

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 214/2010

# Geräuschverhalten eines Abwassersystems im Prüfstand

**Auftraggeber:** Düker GmbH & Co. KGaA  
Würzburger Straße 10  
97753 Karlstadt/Main  
GERMANY

**Prüfobjekt:** Abwassersystem aus Gusseisen (SML) "Düker SML" der Firma  
Düker mit unterschiedlichen Rohrschellen.

**Inhaltsverzeichnis:**

Tabelle 1:	Zusammenfassung der Ergebnisse
Bilder 1 bis 5:	Detailergebnisse
Bild 6:	Darstellung Versuchsaufbau
Anhang A:	Messaufbau, Geräuschanregung und Beurteilungsgrößen
Anhang F:	Auswertung
Anhang P:	Beschreibung des Prüfstands

Die Prüfung wurde in einem Prüflaboratorium des IBP  
durchgeführt, das nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch das DAP mit  
der Nr. DAP-PL-3743.26 akkreditiert ist.

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

Stuttgart, 14. Dezember 2010

Bearbeiter:  Prüfstellenleiter: 

Dipl.-Ing. (FH) J. Mohr

Dr. rer. nat. L. Weber



# Bestimmung des Installations-Schallpegels $L_{in}$ im Prüfstand

P-BA 214/2010  
Tabelle 1

- Auftraggeber:** Düker GmbH & Co. KGaA, Würzburger Straße 10, 97753 Karlstadt/Main, GERMANY
- Prüfobjekt:** Abwassersystem aus Gusseisen (SML) "Düker SML, DN 100" der Firma Düker mit Stahlrohrschellen ohne Elastomereinlage und mit "Schall-Entkoppler" der Firma Düker (Prüfobjekt S 10320-01) bzw. mit Standard Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage (Prüfobjekt S 10320-02).
- Prüfaufbau:** Montage des Abwassersystems nach Bild 6 sowie Anhang A. Zunächst wurde das Abwassersystem "Düker SML, DN 100" mit Stahlrohrschellen ohne Elastomereinlage und mit "Düker Schall-Entkoppler" montiert und die Messungen durchgeführt. Anschließend wurden die Rohrschellen gegen Standard Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage ausgetauscht und die Messungen erneut durchgeführt.
- Abwassersystem "Düker SML, DN 100": Muffenlose gusseiserne Abflussrohre und Formstücke geprüft und gefertigt nach DIN EN 877, mit GEG Prüfzeichen. Durchmesser DN 100, OD 110, Rohrgewicht ca. 8,4 kg/m. Verbindung der Rohre mit "Dükorapid Verbinder".
  - Rohrschellen: Stahlrohrschellen ohne Elastomereinlage und mit "Schall-Entkoppler" (Art. Nr. 239681) der Fa. Düker bzw. Standard Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage. Je Stockwerk wurden zwei Rohrschellen montiert. Alle Rohrschellen als Festschellen, vollständig geschlossen, mit Stocksrauben und Kunststoffdübeln an der Installationswand angebracht.
  - Fallrohrstütze (Art.Nr. 661564) mit Auflagering der Fa. Düker angebracht im KG.
- Das Abwassersystem bestand aus Abwasserrohren DN 100, drei Geschossabzweigen, einem 2 x 45°-Kellerbogen mit dazwischenliegender Beruhigungsstrecke und einer waagrechten Auslaufstrecke. Die Geschossabzweige in den Räumen EG vorne und UG vorne waren mit Deckeln verschlossen. Die Verbindung der Rohre erfolgte mittels "Dükorapid Verbinder" der Firma Düker. Der Aufbau des Abwassersystems erfolgte durch den Auftraggeber.
- Prüfstand:** Installationsprüfstand P12, Flächenmasse der Installationswand: 220 kg/m<sup>2</sup>, Installationsräume: KG, UG vorne, EG vorne und DG, Messräume: UG vorne, UG hinten (genaue Beschreibung in Anhang P und DIN EN 14366: 2005-02). Die vorliegende Raumanordnung entspricht z.B. zwei übereinander angeordneten Wohn- oder Schlafräumen mit daneben liegenden Sanitärräumen.
- Prüfverfahren:** Versuchsaufbau und Messung nach DIN EN 14366. Anregung durch stationären Wasserdurchfluss mit 0,5 l/s, 1,0 l/s, 2,0 l/s und 4,0 l/s (genaue Beschreibung in den Anhängen A und F).

**Ergebnis:**

Abwassersystem "Düker SML" mit Stahlrohrschellen ohne Elastomereinlage und mit "Schall-Entkoppler"				
Volumenstrom [l/s]	0,5	1,0	2,0	4,0
Installations-Schallpegel $L_{in}$ im Raum UG vorne [dB(A)]	37	42	44	48
Installations-Schallpegel $L_{in}$ im Raum UG hinten [dB(A)]	<10	<10	<10	13
Luftschalldruckpegel $L_{p,A}$ [dB(A)] <sup>1)</sup>	37	42	44	48
Charakteristischer Körperschallpegel $L_{sc,A}$ [dB(A)] <sup>1)</sup>	<10	<10	<10	11
Abwassersystem "Düker SML" mit Standard Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage				
Volumenstrom [l/s]	0,5	1,0	2,0	4,0
Installations-Schallpegel $L_{in}$ im Raum UG vorne [dB(A)]	38	42	45	48
Installations-Schallpegel $L_{in}$ im Raum UG hinten [dB(A)]	11	16	20	26
Luftschalldruckpegel $L_{p,A}$ [dB(A)] <sup>1)</sup>	38	42	45	48
Charakteristischer Körperschallpegel $L_{sc,A}$ [dB(A)] <sup>1)</sup>	<10	14	19	24

<sup>1)</sup> Auswertung nach DIN EN 14366

**Prüfdatum:** 13. und 14. Oktober 2010

- 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.
  - Die Anforderungen der DIN 4109 an den Installations-Schallpegel  $L_{in}$  gelten nur für den Raum UG hinten (schutzbedürftiger Raum). Der untersuchte Prüfgegenstand erfüllt in Verbindung mit der im Prüfstand vorhandenen Bausituation die Anforderungen an den Installations-Schallpegel der DIN 4109 (Änderung DIN 4109/A1:2001).



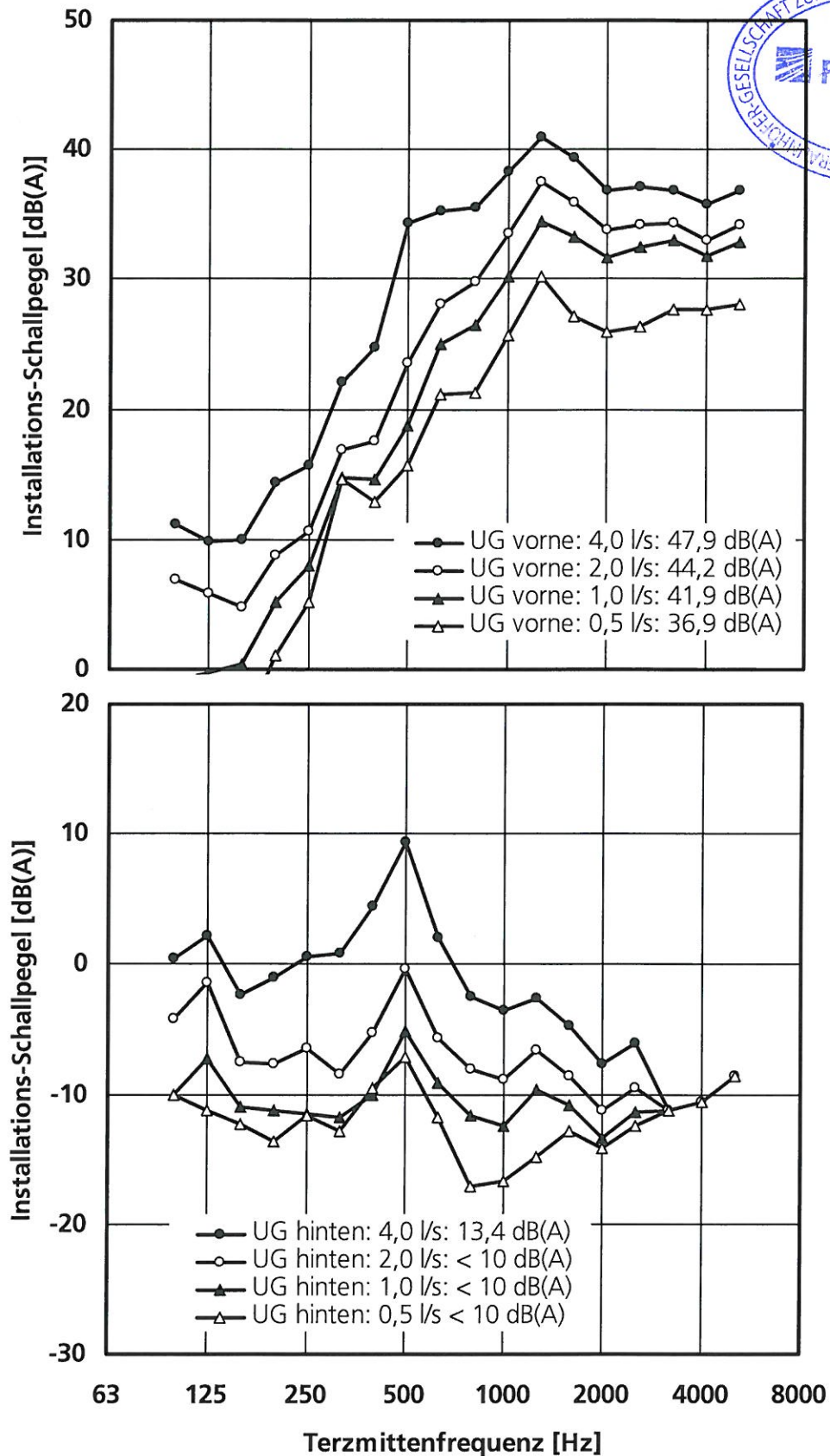
Die Prüfung wurde in einem Prüflaboratorium des IBP durchgeführt, das nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch das DAP mit der Nr. DAP-PL-3743.26 akkreditiert ist.

Stuttgart, den 14. Dezember 2010

Prüfstellenleiter:

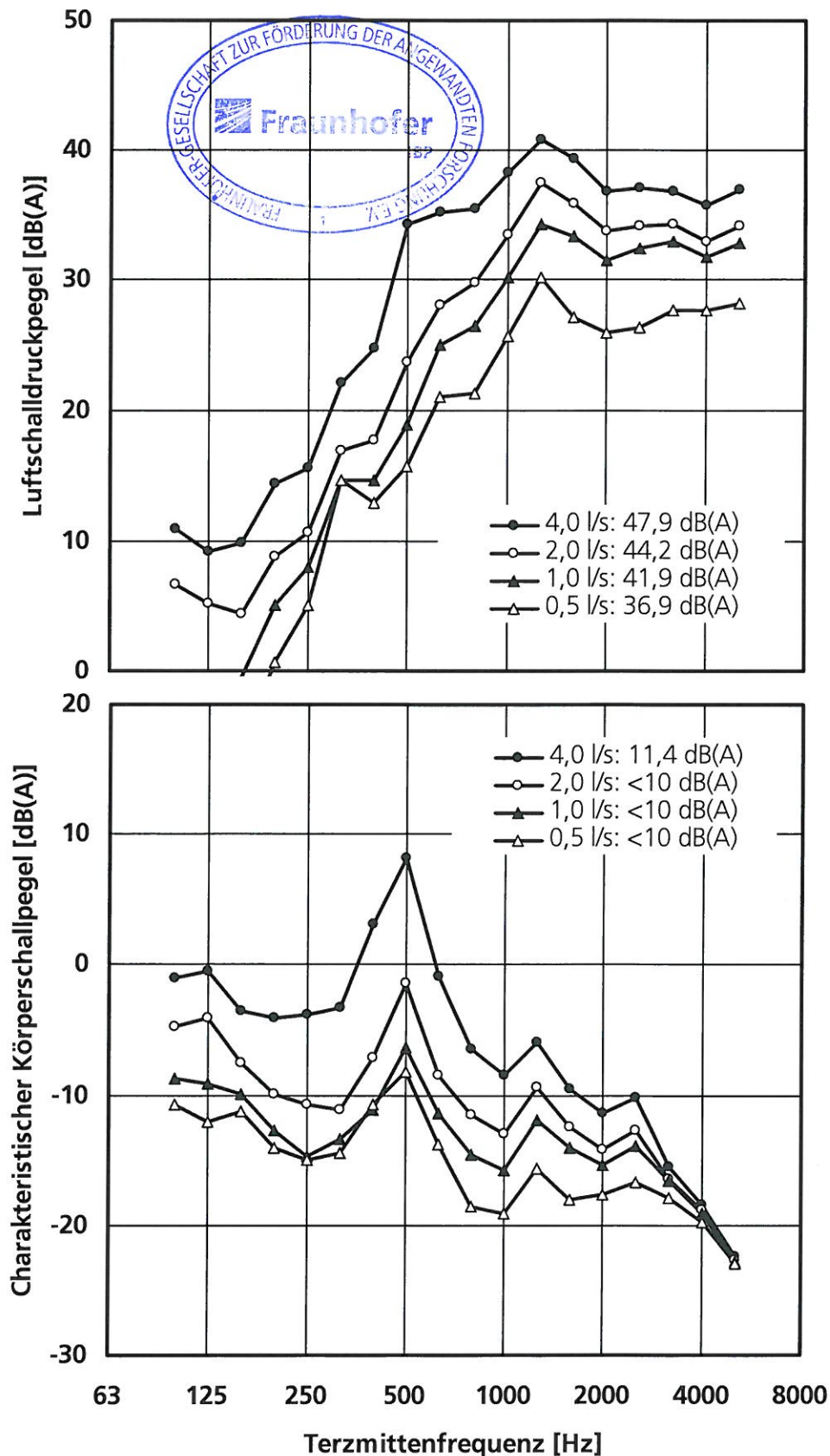






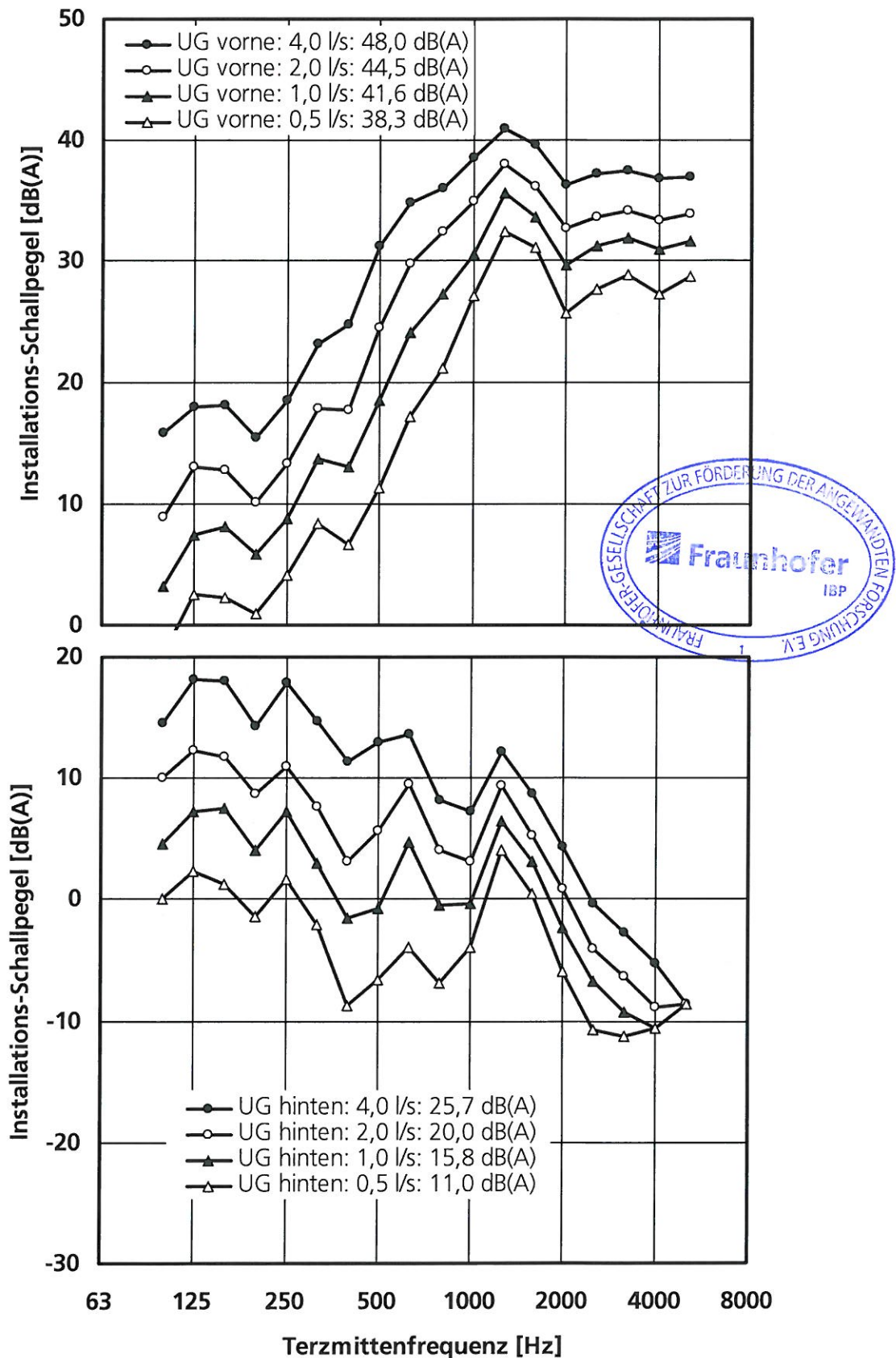
**Bild 1** Abwassersystem "Düker SML" montiert nach Bild 6 mit Stahlrohrschellen ohne Elastomereinlage und mit "Düker Schall-Entkoppler". Frequenzspektrum des Installations-Schallpegels bei verschiedenen Volumenströmen, gemessen im Raum UG vorne (oben) bzw. UG hinten (unten).

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** Abwassersystem "Düker SML" montiert nach Bild 6 mit Stahlrohrschellen ohne Elastomereinlage und mit "Düker Schall-Entkoppler". Frequenzspektren des Luftschalldruckpegels  $L_{a,A}$  (oben) und des charakteristischen Körperschallpegels  $L_{s,c,A}$  (unten) bei verschiedenen Volumenströmen (Auswertung nach DIN EN 14366).

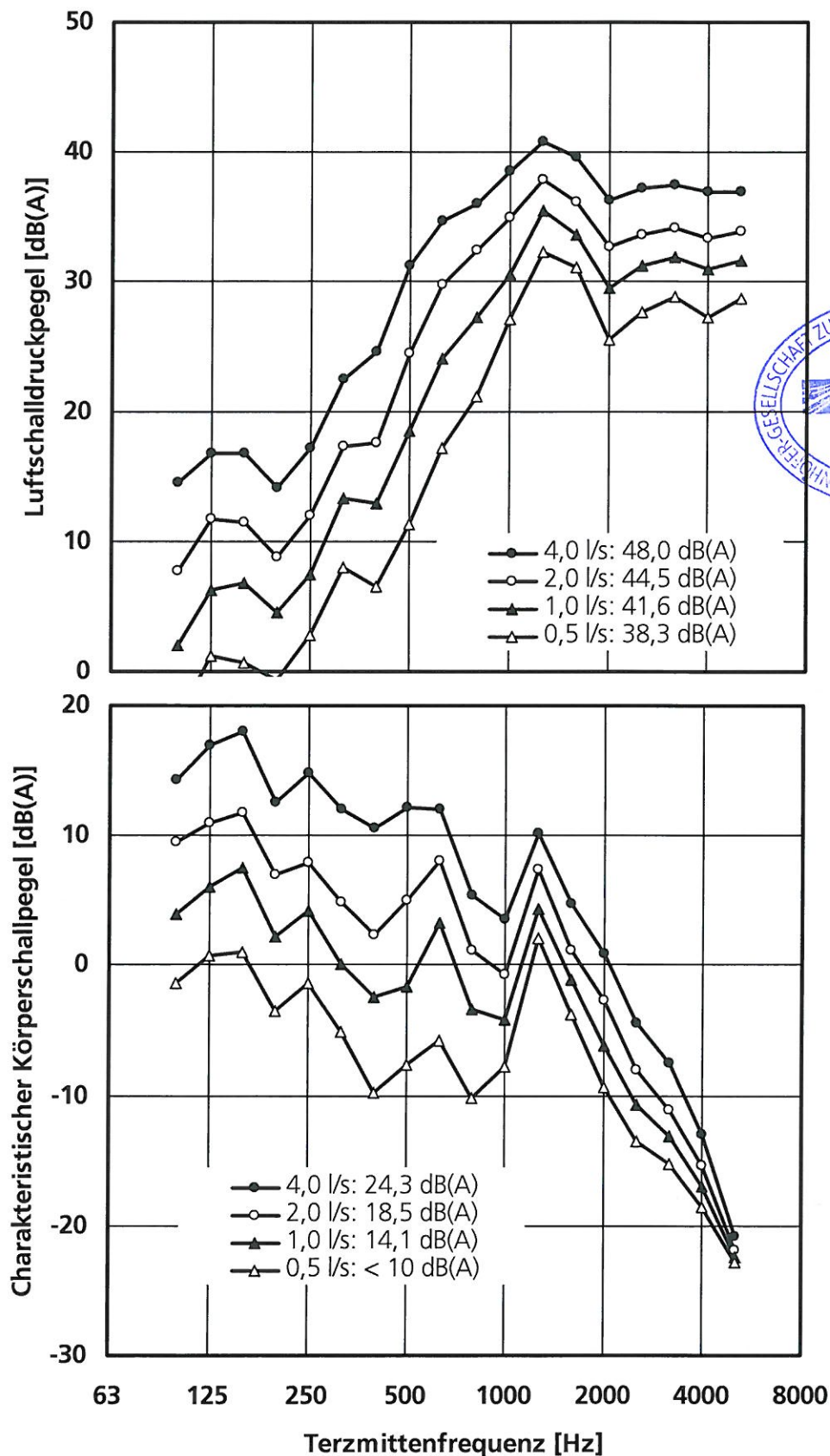
Die Prüfung wurde in einem Prüflaboratorium des IBP durchgeführt, das nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch das DAP mit der Nr. DAP-PL-3743.26 akkreditiert ist.



**Bild 3** Abwassersystem "Düker SML" montiert nach Bild 6 mit Standard Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage. Frequenzspektrum des Installations-Schallpegels bei verschiedenen Volumenströmen, gemessen im Raum UG vorne (oben) bzw. UG hinten (unten).

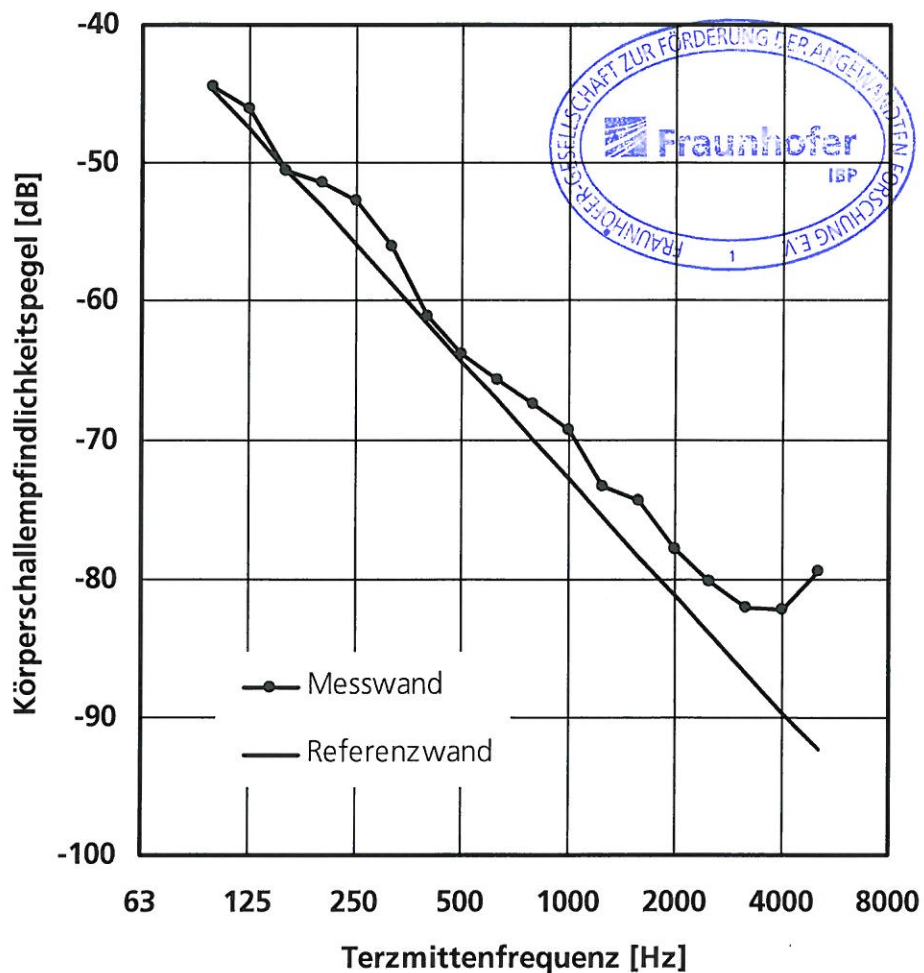
Die Prüfung wurde in einem Prüflaboratorium des IBP durchgeführt, das nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch das DAP mit der Nr. DAP-PL-3743.26 akkreditiert ist.





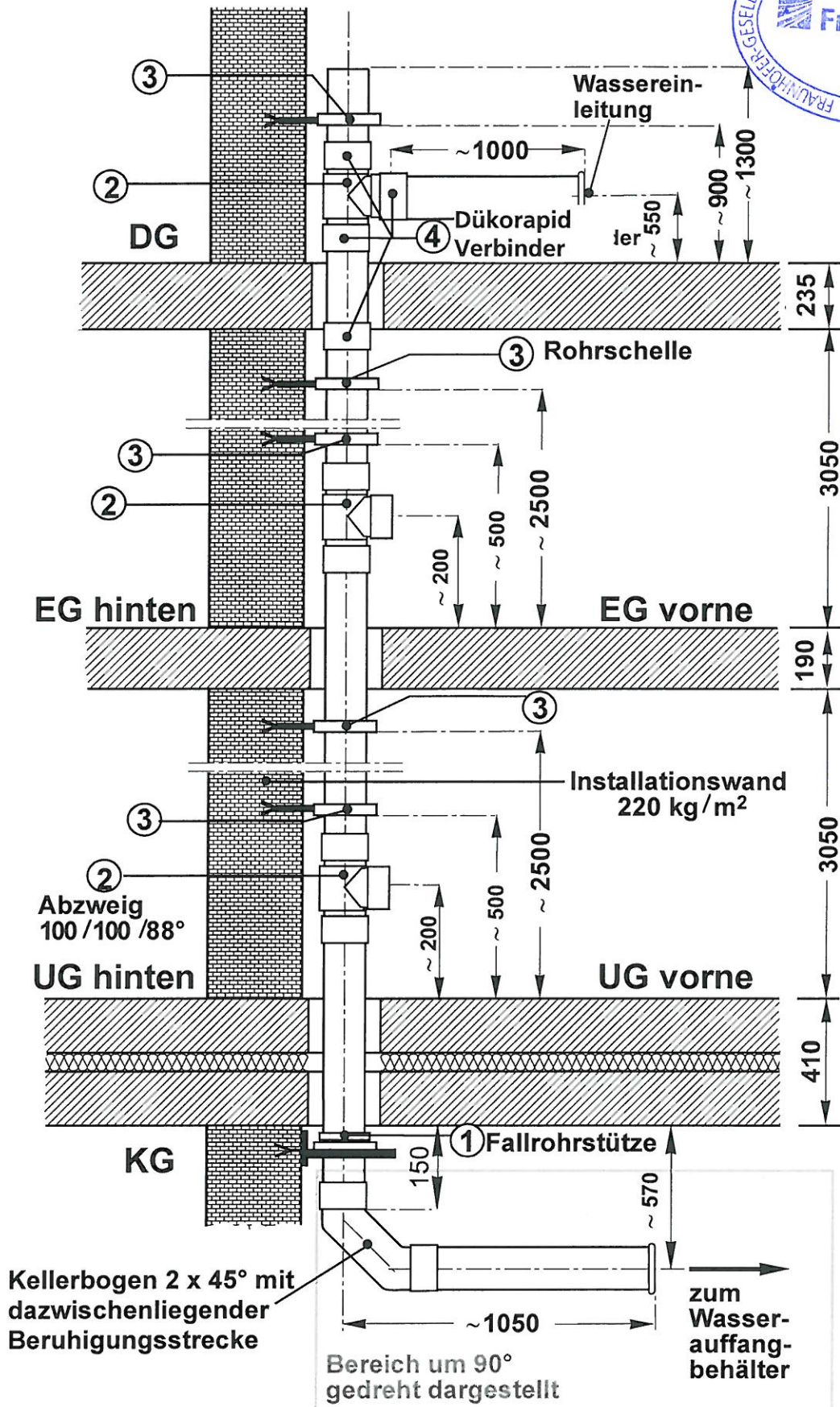
**Bild 4** Abwassersystem "Düker SML" montiert nach Bild 6 mit Standard Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage. Frequenzspektren des Luftschalldruckpegels  $L_{p,A}$  (oben) und des charakteristischen Körperschallpegels  $L_{sc,A}$  (unten) bei verschiedenen Volumenströmen (Auswertung nach DIN EN 14366).

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 5** Körperschallempfindlichkeitspegel  $L_{SS}$  der Installationswand zwischen den Räumen UG vorne und UG hinten im Installationsprüfstand P 12 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Abhängigkeit von der Frequenz. Die Wand besteht aus 115 mm dicken beidseitig verputzten Kalksandsteinen und hat eine flächenbezogene Maß von etwa  $220 \text{ kg/m}^2$ . Der angegebene Körperschallempfindlichkeitspegel bezieht sich auf die Befestigungsstellen des Abwassersystems nach Bild 6. Zum Vergleich ist der Körperschallempfindlichkeitspegel  $L_{SSR}$  der Referenzwand mit angegeben (Auswertung entsprechend DIN EN 14366).

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 6** Installationsplan für das Abwassersystem "Düker SML" angebracht an der Installationswand mit Stahlrohrschellen ohne Elastomereinlage und mit "Düker Schall-Entkoppler" bzw. (bei einer zweiten Messung) mit Standard Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage.



## **Messaufbau, Geräuschanregung und Beurteilungsgrößen, Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit von Messergebnissen**

### Messaufbau

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 Antragsteller 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 nach DIN EN ISO 140-3 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 wird nach Anhang F ermittelt. Dabei entspricht der gerundete  $L_{AF,10}$  dem Installations-Schallpegel  $L_{in}$  nach DIN 52219 und DIN 4109.

Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit von Messergebnissen

Bei Geräuschemessungen 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:

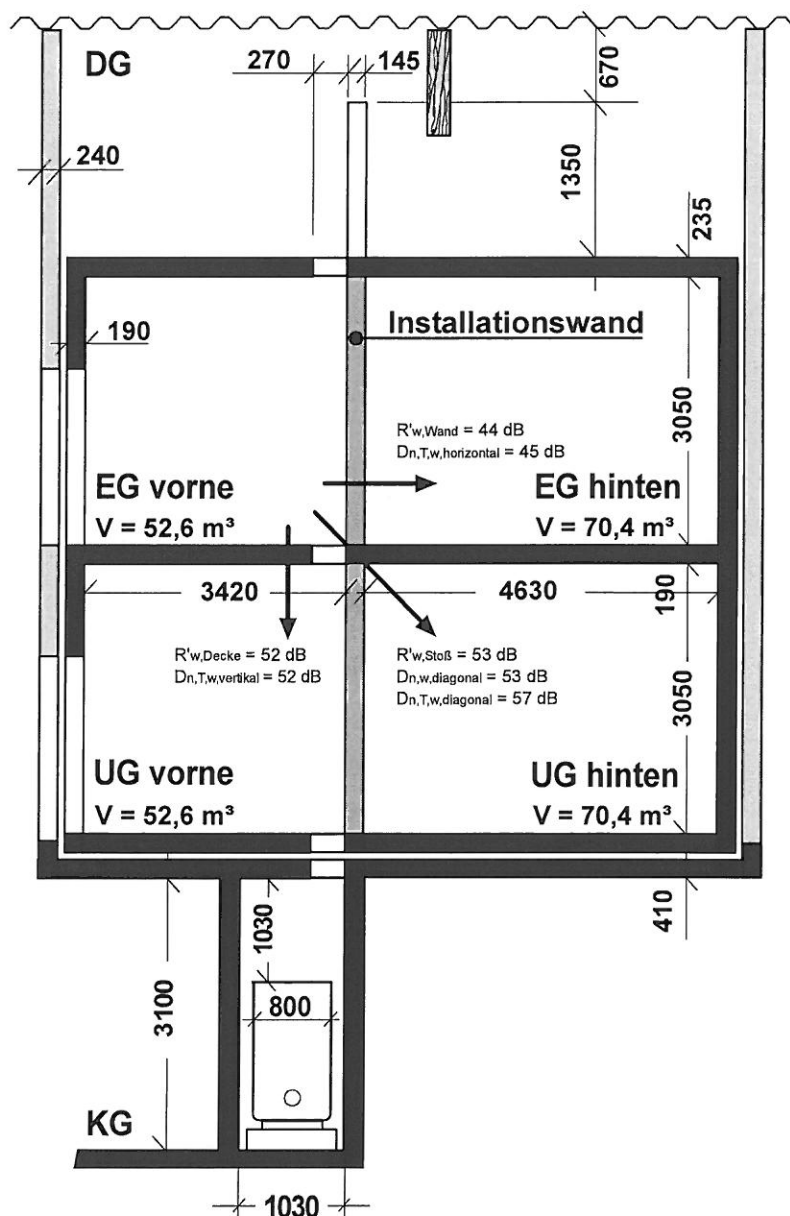
$$(2) \quad L_{AF,10} = 10 \cdot \lg \left( \sum_{i=1}^{18} 10^{\frac{L_{i,AF,10}}{10}} \right) \quad [\text{dB(A)}]$$

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 Terzspektrern (Frequenzbereich 100 Hz bis 5 kHz) die mit einem Zeitabstand von 0,125 s nacheinander am selben Ort gemessen werden. Abgesehen davon, dass auf eine Fremdgeräuschkorrektur verzichtet wird, erfolgt die Auswertung in gleicher Weise wie bei stationären Geräuschen. Aus dem Zeitverlauf wird anschließend der Maximalwert ( $L_{AF,10,max}$ ) ermittelt. Die hierfür im Prüfbericht angegebene Messgröße  $L_{AF,10,max}$  ist gleichbedeutend mit dem Maximalpegel  $L_{AFmax,n}$  (entspricht dem Installations-Schallpegel  $L_n$ ) nach DIN 4109-11 und DIN EN ISO 10052.





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 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 flankierenden Bauteile mit einer mittleren flächenbezogenen Masse von etwa  $440 \text{ kg/m}^2$  bestehen aus Beton.