

Prüfberichte

**Schallschutz an Rohrleitungen
mit dem Conlit®-System**

Prüfbericht P-BA 182/2014

Geräuschverhalten von Brandschutzschalen in Verbindung mit Abwasser- und Trinkwasser- systemen, sowie in Verbindung mit einer WC- Musterinstallation im Prüfstand

Auftraggeber: Deutsche Rockwool
Mineralwoll GmbH & Co. OHG
Rockwool Straße 37-41
D-45966 Gladbeck

Prüfobjekt: "Conlit Brandschutzschalen" der Firma Rockwool in Verbindung mit
Abwasser- und Trinkwassersystemen, sowie in Verbindung mit einer
vollständigen Musterinstallation bestehend aus einer WC
Vorwandinstallation mit praxisgerechter Zu- und Abwasserführung.

Inhaltsverzeichnis:	Tabelle 1:	Ergebnisse Abwassersystem
	Tabelle 2:	Ergebnisse Trinkwassersystem
	Tabelle 3:	Ergebnisse WC Musterinstallation
	Tabellen 4 bis 6:	Detailergebnisse
	Bild 1 bis 5:	Detailergebnisse
	Bilder 5 bis 7:	Versuchsaufbau
	Anhang A,D und I:	Messdurchführung und Beurteilungsgrößen
	Anhang F:	Auswertung
	Anhang P:	Beschreibung des Prüfstand
	Anhang V:	Beurteilung nach VDI 4100

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

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

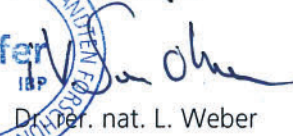
Stuttgart, 30. Juli 2014

Bearbeiter



Dipl.-Ing.(FH) Mohr

Prüfstellenleiter:



Dr. rer. nat. L. Weber

Abwassersystem: Bestimmung des Installations-Schallpegels L_{in} und Einfügungsdämm-Maßes D_e im Prüfstand

P-BA 182/2014
Tabelle 1

- Auftraggeber:** Deutsche Rockwool, Mineralwoll GmbH & Co. OHG, Rockwool Straße 37-41, D-45966 Gladbeck
- Prüfobjekt:** "Conlit Brandschutzschalen" der Firma Rockwool in Verbindung mit einem Abwassersystem aus Gusseisen "Düker SML, DN 100" der Firma Düker (Prüfobjekt S 10723-01). Als Referenzaufbau zur Bestimmung der Einfügungsdämmung diente dasselbe Abwassersystem ohne "Conlit Brandschutzschalen" im Deckendurchbruch einbetoniert (Prüfobjekt S 10723-02).
- Prüfaufbau:** "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool aus Mineralwolle für Abwassersysteme: Conlit Muffenrohrschale S, Artikelnr.: 121911, Dicke: 110/25.
Für die Prüfung wurde ein Abwassersystem aus Gusseisen praxisgerecht über alle Stockwerke im Prüfstand eingebaut. Das Abwassersystem bestand aus Abwasserrohren DN 100, drei Geschoss-abzweigen, einem Kellerbogen 2 x 44° mit dazwischenliegender Beruhigungsstrecke und einer waagrechten Auslaufstrecke. Die Geschossabzweige in den Räumen EG vorne und UG vorne waren mit Deckeln verschlossen. Montage des Abwassersystems nach Bild 5 sowie Anhang A.
- 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: Handelsübliche Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage "110 mm" der Firma Marley und zusätzlichem "Schall-Entkoppler" (Art. Nr. 239681) der Fa. Düker, angebracht zwischen der Rohrschelle und der Installationswand. Alle Rohrschellen als Festschellen, vollständig geschlossen, mit Stockschrauben und Kunststoffdübeln an der Installationswand angebracht.
 - Fallrohrstütze (Art.Nr. 661564) mit Auflagering der Fa. Düker angebracht im KG.
 - **Prüfaufbau:** Abwasserrohre mit "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in den Deckendurchführungen einbetoniert.
 - **Referenzaufbau:** Zur Bestimmung der Einfügungsdämmung wurden die Abwasserrohre in den Deckendurchbrüchen ohne "Conlit Brandschutzschalen" einbetoniert.
- Der Versuchsaufbau erfolgte durch den Auftraggeber und einen vom Fraunhofer IBP beauftragten 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 in Anlehnung an 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 (siehe Anhänge A, F und DIN EN 14366). Auswertung der Messungen nach DIN 4109. Zusätzliche Auswertung nach DIN EN 14366 und VDI 4100 (siehe Tabelle 4)

Ergebnis:

Installations-Schallpegel $L_{A,eq,n}$ (L_{in}) [dB(A)] nach DIN 4109 im Messraum UG hinten				
Volumenstrom [l/s]	0,5	1,0	2,0	4,0
Prüfaufbau: Abwassersystem aus Gusseisen mit "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in den Deckendurchbrüchen einbetoniert	9	12	16	20
Referenzaufbau: Abwassersystem aus Gusseisen ohne "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in den Deckendurchbrüchen einbetoniert	30	33	38	41
A-Schallpegelminderung $\Delta L_{A,F}$ in dB	21	21	22	21

Prüfdatum: 4., 6. und 10. Juni 2014

Bemerkung: - Die Werte für die A-Schallpegelminderung $\Delta L_{A,F}$ wurden aus der Differenz der Messergebnisse für den Installation-Schallpegel $L_{A,eq,n}$ (L_{in}) am Referenz- und am Prüfaufbau bestimmt



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 30. Juli 2014
Prüfstellenleiter: *v. Saadun*



Trinkwassersystem: Bestimmung des IGN-Schallpegels L_{IGN} , des Einfügungsdämm-Maßes D_e und des Installationsschallpegels L_{In} im Prüfstand

P-BA 182/2014
Tabelle 2

Auftraggeber: Deutsche Rockwool, Mineralwoll GmbH & Co. OHG, Rockwool Straße 37-41, D-45966 Gladbeck

Prüfobjekt: "Conlit Brandschutzschalen" der Firma Rockwool in Verbindung mit einem Trinkwassersystem aus Stahl (1 Zoll Stahlrohr, Prüfobjekt S 10723-03). Als Referenzaufbau zur Bestimmung der Einfügungsdämmung diente dasselbe Trinkwassersystem ohne "Conlit Brandschutzschalen" im Deckendurchbruch einbetoniert (Prüfobjekt S 10723-04).

Prüfaufbau: "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool aus Mineralwolle für Trinkwassersysteme: Conlit 150U, Dicke 34/23.
Für die Prüfung wurde ein Trinkwassersystem aus Stahl praxisgerecht über alle Stockwerke im Prüfstand eingebaut. Montage des Trinkwassersystems nach Bild 6.
- Trinkwassersystem: 1" Stahl-Trinkwasserleitung (Außen \varnothing 33,7 mm; Wanddicke 2,6 mm; nach DIN 10 220), mit Rohrummantelung "Rockwool 800", Dicke 34/23 mm der Firma Rockwool angebracht am gesamten Trinkwassersystem, außer in den Deckendurchbrüchen.
- Rohrschellen: Handelsübliche Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage. Alle Rohrschellen unterhalb der Rohrummantelung als Festschellen, vollständig geschlossen, mit Stockschrauben und Kunststoffdübeln an der Installationswand angebracht.
- Prüfaufbau: Trinkwasserrohre mit "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in den Deckendurchführungen einbetoniert.
- Referenzaufbau: Zur Bestimmung der Einfügungsdämmung wurden die Trinkwasserrohre in den Deckendurchbrüchen ohne "Conlit Brandschutzschalen" einbetoniert.
Der Versuchsaufbau erfolgte durch den Auftraggeber und einen vom Fraunhofer IBP beauftragten Installationsbetrieb.

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

Prüfverfahren: Messung des IGN-Schallpegels L_{IGN} in Anlehnung an DIN EN ISO 10052:2010-10, und DIN 4109-11:2010-05, bei Geräuschanregung durch ein Installations-Geräuschnormal (IGN nach DIN EN ISO 3822-1:1999) im Raum EG vorne. Rechnerische Bestimmung des zulässigen Armaturenpegels L_{ap} und des Installationsschallpegels L_{In} zur Beurteilung nach DIN 4109:1989 (vgl. Anhänge D, M).

Ergebnis:

"Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in Verbindung mit einer 1"-Stahl-Trinkwasserleitung.	Messraum	
	EG hinten	UG hinten
<u>Prüfaufbau</u> mit "Conlit Brandschutzschalen" einbetoniert: Gemessener IGN-Schallpegel L_{IGN} in dB(A)	36 ¹⁾	35 ¹⁾
<u>Referenzaufbau</u> ohne "Conlit Brandschutzschalen" einbetoniert: Gemessener IGN-Schallpegel L_{IGN} in dB(A)	53 ¹⁾	53 ¹⁾
A-Schallpegelminderung $\Delta L_{A,F}$ [dB], bei Geräuschanregung mit dem Installations-Geräuschnormal (IGN) im Raum EG vorne (Differenz zum Referenzaufbau)	17 ¹⁾	18 ¹⁾
Berechneter, zul. Armaturengeräuschpegel L_{ap} in dB(A)	31	32
Berechneter Installation-Schallpegel $L_{A,Feq,n}$ (L_{In}) in dB(A) bei Verwendung einer Armatur der Armaturengruppe	I ($L_{ap} \leq 20$ dB(A))	19
	II ($L_{ap} \leq 30$ dB(A))	29

¹⁾ Weder die gemessene A-Schallpegelminderung $\Delta L_{A,F}$ (bzw. das Einfügungsdämm-Maß D_e) noch der zur Bestimmung von $\Delta L_{A,F}$ herangezogene IGN-Schallpegel L_{IGN} unterliegen Schallschutzanforderungen.

Prüfdatum: 4. und 6. Juni 2014

Bemerkung:

- Die Werte für die A-Schallpegelminderung $\Delta L_{A,F}$ wurden aus der Differenz der Messergebnisse für den IGN-Schallpegel L_{IGN} am Referenz- und am Prüfaufbau bestimmt.
- Die berechneten Installation-Schallpegel $L_{A,Feq,n}$ (L_{In}) gelten für die hier verwendete Prüfanordnung und können, bei praxisgerechtem Aufbau und in Verbindung mit der im Prüfstand vorhandenen Bausituation, zum Vergleich mit dem Anforderungswert nach DIN 4109 herangezogen werden.



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 30. Juli 2014
Prüfstellenleiter: *i.v. Schuber*



WC-Musterinstallation: Bestimmung des Installations-Schallpegels L_{in} im Prüfstand

P-BA 182/2014
Tabelle 3

Auftraggeber: Deutsche Rockwool, Mineralwoll GmbH & Co. OHG, Rockwool Straße 37-41, D-45966 Gladbeck

Prüfobjekt: "Conlit Brandschutzschalen" der Firma Rockwool in Verbindung mit einer WC Vorwandinstallation (Trockenbauweise vor einer massiven Installationswand) der Firma TECE mit mit praxisgerechter Zu- und Abwasserführung (Prüfobjekt S 10723-05).

Prüfaufbau: "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool aus Mineralwolle für Trinkwassersysteme: Conlit 150U, Dicke 34/23 und für Abwassersysteme: Conlit Muffenrohrschale S, Artikelnr.: 121911, Dicke: 110/25.
Für die Prüfung wurde eine WC Vorwandinstallation praxisgerecht über alle Stockwerke im Prüfstand eingebaut. Montage der Musterinstallation nach den Bildern 5 bis 7.
- WC-Vorwandinstallation der Fa. TECE vor massiver Installationswand bestehend aus WC-Element "TECEprofil - WC" mit Zweimengenspülkasten und mit WC-Keramik "Connect" der Firma Ideal Standard angebracht mit dem zugehörigen Schallschutzset. Verkleidung der Vorwandinstallation im EG vorne (WC-Element und Installationsschacht) und im UG vorne (Installationsschacht) mit Gipskartonplatten (Dicke 18 mm). Ohne Verfliesung.
- Trink- und Abwasserleitungen praxisgerecht über alle Stockwerke an der Installationswand angebracht (genaue Beschreibung siehe Tabellen 1 und 2).
- Prüfaufbau: Trink- und Abwasserrohre der Musterinstallation mit "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in den Deckendurchführungen einbetoniert.
- Referenzaufbau: Zur Bestimmung der Einfügungsdämmung wurden die Trink- und Abwasserrohre der Musterinstallation in den Deckendurchbrüchen ohne "Conlit Brandschutzschalen" einbetoniert.
Der Versuchsaufbau erfolgte durch den Auftraggeber und einen vom Fraunhofer IBP beauftragten Installationsbetrieb.

Prüfstand: Installationsprüfstand P12, Flächenmasse der Installationswand: 220 kg/m², Installationsräume: KG, UG vorne, EG vorne und DG, Messräume: UG vorne, UG hinten und EG hinten (genaue Beschreibung in Anhang P). Die Anregung durch WC-Betätigung erfolgte im Raum EG vorne. Messräume: UG vorne (vertikal angrenzend zum Anregeraum), UG hinten (diagonal angrenzend zum Anregeraum) und EG hinten (horizontal angrenzend zum Anregeraum).

Prüfverfahren: Messung in Anlehnung an DIN EN ISO 10052: 2010 und DIN 4109-11: 2010. Bestimmung des Installations-Schallpegel L_{in} ($L_{AFmax,n}$) durch Messung der maximalen Schalldruckpegel beim Auslösen, Spülvorgang und Füllvorgang des WC's sowie beim Öffnen und Schließen der Waschtischarmatur. (Genau Beschreibung des Prüfverfahrens siehe Anhang I). Zusätzlich erfolgte eine Auswertung der Messergebnisse nach VDI 4100:2012-10.

Ergebnis:	WC-Vorwandinstallation (Fa. TECE) vor massiver Installationswand mit praxisgerechter Trink- und Abwasserführung (SML), Trink- und Abwasserleitungen mit Conlit Schalen in den Deckendurchbrüchen einbetoniert.		Installations-Schallpegel $L_{AFmax,n}$ (L_{in}) nach DIN 4109 in dB(A), im Messraum		
	Messung	Anregung	UG vorne	UG hinten	EG hinten
	8 bis 11	Spülvorgang mit ca. 6 Liter Spülmenge	28 ¹ (26) ²	28 ¹ (20) ²	35 ¹ (27) ²
	15 bis 17	Spülvorgang mit ca. 3 Liter Spülmenge	26 ¹ (24) ²	25 ¹ (19) ²	34 ¹ (27) ²
			Installations-Schallpegel $L_{AFmax,nT}$ (L_{in}) nach VDI 4100 in dB(A),		
	8 bis 11	Spülvorgang mit ca. 6 Liter Spülmenge	26 ¹ (24) ²	24 ¹ (16) ²	31 ¹ (23) ²
	15 bis 17	Spülvorgang mit ca. 3 Liter Spülmenge	23 ¹ (21) ²	22 ¹ (16) ²	30 ¹ (23) ²

¹⁾ Geräusch wird verursacht durch das Schließen der Heberglocke.

²⁾ Messwert ohne Berücksichtigung der Heberglocke.

Prüfdatum: 5. Juni 2014

Bemerkung: - Die Anforderungen der DIN 4109 gelten in der vorliegenden Grundrissituation 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.
Stuttgart, den 30. Juli 2014
Prüfstellenleiter: *Lch*

Tabelle 4 Detailergebnisse zu Tabelle 1, **Abwassersystem**. Messergebnisse nach **DIN 4109** (Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$), nach **VDI 4100** (Installations-Schallpegel $\overline{L_{AFeq,nT}}$) und nach **DIN EN 14366: 2005** (Luftschalldruckpegel $L_{3,A}$ und charakteristischer Körperschallpegel $L_{sc,A}$) bei verschiedenen Volumenströmen gemessen in den Messräumen UG vorne und UG hinten (stationäre Wassereinleitung im DG).

Abwassersystem "Düker SML" mit "Dükorapid" Verbindern, Standardrohrschellen mit zusätzlichem "Schall-Entkoppler" und Fallrohrstütze im KG. Abwassersystem in allen Deckendurchbrüchen des Prüfstandes mit Conlit Schalen ummantelt und einbetoniert. Versuchsaufbau und Messung nach DIN EN 14366.				
Volumenstrom [l/s]	0,5	1,0	2,0	4,0
Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$ (L_{in}) [dB(A)] nach DIN 4109 im Raum UG vorne	41	44	47	49
Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$ (L_{in}) [dB(A)] nach DIN 4109 im Raum UG hinten	<10	12	16	20
Installations-Schallpegel $\overline{L_{AFeq,nT}}$ in dB(A) nach VDI 4100 im Raum UG vorne	39	42	44	47
Installations-Schallpegel $\overline{L_{AFeq,nT}}$ in dB(A) nach VDI 4100 im Raum UG hinten	6	9	12	17
Luftschalldruckpegel $L_{3,A}$ [dB(A)] nach DIN EN 14366 im Raum UG vorne	41	44	47	49
Charakteristischer Körperschallpegel $L_{sc,A}$ [dB(A)] nach DIN EN 14366 im Raum UG hinten	<10	<10	11	16
Abwassersystem "Düker SML" mit "Dükorapid" Verbindern, Standardrohrschellen mit zusätzlichem "Schall-Entkoppler" und Fallrohrstütze im KG. Abwassersystem in allen Deckendurchbrüchen des Prüfstandes ohne Conlit Schalen einbetoniert (Referenz) . Versuchsaufbau und Messung nach EN 14366.				
Volumenstrom [l/s]	0,5	1,0	2,0	4,0
Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$ (L_{in}) [dB(A)] nach DIN 4109 im Raum UG vorne	40	43	47	49
Installations-Schallpegel $L_{AFeq,n}$ (L_{in}) [dB(A)] nach DIN 4109 im Raum UG hinten	30	33	38	41
Installations-Schallpegel $\overline{L_{AFeq,nT}}$ in dB(A) nach VDI 4100 im Raum UG vorne	38	41	44	47
Installations-Schallpegel $\overline{L_{AFeq,nT}}$ in dB(A) nach VDI 4100 im Raum UG hinten	27	30	34	38
Luftschalldruckpegel $L_{3,A}$ [dB(A)] nach EN 14366 im Raum UG vorne	40	43	47	49
Charakteristischer Körperschallpegel $L_{sc,A}$ [dB(A)] nach EN 14366 im Raum UG hinten	25	29	33	37



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.

Tabelle 5 Detailergebnisse zu Tabelle 3. **WC-Vorwandinstallation** (Fa. TECE) vor massiver Installationswand mit praxisgerechter Trink- und Abwasserführung (SML). **Schalldruckpegel $L_{AFmax,n}$ für verschiedene Zeitpunkte des Zeitverlaufs bei der WC-Spülung**, gemessen in den angrenzenden Messräumen. Bei allen Messungen betrug der Fließdruck für die Trinkwasserversorgung 0,3 MPa. Der Durchfluss beim Füllvorgang betrug 0,1 l/s.

Messung Nr.	Schalldruckpegel $L_{AFmax,n}$ [dB(A)] nach DIN 4109, gemittelt aus mindestens 3 Messungen								
	Untergeschoss vorne (darunterliegender Raum)			Untergeschoss hinten (diagonal darunter liegender Raum)			Erdgeschoss hinten (angrenzender Raum)		
Anregung:	Auslösen Spülvor- gang	Spülvor- gang	Füllvorgang Spülkasten	Auslösen Spülvor- gang	Spülvor- gang	Füllvorgang Spülkasten	Auslösen Spülvor- gang	Spülvor- gang	Füllvorgang Spülkasten
WC-Element, Spülvorgang mit ca. 6 Liter Spülmenge, Trink- und Abwasserleitungen mit Conlit Schalen in den Deckendurchbrüchen einbetoniert.									
12 bis 14	27	28 ¹ (26) ²	14	27	28 ¹ (20) ²	15	34	35 ¹ (27) ²	18
Wie oben, aber Spülvorgang mit ca. 3 Liter Spülmenge									
15 bis 17	27	26 ¹ (24) ²	14	27	25 ¹ (19) ²	15	35	34 ¹ (27) ²	18

¹⁾ Geräusch wird verursacht durch das Schließen der Heberglocke.

²⁾ Messwert ohne Berücksichtigung der Heberglocke.

Tabelle 6 Detailergebnisse zu Tabelle 3. **WC-Vorwandinstallation** (Fa. TECE) vor massiver Installationswand mit praxisgerechter Trink- und Abwasserführung (SML). Ausschließlich durch den Spülvorgang der Toilette erzeugte maximale **Schalldruckpegel $L_{AFmax,n}$** durch Füllen der Toilette mit 7 Liter Wasser, die innerhalb von etwa 3 s aus einem **Eimer direkt in das Toilettenbecken gegossen werden**, gemessen in den angrenzenden Messräumen (nach EN ISO 10052).

WC-Vorwandinstallation (Fa. TECE) vor massiver Installationswand mit praxisgerechter Trink- und Abwasserführung (SML), Trink- und Abwasserleitungen mit Conlit Schalen in den Deckendurchbrüchen einbetoniert.		Schalldruckpegel $L_{AFmax,n}$ in dB(A) im Messraum		
Messung	Anregung	UG vorne	UG hinten	EG hinten
8 bis 11	Füllen der Toilette mit sieben Liter Wasser, die innerhalb von etwa 3 s aus einem Eimer direkt in das Toilettenbecken gegossen werden	27	20	27

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.

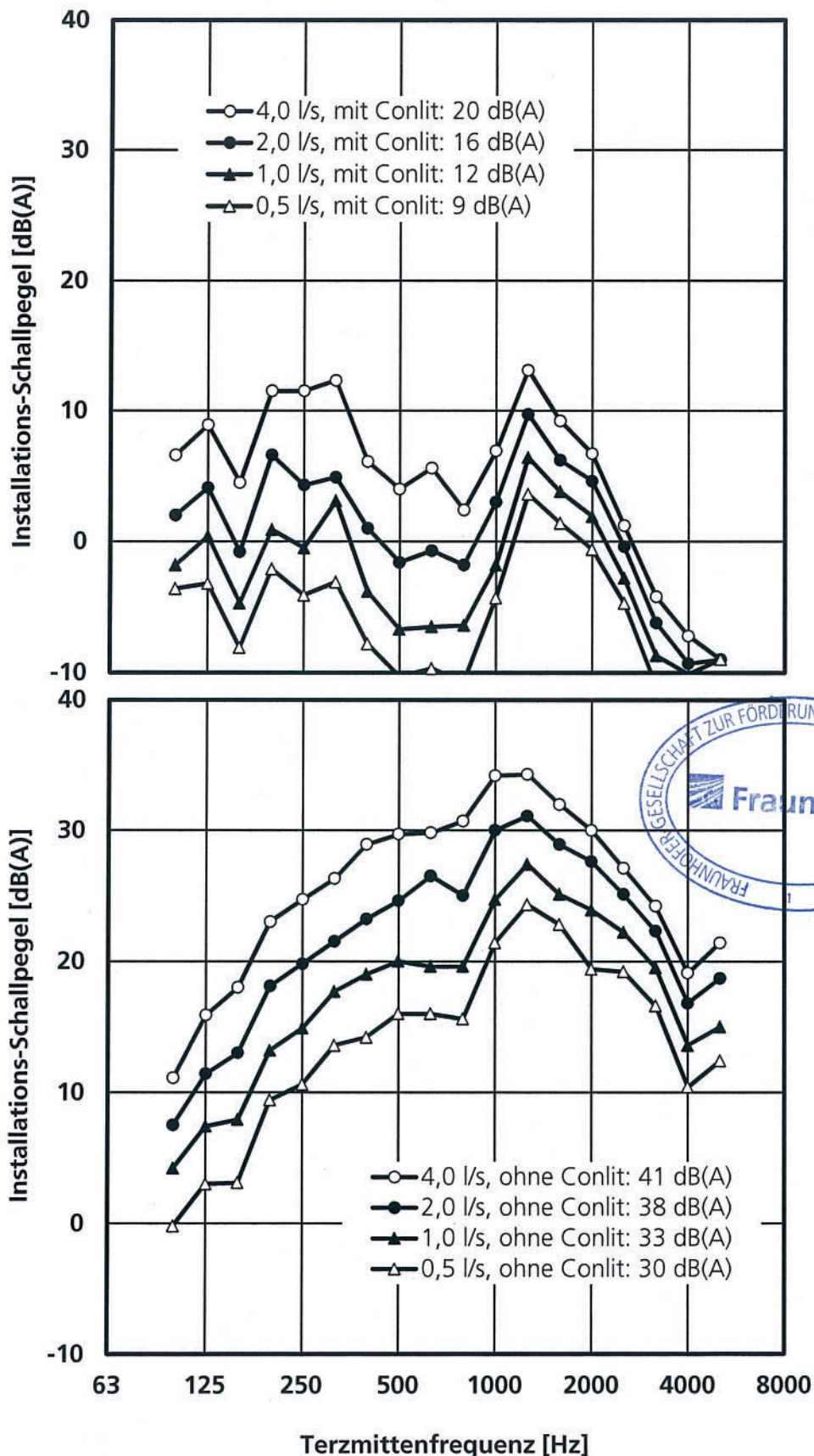


Bild 1 Detailergebnisse zu Tabelle 1, **Abwassersystem**. Frequenzverlauf des Installations-Schallpegels L_{in} ($L_{A, Freq, n}$) nach DIN 4109 bei verschiedenen Volumenströmen, gemessen im Raum UG hinten, für das Abwassersystem aus Gusseisen **mit** (oben) "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in den Deckendurchbrüchen einbetoniert bzw. für das Abwassersystem aus Gusseisen **ohne** (unten) "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in den Deckendurchbrüchen einbetoniert

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.

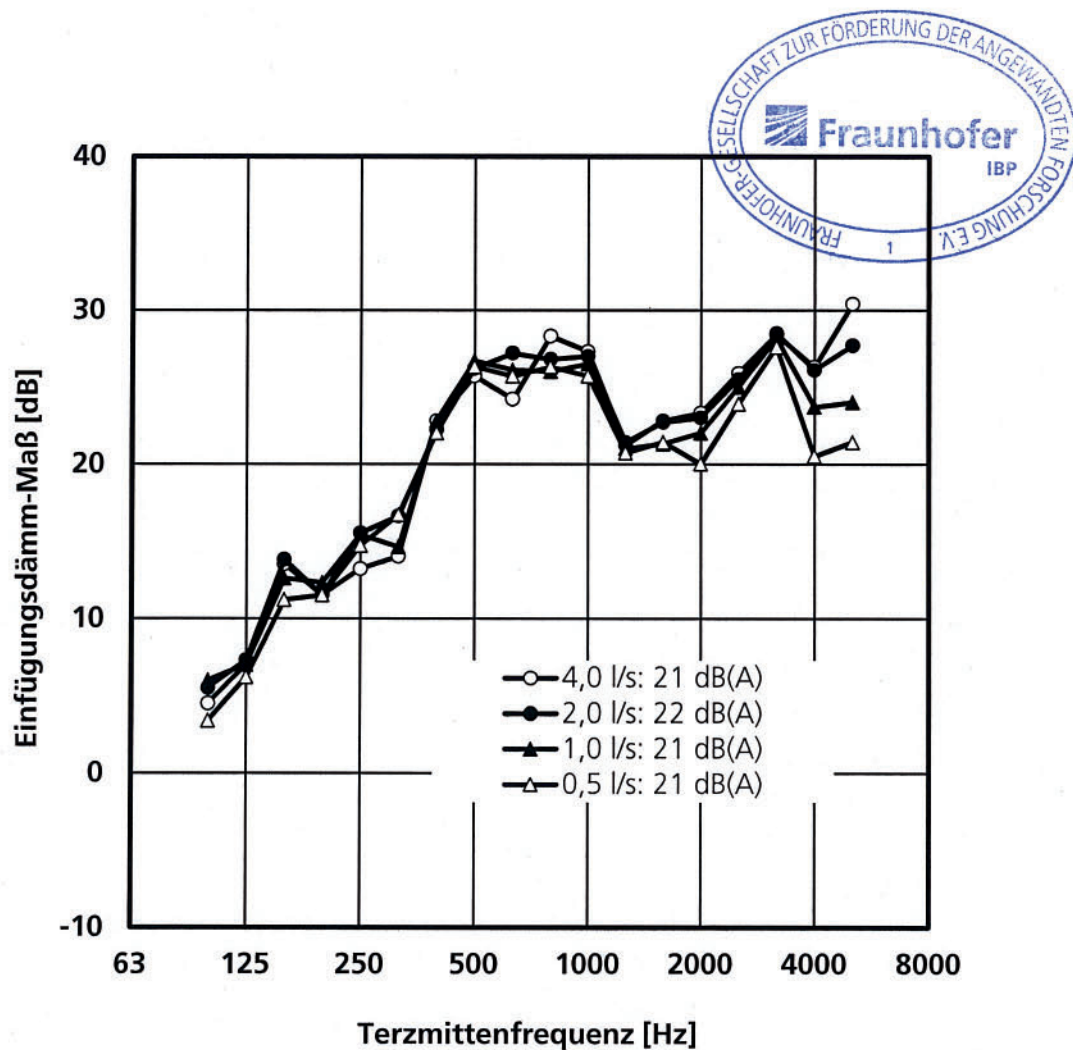


Bild 2 Detailergebnisse zu Tabelle 1, **Abwassersystem**. Frequenzverlauf des Einfügungsdämm-Maßes, gemessen im Raum UG hinten, für das Abwassersystem mit "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in den Deckendurchbrüchen einbetoniert. In der Legende sind die A-Schallpegelminderungen für den angegebenen Frequenzbereich von 100 Hz bis 5 kHz für die unterschiedlichen Volumenströme: 0,5 l/s, 1,0 l/s, 2,0 l/s und 4,0 l/s angegeben. Dasselbe Abwassersystem ohne "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in den Deckendurchbrüchen einbetoniert, diente als Referenzaufbau.

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.

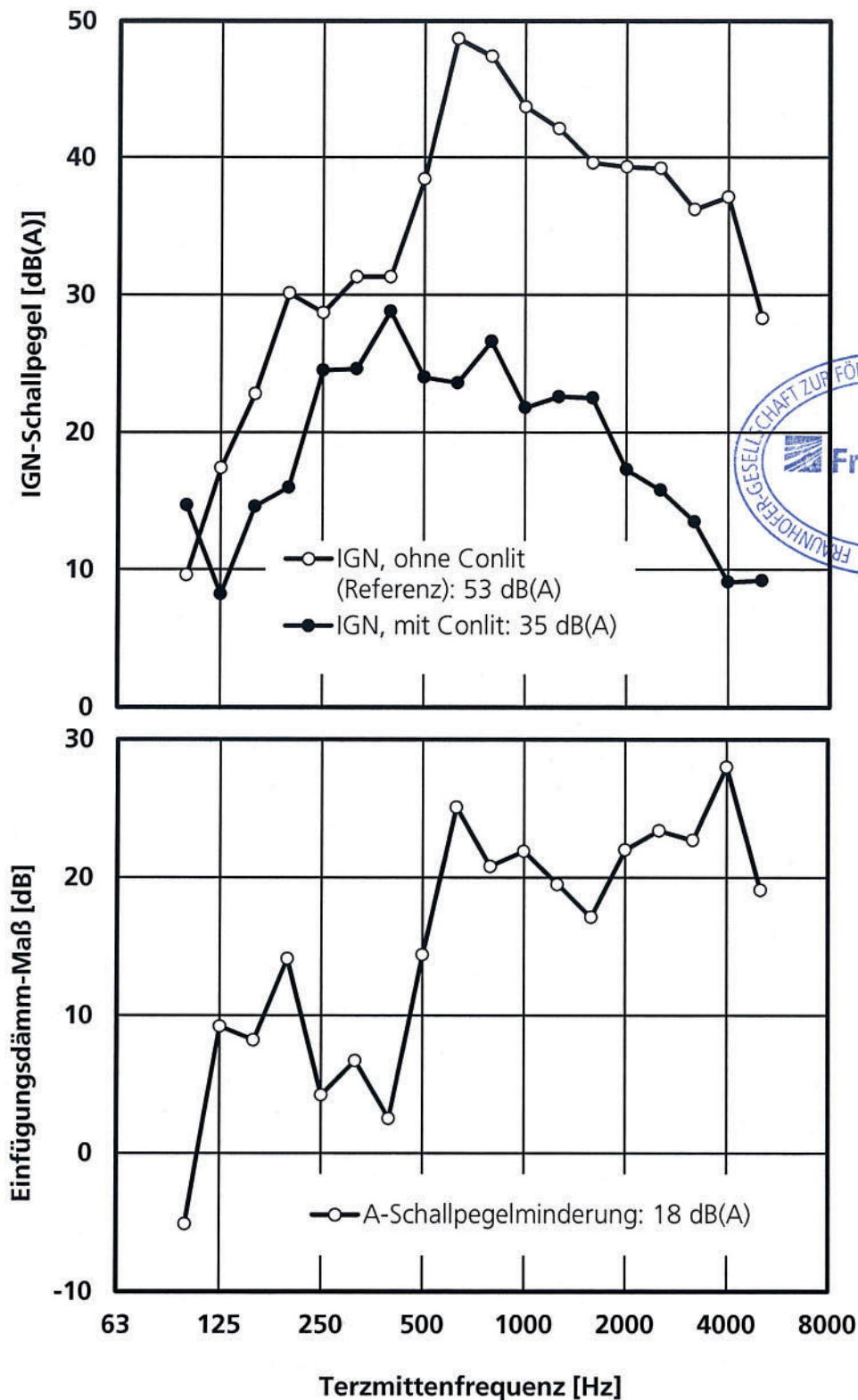


Bild 3 Detailergebnisse zu Tabelle 2, **Trinkwassersystem.**

Bild oben: Frequenzverlauf des Installations-Schallpegels L_{in} ($L_{A,eq,n}$) nach DIN 4109 bei verschiedenen Volumenströmen, gemessen im Raum UG hinten, für das Trinkwassersystem aus Stahl mit bzw. ohne (Referenz) "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in den Deckendurchbrüchen einbetoniert.

Bild unten: Frequenzverlauf des Einfügungsdämm-Maßes, gemessen im Raum UG hinten, für das Trinkwassersystem mit "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in den Deckendurchbrüchen einbetoniert. Dasselbe Abwassersystem ohne "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in den Deckendurchbrüchen einbetoniert, diente als Referenzaufbau.

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.

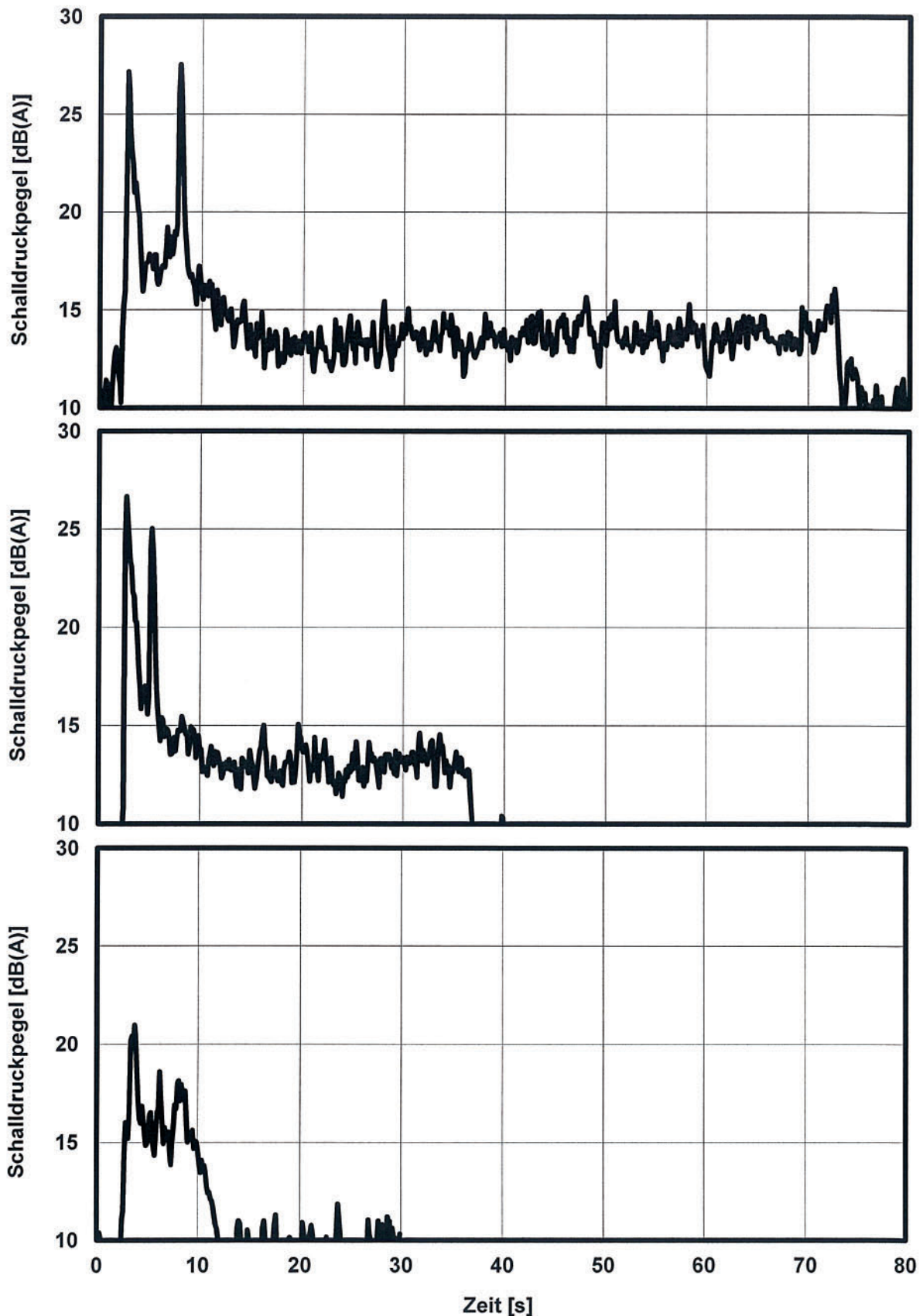


Bild 4 Detailergebnisse zu Tabelle 3, **WC-Musterinstallation**. Zeitverlauf (Einzelbeispiele) des Schalldruckpegels gemessen **im Raum UG hinten**.

Bild oben: WC-Spülvorgang mit einer Spülmenge von ca. 6 Liter.

Bild mitte: WC-Spülvorgang mit einer Spülmenge von ca. 3 Liter.

Bild unten: Füllen der Toilette mit sieben Liter Wasser, die innerhalb von etwa 3 s aus einem Eimer direkt in das Toilettenbecken gegossen werden (nach DIN EN 10052).

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.

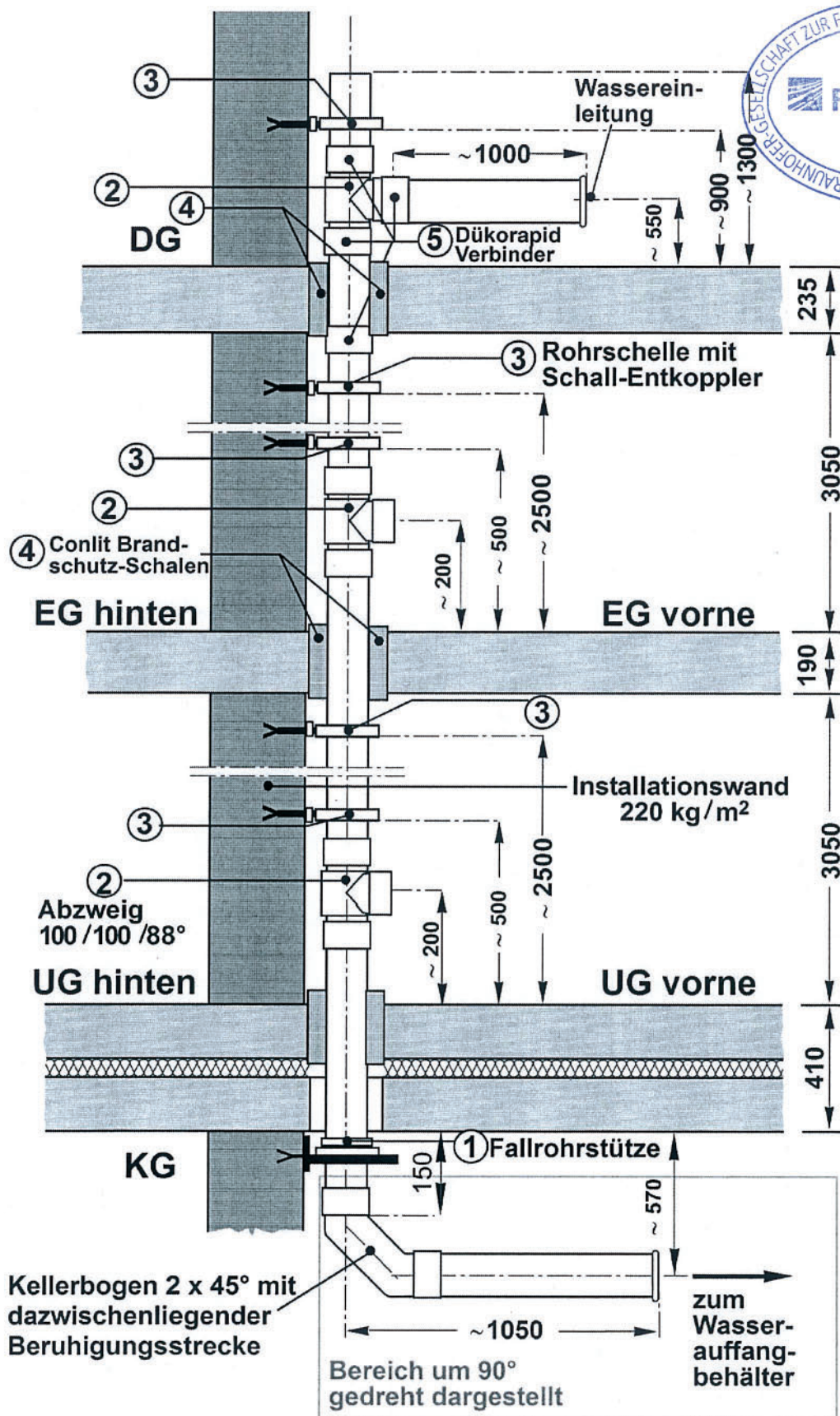


Bild 5 Installationsplan für das **Abwassersystem** aus Gusseisen "Düker SML, DN 100" der Firma Düker mit handelsüblichen Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage und zusätzlichem "Schall-Entkoppler" an der Installationswand angebracht. Prüfaufbau: Abwasserrohre mit "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in den Deckendurchführungen einbetoniert. Referenzaufbau: Zur Bestimmung der Einfügungsdämmung wurden die Abwasserrohre in den Deckendurchbrüchen ohne "Conlit Brandschutzschalen" einbetoniert. (Darstellung nicht maßstäblich, Maßangaben in mm).

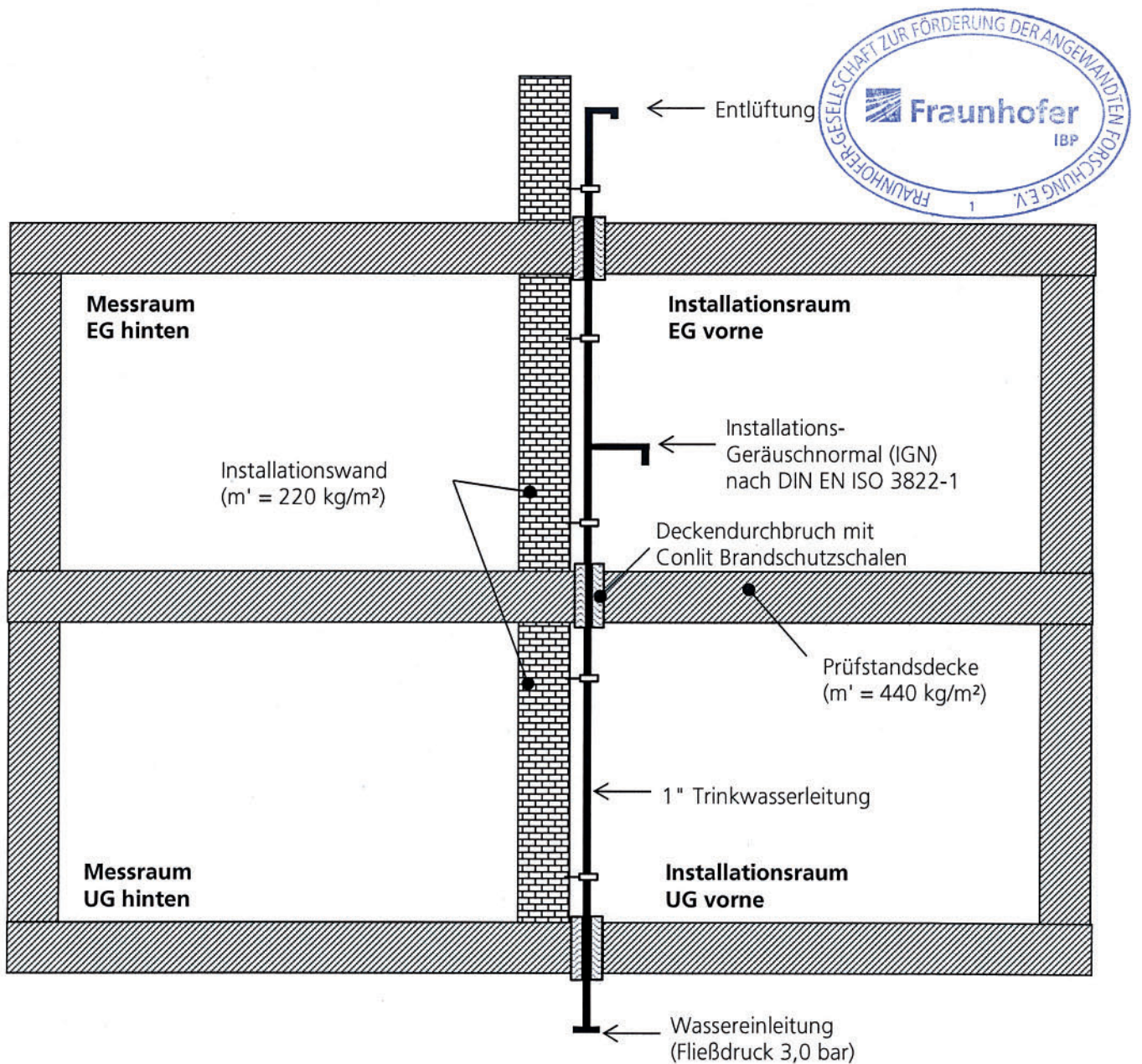


Bild 6 Installationsplan für das **Trinkwassersystem** aus Stahl mit handelsüblichen Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage an der Installationswand angebracht. Außerhalb der Deckendurchbrüche war das Trinkwasserrohr mit einer Rohrummantelung der Firma Rockwool versehen. Prüfaufbau: Trinkwasserrohre mit "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool in den Deckendurchführungen einbetoniert. Referenzaufbau: Zur Bestimmung der Einfügungsdämmung wurden die Trinkwasserrohre in den Deckendurchbrüchen ohne "Conlit Brandschutzschalen" einbetoniert. (Darstellung nicht maßstäblich).

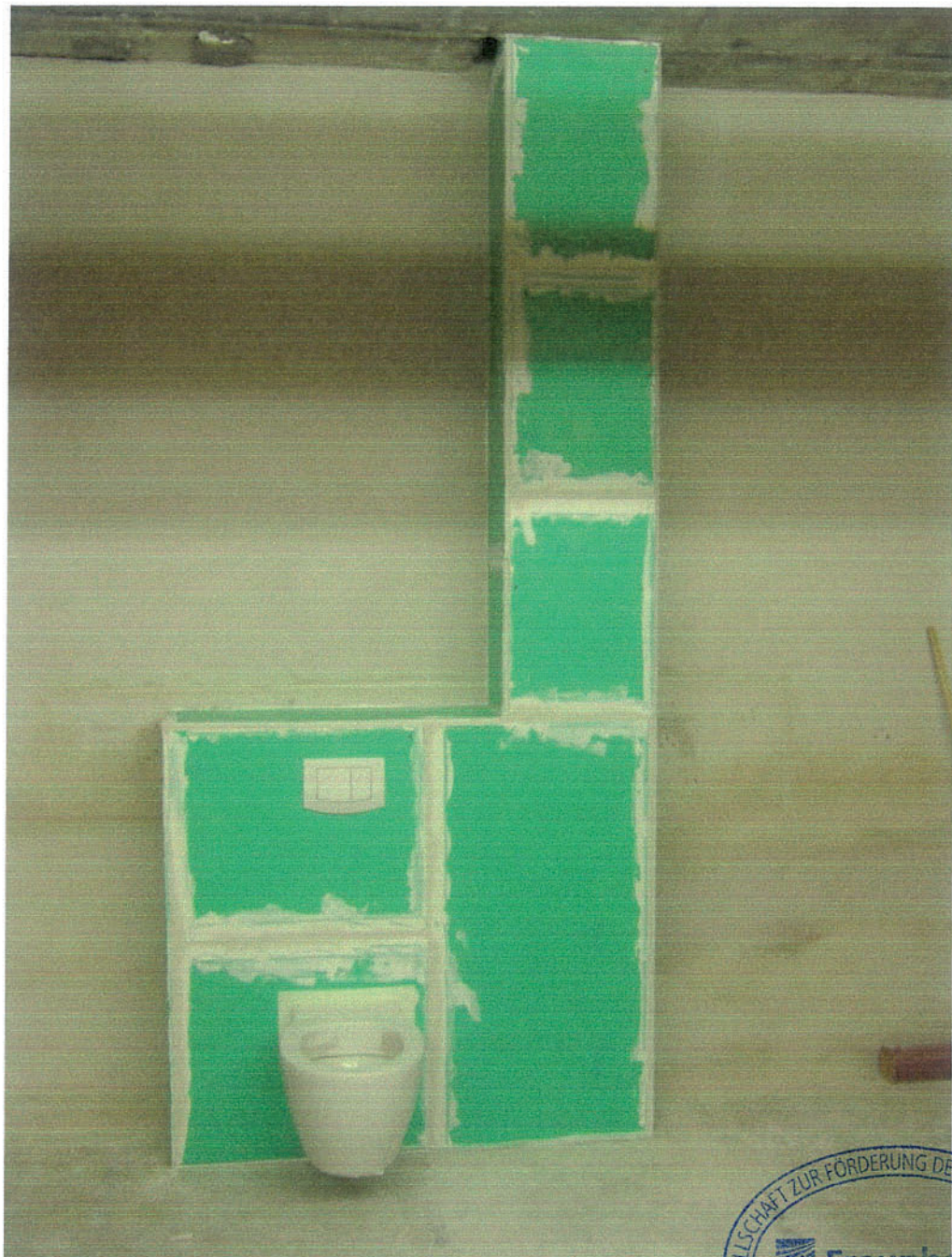


Bild 7 WC-Musterinstallation im Raum G vorne des Prüfstandes. Im Raum UG vorne war lediglich ein Installationsschacht angebracht. In den Deckendurchbrüchen waren die Rohrleitungen mit Conlit Brandschutzschalen einbetoniert (siehe Bilder 5 und 6)

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 Sammelschlussleitungen (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 $Q_{\max} = 4 \text{ l/s}$ 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.

Messdurchführung

Das Einfügungsdämm-Maß D_e kennzeichnet die Verminderung des Installations-Schallpegels von Trinkwasserleitungen durch Körperschallisierende Rohrummantelungen oder Rohrbefestigungen gegenüber dem bei starrer Befestigung der Leitung am Bauwerk vorhandenen Pegel. Die Messungen werden in Anlehnung an DIN EN ISO 10052, DIN 4109-11 und DIN 4109 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 Trinkwasserleitung an der Installationswand.
2. Messung des Installations-Schallpegels an derselben Trinkwasserleitung mit der zu prüfenden Rohrummantelung bzw. den zu prüfenden Rohrbefestigungen.

Geräuschanregung

Die Geräuschanregung erfolgt durch ein genormtes Installationsgeräuschnormal (IGN) nach DIN EN ISO 3822-1 das bei einem Fließdruck von 0,3 MPa betrieben wird, wobei sich ein Wasserdurchfluss von 0,26 l/s ergibt. Hierdurch ist eine praxiserichte und reproduzierbare Geräuschanregung gewährleistet.

Referenzaufbau

Zur Bestimmung der Einfügungsdämmung wird ein Trinkwasserrohr (Länge ca. 2 m, an den Enden abgewinkelt) verwendet, das an der Installationswand (flächenbezogene Masse $m'' = 220 \text{ kg/m}^2$) des Installationsprüfstandes angebracht wird. Die verwendete Messanordnung ist in Anhang M schematisch dargestellt. Die Befestigung des Trinkwasserrohrs erfolgt starr mit zwei Rohrschellen ohne Profilmummieinlagen, die auf den Außendurchmesser des Rohrs abgestimmt sind und bis zum Anschlag geschlossen werden. Am einen Rohrende wird das IGN angeschlossen, am anderen ein elastischer Schlauch, über den die Wasserzufuhr erfolgt.

Die vom IGN erzeugten Geräusche werden von dem Trinkwasserrohr über die Rohrschellen auf die Installationswand übertragen und von dieser als Luftschall in den dahinterliegenden Raum abgestrahlt. Dort wird der Schalldruckpegel abweichend von DIN EN ISO 10052 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 Trinkwasserleitung 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 Profilmummieinlage.

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:

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

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

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

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 mit einem IGN 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 ist zu beachten, dass die am Bau erreichbare A-Schallpegelminderung von dem im Prüfbericht angegebenen Wert abweichen kann, wenn eine Armatur verwendet wird, deren Geräuschspektrum sich wesentlich von demjenigen des IGN unterscheidet. Gleiches gilt für Trinkwasserinstallationen mit andersartiger Leitungsführung oder anderem Rohrdurchmesser. 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 Körperschallbrücken zwischen der Armatur beziehungsweise den Rohrleitungen und dem Baukörper verringert werden kann. Bei den hier angegebenen Werten sind diese Nebenwege nicht berücksichtigt.

Nachweis von Schallschutzanforderungen

Weder die gemessene Einfügungsdämmung D_e noch der zur Bestimmung von D_e herangezogene Installations-Schallpegel unterliegen Schallschutzanforderungen. Der in einem Musterbau (im vorliegenden Fall dient der Installations-Prüfstand als Musterbau) mit IGN-Anregung gemessene Gesamtschallpegel $L_{AF,10}$ (entspricht dem IGN-Schallpegel L_{IGN} nach DIN 4109) erlaubt jedoch nach der in DIN 4109, Gleichung (3) angegebenen Beziehung

$$(5) \quad L_{ap} \leq 72 \text{ dB} - L_{IGN} \quad [\text{dB(A)}]$$

eine Aussage darüber, wie hoch der Armaturengeräuschpegel L_{ap} einer vorgesehenen Armatur maximal sein darf, damit der resultierende Installations-Schallpegel L_{in} der geprüften Installation in einer dem Musterbau vergleichbaren Bausituation einen Wert von 35 dB(A) nicht überschreitet. Damit die aktuelle Mindestanforderung aus DIN 4109/A1: 2001 in Höhe von $L_{in} \leq 30$ dB(A) für Wohn- und Schlafräume eingehalten wird, muss der L_{ap} mindestens 5 dB unter dem auf diese Weise berechneten Wert liegen. Armaturen werden in die Armaturengruppe I eingestuft, wenn Ihr Armaturengeräuschpegel L_{ap} kleiner oder gleich 20 dB(A) ist. Armaturen, deren Armaturengeräuschpegel zwischen 20 dB(A) und 30 dB(A) liegen, werden in die Armaturengruppe II eingestuft.

Messdurchführung und Beurteilungsgrößen

WC- oder Urinal Elemente (Spülvorgänge):

Zur Erfassung der durch ein WC oder ein Urinal-Element verursachten Installationsgeräusche, werden nach Betätigung der Spüleinrichtung mindestens 3 komplette Zeitverläufe vom Auslösen bis zum Ende des Füllvorgangs aufgezeichnet. Zur Ermittlung des Installations-Schallpegels in Anlehnung an DIN EN ISO 10052, DIN 4109-11 und DIN 4109 wird für jeden Zeitverlauf der maximale Schalldruckpegel $L_{AF,10}$ bestimmt. Kurzzeitige Geräuschspitzen, die beim Betätigen von Armaturen entstehen, werden hierbei gemäß den Vorgaben der DIN 4109-11 nicht berücksichtigt. Anschließend werden die ermittelten Werte arithmetisch gemittelt. Um Erkenntnisse über die Geräuschenstehung zu erhalten, wird die gleiche Auswertung auch für die einzelnen Phasen der WC-Spülung (Auslösen, Spülvorgang und Füllvorgang) vorgenommen. Als zusätzliche Angaben werden außerdem die Füllzeit und die Füllmenge von WC-Spülkästen sowie die Urinal-Spülzeit erfasst.

Auslaufarmaturen:

Zur Erfassung der durch Einhebel-Mischarmaturen wie z. B. Waschtischarmaturen, Bidetarmaturen, Brausearmatur oder Badewannenarmatur verursachten Installationsgeräusche, wird die Armatur entsprechend den Vorgaben der DIN EN ISO 10052 bei mittlerer Temperatureinstellung langsam vollständig geöffnet. In dieser Stellung wird die Temperatur auf Kleinstwert verringert und anschließend auf Höchstwert eingestellt. Anschließend wird die Armatur langsam geschlossen. Hierbei wird jeweils der komplette Zeitverlauf der Geräusche aufgezeichnet und daraus der maximale Schalldruckpegel $L_{AF,10}$ ermittelt. Zur Bestimmung des Installations-Schallpegels wird der Vorgang mindestens dreimal wiederholt und das arithmetische Mittel der zugehörigen Maximalpegel gebildet. Der Installations-Schallpegel entspricht dem Ergebnis für die lauteste Ventilstellung. Neben den akustischen Daten wird zusätzlich der maximale Durchfluss der Auslaufarmaturen in den Stellungen warm, misch und kalt erfasst.

Allgemeine Angaben zur Messung:

Abweichend von der DIN EN ISO 10052 werden die Schalldruckpegel bei zeitabhängigen Geräuschen nicht nur an einem Messpunkt, sondern an mindestens 3 im Prüfraum verteilten Punkten erfasst. Bei stationären Geräuschen werden die Schalldruckpegel an mindestens 6 im Prüfraum verteilten Punkten erfasst und räumlich und zeitlich gemittelt. Hierdurch wird die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse verbessert, um den erhöhten Anforderungen an Messungen im Prüfstand Rechnung zu tragen. Der Fließdruck für die Trinkwasserversorgung betrug bei allen Messungen mindestens 0,3 MPa.

Bei zeitlich veränderlichen Geräuschen (z. B. WC-Spülung) wird auch im Prüfstand der Maximalpegel gemessen. Die hierfür im Prüfbericht angegebene Messgröße $L_{AF,10}$ (entspricht dem Installations-Schallpegel L_{in}) ist gleichbedeutend mit dem Maximalpegel $L_{AFmax,n}$ nach DIN 4109-11 und DIN EN ISO 10052.

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

Beurteilung für erhöhten Schallschutz nach VDI 4100 vom Oktober 2012

Die Richtlinie VDI 4100 enthält Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz in Wohnungen. Diese Vorschläge reichen über die in DIN 4109 enthaltenen Mindestanforderungen hinaus und können zwischen Auftraggeber und ausführendem Unternehmen zusätzlich vereinbart werden.

Die Messung von Installationsgeräuschen erfolgt nach VDI 4100 und DIN 4109 in gleicher Weise. Die Einzelheiten des Verfahrens und die Auswertung der Ergebnisse sind in Anhang F beschrieben. Der einzige Unterschied zwischen den beiden Normen besteht darin, dass die gemessenen Pegel in DIN 4109 auf eine äquivalente Schall-Absorptionsfläche von $A_0 = 10 \text{ m}^2$ bezogen werden, während in VDI 4109 eine Nachhallzeit von $T_0 = 0,5 \text{ s}$ als Bezugswert verwendet wird. Zwischen den beiden Pegeln besteht folgender Zusammenhang:

$$L_{AF,nT} = L_{AF,n} - 10 \lg(V) + 15$$

mit $L_{AF,nT}$ = Standard-Schallpegel der Installationgeräusche nach VDI 4100 [dB(A)]
 $L_{AF,n}$ = Norm-Schallpegel der Installationgeräusche nach DIN 4109 [dB(A)]
 V = Volumen des Empfangsraums [m^3]

Der Indizes A und F bezeichnen hierbei die Frequenzbewertung A und die Zeitbewertung "Fast". Je nachdem, ob ein zeitlicher gemittelter Wert oder ein Maximalpegel gemessen wird, wird an diese Indizes noch der Index "eq" oder "max" angehängt. Dies gilt für den Standard- und den Norm-Schallpegel in gleicher Weise, also z. B. $L_{AFeq,nT}$ oder $L_{AFmax,n}$.

Die Standard-Schallpegel nach VDI 4100 und der Norm-Schallpegel nach DIN 4109 unterscheiden sich um einen konstanten Wert, der lediglich vom Volumen des Empfangsraums abhängt. Während der Norm-Schallpegel vom Raumvolumen unabhängig ist, nimmt der Standard-Schallpegel mit wachsendem Raumvolumen ab. Da sich die Schallschutzanforderungen der VDI 4100 auf den Standard-Schallpegel beziehen, müssen die im Installations-Prüfstand des IBP gemessenen Werte zum Nachweis der Anforderungen auf das Volumen der vor Ort vorhandenen schutzbedürftigen Räume umgerechnet werden. Die Umrechnung erfolgt nach folgender Beziehung:

$$L_{AF,nT,Bau} = L_{AF,nT,Lab} + 10 \lg(V_{Lab}/V_{Bau})$$

mit $L_{AF,nT,Bau}$ = Standard-Schallpegel der geprüften Installation am Bau
 $L_{AF,nT,Lab}$ = Standard-Schallpegel der geprüften Installation im Prüfstand
 V_{Lab} = Volumen des Empfangsraums im Prüfstand
 V_{Bau} = Volumen des schutzbedürftigen Raumes am Bau

Die Volumina der drei Empfangsräume im Installationsprüfstand des IBP und grafische Darstellungen der obigen Berechnungsformel zur direkten Ablesung der Ergebniswerte sind nachfolgend dargestellt:

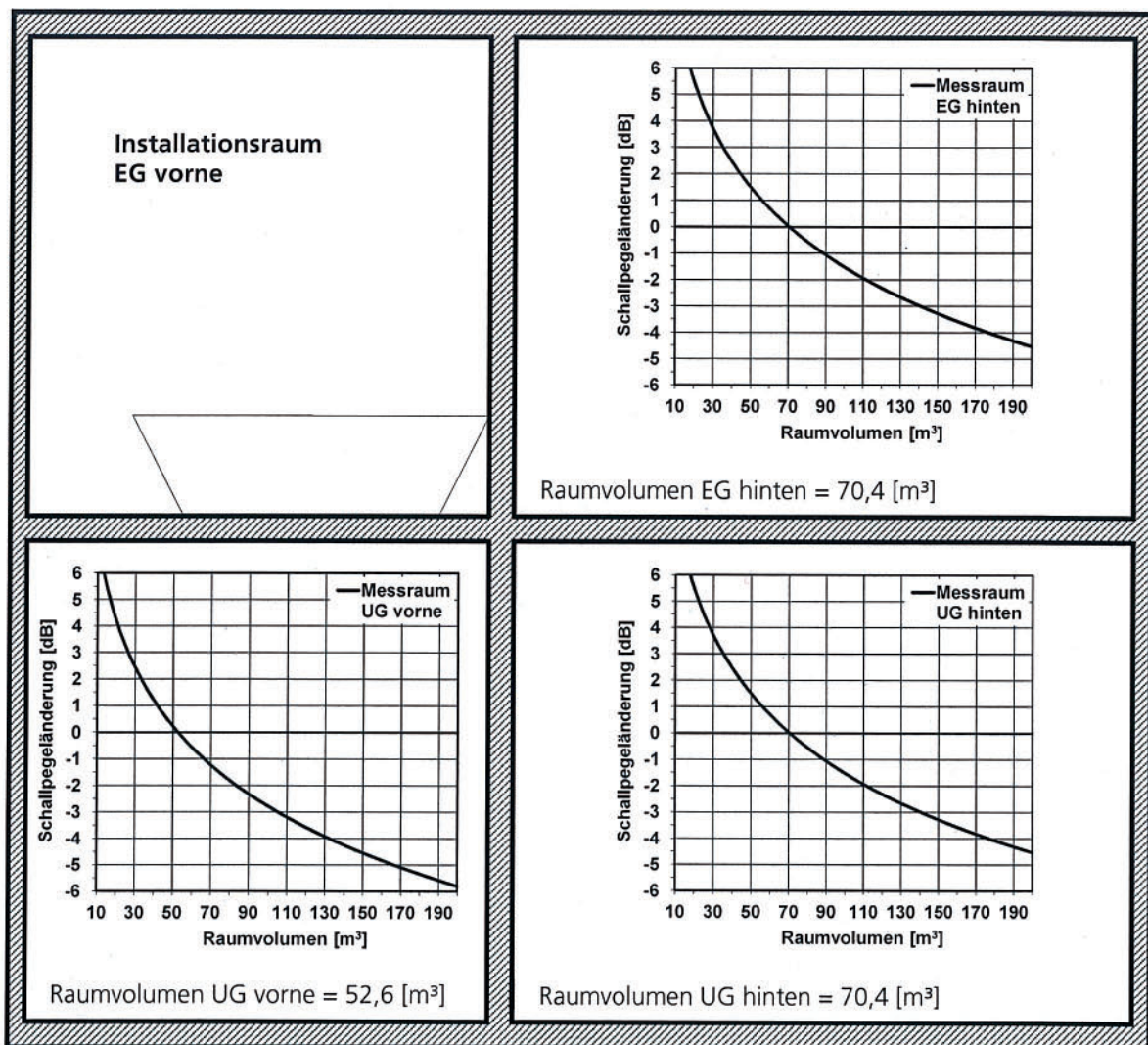


Bild 1: Änderung des im Installationsprüfstand P12 gemessenen Standard-Schallpegels für Räume mit abweichendem Volumen. Für die drei Messräume UG vorne, UG hinten und EG hinten ist in den Diagrammen jeweils die resultierende Pegeländerung gegenüber dem im Prüfbericht angegebenen Messwert in Abhängigkeit vom neuen Raumvolumen angegeben. Stimmen die Volumina des neuen Raumes und des jeweiligen Messraums überein, so bleibt der Pegel unverändert (Pegeländerung $\Delta L = 0$ dB). Ist der neue Raum größer als der jeweilige Messraum, so nimmt der Schallpegel ab ($\Delta L < 0$), ist er kleiner, so steigt der Pegel an ($\Delta L > 0$).

Anforderungen

Nach VDI 4100 gelten in Wohnungen alle Räume mit einer Grundfläche ≥ 8 m² als schutzbedürftige Räume. Für die Geräusche haustechnischer Anlagen und für Trittschall sind Küchen, Bäder, WCs, Flure und Nebenräume hiervon allerdings ausdrücklich ausgenommen. Bei üblicher Grundrissanordnung (Bad über Bad) ist deshalb für die im Prüfstand ermittelten Werte im Normalfall der Raum UG hinten als nächstgelegener schutzbedürftiger Raum anzusehen.

Die Anforderungswerte sind in der VDI 4100 nach Schallschutzstufen (SSt) eingeteilt, die unterschiedlichen Komfort-Niveaus entsprechen:

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

SSt I	„gegenüber einfachster Ausführung und Ausstattung angehoben“
	„unzumutbare Belästigungen werden im Allgemeinen vermieden“
SSt II	„durchschnittliche Komfortansprüche“
	„im Allgemeinen nicht störend“
SSt III	„besondere Komfortansprüche“
	„nicht oder nur selten störend“

Für die drei Schallschutzstufen sind in VDI 4100 jeweils unterschiedliche Anforderungen angegeben. Da SSt III das höchste Komfortniveau repräsentiert, gelten hier die strengsten Anforderungen, d. h. die für Installationsgeräusche zulässigen Pegel sind hier am niedrigsten. Die Anforderungswerte für Mehrfamilienhäuser bzw. Einfamilien-Doppel- und Einfamilien-Reihenhäuser sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 2: Schallschutz-Anforderungen für gebäudetechnische Anlagen in Mehrfamilienhäuser bzw. Einfamilien-Doppel- und Einfamilien-Reihenhäuser nach VDI 4100 für die Schallschutzstufe SSt I bis III. Die Anforderungen gelten für die Schallübertragung zwischen fremden Wohnungen. Die Geräusche von Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen werden hierbei gemeinsam betrachtet.

Bausituation	akustische Größe [dB(A)]	SSt I	SSt II	SSt III
Mehrfamilienhaus	$\overline{L_{AFmax,nT}}$ bzw. $\overline{L_{AFeq,nT}}$ a) b)	≤ 30	≤ 27	≤ 24
Einfamilien-Doppel- und Einfamilien-Reihenhäuser	$\overline{L_{AFmax,nT}}$ bzw. $\overline{L_{AFeq,nT}}$ a) b)	≤ 30	≤ 25	≤ 22

- a) Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen, die beim Betätigen (Öffnen; Schließen, Umstellen, Unterbrechen u. Ä.) der Armaturen und Geräte der Wasserinstallation entstehen, sollen die Kennwerte der SSt II und SSt III um nicht mehr als 10 dB übersteigen. Dabei wird eine bestimmungsgemäße Benutzung vorausgesetzt.
- b) Da es sich bei Installationsgeräuschen vielfach um zeitliche veränderliche Signale handelt, sieht VDI 4100 hierfür die Messung des Maximalpegels $\overline{L_{AFmax,nT}}$ vor. Bei stationären Signalen, wie z. B. Wasserstrahl-Prallgeräuschen, ist es jedoch günstiger, statt dessen den Mittelungspegel $\overline{L_{AFeq,nT}}$ zu bestimmen, da nur auf diese Weise die für Prüfstandsmessungen obligatorischen Reproduzierbarkeits- und Genauigkeitsanforderungen eingehalten werden. Der gemessene Mittelungspegel ist im allgemeinen etwas geringer als der Maximalpegel; umfangreichen Erfahrungen zufolge beträgt der Unterschied jedoch nicht mehr als maximal 2-3 dB.

Neben den oben genannten Anforderungen für die Schallübertragung zwischen fremden Wohnungen enthält VDI 4100 auch Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohnbereich. Die hierfür geltenden Anforderungswerte und die Bedeutung der zugehörigen Schallschutzstufen können VDI 4100 entnommen werden.

Anmerkung zur Behandlung von Nutzergeräuschen in VDI 4100:

Für die häufig zu Beschwerden führenden Nutzergeräusche (z. B. Abstellen eines Zahnputzbechers auf eine Abstellplatte, Öffnen und Schließen des WC-Deckels, Spureinlauf, Rutschen in der Badewanne, Zuschlagen der Türen (auch von Wand- und Einbauschränken usw.) wurden auch für die Schallschutzstufen SSt II und SSt III keine Kennwerte festgelegt, da diese Geräusche nur sehr schlecht reproduzierbar sind und von der jeweiligen Bausituation abhängen. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass diese Geräusche – bei bestimmungsgemäßer Nutzung – durch Verwendung üblicher Maßnahmen zur Körperschalldämmung bei der Montage von Sanitärausstattungsgegenständen und Schränken so weit wie möglich gemindert werden.

Prüfbericht P-BA 292/2014

Prüfbericht und Eignungsnachweis über das Geräuschverhalten von Brandschutzschalen in Verbindung mit einer WC- Musterinstallation an einer leichten Installationswand im Prüfstand

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

Institutsleiter
Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

Auftraggeber: Deutsche Rockwool
Mineralwoll GmbH & Co. OHG
Rockwool Straße 37-41
D-45966 Gladbeck

Prüfobjekt: "Conlit Brandschutzschalen" der Firma Rockwool in Verbindung mit einer vollständigen Musterinstallation bestehend aus einer WC Vorwandinstallation mit praxismgerechter Zu- und Abwasserführung an einer leichten Installationswand.

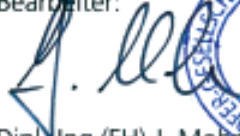
Inhaltsverzeichnis:

Ergebnisblatt 1:	Zusammenfassung der Ergebnisse: Installations-Schallpegel
Ergebnisblatt 2:	Luftschalldämmung der leichten Installationswand
Tabelle 1	Detailergebnisse
Bild 1:	Detailergebnisse
Bild 2:	Darstellung Versuchsaufbau
Anhang I:	Messdurchführung und Beurteilungsgrößen
Anhang E:	Beschreibung Eignungsnachweis
Anhang F:	Auswertung
Anhang G:	Aussagefähigkeit der Messergebnisse
Anhang P10:	Beschreibung des Prüfstands
Anhang V:	Beurteilung nach VDI 4100

Prüfdatum: Die Messungen wurden am 12. und 13. November 2014 im Technikum des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Stuttgart durchgeführt.

Stuttgart, 29. Juni 2015

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.

WC-Musterinstallation: Bestimmung des Installations-Schallpegels L_{in} im Prüfstand

P-BA 292/2014
Ergebnisblatt 1

Auftraggeber: Deutsche Rockwool, Mineralwoll GmbH & Co. OHG, Rockwool Straße 37-41, D-45966 Gladbeck

Prüfgegenstand: "Conlit Brandschutzschalen" der Firma Rockwool in Verbindung mit einer vollständigen Musterinstallation bestehend aus einer WC Vorwandinstallation der Firma TECE (Trockenbauweise) mit praxisgerechter Zu- und Abwasserführung an einer leichten Trockenbau Trennwand W112 der Fa. Knauf (Prüfobjekt S 10763-01).

Prüfaufbau: Für die Prüfung wurde eine WC Vorwandinstallation praxisgerecht über alle Stockwerke im Leichtbauprüfstand P10 vor einer leichten Trockenbau Trennwand W112 der Fa. Knauf eingebaut. Montage der Musterinstallation siehe Bild 2.

- Trockenbau Trennwand W112 der Fa. Knauf, eingebaut als Trennwand und Installationswand in den Räumen EG und UG des Prüfstandes (genaue Beschreibung siehe Ergebnisblatt 2).
- WC-Vorwandinstallation "TECEprofil - WC" mit Installationsschacht der Fa. TECE an der leichten Trockenbau Trennwand W112 der Fa. Knauf im EG und UG des Prüfstandes angebracht. Mit WC-Element "TECEprofil - WC" mit Zweimengenspülkasten und mit WC-Keramik "Connect" der Firma Ideal Standard, angebracht mit dem zugehörigen Schallschutzset. Verkleidung der Vorwandinstallation im EG vorne (WC-Element u. Installationsschacht) und im UG vorne (Installationsschacht) mit Gipskartonplatten (Dicke 18 mm). Ohne Verfliesung.
- Trinkwassersystem: Kunststoff-Trinkwasserleitung "Admiral" der Firma Bauhaus (Außen \varnothing 20 mm; Wanddicke 2 mm; mit Rohrummantelung "Rockwool 800", Dicke 22/20 mm der Firma Rockwool angebracht am gesamten Trinkwassersystem, außer in den Deckendurchbrüchen. Rohrschellen: Handelsübliche Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage. Alle Rohrschellen unterhalb der Rohrummantelung als Festschellen, vollständig geschlossen, an dem Vorwandelement der Fa. TECE befestigt.
- 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: Handelsübliche Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage "110 mm" der Firma Marley und zusätzlichem "Schall-Entkoppler" (Art. Nr. 239681) der Fa. Düker, angebracht zwischen der Rohrschelle und dem Vorwandelement. Alle Rohrschellen als Festschellen, vollständig geschlossen, an dem Vorwandelement der Fa. TECE befestigt. Fallrohrstütze (Art.Nr. 661564) mit Auflagering der Fa. Düker. Im Schacht unter dem UG (simuliertes Kellergeschoss) erfolgte die Abwasserführung geräuscharm über einen Kellerbogen (2 x 44°) mit dazwischenliegender Beruhigungsstrecke und einer waagrechten Auslaufstrecke. Da eine Montage der Fallrohrstütze im Schacht unter dem UG aus Platzgründen nicht möglich war, wurde die Fallrohrstütze schallentkoppelt (mit Elastomerunterlagen) auf dem Boden des UG vorne angebracht.
- "Conlit Brandschutzschalen" der Fa. Rockwool aus Mineralwolle für Trinkwassersysteme: Conlit 150U, Dicke 20/20 und für Abwassersysteme: Conlit Muffenrohrschale S, Artikelnr.: 121911, Dicke: 110/25 angebracht in den Kernlochbohrungen der Deckendurchbrüchen.

Der Versuchsaufbau erfolgte durch den Auftraggeber und einen vom Fraunhofer IBP beauftragten Installationsbetrieb.

Prüfstand: Leichtbauprüfstand P10, Flächenmasse der Decke: ca. 440 kg/m² (19 cm Beton). Installationsräume: EG vorne und UG vorne. Die Anregung erfolgte im Raum EG vorne. Messräume: UG vorne (vertikal angrenzend zum Anregeraum), UG hinten (diagonal angrenzend zum Anregeraum) und EG hinten (horizontal angrenzend zum Anregeraum). Genaue Beschreibung im Anhang P10. Aufbau und Schalldämmung der Installationswand s. Ergebnisblatt 2.

Prüfverfahren: Messung in Anlehnung an DIN EN ISO 10052: 2010 und DIN 4109-11: 2010. Bestimmung des Installations-Schallpegel L_{in} ($L_{AFmax,n}$) durch Messung der maximalen Schalldruckpegel beim Auslösen, Spülvorgang und Füllvorgang des WC's. (Genaue Beschreibung des Prüfverfahrens siehe Anhang I). Zusätzlich erfolgte eine Auswertung der Messergebnisse nach VDI 4100:2012-10.

Ergebnis:

WC-Vorwandinstallation (Fa. TECE) vor einer leichten Trockenbau Trennwand W112 mit praxisgerechter Trink- und Abwasserführung (SML), Trink- und Abwasserleitungen mit Conlit Schalen in den Deckendurchbrüchen.		Installations-Schallpegel $L_{AFmax,n}$ (L_{in}) nach DIN 4109 in dB(A), im Messraum		
Messung	Anregung	UG vorne	UG hinten	EG hinten
6, 8, 10	WC Spülvorgang mit ca. 6 Liter Spülmenge	30	17	30
9, 11	WC Spülvorgang mit ca. 3 Liter Spülmenge	28	15	28
		Installations-Schallpegel $L_{AFmax,nT}$ (L_{in}) nach VDI 4100 in dB(A),		
6, 8, 10	WC Spülvorgang mit ca. 6 Liter Spülmenge	30	16	29
7, 9, 11	WC Spülvorgang mit ca. 3 Liter Spülmenge	29	14	26

Prüfdatum: 12. und 13. November 2014

Bemerkungen: - Die Anforderungen der DIN 4109 und der VDI 4100 gelten in der vorliegenden Grundrissituation nur für den Raum UG hinten.



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 29. Juni 2015
Prüfstellenleiter:



Auftraggeber: Deutsche Rockwool, Mineralwoll GmbH & Co. OHG, Rockwool Straße 37-41, D-45966 Gladbeck

Ergebnisblatt 2

Prüfgegenstand:

Trockenbau Trennwand W112 der Fa. Knauf, eingebaut als Trennwand und Installationswand in den Räumen EG und UG des Prüfstandes P10 in Verbindung mit einer WC-Vorwandinstallation der Firma TECE (Trockenbauweise) mit praxisingerechter Zu- und Abwasserführung mit "Conlit Brandschutzschalen" der Firma Rockwool angebracht in den Deckendurchbrüchen (Prüfobjekt S 10763-01). Die Messung der Luftschalldämmung erfolgte im EG.

Prüfaufbau:

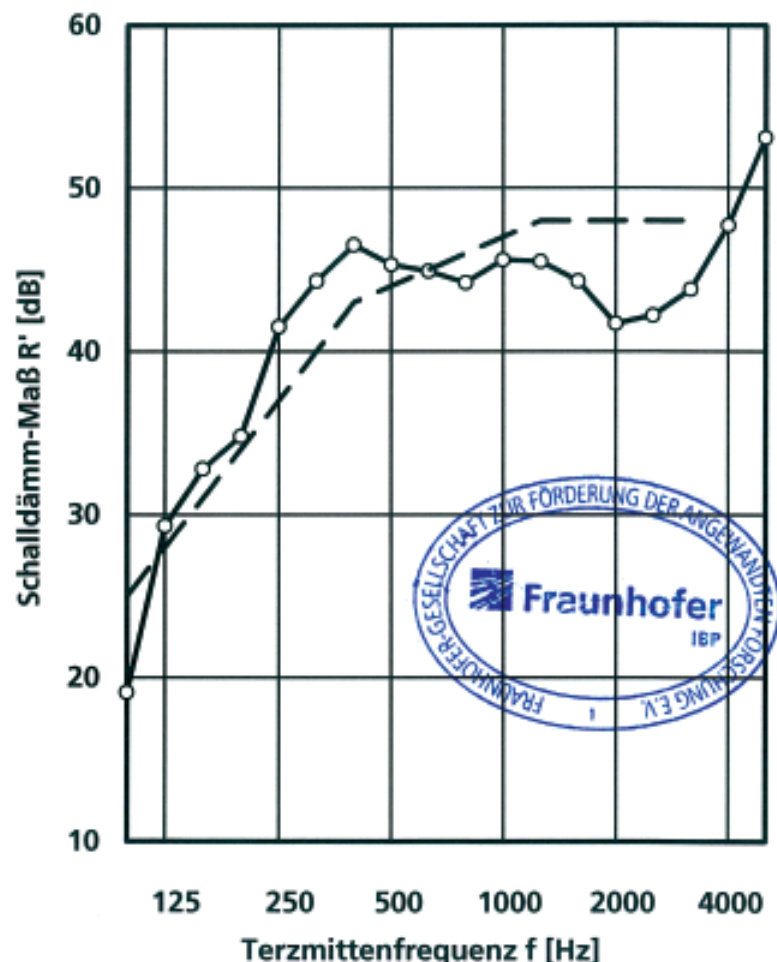
Aufbau des Versuchsaufbaus vom Installationsraum (EG vorne) in Richtung Messraum (EG hinten), s. Bild 2.

Vorwand und Installationsschicht: Einlagige Beplankung mit Gipskartonplatten der Fa. TECE.	1,8 cm
Vorwand (Maße B x H: 90 cm x 135 cm) und Installationsschicht (Maße B x H: 60 cm x 345 cm): Aufbau mit TECE Profilen	32 cm
Trockenbau Ständerwand W112: Zweilagige Beplankung mit Gipskartonplatten *GKBI 12,5 mm* der Fa. Knauf. Flächenbezogene Masse der zweilagigen Beplankung 21 kg/m ² .	2,5 cm
Trockenbau Ständerwand W112: Ständerwerk aus *UW 50* und *CW 50*-Profilen der Fa. Knauf. mit eingestellten 40 mm dicken Mineralfaserplatten Rohdichte 24 kg/m ³ , längenbezogener Strömungswiderstand 5 kPa s/m ² .	5 cm
Trockenbau Ständerwand W112: Zweilagige Beplankung mit Gipskartonplatten *GKBI 12,5 mm* der Fa. Knauf. Flächenbezogene Masse der zweilagigen Beplankung 21 kg/m ² .	2,5 cm
Gesamtdicke der Installationswand mit Vorwand und Installationsschicht:	44 cm

Prüffläche: 14 m²
 Prüfräume: P10, EG
 Volumen: V_S = 26,4 m³
 V_E = 41,1 m³
 Art: Prüfstand
 Rel. Feuchte: 41 ± 2 %
 Lufttemperatur: 20 ± 0,3 °C
 stat. Luftdruck: 968 ± 1 hPa
 Prüfschall: rosa
 Rauschen
 Prüfdatum: 13.11.2014

f [Hz]	R' [dB]
50	15,5
63	12,0
80	13,9
100	19,1
125	29,3
160	32,8
200	34,8
250	41,5
315	44,3
400	46,5
500	45,3
630	44,9
800	44,2
1000	45,6
1250	45,5
1600	44,3
2000	41,7
2500	42,2
3150	43,8
4000	47,7
5000	53,1

„±“: Störpegel- oder Grenzdämmungskorrektur.



Bewertetes Schalldämm-Maß nach DIN EN ISO 717-1:2013

$R'_{w} (C; C_{tr}; C_{100-5000}; C_{tr,100-5000}) = 44,7 \pm 1,2 (-2; -7; -1; -7) \text{ dB}$



Messung Nr.	Schalldruckpegel $L_{AFmax,n}$ [dB(A)] nach DIN 4109, gemittelt aus mindestens 3 Messungen								
	Untergeschoss vorne (darunterliegender Raum)			Untergeschoss hinten (diagonal darunter liegender Raum)			Erdgeschoss hinten (angrenzender Raum)		
Anregung:	Auslösen Spülvor- gang	Spülvor- gang	Füllvorgang Spülkasten	Auslösen Spülvor- gang	Spülvor- gang	Füllvorgang Spülkasten	Auslösen Spülvor- gang	Spülvor- gang	Füllvorgang Spülkasten
WC-Element, Spülvorgang mit ca. 6 Liter Spülmenge, Trink- und Abwasserleitungen mit Conlit Schalen in den Deckendurchbrüchen									
6, 8, 10	23	30	19	22	17	11	33	30	17
Wie oben, aber Spülvorgang mit ca. 3 Liter Spülmenge									
7, 9, 11	22	28	19	22	15	11	33	28	18

Schalldruckpegel $L_{AFmax,n}$ nach DIN 4109 für verschiedene Zeitpunkte des Zeitverlaufs bei der WC-Spülung, gemessen in den angrenzenden Messräumen. Bei allen Messungen betrug der Fließdruck für die Trinkwasserversorgung 0,3 MPa. Der Durchfluss beim Füllvorgang betrug 0,1 l/s.

Prüfgegenstand:

"Conlit Brandschutzschalen" der Firma Rockwool in Verbindung mit einer vollständigen Musterinstallation bestehend aus einer WC Vorwandinstallation der Firma TECE (Trockenbauweise) mit praxisgerechter Zu- und Abwasserführung an einer leichten Trockenbau Trennwand W112 der Fa. Knauf.

Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 und 2 sowie Bild 2 entnommen werden.

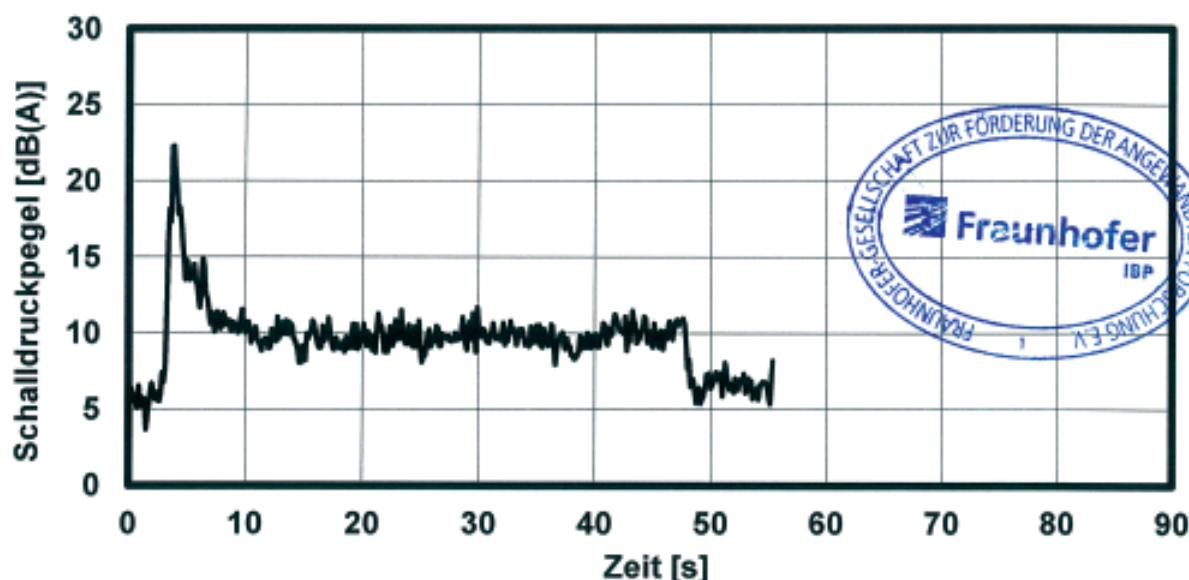
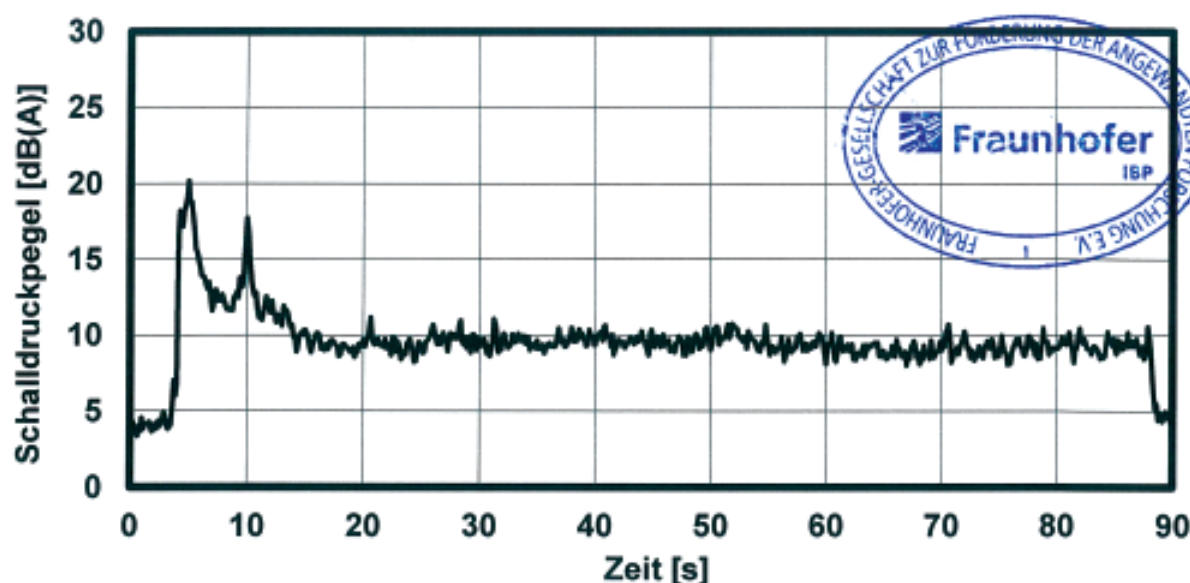


Bild oben: WC-Spülvorgang mit einer Spülmenge von ca. 6 Liter, gemessen im Raum UG hinten (diagonal angrenzend zum Anregeraum).

Bild mitte: WC-Spülvorgang mit einer Spülmenge von ca. 3 Liter, gemessen im Raum UG hinten (diagonal angrenzend zum Anregeraum).

Prüfgegenstand:

"Conlit Brandschutzschalen" der Firma Rockwool in Verbindung mit einer vollständigen Musterinstallation bestehend aus einer WC Vorwandinstallation der Firma TECE (Trockenbauweise) mit praxisererchter Zu- und Abwasserführung an einer leichten Trockenbau Trennwand W112 der Fa. Knauf.

Nähere Angaben zum Prüfaufbau können dem Ergebnisblatt 1 und 2 sowie Bild 2 entnommen werden.



Bild oben links: Aufbau der Trockenbau Trennwand W112 der Fa. Knauf im EG und UG des Prüfstandes.

Bild oben rechts: Aufbau der WC Vorwandinstallation der Firma TECE im Raum EG vorne.

Bild mitte links: "Conlit Brandschutzschalen" der Firma Rockwool in den Deckendurchbrüchen.

Bild mitte rechts: Befestigung des Abwassersystems mit handelsüblichen Stahlrohrschellen und "Schall-Entkoppler".

Bild unten links: Fertiggestellter Versuchsaufbau im Raum EG vorne.

Bild unten rechts: Fertiggestellter Versuchsaufbau im Raum UG vorne.

Prüfgegenstand: "Conlit Brandschutzschalen" der Firma Rockwool in Verbindung mit einer vollständigen Musterinstallation bestehend aus einer WC Vorwandinstallation der Firma TECE (Trockenbauweise) mit praxisgerechter Zu- u. Abwasserführung an einer leichten Trockenbau Trennwand W112 der Fa. Knauf.

Messdurchführung und Beurteilungsgrößen

WC- oder Urinal Elemente (Spülvorgänge):

Zur Erfassung der durch ein WC oder ein Urinal-Element verursachten Installationsgeräusche, werden nach Betätigung der Spüleinrichtung mindestens 3 komplette Zeitverläufe vom Auslösen bis zum Ende des Füllvorgangs aufgezeichnet. Zur Ermittlung des Installations-Schallpegels in Anlehnung an DIN EN ISO 10052, DIN 4109-11 und DIN 4109 wird für jeden Zeitverlauf der maximale Schalldruckpegel $L_{AF,10}$ bestimmt. Kurzzeitige Geräuschspitzen, die beim Betätigen von Armaturen entstehen, werden hierbei gemäß den Vorgaben der DIN 4109-11 nicht berücksichtigt. Anschließend werden die ermittelten Werte arithmetisch gemittelt. Um Erkenntnisse über die Geräuschenstehung zu erhalten, wird die gleiche Auswertung auch für die einzelnen Phasen der WC-Spülung (Auslösen, Spülvorgang und Füllvorgang) vorgenommen. Als zusätzliche Angaben werden außerdem die Füllzeit und die Füllmenge von WC-Spülkästen sowie die Urinal-Spülzeit erfasst.

Auslaufarmaturen:

Zur Erfassung der durch Einhebel-Mischarmaturen wie z. B. Waschtischarmaturen, Bidetarmaturen, Brausearmatur oder Badewannenarmatur verursachten Installationsgeräusche, wird die Armatur entsprechend den Vorgaben der DIN EN ISO 10052 bei mittlerer Temperatureinstellung langsam vollständig geöffnet. In dieser Stellung wird die Temperatur auf Kleinstwert verringert und anschließend auf Höchstwert eingestellt. Anschließend wird die Armatur langsam geschlossen. Hierbei wird jeweils der komplette Zeitverlauf der Geräusche aufgezeichnet und daraus der maximale Schalldruckpegel $L_{AF,10}$ ermittelt. Zur Bestimmung des Installations-Schallpegels wird der Vorgang mindestens dreimal wiederholt und das arithmetische Mittel der zugehörigen Maximalpegel gebildet. Der Installations-Schallpegel entspricht dem Ergebnis für die lauteste Ventilstellung. Neben den akustischen Daten wird zusätzlich der maximale Durchfluss der Auslaufarmaturen in den Stellungen warm, misch und kalt erfasst.

Allgemeine Angaben zur Messung:

Abweichend von der DIN EN ISO 10052 werden die Schalldruckpegel bei zeitabhängigen Geräuschen nicht nur an einem Messpunkt, sondern an mindestens 3 im Prüfraum verteilten Punkten erfasst. Bei stationären Geräuschen werden die Schalldruckpegel an mindestens 6 im Prüfraum verteilten Punkten erfasst und räumlich und zeitlich gemittelt. Hierdurch wird die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse verbessert, um den erhöhten Anforderungen an Messungen im Prüfstand Rechnung zu tragen. Der Fließdruck für die Trinkwasserversorgung betrug bei allen Messungen mindestens 0,3 MPa.

Bei zeitlich veränderlichen Geräuschen (z. B. WC-Spülung) wird auch im Prüfstand der Maximalpegel gemessen. Die hierfür im Prüfbericht angegebene Messgröße $L_{AF,10}$ (entspricht dem Installations-Schallpegel L_{in}) ist gleichbedeutend mit dem Maximalpegel $L_{AFmax,n}$ nach DIN 4109-11 und DIN EN ISO 10052.

Eignungsnachweis

Beschreibung

Durch einen Eignungsnachweis wird bestätigt, dass die geprüfte Wasserinstallation die Schallschutzanforderungen nach DIN 4109/A1 vom Januar 2001 erfüllt. Der Eignungsnachweis gilt nur in Verbindung mit der bei der Prüfung vorhandenen Bausituation und lässt sich nicht ohne weiteres auf andere bauliche Bedingungen übertragen. Für Armaturen kann der Eignungsnachweis nach DIN 4109, Abschnitt 7.2 unter bestimmten Voraussetzungen rechnerisch geführt werden. In allen anderen Fällen sind Messungen des Installations-Schallpegels in einem Musterbau erforderlich, wobei die Messvorschriften der DIN EN ISO 10052 und DIN 4109-11 heranzuziehen sind.

Als Musterbau dient der Installationsprüfstand P12 des IBP, der hinsichtlich seiner akustischen Eigenschaften einem üblichen Wohngebäude in Massivbauweise entspricht. Gegenüber den Verhältnissen am Bau gewährleistet der Prüfstand gleichbleibende und reproduzierbare Messbedingungen sowie - durch seine körperschallisolierte Bauweise - einen niedrigen Fremdgeräuschpegel, der auch die Prüfung geräuscharmer Installationen gestattet. Infolge der vorhandenen Grundrissanordnung ist der diagonal unter dem Installationsraum liegende Raum als nächstgelegener schutzbedürftiger Raum (nach DIN 4109) anzusehen. Für die Einhaltung der Schallschutzanforderungen ist deshalb der in diesem Raum gemessene Installations-Schallpegel maßgebend.

Geltungsbereich

Für die Verwendung des Eignungsnachweises gelten die im Folgenden genannten Voraussetzungen:

- Die aufgeführten Messergebnisse gelten nur für den jeweiligen Prüfaufbau. Die Verwendung anderer Baustoffe oder Bauteile und die Veränderung der Einbaubedingungen können zu abweichenden Geräuschpegeln führen.
- Der Eignungsnachweis bezieht sich auf die geprüfte Installation in Verbindung mit der im Prüfstand vorhandenen Bausituation. Eine Übertragung auf andere Bauten setzt voraus, dass sich diese - bezogen auf die Dämmung von Installationsgeräuschen - nicht ungünstiger verhalten. Ob dies der Fall ist oder nicht, kann in der Regel nur durch einen bauakustischen Fachmann entschieden werden.
- Die Anforderungen in DIN 4109 gelten für die gesamte Wasserinstallation in Gebäuden (Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen). Neben der geprüften Installation, die in der Regel nur einen Teil des Gesamtsystems umfasst, sind daher auch die übrigen Bestandteile des Systems zu berücksichtigen.

Auswertung der Messungen

Stationäre Geräusche

Der gemessene Schalldruckpegel liegt als zeitlich und räumlich gemittelt 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 $L_{AF,max,n}$ (entspricht dem Installations-Schallpegel L_n) nach DIN 4109-11 und DIN EN ISO 10052.

Aussagefähigkeit der Messergebnisse (DIN 4109)

Übertragbarkeit der Messergebnisse auf andere Bausituationen

Die ermittelten Installations-Schallpegel hängen außer von den Eigenschaften der geprüften Installation noch von weiteren Einflussgrößen, wie z.B. den Montagebedingungen, der Bauausführung und der Anordnung von Sende- und Empfangsraum ab. Die im Prüfbericht angegebenen Werte gelten daher nur in Verbindung mit den baulichen Verhältnissen im Installationsprüfstand. Eine Übertragung der Werte auf andere Bauten ist nur dann möglich, wenn gleichartige bauliche Verhältnisse vorliegen und die Montagebedingungen übereinstimmen. Hierbei ist zu beachten, dass schon geringe Änderungen der Montagebedingungen, wie z.B. die Verwendung unterschiedlicher Befestigungselemente oder Dämmstoffe, unter Umständen große akustische Veränderungen bewirken können. Gleiches gilt auch für Ausführungsmängel, die Körperschallbrücken verursachen.

Nachweis von Schallschutzanforderungen

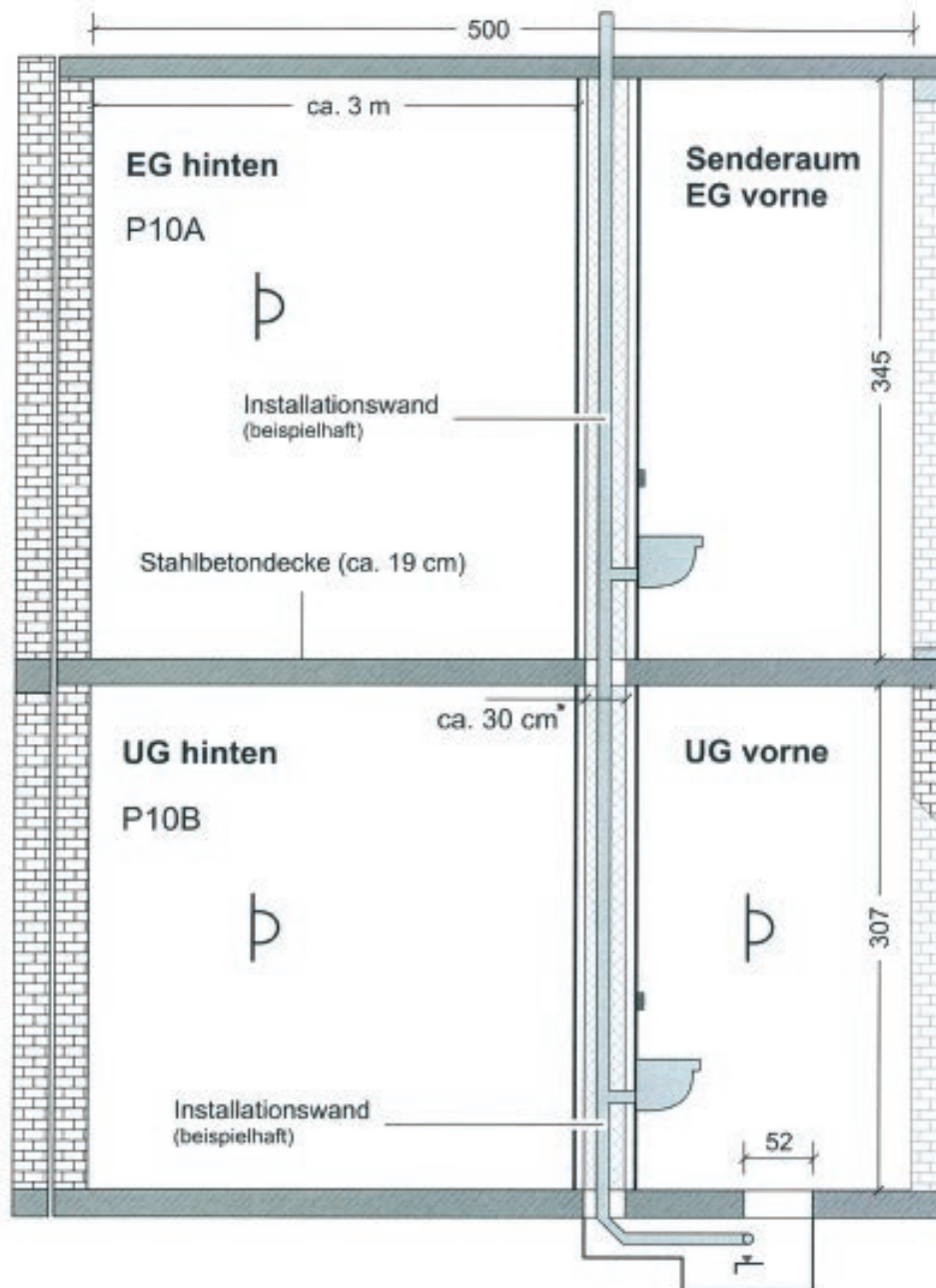
Die in DIN 4109 festgelegten Schallschutzanforderungen beziehen sich auf die Geräuschsituation in ausgeführten Bauten. Für die von Wasserinstallationen und anderen haustechnischen Anlagen hervorgerufenen Geräusche ist der Installations-Schallpegel L_{in} (bzw. der maximale Schalldruckpegel $L_{AFmax,n}$) die maßgebende Beurteilungsgröße. Der Installations-Schallpegel ist nach DIN 4109-11 und DIN EN ISO 10052 zu messen, wobei Geräuschspitzen, die bei manueller Betätigung entstehen, derzeit nicht berücksichtigt werden. Nach der aktuellen Fassung der DIN 4109 (DIN 4109/A1 vom Januar 2001) gelten für den Installations-Schallpegel folgende Anforderungen:

Wohn- und Schlafräume:	$L_{in} \leq 30 \text{ dB(A)}$
Unterrichts- und Arbeitsräume:	$L_{in} \leq 35 \text{ dB(A)}$

Nach Beiblatt 2 zu DIN 4109 können Schalldruckpegelwerte die 5 dB(A) unter den oben aufgeführten Werten liegen, als Anforderungen für einen erhöhten Schallschutz herangezogen werden.

Die einzige Möglichkeit, um die Einhaltung der Schallschutzanforderungen bereits in der Planungsphase nachzuweisen, besteht - von Sonderfällen abgesehen - in der Durchführung einer Eignungsprüfung in einem Musterbau. Hierbei wird vorausgesetzt, dass der Musterbau und das geplante Gebäude gleichartig aufgebaut sind. Ist dies nicht der Fall, so muss zumindest gewährleistet sein, dass das geplante Gebäude - bezogen auf die Übertragung von Installationsgeräuschen - keine geringere Schalldämmung als der Musterbau aufweist.

Als Musterbau dient im vorliegenden Fall der Installationsprüfstand im Fraunhofer-Institut für Bauphysik. Der Installationsprüfstand entspricht hinsichtlich seiner schalltechnischen Eigenschaften einem üblichen Wohngebäude in Massivbauweise. Die in diesem Prüfstand ermittelten Installations-Schallpegel können daher direkt zum Nachweis der in DIN 4109 festgelegten Schallschutzanforderungen herangezogen werden, sofern die Übertragbarkeit der Messergebnisse gewährleistet ist (siehe oben). Da die Installation meist im Raum EG vorne angebracht wird, ist der Raum UG hinten bei üblicher Grundrissgestaltung als nächstgelegener schutzbedürftiger Raum anzusehen. Für die Einhaltung der Schallschutzanforderungen ist deshalb der in diesem Raum gemessene Installations-Schallpegel maßgebend.



Schnitzzeichnung des Prüfstandes P 10 für leichte Installationswände im Fraunhofer-Institut für Bauphysik (nicht maßstäblich). Der Prüfstand besteht aus je zwei übereinanderliegenden Räumen im Erd- und Untergeschoss (EG und UG), so dass auch über mehrere Stockwerke reichende Installationen, wie z. B. Abwassersysteme, geprüft werden können. Die leichten Installationswände (z.B. Gipskarton-Ständerwände mit Inwandinstallationen) können je nach Bedarf errichtet werden. Die Raumanordnung bildet zwei übereinanderliegende Wohnungen nach, mit Badezimmer (EG vorne und UG vorne) und z.B. danebenliegendem Schlafzimmer (EG hinten und UG hinten). Die Geräuschanregung erfolgt in der oberen Wohnung (EG vorne) durch z.B. den Spülvorgang eines WCs. Die Messungen der Installationsgeräusche erfolgen im fremden Wohnbereich (UG). Falls die Installationswand den Anforderungen an eine Wohnungstrennwand ($R'_w \geq 53$ dB) genügt kann auch der Raum EG hinten als schutzbedürftiger Raum angesehen werden (z.B. Schlafzimmer der Nachbarwohnung). 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 der Installationswand flankierenden Bauteile, mit einer mittleren flächenbezogenen Masse von etwa 440 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:

Analysator:	Norsonic RTA 830 (Messkette: 830-Mo & 830-SvO)
1 *-Mikrofone:	B&K 4179
½ *-Mikrofone:	B&K 4165
1 *-Vorverstärker:	B&K 2660
½ *-Vorverstärker:	B&K 2639
Mikrofon-Kalibrator:	B&K 4231
Beschleunigungsaufnehmer:	B&K 4371 und 4370
Ladungsverstärker:	B&K Nexus 2692-A-014
Körperschall-Kalibrator:	MMF VC11
Verstärker:	Bosch Plena LBB 1935/20
Lautsprecher:	Lanny MLS 82
Vergleichsschallquelle:	Rox 382
Norm-Trittschall-Hammerwerk:	Norsonic 211

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

Beurteilung für erhöhten Schallschutz nach VDI 4100 vom Oktober 2012

Die Richtlinie VDI 4100 enthält Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz in Wohnungen. Diese Vorschläge reichen über die in DIN 4109 enthaltenen Mindestanforderungen hinaus und können zwischen Auftraggeber und ausführendem Unternehmen zusätzlich vereinbart werden.

Die Messung von Installationsgeräuschen erfolgt nach VDI 4100 und DIN 4109 in gleicher Weise. Die Einzelheiten des Verfahrens und die Auswertung der Ergebnisse sind in Anhang F beschrieben. Der einzige Unterschied zwischen den beiden Normen besteht darin, dass die gemessenen Pegel in DIN 4109 auf eine äquivalente Schall-Absorptionsfläche von $A_0 = 10 \text{ m}^2$ bezogen werden, während in VDI 4109 eine Nachhallzeit von $T_0 = 0,5 \text{ s}$ als Bezugswert verwendet wird. Zwischen den beiden Pegeln besteht folgender Zusammenhang:

$$L_{AF,nT} = L_{AF,n} - 10 \lg(V) + 15$$

- mit $L_{AF,nT}$ = Standard-Schallpegel der Installationsgeräusche nach VDI 4100 [dB(A)]
 $L_{AF,n}$ = Norm-Schallpegel der Installationsgeräusche nach DIN 4109 [dB(A)]
 V = Volumen des Empfangsraums [m^3]

Der Indizes A und F bezeichnen hierbei die Frequenzbewertung A und die Zeitbewertung "Fast". Je nachdem, ob ein zeitlicher gemittelter Wert oder ein Maximalpegel gemessen wird, wird an diese Indizes noch der Index "eq" oder "max" angehängt. Dies gilt für den Standard- und den Norm-Schallpegel in gleicher Weise, also z. B. $L_{AFeq,nT}$ oder $L_{AFmax,n}$.

Die Standard-Schallpegel nach VDI 4100 und der Norm-Schallpegel nach DIN 4109 unterscheiden sich um einen konstanten Wert, der lediglich vom Volumen des Empfangsraums abhängt. Während der Norm-Schallpegel vom Raumvolumen unabhängig ist, nimmt der Standard-Schallpegel mit wachsendem Raumvolumen ab. Da sich die Schallschutzanforderungen der VDI 4100 auf den Standard-Schallpegel beziehen, müssen die im Installations-Prüfstand des IBP gemessenen Werte zum Nachweis der Anforderungen auf das Volumen der vor Ort vorhandenen schutzbedürftigen Räume umgerechnet werden. Die Umrechnung erfolgt nach folgender Beziehung:

$$L_{AF,nT,Bau} = L_{AF,nT,Lab} + 10 \lg(V_{Lab}/V_{Bau})$$

- mit $L_{AF,nT,Bau}$ = Standard-Schallpegel der geprüften Installation am Bau
 $L_{AF,nT,Lab}$ = Standard-Schallpegel der geprüften Installation im Prüfstand
 V_{Lab} = Volumen des Empfangsraums im Prüfstand
 V_{Bau} = Volumen des schutzbedürftigen Raumes am Bau

Die Volumina der drei Empfangsräume im Installationsprüfstand des IBP und grafische Darstellungen der obigen Berechnungsformel zur direkten Ablesung der Ergebniswerte sind nachfolgend dargestellt:

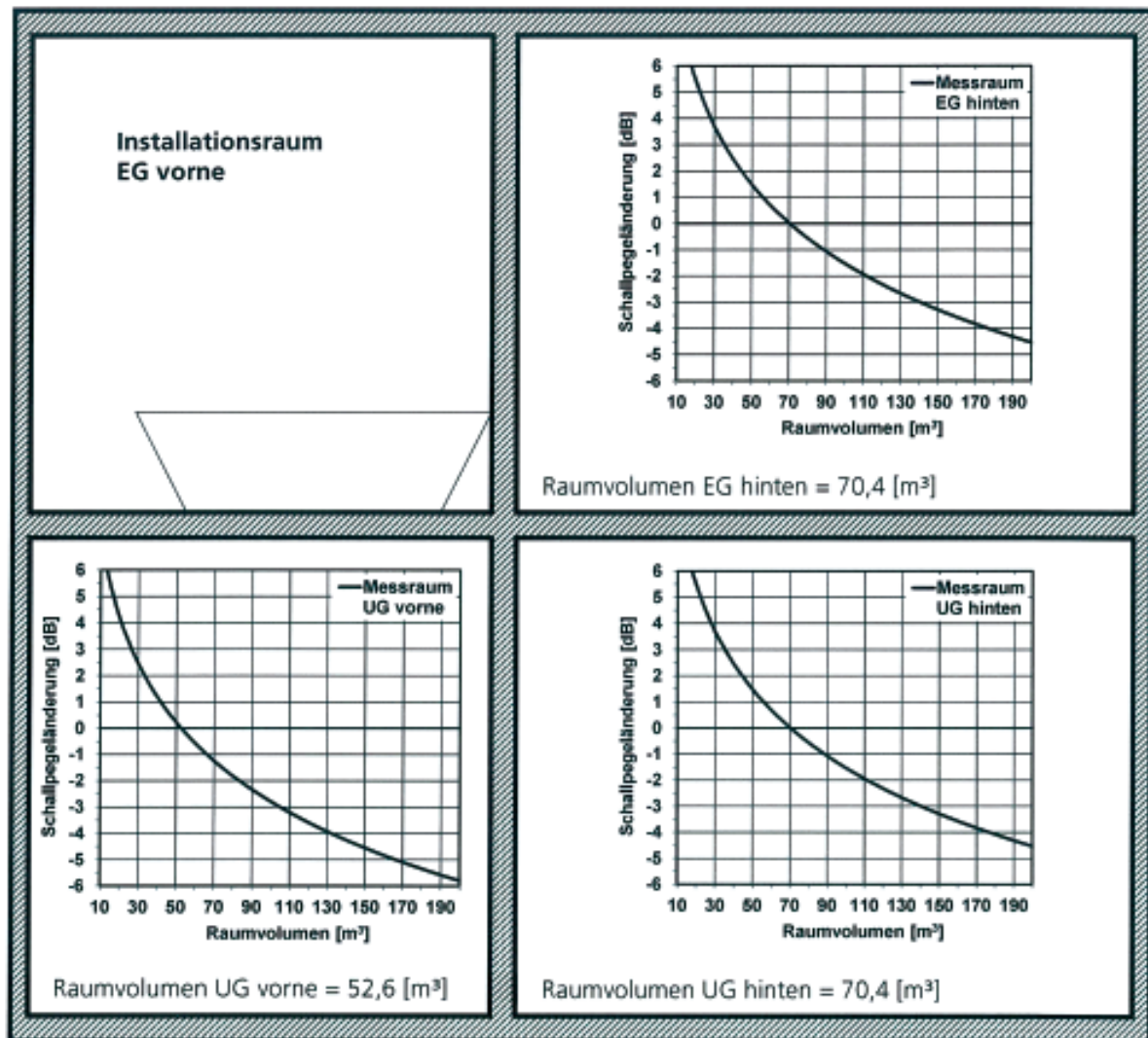


Bild 1: Änderung des im Installationsprüfstand P12 gemessenen Standard-Schallpegels für Räume mit abweichendem Volumen. Für die drei Messräume UG vorne, UG hinten und EG hinten ist in den Diagrammen jeweils die resultierende Pegeländerung gegenüber dem im Prüfbericht angegebenen Messwert in Abhängigkeit vom neuen Raumvolumen angegeben. Stimmen die Volumina des neuen Raum und des jeweiligen Messraums überein, so bleibt der Pegel unverändert (Pegeländerung $\Delta L = 0$ dB). Ist der neue Raum größer als der jeweilige Messraum, so nimmt der Schallpegel ab ($\Delta L < 0$), ist er kleiner, so steigt der Pegel an ($\Delta L > 0$).

Anforderungen

Nach VDI 4100 gelten in Wohnungen alle Räume mit einer Grundfläche ≥ 8 m² als schutzbedürftige Räume. Für die Geräusche haustechnischer Anlagen und für Trittschall sind Küchen, Bäder, WCs, Flure und Nebenräume hiervon allerdings ausdrücklich ausgenommen. Bei üblicher Grundrissanordnung (Bad über Bad) ist deshalb für die im Prüfstand ermittelten Werte im Normalfall der Raum UG hinten als nächstgelegener schutzbedürftiger Raum anzusehen.

Die Anforderungswerte sind in der VDI 4100 nach Schallschutzstufen (SSt) eingeteilt, die unterschiedlichen Komfort-Niveaus entsprechen:

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

SSt I	„gegenüber einfachster Ausführung und Ausstattung angehoben“
	„unzumutbare Belästigungen werden im Allgemeinen vermieden“
SSt II	„durchschnittliche Komfortansprüche“
	„im Allgemeinen nicht störend“
SSt III	„besondere Komfortansprüche“
	„nicht oder nur selten störend“

Für die drei Schallschutzstufen sind in VDI 4100 jeweils unterschiedliche Anforderungen angegeben. Da SSt III das höchste Komfortniveau repräsentiert, gelten hier die strengsten Anforderungen, d. h. die für Installationsgeräusche zulässigen Pegel sind hier am niedrigsten. Die Anforderungswerte für Mehrfamilienhäuser bzw. Einfamilien-Doppel- und Einfamilien-Reihenhäuser sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 2: Schallschutz-Anforderungen für gebäudetechnische Anlagen in Mehrfamilienhäuser bzw. Einfamilien-Doppel- und Einfamilien-Reihenhäuser nach VDI 4100 für die Schallschutzstufe SSt I bis III. Die Anforderungen gelten für die Schallübertragung zwischen fremden Wohnungen. Die Geräusche von Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen werden hierbei gemeinsam betrachtet.

Bausituation	akustische Größe [dB(A)]	SSt I	SSt II	SSt III
Mehrfamilienhaus	$\overline{L_{AFmax,nT}}$ bzw. $\overline{L_{AFeq,nT}}$ a) b)	≤ 30	≤ 27	≤ 24
Einfamilien-Doppel- und Einfamilien-Reihenhäuser	$\overline{L_{AFmax,nT}}$ bzw. $\overline{L_{AFeq,nT}}$ a) b)	≤ 30	≤ 25	≤ 22

a) Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen, die beim Betätigen (Öffnen; Schließen, Umstellen, Unterbrechen u. Ä.) der Armaturen und Geräte der Wasserinstallation entstehen, sollen die Kennwerte der SSt II und SSt III um nicht mehr als 10 dB übersteigen. Dabei wird eine bestimmungsgemäße Benutzung vorausgesetzt.

b) Da es sich bei Installationsgeräuschen vielfach um zeitliche veränderliche Signale handelt, sieht VDI 4100 hierfür die Messung des Maximalpegels $\overline{L_{AFmax,nT}}$ vor. Bei stationären Signalen, wie z. B. Wasserstrahl-Prallgeräuschen, ist es jedoch günstiger, statt dessen den Mittelungspegel $\overline{L_{AFeq,nT}}$ zu bestimmen, da nur auf diese Weise die für Prüfstandsmessungen obligatorischen Reproduzierbarkeits- und Genauigkeitsanforderungen eingehalten werden. Der gemessene Mittelungspegel ist im allgemeinen etwas geringer als der Maximalpegel; umfangreichen Erfahrungen zufolge beträgt der Unterschied jedoch nicht mehr als maximal 2-3 dB.

Neben den oben genannten Anforderungen für die Schallübertragung zwischen fremden Wohnungen enthält VDI 4100 auch Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohnbereich. Die hierfür geltenden Anforderungswerte und die Bedeutung der zugehörigen Schallschutzstufen können VDI 4100 entnommen werden.

Anmerkung zur Behandlung von Nutzergeräuschen in VDI 4100:

Für die häufig zu Beschwerden führenden Nutzergeräusche (z. B. Abstellen eines Zahnputzbechers auf eine Abstellplatte, Öffnen und Schließen des WC-Deckels, Spureinlauf, Rutschen in der Badewanne, Zuschlagen der Türen (auch von Wand- und Einbauschränken usw.) wurden auch für die Schallschutzstufen SSt II und SSt III keine Kennwerte festgelegt, da diese Geräusche nur sehr schlecht reproduzierbar sind und von der jeweiligen Bausituation abhängen. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass diese Geräusche – bei bestimmungsgemäßer Nutzung – durch Verwendung üblicher Maßnahmen zur Körperschalldämmung bei der Montage von Sanitärausstattungsgegenständen und Schränken so weit wie möglich gemindert werden.