

Akustische Beschreibung eines schwimmenden Estrichs mit und ohne Schallbrücke

Martin Schneider¹, Heinz-Martin Fischer², Jochen Seidel³

¹ Hochschule für Technik Stuttgart, Schellingstr. 24, 70174 Stuttgart, Email: martin.schneider@hft-stuttgart.de,

² Hochschule für Technik Stuttgart, Schellingstr. 24, 70174 Stuttgart, Email: heinz-martin.fischer@hft-stuttgart.de

³ Knauf Gips KG, Am Bahnhof 7, 97346 Iphofen, Email: seidel.jochen@knauf.de

Einleitung

Schwimmende Estriche sind in Deutschland seit vielen Jahren Standard im Geschosswohnungsbau. Sie verbessern sowohl die Tritt- als auch die Luftschalldämmung von Wohnungstrenndecken. Ausgehend von einem einfachen Masse (Estrichplatte) - Feder (Dämmschicht) Modell ergibt sich gegenüber der Massivdecke oberhalb der Resonanzfrequenz eine mit der Frequenz ansteigende Verbesserung der Luft- und Trittschalldämmung. Immer wieder wird jedoch festgestellt, dass durch Ausführungsfehler, z.B. Schallbrücken zwischen Massivdecke und Estrich, die akustische Wirkung der Estriche vermindert wird. In diesem Beitrag werden Messergebnisse vorgestellt, die an einem schwimmenden Estrich auf einer Massivdecke im Deckenprüfstand ermittelt wurden. Um das akustische Verhalten des schwimmenden Estrichs möglichst umfassend zu charakterisieren, werden unterschiedlichste Messmethoden eingesetzt. Neben der klassischen Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung sowie der Luft- und Trittschallverbesserung kann mittels Modalanalyse das Schwingungsverhalten visualisiert werden. Weiterhin werden der Abstrahlgrad des schwimmenden Estrichs und der Verlustfaktor von Estrich und Massivdecke messtechnisch bestimmt. Durch den Einbau einer massiven Körperschallbrücke kann deren Einfluss auf die Luft- und Trittschalldämmung der Massivdecke mit Estrich bzw. auf die Verbesserung der Luft- und Trittschalldämmung durch den Estrich aufgezeigt werden. Weiterhin wird die Wirkung dieser Schallbrücke auf das Schwingungsverhalten, den Abstrahlgrad sowie auf den Verlustfaktor dargestellt.

Bauteilbeschreibung

Die Messungen wurden in einem Deckenprüfstand nach DIN EN 10140 mit unterdrückter Flankenübertragung durchgeführt. Die untersuchte Deckenkonstruktion besteht aus einer 140 mm Stahlbetondecke. Der untersuchte schwimmende Estrich bestand aus 35 mm Fließestrich (Knauf FE 50 Largo) auf einer Trennlage, die auf 20 mm elastifiziertem Polystyrol (EPS Knauf Therm 045 DES sm mit $s' < 20 \text{ MN/m}^3$) liegt. Mit diesen Bauteildaten ergibt sich rechnerisch die Resonanzfrequenz des schwimmenden Estrichs zu $f_r = 85 \text{ Hz}$.

Im Rahmen der Messungen wurde eine massive Schallbrücke zwischen Estrichplatte und Massivdecke eingebaut. Hierzu wurde eine Bohrung durch den Estrich und die darunterliegende EPS-Dämmung mit einem Durchmesser von $d = 35 \text{ mm}$ (siehe Abbildung 1 links) hergestellt. Der entstandene Hohlraum wurde anschließend mit schnell erhärtendem Fließmörtel verschlossen, so dass

der erhärtete Fließmörtel die Estrichplatte kraftschlüssig mit der Massivdecke verband.

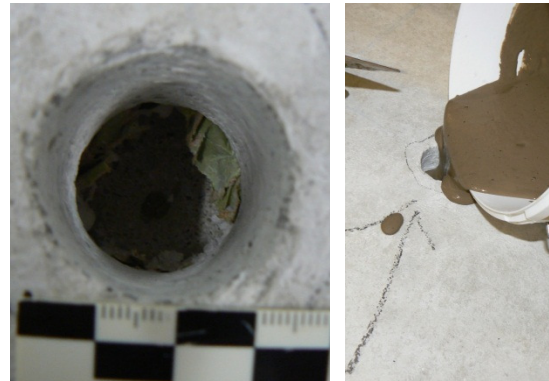


Abbildung 1: links: Bohrung durch den schwimmenden Estrich zur Herstellung einer Schallbrücke zwischen Massivdecke und Estrichplatte. Rechts: Verfüllen der Bohrung mit Fließmörtel.

Luft- und Trittschalldämmung

Die nach DIN EN ISO 140 im Deckenprüfstand bestimmte Luft- und Trittschalldämmung der Deckenkonstruktion ohne und mit Schallbrücke sind in der nachfolgenden Abbildung 2 dargestellt. Als Einzahlangabe wird für den bewerteten Normtrittschallpegel ein Wert von $L_{n,w} = 54 \text{ dB}$ (mit Schallbrücke $L_{n,w} = 62 \text{ dB}$) und für das bewertete Schalldämm-Maß ein Wert von $R_w = 60 \text{ dB}$ (mit Schallbrücke $R_w = 59 \text{ dB}$) erreicht.

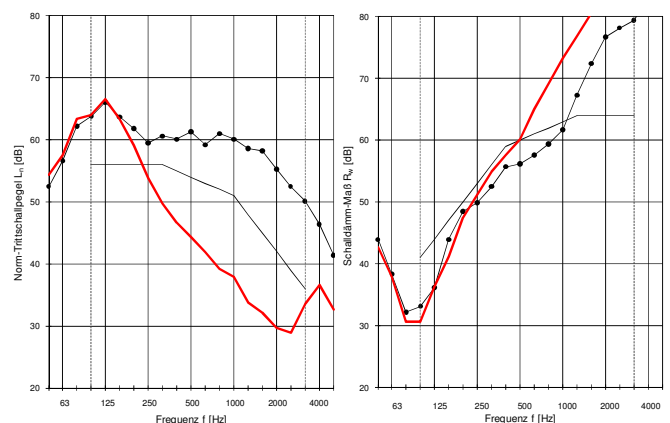


Abbildung 2: Messwerte links: des Normtrittschallpegels, rechts des Schalldämm-Maßes. Rot ohne Schallbrücke, schwarz mit Schallbrücke

Die Werte für die Messung ohne Schallbrücke entsprechen den Rechenwerten nach DIN EN 12354, Teil 1 [1] und 2. Der Einfluss der einzelnen Schallbrücke zwischen Estrich und Massivdecke ist beim Luftschallschutz relativ gering, beim Trittschallschutz allerdings sehr deutlich.

Modalanalyse

Die Eigenschwingungen der Estrichplatte werden mittels einer experimentellen Modalanalyse ermittelt. In nachfolgender Abbildung 3 sind die Schwingungsbilder für vier Frequenzen, ermittelt auf $\frac{1}{4}$ der Gesamtfläche, dargestellt. Die Bilder zeigen deutlich, dass die Eigenschwingungen der Estrichplatte unterhalb und im Bereich der Resonanzfrequenz ($f_r = 85$ Hz) durch die Eigenschwingungen der "gelenkig gelagerten" Massivdecke (linker und oberer Rand der jeweiligen Bilder) und oberhalb dieser Frequenz durch die Eigenschwingungen der "freien" Estrichplatte bestimmt werden.

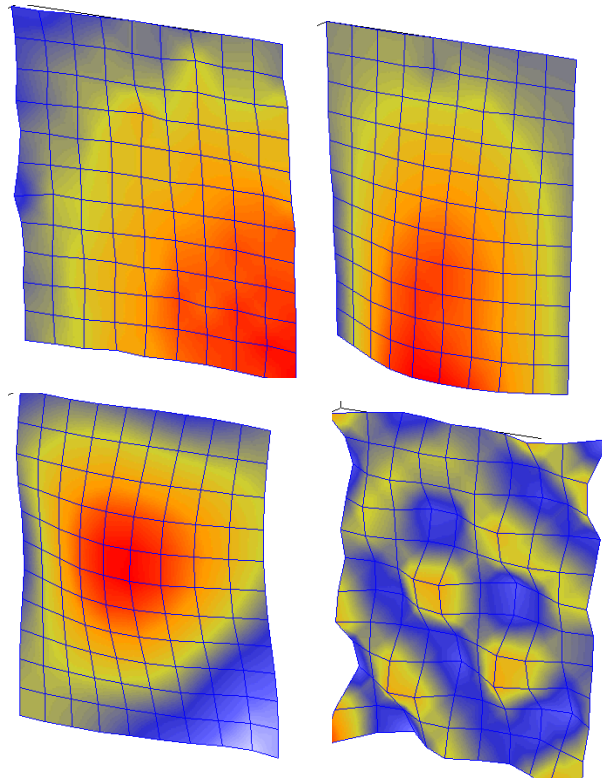


Abbildung 3: Schallfeld auf $\frac{1}{4}$ der Estrichplatte für die Frequenzen $f = 23,7$ Hz (links oben), $f = 58,1$ Hz (rechts oben), $f = 91,9$ Hz (links unten) und $f = 347$ Hz (rechts unten)

Verlustfaktor

Der Verlustfaktor von Massivbauteilen kann deren Schalldämm-Maß erheblich beeinflussen. Inwieweit dies für mehrschalige Massivkonstruktionen gilt, ist bislang noch nicht abschließend geklärt. In nachfolgender Abbildung 4 ist der Verlustfaktor der Massivdecke sowie der Verlustfaktor der Estrichplatte (ohne Schallbrücke) dem mittleren Bauverlustfaktor $\eta_{\text{Bau,ref}}$ gegenübergestellt. Während der Verlustfaktor der Massivdecke im gesamten Frequenzbereich etwas unter dem mittleren Bauverlustfaktor liegt, ergibt sich für den Verlustfaktor des schwimmenden Estrichs ein Maximum mit einer deutlichen Überschreitung dieses Referenzwertes im Frequenzbereich zwischen 125 Hz und 315 Hz. Dies ist der Frequenzbereich oberhalb der Resonanzfrequenz des schwimmenden Estrichs, für den sich eine große Relativbewegung zwischen Massivdecke und Estrich ergibt. Durch den Einbau der Schallbrücke ergab sich nur in diesem Frequenzbereich eine geringfügige Verminderung des Verlustfaktors. Oberhalb von 500 Hz

bestimmen aufgrund der Entkopplung die internen Verluste und die Abstrahlung den Verlustfaktor der Estrichplatte.

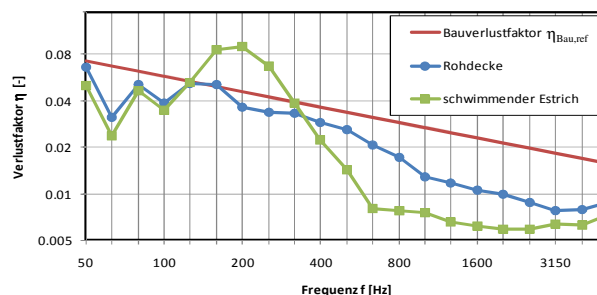


Abbildung 4: Verlustfaktor der Massivdecke und der Estrichplatte im Vergleich zum mittleren Bauverlustfaktor

Abstrahlgrad

Durch die Messung des mittleren Schnellegels auf der Estrichplatte und gleichzeitige Bestimmung des abgestrahlten Schallleistungspegels der Platte (aus Schalldruckpegel und Nachhallzeit) kann der Abstrahlgrad σ oder das Abstrahlmaß $10 \log \sigma$ bestimmt werden. In nachfolgender Abbildung 5 ist das ermittelte Abstrahlmaß der Estrichplatte ohne und mit Schallbrücke zur Massivdecke dargestellt. Deutlich ist die erhöhte Abstrahlung im Bereich der Koinzidenzgrenzfrequenz des Estrichs ($f_c \approx 590$ Hz) zu erkennen. Unterhalb dieser Frequenz vermindert sich die Abstrahlung deutlich, um bei 100 Hz ein lokales Maximum zu erreichen. In diesem Frequenzbereich werden der Estrichplatte die Schwingungen der Massivdecke aufgezwungen. Die erhöhte Schallabstrahlung wird dann zu tieferen Frequenzen wiederum durch die Koinzidenzgrenzfrequenz der Massivdecke ($f_c \approx 125$ Hz) vermindert.

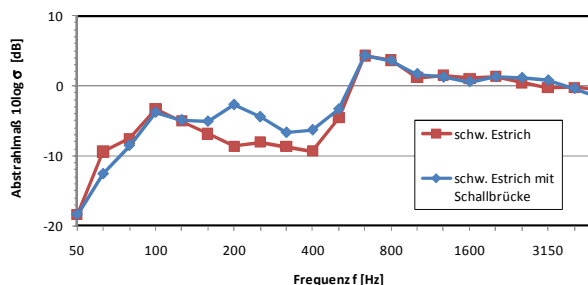


Abbildung 5: Abstrahlmaß der Estrichplatte ohne und mit Schallbrücke zur Massivdecke

Zusammenfassung

Die messtechnischen Untersuchungen zeigen, dass das akustische Verhalten des untersuchten schwimmenden Estrichs deutlich von einem einfachen Masse-Feder Modell abweicht. Trotzdem hilft dieses einfache Modell, das Schwingungs-, Dämpfungs- und Abstrahlverhalten von schwimmenden Estrichen grundlegend zu beschreiben.

Literatur

- [1] EN 12354-1 Bauakustik: Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen Deutsche Fassung EN 12354-1:2000