

Messung der Trittschallminderung bei Bauprodukten aus Holz

Jan-Henning Schmidt, Volker Wittstock

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 38116 Braunschweig, Deutschland, Email: jan-henning.schmidt@ptb.de

Einleitung

Das Vorhalten der durch die DIN EN ISO 10140 [1] geforderten Zwei-Raum Konfiguration für die Bestimmung der Trittschallminderung ist besonders für kleine Unternehmen kostenintensiv. Daher wurde von 2007 bis 2009 an der PTB im Rahmen eines von der AiF geförderten Forschungsprojektes ein Kompaktprüfstand mit einer 1,2 m x 0,8 m x 0,2 m großen Betonplatte entwickelt. Die Trittschallminderung wird bei diesem Verfahren durch die Differenz des mittleren Beschleunigungspegels (mit und ohne Auflage) auf der Unterseite des Kompaktprüfstandes bestimmt. Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse der bewerteten Trittschallminderung für 19 weich federnde Bodenbeläge (blau) ermittelt zweimal im Deckenprüfstand und viermal am Kompaktprüfstand. Für die untersuchten Auflagen wurde im Rahmen der

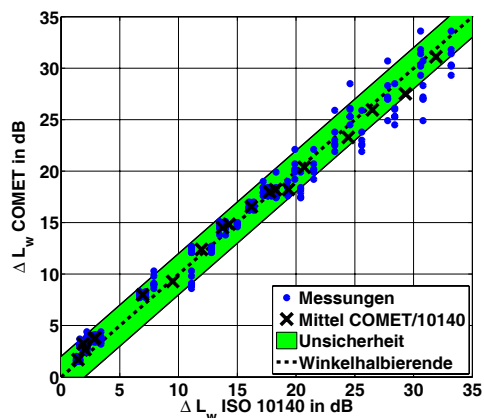


Abbildung 1: Vergleich der bewerteten Trittschallminderung von 19 Bodenbelägen ermittelt zweimal im Deckenprüfstand und viermal am Kompaktprüfstand. **Grün:** Unsicherheit. **Blau:** Einzahlwerte der verschiedenen Auflagen. **Schwarze Kreuze:** Mittel der Einzahlwerte.

Unsicherheit eine gute Übereinstimmung von Kompaktverfahren und Normverfahren erzielt. Für plattenförmige Auflagen konnte innerhalb dieses Projektes keine ausreichende Übereinstimmung zwischen Kompaktverfahren und Normverfahren erreicht werden. Daher wurde 2011 ein weiteres von der AiF gefördertes Forschungsprojekt gestartet, welches sich mit dieser Thematik befasst. Zudem soll im Laufe dieses Projektes ein Kompaktprüfstand für Leichtbaudecken entwickelt sowie die Möglichkeit einer direkten Bestimmung des Normtrittschallpegels am Kompaktprüfstand überprüft werden. Der aktuelle Forschungsstand zu diesen Aspekten soll in diesem Beitrag beschrieben werden.

Plattenförmige Auflagen

Um den Einfluss der verlegten Fläche auf die Trittschallminderung zu ermitteln, wurden im Deckenprüfstand die Trittschallminderungen von Laminaten in Abhängigkeit

Tabelle 1: Einzahlwerte für drei verschiedene Laminat in Abhängigkeit von der verlegten Fläche.

Fläche in m ²	Laminat 1	Laminat 2	Laminat 3
	ΔL _w in dB		
0,25	17	21	17
1	17	20	15
4	18	20	17
16	19	21	19

von der verlegten Fläche ermittelt. In [1] wird vorgeschrieben, dass plattenförmige Auflagen vollflächig verlegt werden müssen. Die Differenz zwischen der Trittschallminderung ermittelt an 16 m² zu der Trittschallminderung ermittelt an 0,25 m², 1 m² und 4 m² ist in Abbildung 2 dargestellt. Es ist zu sehen, dass mit abnehmender Fläche die

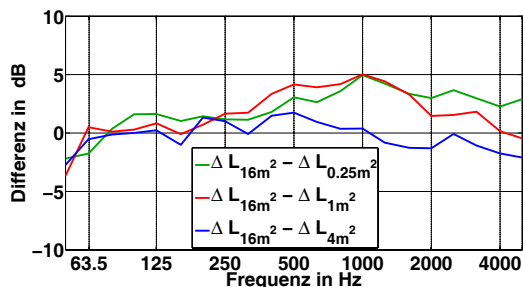


Abbildung 2: Differenz der Trittschallminderung einer Laminatauflage abhängig von der verlegten Fläche.

Differenz zwischen den Trittschallminderungen zunimmt. Insbesondere fällt dies bei Frequenzen oberhalb 500 Hz auf. Die resultierenden Einzahlwerte sind in Tabelle 1 dargestellt. Für die drei untersuchten Laminat lässt sich jedoch keine eindeutige Proportionalität zwischen verlegter Fläche und Trittschallminderung feststellen. Um dieses Verhalten weiter zu untersuchen wurden für ein Laminat Punktmobilitäten ($Y = \frac{v}{F}$) ermittelt. Die Schnelle v wurde hierbei mit Hilfe von zwei Beschleunigungsaufnehmern ermittelt, die möglichst nahe am Krafteinleitungspunkt befestigt wurden. Die Anregung erfolgte breitbandig über einen Shaker der über einen Kraftaufnehmer an der Oberfläche angebracht wurde. Die Punktmobilitäten für zwei verschieden große Flächen sind in Abbildung 3 dargestellt. Der Resonanzverlauf der Mobilität lässt sich als Feder-Masse System modellieren mit einer Resonanzfrequenz bei ca. 800 Hz. Für die untersuchten Messpunkte lässt sich kein Einfluss der Fläche auf die Punktmobilität zeigen. Die für das Modell angepasste Masse von ca. 35 g lässt darauf schließen, dass nur eine kleine Teilfläche des Laminats schwingt. Die in [2] gefundenen Ergebnisse, dass lediglich das Nahfeld um die Krafteinleitung schwingt, würden die hier dargestellten Ergebnisse bestätigen, erklären jedoch nicht das flächenabhängige Verhalten der Trittschallminderung. Auffällig ist zudem, dass die Streuung der Kurven für Frequenzen größer 800 Hz abnimmt und für Frequenzen unterhalb 800 Hz

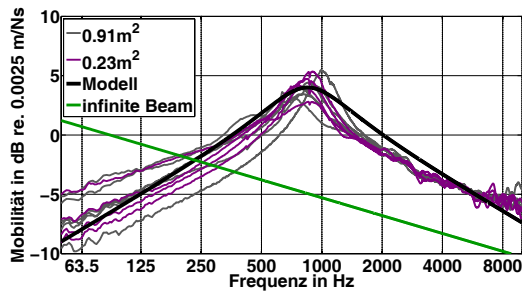


Abbildung 3: **Grau:** Punktmobilitäten (Fläche: 0.96 m²). **Lila:** Punktmobilitäten (Fläche: 0.23 m²). **Schwarz:** Mobilität Feder-Masse System. **Grün:** Mobilität unendlicher Balken.

zunimmt. Es wird vermutet, dass bei kleinen Flächen das Laminat sich vermehrt wie ein unendlicher Balken verhält [4] (Abbildung 3 grüne Linie). Dies könnte eine Erklärung für die erhöhte Streuung für Frequenzen unterhalb der Resonanzfrequenz sein. Um diese Vermutung zu verifizieren müssen jedoch noch weitere Messungen vorgenommen werden.

Kompaktprüfstand für Leichtbaudecken

In [1] sind neben der Bezugsmassivdecke auch drei Bezugsleichtbaudecken aufgeführt. Nach Vorbild der Bezugsleichtbaudecke Nr.1 aus [1] wurde ein Kompaktprüfstand zur Bestimmung der Trittschallminderung in Anlehnung des Designs des Kompaktprüfstands für Massivdecken aufgebaut. Aufgrund der Maße des Ständerwerks musste der Balkenabstand um 55 mm vergrößert werden. Wie auch beim Kompaktprüfstand für Massivdecken wird die Trittschallminderung durch die Differenz der Beschleunigungspegel bestimmt. Die Differenz zwischen Kompaktverfahren und Normverfahren ist für 52 weich-federnde Bodenbeläge in Abbildung 4 dargestellt. Der grüne Bereich beschreibt die Unsicherheit

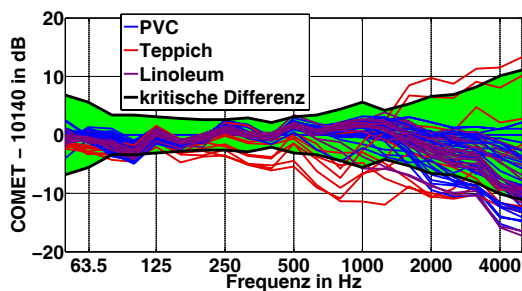


Abbildung 4: Differenz der Trittschallminderung gemessen im Deckenprüfstand und am Kompaktprüfstand für 52 weich-federnde Bodenbeläge.

dieser Messung. Insbesondere für Teppiche zeigen sich erhöhte Differenzen. Eine Erklärung hierfür könnten die Zeitvarianten Eigenschaften des Teppichs sein, die sich bei Anwendung eines Hammerwerks ergeben. Zudem ist eine systematische Abweichung der Messergebnisse ab ca. 1500 Hz zu sehen.

Normtrittschallpegel

Unter der Annahme, dass das Schwingungsverhalten eines Deckenausschnitts gleich dem einer ganzen Decke ist (bei Anregung mit einem Normhammerwerk) kann unter Kenntniss des Abstrahlgrades der ganzen Decke der Normtrittschallpegel am Kompaktprüfstand bestimmt

werden. Der Abstrahlgrad σ ergibt sich aus dem Quotienten der abgestrahlten Leistung P und der abgestrahlten Leistung einer fiktiven Platte mit der selben Größe S die konphas mit der selben Schnelle schwingt.

$$\sigma = \frac{P}{\rho c v^2 S} \quad (1)$$

Die Dichte von Luft ist ρ und c die Schallgeschwindigkeit in Luft. Der Abstrahlgrad wurde für die Decke im Deckenprüfstand der PTB mit Hilfe eines Laser-vibrometers zur Bestimmung der Schnelle, dem Intensitätsmessverfahren (Scanning mit dem Zwei-Mikrofon Verfahren) und dem Hallraumverfahren zur Bestimmung der Schalleistung bestimmt. Die ermittelten Abstrahlgrade für drei verschiedene Positionen des Normhammerwerks und für Luftschallanregung sind in Abbildung 5 dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass sich ähnliche Ab-

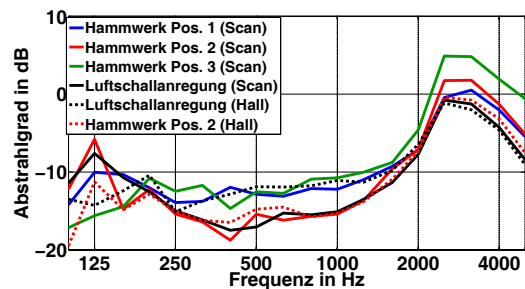


Abbildung 5: Ermittelte Abstrahlgrade für drei Hammerwerk-Positionen und für Luftschallanregung. **Gestrichelt:** Schalleistung wurde nach dem Hallraumverfahren bestimmt. **Durchgezogen:** Schalleistung wurde über eine Intensitätsmessung nach dem zwei Mikrofon-Verfahren bestimmt.

strahlgrade für Körperschallanregung und Luftschallanregung ergeben. Die Bestimmung der Schalleistung nach dem Intensitätsmessverfahren und dem Hallraumverfahren führen ebenfalls zu ähnlichen Ergebnissen. Zweck dieser Untersuchungen war es, das Messequipment zu erproben, so dass in Zukunft die Abstrahlgrade von ausgeführten Leichtbaudecken bestimmt werden können, um im Folgenden einen Katalog mit Abstrahlgraden zu erstellen.

Danksagung

An dieser Stelle möchten die Autoren der AiF für die Förderung dieses Forschungsprojektes danken sowie dem Fraunhofer Institut für Holzforschung - Wilhelm Klautz Institut für die sehr gute Kooperation.

Literatur

- [1] DIN EN ISO 10140: Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand (2010)
- [2] Jakob, A.; Volz, R.; Möser, M.: Investigation of the Physical Mechanism of Walking Noise Radiation of Laminate Floor-Coverings. Building Acoustics Vol. 12 Nr. 3 (2004), 141-164
- [3] Cremer, L.; Heckl, M.: Köperschall - Physikalische Grundlagen und technische Anwendungen, Springer Verlag, Berlin, 1995
- [4] Andreas R. Mayr: Vibro-Acoustic Sources in Lightweight Buildings, Logos Verlag, Berlin, 2009