

Helmholtzresonatoren zur Absorption tieffrequenten Trittschalls

Uta Link¹, Ulrich Schanda¹, Markus Schramm², Michael Wolf³

¹ Hochschule für angewandte Wissenschaften, 83024 Rosenheim, E-Mail: schanda@fh-rosenheim.de,

² ift Rosenheim, E-Mail: markus.schramm@ift-rosenheim.de

³ Akustikbüro Schwarzenberger und Burkhart, E-Mail: michael.wolf@akustikbuero.com

Einleitung

Leichte Holzdecken sind bekannt für deren hohe Norm-Trittschallpegel im tieffrequenten Bereich. Auf den Frequenzbereich ab 50 Hz erweiterte Spektrum-Anpassungswerte $C_{1,50-2500}$ erreichen Werte mitunter bis 20 dB und belegen die schlechte Trittschalldämmung von Leichtbaudecken unter 100 Hz. Normative Schallschutzanforderungen an den Summenwert aus Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ und Spektrumsanpassungswert $C_{1,50-2500}$ sind in manchen Ländern bereits eingeführt. Die Einhaltung dieser Anforderungen führt bei Holzdecken zu konstruktiven Maßnahmen, die zum einen aufwändig und meist mit einer deutlichen Erhöhung der flächenbezogenen Masse verbunden sind.

Forschungsansatz

Als alternative Maßnahme wurden Helmholtzresonatoren untersucht, welche eingebaut als konstruktive Komponente der Decke den tieffrequenten Trittschall absorbieren. Die Anordnung im Deckenhohlraum erfolgte durch eine Ankopplung der Resonatoröffnung an den Deckenhohlraum (s. Abbildung 1, Bild unten); die Ankopplung der Resonatoröffnung an den Empfangsraum brachte keinen Erfolg.

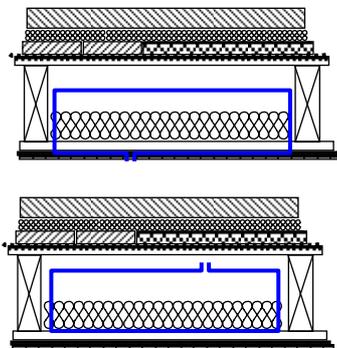


Abbildung 1: Untersuchte Ankopplungsvarianten der Helmholtzresonatoren. Nur die Ankopplung an den Deckenhohlraum (Gefach) war erfolgreich (Bild unten).

Helmholtzresonatoren (HR)

Um eine große Wirkung zu erzielen, muss das Volumen des HR möglichst groß sein um seine äquivalente Schallabsorptionsfläche zu maximieren. Aus fertigungs- und montagetechnischen Gründen wurden die HR aus einer gefrästen Gipskartonplatte (Plattendicke $t = 12,5$ mm) gefertigt; die Innenmaße wurden i.d.R. zu 105 cm x 42 cm x 14 cm ($V = 59$ l) gewählt. Verschiedenste Einflussgrößen wurden im diffusen Schallfeld mittels Messung der Übertragungsfunktion $H(f)$ aus den Signalen zweier Mikrofone (außerhalb und innerhalb des Resonators) untersucht und sind in [1] dokumentiert. Die Abstimmung der Resonanzfrequenz erfolgte über Längsschlitze in

Flächenmitte parallel zur Längsseite des Resonatorkastens. Abbildung 2 zeigt die berechnete Resonanzfrequenz mit verschiedenen Mündungskorrekturen Δt . Die Berechnung beruht auf der Annahme, dass alle Dimensionen des Resonatorkastens klein gegen die Wellenlänge bei Resonanzfrequenz sind. Auf Grund konstruktiver Überlegungen und dem Ziel einer Maximierung des HR-Volumens V war dies für die Schlitzlänge nicht erfüllt. Deshalb wurde eine empirische Korrektur der geometrischen Querschnittsfläche S_{geo} der Resonatormündung, die das Verhältnis aus Schlitzlänge l und Wellenlänge λ einbezieht, gemäß Gleichung (1) hinzugefügt. Für den empirisch gewonnen, dimensionslosen Anpassungsfaktor κ wurde ein Wert von 1,25 gewählt. Die Schlitzbreite betrug 10 mm.

$$f_0 = \frac{c_0}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{S}{V \cdot (t + 2 \cdot \Delta t)}} \quad \text{mit } S = S_{geo} \cdot \left(1 - \kappa \cdot \frac{l}{\lambda}\right) \quad (1)$$

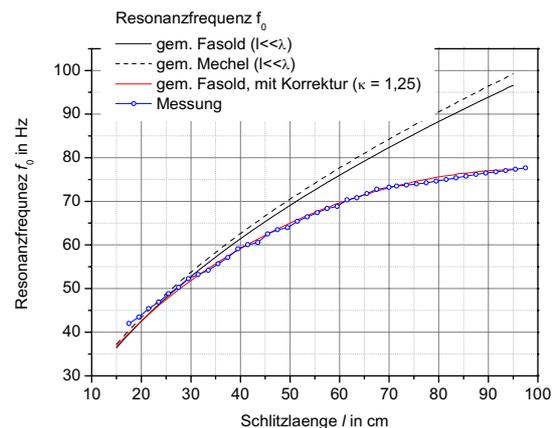


Abbildung 2: Resonanzfrequenz eines quaderförmigen HR ($V = 60$ l, schlitzförmige Resonatoröffnung)

Ergebnisse zum Trittschall

Insgesamt wurden 16 verschiedene Einbauvarianten mit unterschiedlichen HR, unterschiedlichen Befestigungen und Aufhängungen der Resonatoren, etc. untersucht (s. [1]). Auf Grund der bei den verschiedenen Einbauvarianten nicht immer gleichen Unterdeckenabhängung können nur bedingt Vergleiche der verschiedenen Varianten gemacht werden, da sich eine Änderung der Abhängung einer Unterdecke mitunter sehr stark auf die schalltechnischen Kenndaten auswirken kann. Versuche hatten jedoch ergeben, dass die Wiederholgenauigkeit nach mehrmaliger, kompletter Abnahme der Unterdecke bei exakt gleicher Wiedermontage extrem gut ist. Deshalb wurden die Vergleiche hinsichtlich der Wirksamkeit der HR durch Abkleben der Resonatoröffnung aus einem A/B-Vergleich (aktiver / inaktiver) HR gezogen. Im Folgenden sind die Ergebnisse zweier Varianten (s. Abbildung 3) aufgeführt.

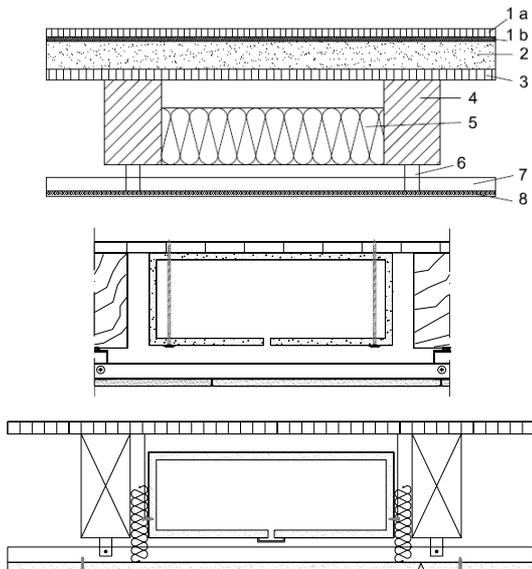


Abbildung 3: Referenzaufbau (Bild oben) und zwei von 16 untersuchten Deckenvarianten mit HR. Der Aufbau der Referenzdecke entspricht der ISO140-11 mit einer 60 mm Trockenschüttung (30 kg/m²) und einem Brio 18 mm Trockenestrich von KNAUF sowie einer an Direkt-schwingabhängern an CD-Profilen abgehängten einlagigen GKB-Platte. Bild Mitte: Montage von HR durch direkte Verschraubung mit der Verlegespanplatte – keine Gefachdämmung Bild unten: frei Aufhängung von HR (anderer Bautyp als in Bild Mitte) – mit etwas Gefachdämmung.

Eine Auswirkung der HR auf die Nachhallzeit im Empfangsraum konnte ausgeschlossen werden. In Abbildung 4 sind die Trittschallpegel für den Aufbau in Bild Mitte von Abbildung 3 zu sehen. Wie erwartet zeigt sich eine deutliche Verbesserung der tieffrequenten Anteile unter 100 Hz. Die verwendeten Resonatoren waren durch unterschiedliche Schlitzlängen auf die vier Terzfrequenzen 50, 63, 80 und 100 Hz abgestimmt worden. Insgesamt waren 21 HR eingebaut. Der Summenwert aus $L_{n,w}$ und $C_{1,50-2500}$ verbessert sich jedoch nur um 1,3 dB.

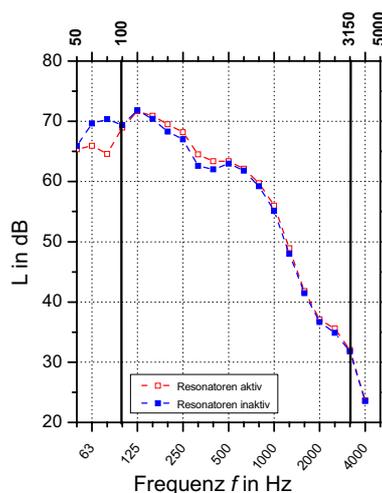


Abbildung 4: Vergleich der Wirkung von 21 HR aktiv/inaktiv, abgestimmt auf 50, 63, 80 und 100 Hz, Einbausituation wie in Bild Mitte aus Abbildung 3.

In Abbildung 5 ist der analoge Vergleich wie in Abbildung 4 zu sehen, jedoch nur für die Aufbauvariante aus Abbildung 3, Bild unten. Hier zeigt sich eine Verbesserung der tief-

frequenten Trittschallanteile sogar noch im Bereich bei 125 Hz, was auf eine Resonanz des Bodens des Resonatorkastens zurückzuführen ist, die offensichtlich zusätzlich absorbierend für den Trittschall im Gefachbereich wirkt, jedoch nur durch einen aktiven HR auch angeregt wird. Der Summenwert aus $L_{n,w}$ und $C_{1,50-2500}$ verbessert sich bei dieser Variante um 3,1 dB.

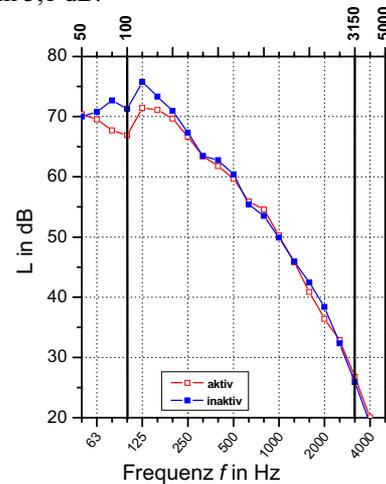


Abbildung 5: Vergleich der Wirkung von 21 HR aktiv/inaktiv, abgestimmt auf 50, 63, 80 und 100 Hz, aber anderer Bauart als in Abbildung 4; Einbausituation wie in Bild unten aus Abbildung 3.

Abbildung 6 zeigt den Vergleich der Pegel beim Begehen der Decke aus Abbildung 3, Bild unten durch eine Person mit Socken. Die Differenzkurve zeigt eine Verbesserung von 10 dB in einigen Terzbändern.

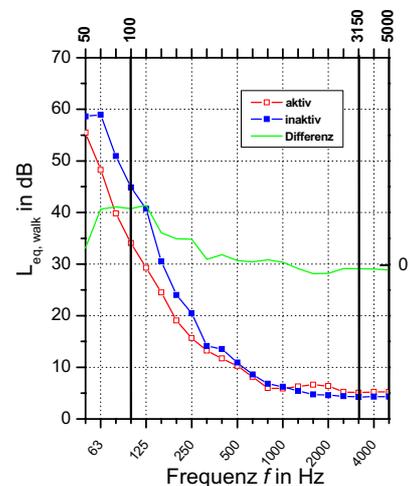


Abbildung 6: Variante wie in Abbildung 5, Pegel beim Begehen der Decke durch einen Geher in Socken.

Hinweis

Die Ergebnisse dieses Beitrages wurden mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung, Fördernummer Z 6 – 10.08.18.7 – 08.19, gefördert.

Literatur

- [1] Schanda, U.; Schramm, M.: *Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben "Absorption tieffrequenten Trittschalls durch in Holzbalkendecken integrierte Helmholtzresonatoren"*, s. Hinweis