

Kurzbericht zum Forschungsvorhaben Installationsgeräusche im Leichtbau

Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung
Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-16.16 / IBP-422509

Bearbeitung: Dr. Lutz Weber, B.Eng. Agostino Troll, M.BP. Dipl.-Ing. (FH) Sven Öhler
Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)
Bericht B-AK 6/2018
26. März 2019

Titel

Geräuschübertragung durch technische Installationen im Leichtbau

Anlass / Ausgangslage

Die von haustechnischen Anlagen hervorgerufenen Geräusche werden häufig als besonders störend wahrgenommen und unterliegen deshalb strengen Schallschutzanforderungen. Während für den Massivbau umfangreiche Erfahrungen vorliegen, ist über Installationsgeräusche im Holz- und Leichtbau bislang nur wenig bekannt. Deshalb wurde die Geräuschenstehung und -übertragung in Verbindung mit leichten mehrschaligen Bauteilen näher untersucht.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Die durchgeführten Untersuchungen erfolgten überwiegend auf messtechnischer Basis in hierfür angepassten bauakustischen Prüfständen. Wegen der großen Vielfalt der vorhandenen Konstruktionen mussten die Messungen am Beispiel von repräsentativen Installationen und Bauelementen durchgeführt werden. Hierfür wurde ein Versuchsaufbau verwendet, bei dem eine bauübliche Holzbalkendecke oberseitig durch eine Wasserinstallation angeregt und der resultierende Installations-Schallpegel im Empfangsraum unterhalb der Decke gemessen wurde.

Das Untersuchungsprogramm umfasste sechs verschiedene Decken, unter denen sich vier Holzbalkendecken und – zum Vergleich – auch zwei massive Decken befanden. Als Anregungsquelle dienten neben praxisüblichen Installationen, die stellvertretend durch Duschwannen und bodenebenen Duschflächen repräsentiert wurden, auch mehrere Körperschallquellen mit vereinfachtem Aufbau. Dies hatte einerseits den Vorteil eines geringeren Herstellungsaufwandes und erleichterte andererseits aufgrund der klar umrissenen akustischen Randbedingungen die Interpretation der Messergebnisse.

Bei den Untersuchungen wurden mehr als dreißig verschiedene Körperschallquellen betrachtet, so dass sich in Kombination mit den sechs untersuchten Decken ein umfangreiches Untersuchungsprogramm ergab, das insgesamt fast einhundertvierzig verschiedene Aufbauten umfasste. Neben der Ermittlung des resultierenden Installations-Schallpegels wurden noch zahlreiche weitere Messungen durchgeführt, die einerseits zur akustischen Charakterisierung der untersuchten Decken und Installationen dienten und andererseits die Eingangsdaten für die durchgeführten Berechnungen lieferten (z. B. Quellen- und Eingangsadmittanz, freie Schnelle und eingeleitete Körperschall-Leistung).

Die wichtigsten Ergebnisse des Forschungsvorhabens lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die von der Installation ins Bauwerk eingeleitete Körperschall-Leistung hängt in starkem Maße vom Verhältnis zwischen der Quellenadmittanz und der Eingangsadmittanz des angeregten Bauteils ab. Im Gegensatz zu massiven Decken, deren Eingangsadmittanz in der Regel sehr viel kleiner als die

Quellenadmittanz üblicher Installationen ist, sind die Admittanzen bei Holzbalkendecken von etwa gleicher Größenordnung. Dies hat zur Folge, dass hier sehr viel mehr Körperschall in die Decke eingeleitet wird.

- Neben der Admittanz wird der Installations-Schallpegel in erster Linie vom Körperschalldämm-Maß der Decke bestimmt. Wegen ihrer mehrschaligen Bauweise weisen Holzbalkendecken bei vergleichbarer Luftschalldämmung ein deutlich höheres Körperschalldämm-Maß als massive Decken auf. Da gleichzeitig jedoch erheblich mehr Körperschall in die Decke eingeleitet wird, ergibt sich für den resultierenden Installations-Schallpegel im Holzbau per Saldo zumeist dennoch ein höherer Wert.
- Die üblichen Modelle zur Beschreibung der Körperschallanregung von Bauteilen beziehen sich auf eine punktförmig einwirkende senkrecht zur Bauteiloberfläche gerichtete Wechselkraft. Den durchgeführten Untersuchungen zufolge lassen sich die vereinfachten Modelle mit einer für die Praxis hinreichenden Genauigkeit auch auf Körperschallquellen mit mehreren Kontaktpunkten sowie mit linienförmigem oder flächigem Kontakt zum Bauwerk anwenden.
- Wenn die Teile der Deckenkonstruktion, die in direktem Kontakt mit der Körperschallquelle stehen, übereinstimmen (also z. B. bei zwei Decken mit einem baugleichen schwimmenden Estrich), lässt sich der Installations-Schallpegel unter Verwendung des Norm-Trittschallpegels auf einfache Weise und mit guter Genauigkeit rechnerisch von einer auf die andere Decke übertragen.
- Um den Installations-Schallpegel im Holz- und Leichtbau rechnerisch vorherzubestimmen, wurde ein Verfahren entwickelt, das Berechnung und Messung miteinander kombiniert. Dabei wird zunächst nach DIN EN 12354-5 die von der Installation in die Decke eingeleitete Körperschall-Leistung berechnet. Da sich die Körperschallausbreitung im Bauwerk nicht berechnen lässt, wird hierzu ersatzweise eine gemessene Übertragungsfunktion – das oben erwähnte Körperschalldämm-Maß – verwendet. Für die Genauigkeit des Verfahrens ergibt sich eine Standardabweichung von ca. 3 dB, was für die Schallschutzplanung in der Praxis zumeist ausreicht.

Fazit

Mit dem Forschungsvorhaben konnte der Kenntnisstand zur Entstehung und Übertragung von Installationsgeräuschen im Holz- und Leichtbau beträchtlich erweitert werden. Die an unterschiedlichen gebäudetechnischen Installationen und Deckenkonstruktionen durchgeführten messtechnischen Untersuchungen tragen zum verbesserten Verständnis der akustischen Zusammenhänge und der Wechselwirkung zwischen der Körperschallquelle und der angeregten Struktur bei. Außerdem wurde erstmals die Möglichkeit geschaffen, Installationsgeräusche in Gebäuden in Holz- und Leichtbauweise unter praxisnahen Bedingungen rechnerisch vorherzubestimmen. Damit wurden alle angestrebten Ziele des Vorhabens erreicht.

Eckdaten

Kurztitel: Installationsgeräusche im Leichtbau
Forscher / Projektleitung: Dr. Lutz Weber
Gesamtkosten: 166.174,- €
Anteil Bundeszuschuss: 116.174,- €
Projektlaufzeit: 24 Monate

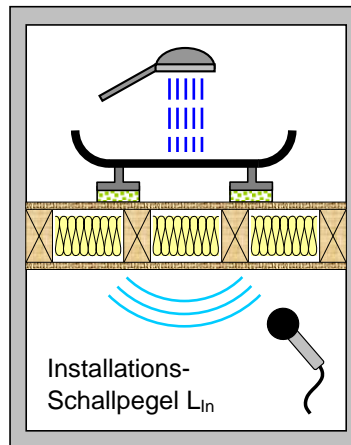


Bild 1: Messaufbau zur Bestimmung des Installations-Schallpegels von Wasserinstallationen am Beispiel einer auf einer Holzbalkendecke stehenden Duschwanne.



Bild 2: Ermittlung der Eingangsdmittanz eines Bauteils durch Anregung mit einem elektro-dynamischen Schwingungserreger (Shaker). Zur Messung der einwirkenden Kraft und der resultierenden Schnelle werden ein piezoelektrischer Kraftaufnehmer und zwei Beschleunigungsaufnehmer (links und rechts von der Anregungsstelle) eingesetzt.



Bild 3: Anregung einer fertig eingebauten und verfliesen Duschwanne mit einem Norm-Trittschallhammerwerk.

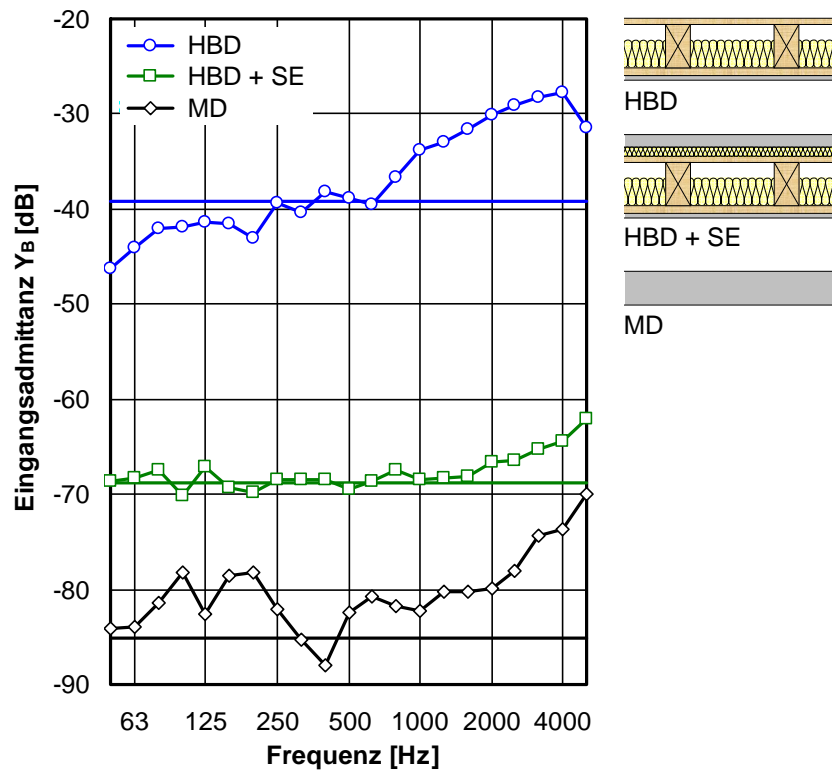


Bild 4: Gemessene Eingangsadmittanz der Holzbalken-Rohdecke (HBD), der Holzbalkendecke mit schwimmendem Estrich (HBD + SE) und der Massivdecke (MD) im Vergleich zu den aus den Bauteildaten berechneten Werten (gleichfarbige horizontale Linien).

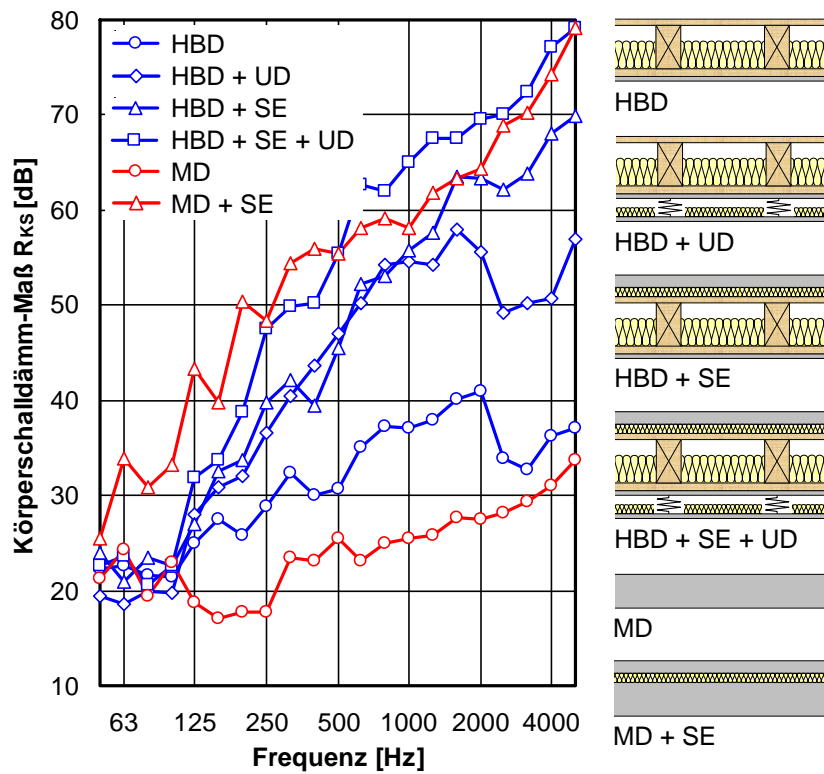


Bild 5: Körperschalldämm-Maß aller untersuchten Decken in Abhängigkeit von der Frequenz.

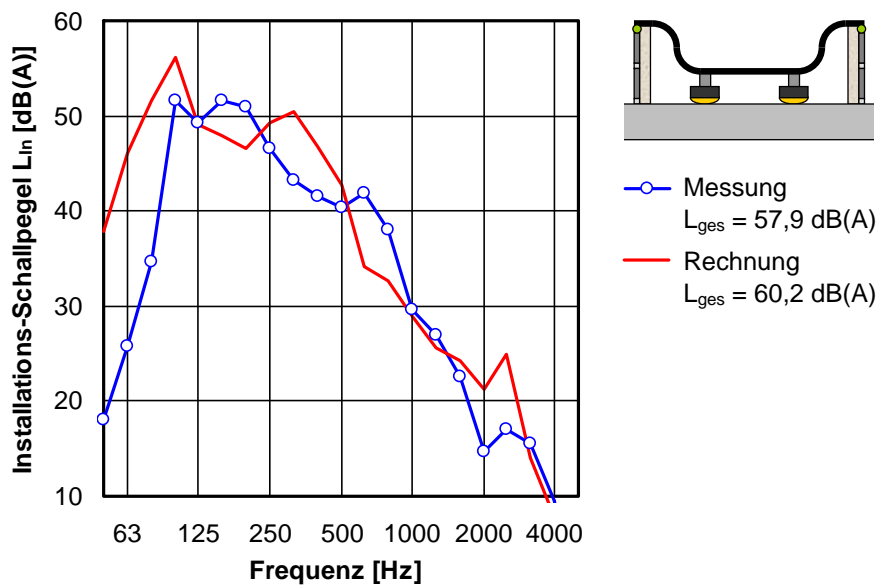


Bild 6: Vergleich der für eine Duschanne gemessenen und berechneten Werte des Installations-Schallpegels. Die Anregung der Wanne erfolgte mit einem Norm-Hammerwerk.