

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

Institutsleiter  
Prof. Dr. Philip Leistner  
Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

## Prüfbericht P-BA 57/2018

# Geräuschverhalten einer Rohrummantelung für Abwassersysteme im Prüfstand

**Auftraggeber:** Kolektor Missel Insulations GmbH  
Max Planck Straße 23  
70736 Fellbach/Stuttgart  
Germany

**Prüfobjekt:** Rohrummantelung für Abwassersysteme "Missel MSA-KLW", der Fa.  
Missel in Verbindung mit einem schweren Abwassersystem aus  
Kunststoff

**Inhaltsverzeichnis:**

Ergebnisblatt 1:	Zusammenfassung der Ergebnisse
Tabelle 1 bis 3:	Detailergebnisse
Bild 1 bis 3:	Detailergebnisse
Bild 4 und 5:	Darstellung des Prüfobjektes, Messaufbau
Anhang H2:	Messdurchführung, Auswertung und Beurteilungsgrößen, Aussagefähigkeit der Messergebnisse
Anhang P:	Beschreibung des Prüfstands

**Prüfdatum:** Die Messungen wurden am 19. und 20. März 2018 im Technikum  
des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Stuttgart durchgeführt.

Stuttgart, 16. August 2018

Bearbeiter:

*J. Mohr*

Dipl.-Ing.(FH) J. Mohr

Prüfstellenleiter:

*S. Öhler*

M.BP. 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.

**Fraunhofer-Institut für Bauphysik - Prüflabor Bauakustik und Schallimmissionsschutz**

Nobelstraße 12, D-70569 Stuttgart  
Telefon +49(0) 711/970-3314; Fax -3406  
akustik@ibp.fraunhofer.de  
www.pruefstellen.ibp.fraunhofer.de/de/akkreditierte-prueflabore.html



# Bestimmung des Installations-Schallpegels und der A-Schallpegelminderung im Prüfstand

P-BA 57/2018

Ergebnisblatt 1

**Auftraggeber:** Kolektor Missel Insulations GmbH, Max Planck Straße 23, 70736 Fellbach/Stuttgart, Germany

**Prüfgegenstand:** Rohrummantelung für Abwassersysteme "Missel MSA-KLW", der Fa. Missel in Verbindung mit einem schweren Abwassersystem aus Kunststoff (PP, OD 110x4,2) und Standardrohrschellen mit Elastomereinlage und zusätzlichem Schallentkoppler. Prüfobjektnummer: 11205-1 (Bild 4 und 5).

**Prüfaufbau:**

- Rohrummantelung für Abwassersysteme "Missel MSA-KLW", der Fa. Missel: Kombinationsdämmung für Körperschall, Luftschall und Wärme mit mehrschaligem Materialaufbau bestehend aus innenliegender Folie, Spezial-Schaum, Schwerschicht und Gittergewebe (von innen nach außen). Gesamtdicke ca. 20 mm, Gewicht ca. 5,6 kg/m<sup>2</sup> (Herstellerangaben). Dämmsystem mit vorgefertigten Formteilen und Schnellverschluss (Klettverschluss) angebracht am Abwassersystem über den Rohrschellen entsprechend der Montageanleitung. (Details in Bild 4 und 5 und Anhang H2):
- Abwassersystem aus Kunststoff "Geberit Silent Pro, PPMX, 110x4,2" der Fa. Geberit, bestehend aus geraden Rohrstücken, drei Geschoßabzweigen, einem 2 x 45°-Kellerbogen und einer waagerechten Auslaufstrecke. Gerade Rohre mit einschichtigem Wandaufbau und angeformten Muffen. Material PPMX. Wanddicke: 4,6 mm, Gewicht: 2,7 kg/m Dichte: 1,8 g/cm<sup>3</sup>, (gemessen durch das IBP). Formstücken mit einschichtigem Wandaufbau. Material: PPMX, Wanddicke: 4,6 mm, Dichte: 1,8 g/cm<sup>3</sup> (gemessen durch das IBP). Die Verbindung der Rohre und Formteile erfolgte mittels Steckverbindung (angeformte Muffen). Die Geschoßabzweige im Erd- und Untergeschoß wurden mit Deckeln verschlossen.
- Standard-Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage "BIS Bifix G2, 108-115" der Fa. Walraven, Spannweite 108 – 115 mm Anzugsdrehmoment 3 Nm (vollständig geschlossen) mit "Schall-Entkoppler, Artikel Nr. 239681" der Fa. Düker befestigt an der Installationswand mit Stockschrauben und Kunststoffdübeln. Je Geschoß (EG und UG) wurden zwei Rohrschellen verwendet. Die Rohrschellen waren unter der Rohrummantelung direkt am Abwassersystem angebracht.
- Das Abwassersystem wurde jeweils in den Deckendurchbrüchen zwischen EG und UG sowie zwischen UG und KG vollständig mit Mörtel vergossen.
  - Prüfaufbau: Abwassersystem mit Rohrummantelung für Abwassersysteme "Missel MSA-KLW", der Fa. Missel. Abwassersystem mit Ummantelung im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.
  - Referenzaufbau: Starre Montage des Abwassersystems. Abwassersystem ohne Ummantelung im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

Die Montage wurde durch eine vom IBP beauftragte Handwerksfirma ausgeführt.

**Prüfstand:** Installationsprüfstand P12, Flächenmasse der Installationswand: 220 kg/m<sup>2</sup>, Flächenmasse der Decke: ca. 440 kg/m<sup>2</sup>, Installationsraum: (DG), EG vorne, UG vorne und (KG). Messräume: UG vorne und UG hinten. (genaue Beschreibung im Anhang P)


**Prüfverfahren:** Messung in Anlehnung an DIN EN 14366:2005-2 und DIN 4109:1989 bei Anregung durch stationären Wasserdurchfluss mit 0,5 l/s, 1,0 l/s, 2,0 l/s und 4,0 l/s (siehe Anhänge H2 und P). Zusätzliche Auswertung der Messergebnisse nach VDI 4100 und Schweizer Norm SIA 181 (siehe Detailergebnisse).

**Ergebnis:**

Installations-Schallpegel $L_{A,Feq,n}$ [dB(A)] im Raum UG vorne, in Anlehnung an DIN 4109				
Durchflussrate [l/s]	0,5	1,0	2,0	4,0
<u>Referenzaufbau:</u> Abwassersystem ohne Ummantelung. im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.	41	46	48	50
<u>Prüfaufbau:</u> Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.	26	29	32	36
<b>A-Schallpegelminderung <math>\Delta L_{A,F}</math> [dB]</b>	15	17	16	14


**Prüfdatum:** 19. und 20. März 2018


**Bemerkungen:** - Die A-Schallpegelminderung stellt ein Maß für die vom menschlichen Gehör empfundene Lärminderung durch den Einbau der Rohrummantelung dar. Sie bezieht sich ausschließlich auf das für die Messungen verwendete Geräuschspektrum, und lässt sich nicht ohne weiteres auf andere Anregungsarten übertragen. Das frequenzabhängige Einfügungsdämm-Maß  $D_e$  ist in Bild 3 dargestellt.



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.

Stuttgart, den 16. August 2018

Prüfstellenleiter: 



Auswertung nach DIN 4109 und VDI 4100 und SIA 181:

- Messergebnisse in Anlehnung an DIN 4109, VDI 4100 und Schweizer Norm SIA 181 bei verschiedenen Volumenströmen gemessen in den Messräumen UG vorne und UG hinten.
- **Referenzaufbau: Abwassersystem ohne Ummantelung im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.** Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 4 und 5 entnommen werden.

Prüfgegenstand: Abwassersystem ohne Ummantelung in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Mörtel vergossen. Abwassersystem aus Kunststoff "Silent-Pro" der Fa. Geberit, Nennweite OD 110, bestehend aus geraden Rohren, Formteilen und Standardrohrsellen mit Elastomereinlage "BIS Bifix G2, 108-115" und "Schall-Entkoppler" der Fa. Düker (Rohrsellen unter der Rohrummantelung angebracht). Je Stockwerk (EG, UG) wurden zwei Rohrsellen mit Schall-Entkoppler angebracht. Die Rohrsellen wurden vollständig geschlossen.		Volumenstrom [l/s]			
		0,5	1,0	2,0	4,0
Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN 4109</b> gemessen im Raum	UG vorne	41	46	48	50
	UG hinten	23	26	30	34
Installations-Schallpegel $\overline{L}_{AFeq,nT}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>VDI 4100</b> gemessen im Raum	UG vorne	39	43	45	48
	UG hinten	19	23	27	31
Gesamtwert $L_{H,tot}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>SIA 181</b> gemessen im Raum	UG vorne	40	44	46	49
	UG hinten	19	23	27	31

Auswertung nach DIN 4109 und VDI 4100, SIA 181 und DIN EN 14366:

- Messergebnisse in Anlehnung an DIN 4109, VDI 4100, Schweizer Norm SIA 181, und DIN EN 14366 bei verschiedenen Volumenströmen gemessen in den Messräumen UG vorne und UG hinten.
- **Prüfaufbau: Abwassersystem mit Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.** Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 4 und 5 entnommen werden.

Prüfgegenstand: Abwassersystem mit Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Mörtel vergossen. Abwassersystem aus Kunststoff "Silent-Pro" der Fa. Geberit, Nennweite OD 110, bestehend aus geraden Rohren, Formteilen und Standardrohrschellen mit Elastomereinlage "BIS Bifix G2, 108-115" und "Schall-Entkoppler" der Fa. Düker (Rohrschellen unter der Rohrummantelung angebracht). Je Stockwerk (EG, UG) wurden zwei Rohrschellen mit Schall-Entkoppler angebracht. Die Rohrschellen wurden vollständig geschlossen.		Volumenstrom [l/s]			
		0,5	1,0	2,0	4,0
Installations-Schallpegel $L_{A,Feq,n}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN 4109</b> gemessen im Raum	UG vorne	26	29	32	36
	UG hinten	<10	<10	11	15
Installations-Schallpegel $\overline{L_{A,Feq,nT}}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>VDI 4100</b> gemessen im Raum	UG vorne	24	26	30	34
	UG hinten	<10	<10	<10	11
Gesamtwert $L_{H,tot}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>SIA 181</b> gemessen im Raum	UG vorne	24	27	30	34
	UG hinten	<10	<10	<10	14
Luftschalldruckpegel $L_{a,A}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN EN 14366</b> im Raum	UG vorne	26	29	32	36
Charakteristischer Körperschallpegel $L_{sc,A}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN EN 14366</b> im Raum	UG hinten	<10	<10	<10	11

Bemerkungen:

- Schallpegel unter 10 dB(A) werden im Prüfbericht nicht angegeben, da sie eine erhöhte Messunsicherheit aufweisen und außerdem in normaler Wohnumgebung nicht wahrnehmbar sind.

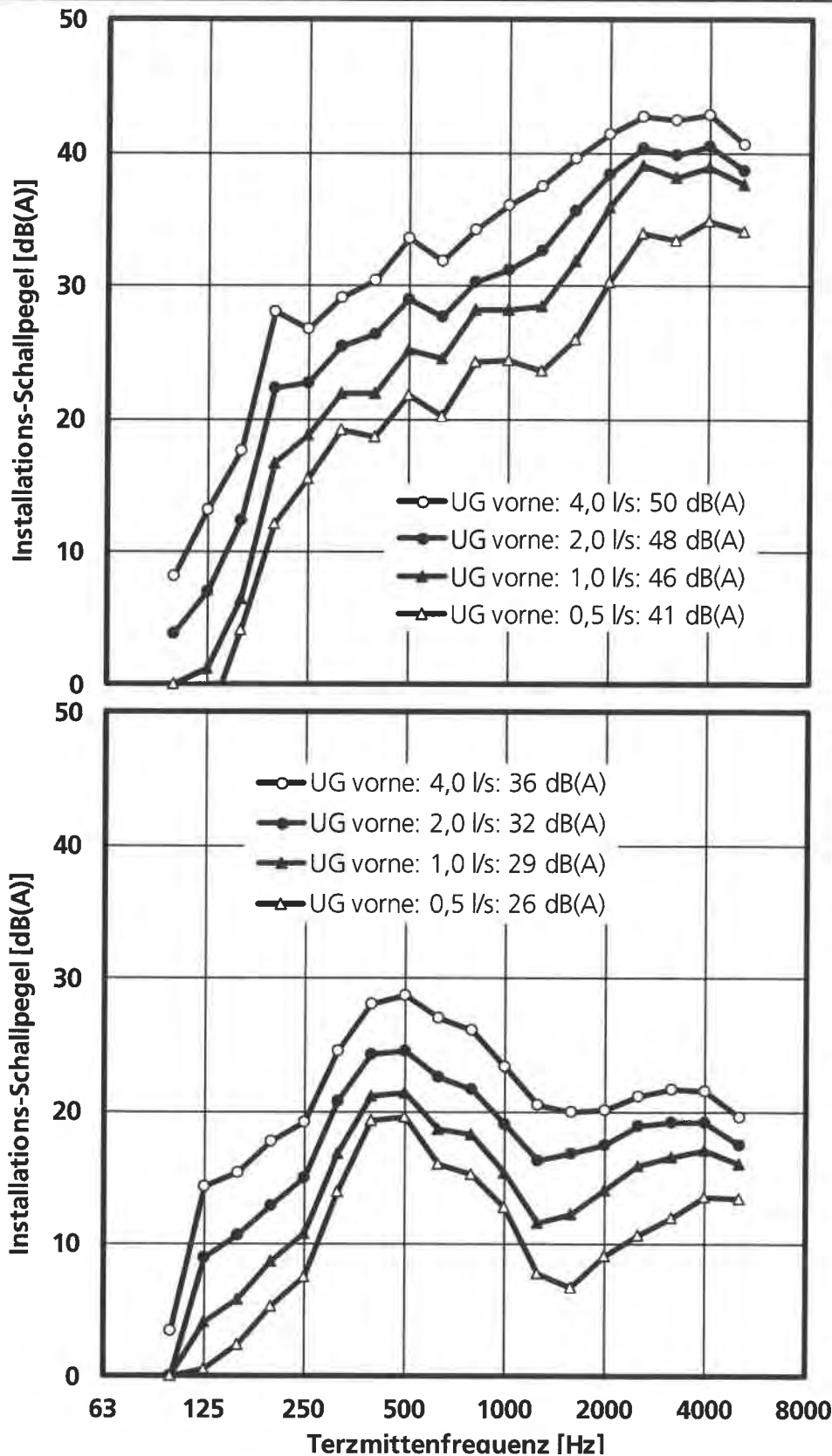
Auswertung nach DIN 4109 und VDI 4100 und SIA 181:

- Messergebnisse in Anlehnung an DIN 4109, VDI 4100 und Schweizer Norm SIA 181 bei verschiedenen Volumenströmen gemessen in den Messräumen UG vorne und UG hinten.
- **Zusatzmessungen mit Rohrummantelung nur im Deckendurchbruch:** Abwassersystem nur in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen. Außerhalb der Deckendurchbrüche war keine Rohrummantelung angebracht. Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 4 und 5 entnommen werden.

Prüfgegenstand: Abwassersystem ohne Ummantelung in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Mörtel vergossen. Abwassersystem aus Kunststoff "Silent-Pro" der Fa. Geberit, Nennweite OD 110, bestehend aus geraden Rohren, Formteilen und Standardrohrscheiben mit Elastomereinlage "BIS Bifix G2, 108-115" und "Schall-Entkoppler" der Fa. Düker (Rohrscheiben unter der Rohrummantelung angebracht). Je Stockwerk (EG, UG) wurden zwei Rohrscheiben mit Schall-Entkoppler angebracht. Die Rohrscheiben wurden vollständig geschlossen.		Volumenstrom [l/s]			
		0,5	1,0	2,0	4,0
Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN 4109</b> gemessen im Raum	UG vorne	41	46	48	51
	UG hinten	<10	13	18	22
Installations-Schallpegel $\overline{L_{AFeq,NT}}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>VDI 4100</b> gemessen im Raum	UG vorne	38	43	45	48
	UG hinten	<10	10	15	18
Gesamtwert $L_{H,tot}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>SIA 181</b> gemessen im Raum	UG vorne	39	44	46	49
	UG hinten	<10	11	16	20

Bemerkungen:

- Schallpegel unter 10 dB(A) werden im Prüfbericht nicht angegeben, da sie eine erhöhte Messunsicherheit aufweisen und außerdem in normaler Wohnumgebung nicht wahrnehmbar sind.

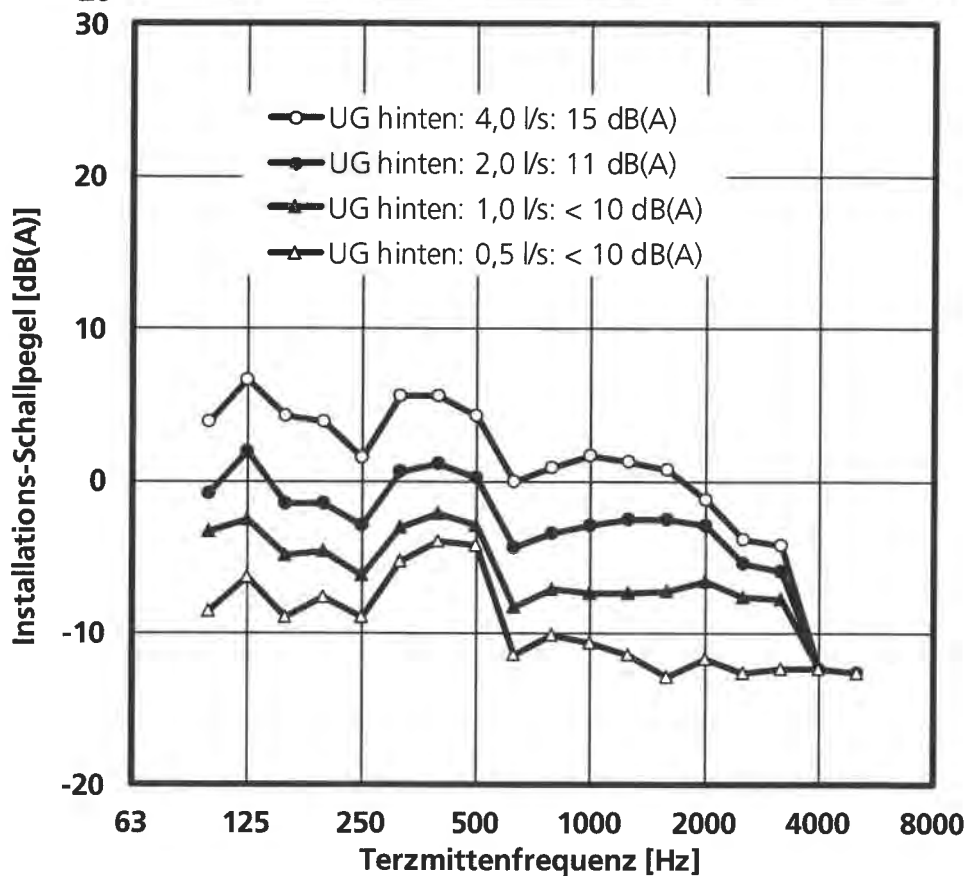
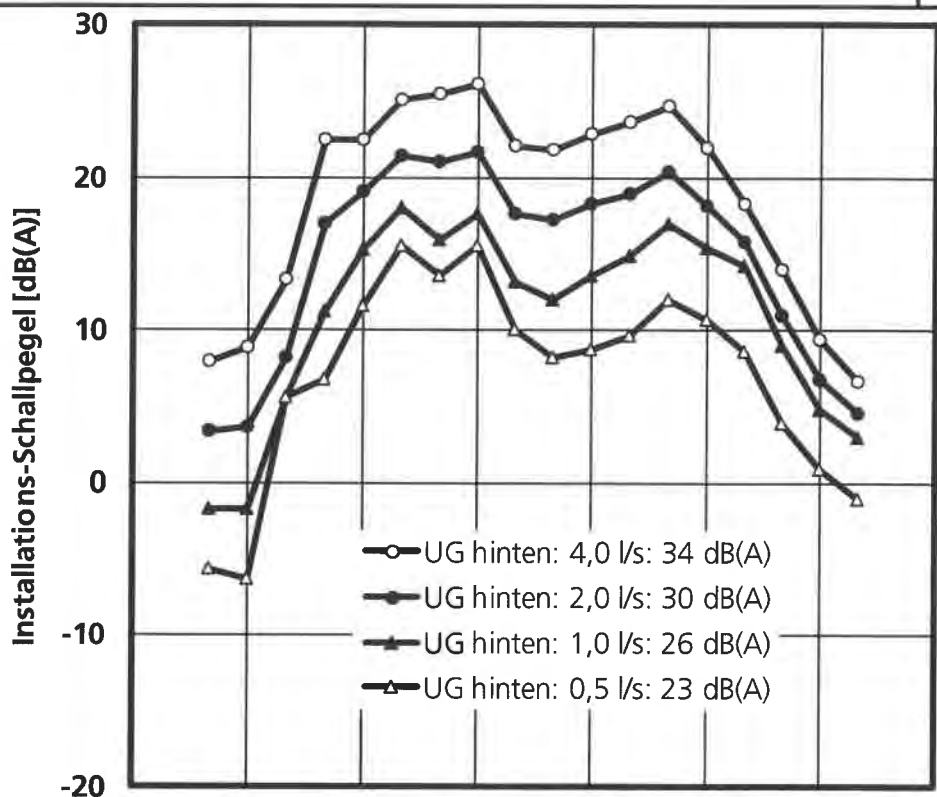


**Frequenzverlauf des Installations-Schallpegels** bei unterschiedlichen Volumenströmen im Installationsraum **UG vorne**. In der Legende sind die Installations-Schallpegel  $L_{A\text{Freq},n}$  ( $L_{in}$ ) in dB(A) in Anlehnung an DIN 4109 für den Frequenzbereich von 100 bis 5000 Hz angegeben.

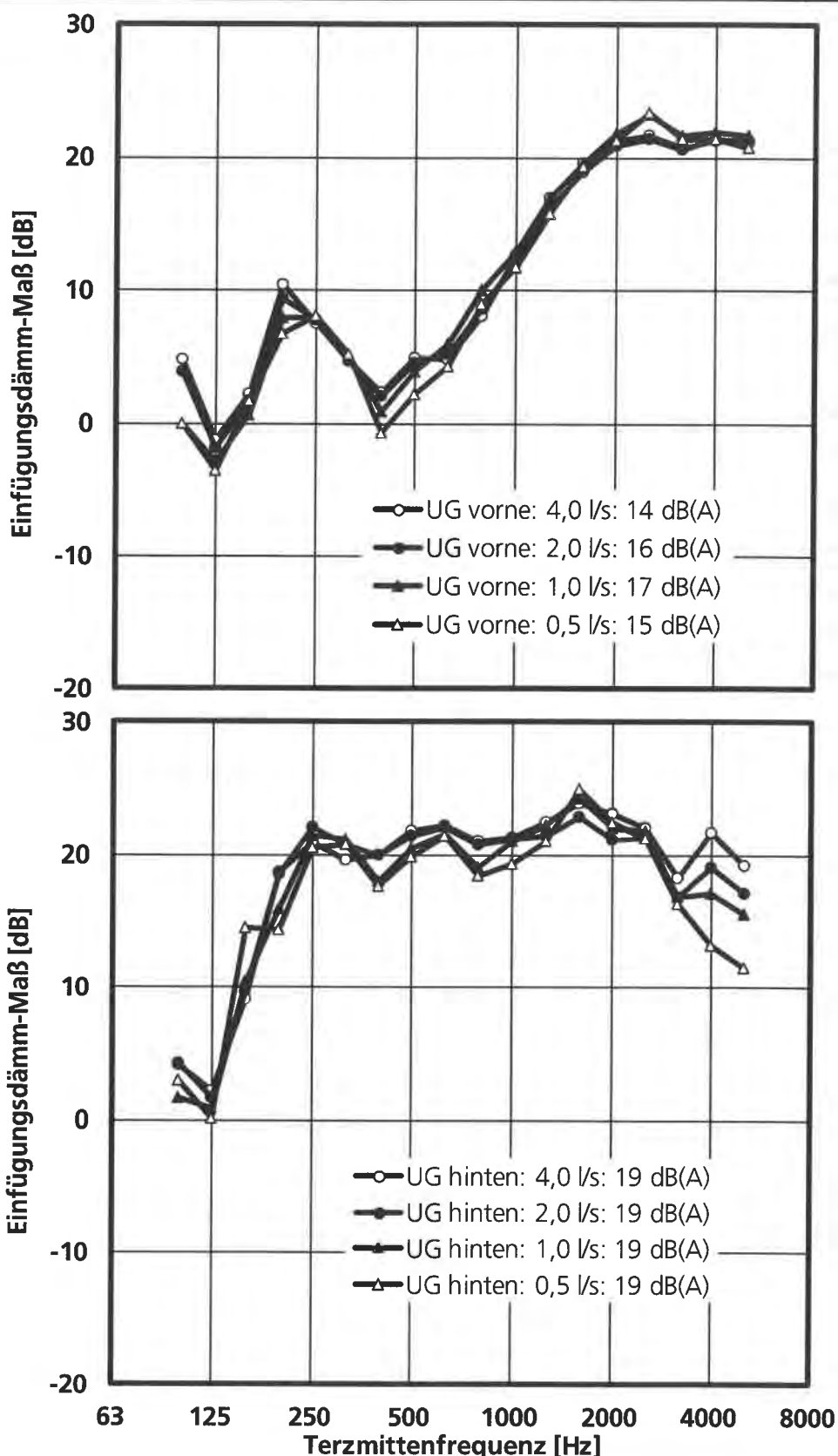
Referenzaufbau (Bild oben): Abwassersystem ohne Ummantelung, im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

Prüfaufbau (Bild unten): Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.





**Frequenzverlauf des Installations-Schallpegels** bei unterschiedlichen Volumenströmen im Installationsraum **UG hinten**. In der Legende sind die Installations-Schallpegel  $L_{A\text{Freq},n}$  ( $L_{In}$ ) in dB(A) nach DIN 4109 für den Frequenzbereich von 100 bis 5000 Hz angegeben.  
Referenzaufbau (Bild oben): Abwassersystem ohne Ummantelung, im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.  
Prüfaufbau (Bild unten): Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt u. im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

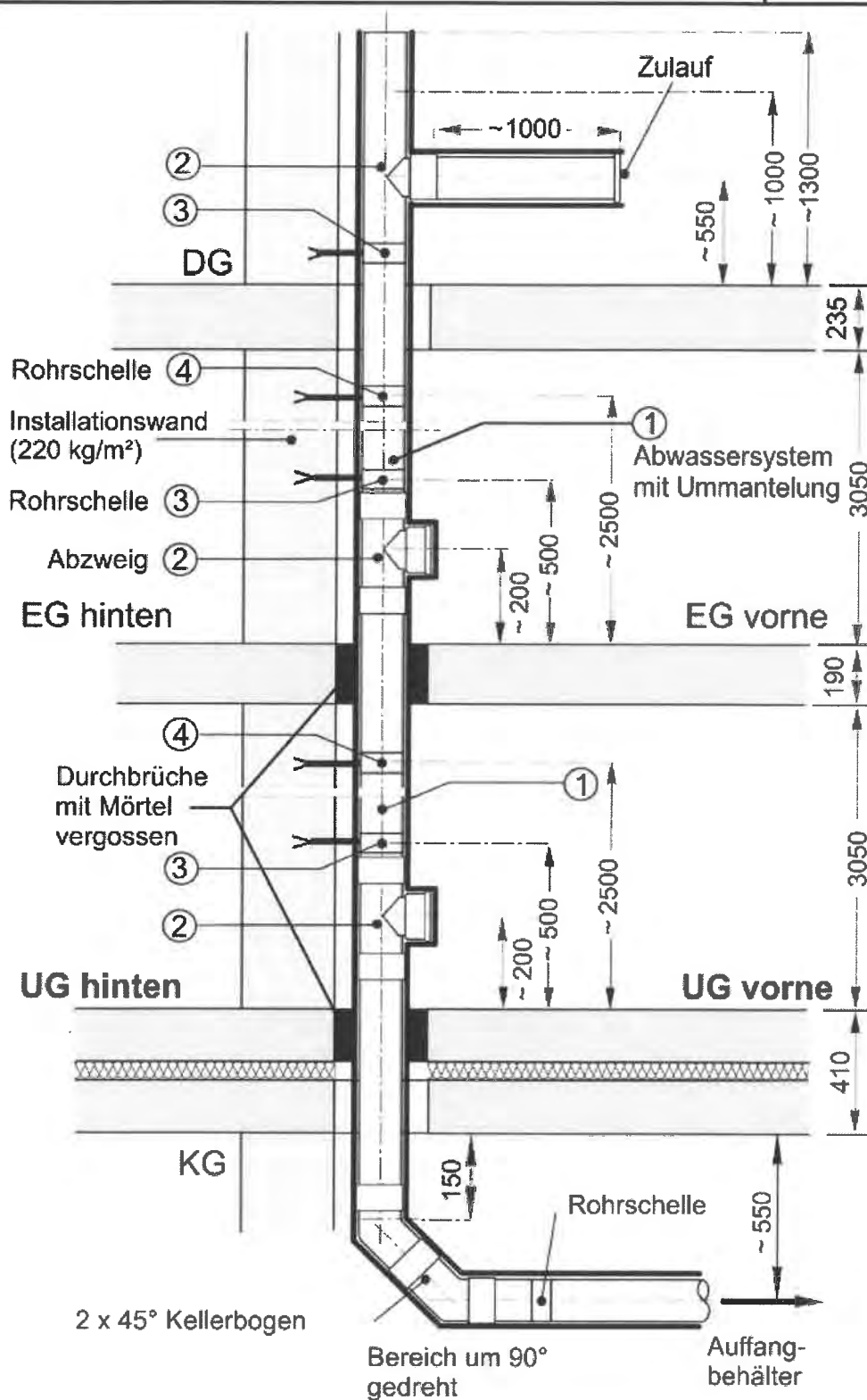


**Frequenzverlauf des Einfügungsdämm-Maßes  $D_e$**  bei Geräuschanregung mit unterschiedlichen Volumenströmen 0,5 l/s, 1,0 l/s, 2,0 l/s und 4,0 l/s, gemessen im Messraum **UG vorne (Bild oben)** und **UG hinten (Bild unten)**. In der Legende sind die A-Schallpegelminderungen  $\Delta L_{A,F}$  für den abgebildeten Frequenzbereich von 100 bis 5000 Hz angegeben.

Referenzaufbau (Bild oben): Abwassersystem ohne Ummantelung, im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

Prüfaufbau (Bild unten): Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt u. im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.





Prüfaufbau für die Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" für Abwassersysteme in Verbindung mit einem Abwassersystem aus Kunststoff "Silent-Pro" der Fa. Geberit, Nennweite OD 110, bestehend aus geraden Rohren, Formteilen und Standardrohrscheiben mit Elastomereinlage "BIS Bifix G2, 108-115" und "Schall-Entkoppler" der Fa. Düker (Rohrscheiben unter der Rohrummantelung angebracht). Je Stockwerk (EG, UG) wurden zwei Rohrscheiben mit Schall-Entkoppler angebracht. Die Rohrscheiben wurden vollständig geschlossen. Das Abwassersystem mit der Rohrummantelung wurde in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Mörtel eingegossen (ohne Maßstab, Angaben in mm).



Bild links oben: Referenzaufbau ohne Rohrummantelung, Rohrschelle mit Schallentkoppler im oberen Wandbereich.  
Bild links Mitte oben: Referenzaufbau ohne Rohrummantelung, Rohrschelle mit Schallentkoppler im unteren Wandbereich.  
Bild links Mitte unten: Prüfaufbau mit Rohrummantelung, Rohrschelle mit Schallentkoppler im oberen Wandbereich.  
Bild links unten: Prüfaufbau mit Rohrummantelung, Rohrschelle mit Schallentkoppler im unteren Wandbereich.  
Bild rechts: Prüfaufbau Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

## Messdurchführung

Das Einfügungsdämm-Maß  $D_e$  kennzeichnet die Verminderung des Installations-Schallpegels von Abwasserleitungen durch körperschallisierende Rohrummantelungen gegenüber dem ohne Rohrummantelung vorhandenen Pegel. Die Messungen werden in Anlehnung an DIN EN 14366 durchgeführt, in der die Messung der Geräusche von Abwasserinstallation beschrieben wird. Hierbei sind zwei Schritte erforderlich:

1. Messung des Installations-Schallpegels an einem Referenzaufbau ohne Rohrummantelung.
2. Messung des Installations-Schallpegels an derselben Abwasserleitung mit zu prüfender Rohrummantelung.

### Geräuschanregung

Die Geräuschanregung der Abwasserleitung erfolgt durch einen stationären Wasserstrom, wobei normalerweise Durchflussraten von 0,5, 1,0, 2,0 und 4,0 l/s eingestellt werden. Dabei entsprechen 2 l/s in etwa der mittleren Durchflussrate einer WC-Spülung.

### Referenzaufbau

Im Installationsprüfstand (genaue Beschreibung im Anhang P) wird ein vom Dachgeschoss (DG) zum Kellergeschoss (KG) führender Fallstrang verlegt, der im Dachgeschoss eine Anschlussleitung (DN 100) 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 DN 100) versehen. Die Rohre und Formstücke werden gemäß den Verlegevorschriften des Herstellers miteinander verbunden. Die Befestigung der Abwasserleitung an der Installationswand (flächenbezogene Masse  $m'' = 220 \text{ kg/m}^2$ ) erfolgt starr über handelsübliche Rohrschellen mit Profildummieinlagen, die auf den Außendurchmesser der Rohre abgestimmt sind. Abschließend wird die Rohrleitung in den Deckendurchbrüchen zwischen EG und UG sowie zwischen UG und KG mit Mörtel vergossen. Somit wird eine definierte und reproduzierbare Körperschallbrücke zwischen Bauwerk und der Rohrleitung hergestellt. Die Lage der Befestigungspunkte sowie weitere Abmessungen sind dem beigefügten Installationsplan zu entnehmen.

Durch den Wasserstrom wird die Abwasserleitung zu Schwingungen angeregt, die zum einen direkt in den Installationsraum (UG vorne) abgestrahlt werden und zum anderen über die Rohrschellen an der Installationswand und über die Körperschallbrücke in den Deckendurchbrüchen in den Baukörper übertragen und als Luftschall in den hinter der Installationswand liegenden Raum (UG hinten) abgestrahlt werden.

In den Messräumen UG vorne und UG hinten wird der Schalldruckpegel an sechs im Messraum verteilten Punkten erfasst und räumlich und zeitlich gemittelt. Hierdurch wird die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse verbessert, um den erhöhten Anforderungen an Prüfstandsmessungen Rechnung zu tragen.

### Messaufbau mit Prüfobjekten

Der Messaufbau mit Prüfobjekten entspricht in allen Einzelheiten dem Referenzaufbau. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Abwasserleitung über ihre gesamte Länge mit der Rohrummantelung umhüllt wird. In der Regel wird die Rohrummantelung über den Rohrschellen angebracht.

### Auswertung der Messung und Beurteilungsgrößen

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

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

$L_{i,F}$  räumlich und zeitlich gemittelter Schalldruckpegel in der Terz  $i$  [dB]

$L_{i,F,GG}$  Fremdgeräuschpegel in der Terz  $i$  [dB]

$$A_i = \frac{0,16 \cdot V}{T_i} \quad \text{Schallabsorptionsfläche des Messraums für die Terz } i \quad [\text{m}^2]$$

$V$  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:

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

wobei  $i$  die Nummer der Terzbänder von 100 Hz bis 5 kHz bezeichnet. Der berechnete Pegel  $L_{A\text{Feq},n}$  entspricht dem Schallpegel, der in einem mäßig möblierten Empfangsraum unter sonst gleichen Bedingungen auftritt.

Der Einfluss der Rohrummantelung wird durch das frequenzabhängige Einfügungsdämm-Maß  $D_e$  beschrieben. Die Terzwerte des Einfügungsdämm-Maßes  $D_{i,e}$  ergeben sich aus der Differenz der ohne Rohrummantelung gemessenen Terzpegel  $L_{i,A\text{Feq},n,0}$  und der mit Rohrummantelung ermittelten Terzpegel  $L_{i,A\text{Feq},n,1}$ :

$$(3) \quad D_{i,e} = L_{i,A\text{Feq},n,0} - L_{i,A\text{Feq},n,1} \quad [\text{dB}]$$

Zusätzlich wird die A-Schallpegelminderung  $\Delta L_{A\text{Feq},n}$  durch die Rohrummantelung oder Rohrbefestigung bestimmt. Die A-Schallpegelminderung wird ermittelt, indem statt der Terzpegel die entsprechenden A-bewerteten Gesamtschallpegel voneinander abgezogen werden.

$$(4) \quad \Delta L_{A\text{Feq},n} = L_{A\text{Feq},n,0} - L_{A\text{Feq},n,1} \quad [\text{dB}]$$

Die A-Schallpegelminderung stellt ein Maß für die vom menschlichen Gehör empfundene Lärminderung durch den Einbau der Rohrummantelung oder Rohrbefestigung dar. Sie bezieht sich ausschließlich auf das für die Messungen verwendete Geräuschspektrum, das durch einen stationären Wasserstrom in der Abwasserleitung erzeugt wurde und lässt sich nicht ohne weiteres auf andere Anregungsarten übertragen.

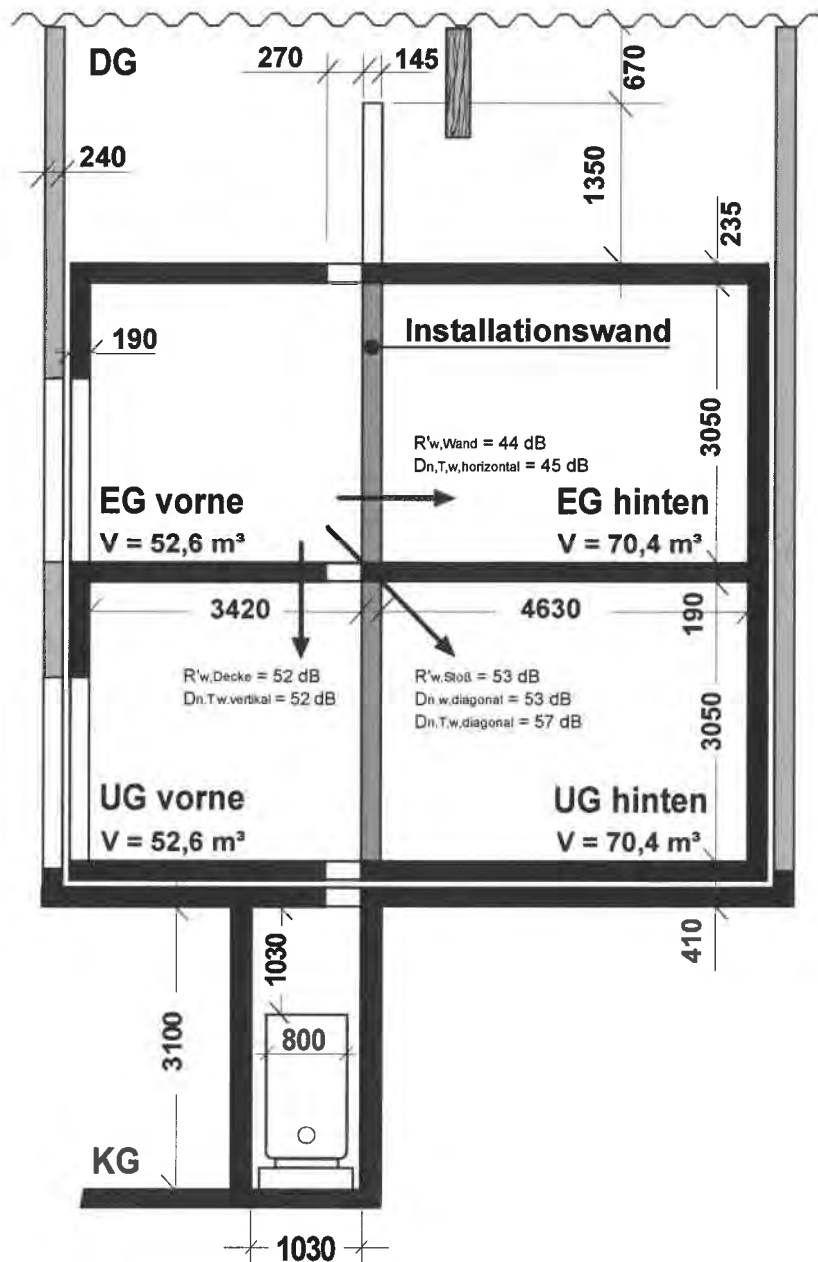
## Aussagefähigkeit der Messergebnisse

### Übertragbarkeit der Messergebnisse auf andere Bausituationen

Im Hinblick auf die praktische Anwendung muss darauf hingewiesen werden, dass die am Bau erreichbare A-Schallpegelminderung von dem im Prüfbericht angegebenen Wert abweichen kann, wenn die Abwasserleitung eine andere Geometrie als die hier untersuchte aufweist oder andere Materialien (z.B. Guss- oder Kunststoffrohre) zur Anwendung kommen. Unterschiedliche Installationsvarianten wie zum Beispiel die Montage unter Putz, die Montage mit anderen Rohrbefestigungen, etc. haben ebenfalls Einfluss auf die Einfügungsdämmung. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die erreichbare Geräuschminderung in bauüblichen Installationen durch Ausführungsmängel, die Körperschallbrücken verursachen, verringert werden kann. Bei den hier angegebenen Werten sind diese Nebenwege nicht berücksichtigt.

\*) Bei der Pegelbezeichnung von stationären Geräuschen ( $L_{AFeq,n}$ ) wird auf den für die Fastbewertung stehenden Index F häufig verzichtet. Um den Bezug zum Anforderungswert ( $L_{AFmax,n}$ ) in DIN 4109 aufrechtzuerhalten wird hier jedoch die vollständige Bezeichnung fortgeführt und der Index F mit angegeben.

## 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  $220 \text{ kg/m}^2$  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
½"-Mikrofon-Set (IEPE)	46 AE (Kapsel: Typ 40 AE-Free Field; Vorverstärker: Typ 26 CA)	G.R.A.S
1"-Mikrofon-Set	40HF (Kapsel: Typ 40EH-LowNoise; Vorverstärker: Typ 26HF; Speisemodul: Typ 12HF)	G.R.A.S
1"-Mikrofon	4179	Bruel & Kjaer
1"-Vorverstärker	2660	Bruel & Kjaer
Mikrofon-Kalibrator	4231	Bruel & Kjaer
Beschleunigungsaufnehmer	4371 und 4370	Bruel & Kjaer
Ladungsverstärker	Nexus 2692-A-014	Bruel & Kjaer
Beschleunigungsaufnehmer (IEPE)	352B	PCB Piezotronics, Inc.
Körperschall-Kalibrator	VC11	MMF
Verstärker	LBB 1935/20	Bosch Plena
Lautsprecher	MLS 82	Lanny
Vergleichsschallquelle	382	Rox
Norm-Trittschall-Hammerwerk	211	Norsonic

Bei dem verwendeten Analysator handelt es sich um ein Gerät der Genauigkeitsklasse 1. Alle Messgeräte unterliegen regelmäßig durchgeführten internen und externen Funktionskontrollen, sind kalibriert und falls erforderlich geeicht.



**Prüfbericht P-BA 58/2018**

# Geräuschverhalten einer Rohrummantelung für Abwassersysteme im Prüfstand


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

Institutsleiter  
Prof. Dr. Philip Leistner  
Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer


- Auftraggeber:** Kolektor Missel Insulations GmbH  
Max Planck Straße 23  
70736 Fellbach/Stuttgart  
Germany
- Prüfobjekt:** Rohrummantelung für Abwassersysteme "Missel MSA-KLW", der Fa.  
Missel in Verbindung mit einem Abwassersystem aus Guss "SML"
- Inhaltsverzeichnis:**
- |                  |  |
|------------------|--|
| Ergebnisblatt 1: | Zusammenfassung der Ergebnisse   |
| Tabelle 1 bis 3: | Detailergebnisse   |
| Bild 1 bis 3:    | Detailergebnisse   |
| Bild 4 und 5:    | Darstellung des Prüfobjektes, Messaufbau   |
| Anhang H2:       | Messdurchführung, Auswertung und<br>Beurteilungsgrößen, Aussagefähigkeit der<br>Messergebnisse |
| Anhang P:        | Beschreibung des Prüfstands  |
- Prüfdatum:** Die Messungen wurden am 21. März 2018 im Technikum des  
Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Stuttgart durchgeführt.

Stuttgart, 16. August 2018

Bearbeiter:

  
Dipl.-Ing.(FH) J. Mohr

Prüfstellenleiter:

  
M.BP. 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.

**Fraunhofer-Institut für Bauphysik - Prüflabor Bauakustik und Schallimmissionsschutz**

Nobelstraße 12, D-70569 Stuttgart  
Telefon +49(0) 711/970-3314; Fax -3406  
akustik@ibp.fraunhofer.de  
[www.pruefstellen.ibp.fraunhofer.de/de/akkreditierte-prueflabore.html](http://www.pruefstellen.ibp.fraunhofer.de/de/akkreditierte-prueflabore.html)



# Bestimmung des Installations-Schallpegels und der A-Schallpegelminderung im Prüfstand

P-BA 58/2018

Ergebnisblatt 1

**Auftraggeber:** Kolektor Missel Insulations GmbH, Max Planck Straße 23, 70736 Fellbach/Stuttgart, Germany

**Prüfgegenstand:** Rohrummantelung für Abwassersysteme "Missel MSA-KLW", der Fa. Missel in Verbindung mit einem Abwassersystem aus Guss "SML" und Standardrohrschellen mit Elastomereinlage und zusätzlichem Schallentkoppler. Prüfbjobjektnummer: 11205-2 (Bild 4 und 5).

**Prüfaufbau:**

- Rohrummantelung für Abwassersysteme "Missel MSA-KLW", der Fa. Missel: Kombinationsdämmung für Körperschall, Luftschall und Wärme mit mehrschaligem Materialaufbau bestehend aus innenliegender Folie, Spezial-Schaum, Schwerschicht und Gittergewebe (von innen nach außen). Gesamtdicke ca. 20 mm, Gewicht ca. 5,6 kg/m<sup>2</sup> (Herstellerangaben). Dämmsystem mit vorgefertigten Formteilen und Schnellverschluss (Klettverschluss) angebracht am Abwassersystem über den Rohrschellen entsprechend der Montageanleitung. (Details in Bild 4 und 5 und Anhang H2):
- Abwassersystem aus Guss "Düker SML DN 100" der Fa. Düker, bestehend aus geraden Rohrstücken, drei Geschoßabzweigen, einem 2 x 45°-Kellerbogen und einer waagerechten Auslaufstrecke. Material Guss. Wanddicke: 3,5 mm, Gewicht: 8,5 kg/m Dichte: 7,2 g/cm<sup>3</sup>, (Herstellerangaben). Die Verbindung der Rohre und Formteile erfolgte mittels Verbindern "Dükorapid W21 DN 100 3/13" der Fa. Dueker. Die Geschoßabzweige im Erd- und Untergeschoß wurden mit Deckeln verschlossen.
- Standard-Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage "BIS Bifix G2, 108-115" der Fa. Walraven, Spannweite 108 – 115 mm Anzugsdrehmoment 3 Nm (vollständig geschlossen) mit "Schall-Entkoppler, Artikel Nr. 239681" der Fa. Düker befestigt an der Installationswand mit Stockschrauben und Kunststoffdübeln. Je Geschoß (EG und UG) wurden zwei Rohrschellen verwendet. Die Rohrschellen waren unter der Rohrummantelung direkt am Abwassersystem angebracht.
- Das Abwassersystem wurde jeweils in den Deckendurchbrüchen zwischen EG und UG sowie zwischen UG und KG vollständig mit Mörtel vergossen.
  - Prüfaufbau: Abwassersystem mit Rohrummantelung für Abwassersysteme "Missel MSA-KLW", der Fa. Missel. Abwassersystem mit Ummantelung im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.
  - Referenzaufbau: Starre Montage des Abwassersystems. Abwassersystem ohne Ummantelung im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

Die Montage wurde durch eine vom IBP beauftragte Handwerksfirma ausgeführt.

**Prüfstand:** Installationsprüfstand P12, Flächenmasse der Installationswand: 220 kg/m<sup>2</sup>, Flächenmasse der Decke: ca. 440 kg/m<sup>2</sup>, Installationsraum: (DG), EG vorne, UG vorne und (KG). Messräume: UG vorne und UG hinten. (genaue Beschreibung im Anhang P)

**Prüfverfahren:** Messung in Anlehnung an DIN EN 14366:2005-2 und DIN 4109:1989 bei Anregung durch stationären Wasserdurchfluss mit 0,5 l/s, 1,0 l/s, 2,0 l/s und 4,0 l/s (siehe Anhänge H2 und P). Zusätzliche Auswertung der Messergebnisse nach VDI 4100 und Schweizer Norm SIA 181 (siehe Detailergebnisse).

**Ergebnis:**

Installations-Schallpegel $L_{A,eq,n}$ [dB(A)] im Raum UG vorne, in Anlehnung an DIN 4109				
Durchflussrate [l/s]	0,5	1,0	2,0	4,0
<u>Referenzaufbau:</u> Abwassersystem ohne Ummantelung. im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.	37	42	44	47
<u>Prüfaufbau:</u> Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.	20	23	28	33
<b>A-Schallpegelminderung <math>\Delta L_{A,F}</math> [dB]</b>	17	19	16	14

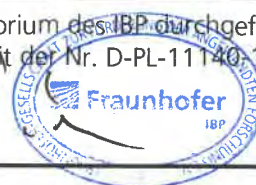
**Prüfdatum:** 21. März 2018

**Bemerkungen:** - Die A-Schallpegelminderung stellt ein Maß für die vom menschlichen Gehör empfundene Lärminderung durch den Einbau der Rohrummantelung dar. Sie bezieht sich ausschließlich auf das für die Messungen verwendete Geräuschspektrum, und lässt sich nicht ohne weiteres auf andere Anregungsarten übertragen. Das frequenzabhängige Einfügungsdämm-Maß  $D_e$  ist in Bild 3 dargestellt.



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.

Stuttgart, den 16. August 2018  
Prüfstellenleiter:



Auswertung nach DIN 4109 und VDI 4100 und SIA 181:

- Messergebnisse in Anlehnung an DIN 4109, VDI 4100 und Schweizer Norm SIA 181 bei verschiedenen Volumenströmen gemessen in den Messräumen UG vorne und UG hinten.
- **Referenzaufbau: Abwassersystem ohne Ummantelung im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.** Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 4 und 5 entnommen werden.

Prüfgegenstand: Abwassersystem ohne Ummantelung in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Mörtel vergossen. Abwassersystem aus Guss "SML" der Fa. Düker, Nennweite DN 100, bestehend aus geraden Rohren, Formteilen und Standardrohrschellen mit Elastomereinlage "BIS Bifix G2, 108-115" und "Schall-Entkoppler" der Fa. Düker (Rohrschellen unter der Rohrummantelung angebracht). Je Stockwerk (EG, UG) wurden zwei Rohrschellen mit Schall-Entkoppler angebracht. Die Rohrschellen wurden vollständig geschlossen.		Volumenstrom [l/s]			
		0,5	1,0	2,0	4,0
Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN 4109</b> gemessen im Raum	UG vorne	37	42	44	47
	UG hinten	27	31	36	40
Installations-Schallpegel $\overline{L}_{AFeq,nT}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>VDI 4100</b> gemessen im Raum	UG vorne	34	39	42	45
	UG hinten	24	27	32	36
Gesamtwert $L_{H,tot}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>SIA 181</b> gemessen im Raum	UG vorne	35	40	42	45
	UG hinten	24	28	32	36

Auswertung nach DIN 4109 und VDI 4100, SIA 181 und DIN EN 14366:

- Messergebnisse in Anlehnung an DIN 4109, VDI 4100, Schweizer Norm SIA 181, und DIN EN 14366 bei verschiedenen Volumenströmen gemessen in den Messräumen UG vorne und UG hinten.
- **Prüfaufbau: Abwassersystem mit Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.** Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 4 und 5 entnommen werden.

Prüfgegenstand: Abwassersystem mit Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Mörtel vergossen. Abwassersystem aus Guss "SML" der Fa. Düker, Nennweite DN 100, bestehend aus geraden Rohren, Formteilen und Standardrohrschellen mit Elastomereinlage "BIS Bifix G2, 108-115" und "Schall-Entkoppler" der Fa. Düker (Rohrschellen unter der Rohrummantelung angebracht). Je Stockwerk (EG, UG) wurden zwei Rohrschellen mit Schall-Entkoppler angebracht. Die Rohrschellen wurden vollständig geschlossen.	Volumenstrom [l/s]				
	0,5	1,0	2,0	4,0	
Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN 4109</b> gemessen im Raum	UG vorne	20	23	28	33
	UG hinten	<10	<10	<10	12
Installations-Schallpegel $\overline{L}_{AFeq,NT}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>VDI 4100</b> gemessen im Raum	UG vorne	17	21	26	31
	UG hinten	<10	<10	<10	<10
Gesamtwert $L_{H,tot}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>SIA 181</b> gemessen im Raum	UG vorne	17	21	26	31
	UG hinten	<10	<10	<10	10
Luftschalldruckpegel $L_{a,A}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN EN 14366</b> im Raum	UG vorne	20	23	28	33
Charakteristischer Körperschallpegel $L_{sc,A}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN EN 14366</b> im Raum	UG hinten	<10	<10	<10	<10

Bemerkungen:

- Schallpegel unter 10 dB(A) werden im Prüfbericht nicht angegeben, da sie eine erhöhte Messunsicherheit aufweisen und außerdem in normaler Wohnumgebung nicht wahrnehmbar sind.

Auftraggeber: Kolektor Missel Insulations GmbH, Max Planck Straße 23,  
70736 Fellbach/Stuttgart, Germany

**Tabelle 3**

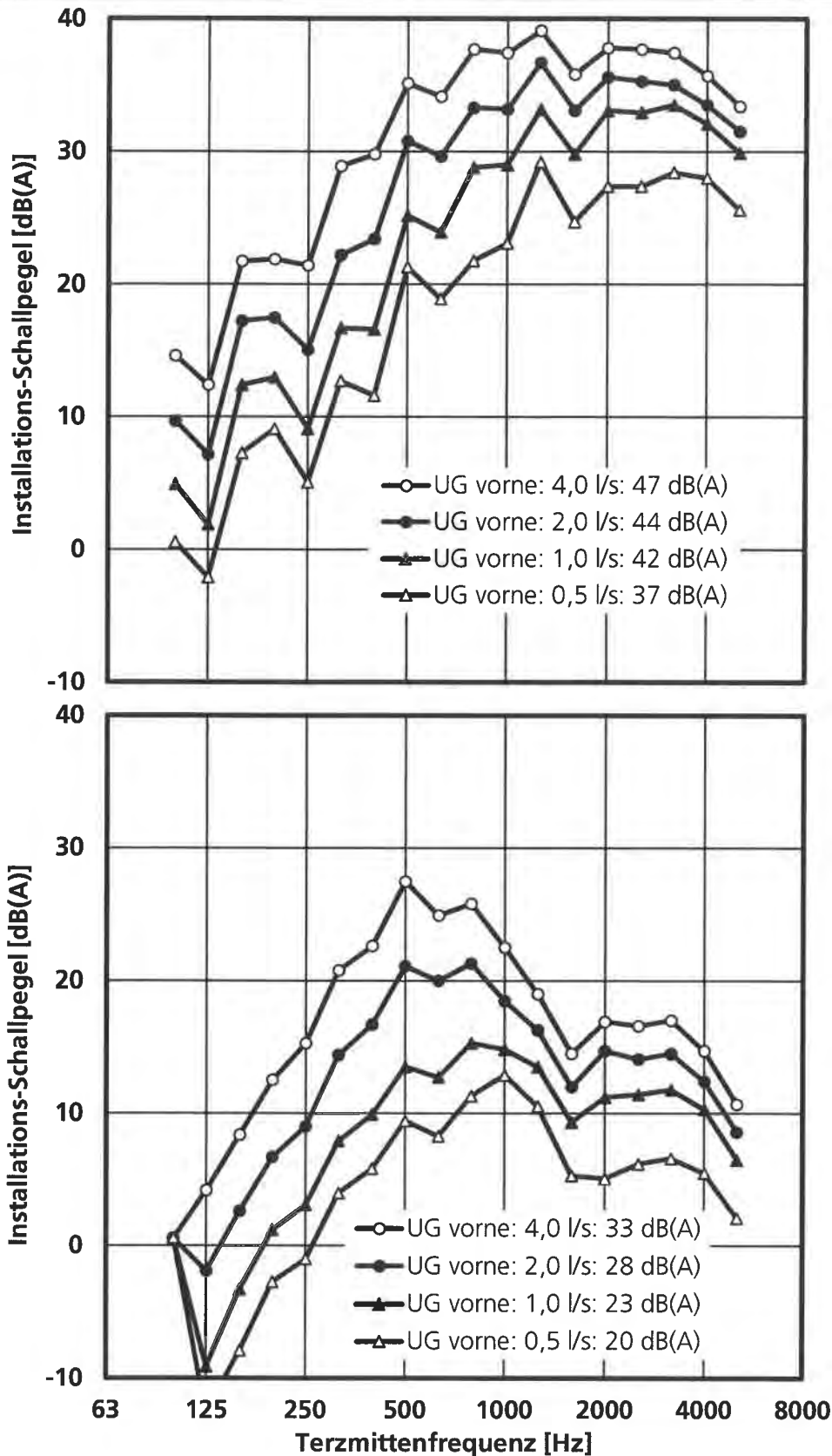
Auswertung nach DIN 4109 und VDI 4100 und SIA 181:

- Messergebnisse in Anlehnung an DIN 4109, VDI 4100 und Schweizer Norm SIA 181 bei verschiedenen Volumenströmen gemessen in den Messräumen UG vorne und UG hinten.
- **Zusatzmessungen mit Rohrummantelung nur im Deckendurchbruch:** Abwassersystem nur in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen. Außerhalb der Deckendurchbrüche war keine Rohrummantelung angebracht. Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 4 und 5 entnommen werden.

Prüfgegenstand: Abwassersystem ohne Ummantelung in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Mörtel vergossen. Abwassersystem aus Guss "SML" der Fa. Düker, Nennweite DN 100, bestehend aus geraden Rohren, Formteilen und Standardrohrschellen mit Elastomereinlage "BIS Bifix G2, 108-115" und "Schall-Entkoppler" der Fa. Düker (Rohrschellen unter der Rohrummantelung angebracht). Je Stockwerk (EG, UG) wurden zwei Rohrschellen mit Schall-Entkoppler angebracht. Die Rohrschellen wurden vollständig geschlossen.		Volumenstrom [l/s]			
		0,5	1,0	2,0	4,0
Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN 4109</b> gemessen im Raum	UG vorne	36	41	44	47
	UG hinten	<10	<10	11	16
Installations-Schallpegel $\overline{L_{AFeq,nT}}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>VDI 4100</b> gemessen im Raum	UG vorne	34	39	42	45
	UG hinten	<10	<10	<10	13
Gesamtwert $L_{H,tot}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>SIA 181</b> gemessen im Raum	UG vorne	35	40	42	45
	UG hinten	<10	<10	<10	14

Bemerkungen:

- Schallpegel unter 10 dB(A) werden im Prüfbericht nicht angegeben, da sie eine erhöhte Messunsicherheit aufweisen und außerdem in normaler Wohnumgebung nicht wahrnehmbar sind.

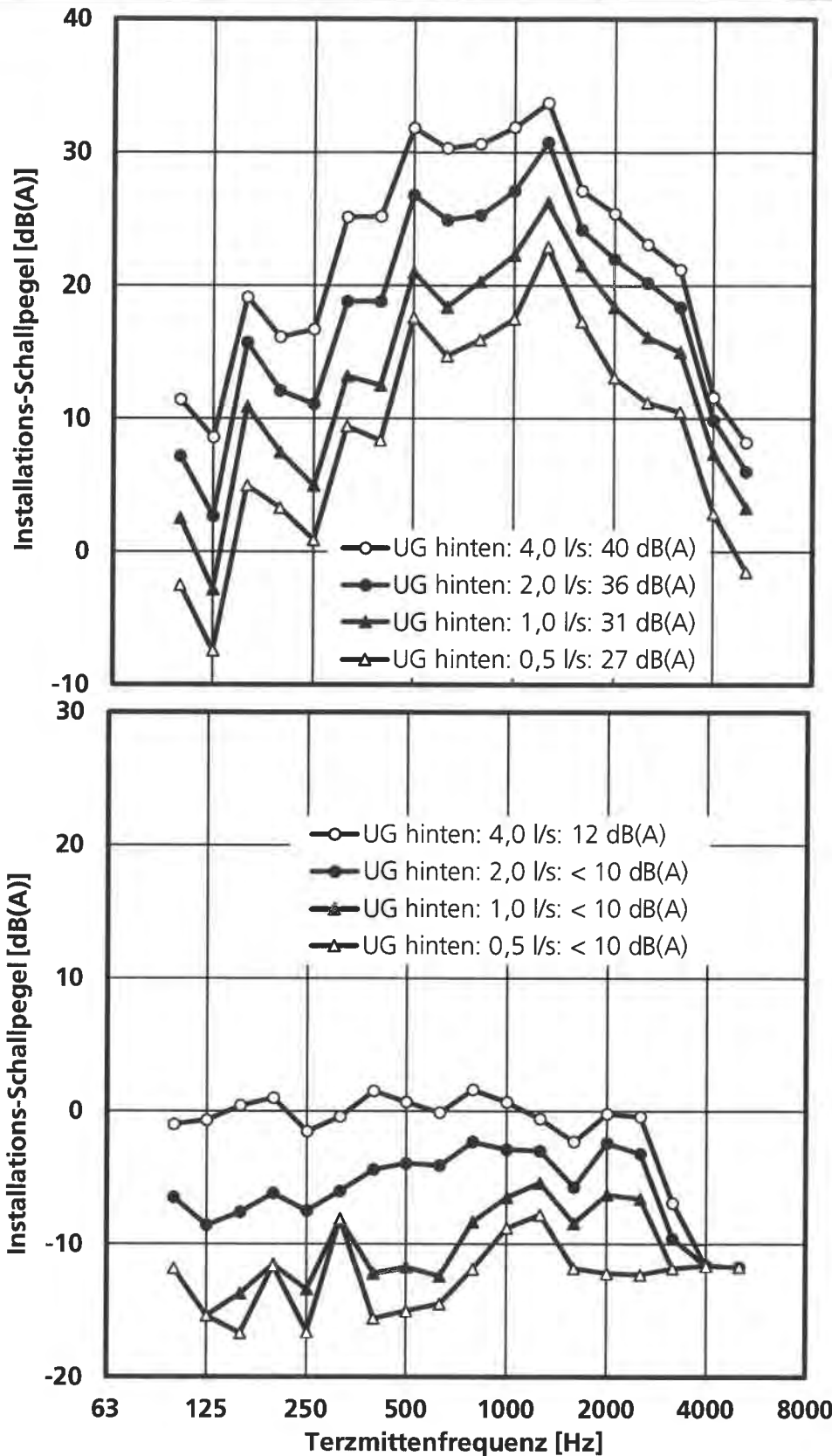


**Frequenzverlauf des Installations-Schallpegels** bei unterschiedlichen Volumenströmen im Installationsraum **UG vorne**. In der Legende sind die Installations-Schallpegel  $L_{A\text{Feg},n}$  ( $L_{In}$ ) in dB(A) in Anlehnung an DIN 4109 für den Frequenzbereich von 100 bis 5000 Hz angegeben.

Referenzaufbau (Bild oben): Abwassersystem ohne Ummantelung, im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

Prüfaufbau (Bild unten): Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt u. im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.



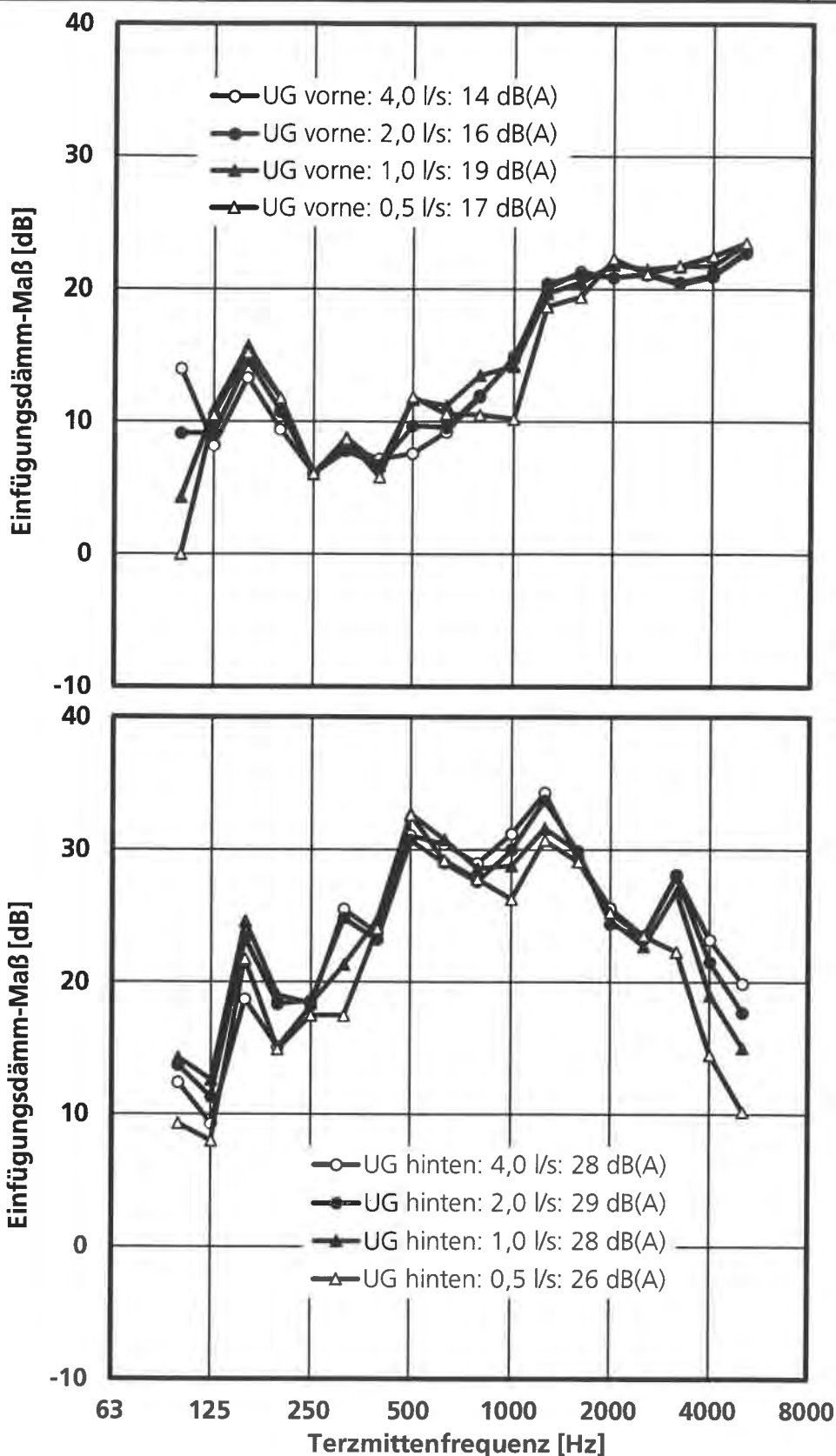


**Frequenzverlauf des Installations-Schallpegels** bei unterschiedlichen Volumenströmen im Installationsraum **UG hinten**. In der Legende sind die Installations-Schallpegel  $L_{A\text{Freq},n}$  ( $L_{in}$ ) in dB(A) nach DIN 4109 für den Frequenzbereich von 100 bis 5000 Hz angegeben.

Referenzaufbau (Bild oben): Abwassersystem ohne Ummantelung, im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

Prüfaufbau (Bild unten): Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt u. im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

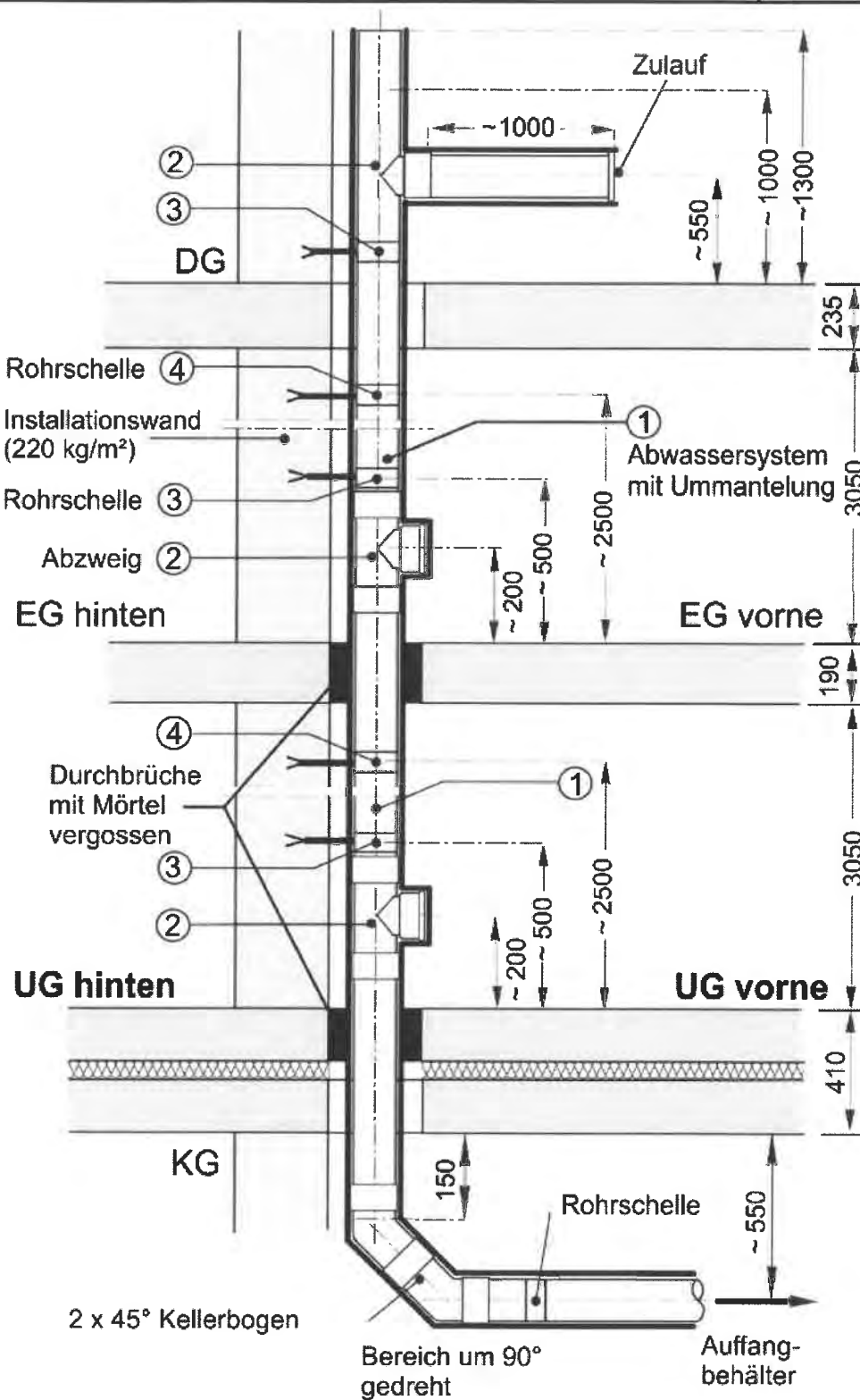




**Frequenzverlauf des Einfügungsdämm-Maßes  $D_e$**  bei Geräusch Anregung mit unterschiedlichen Volumenströmen 0,5 l/s, 1,0 l/s, 2,0 l/s und 4,0 l/s, gemessen im Messraum **UG vorne (Bild oben)** und **UG hinten (Bild unten)**. In der Legende sind die A-Schallpegelminderungen  $\Delta L_{A,F}$  für den abgebildeten Frequenzbereich von 100 bis 5000 Hz angegeben.

Referenzaufbau (Bild oben): Abwassersystem ohne Ummantelung, im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

Prüfaufbau (Bild unten): Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt u. im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.



Prüfaufbau für die Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" für Abwassersysteme Verbindung mit einem Abwassersystem aus Guss "SML" der Fa. Düker, Nennweite DN 100 und Standardrohrscheiben mit Elastomereinlage und zusätzlichem "Schall-Entkoppler" der Fa. Düker (Rohrscheiben unter der Rohrummantelung angebracht). Je Stockwerk (EG, UG) wurden zwei Rohrscheiben mit Schall-Entkoppler angebracht. Die Rohrscheiben wurden vollständig geschlossen. Das Abwassersystem mit der Rohrummantelung wurde in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Mörtel eingegossen (ohne Maßstab, Angaben in mm).



Bild links oben: Referenzaufbau ohne Rohrummantelung, Rohrschelle mit Schallentkoppler im oberen Wandbereich.  
Bild links Mitte oben: Referenzaufbau ohne Rohrummantelung, Rohrschelle mit Schallentkoppler im unteren Wandbereich.  
Bild links Mitte unten: Prüfaufbau mit Rohrummantelung, Rohrschelle mit Schallentkoppler im oberen Wandbereich.  
Bild links unten: Prüfaufbau mit Rohrummantelung, Rohrschelle mit Schallentkoppler im unteren Wandbereich.  
Bild rechts: Prüfaufbau Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

## Messdurchführung

Das Einfügungsdämm-Maß  $D_e$  kennzeichnet die Verminderung des Installations-Schallpegels von Abwasserleitungen durch körperschallisierende Rohrummantelungen gegenüber dem ohne Rohrummantelung vorhandenen Pegel. Die Messungen werden in Anlehnung an DIN EN 14366 durchgeführt, in der die Messung der Geräusche von Abwasserinstallation beschrieben wird. Hierbei sind zwei Schritte erforderlich:

1. Messung des Installations-Schallpegels an einem Referenzaufbau ohne Rohrummantelung.
2. Messung des Installations-Schallpegels an derselben Abwasserleitung mit zu prüfender Rohrummantelung.

### Geräuschanregung

Die Geräuschanregung der Abwasserleitung erfolgt durch einen stationären Wasserstrom, wobei normalerweise Durchflussraten von 0,5, 1,0, 2,0 und 4,0 l/s eingestellt werden. Dabei entsprechen 2 l/s in etwa der mittleren Durchflussrate einer WC-Spülung.

### Referenzaufbau

Im Installationsprüfstand (genaue Beschreibung im Anhang P) wird ein vom Dachgeschoss (DG) zum Kellergeschoss (KG) führender Fallstrang verlegt, der im Dachgeschoss eine Anschlussleitung (DN 100) 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 DN 100) versehen. Die Rohre und Formstücke werden gemäß den Verlegevorschriften des Herstellers miteinander verbunden. Die Befestigung der Abwasserleitung an der Installationswand (flächenbezogene Masse  $m'' = 220 \text{ kg/m}^2$ ) erfolgt starr über handelsübliche Rohrschellen mit Profilmummieinlagen, die auf den Außendurchmesser der Rohre abgestimmt sind. Abschließend wird die Rohrleitung in den Deckendurchbrüchen zwischen EG und UG sowie zwischen UG und KG mit Mörtel vergossen. Somit wird eine definierte und reproduzierbare Körperschallbrücke zwischen Bauwerk und der Rohrleitung hergestellt. Die Lage der Befestigungspunkte sowie weitere Abmessungen sind dem beigelegten Installationsplan zu entnehmen.

Durch den Wasserstrom wird die Abwasserleitung zu Schwingungen angeregt, die zum einen direkt in den Installationsraum (UG vorne) abgestrahlt werden und zum anderen über die Rohrschellen an der Installationswand und über die Körperschallbrücke in den Deckendurchbrüchen in den Baukörper übertragen und als Luftschall in den hinter der Installationswand liegenden Raum (UG hinten) abgestrahlt werden.

In den Messräumen UG vorne und UG hinten wird der Schalldruckpegel an sechs im Messraum verteilten Punkten erfasst und räumlich und zeitlich gemittelt. Hierdurch wird die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse verbessert, um den erhöhten Anforderungen an Prüfstandsmessungen Rechnung zu tragen.

### Messaufbau mit Prüfobjekten

Der Messaufbau mit Prüfobjekten entspricht in allen Einzelheiten dem Referenzaufbau. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Abwasserleitung über ihre gesamte Länge mit der Rohrummantelung umhüllt wird. In der Regel wird die Rohrummantelung über den Rohrschellen angebracht.

### Auswertung der Messung und Beurteilungsgrößen

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

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

$L_{i,F}$  räumlich und zeitlich gemittelter Schalldruckpegel in der Terz  $i$  [dB]

$L_{i,F,GG}$  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:

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

wobei  $i$  die Nummer der Terzbänder von 100 Hz bis 5 kHz bezeichnet. Der berechnete Pegel  $L_{A\text{Feq},n}$  entspricht dem Schallpegel, der in einem mäßig möblierten Empfangsraum unter sonst gleichen Bedingungen auftritt.

Der Einfluss der Rohrummantelung wird durch das frequenzabhängige Einfügungsdämm-Maß  $D_e$  beschrieben. Die Terzwerte des Einfügungsdämm-Maßes  $D_{i,e}$  ergeben sich aus der Differenz der ohne Rohrummantelung gemessenen Terzpegel  $L_{i,A\text{Feq},n,0}$  und der mit Rohrummantelung ermittelten Terzpegel  $L_{i,A\text{Feq},n,1}$ :

$$(3) \quad D_{i,e} = L_{i,A\text{Feq},n,0} - L_{i,A\text{Feq},n,1} \quad [\text{dB}]$$

Zusätzlich wird die A-Schallpegelminderung  $\Delta L_{A\text{Feq},n}$  durch die Rohrummantelung oder Rohrbefestigung bestimmt. Die A-Schallpegelminderung wird ermittelt, indem statt der Terzpegel die entsprechenden A-bewerteten Gesamtschallpegel voneinander abgezogen werden.

$$(4) \quad \Delta L_{A\text{Feq},n} = L_{A\text{Feq},n,0} - L_{A\text{Feq},n,1} \quad [\text{dB}]$$

Die A-Schallpegelminderung stellt ein Maß für die vom menschlichen Gehör empfundene Lärminderung durch den Einbau der Rohrummantelung oder Rohrbefestigung dar. Sie bezieht sich ausschließlich auf das für die Messungen verwendete Geräuschspektrum, das durch einen stationären Wasserstrom in der Abwasserleitung erzeugt wurde und lässt sich nicht ohne weiteres auf andere Anregungsarten übertragen.

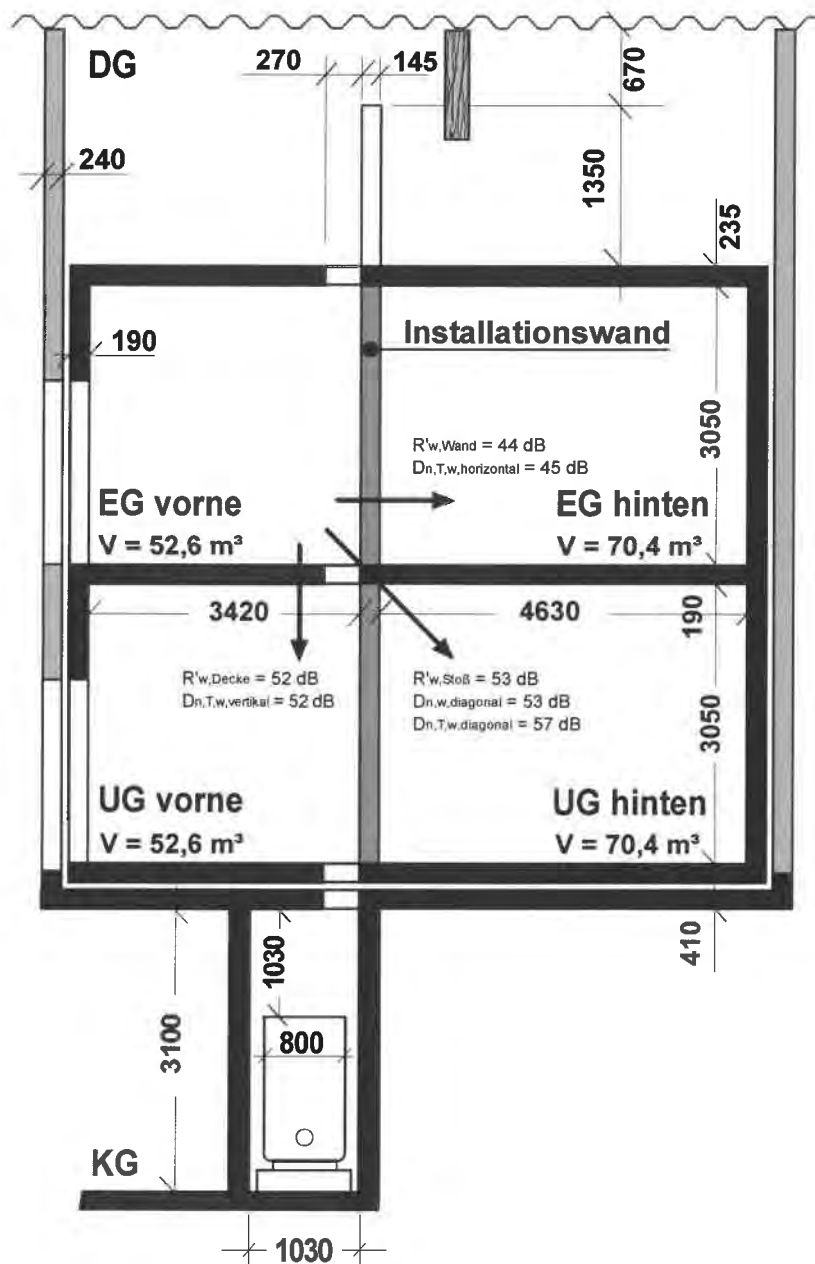
## Aussagefähigkeit der Messergebnisse

### Übertragbarkeit der Messergebnisse auf andere Bausituationen

Im Hinblick auf die praktische Anwendung muss darauf hingewiesen werden, dass die am Bau erreichbare A-Schallpegelminderung von dem im Prüfbericht angegebenen Wert abweichen kann, wenn die Abwasserleitung eine andere Geometrie als die hier untersuchte aufweist oder andere Materialien (z.B. Guss- oder Kunststoffrohre) zur Anwendung kommen. Unterschiedliche Installationsvarianten wie zum Beispiel die Montage unter Putz, die Montage mit anderen Rohrbefestigungen, etc. haben ebenfalls Einfluss auf die Einfügungsdämmung. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die erreichbare Geräuschminderung in bauüblichen Installationen durch Ausführungsmängel, die Körperschallbrücken verursachen, verringert werden kann. Bei den hier angegebenen Werten sind diese Nebenwege nicht berücksichtigt.

\*) Bei der Pegelbezeichnung von stationären Geräuschen ( $L_{AFeq,n}$ ) wird auf den für die Fastbewertung stehenden Index F häufig verzichtet. Um den Bezug zum Anforderungswert ( $L_{AFmax,n}$ ) in DIN 4109 aufrechtzuerhalten wird hier jedoch die vollständige Bezeichnung fortgeführt und der Index F mit angegeben.

## 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<sup>2</sup> nach DIN 4109 verwendet. Da die Schalldämmung dieser Wände nicht den Anforderungen an eine Wohnungstrennwand ( $R'_w \geq 53$  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<sup>2</sup>, 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
½"-Mikrofon-Set (IEPE)	46 AE (Kapsel: Typ 40 AE-Free Field; Vorverstärker: Typ 26 CA)	G.R.A.S
1"-Mikrofon-Set	40HF (Kapsel: Typ 40EH-LowNoise; Vorverstärker: Typ 26HF; Speisemodul: Typ 12HF)	G.R.A.S
1"-Mikrofon	4179	Bruel & Kjær
1"-Vorverstärker	2660	Bruel & Kjær
Mikrofon-Kalibrator	4231	Bruel & Kjær
Beschleunigungsaufnehmer	4371 und 4370	Bruel & Kjær
Ladungsverstärker	Nexus 2692-A-014	Bruel & Kjær
Beschleunigungsaufnehmer (IEPE)	352B	PCB Piezotronics, Inc.
Körperschall-Kalibrator	VC11	MMF
Verstärker	LBB 1935/20	Bosch Plena
Lautsprecher	MLS 82	Lanny
Vergleichsschallquelle	382	Rox
Norm-Trittschall-Hammerwerk	211	Norsonic

Bei dem verwendeten Analysator handelt es sich um ein Gerät der Genauigkeitsklasse 1. Alle Messgeräte unterliegen regelmäßig durchgeführten internen und externen Funktionskontrollen, sind kalibriert und falls erforderlich geeicht.

## Prüfbericht P-BA 59/2018

# Geräuschverhalten einer Rohrummantelung für Abwassersysteme im Prüfstand

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

Institutsleiter  
Prof. Dr. Philip Leistner  
Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

**Auftraggeber:** Kolektor Missel Insulations GmbH  
Max Planck Straße 23  
70736 Fellbach/Stuttgart  
Germany

**Prüfobjekt:** Rohrummantelung für Abwassersysteme "Missel MSA-KLW", der Fa.  
Missel in Verbindung mit einem leichten Abwassersystem aus  
Kunststoff


**Inhaltsverzeichnis:**

Ergebnisblatt 1:	Zusammenfassung der Ergebnisse
Tabelle 1 bis 5:	Detailergebnisse
Bild 1 bis 3:	Detailergebnisse
Bild 4 bis 7:	Darstellung des Prüfobjektes, Messaufbau
Anhang H2:	Messdurchführung, Auswertung und Beurteilungsgrößen, Aussagefähigkeit der Messergebnisse
Anhang P:	Beschreibung des Prüfstands

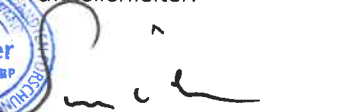
**Prüfdatum:** Die Messungen wurden am 22. und 23. März 2018 im Technikum  
des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Stuttgart durchgeführt.

Stuttgart, 16. August 2018

Bearbeiter:

  
Dipl.-Ing.(FH) J. Mohr

Prüfstellenleiter:

  
M.BP. 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.

**Fraunhofer-Institut für Bauphysik - Prüflabor Bauakustik und Schallimmissionsschutz**

Nobelstraße 12, D-70569 Stuttgart  
Telefon +49(0) 711/970-3314; Fax -3406  
akustik@ibp.fraunhofer.de  
[www.pruefstellen.ibp.fraunhofer.de/de/akkreditierte-prueflabore.html](http://www.pruefstellen.ibp.fraunhofer.de/de/akkreditierte-prueflabore.html)



# Bestimmung des Installations-Schallpegels und der A-Schallpegelminderung im Prüfstand

P-BA 59/2018

Ergebnisblatt 1

**Auftraggeber:** Kolektor Missel Insulations GmbH, Max Planck Straße 23, 70736 Fellbach/Stuttgart, Germany

**Prüfgegenstand:** Rohrummantelung für Abwassersysteme "Missel MSA-KLW", der Fa. Missel mit einem leichten Abwassersystem aus Kunststoff und Standardrohrschellen mit Elastomereinlage und zusätzlichem Schallentkoppler. Prüfbjobjektnummer: 11205-3 (Bild 4 bis 7).

**Prüfaufbau:**

- Rohrummantelung für Abwassersysteme "Missel MSA-KLW", der Fa. Missel: Kombinationsdämmung für Körperschall, Luftschall und Wärme mit mehrschaligem Materialaufbau bestehend aus innenliegender Folie, Spezial-Schaum, Schwerschicht und Gittergewebe (von innen nach außen). Gesamtdicke ca. 20 mm, Gewicht ca. 5,6 kg/m<sup>2</sup> (Herstellerangaben). Dämmsystem mit vorgefertigten Formteilen und Schnellverschluss (Klettverschluss) angebracht am Abwassersystem über den Rohrschellen entsprechend der Montageanleitung. (Details in Bild 4 bis 7 und Anhang H2):
- Leichtes Standard Abwassersystem aus Kunststoff "HT Safe DN/OD 110 x 2,7 PP-H" der Fa. Ostendorf, bestehend aus geraden Rohrstücken, drei Geschoßabzweigen, einem 2 x 45°-Kellerbogen und einer waagerechten Auslaufstrecke. Gerade Rohre mit einschichtigem Wandaufbau und angeformten Muffen. Material: PP, Wanddicke: 3,0 mm, Gewicht 1,0 kg/m Dichte: 1,0 g/cm<sup>3</sup>, (gemessen durch das IBP). Formstücke mit einschichtigem Wandaufbau. Material: PP, Wanddicke: 3,0 mm, Dichte: 1,0 g/cm<sup>3</sup> (gemessen durch das IBP). Die Verbindung der Rohre und Formteile erfolgte mittels Steckverbindung (angeformte Muffen). Die Geschoßabzweige im Erd- und Untergeschoß wurden mit Deckeln verschlossen.
- Standard-Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage "BIS Bifix G2, 108-115" der Fa. Walraven, Spannweite 108 – 115 mm Anzugsdrehmoment 3 Nm (vollständig geschlossen) mit "Schall-Entkoppler, Artikel Nr. 239681" der Fa. Düker befestigt an der Installationswand mit Stockschrauben und Kunststoffdübeln. Je Geschoß (EG und UG) wurden zwei Rohrschellen verwendet. Die Rohrschellen waren unter der Rohrummantelung direkt am Abwassersystem angebracht.
- Das Abwassersystem wurde jeweils in den Deckendurchbrüchen zwischen EG und UG sowie zwischen UG und KG vollständig mit Mörtel vergossen.
  - Prüfaufbau: Abwassersystem mit Rohrummantelung für Abwassersysteme "Missel MSA-KLW", der Fa. Missel. Abwassersystem mit Ummantelung im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.
  - Referenzaufbau: Starre Montage des Abwassersystems. Abwassersystem ohne Ummantelung im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

Die Montage wurde durch eine vom IBP beauftragte Handwerksfirma ausgeführt.

**Prüfstand:** Installationsprüfstand P12, Flächenmasse der Installationswand: 220 kg/m<sup>2</sup>, Flächenmasse der Decke: ca. 440 kg/m<sup>2</sup>, Installationsraum: (DG), EG vorne, UG vorne und (KG). Messräume: UG vorne und UG hinten. (genaue Beschreibung im Anhang P)

**Prüfverfahren:** Messung in Anlehnung an DIN EN 14366:2005-2 und DIN 4109:1989 bei Anregung durch stationären Wasserdurchfluss mit 0,5 l/s, 1,0 l/s, 2,0 l/s und 4,0 l/s (siehe Anhänge H2 und P). Zusätzliche Auswertung der Messergebnisse nach VDI 4100 und Schweizer Norm SIA 181 (siehe Detailergebnisse).

**Ergebnis:**

Installations-Schallpegel $L_{A,eq,n}$ [dB(A)] im Raum UG vorne, in Anlehnung an DIN 4109				
Durchflussrate [l/s]	0,5	1,0	2,0	4,0
Referenzaufbau: Abwassersystem ohne Ummantelung. im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.	47	51	53	55
Prüfaufbau: Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.	28	32	35	39
<b>A-Schallpegelminderung <math>\Delta L_{A,F}</math> [dB]</b>	19	19	18	16

**Prüfdatum:** 22. und 23. März 2018

**Bemerkungen:** - Die A-Schallpegelminderung stellt ein Maß für die vom menschlichen Gehör empfundene Lärminderung durch den Einbau der Rohrummantelung dar. Sie bezieht sich ausschließlich auf das für die Messungen verwendete Geräuschspektrum, und lässt sich nicht ohne weiteres auf andere Anregungsarten übertragen. Das frequenzabhängige Einfügungsdämm-Maß  $D_e$  ist in Bild 3 dargestellt.



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-11140-1-01 akkreditiert ist.

Stuttgart, den 16. August 2018  
Prüfstellenleiter:



Auswertung nach DIN 4109 und VDI 4100 und SIA 181:

- Messergebnisse in Anlehnung an DIN 4109, VDI 4100 und Schweizer Norm SIA 181 bei verschiedenen Volumenströmen gemessen in den Messräumen UG vorne und UG hinten.
- **Referenzaufbau: Abwassersystem ohne Ummantelung im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.** Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 4 und 5 entnommen werden.

<u>Prüfgegenstand:</u> Abwassersystem ohne Ummantelung in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Mörtel vergossen. Abwassersystem aus Kunststoff "HT Safe DN/OD 110 x 2,7 PP-H" der Fa. Ostendorf, Nennweite OD 110, bestehend aus geraden Rohren, Formteilen und Standardrohrschellen mit Elastomereinlage "BIS Bifix G2, 108-115" der Fa. Walraven und "Schall-Entkoppler" der Fa. Düker (Rohrschellen unter der Rohrummantelung angebracht). Je Stockwerk (EG, UG) wurden zwei Rohrschellen mit Schall-Entkoppler angebracht. Die Rohrschellen wurden vollständig geschlossen.		Volumenstrom [l/s]			
		0,5	1,0	2,0	4,0
Installations-Schallpegel $L_{A, \text{Feq}, n}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN 4109</b> gemessen im Raum	UG vorne	47	51	53	55
	UG hinten	23	27	30	36
Installations-Schallpegel $\overline{L_{A, \text{Feq}, nT}}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>VDI 4100</b> gemessen im Raum	UG vorne	45	49	51	52
	UG hinten	19	23	27	33
Gesamtwert $L_{H, \text{tot}}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>SIA 181</b> gemessen im Raum	UG vorne	45	49	51	53
	UG hinten	19	23	27	33

Auswertung nach DIN 4109 und VDI 4100, SIA 181 und DIN EN 14366:

- Messergebnisse in Anlehnung an DIN 4109, VDI 4100, Schweizer Norm SIA 181, und DIN EN 14366 bei verschiedenen Volumenströmen gemessen in den Messräumen UG vorne und UG hinten.
- **Prüfaufbau: Abwassersystem mit Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.** Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 4 und 5 entnommen werden.

Prüfgegenstand: Abwassersystem mit Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Mörtel vergossen. Abwassersystem aus Kunststoff "HT Safe DN/OD 110 x 2,7 PP-H" der Fa. Ostendorf, Nennweite OD 110, bestehend aus geraden Rohren, Formteilen und Standardrohrscheiben mit Elastomereinlage "BIS Bifix G2, 108-115" der Fa. Walraven und "Schall-Entkoppler" der Fa. Düker (Rohrscheiben unter der Rohrummantelung angebracht). Je Stockwerk (EG, UG) wurden zwei Rohrscheiben mit Schall-Entkoppler angebracht. Die Rohrscheiben wurden vollständig geschlossen.	Volumenstrom [l/s]				
		0,5	1,0	2,0	4,0
Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN 4109</b> gemessen im Raum	UG vorne	28	32	35	39
	UG hinten	<10	<10	11	17
Installations-Schallpegel $\overline{L}_{AFeq,nT}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>VDI 4100</b> gemessen im Raum	UG vorne	26	30	33	37
	UG hinten	<10	<10	<10	14
Gesamtwert $L_{H,tot}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>SIA 181</b> gemessen im Raum	UG vorne	26	30	33	37
	UG hinten	<10	<10	<10	16
Luftschalldruckpegel $L_{a,A}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN EN 14366</b> im Raum	UG vorne	28	32	35	39
Charakteristischer Körperschallpegel $L_{sc,A}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN EN 14366</b> im Raum	UG hinten	<10	<10	<10	13

Bemerkungen:

- Schallpegel unter 10 dB(A) werden im Prüfbericht nicht angegeben, da sie eine erhöhte Messunsicherheit aufweisen und außerdem in normaler Wohnumgebung nicht wahrnehmbar sind.

Auswertung nach DIN 4109 und VDI 4100 und SIA 181:

- Messergebnisse in Anlehnung an DIN 4109, VDI 4100 und Schweizer Norm SIA 181 bei verschiedenen Volumenströmen gemessen in den Messräumen UG vorne und UG hinten.
- **Zusatzmessungen mit Rohrummantelung nur im Deckendurchbruch:** Abwassersystem nur in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen. Außerhalb der Deckendurchbrüche war keine Rohrummantelung angebracht. Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 4 und 5 entnommen werden.

		Volumenstrom [l/s]			
		0,5	1,0	2,0	4,0
<p><u>Prüfgegenstand:</u> Abwassersystem nur in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen. Außerhalb der Deckendurchbrüche war keine Rohrummantelung angebracht. Abwassersystem aus Kunststoff "HT Safe DN/OD 110 x 2,7 PP-H" der Fa. Ostendorf, bestehend aus geraden Rohren, Formteilen und Standardrohrschellen mit Elastomereinlage "BIS Bifix G2, 108-115" der Fa. Walraven und "Schall-Entkoppler" der Fa. Düker. Je Stockwerk (EG, UG) wurden zwei Rohrschellen mit Schall-Entkoppler angebracht. Die Rohrschellen wurden vollständig geschlossen.</p>					
Installations-Schallpegel $L_{A, \text{F}eq, n}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN 4109</b> gemessen im Raum	UG vorne	46	50	53	55
	UG hinten	<10	14	18	24
Installations-Schallpegel $\overline{L_{A, \text{F}eq, nT}}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>VDI 4100</b> gemessen im Raum	UG vorne	44	48	50	53
	UG hinten	<10	10	15	21
Gesamtwert $L_{H, \text{tot}}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>SIA 181</b> gemessen im Raum	UG vorne	44	48	51	53
	UG hinten	<10	11	15	21

Bemerkungen:

- Schallpegel unter 10 dB(A) werden im Prüfbericht nicht angegeben, da sie eine erhöhte Messunsicherheit aufweisen und außerdem in normaler Wohnumgebung nicht wahrnehmbar sind.

Auswertung nach DIN 4109 und VDI 4100 und SIA 181:

- Messergebnisse in Anlehnung an DIN 4109, VDI 4100 und Schweizer Norm SIA 181 bei verschiedenen Volumenströmen gemessen in den Messräumen UG vorne und UG hinten.
- **Zusatzmessungen mit Rohrschellen "Bismat 2000, 133-141" der Fa. Walraven ohne "Schall-Entkoppler" der Fa. Düker über der Rohrummantelung angebracht.** Abwassersystem mit Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen. Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 6 entnommen werden.

Prüfgegenstand: Abwassersystem mit Ummantelung in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Mörtel vergossen. Abwassersystem aus Kunststoff "HT Safe DN/OD 110 x 2,7 PP-H" der Fa. Ostendorf, bestehend aus geraden Rohren, Formteilen und Standardrohrschellen mit Elastomereinlage "Bismat 2000, 133-141" der Fa. Walraven. Je Stockwerk (EG, UG) wurden zwei Rohrschellen <b>über</b> der Rohrummantelung angebracht. Die Rohrschellen wurden vollständig geschlossen.		Volumenstrom [l/s]			
		0,5	1,0	2,0	4,0
Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN 4109</b> gemessen im Raum	UG vorne	28	32	36	40
	UG hinten	<10	<10	13	19
Installations-Schallpegel $\overline{L}_{AFeq,nT}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>VDI 4100</b> gemessen im Raum	UG vorne	25	29	33	37
	UG hinten	<10	<10	<10	15
Gesamtwert $L_{H,tot}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>SIA 181</b> gemessen im Raum	UG vorne	25	30	33	38
	UG hinten	<10	<10	10	17

Bemerkungen:

- Schallpegel unter 10 dB(A) werden im Prüfbericht nicht angegeben, da sie eine erhöhte Messunsicherheit aufweisen und außerdem in normaler Wohnumgebung nicht wahrnehmbar sind.



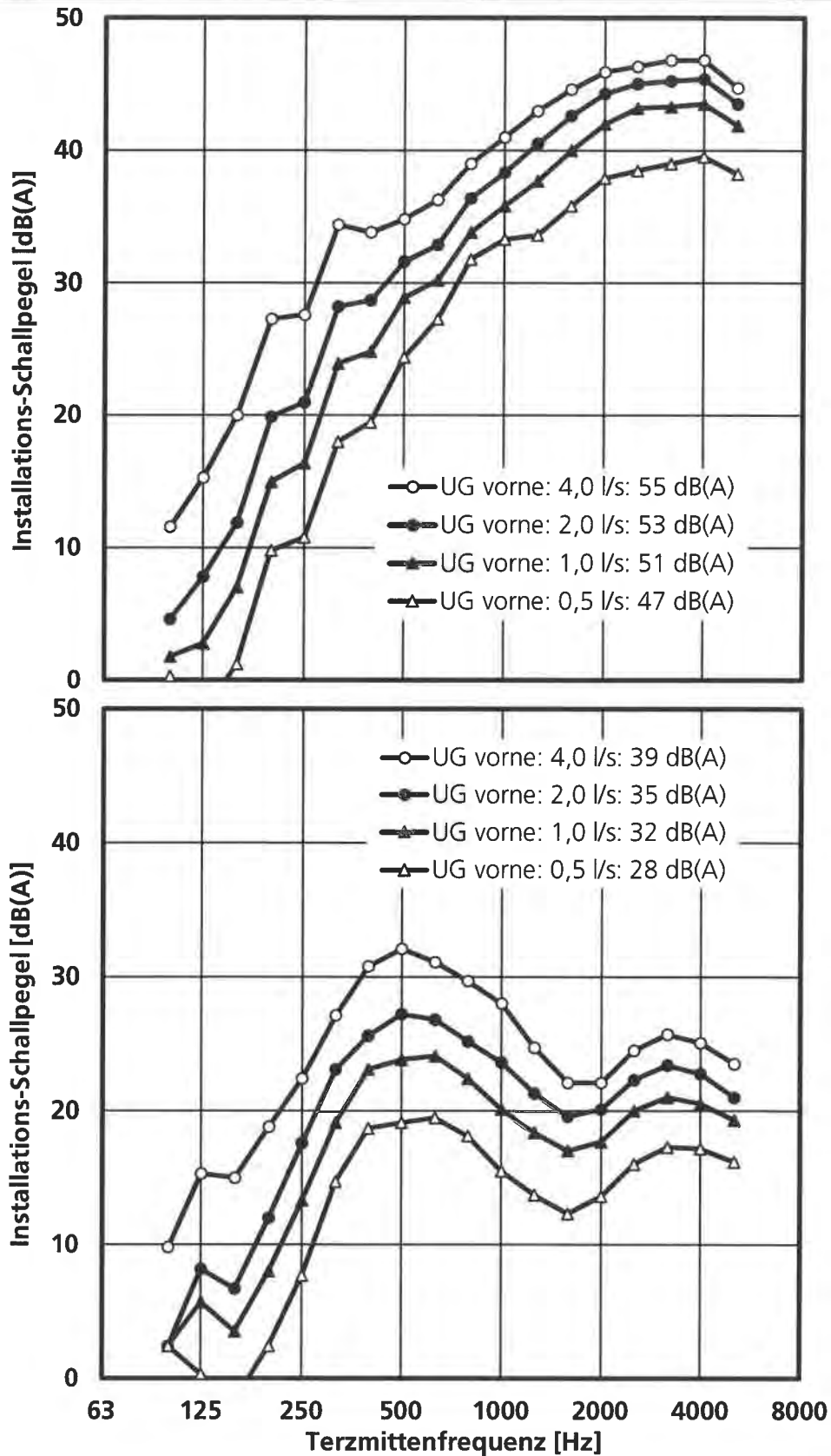
Auswertung nach DIN 4109 und VDI 4100 und SIA 181:

- Messergebnisse in Anlehnung an DIN 4109, VDI 4100 und Schweizer Norm SIA 181 bei verschiedenen Volumenströmen gemessen in den Messräumen UG vorne und UG hinten.
- **Zusatzmessungen mit Brandschutzmanschetten "Missel BSM-KR 110-112" in den Deckendurchbrüchen im EG/UG und UG/KG.** Brandschutzmanschette "Missel BSM-KR 110-112" aus intumeszierendem Material, kombiniert mit 4 mm dickem Dämmmaterial zur Körperschallentkoppelung. Abwassersystem mit Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen. Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 sowie Bild 7 entnommen werden.

Prüfgegenstand: Abwassersystem mit Ummantelung in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Brandschutzmanschetten "Missel BSM-KR 110-112" mit Mörtel vergossen. Abwassersystem aus Kunststoff "HT Safe DN/OD 110 x 2,7 PP-H" der Fa. Ostendorf, bestehend aus geraden Rohren, Formteilen und Standardrohrscheiben mit Elastomereinlage "BIS Bifix G2, 108-115" der Fa. Walraven und "Schall-Entkoppler" der Fa. Düker (Rohrscheiben unter der Rohrummantelung angebracht). Je Stockwerk (EG, UG) wurden zwei Rohrscheiben mit Schall-Entkoppler angebracht. Die Rohrscheiben wurden vollständig geschlossen.		Volumenstrom [l/s]			
		0,5	1,0	2,0	4,0
Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>DIN 4109</b> gemessen im Raum	UG vorne	28	32	35	39
	UG hinten	12	15	18	25
Installations-Schallpegel $\overline{L}_{AFeq,nT}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>VDI 4100</b> gemessen im Raum	UG vorne	25	29	33	37
	UG hinten	<10	11	15	21
Gesamtwert $L_{H,tot}$ [dB(A)] in Anlehnung an <b>SIA 181</b> gemessen im Raum	UG vorne	26	30	33	37
	UG hinten	<10	12	15	22

Bemerkungen:

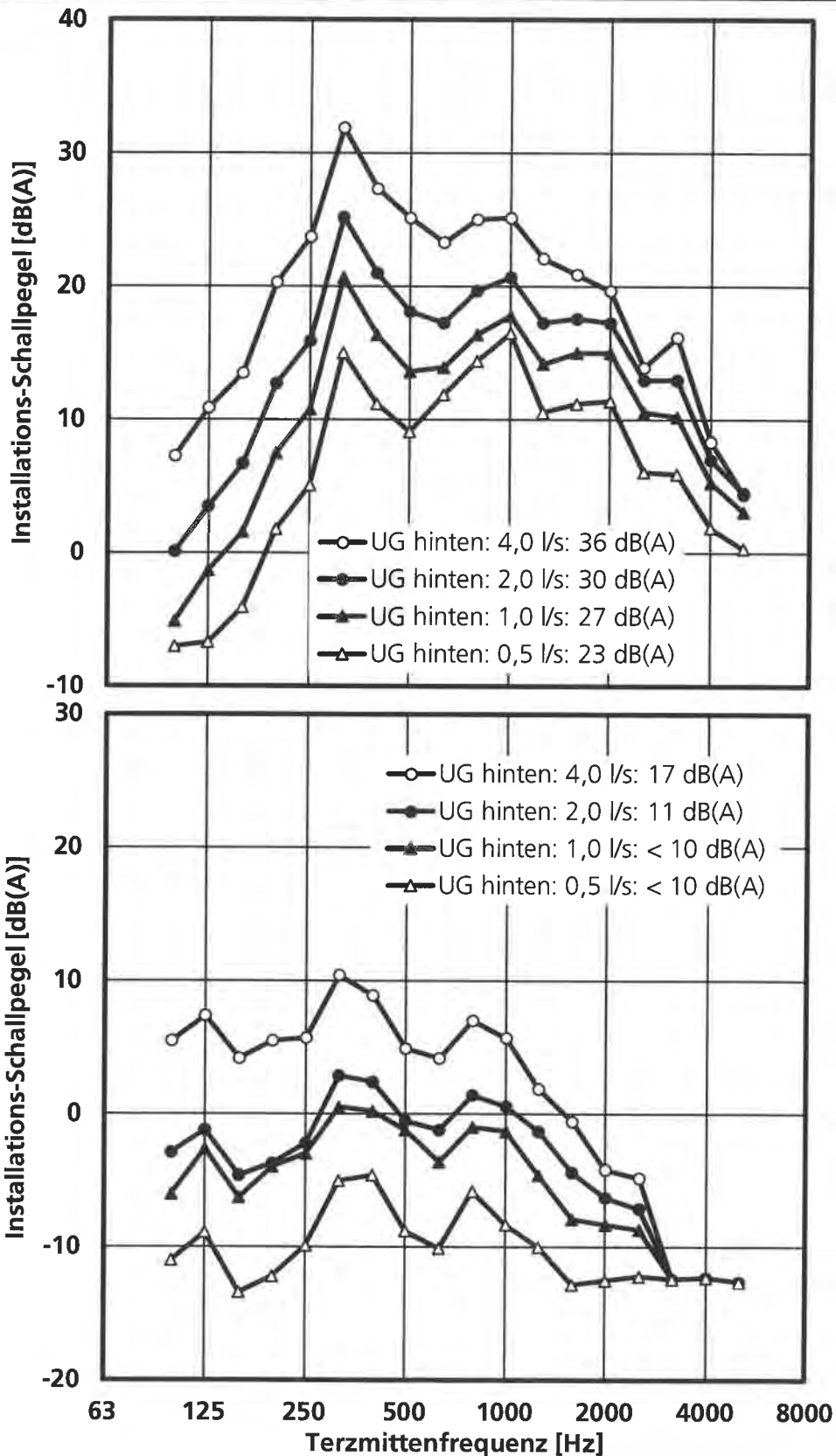
- Schallpegel unter 10 dB(A) werden im Prüfbericht nicht angegeben, da sie eine erhöhte Messunsicherheit aufweisen und außerdem in normaler Wohnumgebung nicht wahrnehmbar sind.



**Frequenzverlauf des Installations-Schallpegels** bei unterschiedlichen Volumenströmen im Installationsraum **UG vorne**. In der Legende sind die Installations-Schallpegel  $L_{A\text{Feq},n}$  in dB(A) in Anlehnung an DIN 4109 für den Frequenzbereich von 100 bis 5000 Hz angegeben.

Referenzaufbau (Bild oben): Abwassersystem ohne Ummantelung, im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

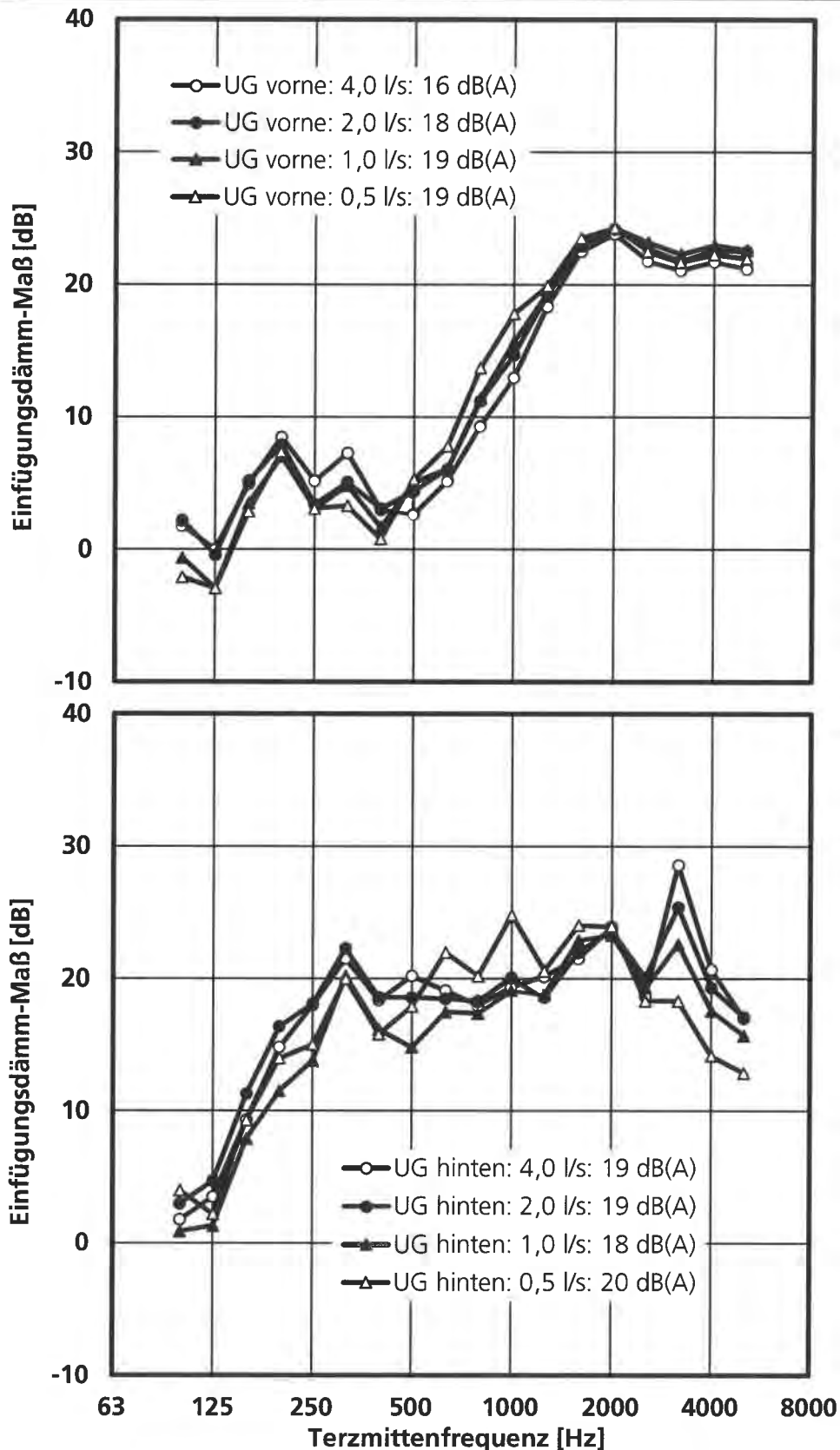
Prüfaufbau (Bild unten): Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt u. im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.



**Frequenzverlauf des Installations-Schallpegels** bei unterschiedlichen Volumenströmen im Installationsraum **UG hinten**. In der Legende sind die Installations-Schallpegel  $L_{A, \text{Freq}, n}$  in dB(A) nach DIN 4109 für den Frequenzbereich von 100 bis 5000 Hz angegeben.

Referenzaufbau (Bild oben): Abwassersystem ohne Ummantelung, im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

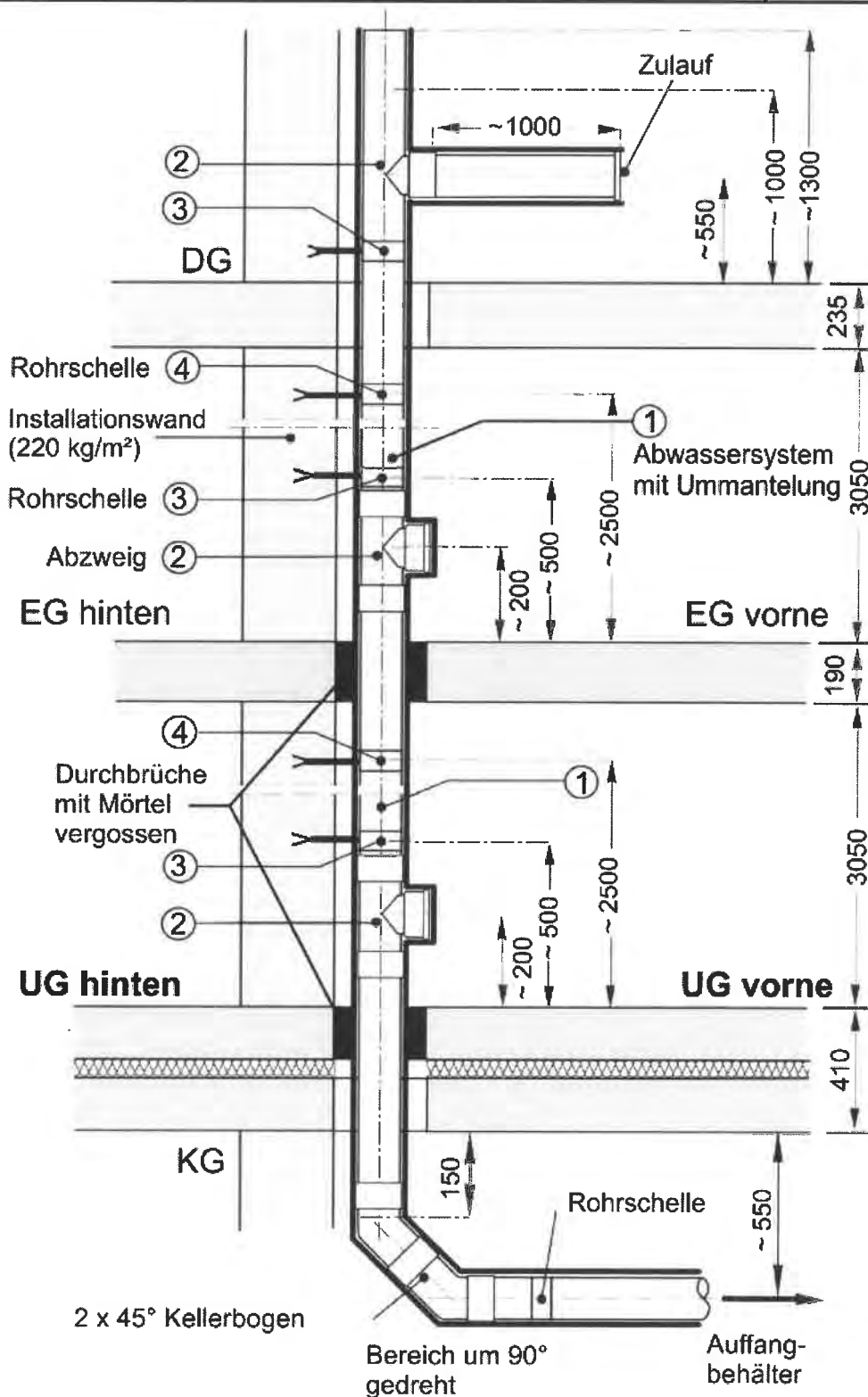
Prüfaufbau (Bild unten): Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt u. im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.



**Frequenzverlauf des Einfügungsdämm-Maßes  $D_e$**  bei Geräuschanregung mit unterschiedlichen Volumenströmen 0,5 l/s, 1,0 l/s, 2,0 l/s und 4,0 l/s, gemessen im Messraum **UG vorne (Bild oben)** und **UG hinten (Bild unten)**. In der Legende sind die A-Schallpegelminderungen  $\Delta L_{A,F}$  für den abgebildeten Frequenzbereich von 100 bis 5000 Hz angegeben.

Referenzaufbau (Bild oben): Abwassersystem ohne Ummantelung, im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.

Prüfaufbau (Bild unten): Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt u. im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.



Prüfaufbau für die Rohrummantelung "Missel MSA-KLW" für Abwassersysteme mit einem leichten Abwassersystem aus Kunststoff und Standardrohrscheiben mit Elastomereinlage und zusätzlichem "Schall-Entkoppler" der Fa. Düker (Rohrscheiben unter der Rohrummantelung angebracht). Je Stockwerk (EG, UG) wurden zwei Rohrscheiben mit Schall-Entkoppler angebracht. Die Rohrscheiben wurden vollständig geschlossen. Das Abwassersystem mit der Rohrummantelung wurde in den Deckendurchbrüchen EG/UG und UG/KG mit Mörtel eingegossen (ohne Maßstab, Angaben in mm).



Bild links oben: Referenzaufbau ohne Rohrummantelung, Rohrschelle mit Schallentkoppler im oberen Wandbereich.  
Bild links Mitte oben: Referenzaufbau ohne Rohrummantelung, Rohrschelle mit Schallentkoppler im unteren Wandbereich.  
Bild links Mitte unten: Prüfaufbau mit Rohrummantelung, Rohrschelle mit Schallentkoppler im oberen Wandbereich.  
Bild links unten: Prüfaufbau mit Rohrummantelung, Rohrschelle mit Schallentkoppler im unteren Wandbereich.  
Bild rechts: Prüfaufbau Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.



# Darstellung des Prüfobjektes, Messaufbau für die Zusatzmessung mit Rohrschellen über der Rohrummantelung angebracht

P-BA 59/2018

Auftraggeber: Kolektor Missel Insulations GmbH, Max Planck Straße 23,  
70736 Fellbach/Stuttgart, Germany

Bild 6

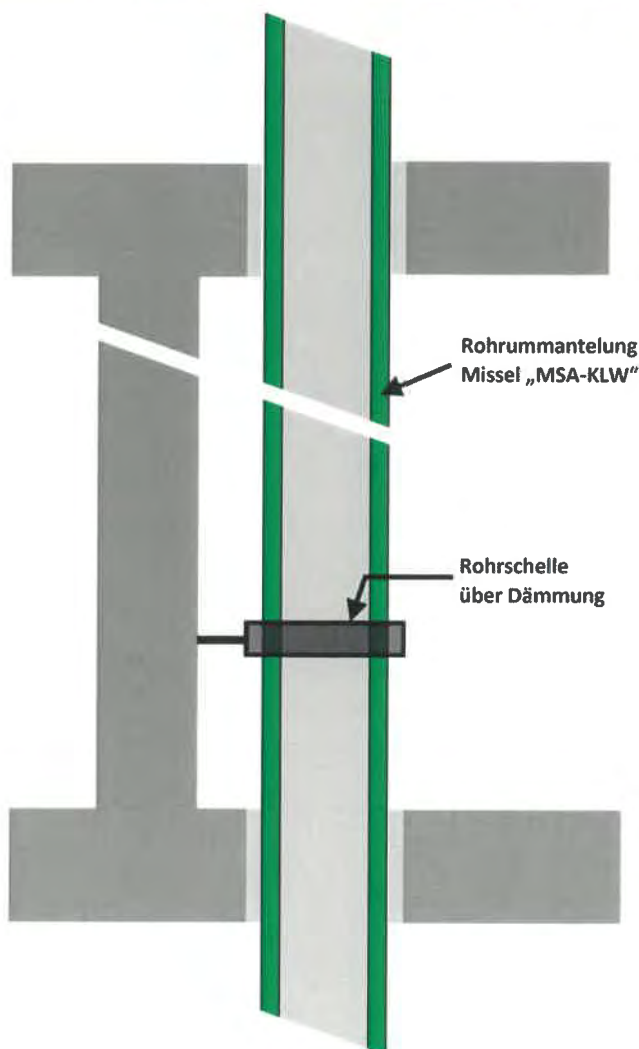


Bild links oben: Prüfaufbau im unteren Wandbereich mit Rohrummantelung, Rohrschelle über der Rohrummantelung, ohne Schallentkoppler.

Bild Mitte oben: Prüfaufbau im oberen Wandbereich mit Rohrummantelung, Rohrschelle über der Rohrummantelung, ohne Schallentkoppler.

Bild links unten: Prüfaufbau (schematisch) mit Rohrummantelung, Rohrschelle über der Rohrummantelung, ohne Schallentkoppler.

Bild rechts: Prüfaufbau Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen.  
(Bilder des Auftraggebers)

# Darstellung des Prüfobjektes, Messaufbau für die Zusatzmessung mit Brandschutzmanschetten

P-BA 59/2018

Auftraggeber: Kolektor Missel Insulations GmbH, Max Planck Straße 23,  
70736 Fellbach/Stuttgart, Germany

Bild 7

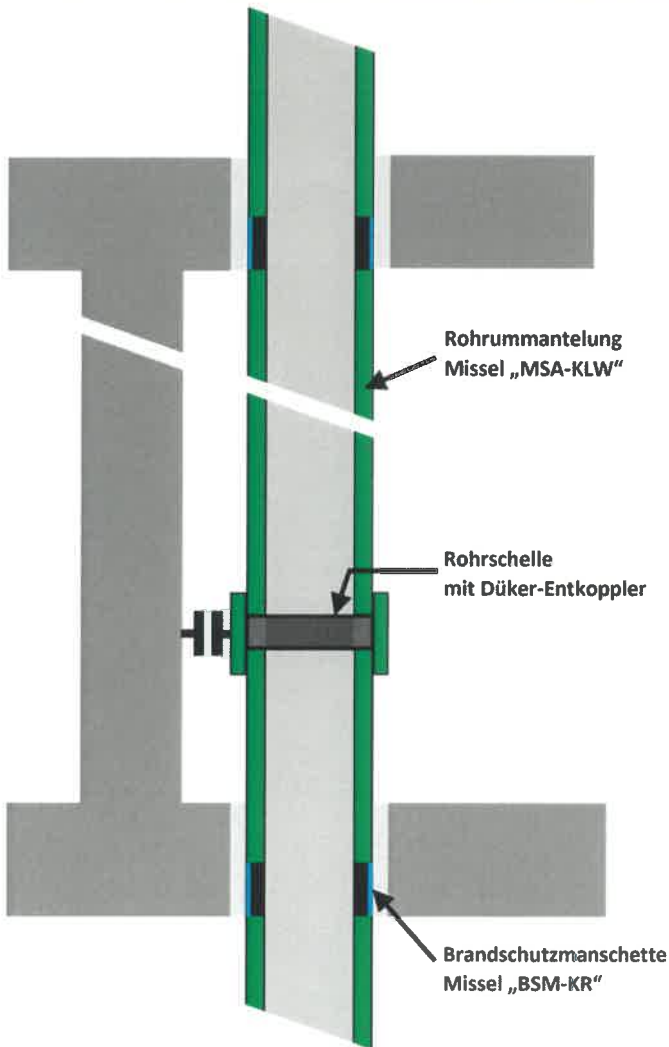


Bild links oben: Prüfaufbau im unteren Wandbereich mit Rohrummantelung, Rohrschelle unter der Rohrummantelung, mit Schallentkoppler und Brandschutzmanschette "BSM-KR" im Deckendurchbruch.

Bild Mitte oben: Prüfaufbau im oberen Wandbereich mit Rohrummantelung, Rohrschelle unter der Rohrummantelung, mit Schallentkoppler und Brandschutzmanschette "BSM-KR" im Deckendurchbruch.

Bild links unten: Prüfaufbau (schematisch) mit Rohrummantelung, Rohrschelle unter der Rohrummantelung, mit Schallentkoppler und Brandschutzmanschette "BSM-KR" im Deckendurchbruch.

Bild rechts: Prüfaufbau Abwassersystem mit "Missel MSA-KLW" ummantelt und im Deckendurchbruch mit Mörtel vergossen mit Brandschutzmanschette "BSM-KR". (Bilder des Auftraggebers)



## Messdurchführung

Das Einfügdämmmaß  $D_e$  kennzeichnet die Verminderung des Installations-Schallpegels von Abwasserleitungen durch körperschallisolierende Rohrummantelungen gegenüber dem ohne Rohrummantelung vorhandenen Pegel. Die Messungen werden in Anlehnung an DIN EN 14366 durchgeführt, in der die Messung der Geräusche von Abwasserinstallation beschrieben wird. Hierbei sind zwei Schritte erforderlich:

1. Messung des Installations-Schallpegels an einem Referenzaufbau ohne Rohrummantelung.
2. Messung des Installations-Schallpegels an derselben Abwasserleitung mit zu prüfender Rohrummantelung.

### Geräuschanregung

Die Geräuschanregung der Abwasserleitung erfolgt durch einen stationären Wasserstrom, wobei normalerweise Durchflussraten von 0,5, 1,0, 2,0 und 4,0 l/s eingestellt werden. Dabei entsprechen 2 l/s in etwa der mittleren Durchflussrate einer WC-Spülung.

### Referenzaufbau

Im Installationsprüfstand (genaue Beschreibung im Anhang P) wird ein vom Dachgeschoss (DG) zum Kellergeschoss (KG) führender Fallstrang verlegt, der im Dachgeschoss eine Anschlussleitung (DN 100) 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 DN 100) versehen. Die Rohre und Formstücke werden gemäß den Verlegevorschriften des Herstellers miteinander verbunden. Die Befestigung der Abwasserleitung an der Installationswand (flächenbezogene Masse  $m'' = 220 \text{ kg/m}^2$ ) erfolgt starr über handelsübliche Rohrschellen mit Profilmummieinlagen, die auf den Außendurchmesser der Rohre abgestimmt sind. Abschließend wird die Rohrleitung in den Deckendurchbrüchen zwischen EG und UG sowie zwischen UG und KG mit Mörtel vergossen. Somit wird eine definierte und reproduzierbare Körperschallbrücke zwischen Bauwerk und der Rohrleitung hergestellt. Die Lage der Befestigungspunkte sowie weitere Abmessungen sind dem beigefügten Installationsplan zu entnehmen.

Durch den Wasserstrom wird die Abwasserleitung zu Schwingungen angeregt, die zum einen direkt in den Installationsraum (UG vorne) abgestrahlt werden und zum anderen über die Rohrschellen an der Installationswand und über die Körperschallbrücke in den Deckendurchbrüchen in den Baukörper übertragen und als Luftschall in den hinter der Installationswand liegenden Raum (UG hinten) abgestrahlt werden.

In den Messräumen UG vorne und UG hinten wird der Schalldruckpegel an sechs im Messraum verteilten Punkten erfasst und räumlich und zeitlich gemittelt. Hierdurch wird die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse verbessert, um den erhöhten Anforderungen an Prüfstandsmessungen Rechnung zu tragen.

### Messaufbau mit Prüfobjekten

Der Messaufbau mit Prüfobjekten entspricht in allen Einzelheiten dem Referenzaufbau. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Abwasserleitung über ihre gesamte Länge mit der Rohrummantelung umhüllt wird. In der Regel wird die Rohrummantelung über den Rohrschellen angebracht.

### Auswertung der Messung und Beurteilungsgrößen

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

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

$L_{i,F}$  räumlich und zeitlich gemittelter Schalldruckpegel in der Terz i [dB]

$L_{i,F,GG}$  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:

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

wobei i die Nummer der Terzbänder von 100 Hz bis 5 kHz bezeichnet. Der berechnete Pegel  $L_{AFeq,n}$  entspricht dem Schallpegel, der in einem mäßig möblierten Empfangsraum unter sonst gleichen Bedingungen auftritt.

Der Einfluss der Rohrummantelung wird durch das frequenzabhängige Einfügungsdämm-Maß  $D_{i,e}$  beschrieben. Die Terzwerte des Einfügungsdämm-Maßes  $D_{i,e}$  ergeben sich aus der Differenz der ohne Rohrummantelung gemessenen Terzpegel  $L_{i,AFeq,n,0}$  und der mit Rohrummantelung ermittelten Terzpegel  $L_{i,AFeq,n,1}$ :

$$(3) \quad D_{i,e} = L_{i,AFeq,n,0} - L_{i,AFeq,n,1} \quad [\text{dB}]$$

Zusätzlich wird die A-Schallpegelminderung  $\Delta L_{AFeq,n}$  durch die Rohrummantelung oder Rohrbefestigung bestimmt. Die A-Schallpegelminderung wird ermittelt, indem statt der Terzpegel die entsprechenden A-bewerteten Gesamtschallpegel voneinander abgezogen werden.

$$(4) \quad \Delta L_{AFeq,n} = L_{AFeq,n,0} - L_{AFeq,n,1} \quad [\text{dB}]$$

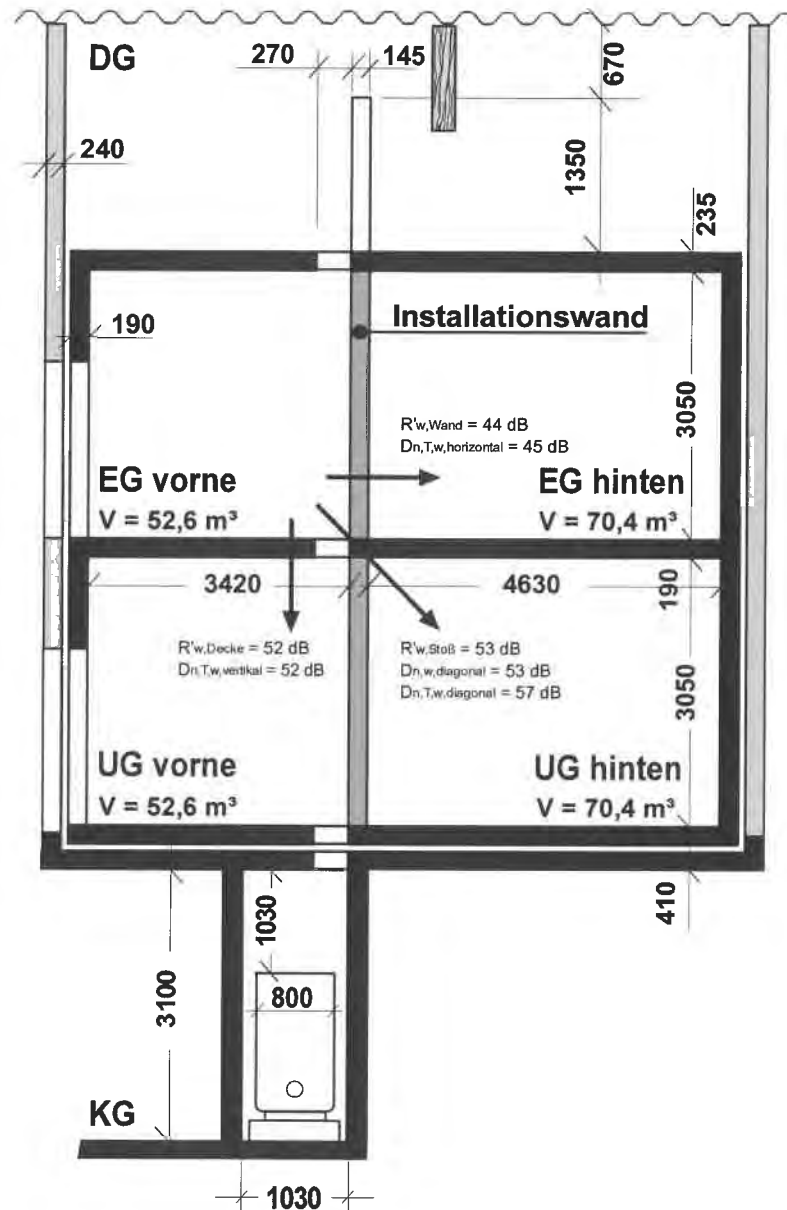
Die A-Schallpegelminderung stellt ein Maß für die vom menschlichen Gehör empfundene Lärminderung durch den Einbau der Rohrummantelung oder Rohrbefestigung dar. Sie bezieht sich ausschließlich auf das für die Messungen verwendete Geräuschspektrum, das durch einen stationären Wasserstrom in der Abwasserleitung erzeugt wurde und lässt sich nicht ohne weiteres auf andere Anregungsarten übertragen.

**Aussagefähigkeit der Messergebnisse**Übertragbarkeit der Messergebnisse auf andere Bausituationen

Im Hinblick auf die praktische Anwendung muss darauf hingewiesen werden, dass die am Bau erreichbare A-Schallpegelminderung von dem im Prüfbericht angegebenen Wert abweichen kann, wenn die Abwasserleitung eine andere Geometrie als die hier untersuchte aufweist oder andere Materialien (z.B. Guss- oder Kunststoffrohre) zur Anwendung kommen. Unterschiedliche Installationsvarianten wie zum Beispiel die Montage unter Putz, die Montage mit anderen Rohrbefestigungen, etc. haben ebenfalls Einfluss auf die Einfügungsdämmung. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die erreichbare Geräuschkürzung in bauüblichen Installationen durch Ausführungsmängel, die Körperschallbrücken verursachen, verringert werden kann. Bei den hier angegebenen Werten sind diese Nebenwege nicht berücksichtigt.

<sup>\*)</sup> Bei der Pegelbezeichnung von stationären Geräuschen ( $L_{A\text{F}eq,n}$ ) wird auf den für die Fastbewertung stehenden Index F häufig verzichtet. Um den Bezug zum Anforderungswert ( $L_{A\text{F}max,n}$ ) in DIN 4109 aufrechtzuerhalten wird hier jedoch die vollständige Bezeichnung fortgeführt und der Index F mit angegeben.

## 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<sup>2</sup> nach DIN 4109 verwendet. Da die Schalldämmung dieser Wände nicht den Anforderungen an eine Wohnungstrennwand ( $R'_{w} \geq 53$  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<sup>2</sup>, 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
½"-Mikrofon-Set (IEPE)	46 AE (Kapsel: Typ 40 AE-Free Field; Vorverstärker: Typ 26 CA)	G.R.A.S
1"-Mikrofon-Set	40HF (Kapsel: Typ 40EH-LowNoise; Vorverstärker: Typ 26HF; Speisemodul: Typ 12HF)	G.R.A.S
1"-Mikrofon	4179	Bruel & Kjær
1"-Vorverstärker	2660	Bruel & Kjær
Mikrofon-Kalibrator	4231	Bruel & Kjær
Beschleunigungsaufnehmer	4371 und 4370	Bruel & Kjær
Ladungsverstärker	Nexus 2692-A-014	Bruel & Kjær
Beschleunigungsaufnehmer (IEPE)	352B	PCB Piezotronics, Inc.
Körperschall-Kalibrator	VC11	MMF
Verstärker	LBB 1935/20	Bosch Plena
Lautsprecher	MLS 82	Lanny
Vergleichsschallquelle	382	Rox
Norm-Trittschall-Hammerwerk	211	Norsonic

Bei dem verwendeten Analysator handelt es sich um ein Gerät der Genauigkeitsklasse 1. Alle Messgeräte unterliegen regelmäßig durchgeführten internen und externen Funktionskontrollen, sind kalibriert und falls erforderlich geeicht.