

Hochschalldämmendes Holzdeckensystem mit Schüttgutfüllung

M. Walk und B. Keller

Professur für Bauphysik, Institut für Hochbautechnik
Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, 8093 Zürich, Schweiz

Kurzfassung

Frühere Erkenntnisse [1] haben gezeigt, dass mit zweischaligen Holzdeckenkonstruktionen, deren Schalen durch eine Schüttgutschicht akustisch vollkommen voneinander abgekoppelt sind, sehr gute Normtrittschallpegel erreicht werden. Der Beitrag stellt ein auf dieser Basis entwickeltes Holzdeckensystem vor, welches sich durch hohen Vorfertigungsgrad und geringen Montageaufwand auszeichnet. Es erreicht als Rohdecke Normtrittschallpegel unter 60 dB, mit Teppich sogar deutlich unter 50 dB. Im Zuge der Entwicklung wurde der Einfluss des Balkenabstands auf die kritischen Eigenfrequenzen, und damit auf die Schalldämmwerte untersucht.

Einführung

Das Problem des unbefriedigenden Schallschutzes von Holzbalkendecken ist wohlbekannt [siehe z.B. 2]. Eine Reihe von Forschungsprojekten [3,4] hat versucht, durch zusätzliche Schichten auf und unter der Rohdecke eine Lösung zu finden. Die Autoren konnten demonstrieren, dass in der schalltechnischen Verbesserung der Rohdecke an sich ein noch ungenutztes Potential liegt [1]. Der dort entwickelte Lösungsansatz (Abb. 1) basiert auf der vollkommenen Entkopplung von Gehfläche und Tragstruktur durch eine dissipative Schüttgutschicht, sowie der akustischen Verstimmung der Schichten. Thema dieser Arbeit ist die Umsetzung dieses Ansatzes in ein Holzdeckensystem für die Praxis.

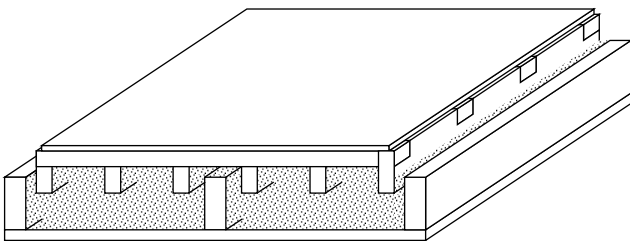


Abbildung 1. Schematische Darstellung des Deckenaufbaus (ohne Stirnseitenabschluss).

Konstruktive Umsetzung

Um für den praktischen Einsatz am Bau tauglich zu sein, muss das zu entwickelnde System

- elementweise im Werk vorfertigbar sein, inklusive Schüttgutfüllung, und
- mit wenig Aufwand zu montieren sein.

Das Element wird zunächst ohne die Füllung zusammengesetzt. Die dazu nötige Verbindung zwischen Ober- und Unterseite durch Montagelatten (Abb. 2) dient gleichzeitig der Stabilisierung während des Transports. Sie wird nach der Endmontage entfernt. Das Schüttgut wird noch im Werk durch Löcher in einer Stirnseite eingblasen.

Am Stoß zwischen benachbarten Elementen (Abb. 2) entsteht zunächst ein Hohlraum. Dieser kann als Installationskanal verwendet werden. Er wird erst auf der Baustelle gefüllt.

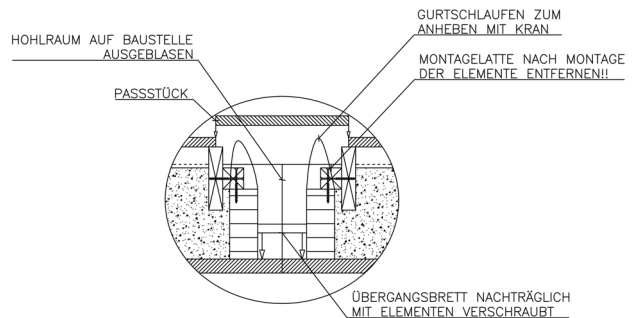


Abbildung 2. Stoßdetail.

An der Stirnseite (Abb. 3) verhindert eine Gummidichtung das Austreten des Schüttguts. Diese behindert gleichzeitig zusammen mit der labyrinthartigen Ausbildung die Luftschallübertragung durch die Trennfluge.

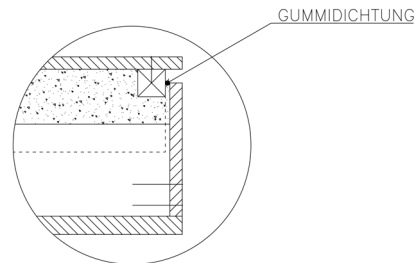


Abbildung 3. Detail der Stirnseitenausbildung.

Optimierung des Aufbaus

Ein erster Prototyp des vorgestellten Deckenelements mit Füllung aus Sägemehl wurde auf sein Schwingungsverhalten untersucht. Dabei wurden lokale Beschleunigungsmessungen durchgeführt und mit Hilfe der Modalanalyse [5,6,7] ausgewertet. Als Schwingungsanreger wurden Normhammerwerk und elektromagnetische Shaker verwendet. Die bei Anregung mit dem Normhammerwerk gemessenen lokalen Schnellepegel an der Deckenunterseite wurden nach der in [1] dargestellten Methode in Normtrittschallpegel umgerechnet.

Die Messungen ergaben starke Resonanzinbrüche im Frequenzbereich von ca. 200 bis 500 Hz. Durch die Modalanalyse konnte gezeigt werden, dass diese Resonanzen den Eigenschwingungen der durch die Längs- und Querrippen begrenzten Felder der Gehplatte entsprechen (Abb. 4). Durch Verringerung des Rippenabstands wurden diese Resonanzen in einen höherfrequenten Bereich verschoben, wo die dissipative Wirkung des Sägemehls stärker ist (Abb. 5). Durch diese und andere Optimierungsmaßnahmen konnte der bewertete Normtrittschallpegel des Fertigelements um 5 dB gesenkt werden.

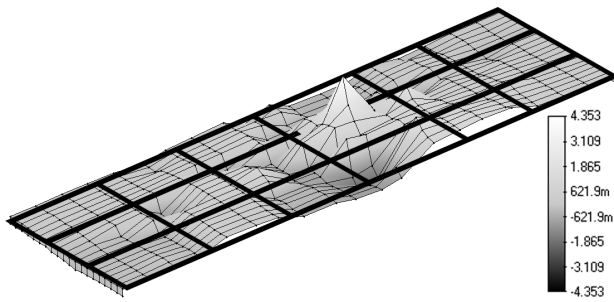


Abbildung 4. ODS der rippenversteiften Gehplatte bei 425 Hz (Querrippenabstand 631 mm).

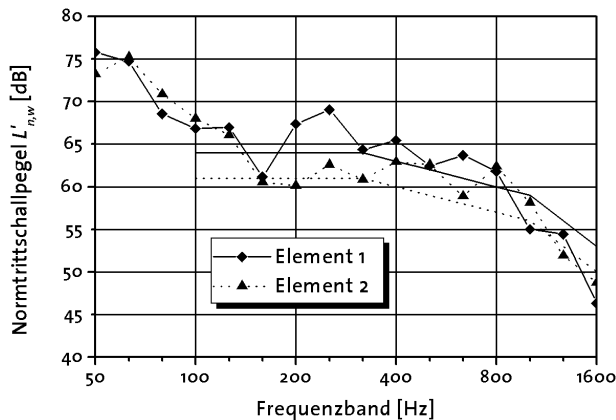


Abbildung 5. Terzbandspektren des Normtrittschallpegels bei unterschiedlichem Querrippenabstand (Element 1: 631 mm, Element 2: 315 mm).

Resultate

Das so optimierte Element erreicht einen bewerteten Normtrittschallpegel von 57 dB (Abb. 6). Zwischen den 3 untersuchten identischen Elementen konnten dabei weder in der Einzahlangabe, noch im Terzbandspektrum wesentliche Abweichungen festgestellt werden, was die gute Reproduzierbarkeit der Ergebnisse demonstriert.

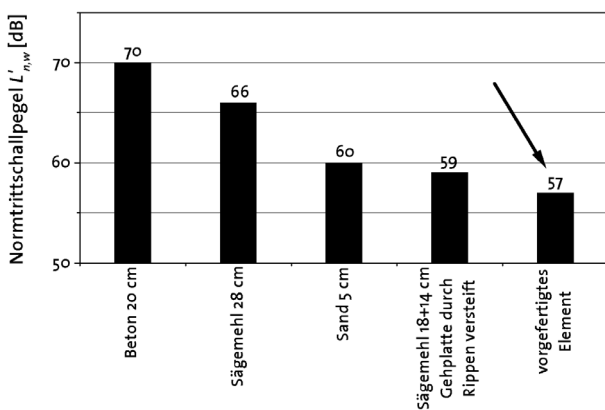


Abbildung 6. Zu erwartende Normtrittschallpegel von schüttgutgefüllten Holzdecken im Vergleich zur Massivdecke.

Das in [1] erwähnte unerwartet gute Trittschallverbesserungsmaß für einen Teppich auf der schüttgutgefüllten Holzdecke konnte mit einer weiteren Messung im Normprüfstand bestätigt werden: mit Luftschallkorrektur beträgt es für den ersten Prototyp 14 dB.

Ausblick

Das hier vorgestellte Holzdeckensystem soll im Laufe des Sommers in einem Pilotprojekt unter realen Bedingungen getestet werden. Vorher muss noch die Frage des Brandschutzes geklärt werden. Im Prinzip wird der Feuerwiderstand der Decke durch die Dicke der unteren Holzwerkstoffplatte bestimmt und kann so den jeweiligen Anforderungen angepasst werden. Fraglich ist vorerst noch, ob das Sägemehl imprägniert werden muss, damit sich das Feuer nach Durchbrennen der Platte im Sägemehl nicht zu schnell ausbreitet, oder ob dies bereits durch die relativ starke Komprimierung gewährleistet wird. Dies soll in einem Naturbrandversuch überprüft werden.

Eine erste orientierende Messung im Normprüfstand hat den bewerteten Normtrittschallpegel von 57 dB für die Rohdecke bestätigt. Mit Teppichbelag ergab sich ein Wert von 42 dB. Messungen zur Luftschalldämmung stehen noch aus.

Zusammenfassung

Ein Deckensystem wurde vorgestellt, das mit einer reinen Holzkonstruktion und ohne einen komplizierten Schichtaufbau einen Normtrittschallpegel von 57 dB erreicht. Dies wird dadurch erreicht, dass die Gehfläche in einer dissipativen Schüttgutschicht schwimmt, ohne starre oder federnde Verbindung mit der Tragstruktur.

Danksagung

Diese Arbeit wurde im Rahmen des Forschungsprojekts Nr. 3268 von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) finanziert und in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Holzwirtschaftskonferenz HWK Lignum und der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) Dübendorf durchgeführt.

Literaturangaben

- [1] M. Walk und B. Keller: Eine neue Konstruktionsweise für Holzdecken mit niedrigem Trittschallpegel, in: Fortschritte der Akustik – DAGA 2000, S. 622-623
- [2] W. Fasold, E. Veres: Schallschutz und Raumakustik in der Praxis. Berlin: Verlag für Bauwesen, 1998. Kapitel 5.2.4.4 und 5.2.4.5, sowie dortige Referenzen
- [3] E. Veres: Entwicklung von Holzbalkendecken mit hoher Trittschalldämmung. Bericht aus dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik B-BA 1/1992
- [4] P. Hammer (Ed.): COST Action E5 Workshop. Acoustic Performance of Medium-Rise Timber Buildings. Dublin, Ireland, December 3-4, 1998
- [5] N. M. M. Maia, J. M. M. Silva: Theoretical and Experimental Modal Analysis. Taunton: Research Studies Press, 1997
- [6] W. Heylen, S. Lammens, P. Sas: Modal Analysis Theory and Testing. KU Leuven, 1997.
- [7] D. J. Ewins: Modal Testing. 2nd Ed. Somerset: Research Studies Press, 1998