

Studie zur Anwendbarkeit des Prognoseverfahrens nach prEN 12354-5 und damit zusammenhängender Labormessverfahren (CEN TC 126 / WG 7) im Leichtbau

– Kurzbericht –

Kurztitel: Installationsgeräusche im Leichtbau

Christoph Kling, Volker Wittstock, Heinrich Bietz

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 38116 Braunschweig,
christoph.kling@ptb.de, volker.wittstock@ptb.de, heinrich.bietz@ptb.de

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesamtes
für Bauwesen und Raumordnung gefördert.

(Aktenzeichen: Z 6 – 10.07.03-06.18 / II 2 – 80 01 06 – 18)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

1 Einleitung

Um dem Architekten oder Bauingenieur bereits in der Planungsphase die Möglichkeit zu geben, bauaufsichtliche Anforderungswerte zu berücksichtigen, stellt die Norm EN 12354 ein Verfahren bereit, um Schallübertragung in Gebäuden zu prognostizieren. Der sich derzeit im Entwurf befindliche Teil 5 der Norm [1] behandelt Geräusche haustechnischer Anlagen, wie Sanitärobjekte, Fahrstühle, Klimaanlage etc., ist jedoch zunächst für Massivbauteile, wie Beton- oder Kalksandsteinwände, ausgelegt. Zunehmend werden aber, gerade im Sanitärbereich, auch Leichtbauteile, wie Metall- oder Holzständerwände, eingesetzt, die völlig andere Eigenschaften aufweisen. Im Rahmen eines vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) geförderten Projekts wurde die Anwendbarkeit des bisherigen Entwurfs der Norm sowie damit zusammenhängender Labormessverfahren im Leichtbau untersucht.

Die Untersuchungen umfassten mehrere Schwerpunkte. Zum Einen musste untersucht werden, ob im Leichtbau die Voraussetzungen gegeben sind, um die Bauteile mit den Mess- und Rechenmethoden der Norm zu behandeln. Weiterhin wurden eine Reihe von Installationsgeräuschemessungen durchgeführt. Die Ergebnisse dienten zum Einen als Vergleichswerte für die Labormessungen und zum Anderen konnten die in der Praxis relevanten Schallquellen herausgearbeitet werden.

Die Norm EN 12354 sieht vor, die Schallquelle und den direkten Empfänger in Labormessungen voneinander getrennt zu charakterisieren. Die in die Gebäudestruktur eingeleitete Schalleistung errechnet sich dann in der Prognose für jede Kombination von Schallquelle und Empfangsbauteil neu. Wesentlicher Teil des Projektes war es somit, Leichtbauteile als direkte Empfangsbauteile zu charakterisieren.

Weiterhin zeigte sich, dass die Charakterisierung von Schallquellen aufwendiger zu erfolgen hat, als dies bisher für den Massivbau vorgeschlagen wurde. Im Projektverlauf wurde ein aktueller Vorschlag aus der Forschungsliteratur aufgegriffen, in ein Verfahren zur detaillierten Quellencharakterisierung umgesetzt und an einem Abwasserrohr als der wichtigsten Sanitärquelle erprobt.

Dieser Kurzbericht beschränkt sich auf die Kernpunkte des Projekts und geht insbesondere auf die Charakterisierung von Sanitärquellen und empfangenden Leichtbauteilen ein.

2 Installationsmessungen

In der Vergangenheit wurde in der PTB in Zusammenarbeit mit dem Bundesverband Deutscher Fertigbau (BDF) ein Prüfstand zur Untersuchung von Sanitärgeräuschen im Holz-Leichtbau entwickelt. In der Zwischenzeit wurden durch zehn im BDF organisierte Hersteller entsprechende Installationen eingebaut und die Installationsgeräusche gemessen. Zusätzlich wurden in ausgeführten Gebäuden vergleichende Messungen durchgeführt.

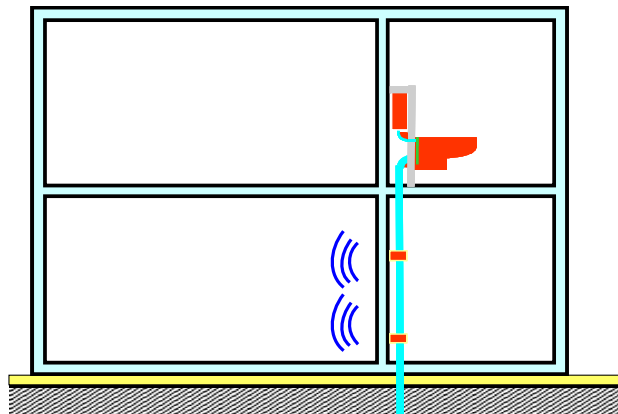


Abbildung 1: Skizze des Holzbau-Sanitärprüfstandes.

Hier sei nur in soweit darauf eingegangen, dass insbesondere für den bauaufsichtlich relevanteren Fall der diagonalen Übertragung der Ablaufstrang des WC die dominante Schallquelle darstellt. Hier traten bei vielen Aufbauten Installationsgeräuschpegel auf, welche die geforderten Grenzwerte überschritten. Streng genommen handelt es sich nur im rechtlichen Sinne um eine diagonale Übertragung, denn die eigentliche Schallquelle, nämlich das Abwasserrohr, befindet sich in der selben Etage wie der schutzbedürftige Raum. Um dieses näher zu erläutern, sind in Abbildung 2 die Mittelwerte und Streubereiche der Installationsgeräusche für den Fall der diagonalen Übertragung dargestellt, und zwar in einem Fall die jeweils lautesten gemessenen Pegel und im anderen Fall nur die Pegel, die sich nur durch die gemessenen Ablaufgeräusche ergeben. Es wird deutlich, dass die Installationsgeräusche ganz wesentlich durch die Ablaufgeräusche dominiert werden. Grund hierfür ist, dass das Abwasserrohr als Schallquelle eine direkte Ankopplung an den schutzbedürftigen Raum hat. Die WC-Spülung ist am lautesten, weil hier zumindest kurzzeitig die größten Durchflussmengen (ca. 2-3 l/s) auftreten.

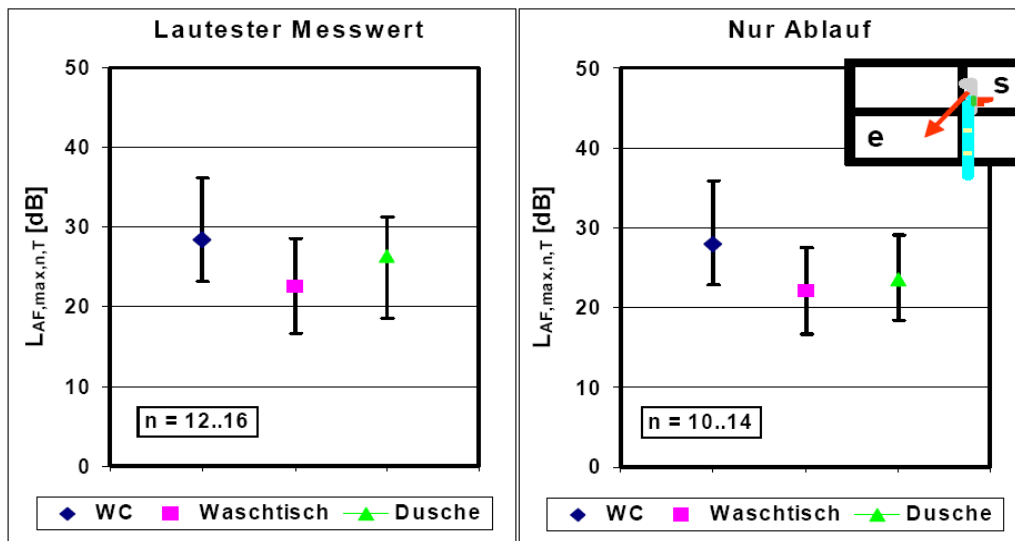


Abbildung 2: Vergleich der Installationsgeräusche bei diagonaler Übertragung.

3 Charakterisierung einer Körperschallquelle

Die Installationsmessungen zeigten, dass das Abwassersystem die bei weitem wichtigste Quelle in Bezug auf den nächsten schutzbedürftigen Raum darstellt [2]. Deshalb wurde diese Quelle für die weiteren Untersuchungen ausgewählt.

In einem ersten Schritt wurde überprüft, ob sich ein unterschiedlicher Füllgrad mit Wasser auf die Impedanz auswirkt. Dazu wurden Rohre verschiedener längenbezogener Massen (von HT-Rohr bis Guss) an beiden Seiten verschlossen und mit unterschiedlichen Wassermengen befüllt. Die Impedanz wurde mit einem Impedanzmesskopf direkt an der verwendeten handelsüblichen Schelle gemessen. Die Impedanzen liegen in der Größenordnung von 0 dB (Abbildung 3). Sie werden durch verschiedene Füllgrade nur bei tiefen Frequenzen beeinflusst, wobei die Impedanz regellos mit der Füllmenge schwankt. Bei Frequenzen oberhalb von 100 Hz liegt die Schwankungsbreite unter 5 dB. Je schwerer das Rohr ist, desto geringer ist der Einfluss der Wasserfüllung. Offenbar führt hier die elastische Lage in der Schelle zu einer Entkopplung, so dass die verschiedenen Füllstände nur wenig in der Impedanz sichtbar sind.

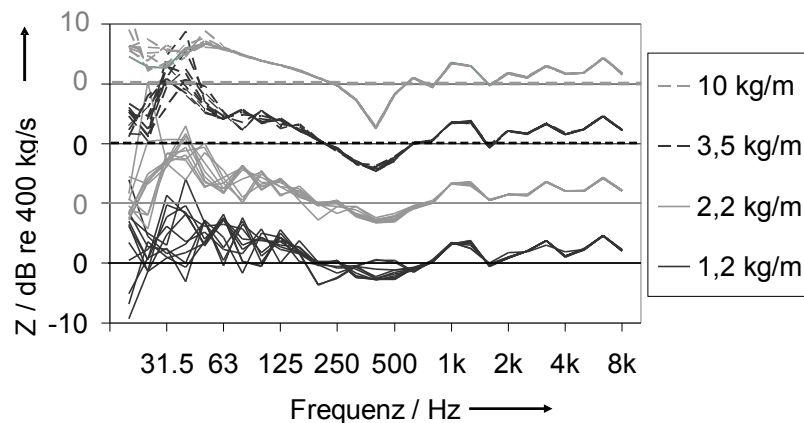


Abbildung 3: Gemessene Eingangsimpedanzen von Abwassersystemen mit verschiedenen längenbezogenen Massen der leeren Rohre bei Füllgraden von leer bis halb voll.

Anschließend wurde ein Abwassersystem in einen Prüfstand an der PTB eingebaut. Bei konstantem Durchfluss von 2,8 l/s wurde die in angeschlossene Empfangsplatten eingespeiste Körperschallleistung ermittelt. Zur Anwendung des 2-Platten-Verfahrens [3] wurde eine vorhandene eingebaute 120 mm Kalksandsteinwand als schweres Empfangsbauteil und eine frei hängende 12 mm Gipskartonplatte sowie eine frei hängende 5 mm Sperrholzplatte als leichte Platten verwendet. Aus dem Vergleich der Ergebnisse auf der schweren und je einer leichten Empfangsplatte konnten dann die Quellgrößen freie Schnelle und Quellimpedanz berechnet werden (Abbildung 4). Zusätzlich wurde an den beiden Befestigungspunkten die Impedanz mit einem Impedanzmesskopf sowie die freie Schnelle mit abgekoppelter Empfangsplatte gemessen. Die Ergebnisse der direkten Messung stimmen mit den Ergebnissen der 2-Platten-Methode qualitativ überein. Die Voraussetzungen für die 2-Platten-Methode sind jedoch nicht im gesamten Frequenzbereich erfüllt. Zudem kann die Auswertung auf der Basis von Impedanzen oder Mobilitäten erfolgen, so dass es zu Abweichungen zwischen verschiedenen Ergebnissen kommt.

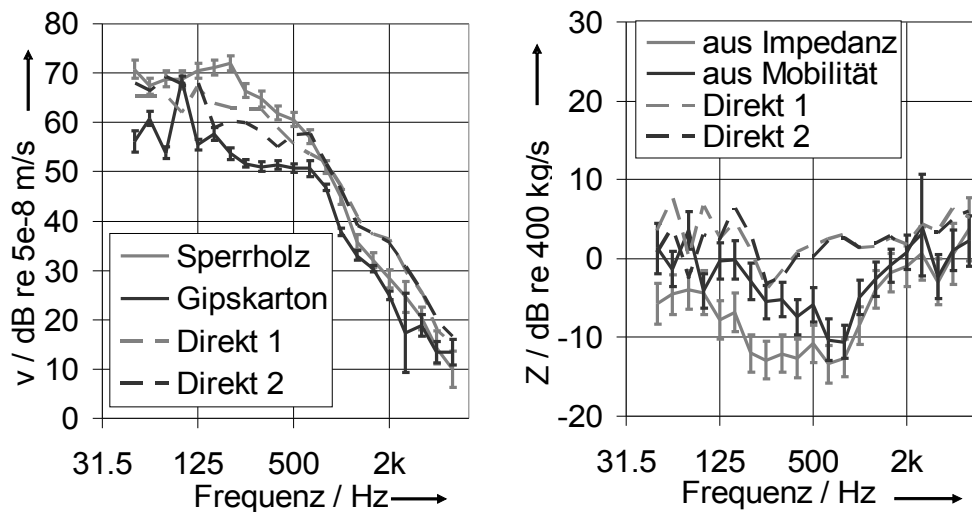


Abbildung 4: Direkt gemessene und nach der 2-Platten-Methode bestimmte Quellgrößen des Abwassersystems, oben: frei Schnelle, unten: Quellimpedanz.

4 Leichtbauteile als empfangende Bauelemente

Wenn, wie aus bisherigen Untersuchungen schon absehbar, die Eingangsimpedanzen von Leichtbaustrukturen in der Größenordnung der Quellimpedanzen liegen, muss diese Größe für eine Prognose bekannt sein. Weiterhin stellt sich die Frage, in wie weit Leichtbaukonstruktionen hinsichtlich ihrer Eingangsimpedanz als homogen angesehen werden können. Um diese Fragen zu beantworten, wurden einige Leichtbaukonstruktionen systematisch untersucht. Im Einzelnen handelte es sich um folgende Objekte:

- Holzständerwand, beidseitig beplankt mit 13 mm Spanplatte und 12 mm GKB
- Dieselbe Wand empfangsseitig mit 7 mm Keramikfliese
- Metallständerwand Knauf W112, beidseitig mit 2x12 mm GKB (Knauf Piano) beplankt
- Holzbalkendecke (Typ 1 aus DIN EN ISO 140-11)
- Holzbalkendecke mit Estrichaufbau (40 mm Betonestrich + 52 mm Dämmschicht)

Bei den Messungen wurde überwiegend mit Shakeranregung und einem Impedanzmesskopf gearbeitet. Für die Messung der schweren Holzbalkendecke ist der Impedanzkopf nicht mehr geeignet, hier wurden getrennte Kraft- und Beschleunigungsaufnehmer verwendet. Die Ankopplung erfolgte meistens oberflächlich

mit Klebwachs, es wurde aber teilweise auch mit durchgeschraubter Verbindung gearbeitet. Bei jedem Messobjekt wurde eine Vielzahl von Anregungspunkten verwendet, um Aussagen über die Homogenität zu erhalten.

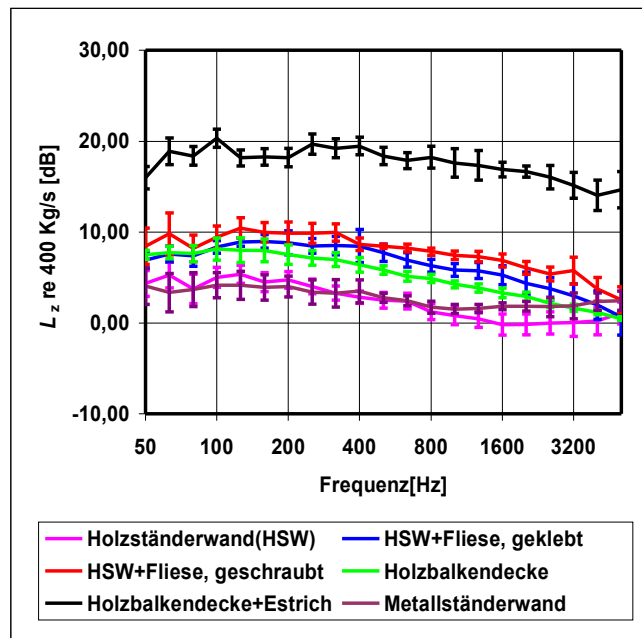


Abbildung 5: Typische Eingangsimpedanzen von Leichtbauteilen.

Abbildung 5 zeigt zusammenfassend die mittleren Eingangsimpedanzen der untersuchten Objekte. Zunächst kann festgestellt werden, dass in der Tat die Impedanz aller Strukturen mit Ausnahme der schweren Decke in der selben Größenordnung wie die Impedanz der betrachteten Körperschallquelle liegt. Weiterhin ist interessant, dass eine Verfliesung die Impedanz im Mittel um ca. 6-7 dB erhöht. Dies deckt sich sehr gut mit den bei Baumessungen gewonnenen Messwerten.

Auf den Aspekt der Homogenität soll hier nur insoweit eingegangen werden, als insbesondere bei mehrlagiger Beplankung und geklebter Ankopplung nur ein geringer Einfluss des Tragwerkes zu erkennen war. Größere Unterschiede bei einzelnen Messpunkten ergeben sich, wenn die Anbindung direkt ins Tragwerk verschraubt wird oder die Konstruktion nur einfach beplankt ist.

5 Zusammenfassung

Bei unbeschwerten Leichtbauteilen zeigt sich, dass die Eingangsimpedanz allgemein im Bereich zwischen 0 und 10 dB liegt und dabei nur geringfügig frequenzabhängig ist. Die

Impedanz des untersuchten Quellsystems ist etwa gleich groß und kann nicht, wie im Massivbau, vernachlässigt werden. Die Anwendung der Prognosenorm im Leichtbau ist daher mit mehr Aufwand verbunden, aber grundsätzlich möglich.

6 Danksagung

Die Autoren danken dem Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung für die Finanzierung der Arbeiten. Unterstützung kam außerdem vom Bundesverband Deutscher Fertigbau (BDF) sowie von der Fa. Knauf. Für die Durchführung von Messungen geht Dank an Götz Raabe, Severine Janine Willmer, Annett Seidel und Mai Lan Luong.

7 Literatur

- [1] EN ISO 12354-5 DIN EN 12354-5 *Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 5: Installationsgeräusche*; Deutsche Fassung prEN 12354-5:2007
- [2] Bietz, H. Wittstock, V., Scholl, W. *Prüfstand zur Bestimmung von Installationsgeräuschen im Holz-Fertigbau – neue Messergebnisse und Entwicklungen*. Tagungsband der DAGA 06 auf CDROM, Braunschweig
- [3] Gibbs, B.M.; Qi, N.; Moorhouse, A.T.: *A Practical Characterisation for Vibro-Acoustic Sources in Buildings*. Acta Acustica united with Acustica, Volume 93, Number 1, January/February 2007 , pp. 84-93