

Prüfbericht P-BA 239/2015**Prüfbericht über das Geräuschverhalten einer
WC- Vorwandinstallation im Prüfstand**

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle
für Prüfung, Überwachung und
Zertifizierung

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

Auftraggeber: TECE GmbH
Hollefeldstr. 57
D-48282 Emsdetten

Prüfobjekt: WC- Vorwandinstallation "TECEprofil" der Firma TECE GmbH in Vorwandbauweise (Trockenbau) mit praxisgerechter Zu- und Abwasserführung (mit Abwasserführung für erhöhten Schallschutz) angebracht an einer massiven Installationswand (Flächengewicht ca. 220 kg/m²).

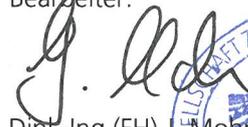
Inhaltsverzeichnis:

Ergebnisblatt 1:	Installations-Schallpegel mit Abwasserführung für erhöhten Schallschutz,
Tabelle 1:	Detailergebnisse
Bild 1:	Detailergebnisse
Bild 2:	Darstellung Versuchsaufbau
Anhang I:	Messdurchführung und Beurteilungsgrößen
Anhang F:	Auswertung
Anhang G:	Aussagefähigkeit der Messergebnisse
Anhang P:	Beschreibung des Prüfstands
Anhang V:	Beurteilung nach VDI 4100

Prüfdatum: Die Messungen wurden am 22. Januar 2015 im Technikum des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Stuttgart durchgeführt.

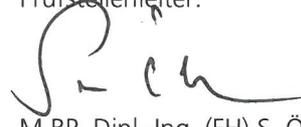
Stuttgart, 7. Juni 2016

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.

Auftraggeber: TECE GmbH, Hollefeldstr. 57, D-48282 Emsdetten

Prüfgegenstand: WC- Vorwandinstallation "TECEprofil" der Firma TECE GmbH in Vorwandbauweise (Trockenbau) mit praxisgerechter Zu- und Abwasserführung (mit Abwasserführung für erhöhten Schallschutz) angebracht an einer massiven Installationswand (Flächengewicht ca. 220 kg/m²). Prüfobjekt S 10872-01.

Prüfaufbau: Für die Prüfung wurde eine WC Vorwandinstallation mit Zu- und Abwasserführung (schweres Abwassersystem aus Kunststoff mit Standard Rohrschellen mit zusätzlichem Schallentkoppler der Fa. WOCO) praxisgerecht über alle Stockwerke im Installationsprüfstand P12 vor einer massiven Installationswand (Flächengewicht ca. 220 kg/m²) angebracht. Montage der Musterinstallation siehe Bild 2.

- WC-Vorwandinstallation "TECEprofil" mit Installationsschacht der Fa. TECE GmbH an der massiven Installationswand im EG und UG des Prüfstandes mit Elastomerunterlagen und entkoppelten Schrauben angebracht. Mit TECEprofil WC-Element mit Zweimengenspülkasten und mit WC-Keramik "Connect" der Firma Ideal Standard, angebracht mit dem zugehörigen Schallschutzset. Verkleidung der Vorwandinstallation mit Gipskartonplatten (Dicke 18 mm). Ohne Verfließung.
- Trinkwassersystem: Kunststoff-Trinkwasserleitung "TECEflex" der Firma TECE GmbH, Dimension 16 (17x2,75 mm) mit Rohrmantelung "Armaflex 9 mm" der Firma Armaflex, bzw. Dimension 20 (21x3,45 mm) mit Rohrmantelung "RS800", Dicke 20 mm der Firma Rockwool, angebracht am gesamten Trinkwassersystem. Rohrschellen: Handelsübliche Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage. Alle Rohrschellen unterhalb der Rohrmantelung als Festschellen, vollständig geschlossen, an dem TECEprofil Tragwerk befestigt.
- Abwassersystem: schweres Abwassersystem aus Kunststoff mit angeformten Muffen: Durchmesser OD 110, Wandstärke 5,3 mm, Rohrgewicht ca. 3,55 kg/m. Verbindung durch Steckverbindung. Rohrschellen: Handelsübliche Stahlrohrschellen mit Elastomereinlage "Bismat 2000" der Firma Walraven und zusätzlichem "Schall-Entkoppler" der Fa. Woco Industrietechnik GmbH, angebracht zwischen der Rohrschelle und dem TECEprofil Tragwerk. Im EG und UG wurden jeweils zwei Rohrschellen als Festschellen vollständig geschlossen an der Vorderseite des TECEprofil Tragwerks befestigt. Im KG erfolgte die Abwasserführung geräuscharm über einen Kellerbogen (2 x 44°) mit dazwischenliegender Beruhigungsstrecke und einer waagrechten Auslaufstrecke. Im Deckendurchbruch zwischen den Räumen EG vorne und UG vorne wurden die zugehörige Brandschutzmanschette angebracht und der Durchbruch mit Beton vergossen.

Der Versuchsaufbau erfolgte durch den Auftraggeber.

Prüfstand: Installationsprüfstand P12, Flächenmasse der Installationswand: 220 kg/m², Installationsräume: KG, UG vorne, EG vorne und DG. 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 P.

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 und nach Schweizer Norm SIA 181: 2006.

Ergebnis:

WC- Vorwandinstallation "TECEprofil" der Firma TECE GmbH in Vorwandbauweise (Trockenbau) mit praxisgerechter Zu- und Abwasserführung (mit Abwasserführung für erhöhten Schallschutz) angebracht an einer massiven Installationswand (Flächengewicht ca. 220 kg/m²)

Installations-Schallpegel $L_{AFmax,n}$ (L_{in})¹⁾ nach DIN 4109 in dB(A), im Messraum

Anregung	UG vorne	UG hinten	EG hinten
WC Spülvorgang mit ca. 6 Liter Spülmenge	35 (35)	23 (27)	30 (34)
WC Spülvorgang mit ca. 3 Liter Spülmenge	34 (34)	22 (29)	27 (34)

Installations-Schallpegel $L_{AFmax,nT}$ (L_{in})¹⁾ nach VDI 4100 in dB(A)

WC Spülvorgang mit ca. 6 Liter Spülmenge	33 (33)	20 (23)	27 (30)
WC Spülvorgang mit ca. 3 Liter Spülmenge	32 (32)	18 (25)	23 (30)

Gesamtwert $L_{H,tot}$ nach SIA 181²⁾ in dB(A) für Funktionsgeräusche

WC Spülvorgang mit ca. 6 Liter Spülmenge	33	23	30
WC Spülvorgang mit ca. 3 Liter Spülmenge	32	25	30

¹⁾ Ohne Betätigungsgeräusche. In Klammer ist der Wert mit Betätigungsgeräuschen (Auslösen Spülvorgang) angegeben.

²⁾ Bei der Auswertung nach SIA 181 werden Betätigungsgeräusche (Auslösen Spülvorgang) berücksichtigt.

Prüfdatum: 22. Januar 2015

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 7. Juni 2016

Prüfstellenleiter:

WC- Vorwandinstallation "TECEprofil" der Firma TECE GmbH in Vorwandbauweise (Trockenbau) mit praxisgerechter Zu- und Abwasserführung (mit Abwasserführung für erhöhten Schallschutz) angebracht an einer massiven Installationswand (Flächengewicht ca. 220 kg/m²)

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
Spülvorgang mit ca. 6 Liter Spülmenge									
3,6,10	30	35	15	27	23	12	34	30	21
Spülvorgang mit ca. 3 Liter Spülmenge									
5,7,11	31	34	16	29	22	12	34	27	20

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:

WC- Vorwandinstallation "TECEprofil" der Firma TECE GmbH in Vorwandbauweise (Trockenbau) mit praxisgerechter Zu- und Abwasserführung (mit Abwasserführung für erhöhten Schallschutz) angebracht an einer massiven Installationswand (Flächengewicht ca. 220 kg/m²).

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

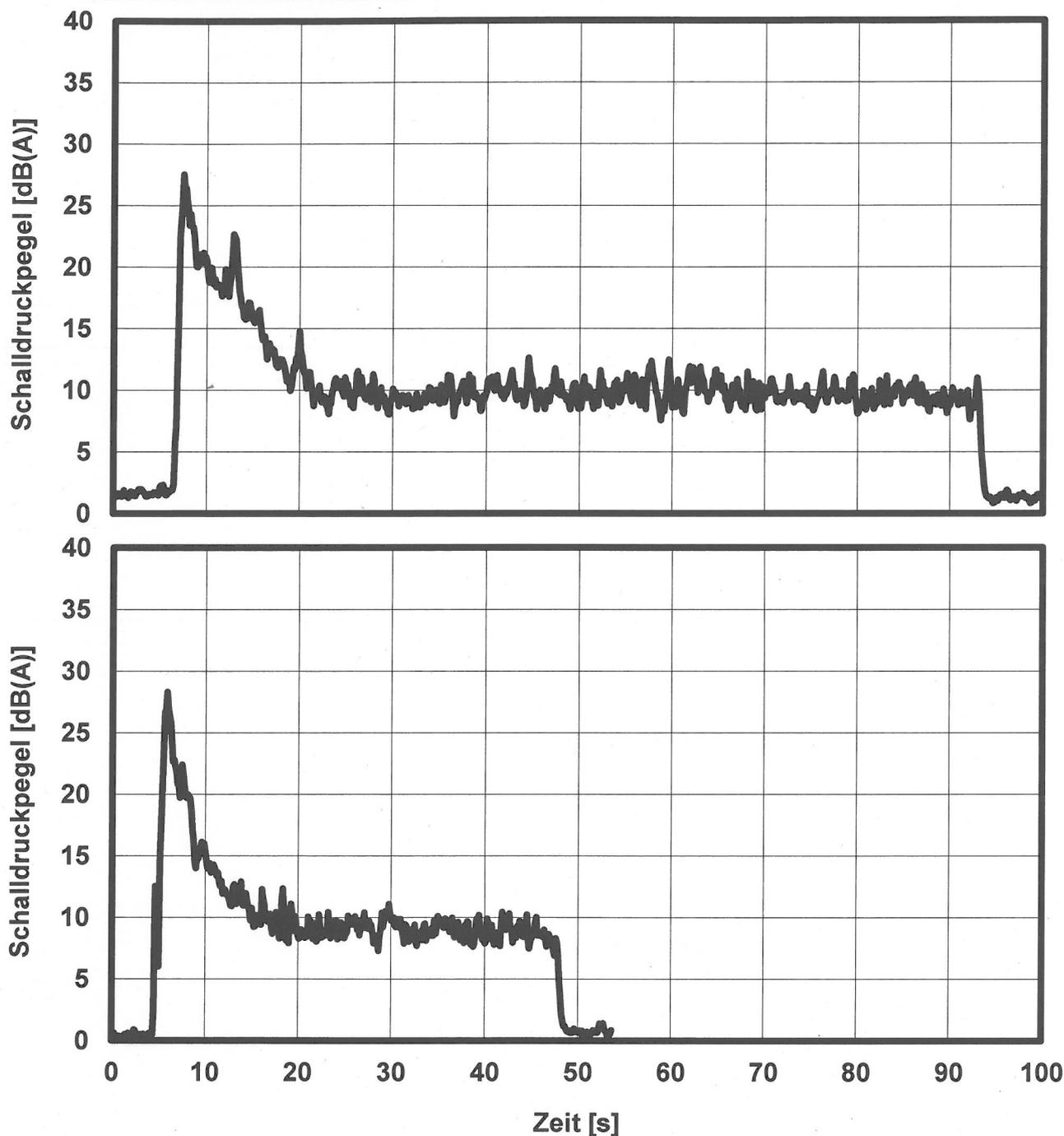


Bild oben: Zeitverlauf für den Schalldruckpegel $L_{AF,n}$ nach DIN 4109. WC-Spülvorgang mit einer Spülmenge von ca. 6 Liter, gemessen im Raum UG hinten (diagonal angrenzend zum Anregeraum).

Bild unten: Zeitverlauf für den Schalldruckpegel $L_{AF,n}$ nach DIN 4109. WC-Spülvorgang mit einer Spülmenge von ca. 3 Liter, gemessen im Raum UG hinten (diagonal angrenzend zum Anregeraum).

Prüfgegenstand:

WC- Vorwandinstallation "TECEprofil" der Firma TECE GmbH in Vorwandbauweise (Trockenbau) mit praxisgerechter Zu- und Abwasserführung (mit Abwasserführung für erhöhten Schallschutz) angebracht an einer massiven Installationswand (Flächengewicht ca. 220 kg/m²).

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

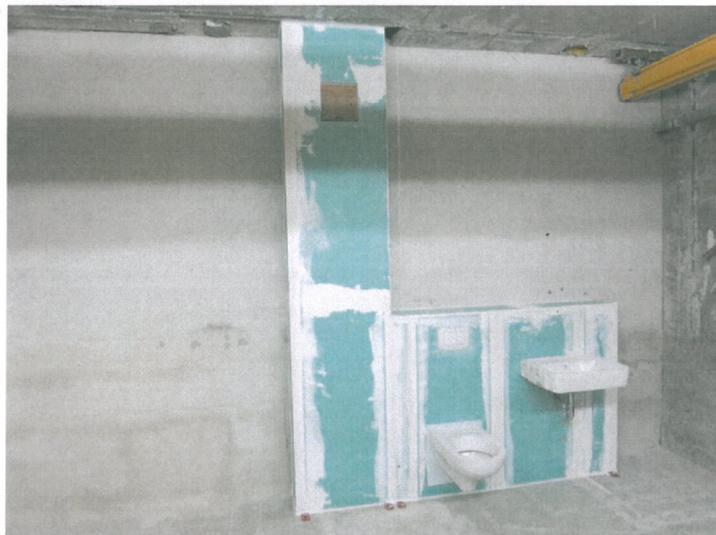


Bild oben:

Aufbau der WC Vorwandinstallation der Firma TECE GmbH im Raum EG vorne und UG vorne.

Bild Mitte:

Abwasserführung für erhöhten Schallschutz mit Rohrschellen "Bismat 2000" und zusätzlichem "Schall-Entkoppler" befestigt an der Vorderseite des TECEprofil Tragwerks.

Bild unten

Fertiggestellter Versuchsaufbau im Raum EG vorne.

Prüfgegenstand:

WC- Vorwandinstallation "TECEprofil" der Firma TECE GmbH in Vorwandbauweise (Trockenbau) mit praxisgerechter Zu- und Abwasserführung (mit Abwasserführung für erhöhten Schallschutz) angebracht an einer massiven Installationswand (Flächengewicht ca. 220 kg/m²).

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 energetisch 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 energetische 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 an mindestens 3 im Prüfraum verteilten Punkten (Raummitte) 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 gemitteltetes 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.

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_n (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:

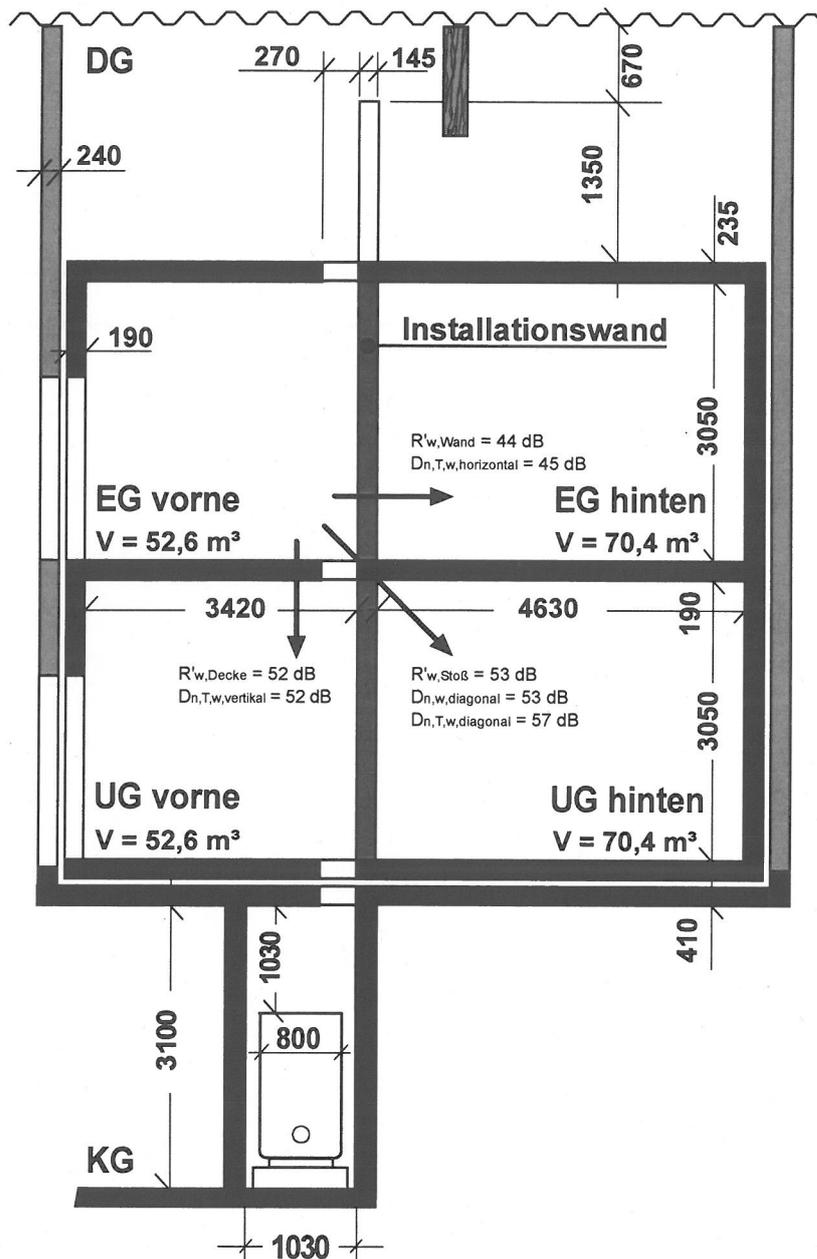
Wohn- und Schlafräume:	$L_n \leq 30 \text{ dB(A)}$
Unterrichts- und Arbeitsräume:	$L_n \leq 35 \text{ dB(A)}$

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.

Prüfstand



Schnittzeichnung des Installationsprüfstands im Fraunhofer-Institut für Bauphysik (Maßangaben in mm). Der Prüfstand besteht aus je zwei übereinanderliegenden Räumen im Erd- und Untergeschoss (EG und UG), so dass in Verbindung mit Dach- und Kellergeschoss (DG und KG) auch über mehrere Stockwerke reichende Installationen, wie z. B. Abwassersysteme, geprüft werden können. Die beiden Installationswände (11,5 cm Kalksandstein-Vollsteine (KSV), beidseitig verputzt) können nach Bedarf ausgetauscht werden. Im Normalfall werden einschalige Massivwände mit einer Flächenmasse von 220 kg/m^2 nach DIN 4109 verwendet. Da die Schalldämmung dieser Wände nicht den Anforderungen an eine Wohnungstrennwand ($R'_w \geq 53 \text{ dB}$) genügt, befinden sich die nächstgelegenen schutzbedürftigen Räume bei üblicher Grundrissgestaltung diagonal über oder unter dem Installationsraum. Durch seine zweischalige, körperschallisolierte Bauweise ist der Installationsprüfstand speziell für die Messung niedriger Schalldruckpegel geeignet. Die Messräume sind so gestaltet, dass die Nachhallzeiten im untersuchten Frequenzbereich zwischen 1 und 2 s liegen. Die Decke sowie die seitlich flankierenden Bauteile, mit einer mittleren flächenbezogenen Masse von etwa 440 kg/m^2 , bestehen aus 19 cm Stahlbeton.

Prüfausrüstung und Geräte

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

Art	Typ	Hersteller
Analysator ^{*)}	Soundbook_MK2_8L	Sinus Messtechnik
½"-Mikrofon-Set ^{*)}	46 AF (Kapsel: Typ 40 AF-Free Field; Vorverstärker: Typ 26 TK)	G.R.A.S
1"-Mikrofon-Set	40HF (Kapsel: Typ 40EH-LowNoise; Vorverstärker: Typ 26HF; Speisemodul: Typ 12HF)	G.R.A.S
1"-Mikrofon	4179	Bruel & Kjær
1"-Vorverstärker	2660	Bruel & Kjær
Mikrofon-Kalibrator ^{*)}	4231	Bruel & Kjær
Beschleunigungsaufnehmer	4371 und 4370	
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 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:

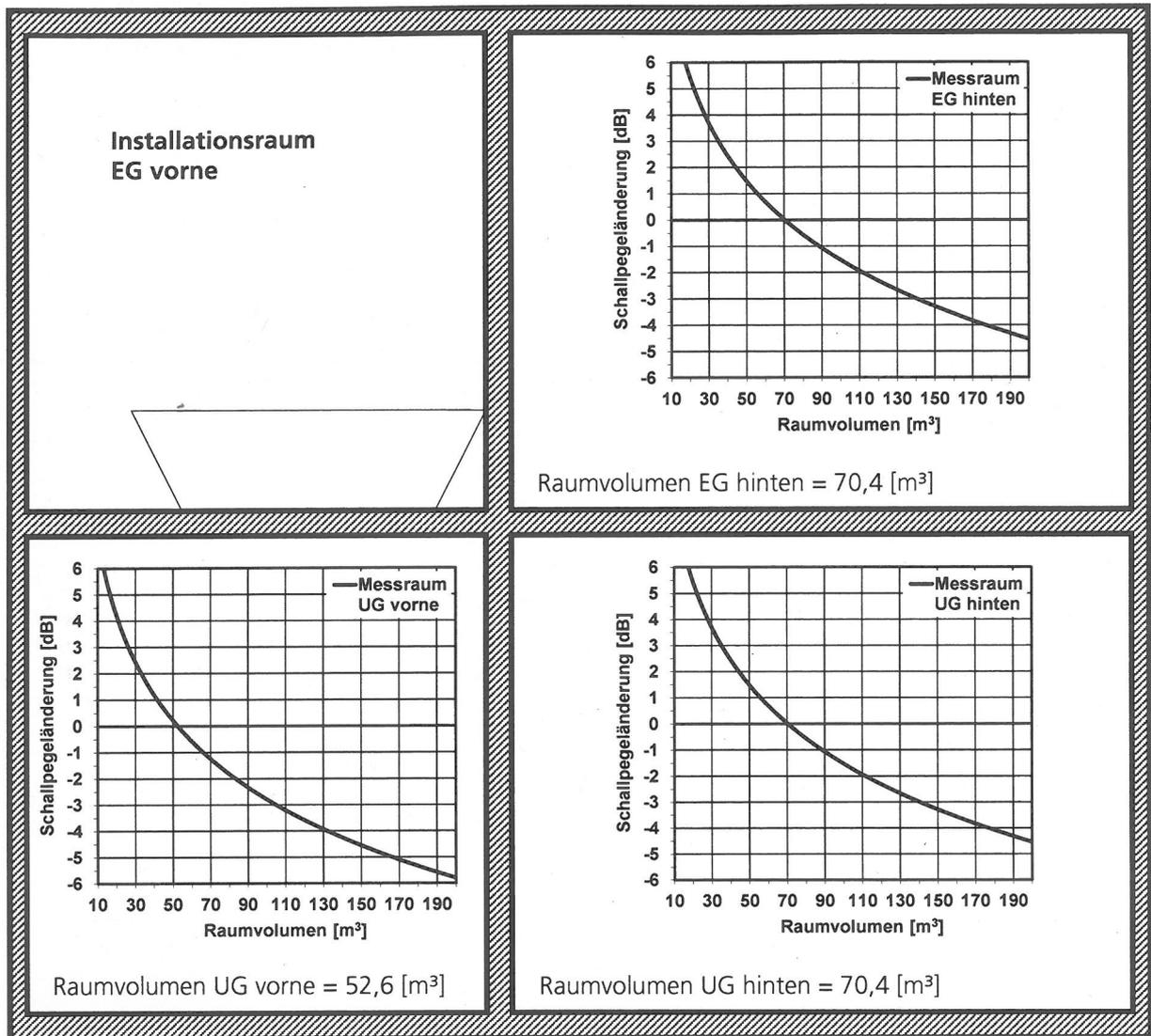


Bild 1: Änderung des im Installationsprüfstand P12 gemessenen Standard-Schallpegels für Räume mit abweichendem Volumen. Für die drei Messräume UG vorne, UG hinten und EG hinten ist in den Diagrammen jeweils die resultierende Pegeländerung gegenüber dem im Prüfbericht angegebenen Messwert in Abhängigkeit vom neuen Raumvolumen angegeben. Stimmen die Volumina des neuen 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 Sanitär- ausstattungsgegenständen und Schränken so weit wie möglich gemindert werden.