

Bestimmung der charakteristischen Körperschall-Leistung von Sanitärinstallationen durch Luftschallmessungen in einem Musterbau

Sven Öhler, Lutz Weber

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 70569 Stuttgart, E-Mail: sven.oehler@ibp.fraunhofer.de

Einleitung

Entgegen den klassischen Disziplinen in der Bauakustik, Luft- und Trittschall, ist bei der Bewertung von Installationsgeräuschen nicht nur die Änderung der Bausituation bzw. des betreffenden Bauteils zu berücksichtigen, sondern auch das Sanitärobjekt als Geräuschquelle selbst.

Die Schallübertragung durch Sanitärinstallationen in Bauten lässt sich dabei nach DIN EN 12354-5 [1] berechnen. Als Eingangsgröße benötigt man die charakteristische Körperschall-Leistung der Quelle, die durch Messung in einem Empfangsplattenprüfstand nach DIN EN 15657-1 [2] ermittelt wird.

Wegen des hohen Aufwandes für diese Messung sind für die Körperschall-Leistung von Sanitärinstallationen bislang jedoch nur wenige Daten verfügbar, so dass das Berechnungsverfahren nach DIN EN 12354-5 noch keinen Eingang in die Praxis gefunden hat.

Anstatt durch eine rechnerische Prognose erfolgt der Schallschutznachweis bei Sanitärinstallationen derzeit überwiegend durch Messungen in einem bauakustischen Installationsprüfstand, wobei der Prüfstand als Musterbau mit definierten akustischen Eigenschaften dient. Gemessen wird hierbei der durch die geprüfte Installation im Empfangsraum hervorgerufene Luftschallpegel.

Da der Installationsprüfstand im Fraunhofer-Institut für Bauphysik äußerst genaue und reproduzierbare akustische Messungen ermöglicht, liegt es nahe, den gemessenen Luftschallpegel zu nutzen, um daraus – alternativ zu DIN EN 15657-1 – durch Rückrechnung die charakteristische Körperschall-Leistung der geprüften Installation zu bestimmen.

Installationsgeräusche im Musterbau

Abbildung 1 zeigt die prinzipielle Messanordnung für die Bestimmung der akustischen Eigenschaften von Sanitärobjekten in einem Musterbau. Das Sanitärobjekt wird dafür praxisgerecht im Installationsraum montiert und seiner Bestimmung nach betrieben (z.B. Anregung einer Duschkabine durch eine Handbrause). Dabei werden die in den angrenzenden Empfangsraum (in der Regel diagonal zum Installationsraum) übertragenen Installationsgeräusche gemessen. Für die spätere Übertragung der Ergebnisse auf eine reale Bausituation 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. [3]

Bestimmung des Körperschall-Dämm-Maßes

Die Gebäudestruktur sowie die Lage von Sende- und Empfangsraum zueinander spielen also eine wesentliche Rolle für die Höhe des zu erwartenden Installations-Schallpegels in einem schutzbedürftigen Raum. Mit der Annahme eines linearen Übertragungssystems zwischen Anregeort und gemessenem Luftschalldruckpegel im Empfangsraum L_{In} , kann dieser Übertragungsweg durch das Körperschall-Dämm-Maß R_{KS} wie folgt beschrieben werden.

$$R_{KS} = L_{W,Quelle} - L_{In} \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

R_{KS} : Körperschall-Dämm-Maß [dB] ref. $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ W/Pa}^2$

$L_{W,Quelle}$: Wirkleistung Körperschallquelle [dB] ref. 10^{-12} W

L_{In} : Installations-Schallpegel [dB(A)] ref. $2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$

Für die Bestimmung des Körperschall-Dämm-Maßes wurde senderraumseitig eine Referenz-Körperschallquelle (Shaker) nacheinander an der Installationswand und auf dem Prüfstandsboden angebracht und betrieben.

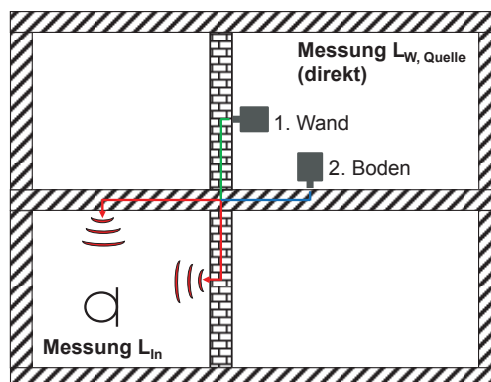


Abbildung 1: Messanordnung zur Bestimmung des Körperschall-Dämm-Maßes für die Übertragungswege 1. Installationswand und 2. Prüfstandsboden bei Anregung mit einer Referenz-Körperschallquelle (Shaker).

Gleichzeitig zur Messung des Luftschallpegels im Empfangsraum sind bei Anregung mit dem Shaker ein Kraftaufnehmer zwischengeschaltet sowie ein Beschleunigungsaufnehmer-Paar am Einleitungsort auf der Empfangsstruktur angebracht. Der Realteil des Kreuzspektrums aus Kraftsignal mit dem gemittelten Schnellesignal der beiden Körperschallaufnehmer, liefert die eingeleitete Körperschall-Leistung $L_{W,Quelle}$.

Installationsgeräuschquelle „Rohrpumpe“

Im weiteren Vorgehen wird der Shaker durch eine idealisierte Installationsgeräuschquelle ersetzt. Hierfür wurde aus herkömmlichen 1“-Stahl-Rohrleitungsstücken ein Kreislauf gebildet, durch den, durch eine Heizungspumpe

angetrieben, Wasser gepumpt wird. Zusätzlich wurde in den Kreislauf ein genormter Strömungswiderstand (Installations-Geräuschnormal, IGN) montiert. Hiermit konnte ein stationäres und gut reproduzierbares Anregungssignal bereitgestellt werden, welches zudem einen für Installationsgeräusche typischen Frequenzverlauf nachbildet.

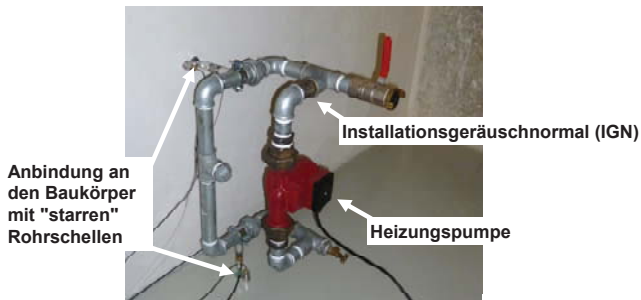


Abbildung 2: Installationsgeräuschquelle „Rohrpumpe“ montiert an der Installationswand und am Prüfstandsboden.

Die Rohrpumpe kann über beliebige Rohrschellen (hier: zwei Stahlrohrschellen ohne Elastomereinlage) an der Gebäudestruktur montiert werden.

Körperschall-Leistung aus Luftschallmessung

Für die Bestimmung der Körperschall-Leistung der Rohrpumpe wurde diese nun im Musterbau anstelle des Shakers montiert. Wobei sich je ein Befestigungspunkt auf der Installationswand sowie auf dem Prüfstandsboden befand. Anhand des gemittelten Körperschall-Dämm-Maßes aus den Messungen auf der Wand bzw. auf dem Boden des Prüfstandes (vgl. Abbildung 1) kann nun auf die Körperschall-Leistung der Installationsgeräuschquelle ($L_{W,Quelle}$) zurückgerechnet werden.

$$L_{W,Quelle} = L_{In} + R_{KS} \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

In Abbildung 3 ist die nach Gleichung (2) berechnete Körperschall-Leistung der Rohrpumpe der direkt gemessenen Leistung (Summenpegel der gemessenen Einzelleistungen an den jeweiligen Einleitungsorten auf der Wand bzw. auf dem Boden) gegenüber gestellt.

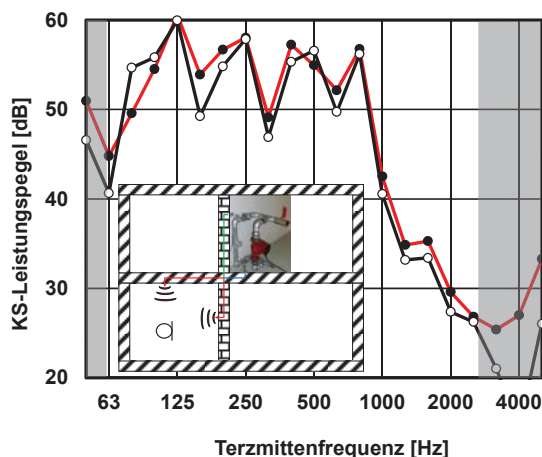


Abbildung 3: Berechneter (rot) und gemessener (schwarz) Körperschall-Leistungspegel der „Rohrpumpe“ montiert an der Installationswand und am Prüfstandsboden.

Sowohl der Frequenzverlauf als auch der Summenpegel der aus dem gemessenen Installations-Schallpegel im Musterbau berechneten Körperschall-Leistung ($L_{W,Quelle}$ gemessen = 66,1 dB, $L_{W,Quelle}$ berechnet = 66,6 dB) stimmen im Vergleich mit den direkt gemessenen Werten sehr gut überein.

Die grau hinterlegten Bereiche markieren die messtechnischen Grenzen der berechneten Körperschall-Leistung. Zu tiefen Frequenzen hin steigt das Körperschall-Dämm-Maß stark an, wodurch der gemessene Luftschallpegel des Shakers im Empfangsraum mit dem Grundgeräusch zusammenfällt. Im Frequenzbereich oberhalb von 3,15 kHz liefert die Installationsgeräuschquelle nicht mehr ausreichend Signal, so dass auch hier die Berechnung durch das gemessene Grundgeräusch dominiert wird.

Zusammenfassung und Ausblick

Im Beitrag wurde ein alternatives Verfahren zur DIN EN 15657-1 für die Ermittlung der Körperschall-Leistung beschrieben. Als einfach zu ermittelnde Messgrößen wird hierfür lediglich der aus Luftschallmessungen in einem Musterbau-Prüfstand bestimmte Installations-Schallpegel sowie das Körperschall-Dämm-Maß der maßgeblichen Übertragungswege benötigt. Der Vergleich der anhand des Körperschall-Dämm-Maßes berechneten mit der direkt gemessenen Leistung der eigens für den Versuch entwickelten Installationsgeräuschquelle, zeigt dabei eine sehr gute Übereinstimmung.

Neben den generellen Problemstellungen bei der Charakterisierung von Körperschallquellen (zusätzlicher Luftschallanteil, zeitlich veränderliche Signale, modales Verhalten der Empfangsstruktur, etc.) wird es die Aufgabe sein, das Verfahren hinsichtlich der Übertragbarkeit auf reale Sanitärobjekte zu prüfen. Hierbei gilt es vor Allem, das Körperschall-Dämm-Maß bei mehreren Kontaktstellen oder gar flächiger Ankopplung des Sanitärobjektes richtig zu erfassen. Nach ersten Untersuchungen kann dies durch eine Mittelung des Körperschall-Dämm-Maßes gesamter Bauteile gut bewältigt werden.

Um anschließende Berechnungen nach DIN EN 12354-5 durchzuführen, muss des Weiteren eine praktikable Lösung gefunden werden, um die Anteile der eingeleiteten Körperschall-Leistung in die jeweiligen Bauteile (Wand, Boden, etc.) zu trennen. Hierfür kann die Betrachtung separierter Übertragungswege über einzelne Bauteile (durch Unterbrechung der übrigen Übertragungswege) eine Lösung bieten.

Literatur

- [1] DIN EN 12354-5:2009-10, Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Installationsgeräusche
- [2] DIN EN 15657-1:2009-10, Messung des Luft- und Körperschalls von haustechnischen Anlagen im Prüfstand
- [3] Öhler S., Weber L., Mohr J.: Messung von Installationsgeräuschen im Prüfstand. DAGA 2008