

Fraunhofer IBP | Postfach 800469 | 70504 Stuttgart

BTI Befestigungstechnik GmbH & Co. KG
Salzstraße 51
74653 Ingelfingen
Deutschland

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Institutsleiter
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Dipl.-Ing. (FH) Joachim Mohr
Telefon + 49 711 970-3348 | Fax -970-3406
joachim.mohr@fraunhofer.de
www.ibp.fraunhofer.de

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht vom

Unser Zeichen
Mo/Wb

Stuttgart, 5. September 2011

Technische Stellungnahme zur Übertragbarkeit akustischer Messergebnisse auf der Grundlage von Erfahrungswerten. Die Stellungnahme bezieht sich auf Schallprüfungen an Rohrummantelungen für Abwassersysteme

Wichtiger Hinweis: Die vorliegende Technische Stellungnahme enthält Aussagen zu Prüfaufbauten, für die keine eigenen Messergebnisse vorliegen. Die Aussagen wurden aus den Resultaten ähnlicher Messungen abgeleitet und beruhen auf Erfahrungswerten der Prüfstelle. Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Aussagen sind daher beschränkt, so dass die Stellungnahme einen messtechnischen Nachweis in einem bauakustischen Prüfstand im Allgemeinen nicht ersetzen kann.

Sehr geehrte Damen und Herren,

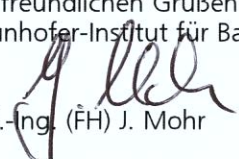
Im April 2011 wurde im Installationsprüfstand des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik im Auftrag der Firma BTI das Geräuschverhalten der Rohrummantelung "BTI Schallschutzummantelung XP-PE" der Firma BTI in Verbindung mit einem Abwassersystem aus Kunststoffrohren untersucht. Die Beschreibung der Prüfgegenstände und des Prüfverfahrens sowie die Messergebnisse können dem Prüfbericht P-BA 79-2/2011 entnommen werden.

Bei der untersuchten Rohrummantelung handelt es sich um eine Rohrummantelung zur Reduzierung der Luftschallabstrahlung von Abwassersystemen. Die Rohrummantelung "BTI Schallschutzummantelung XP-PE" besteht aus 10 mm Qualitäts PE, 2 mm hoch verdichteter Gummimatte mit Metallnetz und 2 mm geschäumtes physisch vernetztes PE (von innen nach außen) und wirkt in akustischer Hinsicht als Masse Feder System (10 mm PE als Feder und die hoch verdichtete Gummimatte als Masse).

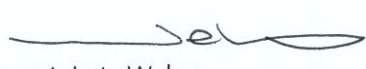
Wird bei dem oben genannten Aufbau der Rohrummantelung die hoch verdichtete Gummimatte mit Metallnetz durch eine Bleifolie (mit vergleichbarem spezifischen Gewicht) ersetzt, kann erfahrungsgemäß davon ausgegangen werden, dass die akustischen Eigenschaften der Rohrummantelung nicht verschlechtert werden.

Mit freundlichen Grüßen
Fraunhofer-Institut für Bauphysik

i.A.
Dipl.-Ing. (FH) J. Mohr



i.A.
Dr. rer. nat. Lutz Weber



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 79-2/2011

Geräuschverhalten einer Rohrummantelung für Abwassersysteme im Prüfstand

Auftraggeber: BTI Befestigungstechnik GmbH & Co. KG
Salzstraße 51
74653 Ingelfingen
Deutschland

Prüfobjekt: Rohrummantelung "BTI Schallschutzummantelung XP-PE" der
Firma BTI in Verbindung mit einem Abwassersystem aus
Kunststoffrohren

Inhaltsverzeichnis:

Tabelle 1:	Zusammenfassung der Ergebnisse
Tabelle 2:	Detailergebnisse
Bilder 1 bis 3:	Detailergebnisse
Bild 4:	Installationsplan
Anhang H1:	Messaufbau, Geräuschanregung und Beurteilungsgrößen
Anhang P:	Beschreibung des Prüfstands

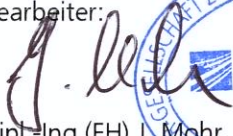
Die Prüfung wurde in einem Prüflaboratorium des IBP
durchgeführt, das nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch das DAP mit
der Nr. DAP-PL-3743.26 akkreditiert ist.

Prüfobjekt und Messergebnisse sind identisch mit denjenigen von
Prüfbericht P-BA 79/2011.

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

Stuttgart, 12. Juli 2011

Bearbeiter:


Dipl.-Ing.(FH) J. Mohr

Prüfstellenleiter:


Dr. rer. nat. L. Weber

Bestimmung des Einfügungsdämm-Maßes D_e im Prüfstand

P-BA 79-2/2011
Tabelle 1

- Auftraggeber:** BTI Befestigungstechnik GmbH & Co. KG, Salzstraße 51, 74653 Ingelfingen, Deutschland
- Prüfobjekt:** Rohrummantelung "BTI Schallschutzummantelung XP-PE" (Prüfobjekt S 10387-02) der Firma BTI in Verbindung mit einem Standard Abwassersystem aus Kunststoffrohren.
- Prüfaufbau:** Montage des Abwassersystems nach Bild 4 sowie Anhang H1. Zunächst erfolgte eine Messung des Abwassersystems ohne Rohrummantelung (Referenz), anschließend wurde die Rohrummantelung am gesamten Abwassersystem in den Räumen DG, EG, UG und KG (über den Rohrschellen) praxisgerecht angebracht und die Messung wiederholt.
- Rohrummantelung "BTI Schallschutzummantelung XP-PE", Abmessungen 1000 x 2000 x 15 mm, Gewicht 4,45 kg/m², Gesamtdicke ca. 15 mm, bestehend aus (von innen nach außen): 10 mm Qualitäts PE, 2 mm hochverdichtete Gummimatte mit Metallnetz, 2 mm geschäumtes physisch vernetztes PE. Die Rohrummantelung wurde am gesamten Abwassersystem in den Räumen DG, EG, UG und KG entsprechend der Montageanleitung angebracht (über den Rohrschellen). Die Befestigung erfolgte mit Gewebeklebeband der Firma BTI. Die Überlappung betrug ca. 1 cm. Die Ummantelung der Formstücke erfolgte durch Zuschnitte, die überlappend angebracht und mit Klebeband verklebt wurden.
 - Abwassersystem aus Kunststoff: Standard HT "HTEM DN 110 x 2,7, PP-H": Material Polypropylen PP-H, Wandstärke 2,7 mm, Gewicht ca. 1,0 kg/m. Das Abwassersystem bestand aus Abwasserrohren der Nennweite OD 110, drei Geschossabzweigen, einem 2 x 45°-Kellerbogen und einer waagrechten Auslaufstrecke. Die Geschossabzweige in den Räumen EG vorne und UG vorne waren mit Deckeln verschlossen. Die Verbindung der Rohre erfolgte mittels Muffen Steckverbindung.
 - BTI Schraubrohrsellen S-RS Plus108-114" mit Einlage aus Elastomer, angebracht unter der Rohrummantelung. Die Rohrsellen waren mittels Dübel und Stocksrauben an der Installationswand befestigt und wurden bis auf Anschlag geschlossen.
- Der Versuchsaufbau erfolgte durch den Auftraggeber.

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 im Anhang H1).

Ergebnis:

A-Schallpegelminderung $\Delta L_{AF,10}$ [dB(A)] (Differenz der Messungen ohne Rohrummantelung und mit Rohrummantelung)				
Volumenstrom [l/s]:	0,5	1,0	2,0	4,0
Messung im Messraum UG vorne (Installationsraum)	17	18	17	16
Messung im Messraum UG hinten (Nachbarraum hinter der Installationswand)	10	11	11	10

Das Einfügungsdämm-Maß D_e ist in Bild 3 dargestellt

Prüfdatum: 11. und 12. April 2011

Bemerkungen: Die A-Schallpegelminderung stellt ein Maß für die vom menschlichen Gehör empfundene Lärminderung durch den Einbau der Rohrummantelung dar und bezieht sich ausschließlich auf das für die Messungen verwendete Geräuschspektrum. Für eine genaue Aussage über das Dämmverhalten der Rohrummantelung in der Praxis muss das Frequenzspektrum der Einfügungsdämmung (Bild 3) mit dem jeweils vorliegenden Geräuschspektrum verglichen werden.

Tabelle 2 Rohrummantelung "BTI Schallschutzummantelung XP-PE" der Firma BTI in Verbindung mit einem Standard HT-Abwassersystem aus Kunststoffrohren. Installations-Schallpegel L_{in} (entspricht dem gerundeten Schalldruckpegel $L_{AF,10}$) bei verschiedenen Volumenströmen gemessen in den Messräumen UG vorne und UG hinten (stationäre Wassereinleitung im DG).

Installations-Schallpegel L_{in} [dB(A)]				
Volumenstrom [l/s]:	0,5	1,0	2,0	4,0
Messraum:	UG vorne			
ohne Rohrummantelung	47 ¹⁾	51 ¹⁾	53 ¹⁾	56 ¹⁾
mit "BTI Schallschutzummantelung XP-PE" - Rohrummantelung angebracht über den Rohrschellen	30 ¹⁾	33 ¹⁾	36 ¹⁾	40 ¹⁾
Messraum:	UG hinten			
ohne Rohrummantelung	16	21	25	30
mit "BTI Schallschutzummantelung XP-PE" - Rohrummantelung angebracht über den Rohrschellen	6	10	14	20

¹⁾ Die Anforderungen der DIN 4109 gelten in der vorliegenden Grundrissanordnung nur für den Raum UG hinten.



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.

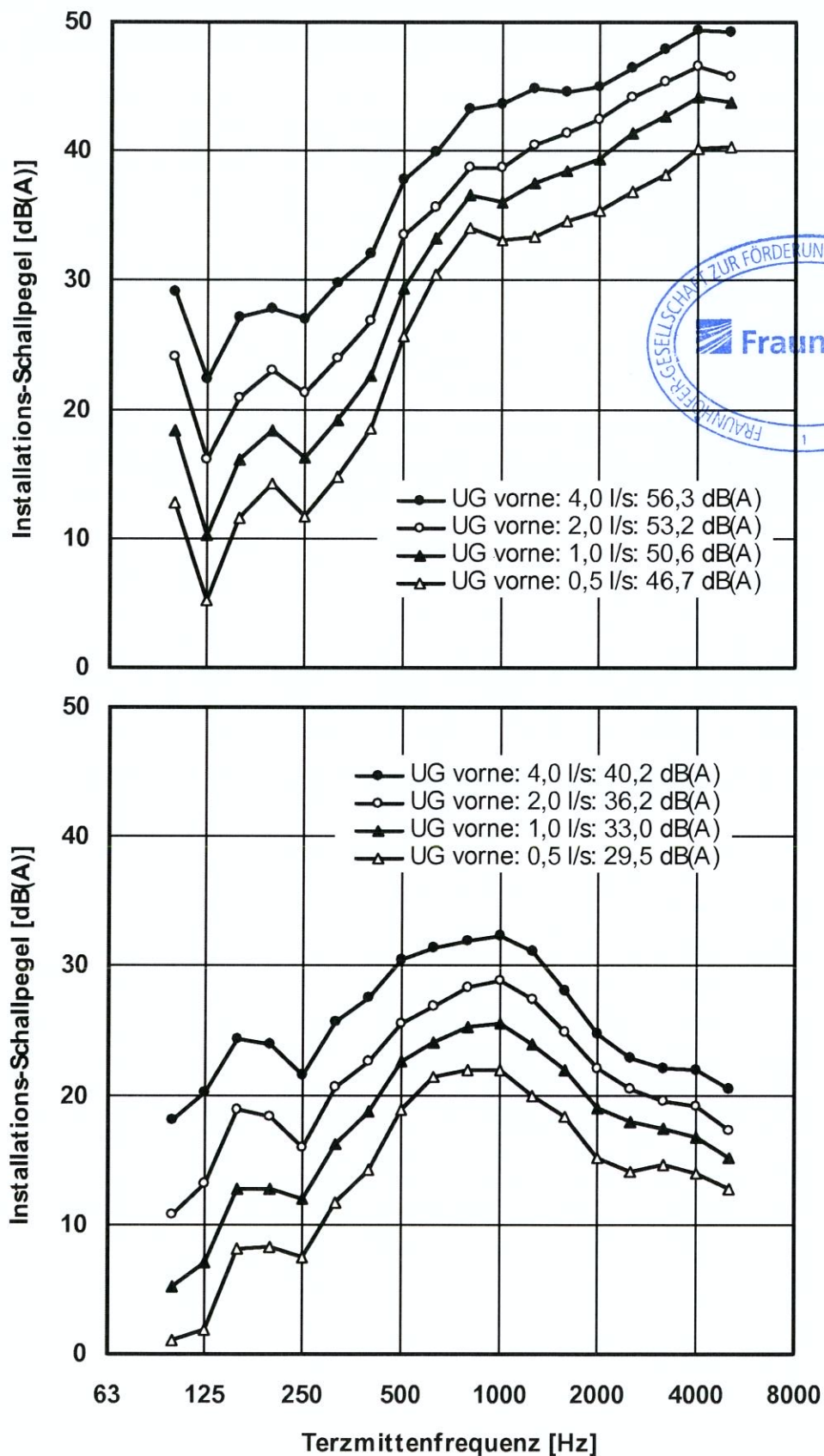


Bild 1 Instalations-Schallpegel gemessen im Raum UG vorne für das Abwassersystem ohne (oben) und mit Rohrummantelung (unten) "BTI Schallschutzzumantelung XP-PE" der Firma BTI. Der angegebene Summenpegel $L_{AF,10}$ wurde für den Frequenzbereich von 100 Hz bis 5 kHz ermittelt.

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.

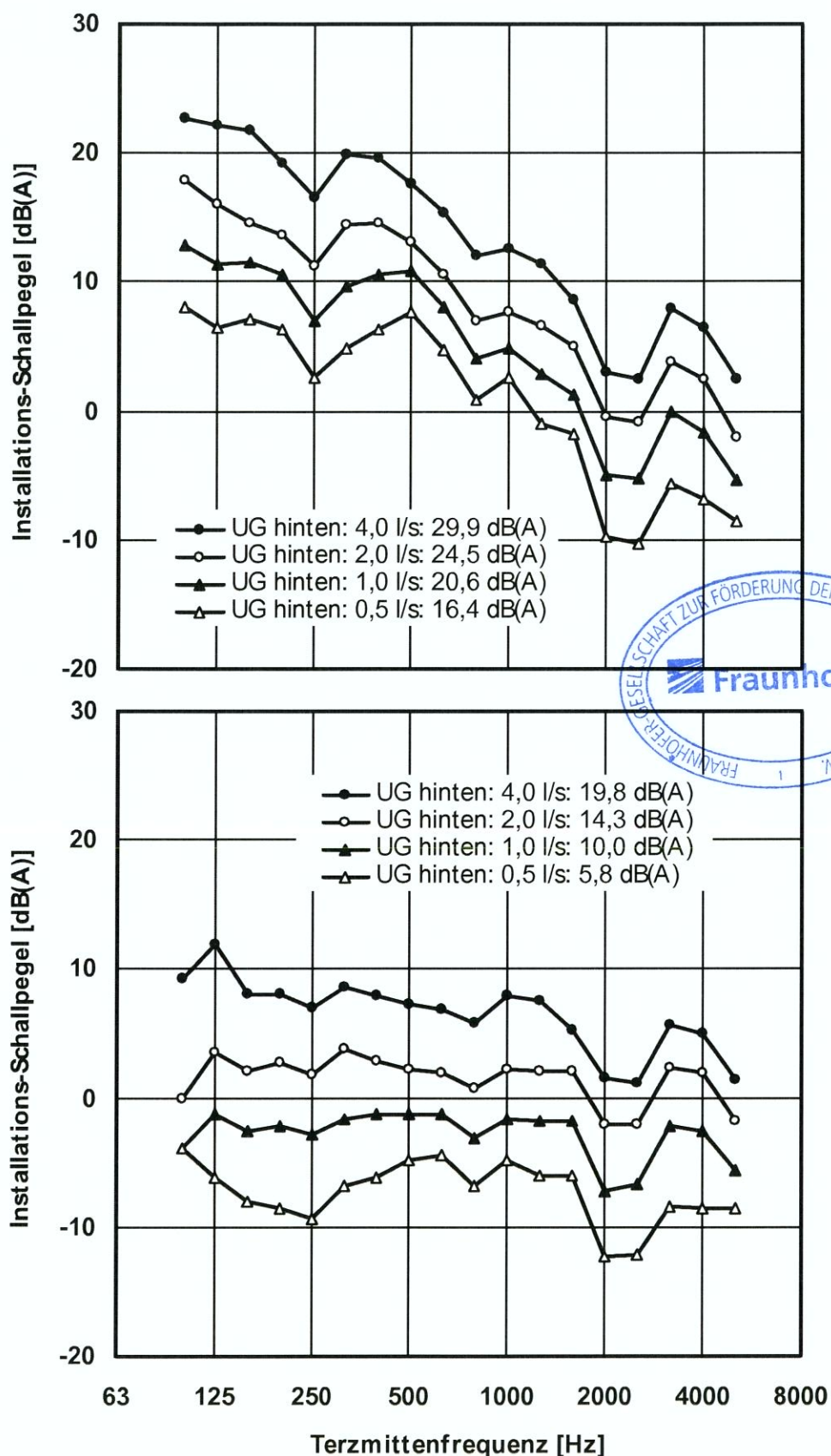


Bild 2 Installations-Schallpegel gemessen im Raum UG hinten für das Abwassersystem ohne (oben) und mit Rohrummantelung (unten) "BTI Schallschutzummantelung XP-PE" der Firma BTI. Der angegebene Summenpegel $L_{AF,10}$ wurde für den Frequenzbereich von 100 Hz bis 5 kHz ermittelt.

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.

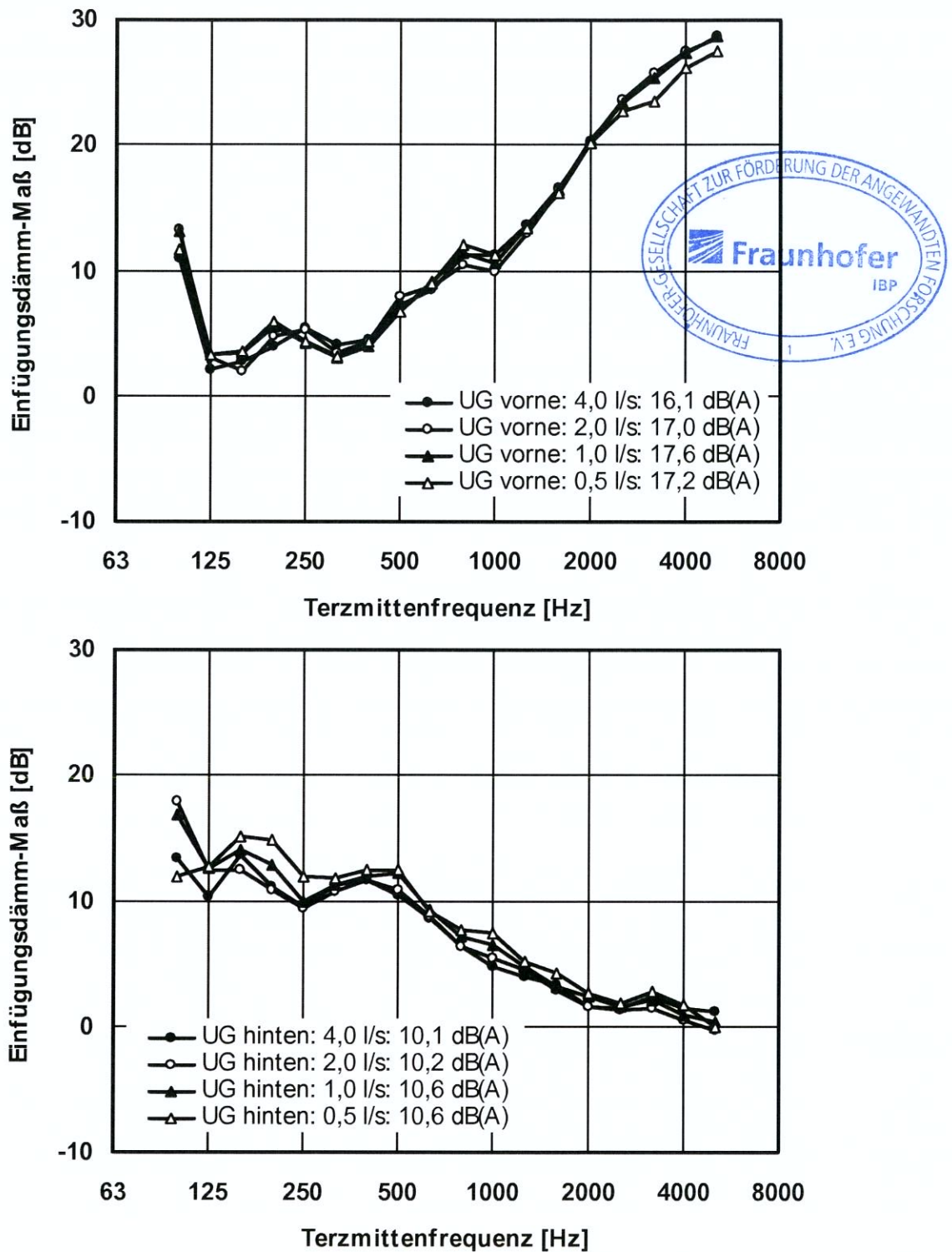


Bild 3 Einfügungsdämm-Maß D_e gemessen für die Rohrummantelung "BTI Schallschutzummantelung XP-PE" der Firma BTI, gemessen im Raum UG vorne (oben) bzw. im Raum UG hinten (unten).

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

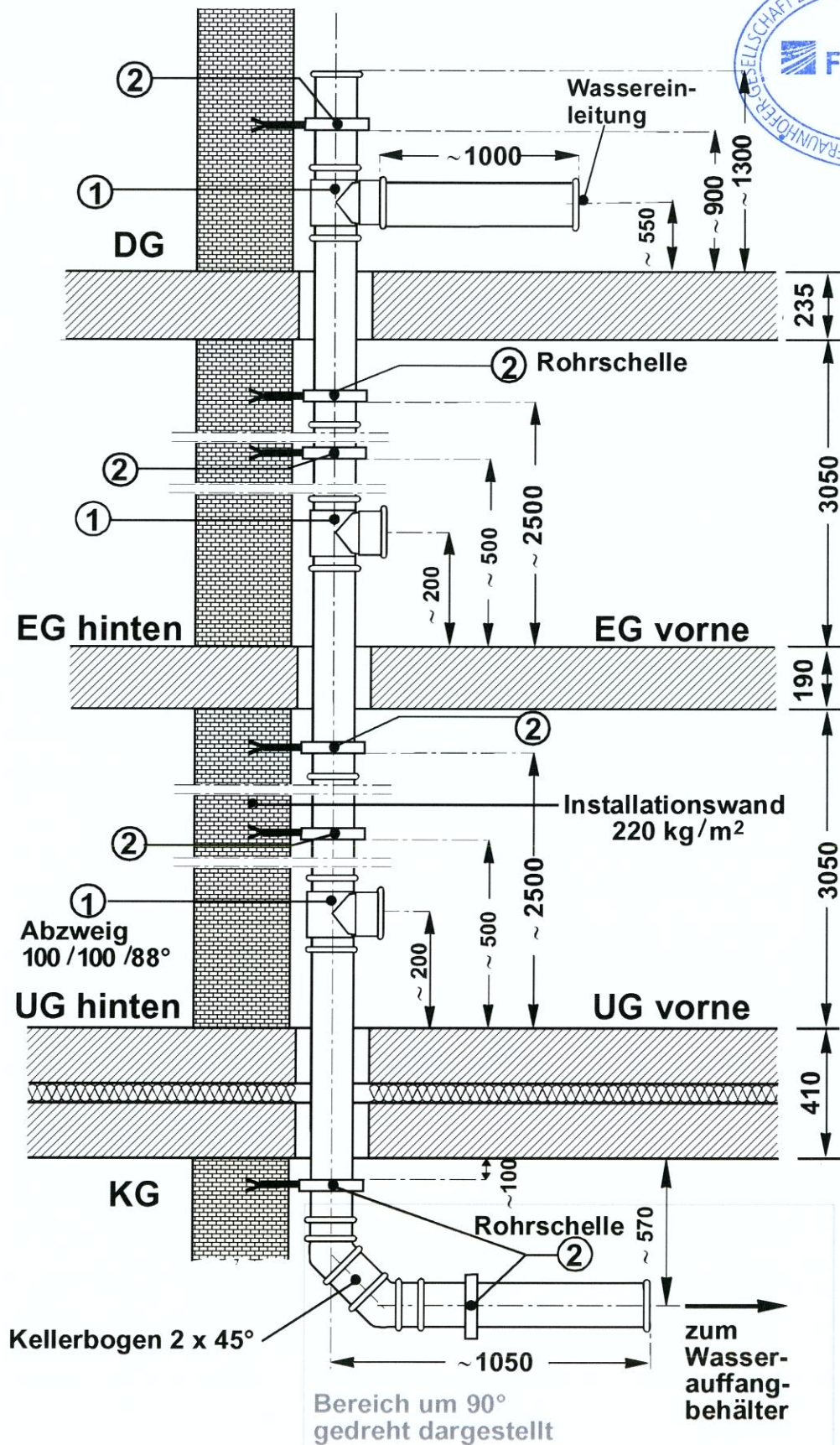


Bild 4 Installationsplan für das Standard HT-Abwassersystem aus Kunststoffrohren ohne und mit Rohrummantelung "BTI Schallschutzummantelung XP-PE" der Firma BTI. Darstellung des Versuchsaufbaus ohne Rohrummantelung. Die Rohrummantelung wurde in den Stockwerken DG, EG, UG und KG angebracht (über den Rohrschellen). Alle Maße in mm.

Messdurchführung

Das Einfügungsdämm-Maß D_e kennzeichnet die Verminderung des Installations-Schallpegels von Abwasserleitungen durch körperschallisolierende Rohrummantelungen oder Rohrbefestigungen gegenüber dem bei starrer Befestigung der Leitung am Bauwerk vorhandenen Pegel. Die Messungen werden in Anlehnung an DIN 52 219 durchgeführt, in der die Messung von Geräuschen der Wasserinstallation in Gebäuden beschrieben wird. Hierbei sind zwei Schritte erforderlich:

1. Messung des Installations-Schallpegels an einem Referenzaufbau mit starrer Befestigung der Abwasserleitung an der Installationswand.
2. Messung des Installations-Schallpegels an derselben Abwasserleitung mit der zu prüfenden Rohrummantelung bzw. den zu prüfenden Rohrbefestigungen.

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 2,0 l/s in etwa der mittleren Durchflussrate einer WC-Spülung, so dass eine praxisgerechte und reproduzierbare Geräuschanregung gewährleistet ist.

Referenzaufbau

Im Installationsprüfstand (genaue Beschreibung im Anhang P) wird ein vom Dachgeschoßgeschoss (DG) zum Kellergeschoßgeschoss (KG) führender Fallstrang verlegt, der im Dachgeschoßgeschoss eine Anschlussleitung (DN 100) für die Wasserzufuhr besitzt. Die Wassereinleitung erfolgt über einen S-förmigen Rohrbogen gemäß dem Normentwurf DIN EN 14366. Im Kellergeschoßgeschoss 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 Erdgeschoßgeschoss (EG) und im Untergeschoßgeschoss (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 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 starr über Rohrschellen ohne Profilmummieinlagen, die auf den Außendurchmesser der Rohre abgestimmt sind. Die Lage der Befestigungspunkte sowie weitere Abmessungen sind dem beigelegten Installationsplan (Bild 1 des Prüfberichts) zu entnehmen.

Durch den Wasserstrom wird die Abwasserleitung zu Schwingungen angeregt, die über die Rohrschellen auf die Installationswand übertragen und von dieser, sowie in geringerem Maße auch von den angrenzenden Bauteilen, als Luftschall in den dahinterliegenden Raum abgestrahlt werden. Dort wird der Schalldruckpegel abweichend von DIN 52 219 nicht nur an einem Messpunkt, sondern 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 starren Rohrschellen gegen die zu prüfenden Rohrbefestigungen ausgetauscht werden. Bei der Prüfung von Rohrummantelungen wird die Abwasserleitung nach dem Entfernen der starren Schellen über ihre gesamte Länge mit Dämmstoff umhüllt. Die zur Befestigung erforderlichen Schellen werden über der Ummantelung angebracht. Sie sind auf den Außendurchmesser der Ummantelung abgestimmt und verfügen in der Regel über keine Profildummieinlage.

Auswertung der Messung und Beurteilungsgrößen

Das im Frequenzbereich von 100 Hz bis 5 kHz vorliegende Terzspektrum wird einer Fremdgeräuschkorrektur unterzogen, auf eine äquivalente Schallabsorptionsfläche von $A_0 = 10 \text{ m}^2$ bezogen und A-bewertet:

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

$L_{n,F}$ räumlich und zeitlich gemittelter Schalldruckpegel in der Terz n (Zeitkonstante: Fast) [dB]
 $L_{n,S}$ Fremdgeräuschpegel in der Terz n [dB]

$A_n = \frac{0,16 \cdot V}{T_n}$ Schallabsorptionsfläche des Messraums für die Terz n [m²]
 V Volumen des Messraums [m³]
 T_n Nachhallzeit des Messraums in der Terz n [s]
 $k(A)_n$ A-Bewertung für die Terz n [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:

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

wobei n die Nummer der Terzbänder von 100 Hz bis 5 kHz bezeichnet.

Der Einfluss der Rohrummantelung beziehungsweise der Rohrbefestigung wird durch das frequenzabhängige Einfügungsdämm-Maß D_e beschrieben. Die Terzwerte des Einfügungsdämm-Maßes $D_{n,e}$ ergeben sich aus der Differenz der bei starrer Rohrbefestigung gemessenen Terzpegel $L_{n,AF,10,0}$ und der mit Rohrummantelung bzw. mit der zu prüfenden Rohrbefestigung ermittelten Terzpegel $L_{n,AF,10,1}$:

$$(3) \quad D_{n,e} = L_{n,AF,10,0} - L_{n,AF,10,1} \quad [\text{dB}]$$

Zusätzlich wird die A-Schallpegelminderung ΔL_{AF} durch die Rohrummantelung oder Rohrbefestigung bestimmt. Die A-Schallpegelminderung wird ermittelt, indem statt der Terzpegel die entsprechenden A-bewerteten Gesamtschallpegel voneinander abgezogen werden.

$$(4) \quad \Delta L_{AF} = L_{AF,10,0} - L_{AF,10,1} \quad [\text{dB}]$$

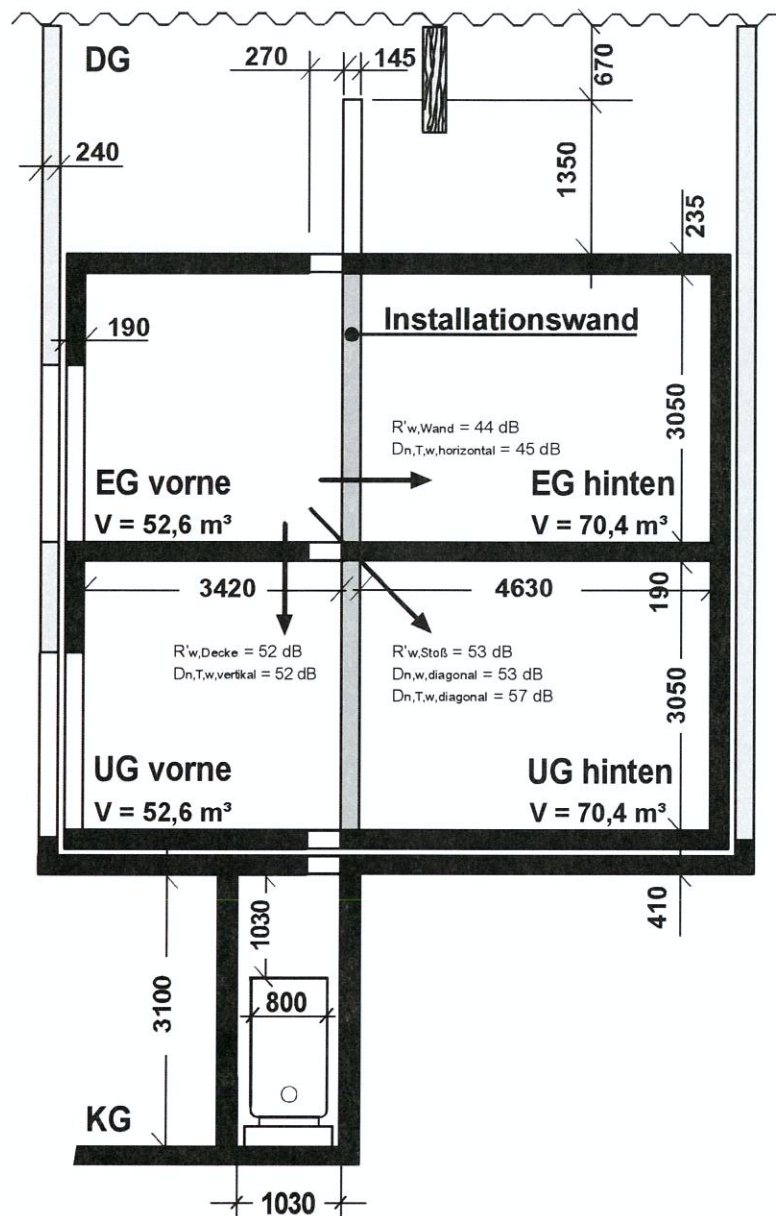
Die A-Schallpegelminderung stellt ein Maß für die vom menschlichen Gehör empfundene Lärminderung durch den Einbau der Rohrummantelung oder Rohrbefestigung dar. Sie bezieht sich ausschließlich auf das für die

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.



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 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 kg/m^2 bestehen aus Beton.