



Bauaufsichtlich anerkannte Stelle
für Prüfung, Überwachung und
Zertifizierung
Zulassung neuer Baustoffe, Bauteile
und Bauarten
Forschung, Entwicklung, Demonstra-
tion und Beratung auf den Gebieten
der Bauphysik

Institutsleitung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

Prüfbericht P-BA 221-1/2008

Geräuschverhalten einer Duschfläche mit Boden- ablauf im Prüfstand

Auftraggeber: HL Hutterer & Lechner GmbH
Brauhausgasse 3-5
A-2325 Himberg
ÖSTERREICH

Prüfobjekt: Edelstahl Duschrinne "W" mit Schallschutzelement, der
Firma HL Hutterer & Lechner, als Bodenablauf für bodenebene
Duschflächen

Inhaltsverzeichnis: Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse
Bild 1: Darstellung des Prüfobjektes
Bild 2: Diagramm (Trittschallminderung)
Anhang B: Messdurchführung und Beurteilungsgrößen
Anhang F: Auswertung
Anhang G: Aussagefähigkeit der Messergebnisse
Anhang P: Beschreibung des Prüfstands
Anhang R: Messverfahren

Die Prüfung wurde in einem Prüflaboratorium des IBP durchge-
führt, das nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch das DAP mit der Nr.
DAP-PL-3743.26 akkreditiert ist.

Prüfobjekt und Messergebnisse sind identisch mit denjenigen von
Prüfbericht P-BA 221/2008.

Eine auszugsweise Veröffentlichung ist nur mit Genehmigung
des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik gestattet.

Stuttgart, 13. Mai 2009

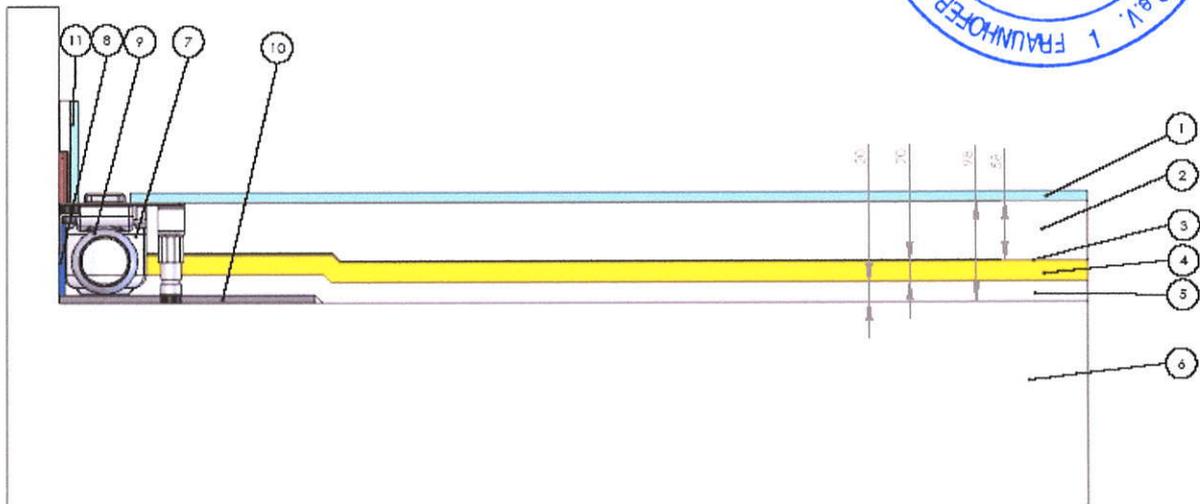
Bearbeiter

Prüfstellenleiter:

Dipl.-Ing. (FH) S. Müller

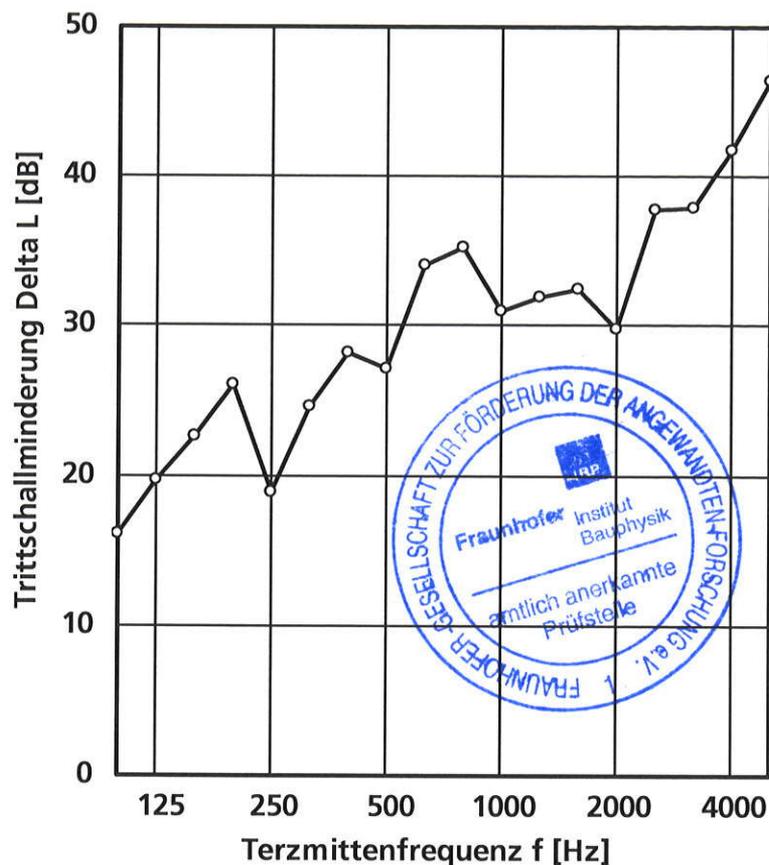
Dr. rer. nat. L. Weber





Nr.	Bezeichnung	Aufbauhöhe	Beschreibung
1	Bodenbelag	min. 10 mm	Fliese inkl. Kleber
2	Zementestrich	min. 50 mm	ZE 20, Verkehrslast 1,5 kN/m ²
3	Polyethylenfolie		
4	Trittschalldämmung	min. 20 mm	Mineralwolle-Dämmplatte - $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$ - $L_{wR} = 30 \text{ dB}$ - Verkehrslast $\leq 3,5 \text{ kPA}$
5	Wärmedämmung	min. 20 mm	EPS 040 DEO
6	Betondecke	min. 190 mm	Rohdichte: 2300 kg/m ³
7	Ablauf	90 mm	Edelstahl Duschrinne "W"
8	Randdämmstreifen		PE 120/8
9	Abwasserleitung		Schallschutzrohr DN 56 mit Schallschutzisolierung
10	Schallschutzelement	min. 8 mm	500 x 250 x 8 mm
11	Fliese		

Bild 1 Prinzipskizze (Längsschnitt) der praxisgerechten Einbausituation der Edelstahl Duschrinne "W" mit Schallschutzelement, der Firma HL Hutterer & Lechner, als Bodenablauf für bodenebene Duschrinnen (Zeichnung und Angaben des Auftraggebers). Anhand dieser Einbausituation (vgl. Prüfaufbau in Tabelle 1) wurden die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse, bezogen auf die 19 cm Prüfstandsdecke im Installationsprüfstand P12 (Flächenmasse der Decke: ca. 440 kg/m²), aus Vergleichsmessungen hergeleitet (siehe Anhang R).



Bewertete Trittschallminderung und Spektrum-Anpassungswert nach DIN EN ISO 717-2
 $\Delta L_w (C_{1,\Delta 100-2500}) = 32 (-7) \text{ dB}$

Bild 2 Frequenzverlauf der Trittschallminderung und bewertete Trittschallminderung im Raum UG vorne für das im Raum EG vorne in einem schwimmenden Estrich angebrachte Edelstahl Duschrinne "W" mit Schallschutzelement, der Firma HL Hutterer & Lechner, als Bodenablauf für bodenebene Duschrflächen. Die Messung erfolgte in Anlehnung an DIN EN ISO 140-8 bei Anregung mit einem Norm-Trittschallhammerwerk. Gemessen wurde jeweils der Trittschallpegel im UG vorne bei Anregung des im Prüfstand eingebauten Prüfobjektes (vgl. Bild 1), sowie bei Anregung des mit der Rohdecke starr verbundenen Betonssockels des Referenzobjektes.

Die Prüfung wurde in einem Prüflaboratorium des IBP durchgeführt, das nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch das DAP mit der Nr. DAP-PL-3743.26 akkreditiert ist.

Messdurchführung und Beurteilungsgrößen

Die Messungen werden in Anlehnung an DIN 52 219: 1993 durchgeführt, in der 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: 1999 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 0,26 l/s 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

Das KGN wird in einer Höhe von 50 cm über dem Prüfkörper angebracht und so justiert, dass der Wasserstrahl senkrecht von oben in 10 cm Abstand vom Ablauf 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 Wannenboden beträgt 50 cm und der Strahl zeigt senkrecht nach unten. Das KGN wird bei geschlossenem Ablauf solange betrieben, bis die Wanne gefüllt ist. Die Messung der Füllgeräusche kann ergänzend zu den in DIN 52 219 beschriebenen Verfahren 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 10 cm Abstand vom Ablauf 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 gestellt. Das Gewicht der Last beträgt ca. 65 kg, die Aufstandsfläche ca. 2 x 200 cm².

Die Ableitung des Abwassers erfolgt geräuscharm über körperschallisolierte Rohre. Hierdurch ist sichergestellt, dass die Abwassergeräusche keinen Einfluss auf die gemessenen Schalldruckpegel haben.

Bei stationären Geräuschen wird der Schalldruckpegel abweichend von DIN 52 219 nicht nur an einem Messpunkt, sondern 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 ($L_{AF,10}$) wird als Installations-Schallpegel im Prüfstand herangezogen.

Bei zeitlich veränderlichen Geräuschen (z.B. KGN als Wannenfüllarmatur) wird nur an einer Mikrofonposition gemessen und der Zeitverlauf des Schalldruckpegels während des Füllvorgangs aufgezeichnet. Der Installations-Schallpegel entspricht hierbei dem höchsten gemessenen Wert ($L_{AF,10,max}$). Da es sich um eine ergänzende Messung handelt, die in DIN 52 219 nicht vorgesehen ist, unterliegt dieser Wert nicht den Anforderungen der DIN 4109.

Auswertung der Messungen

Stationäre Geräusche

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

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

$L_{i,F}$	räumlich und zeitlich gemittelter Schalldruckpegel in der Terz i (Zeitkonstante: Fast)	[dB]
$L_{i,S}$	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:

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

wobei i die Nummer der Terzbänder von 100 Hz bis 5 kHz bezeichnet. Der berechnete Pegel $L_{AF,10}$ 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 Terzspektren (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 ($L_{AF,10,max}$) ermittelt.

Aussagefähigkeit der Messergebnisse

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. Gleiches gilt auch für Ausführungsmängel, die Körperschallbrücken verursachen.

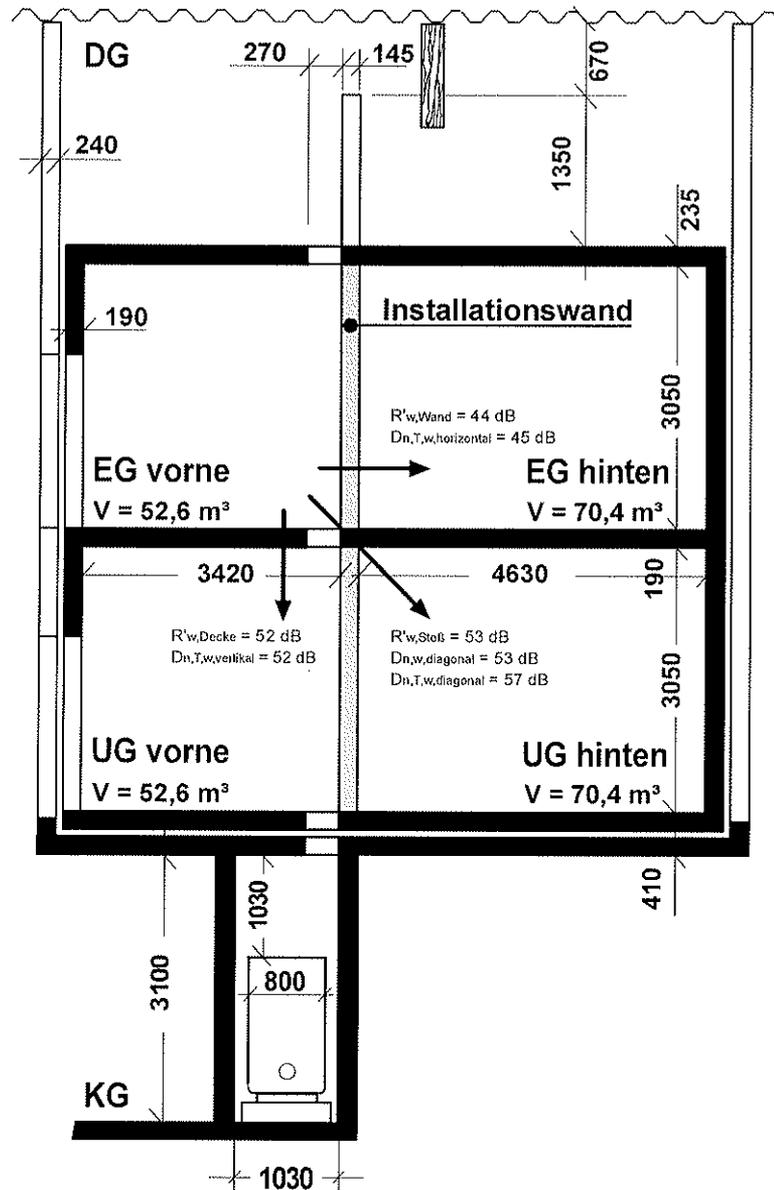
Nachweis von Schallschutzanforderungen

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 Installations-Schallpegel L_{in} die maßgebende Beurteilungsgröße. Der Installations-Schallpegel ist nach DIN 52 219 zu messen, wobei Geräuschspitzen, die bei manueller Betätigung entstehen, derzeit nicht berücksichtigt werden. Nach der aktuellen Fassung der DIN 4109 (DIN 4109/A1 vom Januar 2001) gelten für den Installations-Schallpegel folgende Anforderungen:

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

Die einzige Möglichkeit, um die Einhaltung der Schallschutzanforderungen bereits in der Planungsphase nachzuweisen, besteht - von Sonderfällen abgesehen - in der Durchführung einer 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 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.



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 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 ($R'_w \geq 53 \text{ dB}$) 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 flankierenden Bauteile mit einer mittleren flächenbezogenen Masse von etwa 440 kg/m^2 bestehen aus Beton.

Vereinfachtes Messverfahren für Bodenabläufe

Der berechnete Installations-Schallpegel $L_{in,R}$ in dB(A) ist eine Größe, die an einem vereinfachten Messaufbau im Labor ermittelt und anschließend rechnerisch auf die baulichen Verhältnisse im Installationsprüfstand P12 des IBP (Musterbau) bezogen wird.

Die Messungen werden in Anlehnung an DIN 52 219 und DIN 4109 durchgeführt, in denen die Messung von Geräuschen haustechnischer Anlagen in Gebäuden beschrieben wird. Hierbei wird der A-bewertete Schalldruckpegel $L_{A,F}$ bestimmt, der durch die untersuchte Installation im Empfangsraum des Prüfstandes hervorgerufen wird. Die Installation befindet sich hierbei auf einem Betonsockel, der auf die Decke des Installationsraumes aufgelegt und zusätzlich mit Klebemörtel an der Installationswand und der Rohdecke befestigt wird.

Zur Bestimmung von $L_{in,R}$ sind folgende Einzelmessungen erforderlich:

1. Messung am Prüfobjekt, bestehend aus einer bodenebenen Duschfläche mit Bodenablauf in Form eines verfliesen Estrichstücks, das mittels einer elastischen Unterlage schwimmend auf dem Betonsockel gelagert ist.
2. Messung am Betonsockel ohne Estrich.
3. Messung an blanker Rohdecke.

Technische Daten des Prüfaufbaus

- Prüfstandsdecke (19 cm; flächenbezogene Masse $m'' = 440 \text{ kg/m}^2$)
- Installationswand (flächenbezogene Masse $m'' = 220 \text{ kg/m}^2$)
- Betonsockel (Nachbildung bauübliche Betondecke, Stahlbeton, Dicke ca. 20 cm, Prüffläche ca. $80 \times 120 \text{ cm}^2$). Einseitig ist ein Wandstummel zum Anschluss an die Installationswand angebracht.

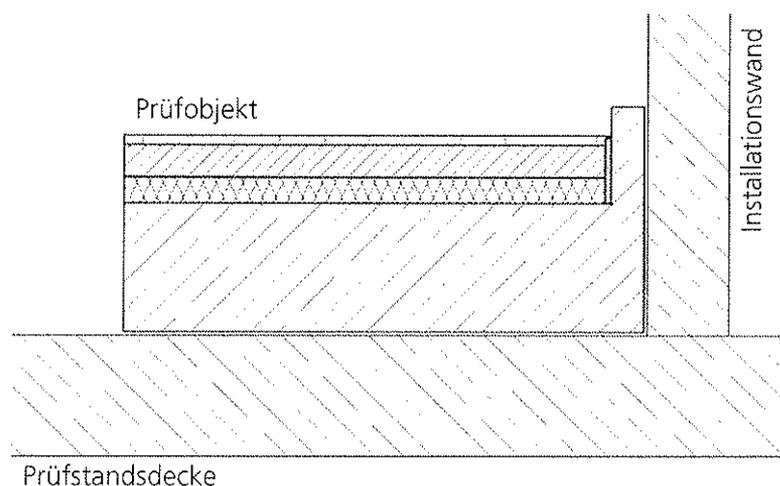


Bild 1: Schnittzeichnung des Prüfaufbaus im Installationsprüfstand P12 des IBP (ohne Maßstab).

Berechnung des Installations-Schallpegels $L_{n,R}$ in dB(A)

Für die Berechnung des Installations-Schallpegels $L_{n,R}$ wird zunächst die Differenz aus den beiden Messungen an der Prüfstandsdecke $L_{n, \text{Rohdecke}}$ (Messung 3), sowie am Betonsockel $L_{n, \text{Betonsockel}}$ (Messung 2) bei Anregung mit dem KGN im Messraum n bestimmt. Das Ergebnis liefert die Abminderung des Pegels im Messraum durch den Betonsockel.

Im nächsten Schritt kann die Pegelminderung zum Ergebnis aus der Messung am Prüfkörper mit Ablauf $L_{n, \text{Prüfkörper}}$ (Messung 1) hinzu addiert werden und man erhält den berechneten Vergleichswert $L_{n,R}$ des Ablaufs in der Einbausituation bezogen auf die Prüfstandsdecke (19 cm; flächenbezogene Masse $m'' = 440 \text{ kg/m}^2$).

$$(1) \quad L_{n,R} = L_{n, \text{Prüfkörper}} + (L_{n, \text{Rohdecke}} - L_{n, \text{Betonsockel}}) \quad [\text{dB(A)}]$$

$L_{n,R}$ Berechneter Installations-Schallpegel $L_{n,R}$ im Messraum n [dB(A)]

$L_{n, \text{Prüfkörper}}$ aus Messung 1: [dB(A)]
(Pegel im Messraum n bei der Anregung auf dem Prüfkörper)

$L_{n, \text{Rohdecke}}$ aus Messung 3: [dB(A)]
(Pegel im Messraum n bei der Anregung auf der Prüfstandsdecke)

$L_{n, \text{Betonsockel}}$ aus Messung 2: [dB(A)]
(Pegel im Messraum n bei der Anregung auf dem Betonsockel)

Übertragbarkeit der berechneten Installations-Schallpegel

Die berechneten Schallpegel wurden aus Vergleichsmessungen bestimmt und können für einen praxisgerechten Aufbau, bei einer dem IBP-Prüfstand vergleichbaren Bauweise, zur Abschätzung des resultierenden Installations-Schallpegels herangezogen werden.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass das beschriebene vereinfachte Messverfahren die Ergebnisse einer regulären Abnahmemessung im Installationsprüfstand im Hinblick auf Genauigkeit und Übertragbarkeit im Allgemeinen nicht im vollen Umfang ersetzen kann.