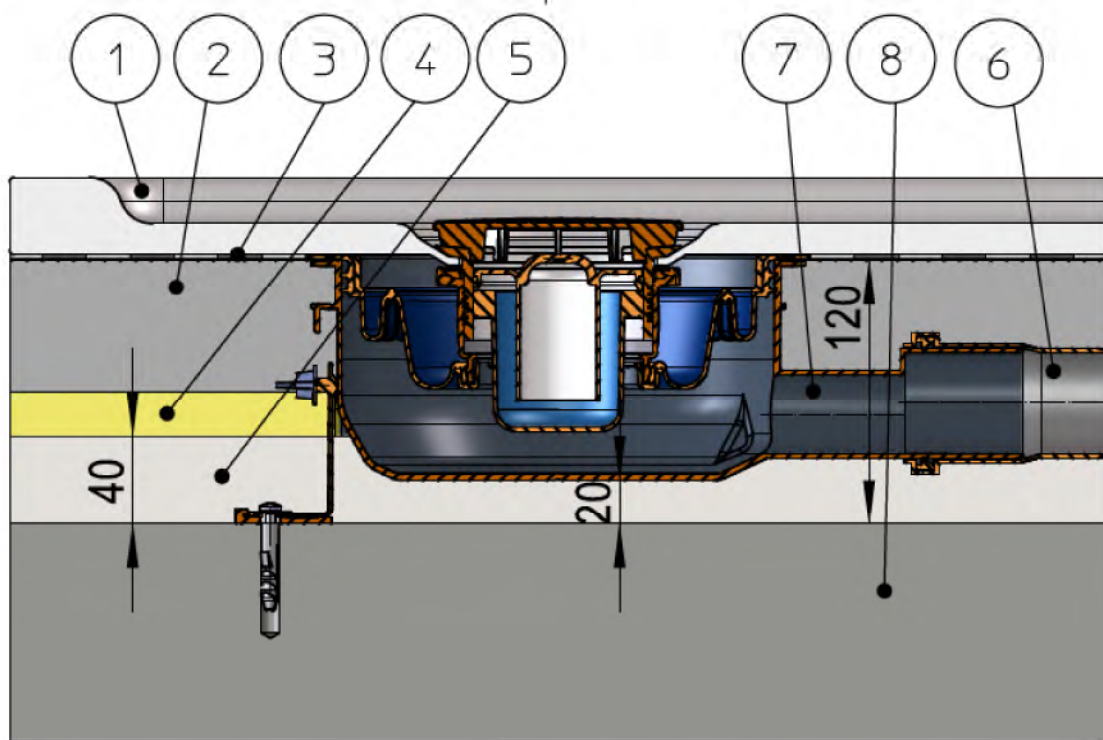
Oben rechts: Ablaufgehäuse mit umgebender mineralisch gebundener Schüttung.

Mitte links: Ablaufgehäuse mit Ablaufleitung in der Dämmebene mit Trittschalldämmung.

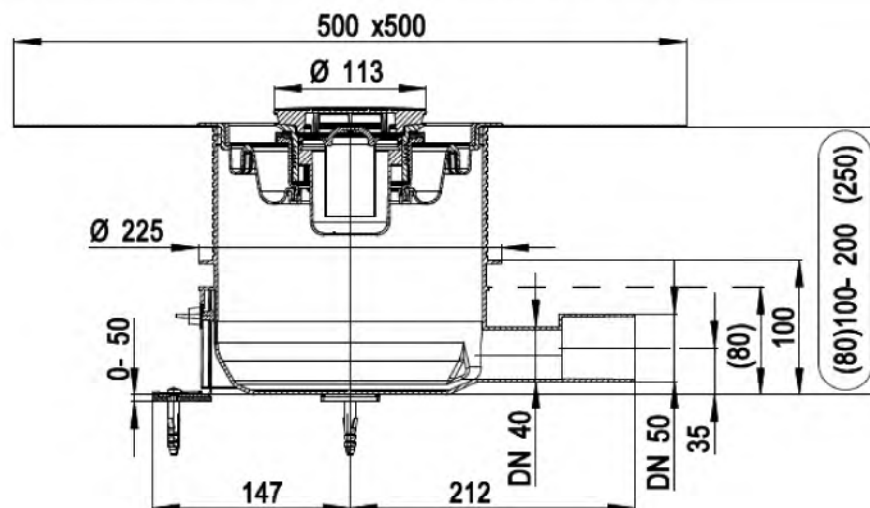
Mitte rechts: Schwimmende Teilestrichfläche mit Abdichtgarnitur mit integriertem Flex-Element (HL0570.4E).

Unten links: Aufbau der schwimmenden Teilestrichfläche: 40 mm mineralisch gebundene Schüttung mit EPS, 20 mm MF-Trittschalldämmung, PE-Folie, ca. 60 mm Zementestrich, 15 mm Abdichtung, Fliesenkleber und Fliese (im Bereich um die Duschtasse); Estrich-Randdämmstreifen zur Wand.

Unten rechts: Prüfaufbau - Prüffläche bestehend aus einer schwimmenden, verfliesen Teilestrichfläche mit komplettem Installations-Set, Typ: "HL570 FlexBox" der Fa. HL HUTTERER + LECHNER GmbH; mit Duschtasse, Typ: "Polypex PEXstone 90x90" der Fa. POLYPEX GmbH, angebracht auf dem Rohboden (drei Befestigungswinkel) sowie in und auf einem schwimmenden Estrich (linke Prüfstandecke).

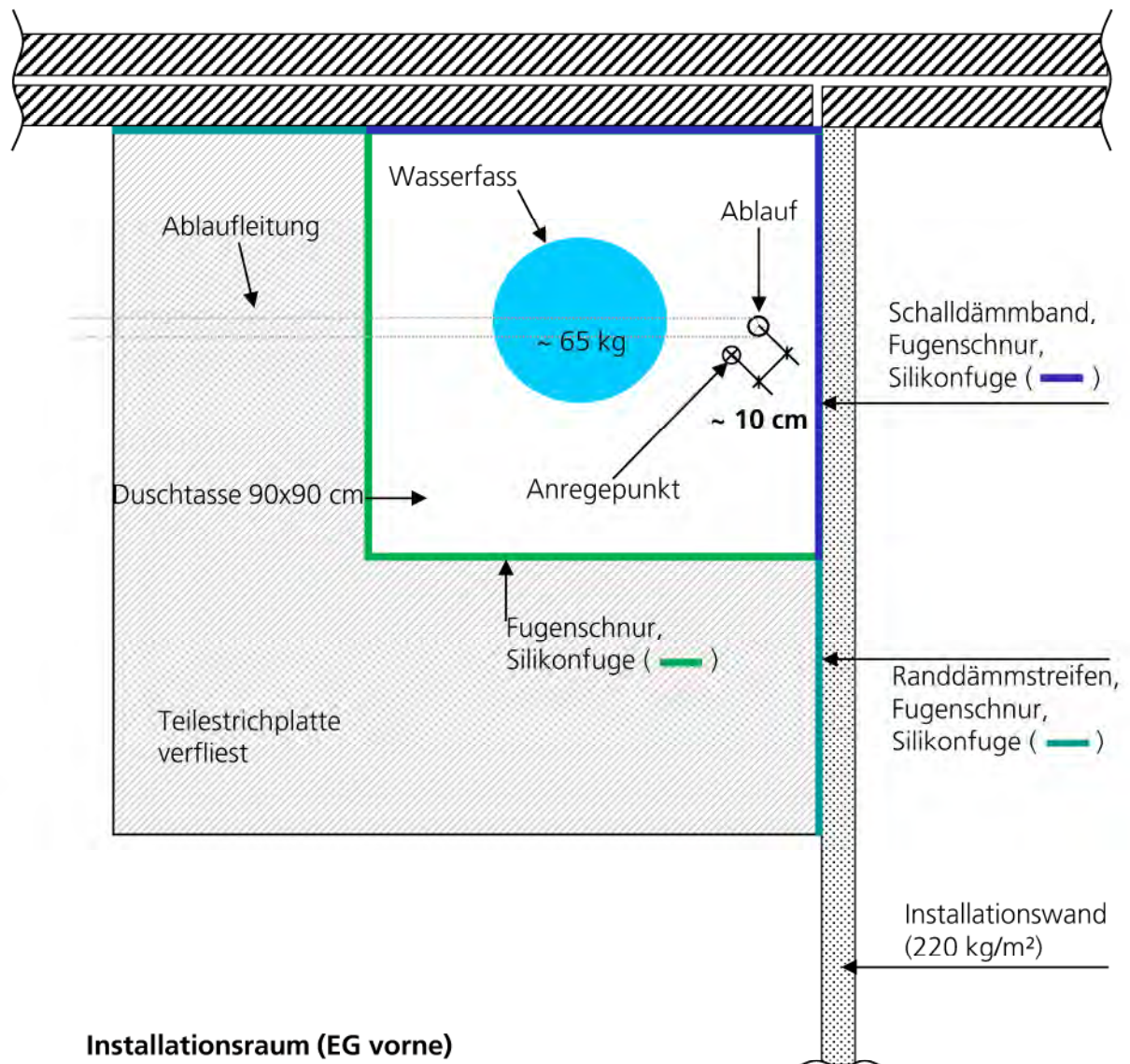


8	Betondecke	min. 190 mm	Rohdichte: 2300 kg/m ³
7	Ablauf	PP	HL570 Flexbox mit Abdichtgarnitur
6	Abwasserleitung		Entwässerungsleitung DN50 mit Schallschutzisolierung
5	Zementgebundene EPS Ausgleichsschüttung	40 mm	
4	Trittschall	20 mm	MF-Trittschalldämmung: s' ≤ 10 MN/m ²
3	Abdichtung		
2	Zementestrich	60 mm	ZE 20, Verkehrslast 15 kN/m ² , Randdämmstreifen unlaufend
1	Duschwanne 90x90 cm		
Pos	Bezeichnung	Aufbau	Bemerkung



Aufbauzeichnung und Schnittzeichnung des Installations-Sets (Zeichnungen des Auftraggebers).

Prüffläche bestehend aus einer schwimmenden, verfliesen Teilestrichfläche mit komplettem Installations-Set, Typ: "HL570 FlexBox" der Fa. HL HUTTERER + LECHNER GmbH; mit Duschtasse, Typ: "Polypex PEXstone 90x90" der Fa. POLYPEX GmbH, angebracht auf dem Rohboden (drei Befestigungswinkel) sowie in und auf einem schwimmenden Estrich (linke Prüfstandecke).



Installationsraum (EG vorne)

Lage des Prüfaufbaus im Installationsraum (EG vorne).

Prüffläche bestehend aus einer schwimmenden, verfliesenen Teilestrichfläche mit komplettem Installations-Set, Typ: "HL570 FlexBox" der Fa. HL HUTTERER + LECHNER GmbH; mit Duschtasse, Typ: "Polypex PEXstone 90x90" der Fa. POLYPEX GmbH, angebracht auf dem Rohboden (drei Befestigungswinkel) sowie in und auf einem schwimmenden Estrich (linke Prüfstandecke).

Messdurchführung und Beurteilungsgrößen

Die Messungen werden in Anlehnung an DIN EN ISO 10052 und DIN 4109-4 durchgeführt, in denen die Messung von Geräuschen der Wasserinstallation in Gebäuden beschrieben wird. Die Geräuschanregung erfolgt mit einem im Fraunhofer-Institut für Bauphysik entwickelten und erprobten Körperschallgeräuschnormal (KGN), das ein genormtes Installationsgeräuschnormal nach DIN EN ISO 3822-1 zur Strahlbildung verwendet. Das KGN erzeugt einen konstanten Wasserstrahl, der unter genau definierten geometrischen Bedingungen auf das Prüfobjekt trifft und so eine praxisgerechte und reproduzierbare Geräuschanregung ermöglicht. Durch die Verwendung des KGN als einheitliche Anregungsquelle lässt sich das Geräuschverhalten unterschiedlicher Sanitärobjekte direkt miteinander vergleichen. Das KGN wird mit einem Fließdruck von 0,3 MPa betrieben, wobei sich ein Wasserdurchfluss von 0,25 l/s (± 4 %) ergibt.

Die mit dem KGN gemessenen Werte liegen bei allen Anregungsarten an der oberen Grenze der bei der Verwendung handelsüblicher Brauseköpfe und Auslaufarmaturen auftretenden Schalldruckpegel. Durch Variation des Anregungsortes und der Füllhöhe kann sowohl das beim Duschen entstehende Aufprallgeräusch des Wasserstrahls auf die Objekt- bzw. Wasseroberfläche, als auch das beim Befüllen einer Wanne entstehende Geräusch nachgebildet werden. Hierbei kann auf folgende Arten angeregt werden:

KGN auf Sanitärobjekt (Wasserstrahl-Prallgeräusche)

Das KGN wird in einer Höhe von 50 cm über dem Prüfkörper angebracht und so justiert, dass der Wasserstrahl senkrecht von oben in ca. 10 cm Abstand vom Ablauf (Rand) auftrifft. Die Messung erfolgt bei geöffnetem Ablauf, so dass der Wasserstrahl auf die Objektoberfläche trifft.

KGN als Wannenfüllarmatur (Wassereinlauf bei Badewannen)

Das KGN wird an der Stelle angebracht, an der sich der Auslauf einer handelsüblichen Wannenfüllarmatur befindet. Die Höhe des KGN über dem Wanneboden beträgt 50 cm und der Strahl zeigt senkrecht nach unten. Das KGN wird bei geschlossenem Ablauf solange betrieben, bis die Wanne gefüllt ist. Sollen die Abflussgeräusche gesondert betrachtet werden, kann eine zusätzliche Messung beim Entleeren der Wanne durchgeführt werden. Die Messung der Füllgeräusche mit dem KGN kann ergänzend zu den oben beschriebenen Wasserstrahl-Prallgeräuschen durchgeführt werden.

Handelsübliche Brauseköpfe oder Auslaufarmaturen

Alternativ können an Stelle des KGN auch handelsübliche Brauseköpfe oder Auslaufarmaturen zur Anregung des Prüfobjektes verwendet werden. Der Brausekopf wird in einer Höhe von 100 cm über dem Sanitärobjekt angebracht und so justiert, dass der Wasserstrahl senkrecht von oben in ca. 10 cm Abstand vom Ablauf (Rand) auftrifft. Auf Grund der Vielzahl der im Handel erhältlichen Brauseköpfe und Armaturen und ihrer unterschiedlichen Einstellungsmöglichkeiten ist hierbei allerdings keine allgemein gültige Aussage über den Installations-Schallpegel möglich.

Anregung durch Aggregate (nur bei Whirlwannen)

Das Prüfobjekt wird durch die eingebauten Aggregate (Pumpen, etc.) angeregt, wobei in der Regel verschiedene Betriebszustände möglich sind. Es wird der "lauteste Betriebszustand" bestimmt. Die Whirlwanne ist dabei bis ca. 5 cm unterhalb des Überlaufs mit Wasser gefüllt.

Allgemeine Angaben zur Messung

Um den Einfluss der Belastung des Sanitärobjektes durch eine Person zu berücksichtigen, werden alle Messungen (außer bei Whirlwannen und beim Wassereinlauf) mit einer statischen Vorlast durchgeführt. Dazu wird ein mit 60 l Wasser gefülltes Kunststofffass auf zwei mit Gummi unterlegten Mauersteinen auf die Objektoberfläche, in ca. 40 cm Abstand vom Mittelpunkt des Faßes zum Auftreffpunkt des KGN, gestellt. Das Gewicht der Last beträgt ca. 65 kg, die Aufstandsfläche ca. 2 x 200 cm².

Die Zuleitung zum KGN erfolgt geräuscharm über einen flexiblen Schlauch. Die Ableitung des Abwassers erfolgt in der Regel geräuscharm über körperschallisolierte Rohre. Wodurch sichergestellt ist, dass mögliche Zu- und Abwassergeräusche keinen Einfluss auf die gemessenen Schalldruckpegel haben.

Bei stationären Geräuschen (z. B. KGN-Anregung) wird der Schalldruckpegel abweichend von DIN EN ISO 10052 an sechs im Messraum verteilten Punkten erfasst und räumlich und zeitlich gemittelt. Hierdurch wird die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse verbessert, um den erhöhten Anforderungen an Prüfstandsmessungen Rechnung zu tragen. Der auf diese Weise ermittelte Wert $L_{AFeq,n}$ wird als Installations-Schallpegel im Prüfstand herangezogen.

Bei zeitlich veränderlichen Geräuschen (z.B. WC-Spülung, KGN als Wannenfüllarmatur) werden 3 Vorgänge an jeweils einer Mikrofonposition gemessen und der Zeitverlauf des Schalldruckpegels während des Vorgangs aufgezeichnet.

Der im Prüfbericht angegebene Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$ wird nach Anhang F ermittelt. Bei stationäre Signalen (z.B. Wasserstrahl-Prallgeräusche mit dem Körperschall-Geräuschnormal - KGN), wird abweichend von DIN 4109-4 und DIN EN ISO 10052 nicht der Maximalwert ($L_{AFmax,n}$) sondern der zeitlich und räumlich gemittelte Pegel ($L_{AFeq,n}$) gemessen. Dies gewährleistet die Einhaltung der für Prüfstandsmessungen obligatorischen Reproduzierbarkeits- und Genauigkeitsanforderungen (u. a. durch die Möglichkeit zur Störgeräuschkorrektur), was bei Verwendung des Maximalpegels, der gemäß den oben genannten Normen für Messungen am Bau bestimmt ist, nicht realisierbar wäre. Aufgrund umfangreicher Erfahrungen ist davon auszugehen, dass die Differenz zwischen $L_{AFmax,n}$ und $L_{AFeq,n}$ im Normalfall maximal 2-3 dB beträgt.

Bei zeitlich veränderlichen Geräuschen (z. B. WC-Spülung) wird auch im Prüfstand der Maximalpegel gemessen. Die hierfür im Prüfbericht angegebene Messgröße $L_{AFmax,n}$ entspricht dem Maximalpegel nach DIN 4109-4 und DIN EN ISO 10052.

Auswertung der Messungen

Stationäre Geräusche

Der gemessene Schalldruckpegel liegt als zeitlich und räumlich gemitteltetes Terzspektrum im Frequenzbereich von 100 Hz bis 5 kHz vor (Zeitkonstante: Fast *). Es wird zunächst eine Fremdgeräuschkorrektur durchgeführt. Anschließend wird das Messsignal auf eine äquivalente Schallabsorptionsfläche von $A_0 = 10 \text{ m}^2$ normiert (Index n) und A-bewertet:

$$(1) \quad L_{i,AFeq,n} = 10 \cdot \lg \left(10^{\frac{L_{i,F}}{10}} - 10^{\frac{L_{i,F,GG}}{10}} \right) + 10 \cdot \lg \frac{A_i}{A_0} + k(A)_i \quad [\text{dB(A)}]$$

$L_{i,F}$	räumlich und zeitlich gemittelter Schalldruckpegel in der Terz i	[dB]
$L_{i,F,GG}$	Fremdgeräuschpegel in der Terz i	[dB]
$A_i = \frac{0,16 \cdot V}{T_i}$	Schallabsorptionsfläche des Messraums für die Terz i	[m ²]
V	Volumen des Messraums	[m ³]
T_i	Nachhallzeit des Messraums in der Terz i	[s]
$k(A)_i$	A-Bewertung für die Terz i	[dB]

Wenn der Abstand zwischen dem gemessenen Terzpegel und dem Fremdgeräuschpegel weniger als 3 dB beträgt, wird auf eine Fremdgeräuschkorrektur verzichtet. Stattdessen wird im Sinne einer Maximalabschätzung der gemessene Fremdgeräuschpegel verwendet. Der Gesamtschallpegel ergibt sich durch energetische Addition der Terzwerte:

$$(2) \quad L_{AFeq,n} = 10 \cdot \lg \left(\sum_{i=1}^{18} 10^{\frac{L_{i,AFeq,n}}{10}} \right) \quad [\text{dB(A)}]$$

wobei i die Nummer der Terzbänder von 100 Hz bis 5 kHz bezeichnet. Der berechnete Pegel $L_{AFeq,n}$ entspricht dem Schallpegel, der in einem mäßig möblierten Empfangsraum unter sonst gleichen Bedingungen auftritt.

Zeitlich veränderliche Geräusche

Das Messsignal besteht hier aus einer Folge von Terzspektrern (Frequenzbereich 100 Hz bis 5 kHz) die mit einem Zeitabstand von 0,125 s nacheinander am selben Ort gemessen werden. Abgesehen davon, dass auf eine Fremdgeräuschkorrektur verzichtet wird, erfolgt die Auswertung in gleicher Weise wie bei stationären Geräuschen. Aus dem Zeitverlauf wird anschließend der Maximalwert ($L_{AFmax,n}$) nach DIN 4109 und DIN EN ISO 10052 ermittelt.

*) Bei der Pegelbezeichnung von stationären Geräuschen ($L_{AFeq,n}$) wird auf den für die Fastbewertung stehenden Index F häufig verzichtet. Um den Bezug zum Anforderungswert ($L_{AFmax,n}$) in DIN 4109 aufrechtzuerhalten wird hier jedoch die vollständige Bezeichnung fortgeführt und der Index F mit angeben.

Aussagefähigkeit der Messergebnisse (DIN 4109)

Übertragbarkeit der Messergebnisse auf andere Bausituationen

Die ermittelten Installations-Schallpegel hängen außer von den Eigenschaften der geprüften Installation noch von weiteren Einflussgrößen, wie z.B. den Montagebedingungen, der Bauausführung und der Anordnung von Sende- und Empfangsraum ab. Die im Prüfbericht angegebenen Werte gelten daher nur in Verbindung mit den baulichen Verhältnissen im Installationsprüfstand. Eine Übertragung der Werte auf andere Bauten ist nur dann möglich, wenn gleichartige bauliche Verhältnisse vorliegen und die Montagebedingungen übereinstimmen. Hierbei ist zu beachten, dass schon geringe Änderungen der Montagebedingungen, wie z.B. die Verwendung unterschiedlicher Befestigungselemente oder Dämmstoffe, unter Umständen große akustische Veränderungen bewirken können. Weiter ist beim Vergleich mit Anforderungen darauf zu achten, dass gleichzeitiger Betrieb von Sanitärinstallationen und mögliche Wechselwirkung unter den Sanitärkomponenten andere Ergebnisse zur Folge haben können. Gleiches gilt auch für Ausführungsmängel, die Körperschallbrücken verursachen.

Nachweis von Schallschutzanforderungen

Die in DIN 4109 festgelegten Schallschutzanforderungen beziehen sich auf die Geräuschsituation in ausgeführten Bauten. Für die von Wasserinstallationen und anderen haustechnischen Anlagen hervorgerufenen Geräusche ist der maximale Schalldruckpegel $L_{AFmax,n}$ (bzw. $L_{AFeq,n}$ bei stationärer Geräuschanregung) die maßgebende Beurteilungsgröße. Der Installations-Schallpegel ist nach DIN 4109-4 und DIN EN ISO 10052 zu messen, wobei Geräuschspitzen, die bei manueller Betätigung entstehen, derzeit nicht berücksichtigt werden. Nach der aktuellen Fassung der DIN 4109 (Teil 1) gelten für den Installations-Schallpegel folgende Anforderungen:

Wohn- und Schlafräume:	$L_{AFmax,n} \leq 30 \text{ dB(A)}$
Unterrichts- und Arbeitsräume:	$L_{AFmax,n} \leq 35 \text{ dB(A)}$

Nach Beiblatt 2 zu DIN 4109 können Schalldruckpegelwerte die 5 dB(A) unter den oben aufgeführten Werten liegen, als Anforderungen für einen erhöhten Schallschutz herangezogen werden.

Die einzige Möglichkeit, um die Einhaltung der Schallschutzanforderungen bereits in der Planungsphase nachzuweisen, besteht - von Sonderfällen abgesehen - in der Durchführung einer Bauteil- oder System- Eignungsprüfung in einem Musterbau. Hierbei wird vorausgesetzt, dass der Musterbau und das geplante Gebäude gleichartig aufgebaut sind. Ist dies nicht der Fall, so muss zumindest gewährleistet sein, dass das geplante Gebäude - bezogen auf die Übertragung von Installationsgeräuschen - keine geringere Schalldämmung als der Musterbau aufweist.

Als Musterbau dient im vorliegenden Fall der Installationsprüfstand im Fraunhofer-Institut für Bauphysik. Der Installationsprüfstand entspricht hinsichtlich seiner schalltechnischen Eigenschaften einem üblichen Wohngebäude in Massivbauweise. Die in diesem Prüfstand ermittelten Installations-Schallpegel können daher direkt zum Nachweis der in DIN 4109-1 festgelegten Schallschutzanforderungen herangezogen werden, sofern die Übertragbarkeit der Messergebnisse gewährleistet ist (siehe oben). Da die Installation meist im Raum EG vorne angebracht wird, ist der Raum UG hinten bei üblicher Grundrissgestaltung als nächstgelegener schutzbedürftiger Raum anzusehen. Für die Einhaltung der Schallschutzanforderungen ist deshalb der in diesem Raum gemessene Installations-Schallpegel maßgebend.

Angaben zur Messunsicherheit

Die Unsicherheit bei Messungen an gebäudetechnischen Anlagen können für die vorliegenden Ergebnisse aus Musterbauprüfungen den Angaben in DIN 4109-4 für ausgeführte Bauten angelehnt werden.

Die Unsicherheit beträgt demnach

$$u_{\text{situ}} = \begin{cases} 5,0 \text{ dB} - 0,1 \times L_{\text{AF},\dots}, & \text{für } L_{\text{AF},\dots} < 35 \text{ dB} \\ 1,5 \text{ dB}, & \text{für } L_{\text{AF},\dots} \geq 35 \text{ dB} \end{cases}$$

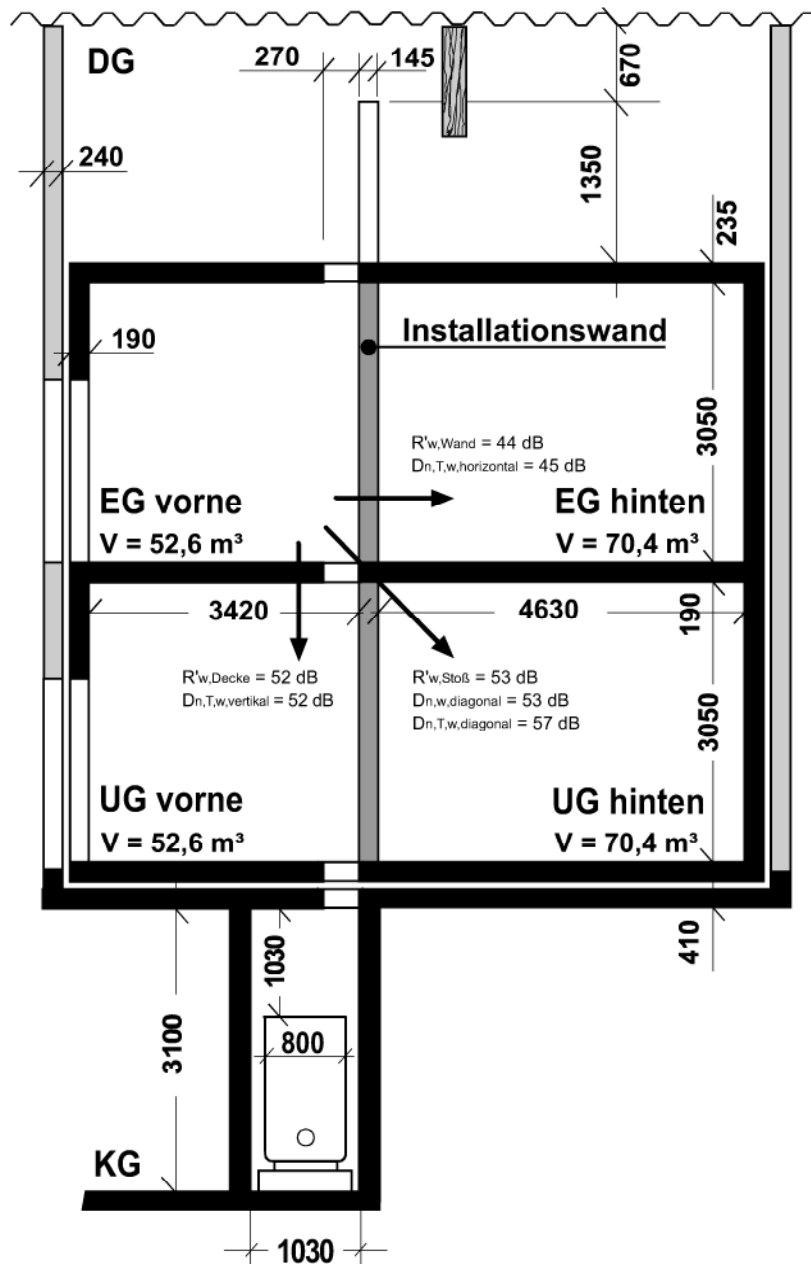
mit

u_{situ} Unsicherheit bei Messungen an gebäudetechnischen Anlagen in ausgeführte Bauten (situ),
 $L_{\text{AF},\dots}$ Messgröße $L_{\text{AF,max,n}}$ oder $L_{\text{AF,max,nT}}$ bzw. $L_{\text{AFeq,n}}$ oder $L_{\text{AFeq,nT}}$.

Bei einem gemessenen Wert von 30 dB würde die Unsicherheit damit 2,0 dB betragen. Bei niedrigeren Installationsgeräuschpegeln ist die Unsicherheit größer und beträgt z. B. 3,0 dB bei einem Installationsgeräuschpegel von 20 dB.

Konformitätsaussagen z. B. für den Nachweis bauaufsichtlicher Schallschutzanforderungen können im Rahmen der gegebenen Messunsicherheit erfolgen. Die metrologische Rückführbarkeit auf Bezugsnormale ist bei allen kalibrierten Messgeräten gegeben. Bei Konformitätsaussagen werden Messunsicherheiten stets nach dem Verfahren entsprechend dem im Prüfbericht angegebenen Regelwerk (z. B. Norm, Richtlinie) berücksichtigt.

Prüfstand



Schnittzeichnung des Installationsprüfstands im Fraunhofer-Institut für Bauphysik (Maßangaben in mm). Der Prüfstand besteht aus je zwei übereinanderliegenden Räumen im Erd- und Untergeschoss (EG und UG), so dass in Verbindung mit Dach- und Kellergeschoss (DG und KG) auch über mehrere Stockwerke reichende Installationen, wie z. B. Abwassersysteme, geprüft werden können. Die beiden Installationswände (11,5 cm Kalksandstein-Vollsteine (KSV), beidseitig verputzt) können nach Bedarf ausgetauscht werden. Im Normalfall werden einschalige Massivwände mit einer Flächenmasse von 220 kg/m^2 nach DIN 4109 verwendet. Da die Schalldämmung dieser Wände nicht den Anforderungen an eine Wohnungstrennwand ($R'_{w} \leq 53 \text{ dB}$) genügt, befinden sich die nächstgelegenen schutzbedürftigen Räume bei üblicher Grundrissgestaltung diagonal über oder unter dem Installationsraum. Durch seine zweischalige, körperschallisolierte Bauweise ist der Installationsprüfstand speziell für die Messung niedriger Schalldruckpegel geeignet. Die Messräume sind so gestaltet, dass die Nachhallzeiten im untersuchten Frequenzbereich zwischen 1 und 2 s liegen. Die Decke sowie die seitlich flankierenden Bauteile, mit einer mittleren flächenbezogenen Masse von etwa 440 kg/m^2 , bestehen aus 19 cm Stahlbeton.

Prüfausrüstung und Geräte

Bei den Messungen im Installationsprüfstand P12 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik kommen folgende Messgeräte zum Einsatz:

Art	Typ	Hersteller
Analysator	Soundbook_MK2_8L	Sinus Messtechnik
½"-Mikrofon-Set	46 AF (Kapsel: Typ 40 AF-Free Field; Vorverstärker: Typ 26 TK)	G.R.A.S
½"-Mikrofon-Set (IEPE)	46 AE (Kapsel: Typ 40 AE-Free Field; Vorverstärker: Typ 26 CA)	G.R.A.S
1"-Mikrofon-Set	40HF (Kapsel: Typ 40EH-LowNoise; Vorverstärker: Typ 26HF; Speisemodul: Typ 12HF)	G.R.A.S
1"-Mikrofon	4179	Bruel & Kjær
1"-Vorverstärker	2660	Bruel & Kjær
Mikrofon-Kalibrator	4231	Bruel & Kjær
Beschleunigungsaufnehmer	4371 und 4370	Bruel & Kjær
Ladungsverstärker	Nexus 2692-A-014	Bruel & Kjær
Beschleunigungsaufnehmer (IEPE)	352B	PCB Piezotronics, Inc.
Körperschall-Kalibrator	VC11	MMF
Verstärker	LBB 1935/20	Bosch Plena
Lautsprecher	MLS 82	Lanny
Vergleichsschallquelle	382	Rox
Norm-Trittschall-Hammerwerk	211	Norsonic

Bei dem verwendeten Analysator handelt es sich um ein Gerät der Genauigkeitsklasse 1. Alle Messgeräte unterliegen regelmäßig durchgeführten internen und externen Funktionskontrollen, sind kalibriert und falls erforderlich geeicht.