

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 224-2/2012

Geräuschverhalten eines Abwassersystems im Prüfstand

Auftraggeber: CONEL GmbH
Margot-Kalinke-Straße 9
80939 München
DEUTSCHLAND

Prüfobjekt: Abwassersystem aus Kunststoff "Schalldämmendes
Hausabflußrohr-System CONEL DRAIN" der Firma CONEL mit dem
dazugehörigen Befestigungssystem "körperschalldämmende
Stützbefestigung".

Inhaltsverzeichnis:

Tabelle 1:	Zusammenfassung der Ergebnisse
Bilder 1 bis 3:	Detailergebnisse
Bilder 4 und 5:	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.

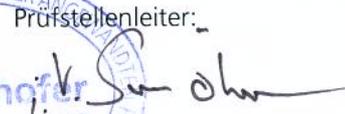
Eine auszugsweise Veröffentlichung ist nur mit Genehmigung des
Fraunhofer-Instituts für Bauphysik gestattet.

Stuttgart, 11. Februar 2014

Bearbeiter:


Dipl.-Ing.(FH) J. Mohr

Prüfstellenleiter:


Dr. rer. nat. L. Weber

Bestimmung des Installations-Schallpegels L_{in} im Prüfstand

P-BA 224-2/2012
Tabelle 1

Auftraggeber: CONEL GmbH, Margot-Kalinke-Straße 9, 80939 München, DEUTSCHLAND

Prüfobjekt: Abwassersystem aus Kunststoff "Schalldämmendes Hausabflußrohr-System CONEL DRAIN" (Prüfobjekt S 10509-01) der Firma CONEL mit dem dazugehörigen Befestigungssystem "körperschalldämmende Stützbefestigung"

Prüfaufbau: Montage des Abwassersystems nach Bild 4 sowie Anhang A.
 - "Schalldämmendes Hausabflußrohr-System CONEL DRAIN": mineralverstärktes Polypropylen (PP), Wanddicke 2,7 mm, längenbezogene Masse 1,26 kg/m, Dichte 1,2 g/cm³.
 - zugehörige Rohrbefestigung: "körperschalldämmende Stützbefestigung, bestehend aus Stützschele und Fixierschele sowie Losschele mit Einlagen aus Profilmgummi", Vertrieb durch Fa. CONEL. Je Stockwerk wurden zwei Rohrschellen verwendet. Oben die körperschalldämmende Stützbefestigung, unten eine Führungsschele mit losem Kontakt zum Abwasserrohr. Die Befestigung der Rohrschellen erfolgte mit Stocksrauben und Kunststoffdübeln.
 Das Abwassersystem bestand aus Abwasserrohren der Nennweite OD 110, drei Geschossabzweigen, einem 2 x 45°-Kellerbogen mit dazwischenliegender Beruhigungsstrecke und einer waagrechteten Auslaufstrecke. Die Geschossabzweige in den Räumen EG vorne und UG vorne waren mit Deckeln verschlossen. Die Verbindung der Rohre erfolgte mittels Steckverbindung. Der Aufbau des Abwassersystems erfolgte durch einen Installationsbetrieb.

Prüfstand: Installationsprüfstand P12, Flächenmasse der Installationswand: 220 kg/m², Installationsräume: KG, UG vorne, EG vorne und DG, Messräume: UG vorne, UG hinten (genaue Beschreibung in Anhang P und DIN EN 14366: 2005-02).

Prüfverfahren: Versuchsaufbau und Messung nach DIN EN 14366. 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 "CONEL DRAIN mit körperschalldämmender Stützbefestigung" (Montage der Rohrschellen siehe Prüfaufbau).				
Volumenstrom [l/s]	0,5	1,0	2,0	4,0
Installations-Schallpegel L_{in} im Raum UG vorne [dB(A)]	48	51	53	56
Installations-Schallpegel L_{in} im Raum UG hinten [dB(A)]	13	15	19	22
Luftschalldruckpegel $L_{a,A}$ [dB(A)] ¹⁾	48	51	53	56
Charakteristischer Körperschallpegel $L_{sc,A}$ [dB(A)] ¹⁾	10	13	17	19

¹⁾ Auswertung nach DIN EN 14366

Prüfdatum: 8. August 2012

Bemerkungen - Die Anforderungen der DIN 4109 an den Installations-Schallpegel L_{in} gelten nur für den Raum UG hinten (schutzbedürftiger Raum).



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 11. Februar 2014
Prüfstellenleiter:

i. V. [Signature]

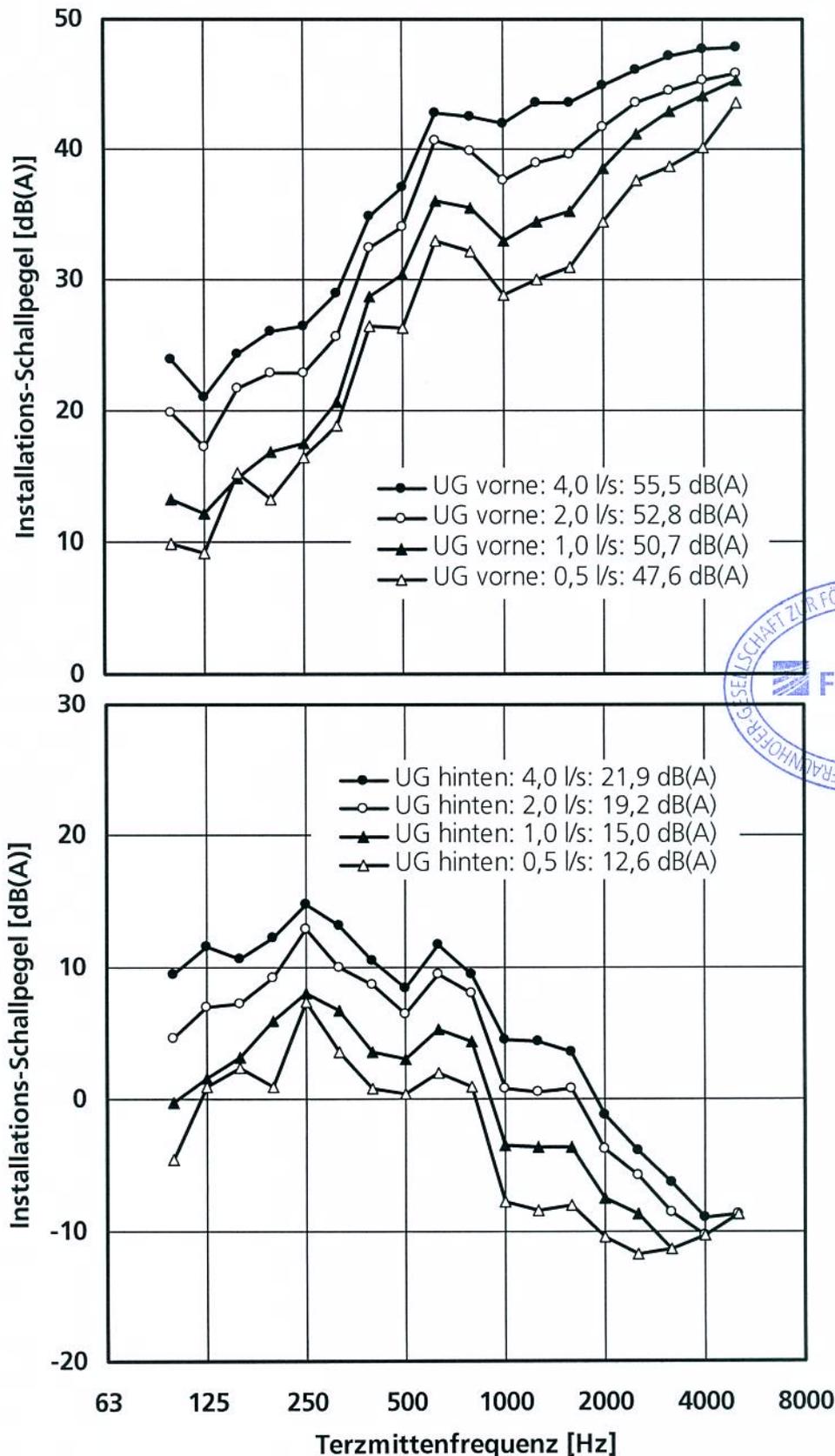


Bild 1 Abwassersystem "Schalldämmendes Hausabflußrohr-System CONEL DRAIN" der Firma CONEL mit dem dazugehörigen Befestigungssystem "körperschalldämmende Stützbefestigung" in den Räumen KG, UG vorne, EG vorne und DG montiert nach Bild 4. Frequenzspektrum des Installations-Schallpegels bei verschiedenen 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.

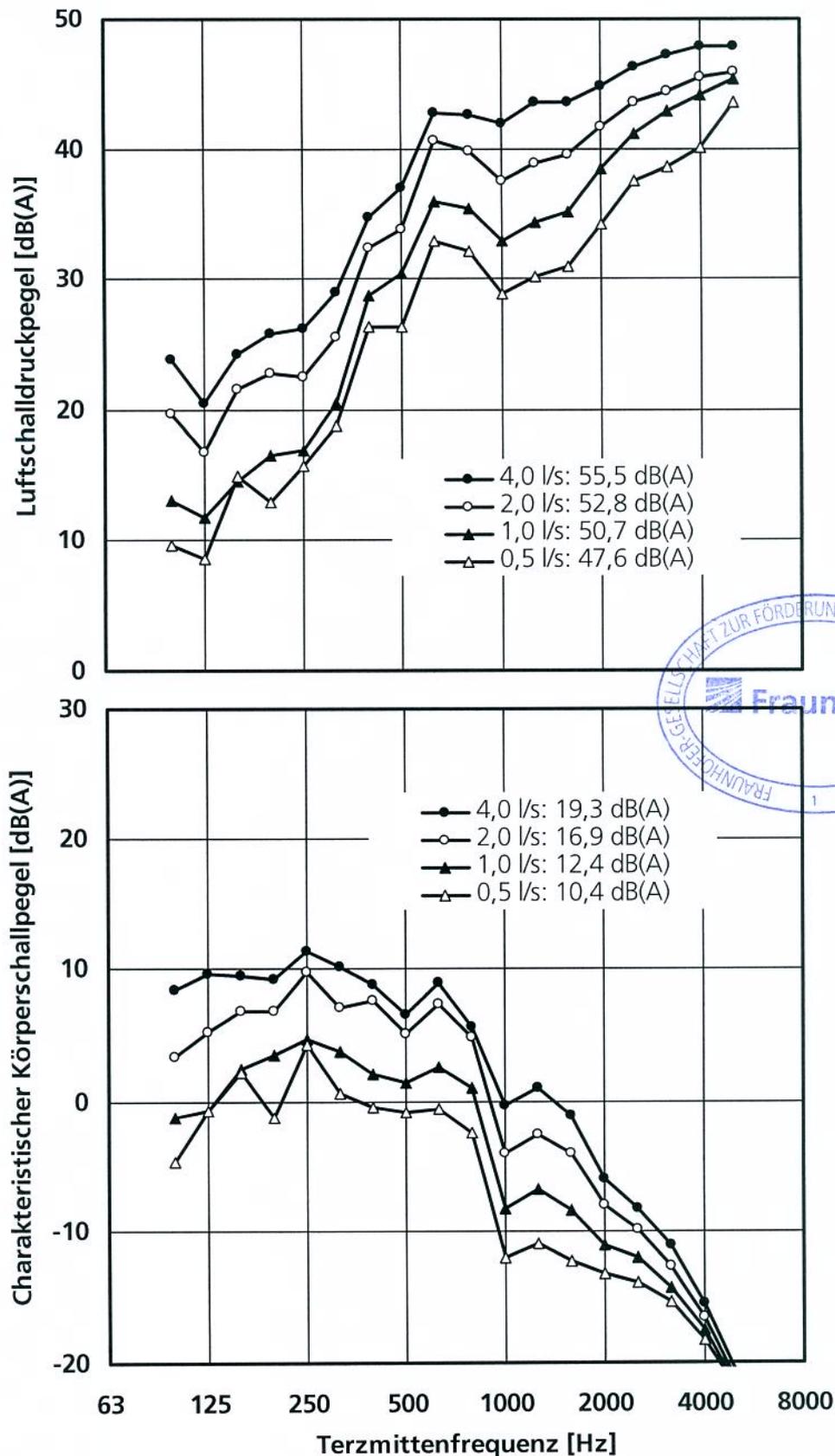


Bild 2 Abwassersystem "Schalldämmendes Hausabflußrohr-System CONEL DRAIN" der Firma CONEL mit dem dazugehörigen Befestigungssystem "körperschalldämmende Stützbefestigung" in den Räumen KG, UG vorne, EG vorne und DG montiert nach Bild 4. Frequenzspektren des Luftschalldruckpegels $L_{a,A}$ (oben) und 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.

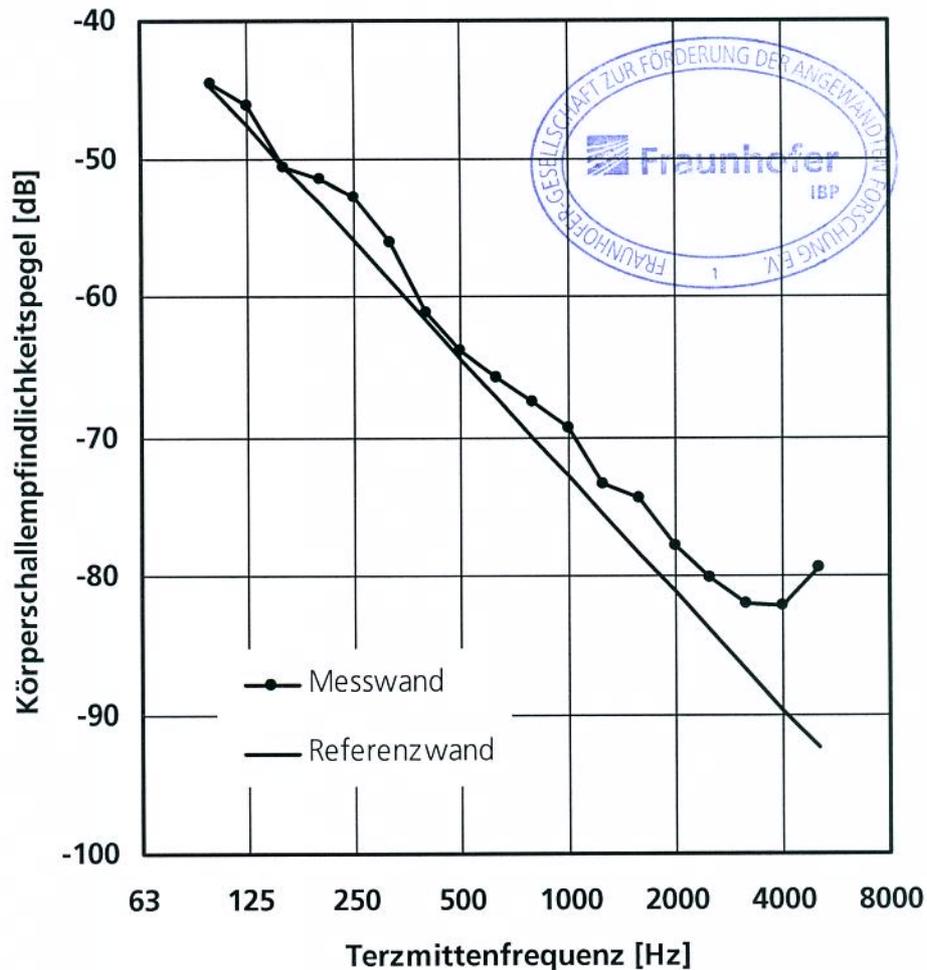


Bild 3 Körperschallempfindlichkeitspegel L_{SS} der Installationswand zwischen den Räumen UG vorne und UG hinten im Installationsprüfstand P 12 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Abhängigkeit von der Frequenz. Die Wand besteht aus 115 mm dicken beidseitig verputzten Kalksandsteinen und hat eine flächenbezogene Masse von etwa 220 kg/m². Der angegebene Körperschallempfindlichkeitspegel bezieht sich auf die Befestigungsstellen des Abwassersystems nach Bild 4. Zum Vergleich ist der Körperschallempfindlichkeitspegel L_{SSR} der Referenzwand mit angegeben (Auswertung entsprechend DIN EN 14366).

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

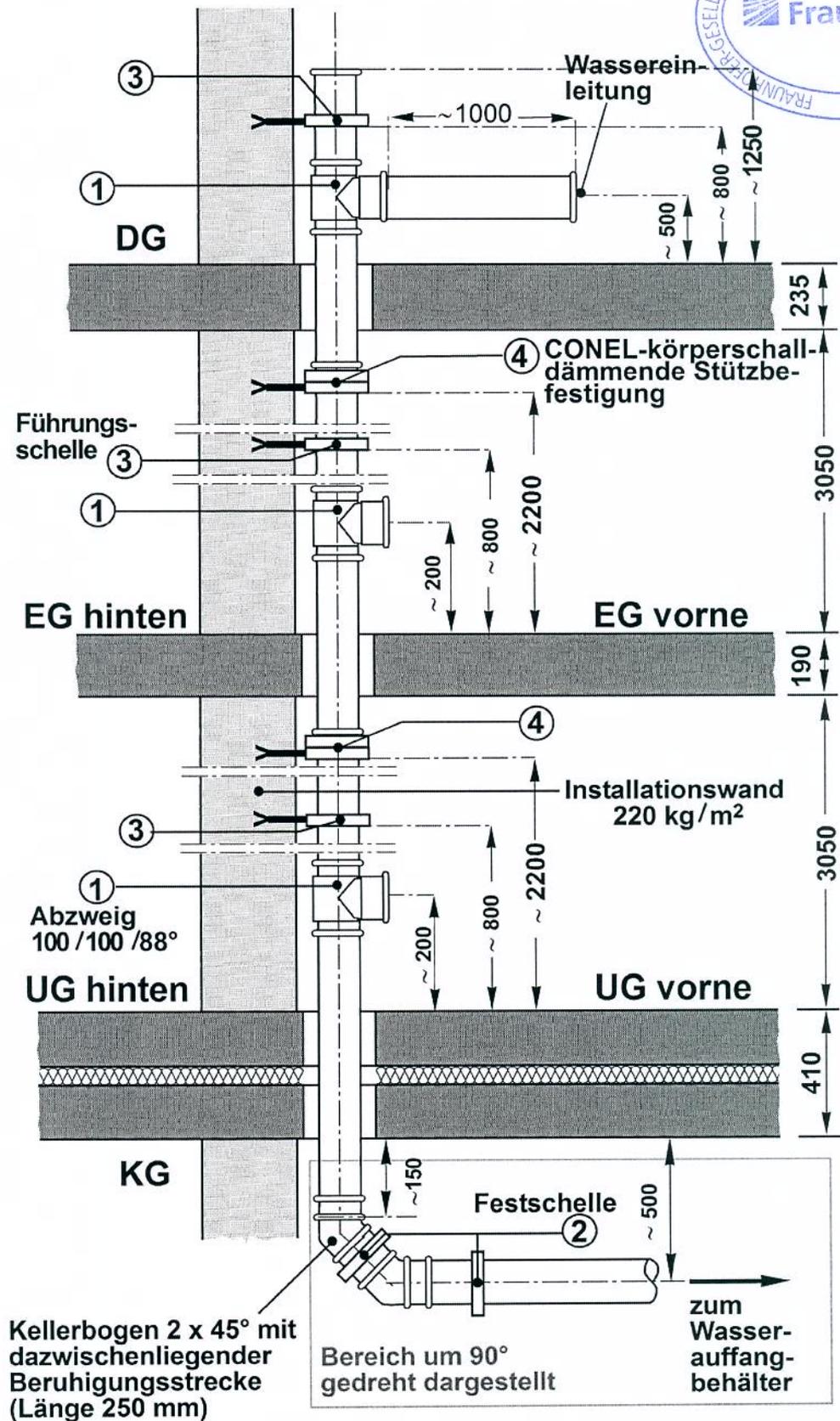


Bild 4 Installationsplan für das Abwassersystem "Schalldämmendes Hausabflußrohr-System CONEL DRAIN" der Firma CONEL mit dem dazugehörigen Befestigungssystem "körperschalldämmende Stützbe- festigung" (Darstellung nicht maßstäblich, Maßangaben in mm).



Bild 5 Bild oben: Abwassersystem "CONEL DRAIN" befestigt mit der körperschalldämmenden Stützbefestigung im oberen Wandbereich.
Bild unten: Abwassersystem "CONEL DRAIN" befestigt mit einer Führungsschelle im unteren Wandbereich.

Messaufbau, Geräuschanregung und Beurteilungsgrößen, Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit von Messergebnissen

Messaufbau (Standardaufbau)

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

Geräuschanregung und Beurteilungsgrößen

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

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

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

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

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

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

malwert ($L_{AFmax,n}$) sondern der zeitlich und räumlich gemittelte Pegel ($L_{AFeq,10}$) gemessen. Dies gewährleistet die Einhaltung der für Prüfstandsmessungen obligatorischen Reproduzierbarkeits- und Genauigkeitsanforderungen (u. a. durch die Möglichkeit zur Störgeräuschkorrektur), was bei Verwendung des Maximalpegels, der gemäß den oben genannten Normen für Messungen am Bau bestimmt ist, nicht realisierbar wäre. Aufgrund umfangreicher Erfahrungen ist davon auszugehen, dass die Differenz zwischen $L_{AFmax,n}$ und $L_{AFeq,10}$ im Normalfall maximal 2-3 dB beträgt.

Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit von Messergebnissen

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

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

Auswertung der Messungen

Stationäre Geräusche

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

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

$L_{i,F}$	räumlich und zeitlich gemittelter Schalldruckpegel in der Terz i (Zeitkonstante: Fast)	[dB]
$L_{i,S}$	Fremdgeräuschpegel in der Terz i	[dB]
$A_i = \frac{0,16 \cdot V}{T_i}$	Schallabsorptionsfläche des Messraums für die Terz i	[m ²]
V	Volumen des Messraums	[m ³]
T_i	Nachhallzeit des Messraums in der Terz i	[s]
$k(A)_i$	A-Bewertung für die Terz i	[dB]

Wenn der Abstand zwischen dem gemessenen Terzpegel und dem Fremdgeräuschpegel weniger als 3 dB beträgt, wird auf eine Fremdgeräuschkorrektur verzichtet. Stattdessen wird im Sinne einer Maximalabschätzung der gemessene Fremdgeräuschpegel verwendet. Der Gesamtschallpegel ergibt sich durch energetische Addition der Terzwerte:

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

wobei i die Nummer der Terzbänder von 100 Hz bis 5 kHz bezeichnet. Der berechnete Pegel $L_{AF,10}$ entspricht dem Schallpegel, der in einem mäßig möblierten Empfangsraum unter sonst gleichen Bedingungen auftritt.

Zeitlich veränderliche Geräusche

Das Messsignal besteht hier aus einer Folge von 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_{in}) nach DIN 4109-11 und DIN EN ISO 10052.

Prüfausrüstung und Geräte

Bei den Messungen im Installationsprüfstand P12 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik kommen folgende Messgeräte zum Einsatz:

Art	Typ	Hersteller
Analysator	Soundbook_MK2_8L	Sinus Messtechnik
½"-Mikrofon-Set	46 AF (Kapsel: Typ 40 AF-Free Field; Vorverstärker: Typ 26 TK)	G.R.A.S
1"-Mikrofon	4179	Bruel & Kjær
1"-Vorverstärker	2660	Bruel & Kjær
Mikrofon-Kalibrator	4231	Bruel & Kjær
Beschleunigungsaufnehmer	4371 und 4370	
Ladungsverstärker	Nexus 2692-A-014	Bruel & Kjær
Körperschall-Kalibrator	VC11	MMF
Verstärker	LBB 1935/20	Bosch Plena
Lautsprecher	MLS 82	Lanny
Vergleichsschallquelle	382	Rox
Norm-Trittschall-Hammerwerk	211	Norsonic

Alle Messgeräte unterliegen regelmäßig durchgeführten internen und externen Funktionskontrollen, sind kalibriert und (soweit erforderlich und möglich) geeicht.