

Installationsgeräuschmessungen nach alter und neuer Norm im Vergleich

Heinrich Bietz, Volker Wittstock

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 38116 Braunschweig heinrich.bietz@ptb.de

Einleitung

DIN 4109¹ definiert Anforderungswerte für die Geräusche aus haustechnischen Anlagen. Grundlage für den messtechnischen Nachweis war bisher DIN 52219². Mit der Einführung der Norm DIN EN ISO 10052³ wurde die DIN 52219 zurückgezogen, was eine Neuregelung erforderlich machte. Diese ist mit der Neufassung von DIN 4109 Teil 11⁴ nunmehr erfolgt. Neben dem Verweis auf DIN EN ISO 10052 wurden auch ergänzende nationale Regelungen formuliert. Um eventuelle Auswirkungen der neuen Messnorm auf die Messergebnisse zu untersuchen, und um die Unsicherheit solcher Messungen abschätzen zu können, wurde in der PTB eine interne Vergleichsmessung durchgeführt. Weiterhin wurde die Problematik mit Hilfe von Monte-Carlo Simulationen untersucht. Die Ergebnisse werden vorgestellt und mögliche Konsequenzen für die DIN 4109 aufgezeigt⁵.

Alte Norm vs. neue Norm

Die wesentlichen Neuerungen sind in Tabelle 1 als Übersicht dargestellt. Hervorzuheben ist die Verwendung einer weiteren Mikrofonposition in einer Raumecke. Die in 52219 eingeräumte Möglichkeit, „im Zweifel“ die Einzulangabe aus Oktaven zu bestimmen, ist fortgefallen. Hinzu gekommen ist u.a. die Festlegung von Betriebsbedingungen für weitere haustechnische Anlagen, z.B. Fahrstühle.

Tabelle 1: Alte und neue Norm im Vergleich

DIN 52219	DIN 4109-11 (DIN EN ISO 10052)
Eine Mikrofonposition, „ungefähr in Raummitte“	Zwei Mikrofonpositionen, 1 Raummikrofon, 1 Eckmikrofon, Raummikrofon mit Faktor 2 gewichtet
L_{AFmax} direkt oder aus Oktaven („Zweifel“)	Nur L_{AFmax} direkt
3 Messungen, Mittelung arithmetisch	3 Messungen (2 Raum, 1 Ecke), Mittelung energetisch
Raumkorrektur aus mittlerer Nachhallzeit 250 Hz -2000 Hz oder Oktaven einzeln („Zweifel“)	Raumkorrektur aus mittlerer Nachhallzeit 500 Hz -2000 Hz (Okt.)
Störgeräuschkorrektur bei $3dB < S/N < 10dB$ (Nomogramm), bei $S/N < 3dB$ Hinweis	Störgeräuschkorrektur bei $6dB < S/N < 10dB$, bei $S/N < 6dB$ $L-1,3$ dB und Hinweis
Betriebsbedingungen: Nur Wasserinstallationen	Betriebsbedingungen: Haustechnische Anlagen allgemein
...	...

Interne Vergleichsmessung

Messprogramm

An der Vergleichsmessung nahmen sechs Messteams mit unterschiedlichen Messgeräten teil. Es wurden vier Testobjekte innerhalb eines Gebäudes ausgewählt, zwei WC-Spülungen, eine Urinalspülung und ein Fahrstuhl. Die Installationspegel wurden mit den festgelegten Betriebsbedingungen bestimmt. Da die Türen des Fahrstuhls manuell betätigt werden, wurde auf das vorgeschriebene Öffnen und Schließen verzichtet. Zusätzlich zum Normzyklus (Aufwärtsfahrt mit Halt auf jeder Etage, dann Abwärtsfahrt ohne Halt) wurden beim Fahrstuhl auch die Betriebsarten „nur

Aufwärtsfahrt“ und „nur Abwärtsfahrt“ gemessen. Die Messungen fanden in zwei möblierten Büroräumen statt. Die Lage der Schallquellen und der Empfangsräume ist in Bild 1 schematisch dargestellt. Von allen Teilnehmern wurden die Installationsgeräuschpegel $L_{AF,max,n}$ bestimmt, weiterhin wurden die Oktav- bzw. Terzspektren der Quellen bestimmt.

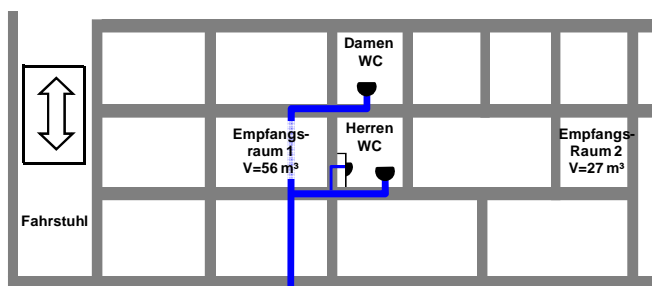


Bild 1: Lageskizze der Empfangsräume und Schallquellen

Ergebnisse

Als wesentliches Ergebnis der Vergleichsmessung sind die über die Teilnehmer gemittelten Installationsgeräuschpegel in Bild 2 als Übersicht dargestellt. Bild 3 zeigt die dazu gehörigen Standardabweichungen.

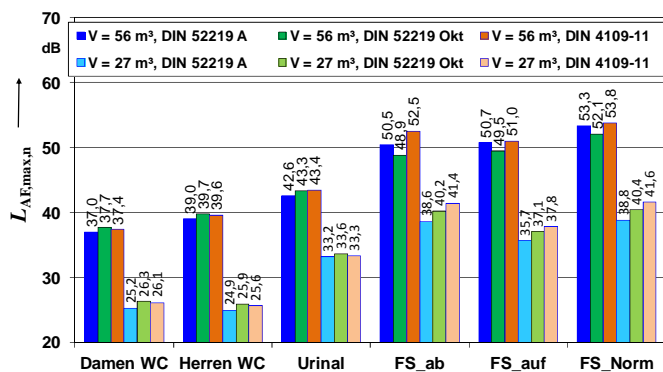


Bild 2: $L_{AF,max,n}$; Mittelwert aller Teilnehmer

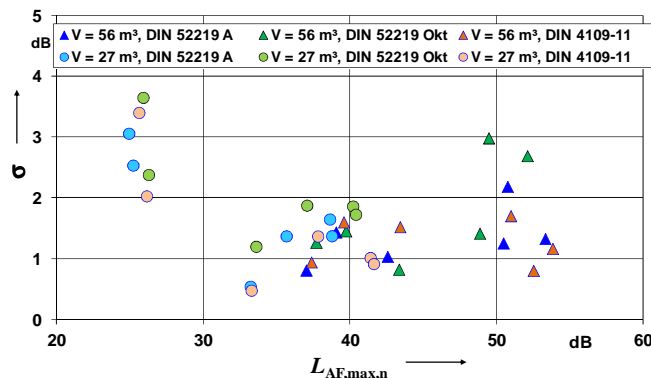


Bild 3: Standardabweichungen zu Bild 2

Erwartungsgemäß liegen die in Empfangsraum 2 gemessenen Pegel für alle Quellen niedriger als in Empfangsraum 1. Die Standardabweichung liegt in einem weiten Bereich zwischen 1 bis 2 dB, bei niedrigen Geräuschpegeln ist sie höher, was auf den geringen Störgeräuschabstand zurückgeführt

werden kann. Bild 4 zeigt einen Vorschlag für eine anzusetzende Standardabweichung. Hierfür wurden auch weitere Ergebnisse herangezogen⁶.

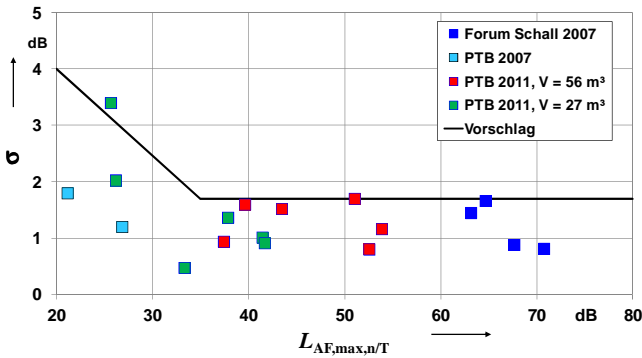


Bild 4: Vorschlag für Standardabweichung

Bemerkenswert ist, dass für den Fahrstuhl insbesondere in Raum 2 nach neuer Norm signifikant höhere Pegel gemessen werden. Bild 5 zeigt hierzu die A-bewerteten Oktavspektren für Fahrstuhl und Urinal. Hier wird ersichtlich, dass aufgrund der tieffrequenten Natur des Fahrstuhlgeräusches das Eckmikrofon den Messwert dominiert. Die Überhöhung fällt hier noch deutlich höher aus als die zu erwartenden 9 dB, vermutlich, weil sich das Raummikrofon im Bereich eines Schalldruckminimums befindet. Die Differenz fällt nicht bei allen Messungen derart groß aus, dennoch ist der dargestellte Fall nicht unrealistisch.

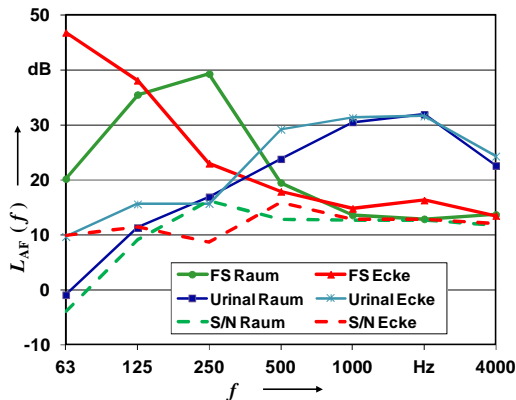


Bild 5: A-bewertete Oktavpegel bei Maximum, Fahrstuhl Normfahrt und Urinal, Raum 2

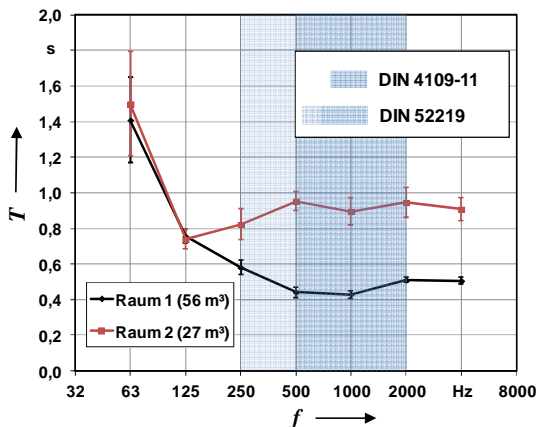


Bild 6: Mittelwert der gemessenen Nachhallzeiten

Bild 6 zeigt die von den Teilnehmern gemessenen Nachhallzeiten. Die Streuung der Werte ist in einem weiten Frequenzbereich gering, entsprechend streut das resultierende Nachhallmaß in beiden Räumen um ca. ± 0,3 dB. Auffällig

ist die deutlich höhere Nachhallzeit bei 63 Hz. Dominiert bei einem Installationsgeräusch (z.B. Fahrstuhl) diese Frequenz, ist zu hinterfragen, ob die Bewertung mit der mittleren Nachhallzeit sinnvoll ist.

Monte-Carlo Simulationen

Um die gewonnenen Erkenntnisse statistisch zu untermauern, wurden auf Basis der vorhandenen Daten Monte-Carlo Simulationen durchgeführt. Als Eingangsparameter wurden die Pegeldifferenz Ecke-Raummitte, die Nachhallzeit, die Steilheit des Geräuschspektrums und das Störsignal in festgelegten Bereichen variiert, wobei die Differenz zwischen alter und neuer Norm in Abhängigkeit eines dieser Parameter dargestellt werden kann. Hier stellte sich heraus, dass insbesondere die Steilheit des Signalspektrums und der Störgeräuschabstand relevante Einflussgrößen darstellen. Als Beispiel ist in Bild 7 die Abhängigkeit der Differenz „Alt-Neu“ von der Steilheit und vom Störabstand dargestellt. Hier ist zu sehen, dass die Differenz bei eher waagrecht verlaufenden Spektren ca. -2 dB beträgt, bei steileren Spektren aber deutlich höhere Werte annehmen kann. Auch über den Störabstand aufgetragen beträgt die typische Differenz ca. 2 dB für einen Störabstand größer 6 dB.

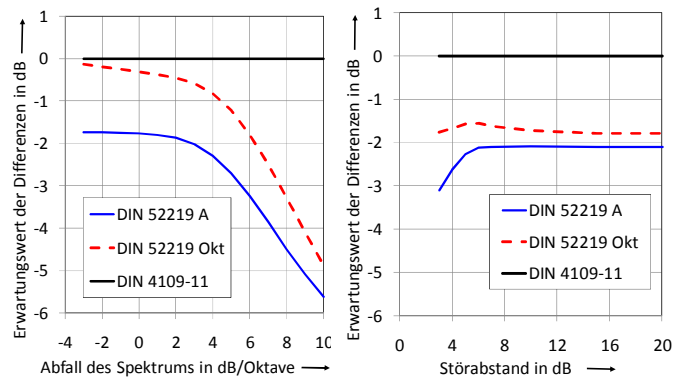


Bild 7: Ergebnisse der Monte-Carlo Simulation

Zusammenfassung und Ausblick

Im bislang ausschließlich betrachteten Massivbau kann die Messung nach DIN 4109-11 abhängig von Spektrum und Störabstand systematisch höhere Installationsgeräuschpegel liefern als die Messung nach DIN 52219. Für die Unsicherheit wurde ein Vorschlag mit einer pegelabhängigen Kurve erarbeitet. Bei bestimmten spektralen Formen ist die Korrektur mit einer mittleren Nachhallzeit zumindest fragwürdig. In den entsprechenden Normungsgremien muss diskutiert werden, ob eine Anpassung der Anforderungswerte durch die Einführung der neuen Norm erforderlich ist.

Danksagung

Dank gilt dem Deutschen Institut für Bautechnik für die Finanzierung des Forschungsvorhabens sowie allen Mitarbeitern der Arbeitsgruppe 1.72 in der PTB für die tatkräftige Unterstützung bei den Vergleichsmessungen.

¹ DIN 4109, November 1989

² DIN 52219, Juli 1993

³ DIN EN ISO 10052, Oktober 2010

⁴ DIN 4109 Teil 11, Mai 2010

⁵ Wittstock, V., Bietz, H., „Unsicherheitsbudget für Installationsgeräusche“, DIBt-Bericht (in Vorbereitung)

⁶ Lechner, C., Ringversuch 2007, Umweltbundesamt Wien