

Messung der Trittschallminderung verschiedener Deckenauflagen mit unterschiedlicher Anregung

G. Raabe, A. Schmitz, G. Bethke
Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

1 Einleitung

Der Trittschallschutz einer fertigen Decke (Rohdecke plus Bodenbelag) wird in der Planung durch Addition des Normtrittschallpegels der verwendeten Rohdecke und der Trittschallminderung des Bodenbelages berechnet. Dies hat den Vorteil, dass nicht jede mögliche in der Praxis vorkommende Kombination gemessen werden muss. Die Messung der Trittschallminderung durch Deckenauflagen ist in ISO 140-8 nur für Messungen auf Massivdecken festgelegt. Es ist bekannt, dass bei leichten Deckenkonstruktionen diese Vorgehensweise zweifelhaft ist und mit dem subjektiven Eindruck nicht übereinstimmt. Daher wurde die Arbeitsgruppe ISO TC 43/SC2/WG 22 eingerichtet, um ein weiteres Verfahren zur Messung der Trittschallminderung auf leichten Deckenkonstruktionen festzulegen. Ein Problem ist hierbei, eine leichte Deckenkonstruktion zu definieren, die weltweit repräsentativ ist. Weiterhin ergibt sich bei leichten Decken in Wohngebäuden eine hohe Trittschallübertragung bei tiefen Frequenzen durch die typische Anregung von gehenden Personen oder springenden Kindern, die durch das genormte Hammerwerk nur ungenügend erfasst wird. Aus Japan kommt daher der Vorschlag, einen speziellen Gummiball zur Messung auf leichten Decken zu verwenden, der die tiefen Frequenzen besser einbezieht.

In einem gemeinsamen Projekt mit dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP), Stuttgart, in dem ein Verfahren zur Bestimmung der Trittschallminderung von Deckenauflagen bei leichten Decken in Anlehnung an ISO 140-8 entwickelt werden soll, hat das IBP theoretische Untersuchungen über die Wechselwirkung von Trittschallquelle, Deckenkonstruktion und Deckenaufgabe gemacht. Für die Berechnungen wurde ein lineares Masse (Hammer) – Feder (Kontaktsteife der Aufschlagfläche) – Masse (Decke) – System verwendet. Erste Ergebnisse sind in [1] veröffentlicht. In der PTB erfolgten hierzu praktische Messungen an zwei Decken mit verschiedenen Deckenauflagen. Ferner wurde die Krafteinleitung der Trittschallquelle beim Aufschlag bestimmt. Über die Ergebnisse wird im folgenden berichtet.

2 Messungen und Objekte

Die Messungen erfolgten auf einer Standard-Massivdecke von 14 cm Stärke und einer Holzbalkendecke, die im letzten Entwurf von ISO 140-11 als eine mögliche Bezugsdecke vorgeschlagen worden ist. Als Deckenauflagen wurden fünf Beläge verwendet. Zwei Beläge waren aus Gummi (der eine 6 mm dick und relativ steif [Kennung A]), der andere weicher und 10 mm dick [B], ein weiterer ist als künstlicher Rasen (8 mm dick) im Handel. Weiterhin wurden zwei Teppichbeläge unterschiedlicher Struktur verwendet. Der erste hatte eine Dicke von etwa 12 mm einschließlich eines 3 mm dicken Filzes [Kennung A], während der zweite eine Gesamtstärke von etwa 10 mm einschließlich eines Rückens aus 4 mm dickem Kunststoffschauams [Kennung B] besitzt.

Das Messprogramm war:

1. Anregung mit Hammerwerk
 - a.) Normtrittschallpegel
 - b.) Trittschallminderung durch 5 Deckenauflagen
 - c.) Beschleunigungsverlauf beim Aufschlag des Hammers
2. Anregung mit dem Gummiball
 - a.) Normtrittschallpegel
 - b.) Trittschallminderung durch 5 Deckenauflagen

Alle Messungen wurden auf massiver und leichter Decke durchgeführt.

Grundsätzlich wurden bei den Messungen immer die gleichen Anregungspositionen auf der Diagonale der jeweiligen Decke verwendet und in den entsprechenden Empfangsräumen fünf identische Mikrofonpositionen festgelegt. Für die Messungen mit dem Ball wurde entsprechend des japanischen Vorschlags für einen Ringversuch die Normtrittschallpegel mit der Einstellung $L_{\max,f}$ ermittelt.

Mit Hilfe eines Laser-Vibrometers wurde der Beschleunigungsverlauf der anregenden Quelle beim Auftreffen auf die Decke ermittelt, um die Annahme eines halb-sinusförmigen Impulsverlaufes bei den theoretischen Rechnungen [1] zu überprüfen. Hierbei wurde lediglich ein Hammeraufschlag an einer Position gemessen. Da sich die Beschleunigungsmessungen für den Ball als problematisch erwiesen, liegen bisher nur Ergebnisse für das Hammerwerk vor.

Um Informationen über mögliche Nichtlinearitäten zu erhalten, die durch die Deckenauflagen und den Ball beim Aufschlag zu erwarten waren, wurden die Messungen mit zwei Fallhöhen durchgeführt. Die Darstellung und Interpretation der Ergebnisse kann jedoch erst in einer späteren Veröffentlichung erfolgen, da die Messungen noch nicht vollständig abgeschlossen sind.

3 Ergebnisse

In Abb. 1 sind die Normtrittschallpegel der beiden Leerdecken bei Anregung mit Hammerwerk und Ball dargestellt. Die Ergebnisse stimmen mit den Werten aus der Theorie [1] gut überein.

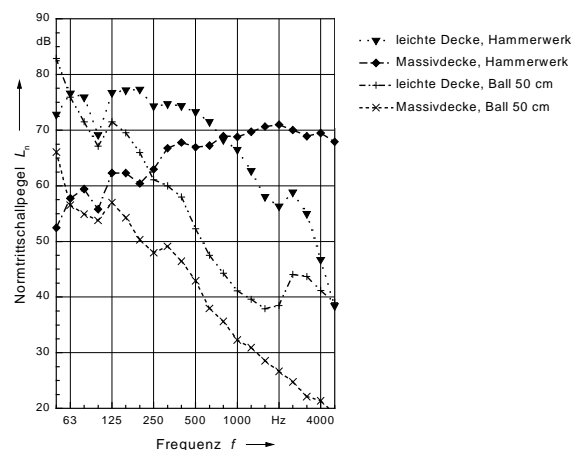


Abb. 1 Normtrittschallpegel der Leerdecken bei Anregung mit Hammerwerk und Ball

Die Frequenzspektren der gemessenen (!) Kraftpegel beim Hammerwerk sind in Abb. 2 dargestellt. Bei der Massivdecke liegt die Resonanzfrequenz außerhalb des Messbereichs, so dass die eingeleitete Kraft im Messbereich nahezu konstant ist. Bei der leichten Decke hingegen ist die Kontaktsteife wesentlich geringer und verringert so die eingeleitete Kraft und damit den hier gemessenen Trittschallpegel (Abb. 2) bei höheren Frequenzen. Für eine Anregung mit dem Ball bestimmt die Steife des Balls selber maßgeblich den Verlauf der gemessenen Trittschallpegel.

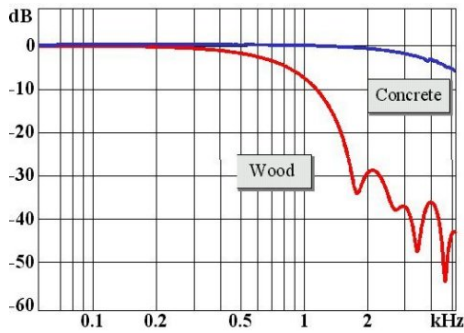


Abb. 2 Kraftspektrum (gemessen) auf leichter und massiver Decke bei Anregung mit dem Hammerwerk

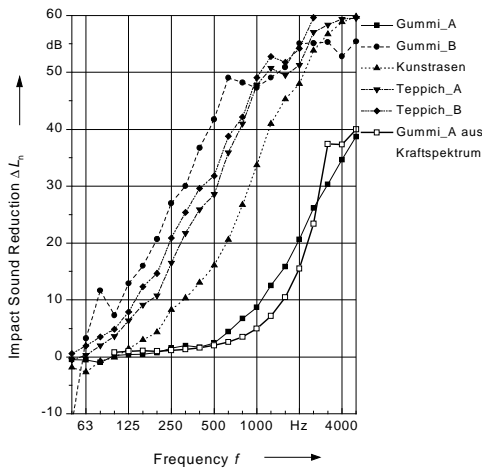


Abb. 3 Trittschallminderung der Deckenauflagen auf der Massivdecke bei Hammerwerksanregung

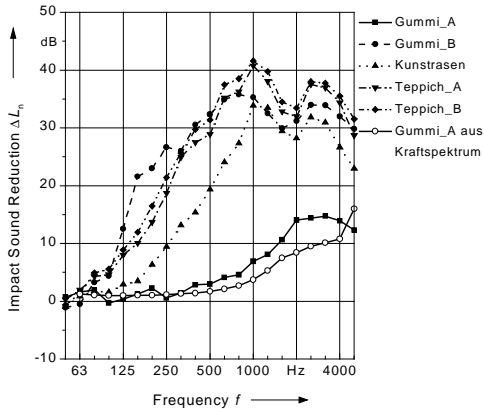


Abb. 4 Trittschallminderung der Deckenauflagen auf der leichten Decke bei Hammerwerksanregung

Abb. 3 und 4 zeigen die mit dem Hammerwerk gemessenen Trittschallminderungen auf den beiden Decken. Zusätzlich sind in den Abbildungen die aus den gemessenen Kraftspektren errechnete Kurve für die Auflage *Gummi_A* dargestellt. Die Übereinstimmung mit gemessenen Trittschallminderungen ist gut, wobei zu berücksichtigen ist, dass für die Kraftmessung nur ein einzelner Hammerschlag an einer Position erfolgte.

Der Verlauf der Trittschallminderungen kann folgendermaßen interpretiert werden: Bei tiefen Frequenzen ist die Trittschallminderung etwa 0 dB, da die Krafteinleitung hier für alle Fälle nahezu unabhängig von der Deckenauflage ist. Mit steigender Frequenz führt das Absinken der Krafteinleitung durch die resultierende Kontaktsteife von Decke und Auflage zu einem Ansteigen der Trittschallminderung. Bei höheren Frequenzen beginnt auch die Krafteinleitung in die Decke abzusinken, so dass dann die Trittschallminderung einen annähernd konstanten Wert annimmt. Für die leichte Decke erfolgt das Absinken der Krafteinleitung im Vergleich zur

Massivdecke bei tieferen Frequenzen (Abb. 2). Daher kann die Trittschallminderung durch die Beläge bei hohen Frequenzen nicht die Werte der Massivdecke erreichen.

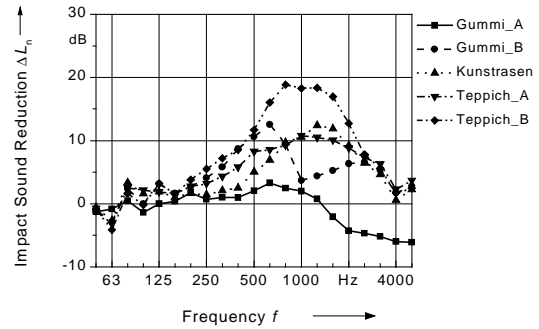


Abb. 5 Trittschallminderung der Deckenauflagen auf der Massivdecke bei Ballanregung

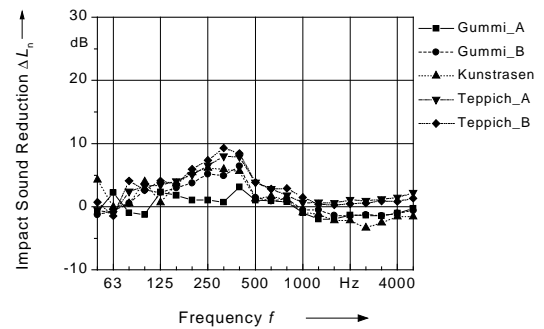


Abb. 6 Trittschallminderung der Deckenauflagen auf der leichten Decke bei Ballanregung

Bei der Ballanregung dominiert die relativ geringe Steife des Balles die Krafteinleitung, nahezu unabhängig von der Art der Deckenauflage, und führt zu einem frühen Absinken des Kraftspektrums. Daher ist die Trittschallminderung sehr gering und erreicht auf der Massivdecke ein Maximum bei 1 bis 2 kHz (Abb. 5). Bei der leichten Decke ist die Minderung bei hohen Frequenzen nahe 0 dB und überschreitet bei keinem der untersuchten Beläge 10 dB (Abb. 6).

4 Zusammenfassung

Die Bestimmung der Trittschallminderung eines Bodenbelags kann auf einer Massivdecke sehr gut mit dem Hammerwerk erfolgen, da hier das Kraftspektrum der Decke als konstant angenommen werden kann. Die gemessene Minderung hängt dann direkt von der Steife des Belages ab. Die Ergebnisse sind jedoch nicht repräsentativ für reale Situationen mit gehenden oder springenden Personen. Hier sind bei der Trittschallerzeugung Masse und Kontaktsteife anders und führen zu deutlich anderen Ergebnissen. Auf leichten Decken beeinflusst die Steife der Deckenkonstruktion für Hammeranregung die Krafteinleitung auf die Rohdecke maßgeblich. Hieraus ergeben sich in der Regel deutlich geringere Trittschallminderungswerte für Deckenauflagen als auf Betondecken.

In der ISO Arbeitsgruppe wird daher diskutiert, ob die Verwendung eines Hammerwerks und die Standardisierung einer leichten Decke sinnvoll ist, wenn die damit gewonnenen Ergebnisse nur für diese Decke zutreffen und damit im allgemeinen nicht für eine Vielzahl von leichten Deckenkonstruktionen repräsentativ sind und damit wenig Bezug zu natürlichen Trittschallquellen haben. Unklar ist zudem noch, inwieweit Ergebnisse für Ball- und Hammerwerksanregung ineinander umgerechnet werden können.

5 Literatur

[1] W. Scholl, W. Maysenhölder, *Impact Sound Insulation of Timber Floors: Interaction Between Source, Floor Coverings And Load Bearing Floor*, Building Acoustics, Vol. 6, No 1, 1999, p. 43-61