

## Optimierte Holzbalkendecken Teil 2: Flankenübertragung

Jochen Seidel<sup>1</sup>, Dr. Wolfgang Rümmler<sup>2</sup>

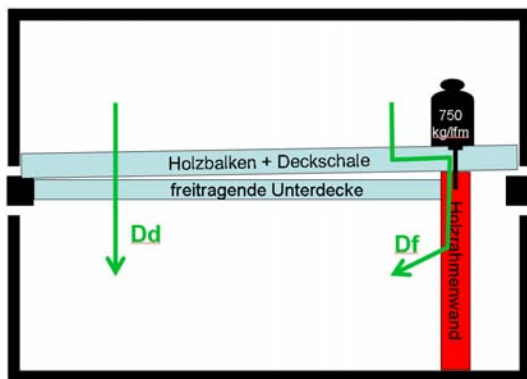
<sup>1</sup> Knauf Gips KG, Anwendungstechnische Entwicklung, 97346 Iphofen, E-Mail: Seidel.Jochen@knauf.de

<sup>2</sup> Knauf Gips KG, Anwendungstechnische Entwicklung, 97346 Iphofen, E-Mail: Ruemler.Wolfgang@knauf.de

### Einleitung

Im ersten Teil wurde eine Holzbalkendecke vorgestellt, die durch eine leistungsfähige Unterdecke ohne schwimmenden Estrich hervorragenden Trittschallschutz im Prüfstand ohne Nebenwege bewiesen hat. Im Vorfeld wurde jedoch eine wesentliche Beeinträchtigung durch Übertragung auf dem Weg Df (s. Abbildung 1) befürchtet. Deshalb wurde der Prüfaufbau um eine flankierende Wand ergänzt.

### Flankierende Wand



**Abbildung 1** Schematische Darstellung des Prüfaufbaus mit flankierender Holzrahmenbauwand. Balken und Deckschale lagern mit dem eigenen Gewicht und Zusatzgewichten zur Simulation aufgehender Wand auf der flankierenden Wand und sind mit dieser verschraubt.

Vorgefertigte Wandelemente aus KVHolz 60/90 mit 25 mm GK-Platten (20,4 kg/m<sup>2</sup>) Empfangsraumseitig, 12,5 mm Hartgipsplatten (12,8 kg/m<sup>2</sup>) auf der abgewandten Seite und Mineralwollfüllung wurden in Art des Fertighausbaus montiert. Ca. 26 cm Hohlraum zur Prüfstandswand wurden mit Mineralwolle locker gefüllt. Unterkonstruktion, Aufbau der Beplankung und fehlende Entkopplung repräsentieren einen schalltechnisch ungünstigen Aufbau.

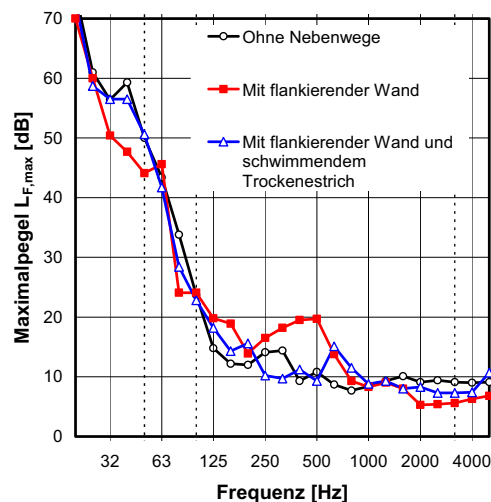
### Laufpegel und Lautstärke

Neben den Trittschallpegeln wurden wegen bekannter Unzulänglichkeiten des Normtrittschallhammerwerks auch Pegel mit Anregung durch einen Läufer gemessen. In Abgrenzung zu Gehgeräuschen im Senderaum nennen wir diese Laufpegel. Alle hier angegebene Ergebnisse wurden mit demselben männlichen Läufer, 80kg, in Socken mit 90 Schritt pro Minute ermittelt.

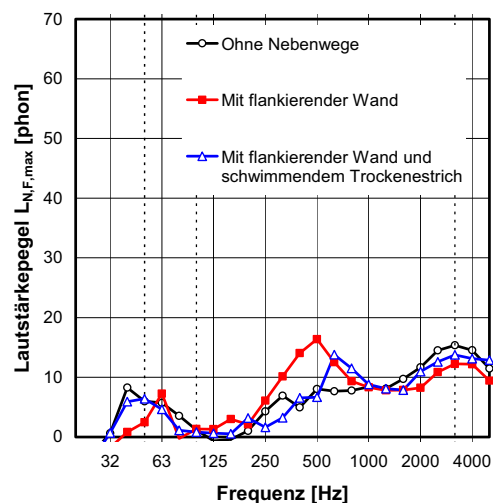
An Stelle der A-Bewertung wurden die Schalldruckpegel nach ISO 226 [1] in Lautstärkepegel  $L_N$  in phon umgerechnet. Die Formel ist mit geringem Aufwand z.B. in Excel zu automatisieren. Die Vorteile sind: Hörschwelle = 0 phon, bei

1 kHz  $L_N$  [phon] =  $L_p$  [dB], verdichtete Isophonen bei tiefen Frequenzen berücksichtigt.

Die Laufpegel fallen steil von 70 dB bei 20 Hz ab und liegen ab 200 Hz in der Größenordnung der Fremdgeräusche von 10 dB. Vermutlich sind die lokalen Maxima bei Frequenzen über 200 Hz in Abbildung 2 und Abbildung 3 durch die besondere Empfindlichkeit von Maximalpegeln auf einzelne Fremdgeräuschereignisse bedingt. Die Maximal-Lautstärkepegel  $L_{N,F,max}$  (Abbildung 3) liegen unter 250 Hz um die Hörschwelle mit einzelnen Überschreitungen kleiner als 10 phon.



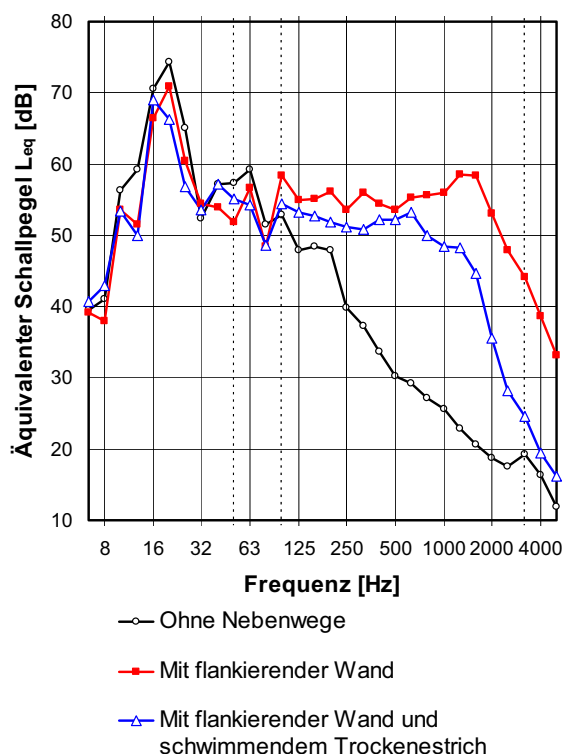
**Abbildung 2** Bei Anregung mit Läufer in Socken ergeben sich keine Unterschiede mit/ohne flankierende Wand bzw. mit/ohne Trockenestrich auf Holzfaserverplatte. Maximalpegel im Empfangsraum, 30s Messzeit.



**Abbildung 3** Nach ISO 226 [1] umgerechnet in Lautstärkepegel sind die Messwerte aus Abbildung 2 leichter zu beurteilen. Die Hörschwelle liegt bei 0 phon.

### Auswirkung der Flanke

Bezüglich der Anregung mit realem Läufer bleibt der Empfangsraumpegel mit o.g. Flanke unverändert ausgezeichnet niedrig (Abbildung 2 und Abbildung 3).



**Abbildung 4** Äquivalente Empfangsraumpegel bei Anregung mit Trittschallhammerwerk. Der Übertragungsweg über die flankierende tragende Holzrahmenbauwand dominiert erst ab 100 Hz. Die Resonanzfrequenz des Aufbaus bei 16-20 Hz ist gut erkennbar.

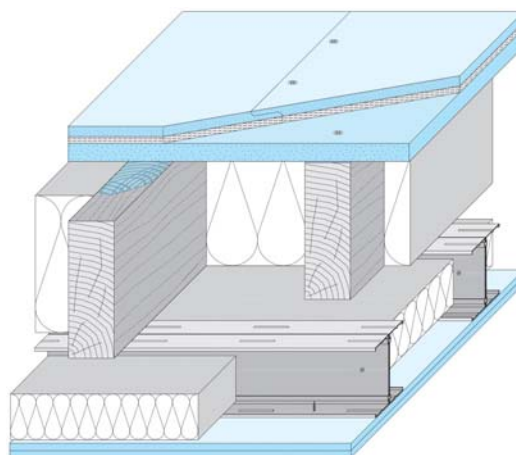
Da das Anregungsspektrum des ISO-140 Trittschallhammerwerks im Gegensatz zum Läufer die mittleren und hohen Frequenzen enthält, werden damit Unterschiede der vorgestellten Prüfaufbauten sichtbar. Die entkoppelnde Wirkung der Unterdecke wird umgangen. Es stellt sich ein bis 1,6 kHz etwa gleichbleibender Empfangsraumpegel ein, der in Verbindung mit der  $L_{n,w}$ -Bezugskurve zu einem Anstieg der Einzahlangabe  $L_{n,w}$  um 24 dB führt. In Summe mit dem Spektrumanpassungswert  $C_{1,50-2500}$  beträgt der Anstieg nur 9 dB.

**Tabelle 1** Die Beobachtung bei Anregung mit Läufer und der bewertete Normtrittschallpegel  $L_{n,w}$  klaffen auseinander. Mit dem Trockenestrich werden auch formale Anforderungen an  $L_{n,w}$  eingehalten.

Aufbau	$L_{n,w}$	$L_{n,w}+C_{1,50-2500}$
Ohne Nebenwege	36 dB	44 dB
Mit flankierender Wand	60 dB	53 dB
Mit flankierender Wand und schwimmendem Trockenestrich	48 dB	48 dB

### $L_{n,w}$ -Kosmetik

Um diese hochwertige Konstruktion im Wohnungsbau einsetzen zu dürfen, ist gegenwärtig ein  $L'_{n,w} \leq 53$  dB notwendig. Denkbare Maßnahmen dazu sind Optimierung der flankierenden Bauteile oder der Stoßstellen. Um die Schwierigkeiten bei der elastischen Lagerung tragender Teile bzw. aufwändigere Flankenbauteile zu vermeiden kann aber auch der in Abbildung 5 dargestellte Trockenestrich eingesetzt werden. Er zeichnet sich durch hohe Dämpfung und somit geringe Nachteile in der Estrichresonanz aus.



**Abbildung 5** Modifikation des im Teil 1 vorgestellten Deckenaufbaus. Durch Austausch der obersten 18 mm Gipsfaserplatte (Rd. 1,6 kg/dm<sup>3</sup>) mit Verbundelementen aus 18 mm Gipsfaser (Rd. 1,0 kg/dm<sup>3</sup>) und 10 mm Holzfaserplatte wurde der  $L_{n,w}$  auf 48 dB gesenkt.

Die Messwerte mit dem schwimmenden Trockenestrich sind in den vorangegangenen Abbildungen und Tabelle 1 dargestellt. Aufgrund festgestellter hoher Ausbreitungsdämpfung und konstruktionsbedingter Auflagerung auf 2 (nicht 4) Wänden schätzen wir die Situation am Bau mit 4 flankierenden Wänden durch Addition von 3 dB mit  $L'_{n,w} = 51$  dB ab.

### Zusammenfassung

Bei Anregung durch menschlichen Läufer sind die Geräusche im Empfangsraum kaum wahrnehmbar, unabhängig ob mit/ohne Flanke oder mit/ohne den genannten Trockenestrich. Im Gegensatz dazu steigt  $L_{n,w}$  durch die zusätzliche Flanke um 24 dB an. Angesichts dieser hohen Differenz relativiert sich die im Vergleich zum Hammerwerk höhere Vergleichs-Ungenauigkeit der Läufer-Anregung. Mit dem aufgeführten schwimmenden Trockenestrich kann die Anforderung  $L'_{n,w} \leq 53$  dB voraussichtlich eingehalten werden.

### Anmerkung

Da die Nachhallzeiten unter 50 Hz nicht durchgängig bestimmt wurden sind in den Grafiken Empfangsraumpegel ohne Korrektur angegeben.

### Literatur

[1] DIN ISO 226:2006-04 (D): Akustik - Normalkurven gleicher Lautstärkepegel (ISO 226:2003)