

Unsicherheiten beim Trittschall

Volker Wittstock, Werner Scholl

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 38116 Braunschweig, volker.wittstock@ptb.de

Einleitung

Messung, Bewertung und Prognose des Normtrittschallpegels sind wesentliche Bestandteile des Schallschutznachweises in Gebäuden. Um Klarheit über die dabei auftretenden Unsicherheiten zu gewinnen, wurde an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt ein vom Deutschen Institut für Bautechnik finanziertes Forschungsprojekt [1] durchgeführt, dessen Hauptergebnisse hier vorgestellt werden. Gegenüber den bereits bekannten Unsicherheitsbeiträgen bei bauakustischen Luftschallmessungen ist beim Trittschall zusätzlich zu berücksichtigen, dass Absolutmessungen bei Anregung mit einem Trittschall-Normhammerwerk durchgeführt werden. Demzufolge nahm die Untersuchung der spektralen Eigenschaften wie auch der Streuung verschiedener Hammerwerke breiten Raum ein.

Auswertung von Ringversuchen

Eine summarische Betrachtung aller Unsicherheitskomponenten ist durch eine Analyse vorliegender Ringversuchsergebnisse möglich [1]. Dazu standen 47 Datensätze für Messungen unter Wiederholbedingungen und 23 Datensätze für Messungen unter in-situ Bedingungen zur Verfügung. Die dahinter liegende Datenmenge umfasst insgesamt 879 Spektren, die im Rahmen des Forschungsprojekts neu ausgewertet wurden. Messungen unter Vergleichsbedingungen sind derzeit nicht bekannt, da der Aufwand für Messungen an der selben Deckenkonstruktion in mindestens 5 verschiedenen Prüfständen offenbar zu groß ist.

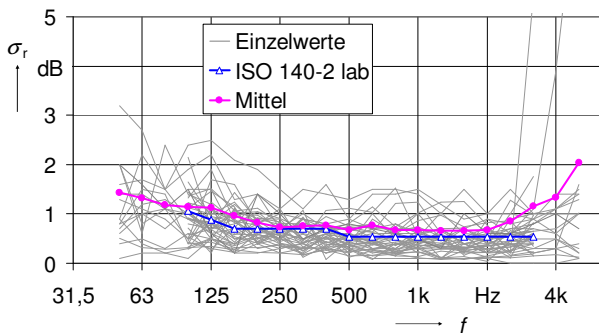


Bild 1 Wiederhol-Standardabweichungen für die Messung des Norm-Trittschallpegels

Spektrale Ergebnisse für die Wiederholstandardabweichungen finden sich in Bild 1. Die einzelnen Werte streuen stark, wobei der neu errechnete Mittelwert nahe bei dem Wert liegt, der für die Wiederholstandardabweichung in Laboratorien in der aktuellen ISO 140-2 [2] angegeben wird. In den vorliegenden in-situ-Standardabweichungen sind auch Messungen in Oktavbandbreiten enthalten. Sie wurden in den Niederlanden auf relativ weichen Estrichen („screed“) ermittelt, die durch die Einwirkung des Hammerwerks zunehmend pulverisiert wurden. Da diese Werte den Mittelwert stark verfälschen (Bild 2), wurden sie bei den

weiteren Auswertungen nicht berücksichtigt. Der so erhaltene Mittelwert für die in-situ-Standardabweichung liegt zwischen den Vergleichsstandardabweichungen für Messungen im Labor und im Feld nach der aktuellen ISO 140-2 (Bild 3). Die Standardabweichungen des bewerteten Norm-Trittschallpegels streuen ebenfalls erheblich (Bild 4). Als Mittelwerte ergeben sich hier 0,5 dB für Wiederhol- und 0,9 dB für in-situ-Bedingungen.

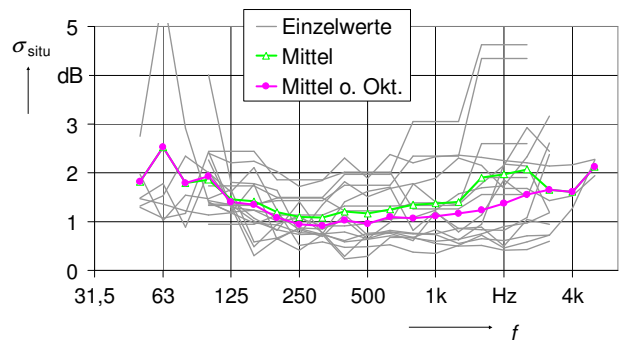


Bild 2 In-situ-Standardabweichungen für die Messung des Norm-Trittschallpegels

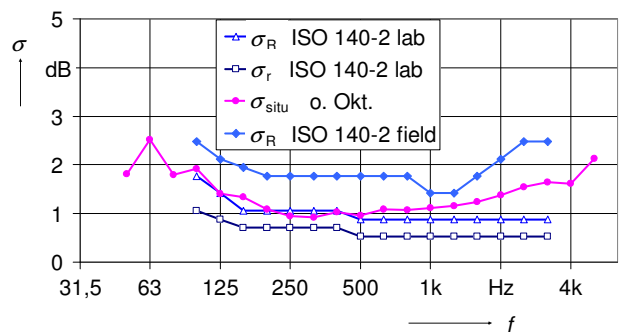


Bild 3 In-situ-Standardabweichungen des Norm-Trittschallpegels aus Ringversuchen und Werte aus ISO 140-2

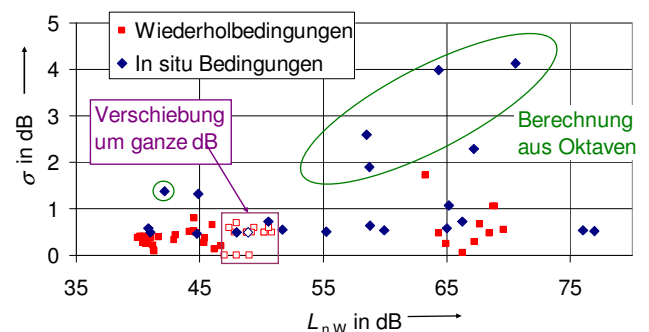


Bild 4 Unsicherheiten des bewerteten Norm-Trittschallpegels

Unsicherheitsbeiträge durch das Hammerwerk

Das Hammerwerk wird üblicherweise als Punktkraft betrachtet, die ein 10 Hz Linienspektrum emittiert. In den tiefen Terzen würden dann nur sehr wenige, z.T. nur eine einzi-

ge Spektrallinie enthalten sein. Der Norm-Trittschallpegel wäre dann stark abhängig von der Frequenzlage der Decken- und Empfangsraummoden relativ zum Anregespektrum.

Um diesem Einfluss nachzugehen, wurden schmalbandige Körperschallmessungen auf einer Beton- und einer Holzbalkendecke bei Anregung mit einem Normhammerwerk durchgeführt. Dabei zeigt sich auf der Holzbalkendecke ein klares Linienspektrum, jedoch mit einem Linienabstand von 2 Hz (Bild 5). Auf der Betondecke ist ein Linienspektrum dagegen nur bis ca. 20 Hz auszumachen (Bild 6). Bei höheren Frequenzen liegt ein breitbandiges Spektrum vor. Man kann daher davon ausgehen, dass die spektralen Eigenschaften der Anregung die Unsicherheit des Normtrittschallpegels nicht nennenswert beeinflussen.

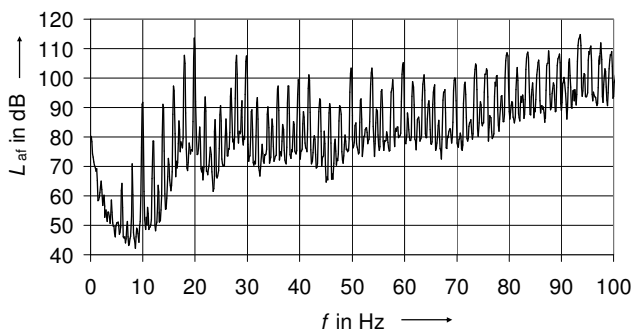


Bild 5 Beschleunigungspegel auf einer Holzbalkendecke bei Anregung mit einem Hammerwerk

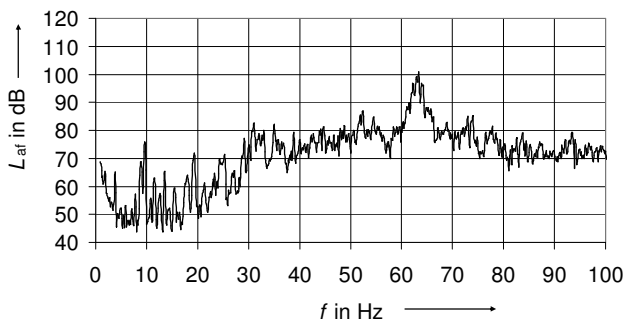


Bild 6 Beschleunigungspegel auf einer Betondecke bei Anregung mit einem Hammerwerk

Neben dem Spektrum interessiert auch, welche Leistung die Hammerwerke abgeben. Um die Unsicherheit der eingespeisten Leistung realistisch abzuschätzen, wurden mit vier verschiedenen Typen von Hammerwerken Messungen auf vier verschiedenen Empfangsplatten durchgeführt. Als Empfangsplatten dienten eine 16 cm dicke und 20 m² große Betonplatte sowie eine 1 cm dicke Stahlplatte, eine 8 mm dicke Spanplatte und eine 6 mm dicke Sperrholzplatte. Die drei letzten Platten waren ca. 1 m² groß und auf weichem Schaumstoff gelagert. Die eingeleitete Körperschalleistung wurde durch Messung der mittleren Körperschallschnelle sowie der Verlustfaktoren ermittelt.

Werden aus den Ergebnissen der vier Hammerwerke die Standardabweichungen berechnet, so ergeben sich Werte von meist unter einem dB bei Beton und Stahl. Bei der Sperrholz- und vor allem bei der Spanplatte kommt es zu wesentlich größeren Standardabweichungen, da diese relativ

leichten Platten durch die verschiedenen Massen der Hammerwerke unterschiedlich stark belastet werden. Daneben kommt es bei den sehr leichten, weich gelagerten Empfangsplatten zu starken Eigenbewegungen des Hammerwerks, die für einen normalen Betrieb untypisch sind. Dies führt ebenfalls zu stärkeren Schwankungen der emittierten Schalleistung. Reale Deckenkonstruktionen zeigen eher ein Verhalten wie die in diesem Versuch verwendeten Empfangsplatten aus Stahl und Beton. Es wird daher vorgeschlagen, die Unsicherheit der eingeleiteten Schalleistung mit ca. 0,4 dB zwischen 125 Hz und 3,15 kHz anzusetzen. Unter der Voraussetzung einer vollständigen positiven Korrelation zwischen den Terzwerten ergibt sich auch für den bewerteten Norm-Trittschallpegel eine Unsicherheit von 0,4 dB allein durch die Unsicherheit der vom Hammerwerk in den Empfänger eingespeisten Leistung.

Zusammenfassung

Für das Sicherheitskonzept der DIN 4109 [5] und auch für die Überarbeitung der DIN EN ISO 140-2 wird aufgrund der vorliegenden Ergebnisse vorgeschlagen, die Unsicherheit des bewerteten Normtrittschallpegels unter Wiederholbedingungen mit 0,5 dB und unter in-situ-Bedingungen mit 1,0 dB anzusetzen. Messergebnisse unter Vergleichsbedingungen liegen nicht vor, so dass hierfür eine Unsicherheit von 1,5 dB nur geschätzt werden konnte. Der Beitrag des Hammerwerks zur Unsicherheit des bewerteten Norm-Trittschallpegels beträgt 0,4 dB. Da das vom Hammerwerk emittierte Spektrum ein 2 Hz Linienspektrum bzw. ein breitbandiges Spektrum ist, sind modale Effekte in der gleichen Größenordnung wie beim Luftschall zu erwarten.

Danksagung

Dem Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) sei für die Finanzierung des Projekts gedankt. Messungen für das Projekt wurden durchgeführt von Isabel Hentscher, Heinrich Bietz und Sylvia Stange-Kölling.

Literatur

- [1] V. Wittstock: *Berücksichtigung von Unsicherheiten beim Trittschall in der neuen DIN 4109*. Abschlussbericht zum gleichnamigen DIBt-Projekt, Braunschweig, März, 2010
- [2] DIN EN ISO 140-2: Akustik; Messung der Schalldämmung in Bauten und von Bauteilen; Teil 2: Bestimmung, Überprüfung und Anwendung von Präzisionsdaten, 1991-06
- [3] L. Cremer, M. Heckl: *Körperschall. Physikalische Grundlagen und Technische Anwendungen*. Springer, Berlin / Heidelberg / New York, 1967
- [4] DIN EN ISO 140-6 Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 6: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Prüfständen (ISO 140-6:1998)
- [5] DIN 4109 Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Anforderungen, Januar 2006