

Prüfbericht P-BA 94/2015

Geräuschverhalten eines Abwassersystems im Prüfstand

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle
für Prüfung, Überwachung und
Zertifizierung
Zulassung neuer Baustoffe,
Bauteile
und Bauarten

Institutsleiter
Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

Auftraggeber: ACO Passavant GmbH
Ulsterstrasse 3
36269 Philippsthal
Deutschland

Prüfobjekt: Abwassersystem aus verzinktem Stahl "ACO GM-X, DN 100" der
Fa. ACO mit Rohrschellen "Hilti MPN-RC-101,6B,99-104mm" der
Firma Hilti.

Inhaltsverzeichnis:

Ergebnisblatt 1:	Zusammenfassung der Ergebnisse
Bilder 1 bis 3:	Detailergebnisse
Bilder 4 und 5:	Darstellung Versuchsaufbau
Anhang A:	Messaufbau, Geräusch Anregung und Beurteilungsgrößen
Anhang F:	Auswertung
Anhang P:	Beschreibung des Prüfstands
Anhang V:	Beurteilung nach VDI 4100

Prüfdatum: Die Messungen wurden am 7. Oktober 2014 im Technikum des
Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Stuttgart durchgeführt.

Stuttgart, 8. September 2015

Bearbeiter:  Prüfstellenleiter: 

Dipl.-Ing. (FH) J. Mohr

M.B.P. Dipl.-Ing. (FH) S. Öhler

Die Prüfung wurde in einem Prüflaboratorium des IBP durchgeführt, das nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005
durch die DAkkS mit der Nr. D-PL-11140-11-01 akkreditiert ist.

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

- Auftraggeber:** ACO Passavant GmbH, Ulsterstrasse 3, 36269 Philipsthal, Deutschland
- Prüfgegenstand:** Abwassersystem aus verzinktem Stahl "ACO GM-X, DN 100" der Fa. ACO mit Rohrschellen "Hilti MPN-RC-101,6B,99-104 mm" der Firma Hilti (Prüfobjekt S 10807-05). Die Rohrschellen wurden bei der Montage auf einer Seite vollständig geschlossen, auf der anderen Seite in der ersten Rasterposition montiert.
- Prüfaufbau:** Montage des Abwassersystems nach Bild 4 sowie Anhang A.
 - Abwassersystem "ACO GM-X, DN 100" aus Stahl verzinkt mit zusätzlicher Innenbeschichtung, Innendurchmesser 100 mm, Außendurchmesser 103 mm, Gesamtwandstärke 1,5 mm, Gewicht gerade Rohre 13,2 kg/m (vollgefüllt mit Wasser). Formstücke DN 100 aus Stahl verzinkt mit zusätzlicher Innenbeschichtung. Verbindung der Rohre und Formteile mittels Steckmuffenverbindung (angeformte Muffen). Angaben des Auftraggebers.
 - Rohrschellen "Hilti MPN-RC-101,6B,99-104 mm": Handelsübliche Stahl-Rohrschellen mit Einlagen aus Elastomer und einseitigem Schnellverschluss (Rasterverschluss). Die Rohrschellen wurden bei der Montage auf einer Seite vollständig geschlossen, auf der anderen Seite in der ersten Rasterposition montiert. Befestigung der Rohrschellen an der Installationswand mit Stockschrauben und Dübel.
 Das Abwassersystem bestand aus Abwasserrohren der Nennweite DN 100, drei Geschossabzweigen, einem 2 x 45°-Kellerbogen und einer waagrechten Auslaufstrecke. Die Geschossabzweige in den Räumen EG vorne und UG vorne waren mit Deckeln verschlossen. Der Aufbau des Abwassersystems erfolgte durch einen Handwerksbetrieb.
- Prüfstand:** Installationsprüfstand P12, Flächenmasse der Installationswand: 220 kg/m², Installationsräume: KG, UG vorne, EG vorne und DG, Messräume: UG vorne, UG hinten (genaue Beschreibung in Anhang P und DIN EN 14366: 2005-02).
- Prüfverfahren:** Versuchsaufbau und Messung nach DIN EN 14366 und DIN 4109. Anregung durch stationären Wasserdurchfluss mit 0,5 l/s, 1,0 l/s, 2,0 l/s und 4,0 l/s (siehe Anhänge A und F). Zusätzlich erfolgte eine Messung mit einem Wasserdurchfluss von 6,0 l/s und eine Auswertung der Messergebnisse nach VDI 4100:2012-10.

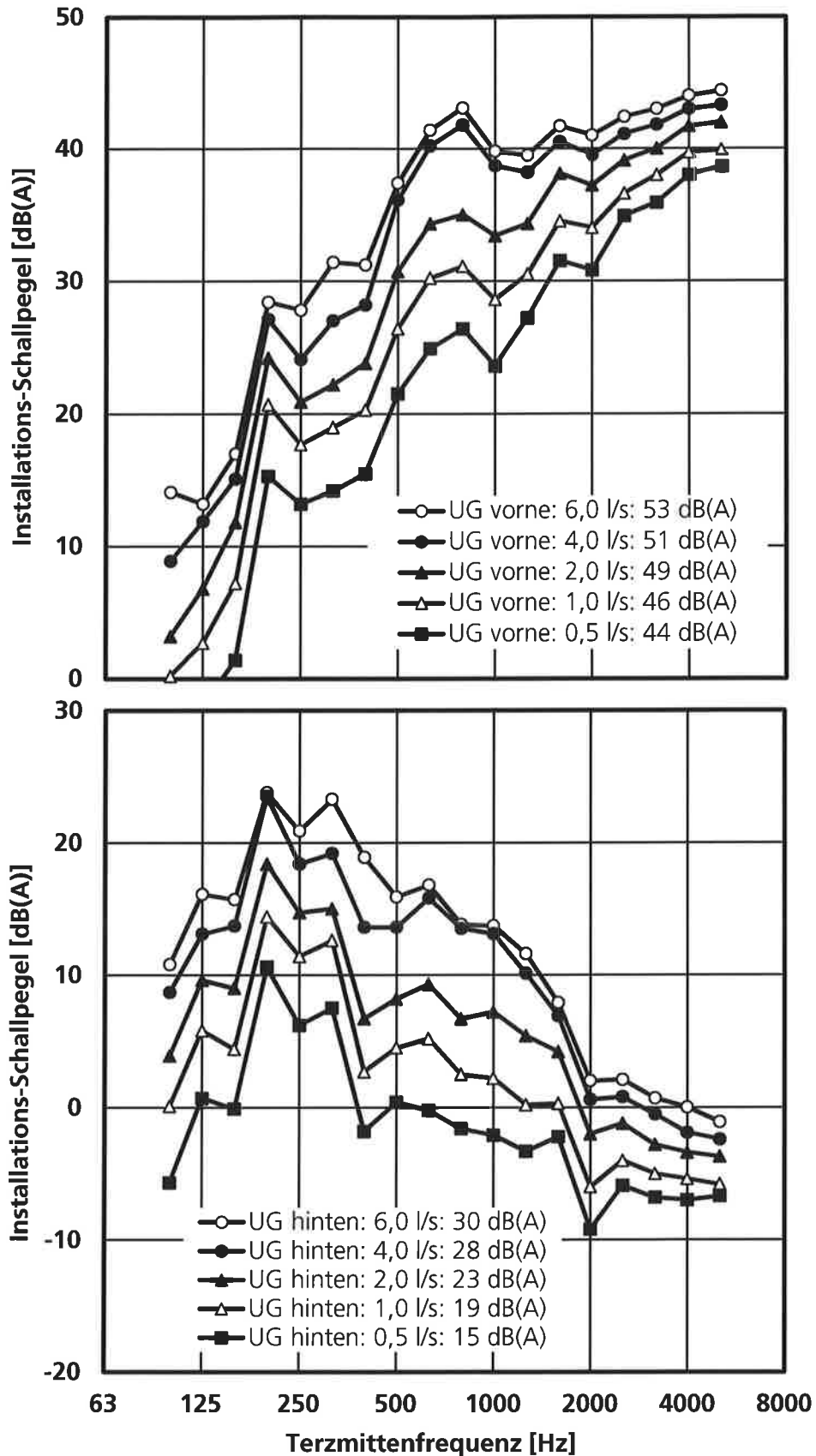
Ergebnis:

Abwassersystem "ACO GM-X, DN 100" mit Rohrschellen "Hilti MPN-RC-101,6B,99-104 mm". Die Rohrschellen wurden bei der Montage auf einer Seite vollständig geschlossen, auf der anderen Seite in der ersten Rasterposition montiert.

Volumenstrom [l/s]	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0
Installations-Schallpegel $L_{A_{\text{Feq},n}}(L_{in})$ [dB(A)] nach DIN 4109 im Raum UG vorne	44	46	49	51	53
Installations-Schallpegel $L_{A_{\text{Feq},n}}(L_{in})$ [dB(A)] nach DIN 4109 im Raum UG hinten	15	19	23	28	30
Installations-Schallpegel $\overline{L_{A_{\text{Feq},nT}}}$ in dB(A) nach VDI 4100 im Raum UG vorne	42	44	46	49	50
Installations-Schallpegel $\overline{L_{A_{\text{Feq},nT}}}$ in dB(A) nach VDI 4100 im Raum UG hinten	11	16	19	24	26
Luftschalldruckpegel $L_{a,A}$ [dB(A)] nach EN 14366 im Raum UG vorne	44	46	49	51	53
Charakteristischer Körperschallpegel $L_{sc,A}$ [dB(A)] nach EN 14366 im Raum UG hinten	10	15	19	23	25

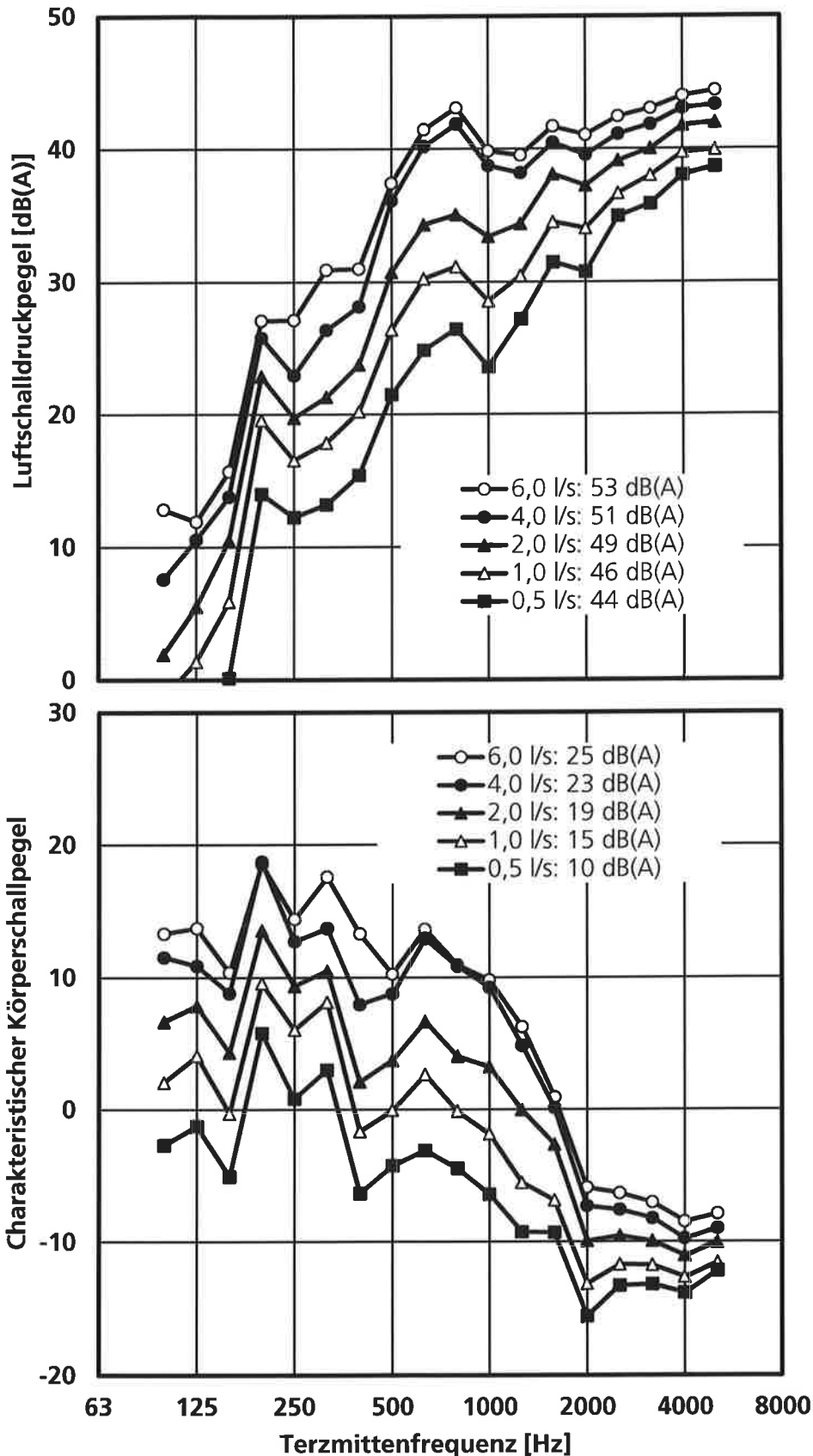
Prüfdatum: 7. Oktober 2014

Bemerkungen: - Die Anforderungen der DIN 4109 und der VDI 4100 gelten in der vorliegenden Grundrissituation nur für den Raum UG hinten.



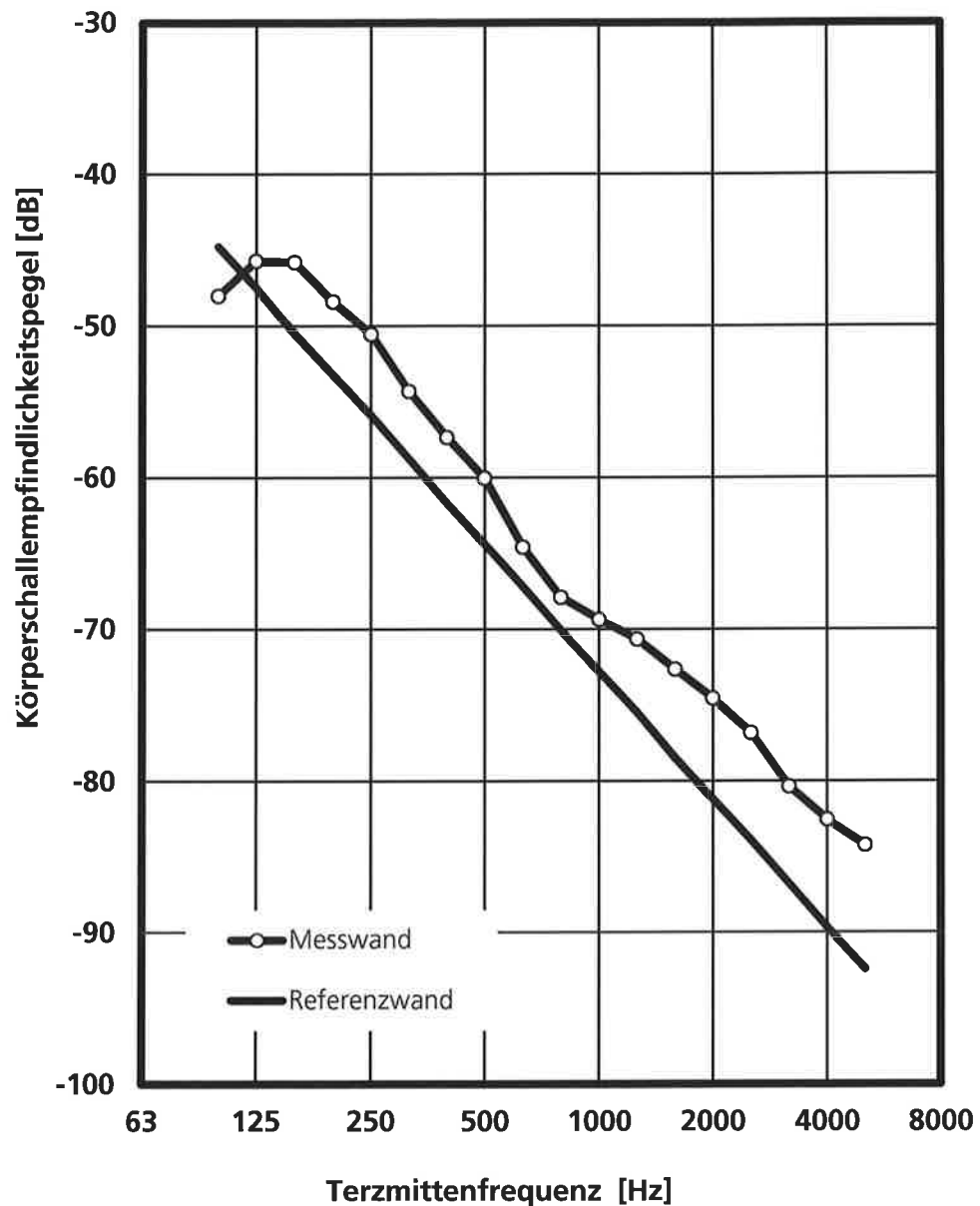
Frequenzspektrum des Installations-Schallpegels $L_{A,Feq,n}$ (L_n) nach DIN 4109 bei verschiedenen Volumenströmen, gemessen im Raum UG vorne (oben) bzw. UG hinten (unten).

Prüfgegenstand: Abwassersystem "ACO GM-X, DN 100" mit Rohrschellen "Hilti MPN-RC-101,6B,99-104 mm". Die Rohrschellen wurden bei der Montage auf einer Seite vollständig geschlossen, auf der anderen Seite in der ersten Rasterposition montiert. Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 4 und 5 entnommen werden.



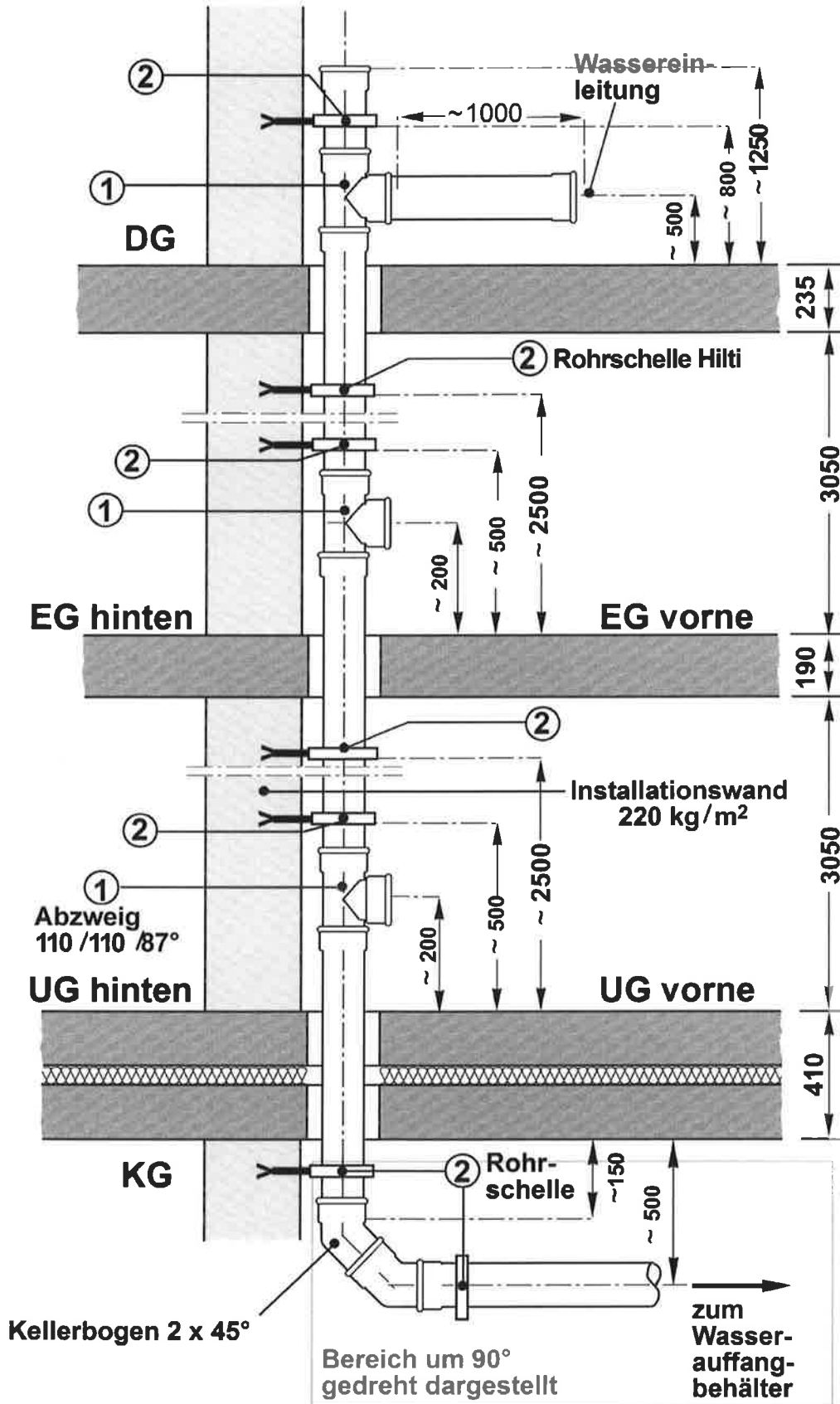
Frequenzspektrum des Luftschalldruckpegels $L_{a,A}$ (oben) und des charakteristischen Körperschallpegels $L_{sc,A}$ (unten) bei verschiedenen Volumenströmen (Auswertung nach DIN EN 14366).

Prüfgegenstand: Abwassersystem "ACO GM-X, DN 100" mit Rohrschellen "Hilti MPN-RC-101,6B,99-104 mm". Die Rohrschellen wurden bei der Montage auf einer Seite vollständig geschlossen, auf der anderen Seite in der ersten Rasterposition montiert. Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 4 und 5 entnommen werden.



Körperschallempfindlichkeitspegel L_{SS} der Installationswand zwischen den Räumen UG vorne und UG hinten im Installationsprüfstand P 12 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Abhängigkeit von der Frequenz. Die Wand besteht aus 115 mm dicken beidseitig verputzten Kalksandsteinen und hat eine flächenbezogene Masse von etwa 220 kg/m². Der angegebene Körperschallempfindlichkeitspegel bezieht sich auf die Befestigungsstellen des Abwassersystems nach Bild 4. Zum Vergleich ist der Körperschallempfindlichkeitspegel L_{SSR} der Referenzwand mit angegeben (Auswertung entsprechend DIN-EN 14366).

Prüfgegenstand: Abwassersystem "ACO GM-X, DN 100" mit Rohrschellen "Hilti MPN-RC-101,6B,99-104 mm". Die Rohrschellen wurden bei der Montage auf einer Seite vollständig geschlossen, auf der anderen Seite in der ersten Rasterposition montiert. Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 4 und 5 entnommen werden.



Darstellung des Prüfaufbaus (Zeichnung nicht maßstäblich, Maßangaben in mm).

Prüfgegenstand: Abwassersystem "ACO GM-X, DN 100" mit Rohrschellen "Hilti MPN-RC-101,6B,99-104 mm".

Die Rohrschellen wurden bei der Montage auf einer Seite vollständig geschlossen, auf der anderen Seite in der ersten Rasterposition montiert. Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 4 und 5 entnommen werden.

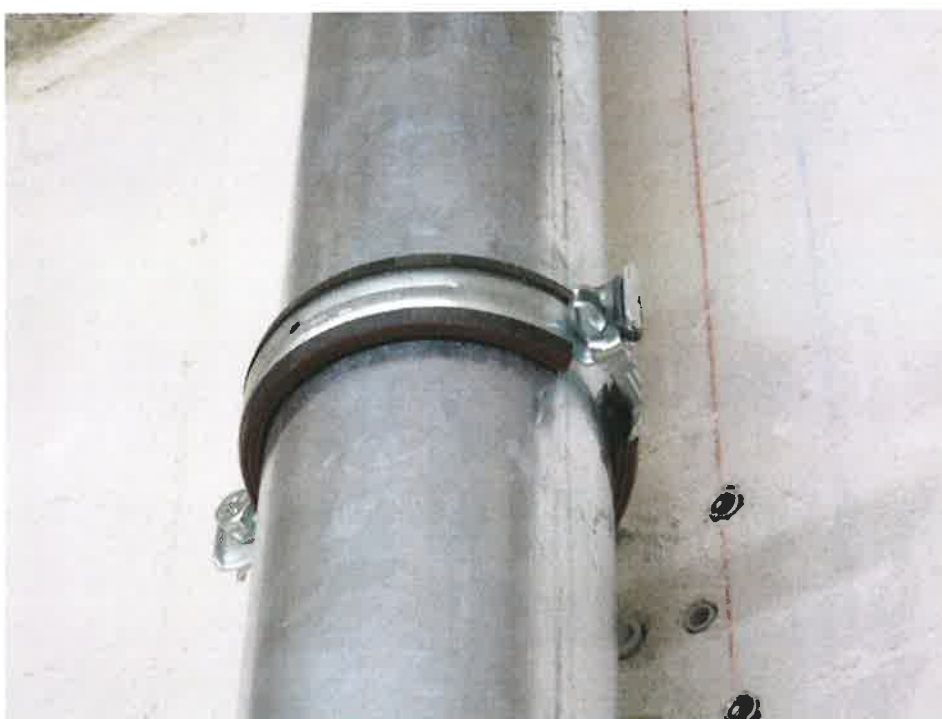


Bild oben: Rohrschellen "Hilti MPN-RC-101,6B,99-104 mm" der Firma Hilti.

Bild unten: Die Rohrschellen wurden bei der Montage auf einer Seite vollständig geschlossen, auf der anderen Seite in der ersten Rasterposition montiert

Prüfgegenstand: Abwassersystem "ACO GM-X, DN 100" mit Rohrschellen "Hilti MPN-RC-101,6B,99-104 mm". Die Rohrschellen wurden bei der Montage auf einer Seite vollständig geschlossen, auf der anderen Seite in der ersten Rasterposition montiert. Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 4 und 5 entnommen werden.

Messaufbau, Geräuschanregung und Beurteilungsgrößen, Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit von Messergebnissen

Messaufbau (Standardaufbau)

Im Installationsprüfstand des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (genaue Beschreibung in Anhang P) wird ein vom Dachgeschoss (DG) bis ins Kellergeschoss (KG) reichender Fallstrang verlegt, der im Dachgeschoss eine Anschlussleitung (OD 110) für die Wasserzufuhr besitzt. Die Wassereinleitung erfolgt über einen S-förmigen Rohrbogen gemäß DIN EN 14366. Im Kellergeschoss geht der Fallstrang über einen Bogen (in der Regel $2 \times 45^\circ$) in eine waagrecht geführte Auslaufstrecke über, die in einen Wasserauffangbehälter mündet. Die Abwasserleitung wird im Erdgeschoss (EG) und im Untergeschoss (UG) mit bauüblichen Abzweigungen für Sammelausschlussleitungen (in der Regel OD 110) versehen. Die Rohre und Formstücke werden gemäß den Verlegevorschriften des Herstellers miteinander verbunden. Die Deckendurchbrüche werden mit porösem, absorbierendem Material gefüllt, so dass keine Körperschallbrücken zum Bauwerk bestehen. Die Befestigung der Abwasserleitung an der Installationswand (flächenbezogene Masse $m'' = 220 \text{ kg/m}^2$) erfolgt mit den vom Auftraggeber mitgelieferten Rohrschellen, die auf den Außendurchmesser der Rohre abgestimmt sind. Die Lage der Befestigungspunkte sowie weitere Abmessungen sind dem im Prüfbericht enthaltenen Installationsplan zu entnehmen.

Geräuschanregung und Beurteilungsgrößen

Eine definierte und messtechnisch reproduzierbare Geräuschanregung lässt sich lediglich bei stationärem Durchfluss der Abwasserleitung realisieren. Da die Geräuscherzeugung in Abwassersystemen von der Durchflussmenge abhängt, werden die Geräuschemessungen bei folgenden in der Praxis typischerweise auftretenden Volumenströmen Q durchgeführt:

1. $Q = 0,5 \text{ l/s}$ entsprechend $Q = 30 \text{ l/min}$,
2. $Q = 1,0 \text{ l/s}$ entsprechend $Q = 60 \text{ l/min}$,
3. $Q = 2,0 \text{ l/s}$ entsprechend $Q = 120 \text{ l/min}$,
4. $Q = 4,0 \text{ l/s}$ entsprechend $Q = 240 \text{ l/min}$.

Dabei entspricht ein Volumenstrom von $Q = 2,0 \text{ l/s}$ in etwa der mittleren Durchflussmenge einer WC-Spülung. Der größte verwendete Volumenstrom ergibt sich nach Prandtl-Colebrook aus der zulässigen hydraulischen Belastbarkeit der horizontalen Leitungsabschnitte, die für Rohre OD 110 bei $Q_{\max} = 4 \text{ l/s}$ liegt.

Die Messungen erfolgen im Installationsraum (UG vorne) und im Raum hinter der Installationswand (UG hinten). Durch den Wasserstrom wird die Abwasserleitung zu Schwingungen angeregt, die über die Rohrschellen und gegebenenfalls auch über andere zusätzliche Körperschallbrücken (zum Beispiel Brandschutzmanschetten) auf die Installationswand übertragen und von dieser, sowie in geringerem Maße auch von den angrenzenden Bauteilen, als Luftschall in den Messraum hinter der Installationswand abgestrahlt werden. Im Raum UG vorne wird zusätzlich der direkt vom Abwassersystem abgestrahlte Luftschall erfasst. Der Schalldruckpegel wird in Anlehnung an DIN EN ISO 10 140-4 an sechs im Messraum verteilten Punkten erfasst, räumlich und zeitlich gemittelt und fremdgeräuschkorrigiert.

Aus den Messergebnissen wird nach EN 14366 der Luftschalldruckpegel $L_{a,A}$ und der charakteristische Körperschallpegel $L_{sc,A}$ berechnet.

Der Installations-Schallpegel L_{in} wird nach Anhang F ermittelt. Bei stationäre Signalen (z.B. Abwassergeräusche bei konstantem Durchfluß), wird dabei abweichend von DIN 4109-11 und DIN EN ISO 10052 nicht der Maxi-

malwert ($L_{AFmax,n}$) sondern der zeitlich und räumlich gemittelte Pegel ($L_{AFeq,10}$) 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 $L_{AFeq,10}$ im Normalfall maximal 2-3 dB beträgt.

Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit von Messergebnissen

Bei Geräuschmessungen von Abwassersystemen hängen die Ergebnisse neben den verwendeten Rohrschellen im starken Maße von den Einbaubedingungen, wie z.B. der genauen vertikalen Ausrichtung der Rohre, dem Entgraten der Rohrenden und der Einstecktiefe der Rohre in die Muffen, ab. Durch Optimierung dieser Einflüsse lässt sich der Schallpegel erfahrungsgemäß um mehrere dB absenken.

Ein Vergleich verschiedener Abwassersysteme setzt deshalb voraus, dass alle Systeme mit gleicher Sorgfalt montiert werden. Die Prüfstelle ist im Allgemeinen nicht in der Lage alle akustisch relevanten Montagedetails zu erfassen, so dass sie in den Prüfberichten nicht aufgeführt werden können.

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:

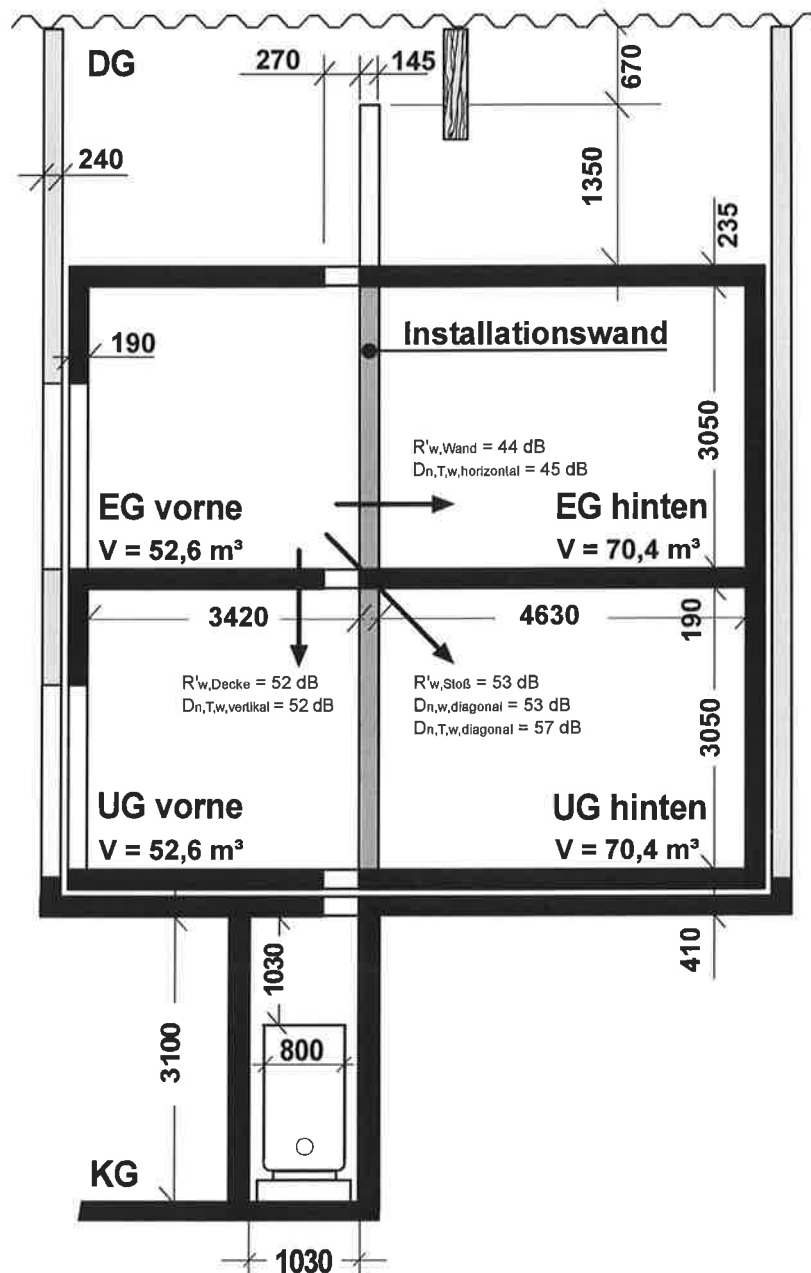
$$(2) \quad L_{AF,10} = 10 \cdot \lg \left(\sum_{i=1}^{18} 10^{\frac{L_{i,AF,10}}{10}} \right) \quad [\text{dB(A)}]$$

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 Terzspektralen (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. Die hierfür im Prüfbericht angegebene Messgröße $L_{AF,10,max}$ ist gleichbedeutend mit dem Maximalpegel $L_{AFmax,n}$ (entspricht dem Installations-Schallpegel L_{in}) nach DIN 4109-11 und DIN EN ISO 10052.

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 ($R'_{w} \geq 53 \text{ dB}$) 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 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
1"-Mikrofon	4179	Bruel & Kjær
1"-Vorverstärker	2660	Bruel & Kjær
Mikrofon-Kalibrator ^{*)}	4231	Bruel & Kjær
Beschleunigungsaufnehmer	4371 und 4370	
Ladungsverstärker	Nexus 2692-A-014	Bruel & Kjær
Körperschall-Kalibrator	VC 11	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 geeicht^{*)}.

Beurteilung für erhöhten Schallschutz nach VDI 4100 vom Oktober 2012

Die Richtlinie VDI 4100 enthält Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz in Wohnungen. Diese Vorschläge reichen über die in DIN 4109 enthaltenen Mindestanforderungen hinaus und können zwischen Auftraggeber und ausführendem Unternehmen zusätzlich vereinbart werden.

Die Messung von Installationsgeräuschen erfolgt nach VDI 4100 und DIN 4109 in gleicher Weise. Die Einzelheiten des Verfahrens und die Auswertung der Ergebnisse sind in Anhang F beschrieben. Der einzige Unterschied zwischen den beiden Normen besteht darin, dass die gemessenen Pegel in DIN 4109 auf eine äquivalente Schall-Absorptionsfläche von $A_0 = 10 \text{ m}^2$ bezogen werden, während in VDI 4109 eine Nachhallzeit von $T_0 = 0,5 \text{ s}$ als Bezugswert verwendet wird. Zwischen den beiden Pegeln besteht folgender Zusammenhang:

$$L_{AF,nT} = L_{AF,n} - 10 \lg(V) + 15$$

mit $L_{AF,nT}$ = Standard-Schallpegel der Installationgeräusche nach VDI 4100 [dB(A)]
 $L_{AF,n}$ = Norm-Schallpegel der Installationgeräusche nach DIN 4109 [dB(A)]
 V = Volumen des Empfangsraums [m^3]

Der Indizes A und F bezeichnen hierbei die Frequenzbewertung A und die Zeitbewertung "Fast". Je nachdem, ob ein zeitlicher gemittelter Wert oder ein Maximalpegel gemessen wird, wird an diese Indizes noch der Index "eq" oder "max" angehängt. Dies gilt für den Standard- und den Norm-Schallpegel in gleicher Weise, also z. B. $L_{AFeq,nT}$ oder $L_{AFmax,n}$.

Die Standard-Schallpegel nach VDI 4100 und der Norm-Schallpegel nach DIN 4109 unterscheiden sich um einen konstanten Wert, der lediglich vom Volumen des Empfangsraums abhängt. Während der Norm-Schallpegel vom Raumvolumen unabhängig ist, nimmt der Standard-Schallpegel mit wachsendem Raumvolumen ab. Da sich die Schallschutzanforderungen der VDI 4100 auf den Standard-Schallpegel beziehen, müssen die im Installations-Prüfstand des IBP gemessenen Werte zum Nachweis der Anforderungen auf das Volumen der vor Ort vorhandenen schutzbedürftigen Räume umgerechnet werden. Die Umrechnung erfolgt nach folgender Beziehung:

$$L_{AF,nT,Bau} = L_{AF,nT,Lab} + 10 \lg(V_{Lab}/V_{Bau})$$

mit $L_{AF,nT,Bau}$ = Standard-Schallpegel der geprüften Installation am Bau
 $L_{AF,nT,Lab}$ = Standard-Schallpegel der geprüften Installation im Prüfstand
 V_{Lab} = Volumen des Empfangsraums im Prüfstand
 V_{Bau} = Volumen des schutzbedürftigen Raumes am Bau

Die Volumina der drei Empfangsräume im Installationsprüfstand des IBP und grafische Darstellungen der obigen Berechnungsformel zur direkten Ablese der Ergebniswerte sind nachfolgend dargestellt:

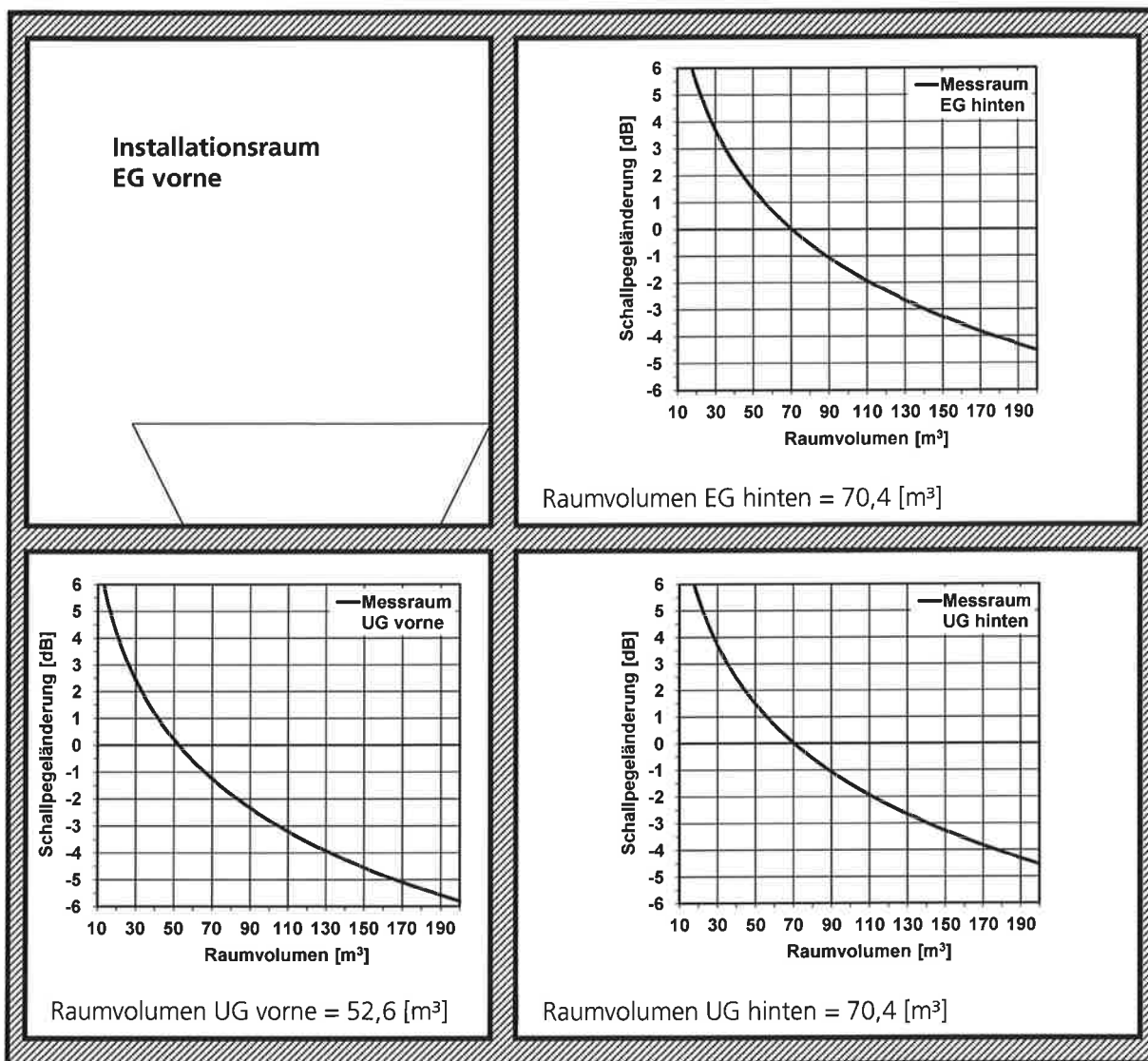


Bild 1: Änderung des im Installationsprüfstand P12 gemessenen Standard-Schallpegels für Räume mit abweichendem Volumen. Für die drei Messräume UG vorne, UG hinten und EG hinten ist in den Diagrammen jeweils die resultierende Pegeländerung gegenüber dem im Prüfbericht angegebenen Messwert in Abhängigkeit vom neuen Raumvolumen angegeben. Stimmen die Volumina des neuen Raum und des jeweiligen Messraums überein, so bleibt der Pegel unverändert (Pegeländerung $\Delta L = 0$ dB). Ist der neue Raum größer als der jeweilige Messraum, so nimmt der Schallpegel ab ($\Delta L < 0$), ist er kleiner, so steigt der Pegel an ($\Delta L > 0$).

Anforderungen

Nach VDI 4100 gelten in Wohnungen alle Räume mit einer Grundfläche $\geq 8 \text{ m}^2$ als schutzbedürftige Räume. Für die Geräusche haustechnischer Anlagen und für Trittschall sind Küchen, Bäder, WCs, Flure und Nebenräume hiervon allerdings ausdrücklich ausgenommen. Bei üblicher Grundrissanordnung (Bad über Bad) ist deshalb für die im Prüfstand ermittelten Werte im Normalfall der Raum UG hinten als nächstgelegener schutzbedürftiger Raum anzusehen.

Die Anforderungswerte sind in der VDI 4100 nach Schallschutzstufen (SSSt) eingeteilt, die unterschiedlichen Komfort-Niveaus entsprechen:

Tabelle 1: Komfortniveau und akustische Situation für die drei Schallschutzstufen SSt I bis SSt III nach VDI 4100.

SSt I	„gegenüber einfachster Ausführung und Ausstattung angehoben“
	„unzumutbare Belästigungen werden im Allgemeinen vermieden“
SSt II	„durchschnittliche Komfortansprüche“
	„im Allgemeinen nicht störend“
SSt III	„besondere Komfortansprüche“
	„nicht oder nur selten störend“

Für die drei Schallschutzstufen sind in VDI 4100 jeweils unterschiedliche Anforderungen angegeben. Da SSt III das höchste Komfortniveau repräsentiert, gelten hier die strengsten Anforderungen, d. h. die für Installationsgeräusche zulässigen Pegel sind hier am niedrigsten. Die Anforderungswerte für Mehrfamilienhäuser bzw. Einfamilien-Doppel- und Einfamilien-Reihenhäuser sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 2: Schallschutz-Anforderungen für gebäudetechnische Anlagen in Mehrfamilienhäuser bzw. Einfamilien-Doppel- und Einfamilien-Reihenhäuser nach VDI 4100 für die Schallschutzstufe SSt I bis III. Die Anforderungen gelten für die Schallübertragung zwischen fremden Wohnungen. Die Geräusche von Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen werden hierbei gemeinsam betrachtet.

Bausituation	akustische Größe [dB(A)]	SSt I	SSt II	SSt III
Mehrfamilienhaus	$\overline{L_{AFmax,nT}}$ bzw. $\overline{L_{AFeq,nT}}$ a) b)	≤ 30	≤ 27	≤ 24
Einfamilien-Doppel- und Einfamilien-Reihenhäuser	$\overline{L_{AFmax,nT}}$ bzw. $\overline{L_{AFeq,nT}}$ a) b)	≤ 30	≤ 25	≤ 22

- a) Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen, die beim Betätigen (Öffnen; Schließen, Umstellen, Unterbrechen u. Ä.) der Armaturen und Geräte der Wasserinstallation entstehen, sollen die Kennwerte der SSt II und SSt III um nicht mehr als 10 dB übersteigen. Dabei wird eine bestimmungsgemäße Benutzung vorausgesetzt.
- b) Da es sich bei Installationsgeräuschen vielfach um zeitliche veränderliche Signale handelt, sieht VDI 4100 hierfür die Messung des Maximalpegels $\overline{L_{AFmax,nT}}$ vor. Bei stationären Signalen, wie z. B. Wasserstrahl-Prallgeräuschen, ist es jedoch günstiger, statt dessen den Mittelungspegel $\overline{L_{AFeq,nT}}$ zu bestimmen, da nur auf diese Weise die für Prüfstandsmessungen obligatorischen Reproduzierbarkeits- und Genauigkeitsanforderungen eingehalten werden. Der gemessene Mittelungspegel ist im allgemeinen etwas geringer als der Maximalpegel; umfangreichen Erfahrungen zufolge beträgt der Unterschied jedoch nicht mehr als maximal 2-3 dB.

Neben den oben genannten Anforderungen für die Schallübertragung zwischen fremden Wohnungen enthält VDI 4100 auch Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohnbereich. Die hierfür geltenden Anforderungswerte und die Bedeutung der zugehörigen Schallschutzstufen können VDI 4100 entnommen werden.

Anmerkung zur Behandlung von Nutzergeräuschen in VDI 4100:

Für die häufig zu Beschwerden führenden Nutzergeräusche (z. B. Abstellen eines Zahnputzbechers auf eine Abstellplatte, Öffnen und Schließen des WC-Deckels, Spureinlauf, Rutschen in der Badewanne, Zuschlagen der Türen (auch von Wand- und Einbauschränken usw.) wurden auch für die Schallschutzstufen SSt II und SSt III keine Kennwerte festgelegt, da diese Geräusche nur sehr schlecht reproduzierbar sind und von der jeweiligen Bausituation abhängen. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass diese Geräusche – bei bestimmungsgemäßer Nutzung – durch Verwendung üblicher Maßnahmen zur Körperschalldämmung bei der Montage von Sanitäreinrichtungsgegenständen und Schränken so weit wie möglich gemindert werden.