

## Kurzbericht

(Aktenzeichen: II 3-F20-11-1-031 / SWD-10.08.18.7-12.20)

### **Titel (Langfassung): Trittschalldämmung von austauschbaren Bodenbelägen**

#### **Anlass / Ausgangslage**

Zur akustischen Beurteilung von Bodenbelägen wird die bewertete Trittschallminderung verwendet, die nach international genormten Verfahren bei Anregung mit dem Norm-Hammerwerk auf einer Rohdecke ermittelt wird. In der Praxis werden Bodenbeläge jedoch auf einem Estrich verlegt und die Anregung erfolgt statt mit dem Hammerwerk durch menschliche Geher. Dies führt zu Abweichungen der akustischen Wirkung zwischen Labormessung und Wahrnehmung des Nutzers.

#### **Gegenstand des Forschungsvorhabens**

Ziel der durchgeführten Untersuchungen war, einen repräsentativen Überblick über das akustische Verhalten gebräuchlicher Bodenbeläge bei praxisgerechter Verlegung und Anregung zu gewinnen. Hierzu wurden acht verschiedene Beläge ausgewählt, die jeweils zunächst auf der Rohdecke und dann auf vier verschiedenen schwimmenden Estrichen geprüft wurden. Alle Konstruktionen wurden zunächst mit dem Norm-Hammerwerk angeregt. Danach wurden die Messungen mit alternativen Trittschallquellen, welche das Trittschallspektrum von natürlichen Gehgeräuschen besser repräsentieren, wiederholt. Parallel zu allen Messungen wurde das Signal des Messmikrofons im Empfangsraum aufgezeichnet um die Geräusche später von Probanden bewerten zu lassen. Die Messungen erfolgten in einem Prüfstand nach DIN EN ISO 10140, wobei jedoch nicht vollflächig, sondern auf einer 1 m x 1 m großen Teilfläche gemessen wurde. Da sich bei der Auswertung der Trittschallminderung der Einfluss der Estrichfläche aus dem Ergebnis heraushebt, hat dies keinen Einfluss auf die Untersuchungen.

Zum Vergleich der akustischen Wirkung der Bodenbeläge auf Estrichen kann die bewertete Trittschallminderung nach DIN EN ISO 717-2 nicht angewendet werden, da die Norm für diesen Fall keine Bezugsdecke vorsieht. Alternativ hierzu wird deshalb die Verbesserung der bewerteten Trittschallminderung des Estrichs durch den Bodenbelag,  $\Delta L_{w, \text{Estrich+Belag}} - \Delta L_{w, \text{Estrich}}$ , verwendet. Die derart ermittelte Verbesserung beschreibt die Wirkung von Bodenbelägen auf Estrichen in einer für die Praxis gut geeigneten Weise und ist überdies vom Aufbau der Rohdecke unabhängig. In Bild 1 sind die Ergebnisse als farbige Balken dargestellt. Die grauen Balken bezeichnen die bewertete Trittschallminderung der Beläge auf der Rohdecke.

Da für die akustische Wirkung von Bodenbelägen auf schwimmenden Estrichen bislang keine Planungsdaten verfügbar sind, stellt sich die Frage, ob sich der erforderliche Wert aus den vorhandenen Angaben vorherbestimmen lässt. Um dies zu untersuchen wurde in Bild 2 die Verbesserung der bewerteten Trittschallminderung des Estrichs durch den Bodenbelag über der bewerteten Trittschallminderung des Belags aufgetragen. Daraus lässt sich ein überraschend einfacher Zusammenhang ablesen. Für Werte von  $\Delta L_{w, \text{Belag}} \leq 20$  dB ist  $\Delta L_{w, \text{Estrich+Belag}} - \Delta L_{w, \text{Estrich}}$  konstant, für Werte  $> 20$  dB ergibt sich ein linearer Anstieg.

Bei den Messungen mit den alternativen Trittschallquellen wurde analog zu  $\Delta L_{w, \text{Estrich+Belag}} - \Delta L_{w, \text{Estrich}}$  die Differenz der A-Schallpegel im Empfangsraum verwendet und mit  $\Delta L_A$  bezeichnet. Die Untersuchungen ergaben, dass das modifizierte Norm-Hammerwerk (Hammerwerk mit genormter Elastomerunterlage) von den hier untersuchten Quellen am besten eignen, um reale Gehvorgänge mit weichem Schuhwerk oder barfuß nachzubilden (siehe Bild 3). Es ist jedoch nicht zur Anregung von Teppichböden geeignet, da die Fallhöhe der Hämmer, wie auch beim Norm-Hammerwerk, durch die Teppichfasern z.T. stark beeinflusst wird.

Da die wahrgenommene Trittschallminderung immer eine subjektive Komponente hat, wurden im Anschluss an die Messungen Hörversuche durchgeführt. Hierfür wurden die aufgezeichneten Audioaufnahmen von insgesamt 20 Probanden beurteilt. Die Wiedergabesoftware wurde dabei in ein Umfragetool eingebunden (siehe Bild 4), wobei die Lautstärke der Kopfhörer fest auf den gemessenen Wert eingestellt wurde. Die Bewertungsskala wurde in Anlehnung an ISO/TS 15666 erstellt. In der ersten Stufe wurde die Lästigkeit in einer Skala von 0 bis 10 bewertet. In der zweiten Stufe erfolgte eine grobe Einstufung der empfundenen Lautheit auf einer verbalen fünfstufigen Skala, welche in der dritten Stufe um eine weitere zehnstufige, numerische Skala verfeinert wurde. Um die Korrelation zwischen der gemessenen Trittschallminderung und der subjektiv empfundenen Abnahme der Lautstärke zu untersuchen, wurden die Ergebnisse der Hörversuche mit den Ergebnissen aus den bauakustischen Messungen verglichen. Mit Hilfe von statistischen Ergebnissen zu Beurteilung der Lautheit von Geräuschen aus Hörversuchen aus ISO 16832 können die Ergebnisse der verwendeten 50-stufigen Bewertungsskala des Hörversuchs den gemessenen A-bewerteten Schalldruckpegeln bei Trittschallanregung gegenübergestellt werden, mit dem Ergebnis, dass die Wirkung von Belägen bei Gehanregung ermittelt mit dem A-bewerteten Schalldruckpegel sehr gut mit dem Höreindruck übereinstimmt. (Ergebnisse für unterschiedliche Bodenaufbauten siehe Bild 5).

#### **Fazit:**

Das Hauptziel der Untersuchungen war die Ermittlung der tatsächlichen trittschallmindernden Wirkung von Bodenbelägen bei praxistgerechter Verlegung auf einem schwimmenden Estrich. Im Vergleich zur Messung und Beurteilung nach Norm auf einer Rohdecke fällt die Wirkung in allen Fällen erheblich geringer aus. Darüber hinaus wurde eine Methode zur rechnerischen Abschätzung der tatsächlichen Wirkung auf Grundlage genormter Messwerte entwickelt. Die Wirkung bei realer Gehanregung wurde durch Messungen mit alternativen Trittschallquellen untersucht. Hierbei zeigte sich, dass die Trittschallminderung durch menschliche Geher sowohl auf der Rohdecke, als auch auf Estrich erheblich geringer ausfällt, als mit dem Norm-Hammerwerk.

#### **Eckdaten:**

Kurztitel: Trittschallminderung austauschbarer Bodenbeläge

Forscher / Projektleitung: Mark Koehler, Lutz Weber

Gesamtkosten: € 148.657,82

Anteil Bundeszuschuss: € 80.800,--

Projektlaufzeit: 9.12.2011 – 31.12.2013

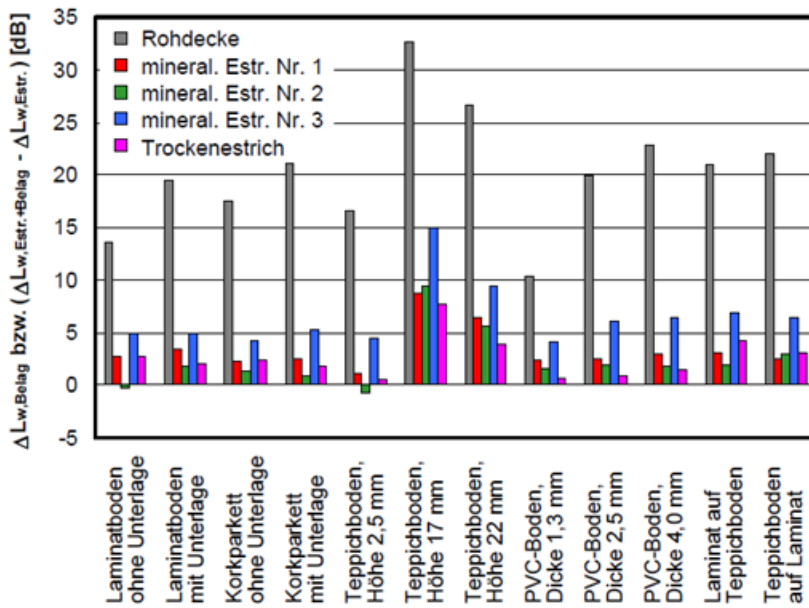


Bild 1: Trittschallmindernde Wirkung der Bodenbeläge auf der Rohdecke (graue Balken) und auf unterschiedlichen Fertigdecken mit schwimmendem Estrich (farbige Balken).

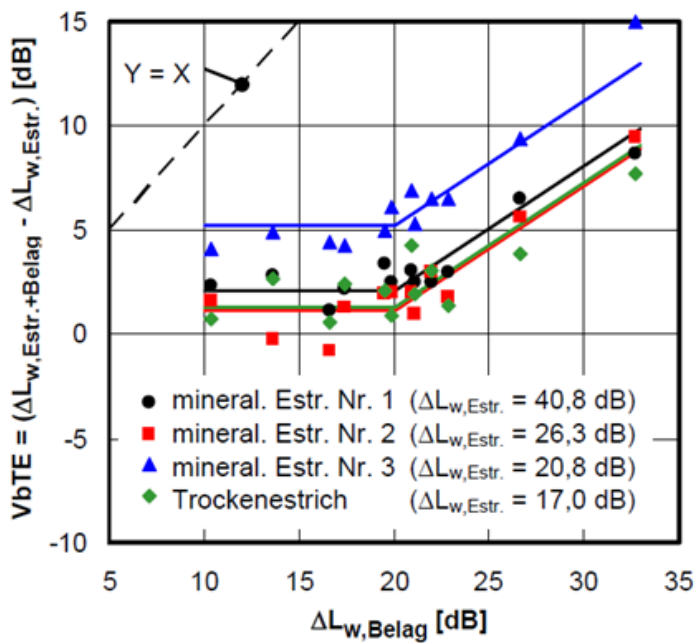


Bild 2: Modell zur Abschätzung der Trittschallminderung von Bodenbelägen auf Beton-Fertigdecken mit schwimmendem Estrichen. Vergleich von Berechnung (Linie) und Messung (Symbole).

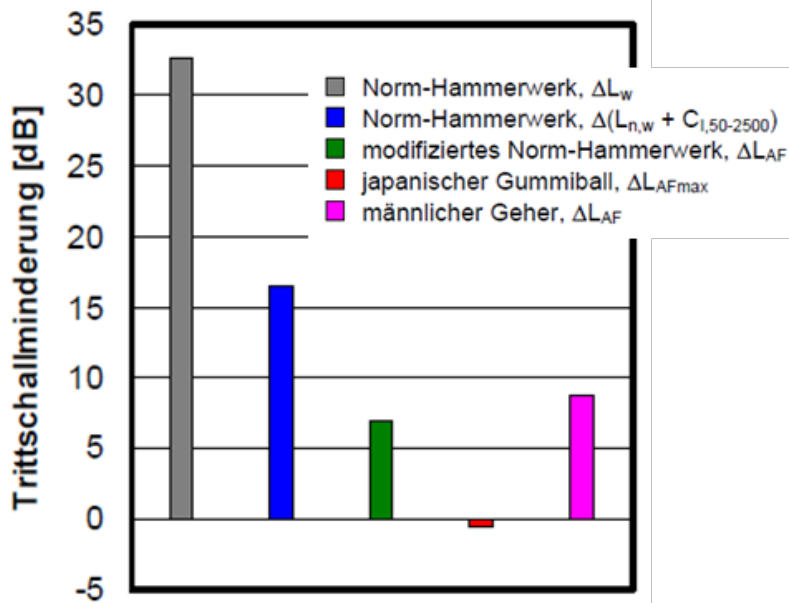


Bild 3: Trittschallminderung eines Bodenbelags auf der Rohdecke bei Anregung mit verschiedenen Trittschallquellen.

**Fraunhofer**  
**IBP**

0% 100%

Starten Sie die Wiedergabe und geben Sie Ihre Urteile ab. Nehmen Sie keine Änderungen an der Lautstärke vor.

Denken Sie darüber nach, welche Nummer auf der Skala von 0 bis 10 am besten zeigt, wie sehr Sie sich durch das gehörte Geräusch beeinträchtigt, gestört oder verärgert fühlen.

Wie sehr fühlen Sie sich durch das gehörte Geräusch beeinträchtigt, gestört oder verärgert? gar nicht 0  10 außerordentlich

Wie laut empfinden Sie das gehörte Geräusch?  
Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- zu laut
- sehr laut
- laut
- mittel
- leise
- sehr leise
- nicht gehört

Nehmen Sie nun die Feinabstufung vor.

leise 21  30 laut

Stellen Sie sich vor, Sie seien zu Hause und würden das eben abgespielte Geräusch hören, während Sie in Ruhe eine Zeitung, Zeitschrift oder ein Buch lesen. Würde das Geräusch Sie dabei beeinträchtigen, stören oder verärgern?

Ja  Nein

<<Zurück Weiter>> Umfrage verlassen und löschen

Bild 4: Umfragebogen zum Hörversuch zur Bewertung der Lautheit und Lästigkeit (Auszug).

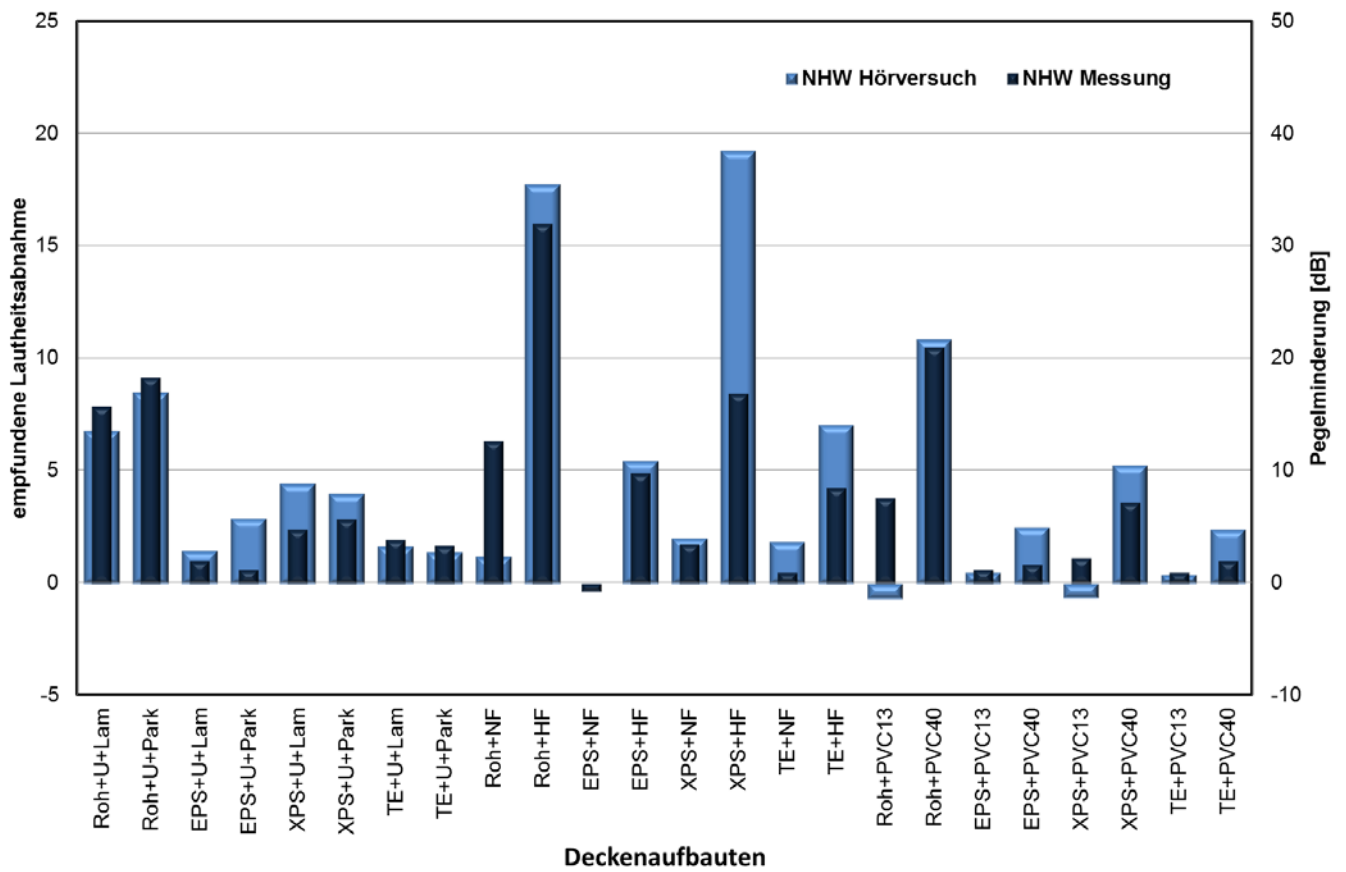


Bild 5: Empfundene Lautheitsabnahme und gemessene Pegelminderung unterschiedlicher Deckenaufbauten (Bodenbelag auf Rohdecke oder schwimmendem Estrich) bei Anregung mit dem Norm-Hammerwerk.