



Fraunhofer Institut
Bauphysik

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 9/2007

**Geräuschverhalten einer Duschwanne im
Prüfstand (nach SIA 181)**

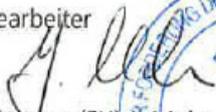
- Antragsteller:** ROMAY AG, CH-5727 Oberkulm
www.romay.ch
GABAG Sanitär- und Hydrotechnik, CH-6403 Küssnacht am Rigi
www.gabag.com
- Prüfobjekt:** Duschwanne "JUBILAR 120 x 80 cm" der Fa. ROMAY in
Verbindung mit einem "ISOBAD-Wannenträger" der Firma
GABAG, angebracht auf dem Rohboden
- Inhaltsverzeichnis:**
- | | |
|-----------------|---|
| Tabelle 1: | Zusammenfassung der Ergebnisse |
| Bilder 1 und 2: | Darstellung des Versuchsaufbaus |
| Anhang B_SIA: | Messdurchführung und Beurteilungsgrößen |
| Anhang F_SIA: | Auswertung |
| 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, 18. Januar 2007

Bearbeiter


Dipl.-Ing. (FH) J. Mohr

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

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

P-BA 9/2007
Tabelle 1

Antragsteller: ROMAY AG, CH-5727 Oberkulm, GABAG Sanitär- u. Hydrotechnik, CH-6403 Küssnacht

Prüfobjekt: Duschwanne aus Acryl "JUBILAR 120x80 cm" der Fa. ROMAY aus glasfaserverstärktem Polyester mit hochwertiger Gelcoat-Oberfläche mit "ISOBAD-Wannenträger" nivellierbar von 12,5 bis 15 cm von der Fa. GABAG als Kombisystem (Prüfobjekt S 9814-01), angebracht auf dem Rohboden. Wandseitig wurde eine "ISOWATER-FLEXZARGE" der Fa. GABAG und bodenseitig eine vormontierte Horizontaldichtlippe der Fa. ROMAY an die Wanne angebracht.

Prüfaufbau:

- Duschwanne "JUBILAR" wurde werkseitig mit dem "ISOBAD-Wannenträger" als "MONOBLOCK-System" ausgerüstet und auf den rohen Betonboden gestellt und an der Installationswand angeschoben.
- Die Fuge zwischen dem Wannenträger und dem Rohboden wurde mit Montageschaum verfüllt.
- Die Duschwanne wurde bodenbündig auf 12,5 cm (inkl. Fliesen) eingebaut. Der Aufbau des umgebenden Teilestrichs beträgt: 2,0 cm thermische Isolation, 2,0 cm Trittschallisolierung, 7,5 cm Fliesestrich und 1,0 cm Fliese inkl. Kleber. Verfugen der Anschlüsse Wanne/Wand und Wanne/Fliesen mit handelsüblichem Silikon.
- Der ISOBAD-Wannenträger mit der Duschwanne JUBILAR wurden gemäss Montageanleitung versetzt.
- Der Siphon wurde vertikal angeschlossen und das Abwasser wurde durch den darunter liegenden Raum geräuscharm abgeleitet.
- Der Aufbau erfolgte durch den Antragsteller.
- Darstellung des Aufbaus siehe Bilder 1 und 2.

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

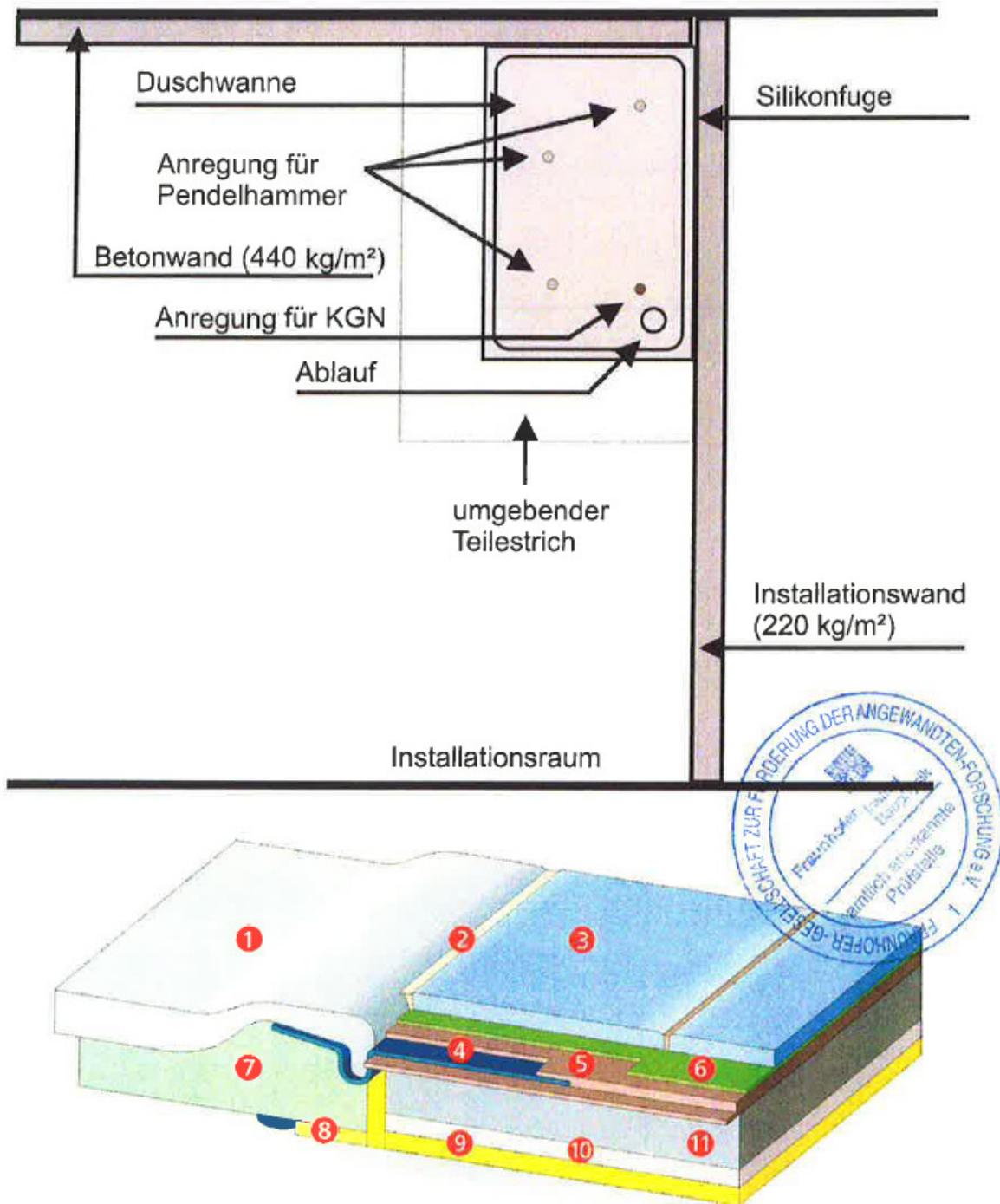
Prüfverfahren: Messung nach SIA 181 vom Juni 2006. Zusätzlich erfolgte eine Anregung des Prüfobjektes mit dem KGN (genaue Beschreibung in den Anhängen B, F und G)

Ergebnis:

Gesamtwert $L_{H,tot}$ in dB(A) nach SIA 181			
Duschwanne "JUBILAR 120 x 80 cm" der Fa. ROMAY in Verbindung mit einem "ISOBAD-Wannenträger" der Firma GABAG	Messraum		
	EG hinten (angrenzend)	UG vorne (darunter)	UG hinten (diagonal)
Benutzungsgeräusch: EMPA-Pendelfallhammer	33	35	30
Funktionsgeräusch: KGN auf Wanne (15 l/min)	27	28	23

Prüfdatum: 11. Januar 2007

Bemerkungen: Bei den untersuchten Anregungsarten handelt es sich gemäß SIA 181, Tabelle 7 um Einzelgeräusche. Die erhöhten Anforderungen der SIA 181 werden eingehalten. (siehe Anhang G).



- | | |
|----------------------|--------------------------------|
| 1 Duschwanne Jubilar | 7 ISOBAD Wannenträger |
| 2 Silikonfuge | 8 Montageschaum |
| 3 Bodenfliese | 9 Thermische Isolation 20 mm |
| 4 Dichtlippe | 10 Trittschallisolierung 20 mm |
| 5 PCI Seccoral | 11 Estrich 75 mm |
| 6 Fliesenkleber | |

Bild 1 Installationsplan der Duschwanne im Installationsraum (EG vorne). Die Montage der Duschwanne erfolgte auf dem Rohboden mit einem umgebenden Teilestrich (Zeichnung des Antragstellers).

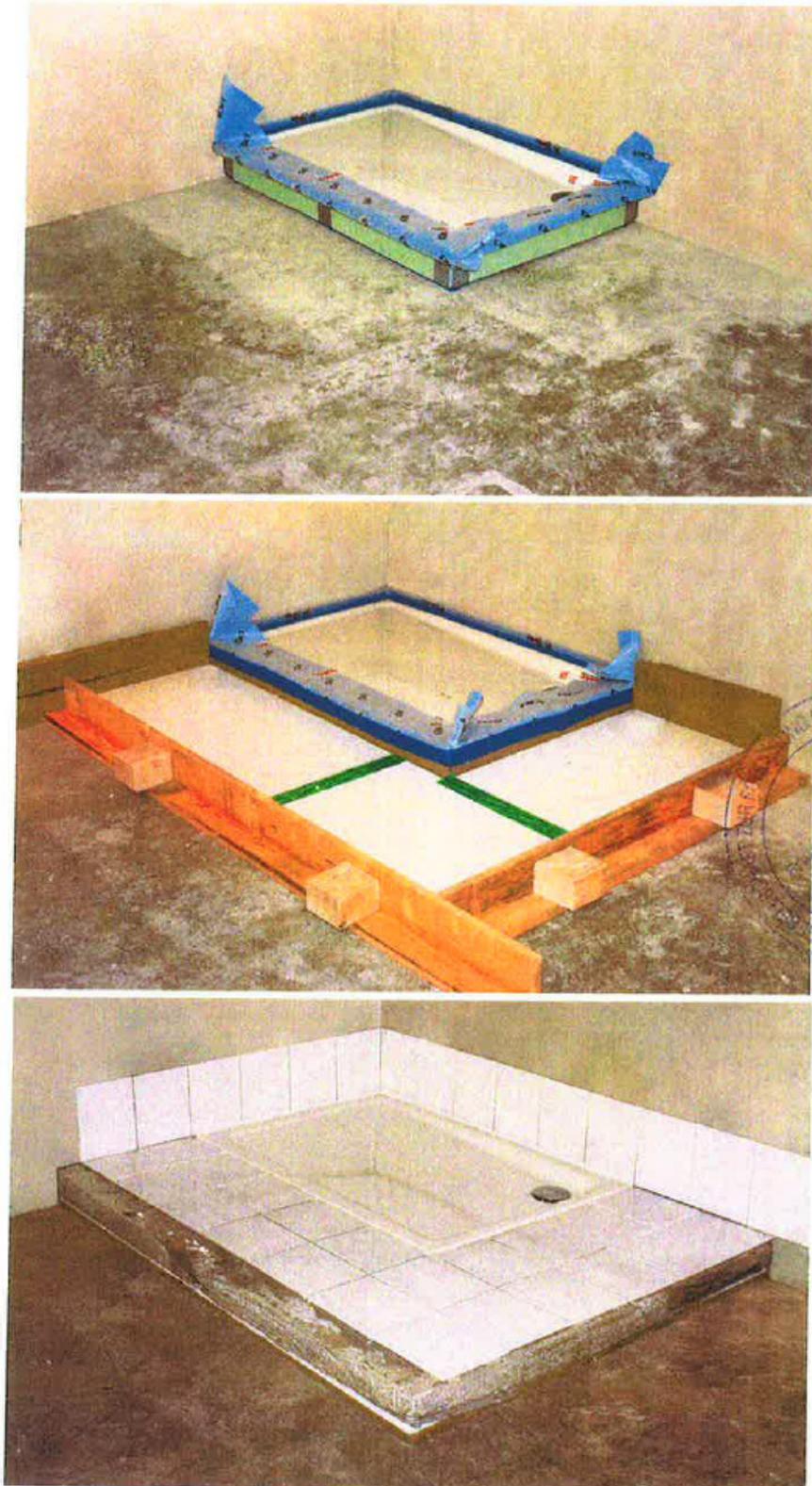


Bild 2 Darstellung des Versuchsaufbaus.

Messdurchführung und Beurteilungsgrößen

Die Messungen werden nach der Schweizer Norm SIA 181: 2006 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 Einzelgeräusche, bei denen wiederum zwischen Funktions- und Benutzungsgeräuschen zu unterscheiden ist. Die Festlegung maßgeblicher Betriebszustände erfolgt, wie in SIA 181 festgelegt, nach EN ISO 16032 vom Dezember 2004. Alle Messungen erfolgen bei einem Betriebsdruck der Trinkwasserversorgung von 0,3 MPa.

Benutzungsgeräusche bei Bade- und Duschwannen

Benutzungsgeräusche werden mit Hilfe des EMPA-Pendelfallhammers simuliert. Die Geräuschanregung erfolgt durch mindestens 6 Horizontal- oder Vertikalschläge verteilt auf Wannenboden und Wannenwand (bei Duschwannen nur Wannenboden).

Funktionsgeräusche bei Bade- und Duschwannen

Die Geräuschanregung erfolgt durch Füllen bzw. Entleeren der Badewanne. Hierfür wird der Ablauf der Badewanne verschlossen und die Badewanne während der Messung mit der vorhandenen Füllarmatur (in der Regel Warm- und Kaltwasser oder mittlere Temperatureinstellung, voll geöffnet) bis zur Hälfte der maximalen Höhe gefüllt. Anschließend wird der Ablauf geöffnet und während des Ablaufvorgangs eine weitere Messung durchgeführt.

Als weiteres Funktionsgeräusch erfolgt die Geräuschanregung mit dem vorhandenen Brausekopf der in einer Höhe von 150 cm über dem Wannenboden angebracht. Das Entleeren der Wanne erfolgt gleichzeitig während der Messung. 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 erprobten Körperschallgeräuschnormal (KGN) eingesetzt werden. Das KGN, welches ein genormtes Installationsgeräuschnormal nach DIN EN ISO 3822-1: 1999 zur Strahlbildung verwendet, erzeugt einen konstanten Wasserstrahl, der unter genau definierten geometrischen Bedingungen auf die Wanne 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 Wannen- bzw. Wasseroberfläche, als auch das beim Befüllen der Wanne entstehende Geräusch nachgebildet werden. Hierbei kann auf folgende Arten angeregt werden:

KGN auf Wanne: Das KGN wird in einer Höhe von 50 cm über dem Wannenboden 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 Wannenoberfläche trifft. Um den Einfluss einer in der Wanne befindlichen Person zu berücksichtigen, wird die Messung mit einer statischen Vorlast durchgeführt. Dazu wird ein mit 60 l Wasser gefülltes Kunststofffass auf zwei mit Gummi unterlegten Mauersteinen in die Badewanne gestellt. Das Gewicht der Last beträgt ca. 65 kg, die Aufstandsfläche ca. 2 x 200 cm².

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 Wannensboden beträgt 50 cm und der Strahl zeigt senkrecht nach unten. Das KGN wird bei geschlossenem Ablauf solange betrieben, bis die Wanne gefüllt ist.

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) 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 $L_{A,10t}$ 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. Die Korrekturen K2 und K3 für die Ton- und Impulshaltigkeit der gemessenen Geräusche wurden im vorliegenden Fall nicht angewandt da keine Dauergeräusche sondern Einzelgeräusche vorlagen. 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.

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 Wannensboden	Einzelgeräusch, Funktionsgeräusch	Mittelungspegel, räumlich und zeitlich energetisch gemittelt
Brausekopf auf Wannensboden	Einzelgeräusch, Funktionsgeräusch	Mittelungspegel, räumlich und zeitlich energetisch gemittelt
Füllen bzw. Entleeren der Badewanne	Einzelgeräusch, Funktionsgeräusch	Maximalpegel, 3 Geräuscheereignisse und 3 Messpositionen energetisch gemittelt
EMPA-Pendelfallhammer	Einzelgeräusch, Benutzungsgeräusch	Maximalpegel, 6 Geräuscheereignisse und 2 Messpositionen arithmetisch gemittelt

Auswertung der MessungenStationäre Funktionsgeräusche

Der gemessene Schalldruckpegel liegt als zeitlich und räumlich gemitteltetes 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:

$$(1) L_{i,nT,AF} = 10 \cdot \lg \left(10^{\frac{L_{i,F}}{10}} - 10^{\frac{L_{i,S}}{10}} \right) - 10 \cdot \lg \frac{T_i}{T_0} + k(A_i) \quad [\text{dB(A)}]$$

$L_{i,F}$	räumlich und zeitlich gemittelter Schalldruckpegel in der Terz i (Zeitkonstante: Fast)	[dB]
$L_{i,S}$	Fremdgeräuschpegel in der Terz i	[dB]
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. Statt dessen wird im Sinne einer Maximalabschätzung der gemessene Fremdgeräuschpegel verwendet. Der Gesamtschallpegel ergibt sich durch energetische Addition der Terzwerte:

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

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:

$$(3) L_{H,tot} = L_{nT,A} + C_v \quad [\text{dB(A)}]$$

$$C_v \quad \text{Volumenkorrektur: } C_v = 0 \text{ dB(A) für Messräume bis } 200 \text{ m}^3 \quad [\text{dB(A)}]$$

Die in der SIA 181 aufgeführten Pegelkorrekturen K_2 und K_3 für Ton- und Impulsgehalt kommen bei den hier beschriebenen Messungen nicht zum Tragen.

Zeitlich veränderliche Geräusche

Das Messsignal besteht hier aus einer Folge von Terzspektrern (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 K_4 (Differenz zwischen Simulation und Originalgeräusch) addiert:

$$(3) L_{H,tot} = L_{nT,A} + C_v + K_4 \quad [\text{dB(A)}]$$

$$K_4 \quad \text{Pegelkorrektur für den EMPA-Pendelfallhammer: nach SIA 181} \quad [\text{dB(A)}]$$

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 vom 29. August 2005 (Entwurf) 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 in 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).

Die im Labor untersuchten Anregungsarten sind nach SIA 181, Tabelle 7 Einzelgeräusche. Hierbei sind das Füllen und das Entleeren von Badewannen sowie die Anregung durch KGN und Brausekopf Funktionsgeräusche. Die Anregung mit dem EMPA-Pendelfallhammer ist hingegen ein Benutzungsgeräusch. Die Lärmempfindlichkeit der im IBP-Labor vorhandenen Messräume kann anhand der Bauweise und der Raumanordnung (Schalldämmung in den verschiedenen Übertragungsrichtungen) ermittelt werden. Die erhöhten Anforderungen der SIA 181 an Geräusche aus haustechnischen Anlagen liegen zwischen 25 und 40 dB(A). Übertragen auf die im IBP-Labor durchgeführten Messungen und die dort vorhandenen Messräume ergeben sich die in den Tabellen 1 und 2 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 im Entwurf SIA 181 festgelegten Schallschutzanforderungen herangezogen werden, sofern die Übertragbarkeit der Messergebnisse gewährleistet ist (siehe oben).

Tabelle 1 Erhöhte Anforderungen für Einzelgeräusche aus haustechnischen Anlagen nach Entwurf SIA 181

Messraum im IBP-Labor	Lärmempfindlichkeit aufgrund der Bauausführung	Anforderungswert $L_{H,tot}$ für Einzelgeräusche [dB(A)]	
		Funktionsgeräusche	Benutzungsgeräusche
EG hinten	gering	35	40
UG vorne	mittel (hoch) ¹⁾	30 (25) ¹⁾	35 (30) ¹⁾
UG hinten	hoch	25	30

¹⁾ Falls das Prüfobjekt im Installationsraum EG vorne auf einem schwimmenden Estrich angebracht wurde

Tabelle 2 Erhöhte Anforderungen für Dauergeräusche aus haustechnischen Anlagen nach Entwurf SIA 181

Messraum im IBP-Labor	Lärmempfindlichkeit aufgrund der Bauausführung	Anforderungswert $L_{H,tot}$ für Dauergeräusche [dB(A)]
		Funktions- oder Benutzungsgeräusche
EG hinten	gering	30
UG vorne	mittel (hoch) ¹⁾	25 (25) ¹⁾
UG hinten	hoch	25

¹⁾ Falls das Prüfobjekt im Installationsraum EG vorne auf einem schwimmenden Estrich angebracht wurde

Bemerkungen: Die in den Tabellen genannten Werte entsprechen den erhöhten Anforderungen an den Schutz gegen Geräusche haustechnischer Anlagen gemäß SIA 181. Sie sind um 3 dB strenger als die Mindestanforderungen und für Doppel- und Reihenhäuser sowie neugebautes Stockwerkeigentum verbindlich. Damit entsprechen sie näherungsweise dem derzeitigen Stand der Schallschutztechnik.

Die Einstufung der Messräume hinsichtlich ihrer Lärmempfindlichkeit erfolgte aufgrund der Schalldämmung zwischen den Räumen gemäß Tabelle 4, SIA 181. Es sei darauf hingewiesen, dass Räume in Wohngebäuden lediglich eine geringe oder mittlere Lärmempfindlichkeit aufweisen können. Die hohe Lärmempfindlichkeit ist z.B. für spezielle Ruheräume in Spitälern und Sanatorien vorgesehen.

