

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 229/2012

# Geräuschverhalten eines Dachentwässerungs- systems im Prüfstand (nach DIN 4109 und VDI 4100)

**Auftraggeber:** ACO Passavant GmbH  
Im Gewerbepark 11c  
36457 Stadtlengsfeld

**Prüfobjekt:** Dachentwässerungssystem bestehend aus einem Flachdachablauf aus Edelstahl "Jet-Unterdruckentwässerung" der Firma ACO und einem angeschlossenen Rohrsystem aus verzinktem Stahl "GMX-Rohr" der Firma ACO, mit Rohrummantelung "elfonic-bf" der Firma Elri und unterschiedlichen Rohrbefestigungen.

<b>Inhaltsverzeichnis:</b>	Tabelle 1:	Zusammenfassung der Ergebnisse
	Bilder 1 bis 3:	Detailergebnisse
	Bild 4:	Darstellung Versuchsaufbau
	Anhang A:	Messaufbau, Geräuschanregung und Beurteilungsgrößen
	Anhang F:	Auswertung
	Anhang P:	Beschreibung des Prüfstands
	Anhang V:	Beurteilung nach VDI 4100

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, 17. Januar 2014

Bearbeiter:  Prüfstellenleiter: 

Dipl.-Ing. (FH) J. Mohr

Dipl.-Ing. nat. L. Weber



# Bestimmung des Installations-Schallpegels im Prüfstand (nach DIN 4109 und VDI 4100)

P-BA 229/2012  
Tabelle 1

**Auftraggeber:** ACO Passavant GmbH, Im Gewerbepark 11c, 36457 Stadtlengsfeld

**Prüfobjekt:** Dachentwässerungssystem der Firma ACO bestehend aus einem Flachdachablauf aus Edelstahl "Jet-Unterdruckentwässerung" der Firma ACO und einem angeschlossenen Rohrsystem aus verzinktem Stahl "GMX-Rohr" der Firma ACO, mit Rohrummantelung "elfonic-bf" der Firma Elri und unterschiedlichen Rohrbefestigungen. (Prüfobjekte S 10511-07 bis S 10511-11 und S 10511-15, siehe Ergebnistabelle)

**Prüfaufbau:** Montage des Dachentwässerungssystems nach Bild 4 sowie Anhang A. Abweichend von Anhang A erfolgte die Wassereinleitung im Raum EG vorne des Installationsprüfstandes P12 über einen Wasserbehälter mit eingebautem Flachdachablauf. Der Wasserbehälter war körperschallentkoppelt auf einem schwimmenden Estrich aufgestellt. Die anschließende Rohrführung erfolgte über einen Deckendurchbruch in den Raum UG vorne. Nach einer horizontalen Verzugsstrecke unterhalb der Decke des Prüfstandes erfolgte die Rohrführung vertikal nach unten über einen weiteren Deckendurchbruch in das Kellergeschoss. Über einen Kellerbogen und eine horizontale Strecke erfolgte die Rohrführung in den Auffangbehälter. Die Deckendurchbrüche waren jeweils mit elastischem Material verschlossen. Die Messungen erfolgten mit einer "elfonic-bf" Rohrummantelung der Firma Elri und mit Rohrbefestigungen der Firmen Walraven, Sikla und Hilti. Zum Vergleich erfolgten jeweils auch Messungen ohne Rohrummantelung.

- Flachdachablauf aus Edelstahl, "Jet-Unterdruckentwässerung" der Firma ACO, Typ DN 70.
  - Abwassersystem "GMX-Rohr": Abflussrohre und Formstücke aus verzinktem Stahl mit angeformten Muffen Durchmesser DN 50 und DN 80, Dichte 7,85 kg/dm<sup>3</sup>, Rohrgewicht 7,1 kg/m, Wandstärke 1,6 mm. Verbindung der Rohre durch Steckverbindung mit angeformten Muffen und aufgesetzten Verbindungsschellen.
  - Rohrschellen: Zum Einsatz kamen 3 unterschiedliche Rohrschellen Typen mit Elastomereinlage für Rohrdurchmesser DN 50 und DN 80: "Sikla Ratio S" der Firma Sikla, montiert: DN 50: einseitig 8 mm offen; DN 80: beidseitig 20mm offen. "Hilti MPN-RC" der Firma Hilti, montiert: DN 50: 2. Raster andere Seite 20mm offen; DN 80: 2. Raster andere Seite 5mm offen. "Bismat 2000" der Firma Walraven, montiert: alle Rohrschellen vollständig geschlossen. Die Rohrschellen waren mit Stockschrauben und Kunststoffdübeln an der Installationswand angebracht (bei allen Messungen an den gleichen Positionen und direkt auf dem Rohr unterhalb der Rohrummantelung).
  - Rohrummantelung "elfonic-bf" der Firma Elri: Aufbau aus Polyurethan Weichschaum offenzellig, Dicke ca. 12mm, Raumgewicht 30kg/m<sup>3</sup>, mit außenliegender Schwerfolie aus EPDM mit mineralischen Stoffen gefüllt (um das Gewicht zu erhöhen und die Brennbarkeit zu verschlechtern), Dicke 2mm, Gewicht 4.0 kg / m<sup>2</sup>.
- Der Versuchsaufbau erfolgte durch den Auftraggeber. Die Montage der Rohrummantelung erfolgte entsprechend der Montageanleitung des Herstellers.

**Prüfstand:** Installationsprüfstand P12, Flächenmasse der Installationswand: 220 kg/m<sup>2</sup> (115 mm KSV, beidseitig verputzt). Flächenmasse der Decke: ca. 440 kg/m<sup>2</sup> (190 mm Stahlbeton). Installationsräume: DG, EG vorne, UG vorne, KG. Messräume: UG vorne, UG hinten (genaue Beschreibung in Anhang P und DIN EN 14366: 2005-02).

**Prüfverfahren:** Versuchsaufbau und Messung in Anlehnung an DIN EN 14366. Anregung durch stationären Wasserdurchfluss mit Unterdruckentwässerung bei einem Volumenstrom von ca. 8,0 l/s (genaue Beschreibung siehe Anhänge A u. F). Zusätzliche Auswertung der Messdaten nach VDI 4100:2012-10 (Anhang V).

**Ergebnis:**

Dachentwässerungssystem der Fa. ACO bei einem Volumenstrom von 8 l/s mit:  Messraum:	Installations-Schallpegel in dB(A)			
	L <sub>A</sub> F <sub>eq,n</sub> nach DIN 4109		L <sub>A</sub> F <sub>eq,nT</sub> nach VDI 4100	
	UG vorne	UG hinten	UG vorne	UG hinten
Bismat Rohrschellen, ohne Rohrummantelung (S 10511-07)	41	23	39	19
Bismat Rohrschellen und elfonic-bf Rohrummantelung (S 10511-08)	30	20	28	17
Hilti Rohrschellen, ohne Rohrummantelung (S 10511-15)	40	20	37	16
Hilti Rohrschellen und elfonic-bf Rohrummantelung (S 10511-09)	29	19	27	16
Sikla Rohrschellen, ohne Rohrummantelung (S 10511-11)	40	24	38	20
Sikla Rohrschellen und elfonic-bf Rohrummantelung (S 10511-10)	30	21	27	17

**Prüfdatum:** 31 Juli bis 2. August 2012

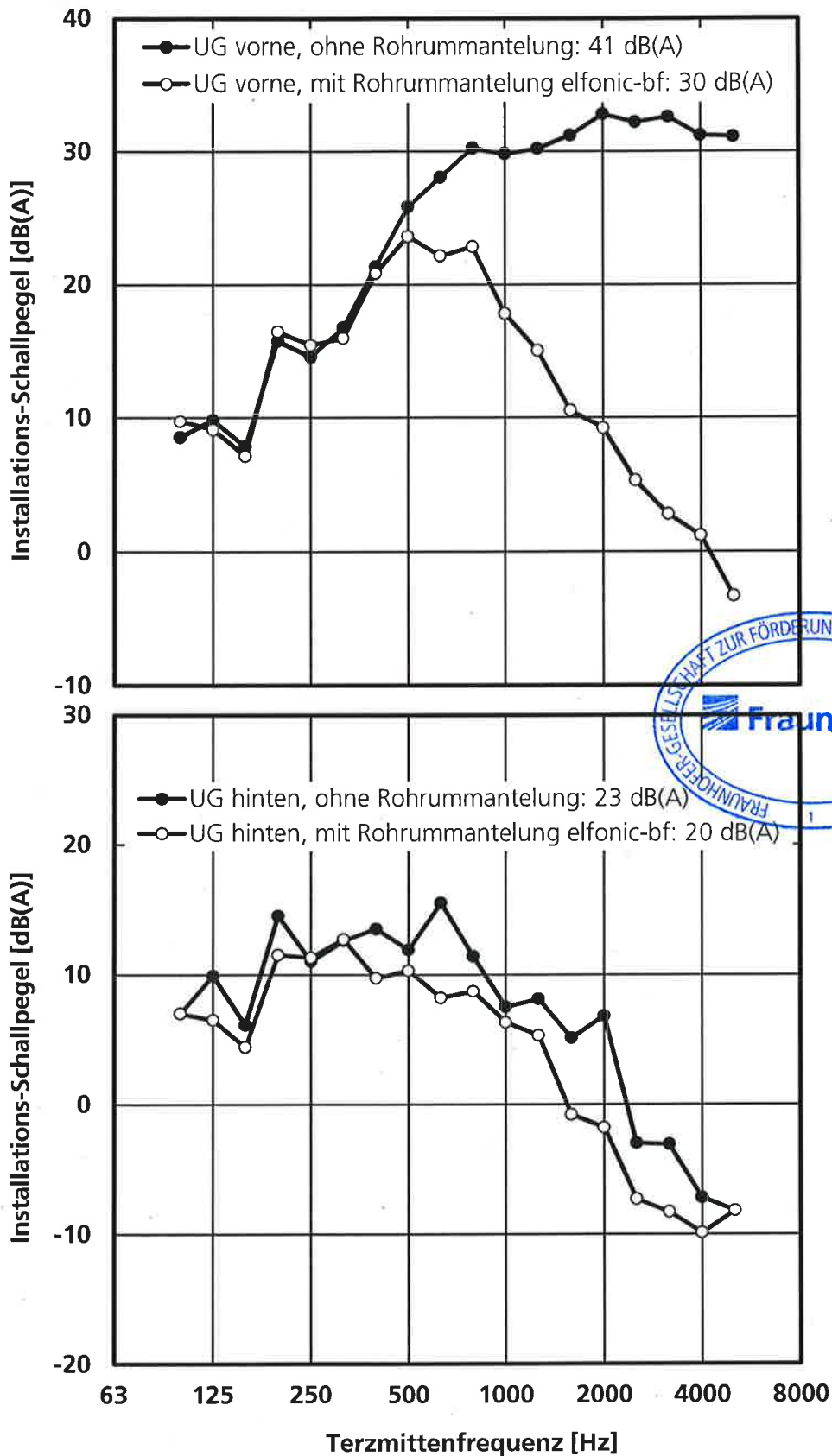
**Bemerkung:** - Die Anforderungen der DIN 4109 und der VDI 4100 gelten nur für den Raum UG hinten (schutzbedürftiger Raum).

 **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.

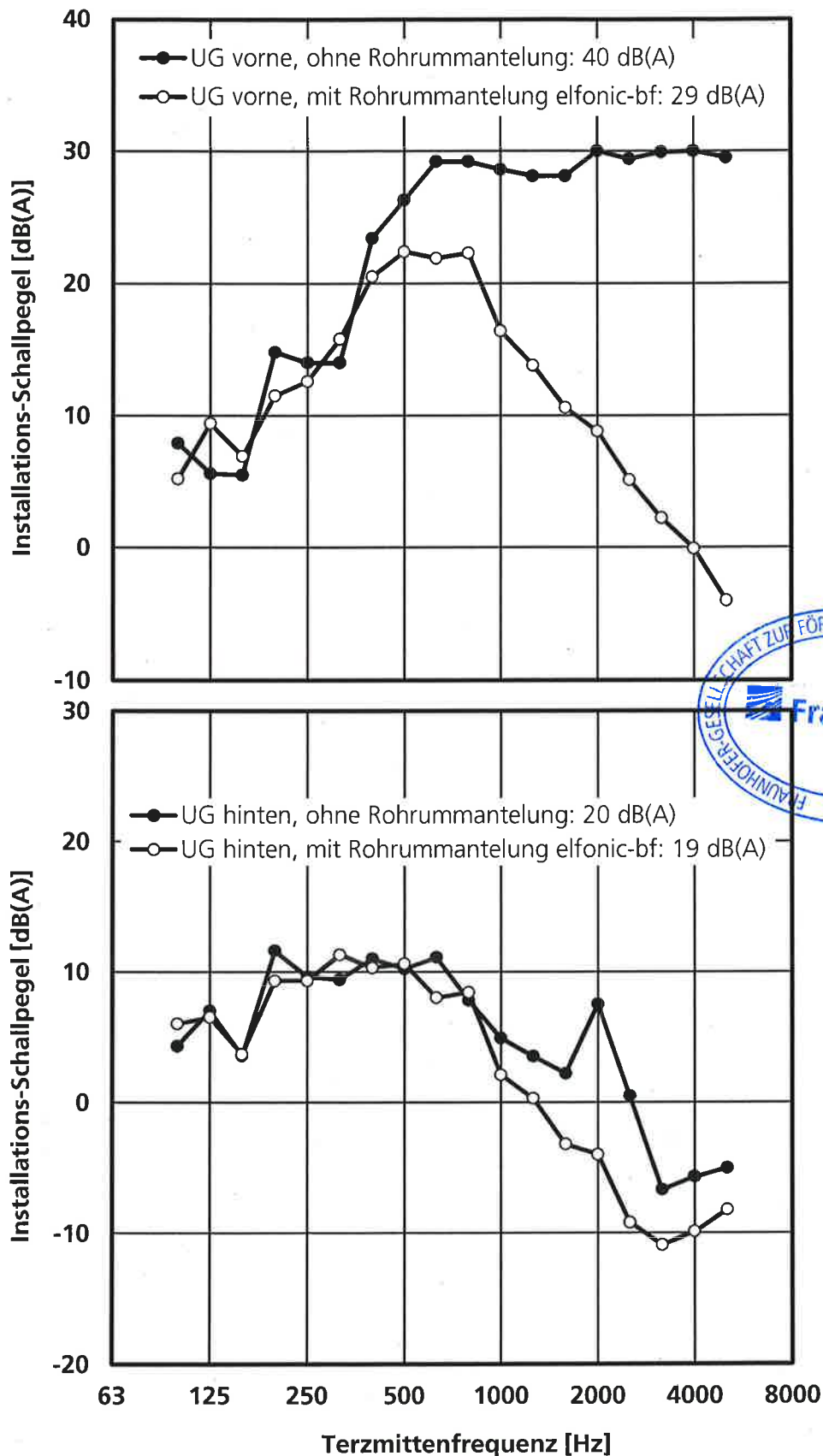
Stuttgart, den 17. Januar 2014  
Prüfstellenleiter:

*i.v. Jun ohn*



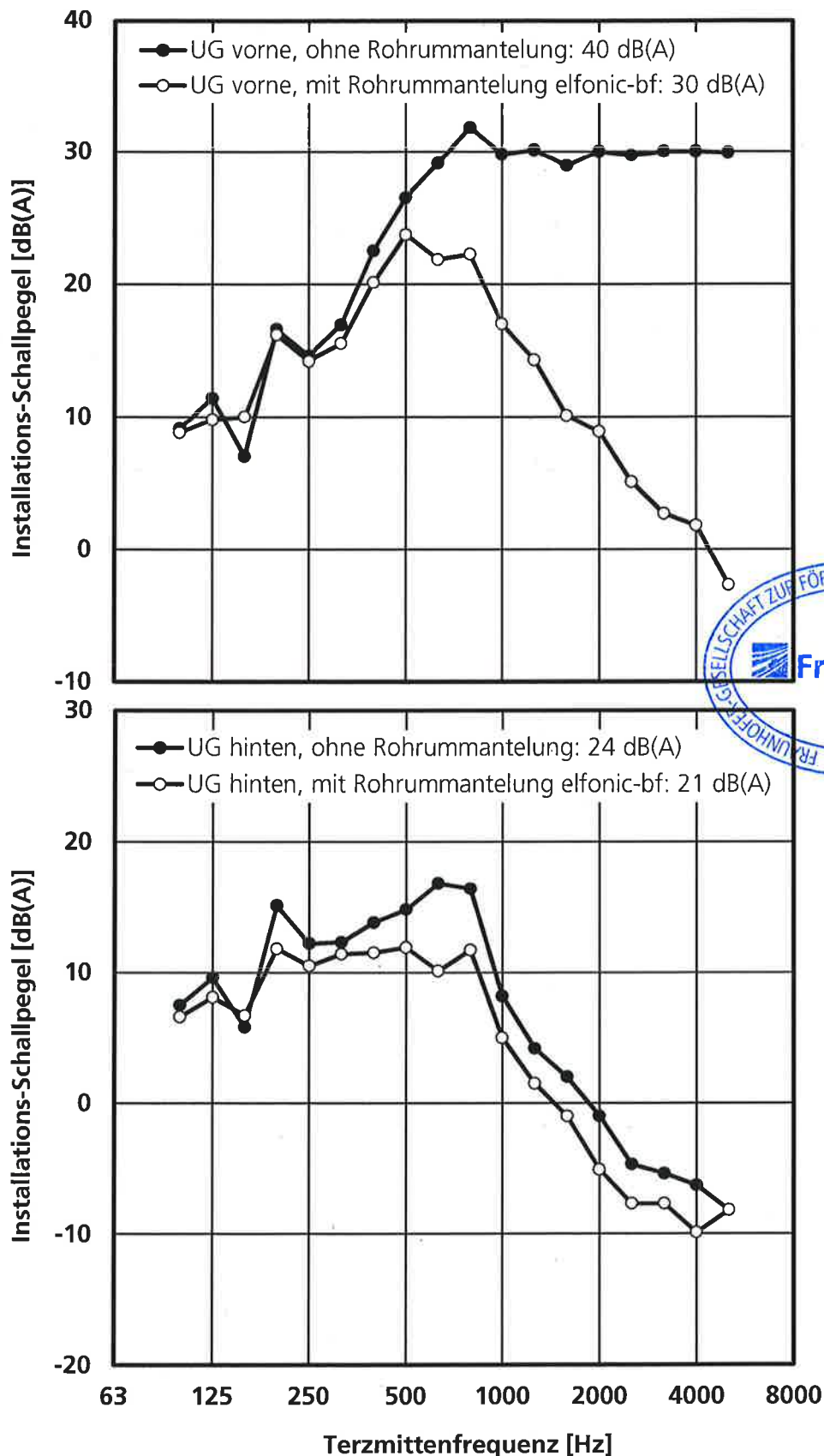
**Bild 1** Dachentwässerungssystem der Fa. ACO mit **Bismat Rohrschellen**, gemessen bei einem Volumenstrom von 8 l/s ohne und mit Rohrummantelung "elfonic-bf" der Firma Elri (S 10511-07 bzw. S 10511-08). Montagedetails siehe Tabelle 1, Prüfaufbau. Frequenzspektrum des Installations-Schallpegels  $L_{A\text{F}eq,n}$  nach DIN 4109, gemessen im Raum UG vorne (oben) bzw. UG hinten (unten).

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.



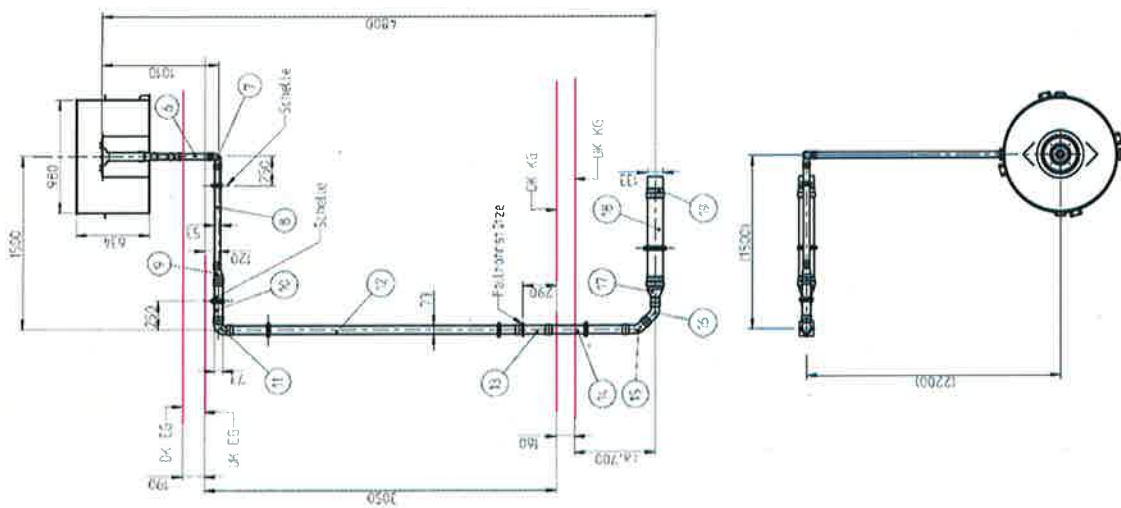
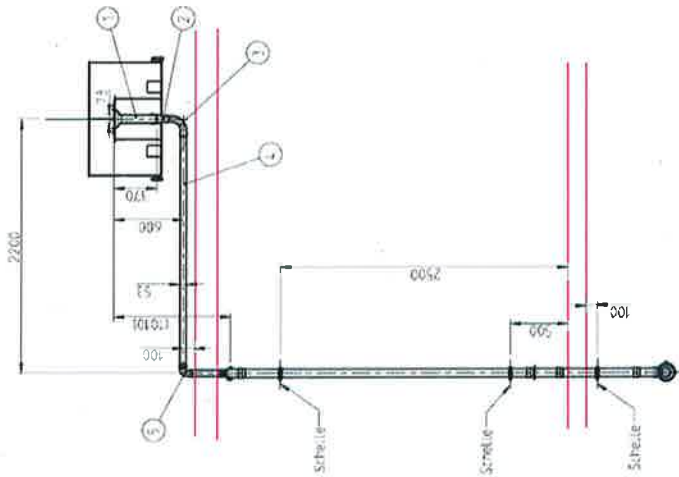
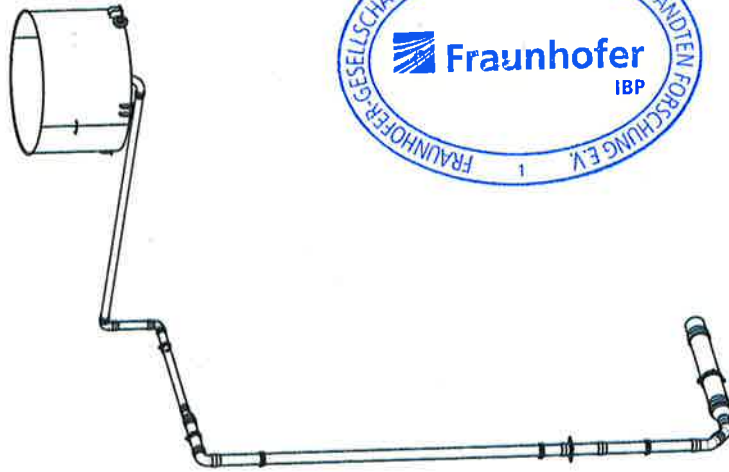
**Bild 2** Dachentwässerungssystem der Fa. ACO mit Hilti Rohrschellen, gemessen bei einem Volumenstrom von 8 l/s ohne und mit Rohrummantelung "elfonic-bf" der Firma Elri (S 10511-15 bzw. S 10511-09). Montagedetails siehe Tabelle 1, Prüfaufbau. Frequenzspektrum des Installations-Schallpegels  $L_{A\text{F}eq,n}$  nach DIN 4109, gemessen im Raum UG vorne (oben) bzw. UG hinten (unten).

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.



**Bild 3** Dachentwässerungssystem der Fa. ACO mit Sikla Rohrschellen, gemessen bei einem Volumenstrom von 8 l/s ohne und mit Rohrummantelung "elfonic-bf" der Firma Elri (S 10511-11 bzw. S 10511-10). Montagedetails siehe Tabelle 1, Prüfaufbau. Frequenzspektrum des Installations-Schallpegels  $L_{A\text{F}eq,n}$  nach DIN 4109, gemessen im Raum UG vorne (oben) bzw. UG hinten (unten).

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.



**Bild 4** Installationsplan für das untersuchte Dachentwässerungssystem der Firma ACO (Zeichnung des Auftraggebers).

## 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 Sammelanschlussleitungen (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 Geräuschmessungen 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 gemitteltes 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 <sup>2</sup> ]
$V$	Volumen des Messraums	[m <sup>3</sup> ]
$T_i$	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:

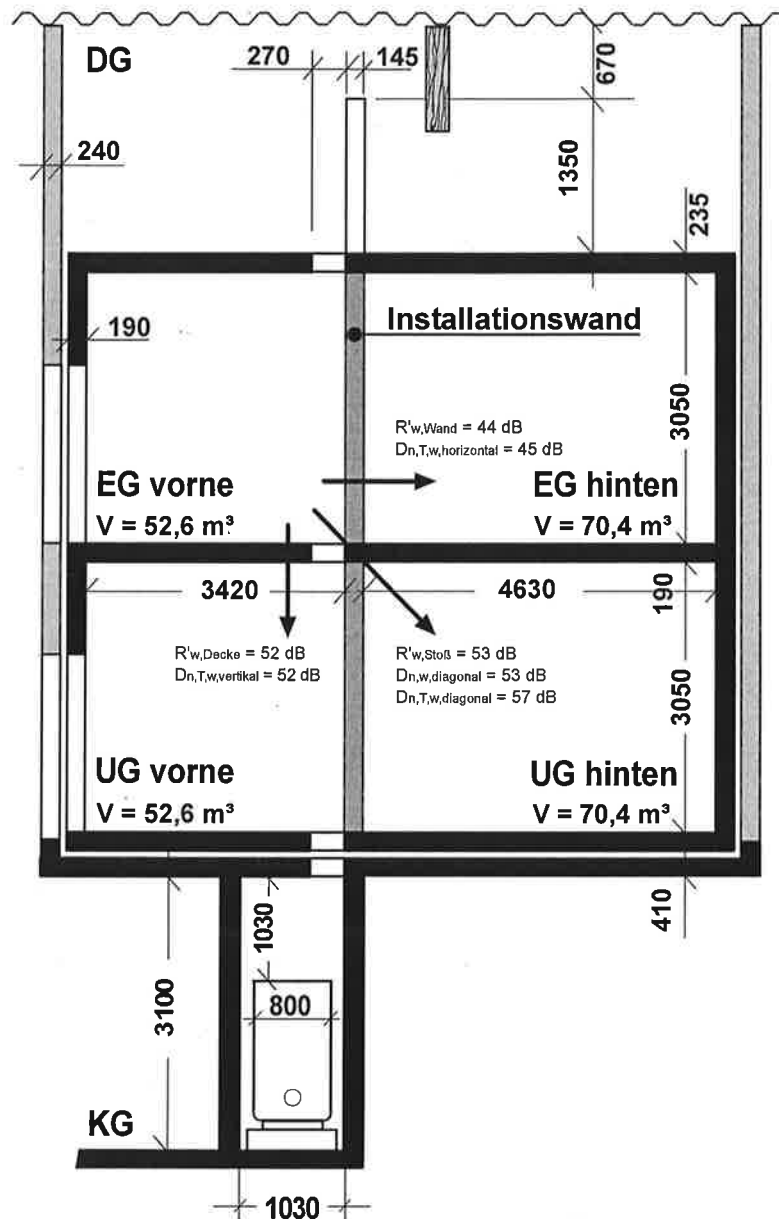
$$(2) \quad L_{AF,10} = 10 \cdot \lg \left( \sum_{i=1}^{18} 10^{\frac{L_{i,AF,10}}{10}} \right) \quad [\text{dB(A)}]$$

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

## Prüfstand



Schnitzzeichnung 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  $220 \text{ kg/m}^2$  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  $440 \text{ kg/m}^2$ , 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 & Kjaer
1"-Vorverstärker	2660	Bruel & Kjaer
Mikrofon-Kalibrator	4231	Bruel & Kjaer
Beschleunigungsaufnehmer	4371 und 4370	
Ladungsverstärker	Nexus 2692-A-014	Bruel & Kjaer
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.

**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 Installationengeräusche nach VDI 4100 [dB(A)]  
 $L_{AF,n}$  = Norm-Schallpegel der Installationengeräusche nach DIN 4109 [dB(A)]  
 $V$  = Volumen des Empfangsraums [ $\text{m}^3$ ]

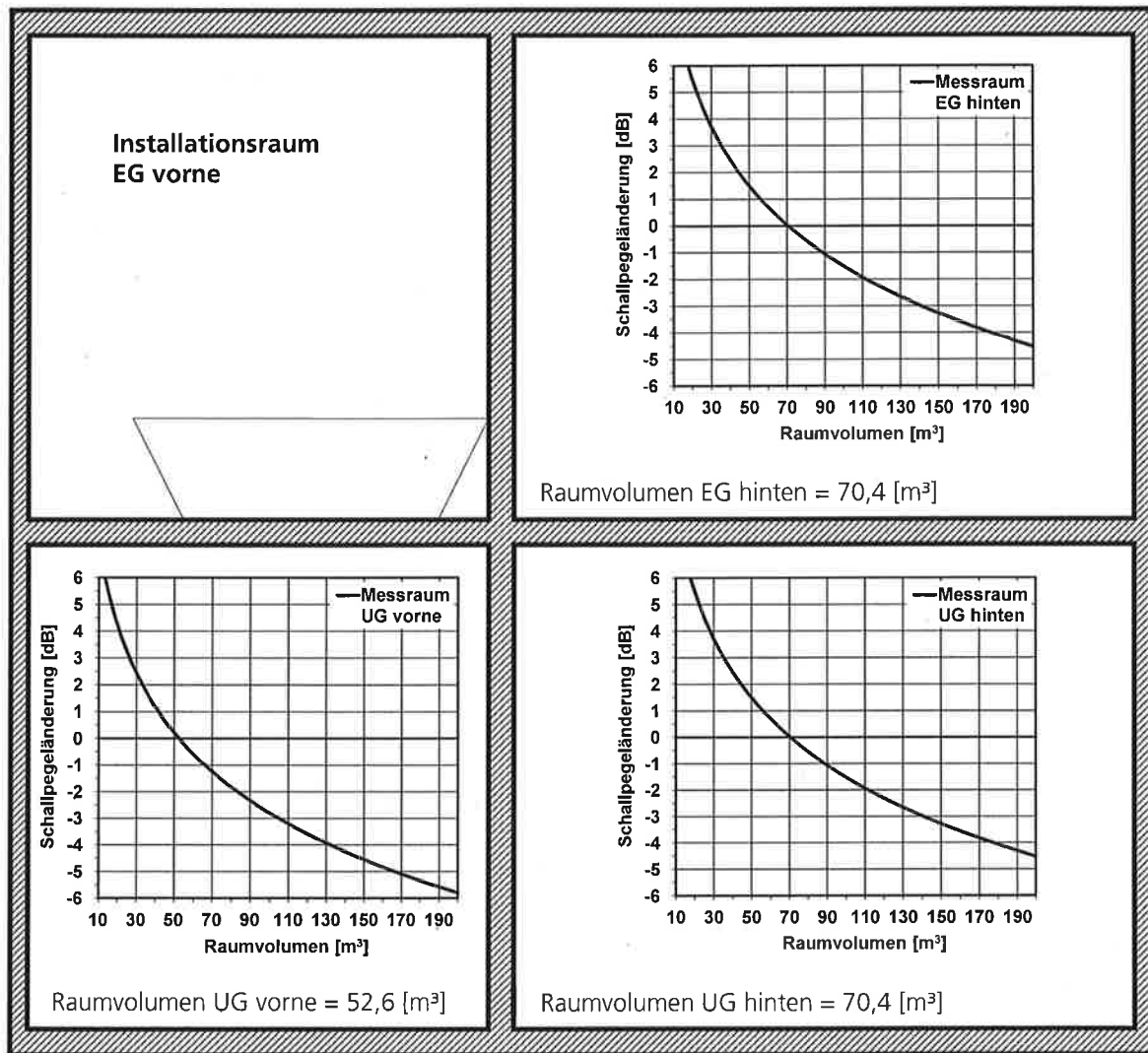
Der Indizes A und F bezeichnen hierbei die Frequenzbewertung A und die Zeitbewertung "Fast". Je nachdem, ob ein zeitlicher gemittelter Wert oder ein Maximalpegel gemessen wird, wird an diese Indizes noch der Index "eq" oder "max" angehängt. Dies gilt für den Standard- und den Norm-Schallpegel in gleicher 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  $\geq 8$  m<sup>2</sup> 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 (SS<sub>t</sub>) eingeteilt, die unterschiedlichen Komfort-Niveaus entsprechen:

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

<b>SSt I</b>	„gegenüber einfachster Ausführung und Ausstattung angehoben“
	„unzumutbare Belästigungen werden im Allgemeinen vermieden“
<b>SSt II</b>	„durchschnittliche Komfortansprüche“
	„im Allgemeinen nicht störend“
<b>SSt III</b>	„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 Sanitär- ausstattungsgegenständen und Schränken so weit wie möglich gemindert werden.