Fraunhofer
IBP

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

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

Prüfbericht P-BA 194/2013

Geräuschverhalten eines bodenebenen Duschelementes im Prüfstand (nach SIA 181 - Funktionsgeräusche)

Auftraggeber: Jackon Insulation GmbH
Carl-Benz-Str. 8
D-33803 Steinhagen

Prüfobjekt: Bodenebenes Duschelement mit Punktentwässerung "Jackoboard Aqua", der Firma Jackon Insulation GmbH montiert auf einem schwimmenden Ausgleichsestrich.

Tabelle 1:	Zusammenfassung der Ergebnisse
Bild 1:	Detailergebnis
Bild 2 und 3:	Messaufbau
Anhang B_SIA:	Messdurchführung und Beurteilungsgrößen
Anhang F_SIA:	Auswertung der Messung
Anhang G_SIA:	Aussagefähigkeit der Messergebnisse
Anhang P_SIA:	Beschreibung des Prüfstands

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.

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

Stuttgart, 4. November 2013

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) S. Öhler

Prüfstellenleiter: Dr. rer. nat. L. Weber

Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Nobelstraße 12 · D-70569 Stuttgart
Telefon +49 (0) 711/970-00
Telefax +49 (0) 711/970-3395
www.ibp.fraunhofer.de

Institutsteil Holzkirchen
Fraunhoferstr. 10 · D-83626 Valley
Telefon +49 (0) 8024/643-0
Telefax +49 (0) 8024/643-66
www.bauphysik.de

Projektgruppe Kassel
Gottschalkstr. 28a · D-34127 Kassel
Telefon +49 (0) 561/804-1870
Telefax +49 (0) 561/804-3187
www.ibp.fraunhofer.de

Bestimmung des Gesamtwertes $L_{H,tot}$ im Prüfstand (nach SIA 181)

P-BA 194/2013
Tabelle 1

Auftraggeber: Jackon Insulation GmbH, Carl-Benz-Str. 8, 33803 Steinhagen

Prüfobjekt: "Jackoboard Aqua", der Firma Jackon Insulation GmbH für bodenebene, verfliesbare Duschflächen, angebracht auf einem Höhenausgleichs-Estrich mit umgebendem schwimmendem Teilestrich. (Prüfobjekt S 10622-02, vgl. Bild 2, 3 und Anhang P_SIA).

Prüfaufbau: "Jackoboard Aqua" (Höhe: max. 40 mm; 900 x 900 [mm]), der Firma Jackon Insulation GmbH mit schwimmendem Ausgleichsestrich (Höhenausgleich, Höhe: 80 mm; 900 x 900 [mm]) praxisgerecht auf dem Rohfußboden (190 mm Stahlbeton) und an der Installationswand (115 mm Kalksandstein, verputzt) angebracht (linke Prüfstandsecke).
Aufbau der Duschfläche (von unten nach oben):
- Mineralfasermatte mit einseitiger Beschichtung aus Bitumenfolie "Assour Chape 19", Fa. Siplast, Dicke ca. 3 mm, zweilagig (Beschichtung jeweils auf Rohdecke und gegen Estrich) lose auf der Prüfstandsdecke aufgelegt und mit seitlichem Estrich-Randdämmstreifen verklebt.
- Höhenausgleichs-Estrich (Zementestrich, Höhe: 80 mm) auf der Bitumenfolie aufgebracht.
- Ablaufleitung und Ablaufsiphon mit selbstklebendem Schaumstoffband (Dicke: 5 mm) umwickelt und im Estrich vergossen.
- Hartschaum-Gefälleplatte mit Mittelablauf "Jackoboard Aqua" auf dem Höhenausgleichs-Estrich vollflächig mit Fliesenkleber aufgebracht.
- Duschfläche umlaufend, zur Wandfläche und zur angrenzenden Estrichfläche, mit Estrich-Randdämmstreifen (Dicke ca. 7 mm) umgeben.

Duschsystem mit verfliester, schwimmender Teilestrichfläche umgeben (Aufbau von unten nach oben): 25 mm EPS-Höhenausgleichsschicht, 25 mm MF-Trittschalldämmung (dynamische Steifigkeit $s' \leq 9$ MN/m³; Herstellerangabe), PE-Folie, ca. 100 mm Zementestrich, Fliesenbelag. Abdichtung des Duschelementes gemäß Herstellerangaben. Alle Anschlussfugen mit Schaumstoff-Fugenbändern und handelsüblichem Silikon ausgefugt.
Der Aufbau erfolgte durch einen durch das IBP beauftragten Handwerksbetrieb.

Prüfstand: Installationsprüfstand P12, Flächenmasse der Installationswand: 220 kg/m² (115 mm KSV, beidseitig verputzt). Flächenmasse der Decke: ca. 440 kg/m² (190 mm Stahlbeton). Installationsraum: EG vorne, Messräume: EG hinten, UG vorne und UG hinten (genaue Beschreibung im Anhang P_SIA).

Prüfverfahren: Messung nach SIA 181-Schallschutz im Hochbau (2006) (genaue Beschreibung in den Anhängen B_SIA, F_SIA und G_SIA) bei Anregung durch ein Körperschallgeräuschnormal (KGN).

Ergebnis:

Bodenebenes Duschelement mit Punktentwässerung "Jackoboard Aqua", der Firma Jackon Insulation GmbH montiert auf einem schwimmenden Ausgleichsestrich.	Messraum		
	UG vorne (vertikal)	UG hinten (diagonal)	EG hinten (horizontal)
Gesamtwert $L_{H,tot}$ in dB(A) nach SIA 181			
Funktionsgeräusch: Körperschall-Geräuschnormal (KGN)	22	18	26

Prüfdatum: 24. Juli 2013

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

Fraunhofer IBP

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.
Stuttgart, den 4. November 2013
Prüfstellenleiter: i.V.

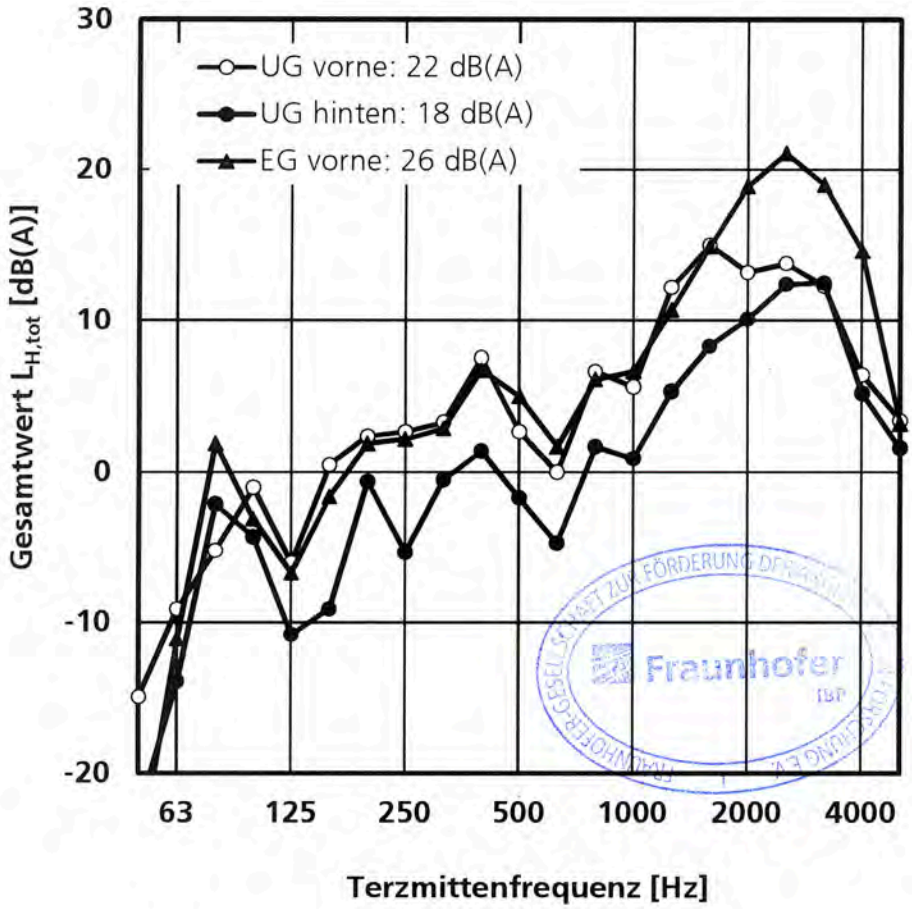


Bild 1 Bodenebenes Duschelement mit Punktentwässerung "Jackoboard Aqua" und Unterbauelement "Jackoboard Aqua Base", der Firma Jackon Insulation GmbH montiert auf dem Rohboden. Frequenzverlauf des Schalldruckpegels bei Geräuschanregung mit dem Körperschall-Geräuschnormal (KGN; Betriebsdruck: 3 bar, Durchflussrate: 0,25 l/s), gemessen in den Räumen UG vorne, UG hinten und EG hinten. In der Legende sind die A-bewerteten Gesamtschallpegel für den abgebildeten Frequenzbereich von 50 bis 5000 Hz angegeben.

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.

FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.
Fraunhofer
IBP
1

Bild 2 Oben: Mineralfasermatte mit einseitiger Beschichtung aus Bitumenfolie "Assour Chape 19", Fa. Siplast, zweilagig lose auf der Prüfstandsdecke aufgelegt. Ablaufleitung und Ablaufsiphon mit selbstklebendem Schaumstoffband (Dicke: 5 mm) umwickelt
Schwimmender Ausgleichsestrich auf Mineralfasermatten (zweilagig) und Hartschaum-Gefälleplatte mit Punktentwässerung "Jackoboard Aqua", der Firma Jackon Insulation GmbH.
Unten: Hartschaum-Gefälleplatte mit Mittelablauf "Jackoboard Aqua" auf dem Höhenausgleichs-Estrich vollflächig mit Fliesenkleber aufgebracht.
"Jackoboard Aqua", der Firma Jackon Insulation GmbH für bodenebene, verfliesbare Duschflächen, angebracht auf einem Höhenausgleichs-Estrich mit umgebendem schwimmendem Teilestrich.

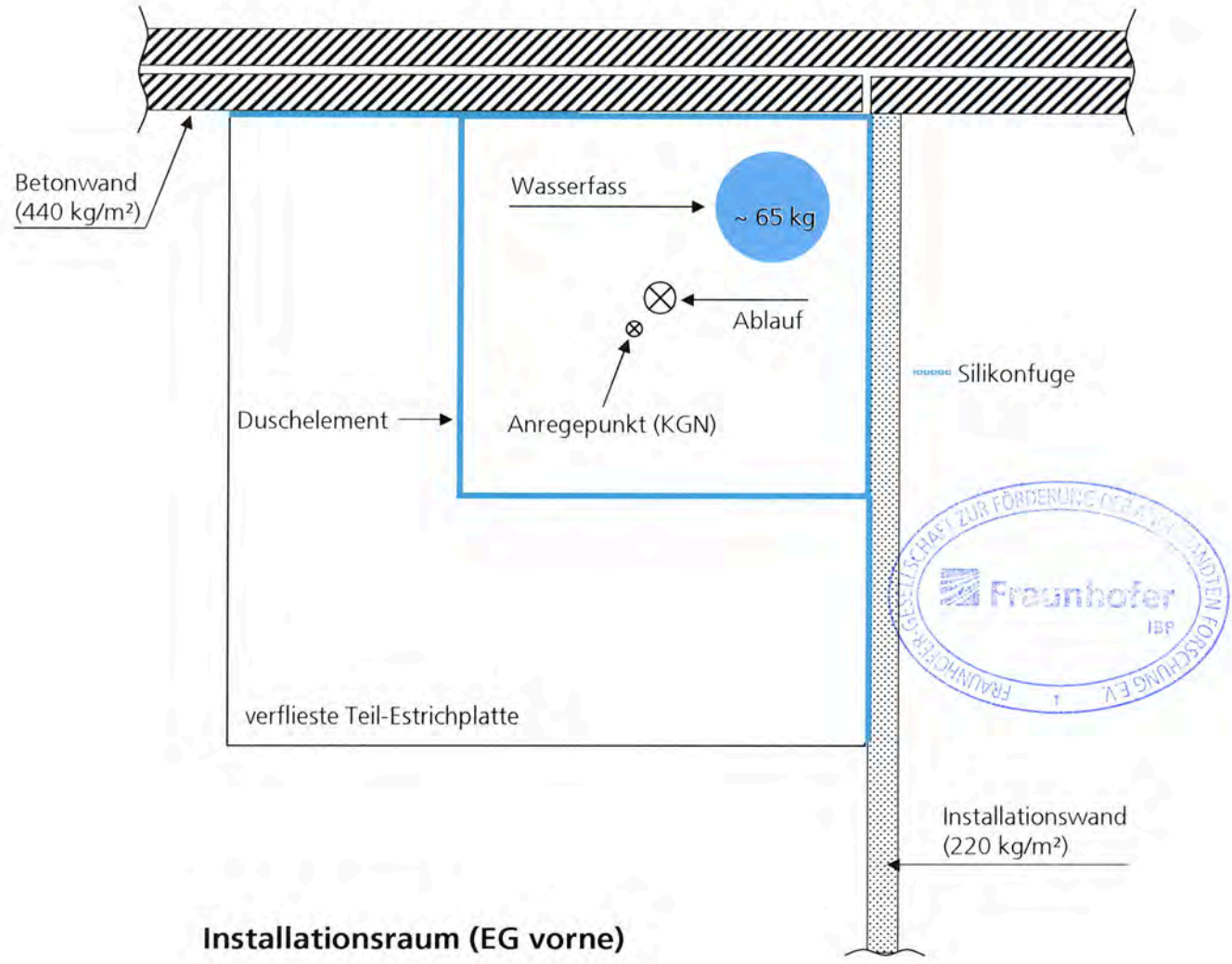


Bild 3 Lage der Duschfläche mit Mittelablauf im Installationsraum (EG vorne).

Messdurchführung und Beurteilungsgrößen

Die Messungen werden nach der Schweizer Norm SIA 181 durchgeführt, in der die Messung und Beurteilung von Geräuschen haustechnischer Anlagen beschrieben wird. Bei den untersuchten Anregungsarten handelt es sich gemäß SIA 181, Tabelle 7 um Einzel- oder Dauergeräusche, bei denen wiederum zwischen Funktions- und Benutzungsgeräuschen zu unterscheiden ist. Die Definition maßgeblicher Betriebszustände erfolgt, wie in SIA 181 festgelegt, nach EN ISO 16032 (bzw. DIN EN ISO 10052). Alle Messungen erfolgen bei einem Betriebsdruck der Trinkwasserversorgung von 0,3 MPa.

Benutzungsgeräusche bei Sanitärobjekten (z.B. Bade- und Duschwannen oder WC und Lavabo)
Benutzungsgeräusche werden mit Hilfe des EMPA-Pendelfallhammers simuliert. Die Geräuschanregung erfolgt durch mindestens 6 Horizontal- der Vertikalschläge verteilt auf der Objektoberfläche. (siehe SIA 181, Tabelle 12).

Funktionsgeräusche bei Sanitärobjekten (z.B. Bade- und Duschwanne sowie WC und Lavabo)
Die Geräuschanregung erfolgt nach EN ISO 16032 durch die Simulation verschiedener Betriebszustände. Neben Funktionsgeräuschen, wie z.B. Dusch- und Armaturengeräuschen, können optional auch die Geräusche beim Füllen bzw. beim Entleeren der Prüfobjekte erfasst werden. Maßgeblich ist dabei jeweils der lauteste Geräuschanteil. Beim WC bzw. Urinal wird der gesamte Betriebsvorgang vom Betätigen (Benutzungsgeräusch) über das Spülen bis zum Füllen des Spülkastens erfasst und bewertet.

Bei Bade- und Duschwannen sowie Duschflächen mit Bodenablauf erfolgt als weiteres Funktionsgeräusch die Geräuschanregung bei offenem Ablauf mit dem vorhandenen Brausekopf, der in einer Höhe von 150 cm über der Objektoberfläche angebracht wird. Auf Grund der Vielzahl der im Handel erhältlichen Brauseköpfe und Armaturen und ihrer unterschiedlichen Einstellungsmöglichkeiten ist hierbei allerdings keine allgemein gültige Aussage möglich.

Aus diesem Grund kann als zusätzliche Geräuschanregung das im Fraunhofer-Institut für Bauphysik entwickelte und erprobte Körperschallgeräuschnormal (KGN) eingesetzt werden. Das KGN, welches ein genormtes Installationsgeräuschnormal nach DIN EN ISO 3822-1 zur Strahlbildung verwendet, 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. 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 Kunststoffass auf zwei mit Gummi unterlegten Mauersteinen auf die Objektoberfläche gestellt. Das Gewicht der Last beträgt ca. 65 kg, die Aufstandsfläche ca. 2 x 200 cm^2.

KGN als Wannenfüllarmatur (Wassereinlauf): 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.

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

Allgemeine Angaben zur Messung
Bei stationären Funktionsgeräuschen (z.B. KGN- oder Brausekopfanregung) wird der Schalldruckpegel an sechs im Messraum verteilten Punkten erfasst und räumlich und zeitlich energetisch gemittelt. Hierdurch wird die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse verbessert, um den erhöhten Anforderungen an Prüfstandsmessungen Rechnung zu tragen. Bei zeitlich veränderlichen Geräuschen (z.B. Badewanne Füllen und Entleeren oder Anregung mit dem EMPA-Pendelfallhammer) werden die Zeitverläufe des Schalldruckpegels an mindestens zwei im Messraum verteilten Positionen erfasst und anschließend die Maximalpegel energetisch (bei Funktionsgeräuschen) beziehungsweise arithmetisch (bei Benutzungsgeräuschen) gemittelt.

Die ermittelten Werte werden mit Hilfe des gemessenen Fremdgeräusches korrigiert (siehe Anhang F_SIA) und nach SIA 181 entsprechend der genaueren Messmethode mit Hilfe der gemessenen Nachhallzeit auf eine Bezugsnachhallzeit von T_0 = 0,5 s normiert. (Im Hinblick auf die erhöhten Genauigkeitsanforderungen bei Labormessungen wird das genaue Messverfahren, das laut Norm den Dauergeräuschen vorbehalten ist, im vorliegenden Fall auch für Einzelgeräusche angewendet.) Zur Ermittlung des Gesamtwerts $L_{H,tot}$ wird anschließend die Korrektur K4 (Pegelkorrektur bei Verwendung des EMPA-Fallhammers) berücksichtigt. K4 beträgt für Bade- und Duschwannen – 12 dB(A). Die Volumenkorrektur C_V nach SIA 181 ist nur für Raumvolumina über 200 m³ anzuwenden und kommt daher in den IBP-Prüfräumen nicht zum Tragen. Gleiches gilt für die Korrektur K1 für die Schallabsorption im Raum, da die Absorption bereits durch die Normierung auf T_0 = 0,5 s berücksichtigt wird. Die Korrekturen K2 und K3 für die Ton- und Impulshaltigkeit der gemessenen Geräusche müssen anhand des gemessenen Geräuschspektrums untersucht und bewertet werden.

Tabelle 1 Verwendete Messgrößen. In Abhängigkeit von der verwendeten Anregungsart wurden folgende Messgrößen (jeweils A-bewertet und mit Zeitbewertung Fast) erfasst und ausgewertet:

Anregung	Geräuschart	Messgröße
KGN auf Wannenboden	Einzelgeräusch, Funktionsgeräusch	Mittelungspegel, räumlich und zeitlich energetisch gemittelt
Brausekopf auf Wannenboden	Einzelgeräusch, Funktionsgeräusch	Mittelungspegel, räumlich und zeitlich energetisch gemittelt
Füllen bzw. Entleeren der Badewanne	Einzelgeräusch, Funktionsgeräusch	Maximalpegel, 3 Geräuschereignisse und 3 Messpositionen energetisch gemittelt
Betätigung von WC-Spülkasten sowie Waschtisch- oder Badewannenarmaturen	Einzelgeräusch, Funktionsgeräusch	Maximalpegel, 3 Geräuschereignisse und 3 Messpositionen energetisch gemittelt
EMPA-Pendelfallhammer	Einzelgeräusch, Benutzungsgeräusch	Maximalpegel, 6 Geräuschereignisse und 2 Messpositionen arithmetisch gemittelt
Eingebaute Aggregate	Dauergeräusch, Funktionsgeräusch	Mittelungspegel, räumlich und zeitlich energetisch gemittelt

Auswertung der Messungen

Stationäre Funktionsgeräusche

Der gemessene Schalldruckpegel liegt als zeitlich und räumlich gemitteltes Terzspektrum im Frequenzbereich von 50 Hz bis 5 kHz vor. Es wird zunächst eine Fremdgeräuschkorrektur durchgeführt. Anschließend wird das Messsignal auf eine Bezugsnachhallzeit von T_0 = 0,5 Sekunden bezogen und A-bewertet:

(1) $$L_{i,nT,AF} = 10 \cdot \lg \left(10^{\frac{L_{i,F}}{10}} - 10^{\frac{L_{i,S}}{10}} \right) - 10 \cdot \lg \frac{T_i}{T_0} + k(A)_i$$ [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]
T_0	Bezugsnachhallzeit T_0 = 0,5 s	[s]
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) $$L_{nT,A} = 10 \cdot \lg \left(\sum_{i=1}^{18} 10^{\frac{L_{i,nT,AF}}{10}} \right)$$ [dB(A)]

wobei i die Nummer der Terzbänder von 50 Hz bis 5 kHz bezeichnet. Zur Ermittlung des Gesamtwerts $L_{H,tot}$ wird anschließend die Korrektur C_V berücksichtigt:

(3) $L_{H,tot} = L_{nT,A} + C_V + K2 + K3$ [dB(A)]

C_V	Volumenkorrektur: C_V = 0 dB(A) für Messräume bis 200 m³	[dB(A)]
K2, K3	Pegelkorrektur für Ton- und Impulshaltigkeit	[dB(A)]

Die in der SIA 181 aufgeführten Pegelkorrekturen K2 und K3 für Ton- und Impulsgehalt müssen anhand des gemessenen Pegelspektrums beurteilt werden. Dabei gelten folgende Werte:
0 dB (nicht hörbar), 2 dB (schwach hörbar), 4 dB (deutlich hörbar) und 6 dB (stark hörbar).

Zeitlich veränderliche Geräusche

Das Messsignal besteht hier aus einer Folge von Terzspektren (Frequenzbereich 50 Hz bis 5 kHz) die mit einem Zeitabstand von 0,128 s nacheinander am selben Ort gemessen werden. Abgesehen davon, dass auf eine Fremdgeräuschkorrektur verzichtet wird und die aus den Zeitverläufen an verschiedenen Mess- und Mikrofonpositionen ermittelten Maximalwerte energetisch (bei Funktionsgeräuschen) beziehungsweise arithmetisch (bei Benutzungsgeräuschen) gemittelt werden, erfolgt die Auswertung in gleicher Weise wie bei stationären Geräuschen. Bei Anregung mit dem EMPA-Pendelfallhammer wird zum Messergebnis zusätzlich die Korrektur K4 (Differenz zwischen Simulation und Originalgeräusch) addiert:

(3) $L_{H,tot} = L_{nT,A} + C_V + K4$ [dB(A)]

K4	Pegelkorrektur für den EMPA-Pendelfallhammer: nach SIA 181	[dB(A)]

Aussagefähigkeit der Messergebnisse

Übertragbarkeit der Messergebnisse auf andere Bausituationen

Die ermittelten 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

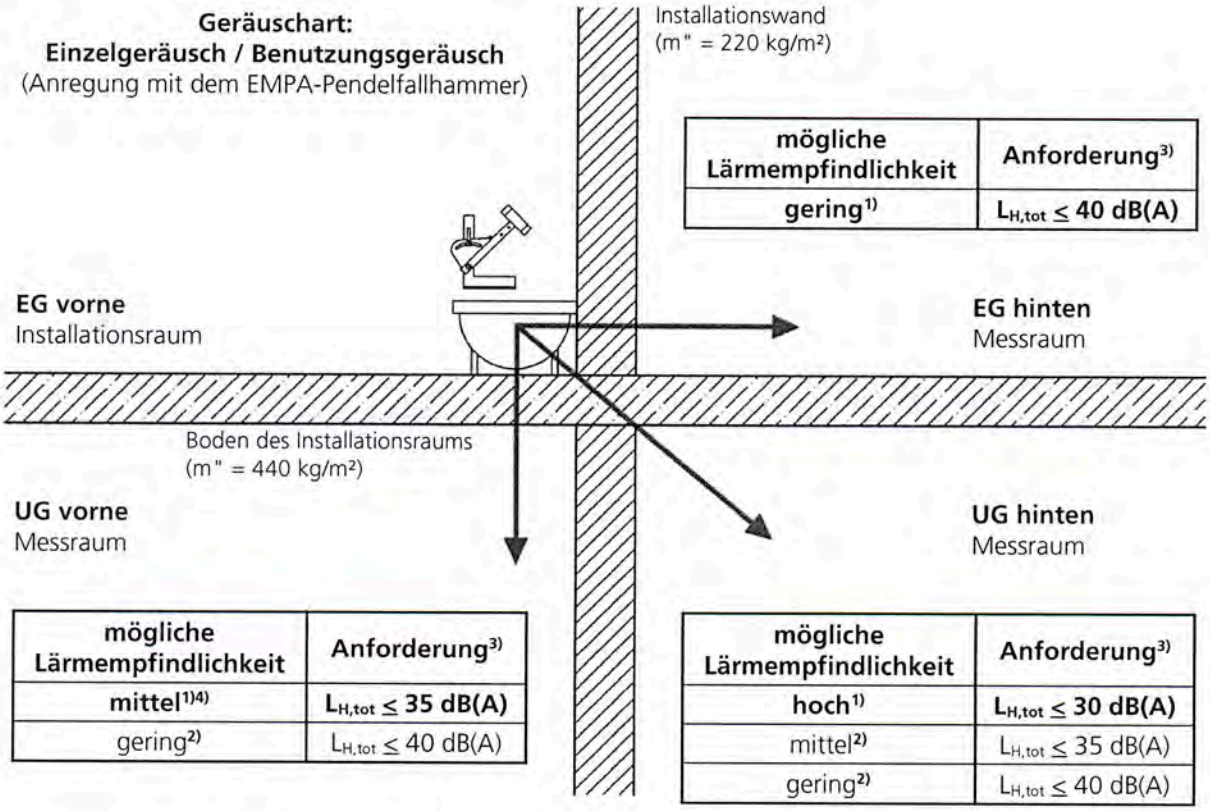
Die in SIA 181 festgelegten Schallschutzanforderungen beziehen sich auf die Geräuschsituation in ausgeführten Bauten und regeln den Schallschutz zwischen verschiedenen Nutzungseinheiten (Geräusche aus dem fremden Wohnbereich). Für die von Wasserinstallationen und anderen haustechnischen Anlagen hervorgerufenen Geräusche ist der Gesamtwert $L_{H,tot}$ die maßgebende Beurteilungsgröße. Der Gesamtwert $L_{H,tot}$ wird in ausgeführten Bauten nach SIA 181 Anhang B.3 bestimmt. Die Anforderungen an den Gesamtwert sind ebenfalls in SIA 181, Tabelle 6 festgelegt. Es wird dabei unterschieden zwischen der Art des Geräusches (Einzel- oder Dauergeräusch sowie Funktions- und Benutzungsgeräusch) sowie der Lärmempfindlichkeit des Empfangsraumes (siehe SIA 181, Tabelle 1). Gemäß der SIA 181 ist zwischen Räumen mit geringer, mittlerer und hoher Lärmempfindlichkeit mit jeweils unterschiedlichen Schallschutzanforderungen zu unterscheiden. Räume mit hoher Lärmempfindlichkeit (Ruheräume in Spitälern und Sanatorien, Lese- und Studierzimmer, etc.) kommen in normalen Wohnbauten im Allgemeinen nicht vor.

Die im Labor untersuchten Anregungsarten sind nach SIA 181, Tabelle 7 in Einzel- und Dauergeräusche zu unterteilen. Bei den Einzelgeräuschen sind das Füllen und das Entleeren von Badewannen, die Anregung durch KGN und Brausekopf sowie die Betätigung von WC-Spülkasten und Waschtisch- oder Badewannenarmaturen Funktionsgeräusche. Die Anregung mit dem EMPA-Pendelfallhammer ist hingegen ein Benutzungsgeräusch. Dauergeräusche können beispielsweise beim Betrieb von elektrisch betriebenen Geräten (z.B.: Whirlpool, Waschmaschine) auftreten und werden entsprechend dem lautesten Betriebszustand messtechnisch erfasst.

Die Lärmempfindlichkeit der im IBP-Labor vorhandenen Messräume kann anhand der Bauweise und der Raumanordnung (Schalldämmung in den verschiedenen Übertragungsrichtungen) ermittelt werden. Die Anforderungen der SIA 181 an Geräusche aus haustechnischen Anlagen liegen zwischen 25 und 43 dB(A). Übertragen auf die im IBP-Labor durchgeführten Messungen und die dort vorhandenen Messräume ergeben sich die in Bild 1 aufgeführten Anforderungen.

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 SIA 181 festgelegten Schallschutzanforderungen herangezogen werden, sofern die Übertragbarkeit der Messergebnisse gewährleistet ist (siehe oben).

Anforderungen nach SIA 181 im IBP-Installationsprüfstand



mögliche Lärmempfindlichkeit	Anforderung[3]
gering[1]	**$L_{H,tot} \leq 40$ dB(A)**

mögliche Lärmempfindlichkeit	Anforderung[3]
mittel[1)4)]	**$L_{H,tot} \leq 35$ dB(A)**
gering[2]	$L_{H,tot} \leq 40$ dB(A)

mögliche Lärmempfindlichkeit	Anforderung[3]
hoch[1]	**$L_{H,tot} \leq 30$ dB(A)**
mittel[2]	$L_{H,tot} \leq 35$ dB(A)
gering[2]	$L_{H,tot} \leq 40$ dB(A)

[1] Mögliche Lärmempfindlichkeit gemäß baulicher Ausführung des IBP-Installationsprüfstandes.

[2] In ausgeführten Bauten kann je nach Nutzung der Räume (z.B. Wohnraum oder Bad) eine niedrigere Lärmempfindlichkeit vorliegen. Die entsprechenden Anforderungen sind der SIA 181, Tabelle 6 (siehe auch Seite 3) zu entnehmen.

[3] Erhöhte Anforderung nach SIA 181, Tab.6 (bei Doppel- und Reihen- Einfamilienhäusern sowie neugebautem Stockwerkseigentum verbindlich). Die Mindestanforderungen liegen 3 dB(A) höher.

[4] Verfügt der Installationsraum über einen schwimmenden Estrich, so kann auch eine hohe Lärmempfindlichkeit ($L_{H,tot} \leq 30$dB(A)) vorliegen.

Bild 1 Mögliche Lärmempfindlichkeit und zugehörige Schallschutzanforderungen für die Räume im Installationsprüfstand des Fraunhofer – Instituts für Bauphysik. Die Lärmempfindlichkeit ergibt sich aus der baulichen Ausführung (Luftschalldämmung zwischen den Räumen) gemäß SIA 181, Tab. 4. In ausgeführten Bauten kann die Lärmempfindlichkeit je nach Nutzung der Räume auch geringer (nicht aber höher) sein. Die angegebenen Werte beziehen sich jeweils auf von Nutzern hervorgerufene Einzelgeräusche (Nachbildung mit dem EMPA-Pendelfallhammer).

Anforderungen nach SIA 181

emissionsseitige Geräuschart (Installationsraum)	Einzelgeräusche		Dauergeräusche
	Funktionsgeräusche	Benutzungsgeräusche	Funktions- oder Benutzungsgeräusche
Lärmempfindlichkeit	maximal zulässiger Geräuschpegel $L_{H,tot}$ in dB(A)		
gering	38 (35)	43 (40)	33 (30)
mittel	33 (30)	38 (35)	28 (25)
hoch	28 (25)	33 (30)	25 (25)

Tabelle 1 Mindestanforderungen und erhöhte Anforderungen (Werte in Klammern) nach SIA 181, Tab. 6. Die Anforderungen hängen von der Lärmempfindlichkeit des schutzbedürftigen Raumes sowie von der Art der Geräusche (Einzel- und Dauergeräusche sowie Funktions- und Benutzungsgeräusche) ab. Für Doppel- und Reihen- Einfamilienhäuser sowie neugebautes Stockwerkseigentum sind die erhöhten Anforderungen verbindlich.

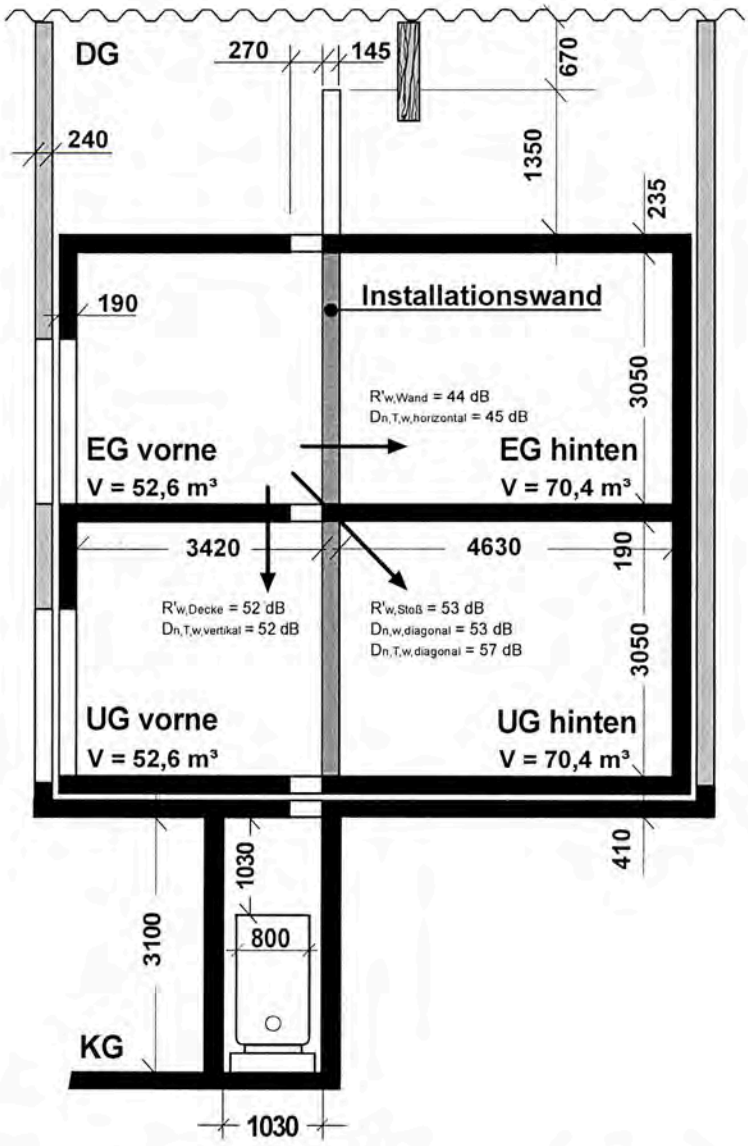
Anmerkungen

- Die auftretenden Geräuschpegel hängen neben den akustischen Eigenschaften der geprüften Installation in starkem Maße von der baulichen Ausführung sowie dem Grundriss des Gebäudes ab. Ist die flächenbezogene Masse der Bauteile höher als im Prüfstand (220 kg/m² für die Installationswand und 440 kg/m² für den Boden des Installationsraums), so liegen die resultierenden Geräuschpegel bei gleicher Anordnung der Räume normalerweise unter den gemessenen Werten. Bei leichteren Bauteilen ist hingegen im Allgemeinen ein Pegelanstieg zu verzeichnen. Eine Umrechnung der im Installationsprüfstand gemessenen Werte auf andere Bausituationen bietet das IBP auf Nachfrage an.

- Die Lärmempfindlichkeit von Räumen ergibt sich nach SIA 181, Tab. 1 aus der Art der Nutzung. Hier einige Beispiele für Wohngebäude:

Lärmempfindlichkeit	Nutzungsart des schutzbedürftigen Raums
gering	Bad, WC, Küche, Korridor
mittel	Wohn- und Schlafraum, Büroraum, Wohnküche
hoch	in üblichen Wohngebäuden im Allgemeinen nicht vorhanden

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/m² nach DIN 4109 verwendet. Aufgrund der Bauweise und der Raumanordnung des Prüfstandes können die Messräume in die Lärmempfindlichkeitsstufen nach SIA 181 eingestuft werden. Für den Messraum EG hinten ergibt sich mit einer Installationswand mit einer Flächenmasse von 220 kg/m² eine geringe Lärmempfindlichkeit. Für den diagonal unter dem Installationsraum liegenden Messraum UG hinten ergibt sich eine hohe Lärmempfindlichkeit und für den Raum UG vorne eine mittlere Lärmempfindlichkeit. Wird das Prüfobjekt (z.B. Badewanne) im Raum EG vorne auf einem schwimmenden Estrich montiert erhöht sich die Lärmempfindlichkeit im Raum UG vorne von mittel auf hoch. 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/m², bestehen aus 19 cm Stahlbeton.

Stand: 10. September 2013

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
1"-Mikrofon	4179	Bruel & Kjær
1"-Vorverstärker	2660	Bruel & Kjær
Mikrofon-Kalibrator	4231	Bruel & Kjær
Beschleunigungsaufnehmer	4371 und 4370	
Ladungsverstärker	Nexus 2692-A-0l4	Bruel & Kjær
Körperschall-Kalibrator	VC11	MMF
Verstärker	LBB 1935/20	Bosch Plena
Lautsprecher	MLS 82	Lanny
Vergleichsschallquelle	382	Rox
Norm-Trittschall-Hammerwerk	211	Norsonic

Alle Messgeräte unterliegen regelmäßig durchgeführten internen und externen Funktionskontrollen, sind kalibriert und (soweit erforderlich und möglich) geeicht.