

Tieffrequente Trittschallgeräusche bei Massivdecken mit schwimmenden Estrichen

Martin Schneider¹, Heinz-Martin Fischer², Normen Langner³

¹ Hochschule für Technik Stuttgart, 70174 Stuttgart, E-Mail: martin.schneider@hft-stuttgart.de,

² Hochschule für Technik Stuttgart, 70174 Stuttgart, E-Mail: heinz-martin.fischer@hft-stuttgart.de

³ Bilfinger Bauperformance GmbH, 60528 Frankfurt am Main, E-Mail: normen.langner@bilfinger.com

Einleitung

Schwimmende Estriche sind seit vielen Jahren Standard im Geschosswohnungsbau. Sie verbessern sowohl die Tritt- als auch die Luftschalldämmung von massiven Wohnungstrenndecken. Bis vor 15 Jahren wurde immer wieder über einen mangelhaften Trittschallschutz aufgrund von Ausführungsfehlern (Randschallbrücken oder Schallbrücken zwischen Rohdecke und Estrich) geklagt. In den letzten Jahren mehren sich Klagen über tieffrequente Trittschallgeräusche, wobei hier bei einer messtechnischen Überprüfung nicht nur die baurechtlichen Anforderungen der DIN 4109 [1] nachgewiesen werden, sondern auch die Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz. Die störenden Geräusche werden dabei von den Bewohnern häufig mit dem Begriff "Dröhnen" beschrieben, wobei die Anregung in der Regel durch das Begehen des Estrichs erfolgt. Nachfolgend wird über messtechnische Untersuchungen im Labor zur tieffrequenten Übertragung von Trittschall bei Massivdecken mit schwimmenden Estrichen berichtet.

Untersuchungen im Labor

Im Labor wurde eine Stahlbetondecke, $d = 140$ mm, ohne und mit Estrich ($m' = 90$ kg/m², $s' = 15$ MN/m³) messtechnisch untersucht. Neben den klassischen bauakustischen Messungen zur Luft- und Trittschalldämmung wurden ergänzende Untersuchungen wie eine Modalanalyse, die Bestimmung von Transferfunktionen, Verlustfaktoren und Abstrahlgraden an der Decke jeweils ohne und mit Estrich durchgeführt.

Zur Darstellung der Schwingungsformen wird die Transferfunktion zwischen der Beschleunigung an einem Referenzpunkt und der eingeleiteten Kraft an den Rasterpunkten ermittelt. Das Raster auf der Unterseite der Massivdecke besteht aus 360 Punkten. Bei der Messung mit schwimmendem Estrich kommen nochmals 420 Punkte auf der Oberseite des Estrichs hinzu. Mit einem Impulshammer wird auf jedem Rasterpunkt durch einen kurzen Kraftimpuls das Bauteil zu Schwingungen angeregt. Aus den gemessenen Zeitsignalen von Kraft und Beschleunigung wurde mittels FFT-Analyse für jedes Punktepaar die Übertragungsfunktion ermittelt. Die Übertragungsfunktionen wurden mittels PC-Programm ME'scopeVES ausgewertet. Für jede Frequenz innerhalb des Messbereichs kann die zugehörige Schwingungsform in einer Animation dargestellt werden. In der nachfolgenden Abb. 1 sind die ersten beiden Schwingungsformen der Massivdecke mit schw. Estrich dargestellt. Im Bereich deutlich unterhalb der Resonanzfrequenz sind die beiden Platten durch die

elastische Zwischenschicht noch starr miteinander gekoppelt und schwingen wie in Abb. 1 links zu sehen gleichphasig.

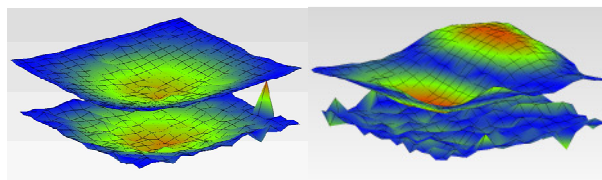


Abbildung 1: Messtechnisch ermittelte Amplituden des gekoppelten Systems Estrich (obere Platte) - Massivdecke bei $f = 22$ Hz (links) und $f = 51$ Hz (rechts).

Erfolgt die Anregung im Bereich der Resonanzfrequenz, so löst sich diese „starre“ Kopplung und die Platten versuchen gegenphasig zu schwingen. Aufgrund der Plattenstruktur und den damit verbundenen Plattenmoden der „bedingt gekoppelten“ Platten ist dies allerdings immer nur in bestimmten Bereichen der Platten möglich. In Abb. 1 rechts ist solch eine Schwingung dargestellt, wobei in diesem Frequenzbereich knapp unter der Resonanzfrequenz einerseits das gegenphasige Schwingen noch nicht stark ausgeprägt ist, andererseits die Estrichplatte gegenüber der direkt angeregten Massivdecke deutlich größere Amplituden aufweist.

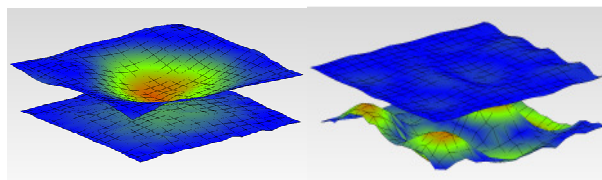


Abbildung 2: Messtechnisch ermittelte Amplituden des gekoppelten Systems Estrich (obere Platte) - Massivdecke bei $f = 70$ Hz (links) und $f = 186$ Hz (rechts).

Im Bereich der berechneten Resonanzfrequenz tauchen dann mehrere Eigenmoden mit deutlich ausgeprägtem gegenphasigem Schwingungsverhalten auf. Eine dieser Eigenmoden, bei welcher die versetzte Phasenlage besonders deutlich zu erkennen ist, ist in Abb. 2 links dargestellt. Bei dieser Eigenmode des weiterhin stark gekoppelten Systems aus Massivdecke – Trittschalldämmschicht – Estrichplatte schwingen nur die Mittenbereiche von Estrichplatte und Massivdecke gegenphasig mit einer relativ großen Auslenkung. Mit steigender Frequenz werden oberhalb der berechneten Resonanzfrequenz die Amplituden der Estrichplatte gegenüber der Massivdecke wieder geringer. In Abb. 2 rechts ist eine für diesen Frequenzbereich typische Eigenmode dargestellt. Die Estrichplatte wird oberhalb der Resonanzfrequenz immer besser durch die elastische Zwischenschicht entkoppelt, so dass die Amplituden auf der

Estrichplatte gegenüber der angeregten Massivdeckenplatte immer geringer werden.

Um den Einfluss der Größe der Estrichplatte auf den Trittschallpegel zu untersuchen, wurde vor dem Ausbau der Estrichplatte diese durch Trennschnitte verkleinert, indem die Estrichplatte immer wieder halbiert wurde. Auf den Rechtecken wurde dann das Hammerwerk aufgesetzt und der Trittschallpegel im darunterliegenden Raum bestimmt. Die Ergebnisse sind in Abb. 3 dargestellt.

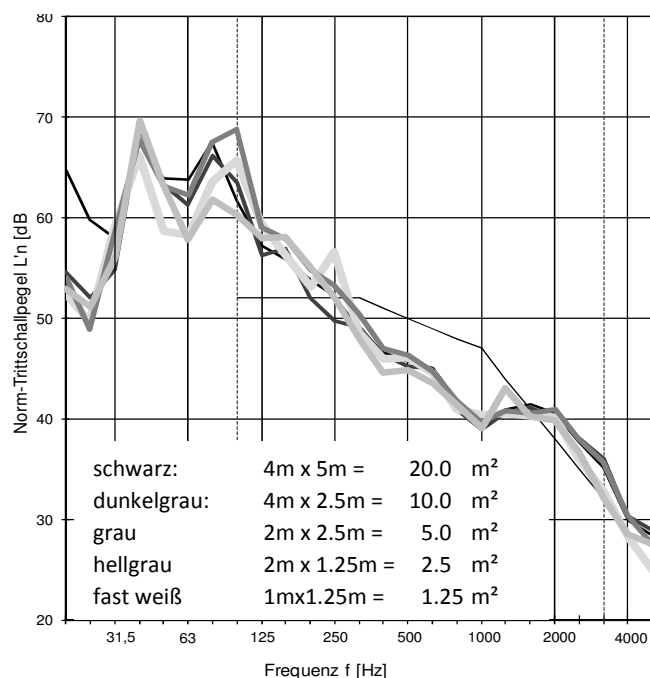


Abbildung 3: Normtrittschallpegel L'_{n} der untersuchten Prüfstanddecke mit schwimmendem Estrich, ermittelt für unterschiedlich große Estrichflächen.

Im gesamten Frequenzbereich ist kein systematischer Zusammenhang zwischen der Größe der untersuchten Estrichplatte und dem gemessenen Normtrittschallpegel festzustellen. Ein Durchtrennen der Estrichplatte bietet demnach kein Potential zur Verbesserung des Normtrittschallpegels bei Beschwerden über zu hohe Trittschallpegel.

Umfrageergebnisse

Im Rahmen einer an der HFT Stuttgart durchgeführten Bachelorarbeit [2] wurde eine Umfrage unter beratenden Bauphysikbüros durchgeführt. Hierbei wurden Messungen in neu erstellten Mehrfamilienhäusern ausgewertet. Unterschieden wurde zwischen Messungen die aufgrund von Beschwerden der Bewohner beauftragt wurden und solchen die im Rahmen einer Bauabnahme bzw. einer Güteprüfung durchgeführt wurden. Während die erste Gruppe (blaue Kurve in Abb. 4) als repräsentativ für einen unzureichenden baulichen Trittschallschutz steht, kann die zweite Gruppe (rote Kurve in Abb. 4) als repräsentativ für eine im Mittel mit den heutigen Bauweisen erreichte Trittschalldämmung angesehen werden.

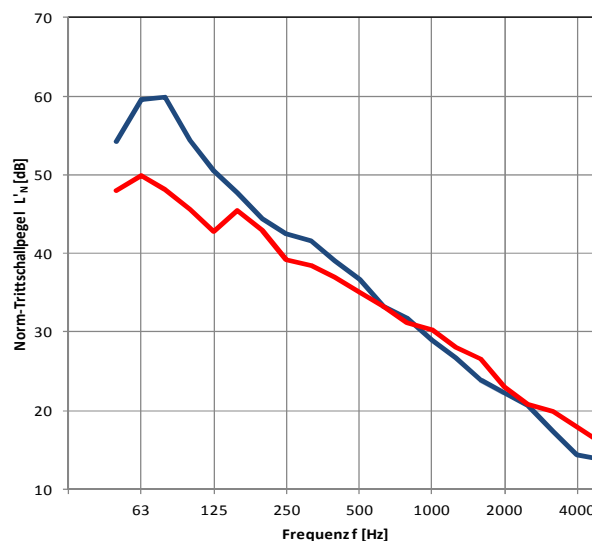


Abbildung 4: Mittelwerte des Normtrittschallpegels von Baummessungen, beauftragt aufgrund von Güteprüfungen (rot) und aufgrund von Beschwerden (blau).

Während der Unterschied im Einzahlwert des L_{nw} nur ca. 4 dB beträgt, liegt er mit Berücksichtigung des Spektrumanpassungswertes $C_{150-2500}$ bei 10 dB.

Zusammenfassung

Hohe Trittschallpegel im Frequenzbereich zwischen 50 Hz und 100 Hz werden mit dem Begriff "Dröhnen" in Verbindung gebracht und führen häufig zu Beschwerden. Ein ca. eine Oktave breiter Frequenzbereich mit verstärkt angeregten Raum- und Strukturmoden bei der Resonanzfrequenz bestimmt dabei die hohen Trittschallpegel im Empfangsraum. Zukünftig sollte bei der Planung deshalb die Resonanzfrequenz des schwimmenden Estrichs auf unter 50 Hz ausgelegt werden, indem eine entsprechend "weichere" Trittschalldämmplatte mit $s' < 10 \text{ MN/m}^3$, eingebaut wird. Der Frequenzbereich zwischen 50 Hz und 100 Hz wird derzeit bei der Bewertung zu der in Deutschland üblicherweise verwendeten Einzahlangaben (L'_{nw}) nicht herangezogen. Sowohl der Gesetzgeber (über die baurechtlich verbindlichen Mindestanforderungen) als auch die Normungsgremien sind aufgerufen, die bisherige Anforderungsgröße durch eine geeignetere Einzahlangabe z.B. $L'_{nT,w} + C_{150-2500}$ zu ersetzen.

Danksagung:

Die Autoren danken für die finanziellen Unterstützung durch die Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (AZ:SF-10.08.18.7-11.43).

Literatur

- [1] DIN 4109:1989-11 Schallschutz im Hochbau - Anforderungen und Nachweise, Beuth Verlag, Berlin
- [2] Rittig, Christian: Übertragung tieffrequenter Trittschallgeräusche auf Massivdecken mit schwimmendem Estrich, Bachelorarbeit im Studiengang Bauphysik an der Hochschule für Technik, Stuttgart 2013