

Untersuchungen an einem Aufbau zur Simulation des Trittschallverhaltens von Holzbalkendecken

Heinrich Bietz, Werner Scholl

Fachlaboratorium Angewandte Akustik, PTB Braunschweig; Email: heinrich.bietz@ptb.de

Einleitung

Die auf einer Beton-Rohdecke nach ISO 140-8 für Bodenbeläge gemessenen Trittschallverbesserungsmaße sind nicht auf Holzbalkendecken übertragbar. Entwürfe für genormte Bezugsdecken in Holzbauweise werden zur Zeit diskutiert¹. Als Alternative wird von der Statens Provinganstalt SP (Borås, Schweden) eine Holzkonstruktion vorgeschlagen, welche in Verbindung mit einer herkömmlichen Beton-Rohdecke nach ISO 140-8 das Trittschallverhalten einer Holzbalkendecke simulieren soll². Die Tauglichkeit solch eines „Simulators“ wurde im Rahmen eines NORDTEST-Ringvergleiches untersucht. In der PTB wurde die Gelegenheit genutzt, um über den Umfang des Ringvergleiches hinaus weitere Messungen durchzuführen, bei denen Material- und Konstruktionsparameter des Simulators verändert wurden. Weiterhin bestand die Möglichkeit, vergleichende Messungen auf einer der in ¹ vorgeschlagenen Holzbalkendecken durchzuführen.

Durchgeführte Messungen

Messprogramm des Ringvergleiches

Im Rahmen des Ringvergleiches war die Trittschallminderung von drei verschiedenen Bodenbelägen (vgl. Tabelle 1) auf vier verschiedenen Bezugsdeckenkonstruktionen (vgl. Tabelle 2) zu bestimmen. Der Simulator wurde in drei verschiedenen Varianten aufgebaut. Hintergrund hierfür ist die Tatsache, dass das vorgeschlagene Verfahren grundsätzlich nur dann brauchbare Werte liefern kann, wenn der obere Teil des Simulators dem oberen Teil der Holzbalkendecke, für welche die gemessene Trittschallminderung gelten soll, entspricht.

Teppich 1	Teppich 2	Parkett
PVC, $d \approx 1,5$ mm, 0,75 x 0,5 m ²	PVC, $d \approx 3,5$ mm, 0,75 x 0,5 m ²	22 mm MDF auf 12 mm Holzfaserplatte, 2,4 x 1,8 m ²

Tabelle 1: Im Ringvergleich verwendete Prüfobjekte


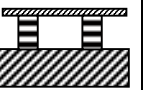
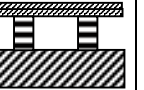
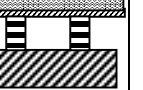



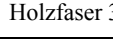
Beton	Simulator 1	Simulator 2	Simulator 3
			
 Beton 160 mm	 Füße Fichte 190x45x45 mm	 MDF 22 mm	 Holzfaser 30 mm

Tabelle 2: Im Ringvergleich verwendete Bezugsdecken

Die im ursprünglichen Messaufbau vorgesehenen Spanplatten waren mit den vorgegebenen Materialdaten (Dicke 22 mm, Dichte 700-900 Kg/m³, E-Modul 3,0-3,5 GPa) vor Ort nicht erhältlich, so dass auf MDF-Platten mit einer Dichte von 780 Kg/m³ und einem E-Modul von 5 GPa zurückgegriffen wurde. Die Platten hatten eine Abmessung von 2,6x2 m². Die 20 Füße wurden in einem 60-cm-Raster montiert. Die Füße wurden aus Fichte mit parallel zum Boden verlaufender Maserung gefertigt, um Ausschnitte aus einem Holzbalken zu simulieren. Um Unebenheiten des Bodens auszugleichen, wurde eine Schicht aus angedicktem Polyesterharz zwischen Füßen und Rohdecke aufgebracht. Da in keinem der beiden Deckenprüfstände des Labors zur Zeit eine adäquate Rohdecke

eingebaut war, wurde die Decke eines Empfangsraumes (oberer Raum) als Beton-Rohdecke benutzt. Die Fläche der Decke betrug 18,75 m².

Zusätzliche Messungen

Um die Abhängigkeit der Messergebnisse von verschiedenen Parametern des Simulators zu untersuchen, wurde ein verkleinerter Aufbau mit 1 m² Fläche und 5 Füßen verwendet. Bei den Füßen wurden alternative Materialien und Maserungen verwendet. Weiterhin wurden die Prüfobjekte auf einer „echten“ Holzbalkendecke („ISO-Holz“) gemessen. Auf dem verkleinerten Aufbau wurde das Hammerwerk an zwei Positionen betrieben, wobei in einem Fall ein Hammer direkt auf einen der Füße traf und im anderen Fall nicht.

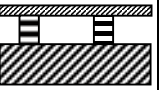
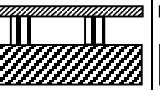
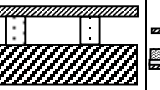
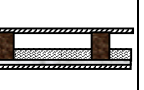
Test 1	Test 2	Test 3	ISO-Holz
			
Füße Fichte, Maserung =	Füße Fichte, Maserung \perp	Füße Buche, Maserung \perp	ISO 140-11 (CD)

Tabelle 3: Zusätzlich verwendete Bezugsdecken

Als weiteres Prüfobjekt wurde ein schwimmend verlegter Verbundestrich aus 20 mm Gipsfaserplatte und 10 mm Mineralwolle auf den Aufbauten Simulator 1, Test 1 und ISO-Holz gemessen.

Messergebnisse

Messungen im Rahmen des Ringvergleiches

Bedingt durch den Umfang des Messprogramms kann in dieser Veröffentlichung nicht auf alle Ergebnisse im Einzelnen eingegangen werden. Generell kann gesagt werden, dass die Messergebnisse bei fast allen Messungen der PTB im Streubereich der Ergebnisse aller Teilnehmer lagen. Auch die Messungen mit der Parkettsimulation stimmen gut überein, so dass angenommen werden kann, dass die verwendete MDF-Platte die vorgeschriebene Spanplatte problemlos ersetzt. Eine größere Abweichung von den Ergebnissen der anderen Teilnehmer war nur bei der Kombination „Parkett auf Simulator 3“ zu beobachten (vgl. Abbildung 1).

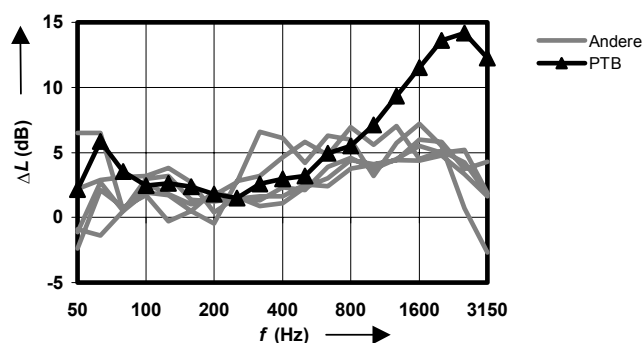


Abbildung 1: Trittschallminderung für Parkett auf Simulator 3

Hier steigt das Verbesserungsmaß oberhalb 800 Hz bei fast allen Teilnehmern nicht weiter an, nur bei der PTB-Messung folgt die Kurve noch bis 1600 Hz dem zu erwartenden Verlauf. Der Grund hierfür ist darin zu sehen, dass bei diesem Messaufbau einerseits

die Trittschalldämmung sehr hoch ist, andererseits die „schwimmende“ MDF-Platte bei Anregung durch das Normhammerwerk sehr viel Luftschall abstrahlt. Da der Messaufbau die Rohdecke nicht abdeckt, findet keine gleichzeitige Erhöhung der Luftschalldämmung statt, so dass die Luftschallnebenwege ab einer bestimmten Frequenz das Messergebnis dominieren. Dass dieser Effekt in der PTB erst bei höheren Frequenzen auftrat liegt zum Einen daran, dass kein geschlossener Senderraum vorhanden war und sich die Schallenergie in der umgebenden Halle verteilt hat, zum Anderen wurde mit großem Aufwand versucht, den abgestrahlten Luftschall quellennah zu absorbieren. Um den Einfluss des Luftschalls abschätzen zu können, wurde die bei Hammerwerk-anregung abgestrahlte Schallleistung einer schwimmenden Platte (sowohl MDF als auch Trockenestrich) im Hallraum bestimmt. Die ermittelten Schallleistungswerte lagen in beiden Fällen in der Größenordnung von 100 dB (lin)!

Zusätzliche Messungen

Vergleich Simulator/Holzbalkendecke

Für die PVC-Beläge Teppich 1 und Teppich 2 zeigen die Messungen eine gute Übereinstimmung (vgl. Abbildung 2), die Trittschallminderung von Parkett und Trockenestrich wird dagegen auf der Holzbalkendecke tendenziell niedriger bestimmt als auf dem Simulator (vgl. Abbildung 3). Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass die an sich „flächige“ Ankopplung einer schwimmenden Platte durch die punktförmige Ankopplung des Simulators an die Rohbetondecke nicht hinreichend gut modelliert wird. Auch ist das Abstrahlverhalten einer Betondecke grundsätzlich anders als das einer Holzbalkendecke. Weiterhin ist auch ein Einfluss der unterschiedlich großen Prüfflächen nicht auszuschließen.

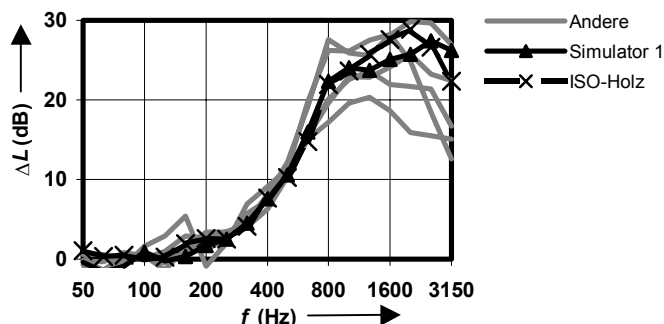


Abbildung 2: Teppich 2 auf Simulator 1 und Holzalkendecke

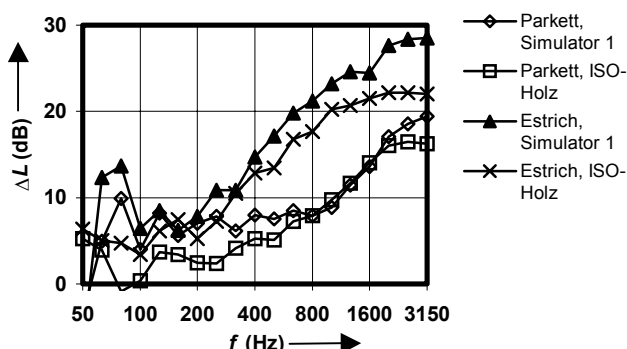


Abbildung 3: Messergebnisse für Estrich und Parkett auf Simulator bzw. Holzalkendecke

Messungen mit verkleinertem Messaufbau und unterschiedlichen Fußmaterialien

Für den dünnen PVC-Belag (Teppich 1) können hier kaum sinnvolle Aussagen gemacht werden, da aufgrund der geringen Trittschallminderung die Unterschiede zwischen den einzelnen Messer-

gebnissen zu gering sind. Beim dicken PVC-Belag (Teppich 2) sind schon deutliche Unterschiede feststellbar (vgl. Abbildung 4). Zum einen liegen die Verbesserungsmaße auf den kleinen Testaufbauten durchweg niedriger. Zum anderen liegt der Testaufbau „Test1“, bei dem wie beim NORDTEST-Simulator Füße aus Fichte mit paralleler Maserung verwendet wurden, deutlich näher an den Messergebnissen der großen Aufbauten als dieses bei den Aufbauten mit vertikal gemaserten Füßen bzw. Hartholzfüßen der Fall ist. Hier macht sich offensichtlich das unterschiedliche E-Modul der Füße bemerkbar, so ist z.B. bei Fichtenholz das E-Modul in Maserungsrichtung zehn mal so hoch (ca. 10 GPa) wie senkrecht zur Maserung gemessen. Für das Parkett und den Trockenestrich lassen sich hinsichtlich der Vergleichbarkeit mit den großen Messaufbauten weniger konkrete Aussagen treffen, zumal die Größe der Prüfbjekte sehr unterschiedlich ist. Bemerkenswert ist hier lediglich, dass beim Parkett die mit den Aufbauten Test1 bis Test3 gewonnenen Ergebnisse durchaus in der Streubreite der im Ringvergleich erzielten Messergebnisse liegen und die Unterschiede zwischen verschiedenen Fußmaterialien hier weniger ausgeprägt sind.

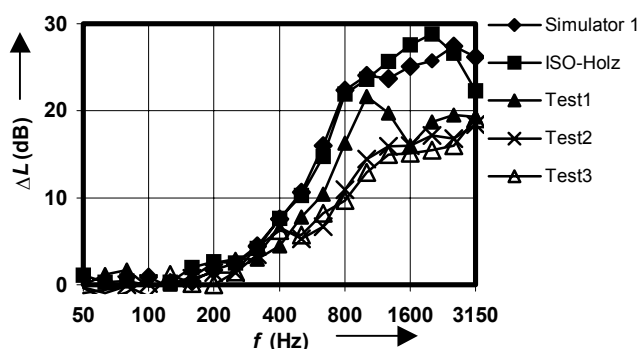


Abbildung 4: Teppich 2 auf verschiedenen Bezugsdecken

Für die PVC-Beläge wurde stets ein höheres Verbesserungsmaß beobachtet, wenn einer der Hämmer des Hammerwerkes direkt auf einen Fuß traf. Bei den Messungen mit einem großen Simulator scheint sich dieser Effekt durch die höhere Anzahl von sechs Hammerwerkspositionen jedoch wieder herauszumitteln. Bei schwimmenden Bodenbelägen ist dieser Effekt nicht zu beobachten, da die Anregung nicht so punktförmig erfolgt.

Zusammenfassung

Aus den durchgeführten Messungen lässt sich folgern, dass der vorgeschlagene Simulator zumindest für die Messung „lokal“ wirkender Bodenbeläge wie Teppichen und PVC-Belägen eine mögliche Alternative zum Einbau einer Holzbalkendecke darstellt. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass für verschiedene Holzbalkendecken verschiedene Simulatoren aufgebaut werden müssen. Die Verwendung des Simulators bei schwimmenden, harten Bodenbelägen scheint aufgrund der vorliegenden Messergebnisse und der Problematik der Luftschallnebenwege nicht ratsam. Als alternatives Konstruktionsmaterial zur vorgeschriebenen Spanplatte hat sich MDF mit ähnlichen Materialparametern gut bewährt. Bei den Füßen sollten jedoch die Vorgaben eingehalten werden, da sonst erhebliche Abweichungen nicht auszuschließen sind.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei den Fels-Werken Goslar für die großzügige Bereitstellung des Trockenestrichs. Weiterhin gilt unser Dank den Kollegen vom SP in Borås für die gute Zusammenarbeit.

¹ CD ISO 140-11

² Mark Kartous & Hans g. Jonasson: A simplified method to determine impact sound improvement on light-weight floors, Nordtest Project 1544-01, SP Rapport 2001:37