

# Kann das Trittschall-Hammerwerk Gehgeräusche charakterisieren?

W. Scholl, W. Maysenhölder

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart, Institutsleiter: Prof. Dr.Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. K. Gertis

## Einleitung

Das Trittschallverhalten von Decken in Gebäuden wird nach ISO 140 dadurch charakterisiert, das die Decke mit einem Norm-Hammerwerk beklopft und der im Raum darunter entstehende Schallpegel ermittelt wird. Oft werden dabei der Normtrittschallpegel der Rohdecke,  $L_{n,0}$ , und die Trittschallminderung durch eine Deckenauflage,  $\Delta L$ , getrennt erfaßt und der resultierende Norm-Trittschallpegel,  $L_n$ , für die gesamte gebrauchsfertige Decke errechnet gemäß

$$L_n = L_{n,0} \text{ (Rohdecke)} - \Delta L \text{ (Deckenauflage)}.$$

Dies setzt voraus, daß die Trittschallminderung der Deckenauflage ausschließlich von dieser selbst abhängt und nicht von der anregenden Trittschallquelle noch von der tragenden Decke. Weiterhin enthält das Vorgehen die Voraussetzung, daß sich die Rohdecke bei unmittelbarer Hammeranregung nicht anders verhält als bei Anregung über die Deckenauflage. Außerdem wäre zwingend zu fordern, daß die Trittschallanregungen von Hammerwerk und gehenden Personen (als dem eigentlichen Objekt des Interesses) in einem festen Verhältnis zueinander stehen - unabhängig von der jeweils geprüften Deckenkonstruktion -, damit Hammerwerksergebnisse überhaupt hinsichtlich tatsächlicher Gehgeräusche interpretiert werden können. Die Praxis zeigt aber, daß sich zum Beispiel schwimmende Estriche auf Holzbalken- und Betondecken unterschiedlich verhalten [2]. Auch stimmt der subjektive Eindruck von der Verbesserung von Gehgeräuschen durch weichfedernde Deckenauflagen (Teppiche) nicht mit den durch das Hammerwerk erzeugten Trittschallminderungsdaten überein. Im Rahmen eines vom Deutschen Ministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau finanzierten Projektes zur Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der Trittschallminderung von Bodenauflagen auf leichten Decken in Anlehnung an [1] wurden daher in Zusammenarbeit mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig die Wechselwirkungen zwischen Trittschallquellen, Deckenauflagen und Rohdecken näher untersucht. Ein weiterer, u.U. bedeutender Gesichtspunkt, das elastisch nicht-lineare Verhalten im Trittschall-Anregungsreich, wird hier nicht behandelt.

## Rechenmodell für anregende Trittschallkraft

Zur Berechnung der Trittschallminderung durch weiche Gehbeläge wurde das Modell in Bild 1 verwendet [3]. Die Massen  $m_1$  und  $m_2$  stellen einen Normhammer bzw. die Deckenmasse dar, die Feder  $s$  die Steife zwischen Hammer und Decke. Beiträge zu dieser Steife liefern der weiche Bodenbelag selbst, aber auch die Kontaktsteife zwischen der abgerundeten Normhammer-Schlagfläche und dem jeweiligen beklopften Material. Dies ist vor allem bei der Leerdeckenmessung nicht vernachlässigbar. Gehende Personen bringen darüber hinaus selbst schon eine erhebliche Federung an ihren Füßen mit. Die Berechnungen wurden daher außer für das Normhammerwerk (500 g schwere Hämmer) auch für einen Geher durchgeführt, simuliert durch eine 20 kg schwere starre Masse mit einer unterseitigen 5 mm dicken Gummischicht („Gummifuß“). Bild 2 zeigt die so ermittelten Trittschallminderungen eines Teppichs auf (hier unendlich schweren!) Beton- bzw. Holzdecken. Die Unterschiede

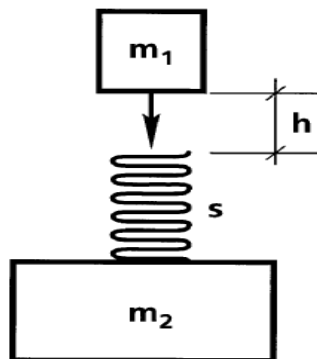


Bild 1 Modell für Trittschallanregung eines Bodens mit weicher Oberfläche

sind überaus deutlich. Weitere Unterschiede ergeben sich bei Berücksichtigung der geringen flächenbezogenen Masse der Holzdecken.

## Rechenmodell für abgestrahlte Schalleistung

Um auch Schallabstrahlungseffekte und die Einflüsse

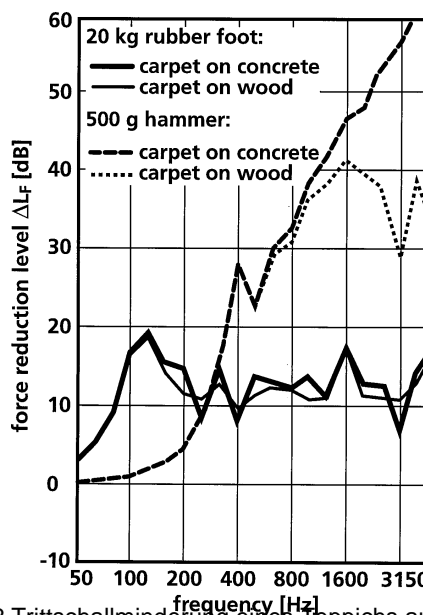


Bild 2 Trittschallminderung eines Teppichs auf verschiedenen Decken bei verschiedenen Quellen zweidimensionaler Deckenstrukturen auf die Trittschallminderung einzubeziehen, wurde ein Modell nach [4] herangezogen. Hierbei regt eine Punktkraft eine mehrschichtige Struktur an, und die „nach unten“ abgestrahlte Schalleistung wird berechnet. So wurde das Trittschallverhalten eines schwimmenden Estrichs auf zwei Beton- und einer Holzdecke dargestellt (Bilder 3, 4 und 5). Deutlich sichtbar treten die „Tonpilz“-Resonanzen und die Koinzidenzgrenzfrequenzen der einzelnen Deckenebenen hervor. Interessanterweise beeinflusst auch eine schwere, massive Decke je nach Lage ihrer Koinzidenzgrenze die Trittschallminderung eines schwimmenden Estrichs

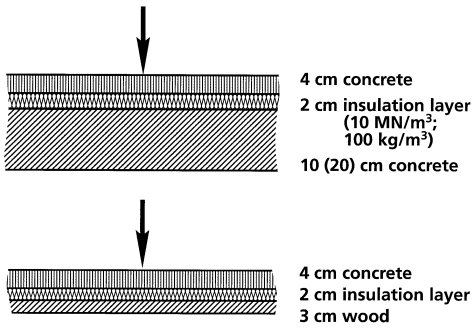


Bild 3 Untersuchte Deckenbeispiele

merklich. Dies dürfte allgemein für die Wirkung von Vorsatzschalen auf Massivbauteilen gelten. Jedenfalls ist die Trittschallminderung von der tragenden Decke - auch bei Massivdecken - abhängig.

### Schlußfolgerungen

Die Trittschallminderungen von Deckenauflagen und die Trittschallpegel von Decken sind das Produkt der Wechselwirkung von Trittschallquelle, Deckenaufgabe und Decke. Weder Normhammer noch gehende Person stellen Quellen konstanter vorgegebener Anregekraft dar. Leider können sie somit auch nicht deckenunabhängig ineinander umgerechnet werden. Gute „Hammerdecken“ sind nicht notwendig gute „Geherdecken“. Es bieten sich zwei Lösungswege an:

Entweder man imitiert eine typische Trittschallquelle (z.B. springende Kinder) durch eine einfache Ersatzquelle („Gummifuß“?), oder man charakterisiert das dynamische System Quelle-Auflage-Decke als Übertragungssystem und kann dann beliebige Kombinationen seiner Elemente berechnen.

### Literatur

- [1] ISO 140-8, 1997: Laboratory measurements of the reduction of transmitted noise by floor coverings on a heavyweight standard floor.
- [2] Scholl, W.: Trittschallverbesserung von Holzbalkendecken durch Trockenestriche, Bauhandwerk 15 (1993), Heft 4, S. 185-192.
- [3] Cremer, L. Heckl, M.: Körperschall, Springer Verlag, Heidelberg.
- [4] Skelton, E.A., James, J.H. (Acoustic of Anisotropic Planar Layered Media), Journal of Sound and Vibration. 152 (1), 1992, H. 1, S. 157-174.

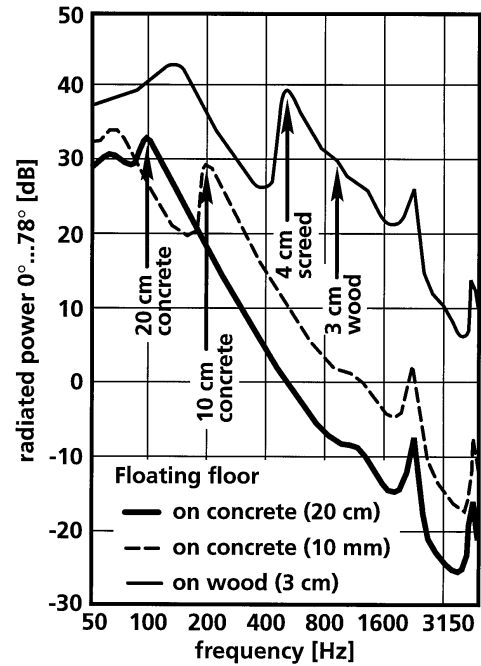


Bild 4 Trittschalleistung eines Estrichs auf verschiedenen Decken. Quelle: Norm-Hammerwerk. Markiert: Koinzidenzgrenzfrequenzen der Deckenschichten

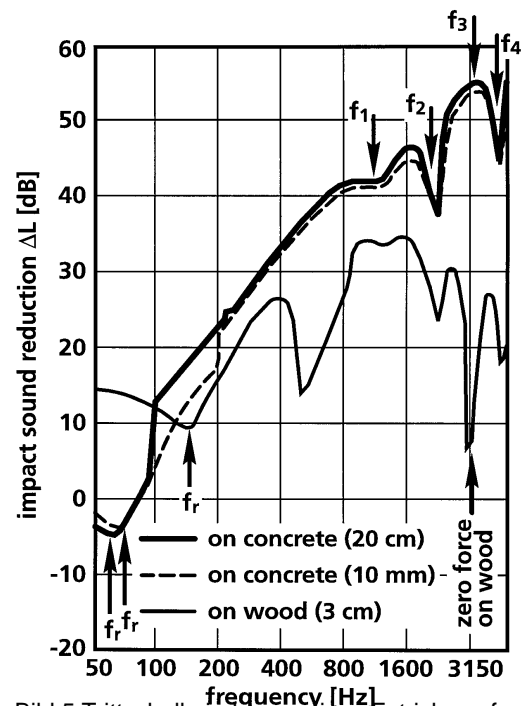


Bild 5 Trittschallminderung eines Estrichs auf verschiedenen Decken entsprechend Bild 4. fr Tonpilzresonanzen. fi Dickenresonanzen Dämmschicht