

Schalleinleitung und Schallausbreitung in Leichtbaustrukturen

Heinrich Bietz, Volker Wittstock

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

Einleitung

In der PTB werden seit einigen Jahren Untersuchungen zur Ausbreitung von Körperschall in Leichtbaustrukturen durchgeführt. Ein wesentliches Ziel ist hierbei die Etablierung eines Prognoseverfahrens für Installationsgeräusche. Ein genormtes Prognoseverfahren (EN 12354-5) existiert bisher nur für den Massivbau und ist möglicherweise nicht auf den Leichtbau übertragbar. Über die grundsätzlichen Probleme hierbei sowie die Errichtung eines Prüfstands zur Untersuchung von Installationsgeräuschen wurde bereits berichtet¹. Mittlerweile wurden weitere Messungen an ausgeführten Gebäuden und weitere grundsätzliche Untersuchungen zur Körperschalleinleitung und -Ausbreitung durchgeführt. Über die hierbei gewonnen Ergebnisse und die daraus resultierenden Schlussfolgerungen hinsichtlich eines zu formulierenden Prognoseverfahrens soll hier berichtet werden.

Geräusche von Sanitärinstallationen

Messungen im Prüfstand

In der PTB wurde in Zusammenarbeit mit dem Bundesverband Deutscher Fertigtbau (BDF) ein Prüfstand zur Messung von Installationsgeräuschen errichtet und verifiziert. Mittlerweile wurden von 11 im BDF organisierten Fertighausherstellern Installationen eingebaut und vermessen. Der grundsätzliche Aufbau bestand hierbei immer aus den Komponenten Dusche, Waschtisch und wandhängendes WC. Einige Hersteller nutzten die Gelegenheit, um verschiedene Modifikationen ihrer Installationen zu testen, so dass insgesamt ca. 20 Variationen gemessen wurden. Bei der Auswertung der gemessenen Installationsgeräuschpegel sind die bisher beobachteten Tendenzen² bestätigt worden. Exemplarisch ist in Bild 1 der Mittelwert aller Messungen für den diagonalen Übertragungsweg dargestellt. Hier stellt die WC-Spülung die kritischste Schallquelle dar. Wenngleich der Mittelwert noch knapp unter 30 dB liegt, gibt es doch teilweise erheblich höhere Werte. Hauptgrund hierfür ist, dass die eigentliche Schallübertragung gar nicht diagonal erfolgt, vielmehr wird der Körperschall direkt in die Trennwand des Untergeschosses oder bei versetzter Bauweise auch in die abgehängte Decke eingeleitet.

Baumessungen

Zusätzlich zu den Prüfstandsmessungen konnten in nunmehr neun ausgeführten Gebäuden ergänzende Messungen durchgeführt werden, hierunter befand sich erstmals auch ein Mehrfamilienhaus. Es wurden sowohl Installationsgeräusche als auch Strukturparameter (Impedanz, Transferfunktion) erfasst. Aufgrund der im Prüfstand gemachten Erfahrungen wurden schwerpunktmäßig die Ablaufgeräusche des WC für den diagonalen Fall erfasst. Bild 2 stellt die Ergebnisse aus Prüfstand- und Baumesungen gegenüber. Wenngleich auch zahlreiche Unwägbarkeiten, wie unterschiedliche Anzahl der Stichproben und unvermeidliche Abweichungen bei der Ausführung der Installationen in Betracht gezogen werden

müssen, ist doch der Trend zu deutlich höheren Pegeln in ausgeführten Gebäuden nicht von der Hand zu weisen. Ein möglicher Grund hierfür könnte sein, dass eventuell die Installationen im Prüfstand sorgfältiger ausgeführt wurden als in den untersuchten Gebäuden. Im Falle des Mehrfamilienhauses ist bemerkenswert, dass durch sorgfältige Grundrissgestaltung Installationsgeräusche zwischen den einzelnen Wohneinheiten überhaupt nicht mehr messbar waren.

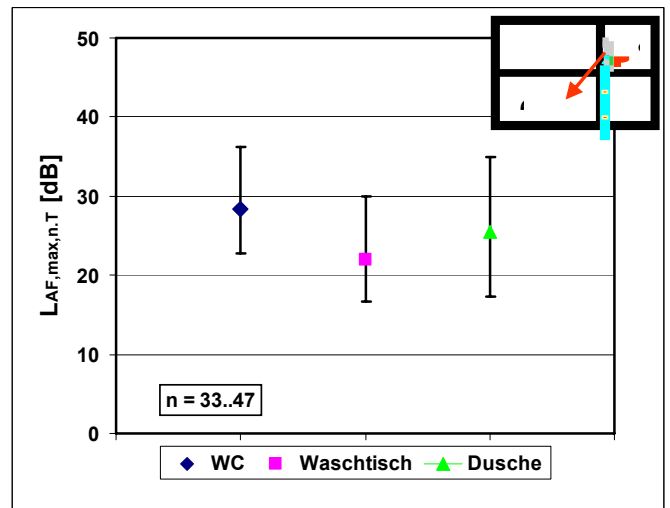


Bild 1: Mittelwerte und Streubereiche aller Messwerte für diagonale Übertragung

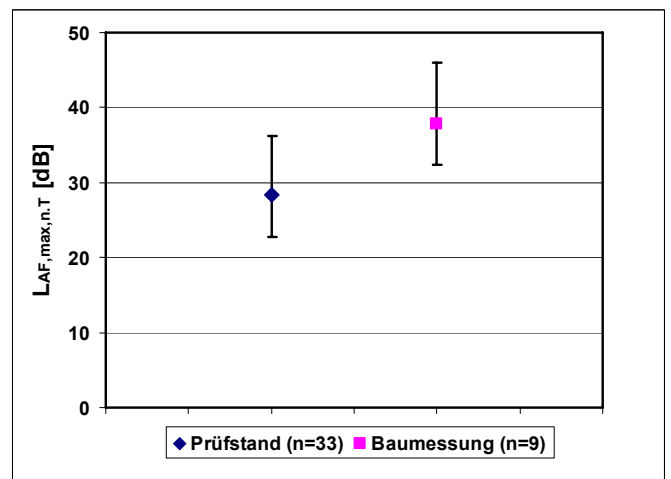


Bild 2: Vergleich von Prüfstands- und Baumesungen, WC, diagonale Messrichtung

Strukturparameter

Für eine Prognose von Installationsgeräuschen in Leichtbaustrukturen muss sowohl die Impedanz der Schallquelle als auch der empfangenden Struktur in Betracht gezogen werden. Weiterhin ist zu überlegen, ob aufgrund der Komplexität des Ausbreitungspfades dieser durch verallgemeinerte Transferfunktionen (Schalldruck p im Empfangsraum bezogen auf die anregende Kraft F) beschrieben werden kann. Zu dieser Thematik wurden sowohl im Labor als auch bei den beschriebenen Baumesungen Untersuchungen durchgeführt.

Impedanz der Empfangsstrukturen

Bild 3 zeigt eine Übersicht der am Bau und im Labor gemessenen Impedanzen, wobei es sich jeweils um über mehrere Messpunkte gemittelte Werte handelt. Zusätzlich sind beispielhaft die Quellimpedanz eines Abwasserrohres und eines menschlichen Gehers eingetragen. Zunächst fällt die relativ geringe Streuung der Baumesungen (ca. ± 3 dB) auf, sowie deren gute Übereinstimmung mit der (gefliesten) Holzständerwand des Prüfstandes. Weiterhin wird deutlich, dass speziell beim Abwasserrohr eine recht gute Impedanzanpassung vorliegt, insbesondere mit den „nackten“ Holz- bzw. Metallständerwänden. Die Holzbalkendecke mit Estrich und die Betondecke sind deutlich schlechter angepasst.

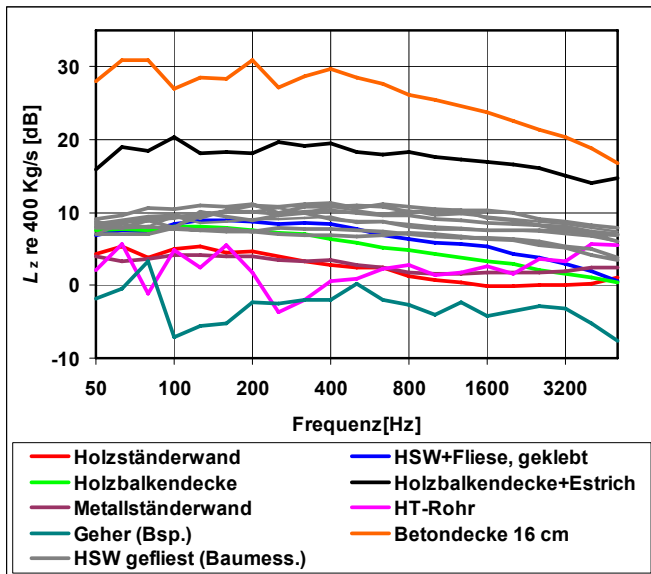


Bild 3: Übersicht Struktur- und Quellimpedanzen

Transferfunktionen

Bei den Messungen der Transferfunktion in Gebäuden wurde sich, auch aus messtechnischen Gründen, zunächst auf den direkten Weg durch die Trennwand beschränkt. Bild 4 zeigt die am Bau gewonnenen Ergebnisse sowie eine vergleichbare Transferfunktion aus dem Installationsprüfstand. Hier fällt die im Gegensatz zu den Impedanzen deutlich höhere Streuung der Messwerte ins Auge, welche sich aber anhand der baulichen Gegebenheiten plausibel erklären lassen. So waren bei den Messungen 1,2 und 3 die abstrahlenden Wände ganz oder teilweise mit Schränken verdeckt. Bei Messung 5 war die Vorwandinstallation vollflächig ausgeführt, so dass die Wand nicht wie sonst direkt angeregt werden konnte. Während das bewertete Luftschalldämmmaß R'_w meistens zwischen 43 dB und 45 dB lag, war dieser Wert bei Messung 6 deutlich höher (50 dB) und bei Messung 7 deutlich niedriger (37 dB). Für die meisten Wandkonstruktionen scheint somit die Annahme von -40 dB für die Transferfunktion einen vernünftigen Wert zu liefern. Bild 5 zeigt Labormessungen an zwei T-Stößen, ausgeführt als Metallständerwand und als Holzständerwand. Während die innere Schale bei der Holzständerwand durchläuft, ist sie bei der Metallständerwand unterbrochen. Im Vergleich direkte/flankierende Übertragung zeigen die beiden Konstruktionen ein unterschiedliches Verhalten. Weiterhin ist bei der Metallständerwand die flankierende Übertragung unabhängig davon, ob die Flanke raumseitig (f,i) oder außen (f,a) angeregt wird.

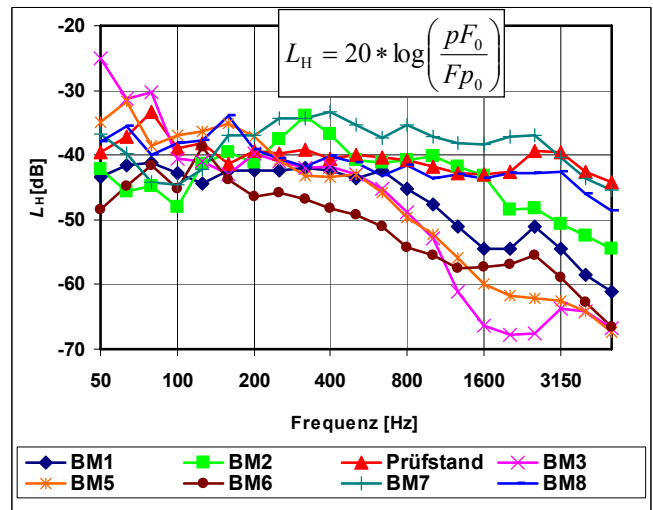


Bild 4: Transferfunktionen von Holzständerwänden, direkt

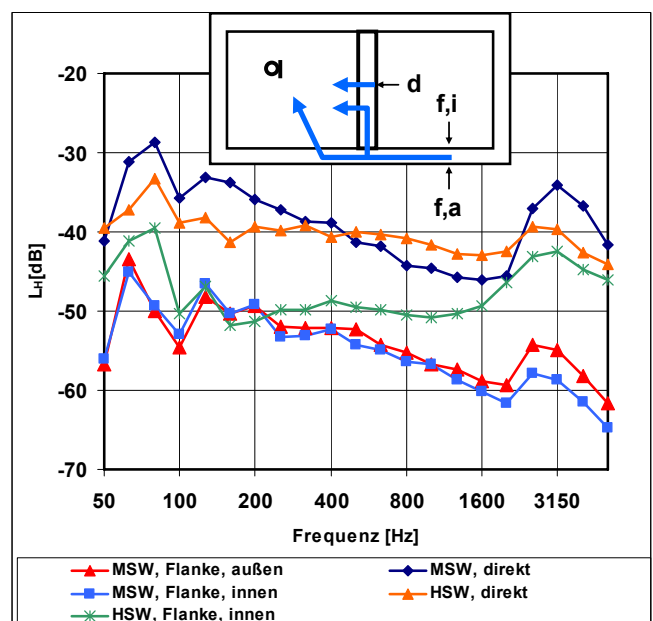


Bild 5: An zwei T-Stößen gemessene Transferfunktionen

Zusammenfassung und Ausblick

Bei guter Grundrissplanung und sorgfältiger Bauausführung kann auch in Holz-Leichtbauweise ein ausreichender Installationschallschutz realisiert werden. In Anbetracht der untersuchten Körperschallparameter scheint eine Prognose in der angedachten Form möglich zu sein. In einem nächsten Schritt soll dann ein Prognoseverfahren formuliert und zunächst an einem einfachen Aufbau getestet werden, zudem müssen weitere Quellcharakterisierungen unter realistischen Betriebsbedingungen erfolgen.

¹ Kling, Christoph, Wittstock, Volker, Bietz, Heinrich: Studie zur Anwendbarkeit des Prognoseverfahrens nach prEN 12354-5 und damit zusammenhängender Labormessverfahren (CEN TC 126 / WG 7) im Leichtbau, Abschlussbericht, PTB Braunschweig, 2008-04-11

² Bietz, Heinrich, Wittstock, Volker, Scholl, Werner: Prüfstand zur Bestimmung von Installationsgeräuschen im Holz-Fertigbau, neue Messergebnisse und Entwicklungen, Fortschritte der Akustik, DAGA 2006 Braunschweig, S. 33-34