

# Trittschallminderung und Einfügungsdämmung von Raumakustikdecken

Jochen Seidel<sup>1</sup>, Klaudius Hengst<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Knauf Gips KG, 97346 Iphofen, E-Mail: seidel.jochen@knauf.de

<sup>2</sup> Knauf Gips KG, 97346 Iphofen, E-Mail: hengst.klaudius@knauf.de

## Einleitung

Gipslochplatten werden seit Jahrzehnten für die Raumakustische Gestaltung eingesetzt. Entsprechend sind die Absorptionsgrade der Unterdeckenkonstruktionen wohlbekannt. Rückblickend ist es umso überraschender das keine Erkenntnisse zur Verbesserung des Luftschalldämm-Maßes  $\Delta R$  und zu Trittschallminderung  $\Delta L$  vorlagen. Mit der hier vorgestellten Messreihe wird der Wertebereich erkundet, den Unterdecken aus Gipslochplatten abdecken.

Ein Defizit an Planungsgrundlagen besteht auch hinsichtlich der Wirkung bezüglich der Abschirmung von Schallquellen im Deckenhohlraum. VDI 3755 [1] definiert die Einfügungsdämmung  $D_E$  und gibt grobe Bereiche einer Einzahlangabe von  $D_E$  für Mineralwollplatten, Metall und ungelochte Gipsplatten an, nicht jedoch für gelochte Gipsplatten. Scheers [3] gibt Einfügungsdämmungen in Oktavbändern von 4 verschiedenen Mineralwollplatten bei 460 mm Konstruktionshöhe und Anregung mit einem Abwasserrohr und mit Lautsprecher mit breitbandigem Rauschen an.

Die Prüfung der Einfügungsdämmung  $D_E$  lässt sich gut am Aufbau zur Messung von  $\Delta R$  und  $\Delta L$  durchführen, so dass eine kombiniertes Messprogramm realisiert werden konnte.

## Prüfmethoden

Alle vorgestellten Prüfungen wurden im Deckenprüfstand ohne Nebenwege der FuE Knauf Gruppe an einer 140 mm Stahlbetondecke vorgenommen.  $\Delta R$  und  $\Delta L$  wurden in Anlehnung an ISO 10140 bestimmt. Abweichungen betrafen die Nachhallzeit im Empfangsraum (<1 s) und die Ausrichtung der absorbierenden Oberfläche zum Empfangsraum (Normgerecht: zum Senderraum). Während z.B. bei Schachtwänden ein um 2-3 dB niedrigerer bewerteter Messwert bei normgerechter Messrichtung bekannt ist, wurde hier bei stichprobenartigem Tausch der Messrichtung kein Unterschied festgestellt.

Die Bestimmung der Einfügungsdämmung  $D_E$  folgt der VDI 3755 [1]. Die Einfügungsdämmung  $D_E$  ist die mit der äquivalenten Absorptionsfläche  $A$  korrigierte Differenz der mittleren Schallpegel  $L$  mit und ohne Unterdecke.

$$D_E = L_{ohne} - L_{mit} + 10 \log \frac{A_{mit}}{A_{ohne}} \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

Als Schallquelle diente ein Lautsprecher (Genelec Typ 8020CAM) in konstanter Position ca. 0,5 m vom Rand des Bauteils an der Stahlbetondecke befestigt mit einem breitbandigem Rauschsignal konstanter elektrischer Leistung. Von einer Richtcharakteristik (zur Bauteilmittle) ist auszugehen. Bei der Konstruktionstiefe 200 mm füllte der

ca. 15 cm breite Lautsprecher den Deckenhohlraum annähernd aus, ohne Rohdecke oder Unterdecke zu berühren. Sofern sich Mineralwolle auf Höhe des Lautsprechers befand wurde sie passgenau ausgespart, sodass der Lautsprecher bündig eingebettet war, so wie es für reale Schallquellen im Deckenhohlraum sinnvoll wäre.

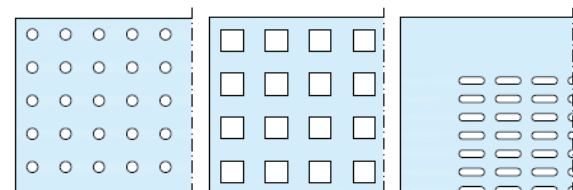


**Abbildung 1** Lautsprecher in Prüfposition als Schallquelle zur Bestimmung der Einfügungsdämmung  $D_E$ . Links ohne und rechts mit Mineralwolle. [E-200].

Die gemessenen Einfügungsdämmungen sind nicht verallgemeinerbar auf andere Schallquellen, andere Positionen und Ausrichtungen oder etwa abweichende Anordnung der Hohlraumbedämpfung.

## Variierte Parameter

Bei allen geprüften Decken schließen gelochte Gipskartonplatten mit rückseitiger Vlieskaschierung den Deckenhohlraum ab. Platten- und Kassettendecken wurden untersucht. Während bei Plattendecken größere Platten (ca. 2x1,2m) auf eine Unterkonstruktion aus CD Metallprofilen geschraubt werden liegen die Kassetten in einem Raster (ca. 0,6x0,6m) von Metallprofilen. Für Angaben zu den Absorptionsgraden der Decken siehe Quelle [2].



**Abbildung 2** Untersuchte Lochbilder, Lochflächenanteile und Flächengewichte. Dicke jeweils 12,5 mm.  
Links: 6/18R; 8,7 %LFA; 8,8 kg/m<sup>2</sup>; Plattendecke  
Mitte: 12/25Q; 23 %LFA; 7,5 kg/m<sup>2</sup>; Plattendecke  
Rechts: T1 14-4/20; 21,3 %LFA; 7,2kg/m<sup>2</sup>; Kassettendecke

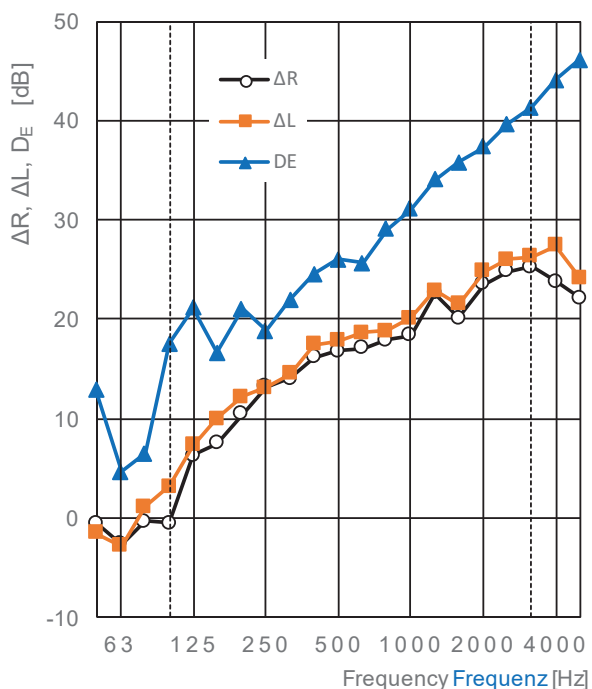
Die Lochflächenanteile (LFA) der Plattendecken repräsentieren Unter- und Obergrenze der verfügbaren Lochbilder. Das T1-Lochbild der Kassettendecke unterscheidet sich bei vergleichbarem LFA vom Lochbild 12/25Q der Platten-

decke. Einige Konfigurationen wurden auch mit ungelochten Gipsplatten (GKB 12,5 mm, 8,5 kg/m<sup>2</sup>) getestet.

Die realisierten Konstruktionstiefen (Abstand Unterkante Rohdecke zu Unterkante Unterdecke) 80 mm [E-80], 200 mm [E-200] und 400 mm [E-400] orientieren sich an den Prüfbedingungen für die Absorptionsgrade [2] bzw. der minimal möglichen Abhängehöhe mit dem verwendeten Profilrost. Ein Abhänger mit Entkopplungselement (DSA) wurde für die Konstruktionstiefen bis 200 mm eingesetzt. 400 mm Konstruktionstiefe wurde mit Abhängern ohne Entkopplungselement realisiert. Dies kann die höheren Trittschallminderungen bei hohen Frequenzen trotz geringerer Hohlraumtiefe in Abbildung 7 erklären. Kassettendecken wurden nur in [E-200] mit Drahtbügelabhängern geprüft.

Als der Parameter mit dem größten Einfluß hat sich die Mineralwollauflage herausgestellt. Es wurden allerdings auch extreme untersucht. Die Konfiguration mit nur 20 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 10$  kPas/m<sup>2</sup> entspricht der üblichen Anwendung als Raumakustikdecke [2]. Den in Deutschland üblichen Füllgraden von Trockenbauwänden und Vorsatzschalen entspricht dagegen die Konfiguration mit 2 Lagen 80 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 5$  kPas/m<sup>2</sup>. Nur ein Aufbau enthielt gar keine Mineralwolle (#16 s. Abbildung 8), obwohl diese Variante regulär für Raumakustikdecken vorgesehen ist [2]. Auf der Kassettendecke wurde auch eine mit Vlies kaschierte Mineralwolle mit  $\Xi = 11$  kPas/m<sup>2</sup> (nach Datenblatt) nach [2] eingesetzt. Das Vlies der Mineralwolle war zum Vlies der gelochten Platte gerichtet.

## Ergebnisse

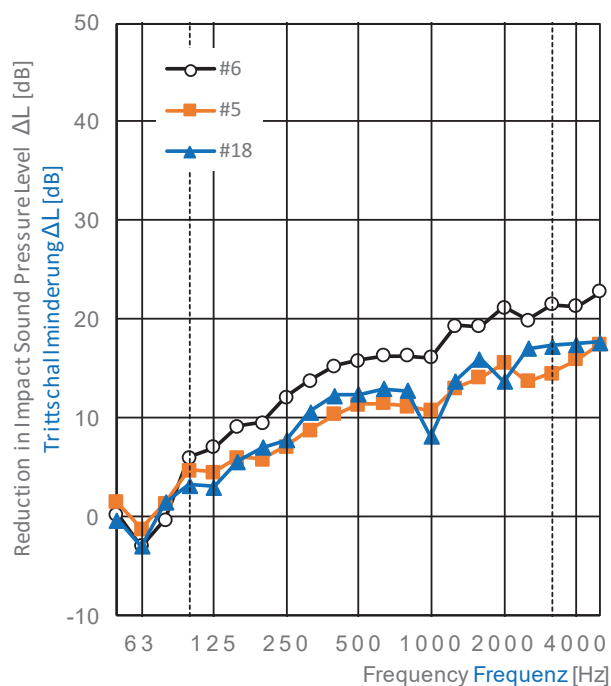


**Abbildung 3** Vergleich von  $\Delta R$ ,  $\Delta L$  und  $D_E$  am Beispiel von Aufbau #12 (23 %LFA, [E-400], 160 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 5$  kPas/m<sup>2</sup>).

Aufgrund der Beschränkung des Beitrages auf 4 Seiten kann nur eine Auswahl der Ergebnisse in Diagrammen dargestellt werden. Abbildung 3 zeigt ein typisches Verhältnis der Da-

ten von Luft- und Trittschall sowie Einfügungsdämmung. Die Übereinstimmung von  $\Delta R$  und  $\Delta L$  wurde auch noch besser aber auch noch etwas geringer beobachtet. Durchgängig ist, dass der Anstieg von  $\Delta L$  mit der Frequenz zugleich oder etwas früher als bei  $\Delta R$  festzustellen ist. In erster Näherung sind die Frequenzgänge von  $\Delta L$  und  $\Delta R$  gleich. In einzelnen Fällen gibt es im unteren Frequenzbereich auch näherungsweise Übereinstimmung mit  $D_E$ . In allen Fällen ist der Zahlenwert von  $D_E$  größer oder gleich den Verbesserungen der Dämmung. Vor diesem Hintergrund werden hier nur  $\Delta L$  und  $D_E$  in Diagrammen angegeben.

Die zugehörigen Einzalangaben ab 100 Hz, aber auch ab 50 Hz sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die Prüfnummern stellen die Verbindung zwischen den Einzalangaben und den Konstruktionen und Diagrammen her.



**Abbildung 4** Einfluß des Lochflächenanteils (LFA) auf die Trittschallminderung  $\Delta L$ .

[E-200] und 20 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 10$  kPas/m<sup>2</sup>

# 6: 8,7 %LFA; Lochbild 6/18R; Plattendecke

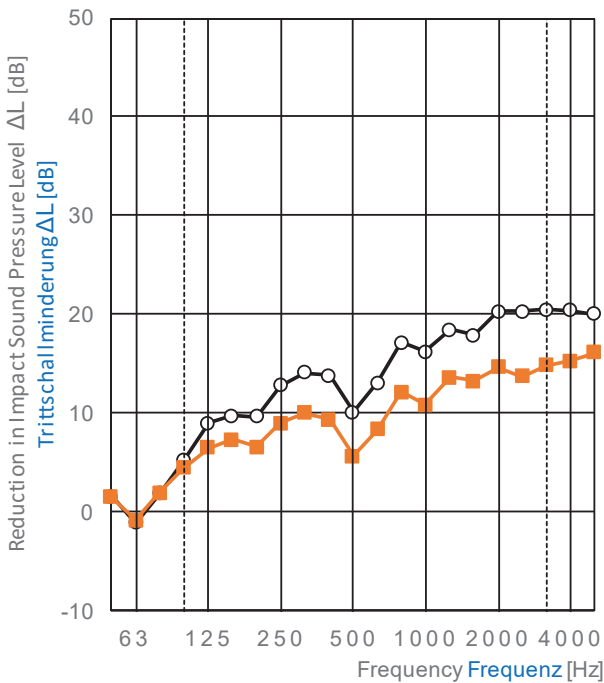
# 5: 23,0 %LFA; Lochbild 12/25Q; Plattendecke

#18:21,1 %LFA; Lochbild T1 14-4/20; Kassettendecke.

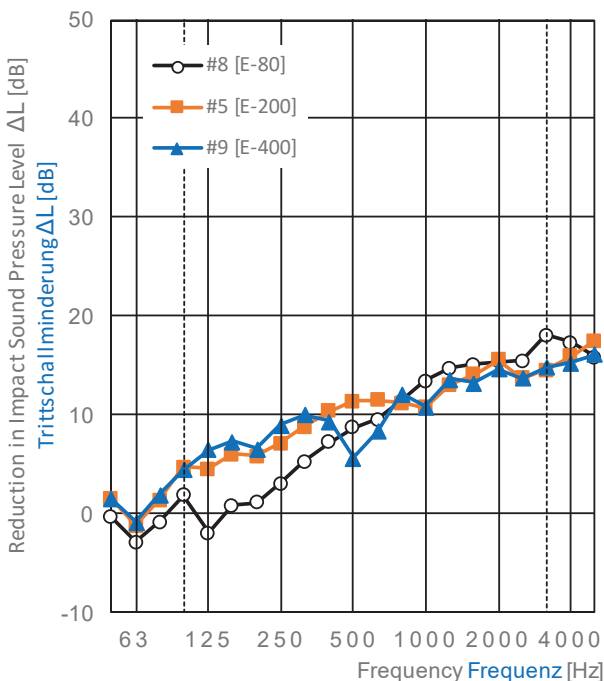
Der Unterschied von 8,7 %LFA zu ca. 22 %LFA bewirkt eine Veränderung von  $\Delta L_w$  um 5-6 dB (Abbildung 4, Abbildung 5). Bei gleichem LFA ist kein systematischer Einfluß des Lochbildes (12/25Q vs. T1) oder des Deckentypes (Platte vs. Kassette) zu erkennen (Abbildung 4).

Die Hohlraumtiefe sollte sich auf die Resonanzfrequenz der Unterdecken auswirken. Zwischen [E-80] und [E-200] ist eine Verschiebung aus Abbildung 6 abzulesen die deutlich über den zu erwartenden gut 2 Terzen liegt. Dagegen ist sowohl mit geringer Hohlraumbedämpfung (Abbildung 6) als auch mit starker Bedämpfung (Abbildung 7) keine Verschiebung zwischen [E-200] und [E-400] festzustellen. Mit starker Bedämpfung trennen sich die Kurven von 200 mm und 400 mm Konstruktionstiefe zwar in Abbildung 7 ab 800 Hz, jedoch hat der kleinere Hohlraum die höheren

Werte. Das rückt eher die elastische Entkopplung des Abhängers (DSA) für [E-200] als Erklärung in den Vordergrund.



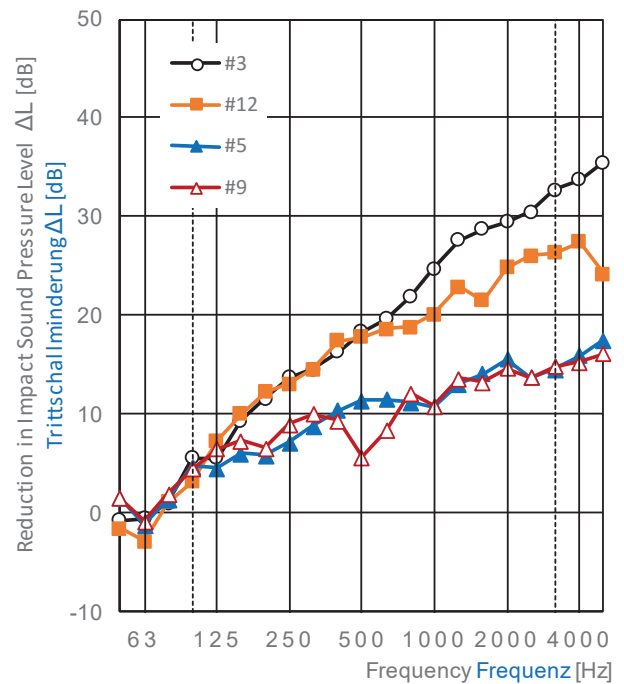
**Abbildung 5** Einfluß des Lochflächenanteils (LFA) auf die Trittschallminderung  $\Delta L$ . [E-400] und 20 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 10$  kPas/m<sup>2</sup>. Kreise: 8,7 %LFA (#10). Quadrate: 23,0 %LFA (#9).



**Abbildung 6** Einfluß der Konstruktionstiefe auf die Trittschallminderung  $\Delta L$ . 23 %LFA Lochbild Q12/25, 20 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 10$  kPas/m<sup>2</sup>.

Mit einer Füllung des Deckenhohlraumes, wie sie für Vorsatzschalen vor Wänden üblich ist, wird auch mit dem offeneren Lochbild (23 %LFA) schon bei 200 mm Konstruktionstiefe mit  $\Delta L_w = 25$  dB eine Trittschallminderung erzielt, die manchen schwimmenden Estrich übertrifft (Abbildung 7,

#3). Da die Verschlechterung in der Resonanz geringfügig ist, ergeben sich auch unter Berücksichtigung der Spektrumanpassungswerte ab 50 Hz hohe Verbesserungen auf der massiven Stahlbetondecke.



**Abbildung 7** Einfluß der Mineralwollauflage auf die Trittschallminderung  $\Delta L$ . 23 %LFA, Lochbild 12/25Q. # 3: [E-200] DSA; 160 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 5$  kPas/m<sup>2</sup>. #12: [E-400]; 160 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 5$  kPas/m<sup>2</sup>. # 5: [E-200] DSA; 20 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 10$  kPas/m<sup>2</sup>. # 9: [E-400]; 20 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 10$  kPas/m<sup>2</sup>.

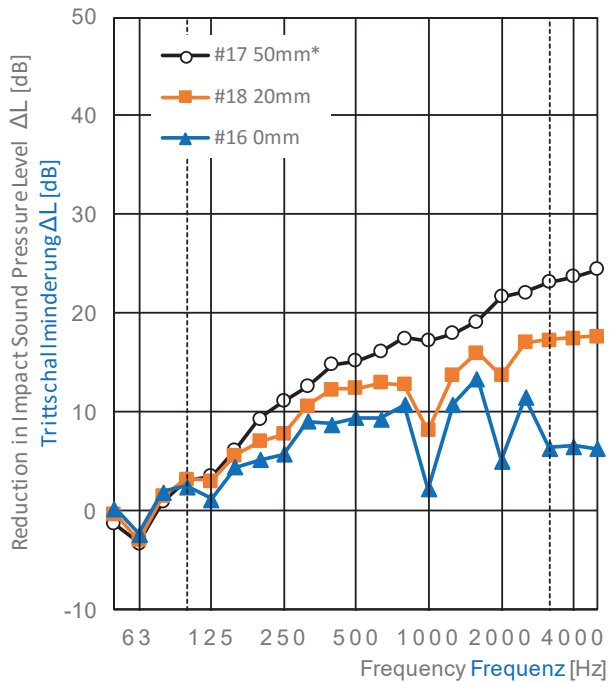
Abbildung 8 zeigt Trittschallminderungen der Kassettendecke. Ohne Mineralwollauflage wurde die geringste  $\Delta L_w$  der Messreihe mit immer noch beachtlichen 8 dB gemessen. Schon mit 20 mm Mineralwolle ( $\Xi \geq 10$  kPas/m<sup>2</sup>) steigt  $\Delta L_w$  auf 15 dB an und erreicht 19 dB mit der Mineralwolle nach [2].

**Tabelle 1:** Einzahlangaben zu den Diagrammen

$\Delta R_{100\text{Hz}}$ :  $\Delta R_{w,\text{heavy}}$ ;  $\Delta R_{50\text{Hz}}$ :  $\Delta(R_w + C_{50-5000})_{\text{heavy}}$ ;  $\Delta L_{100\text{Hz}}$ :  $\Delta L_w$ ;  $\Delta L_{50\text{Hz}}$ :  $(L_{n,w} + C_{i,50-2500})_{\text{ohne}} - (L_{n,w} + C_{i,50-2500})_{\text{mit}}$

Prüfung	$\Delta R_{100\text{Hz}}$	$\Delta R_{50\text{Hz}}$	$\Delta L_{100\text{Hz}}$	$\Delta L_{50\text{Hz}}$
#3	13 dB	10 dB	25 dB	16 dB
#5	8 dB	6 dB	14 dB	11 dB
#6	12 dB	9 dB	20 dB	14 dB
#8	4 dB	3 dB	14 dB	8 dB
#9	7 dB	6 dB	14 dB	10 dB
#10	11 dB	9 dB	19 dB	14 dB
#11	15 dB	12 dB	25 dB	17 dB
#12	12 dB	10 dB	22 dB	15 dB
#13	18 dB	13 dB	27 dB	18 dB
#16	6 dB	5 dB	8 dB	7 dB
#17	10 dB	7 dB	19 dB	13 dB
#18	8 dB	6 dB	15 dB	11 dB

Die Verbesserungen der Dämmung zeigen hin und wieder schmale Einbrüche im Frequenzgang. In Abbildung 8 können diese Einbrüche gut Hohlraumtiefen gleich dem Vielfachen von  $\lambda/2$  zugeordnet werden, wobei ab 3150 Hz bzw.  $3 \lambda/2$  die Einbrüche zu einer kontinuierlichen Absenkung

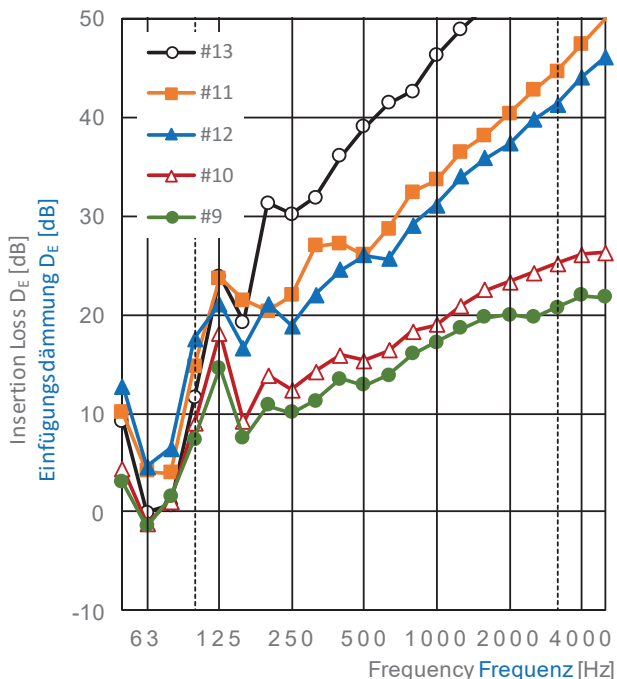


**Abbildung 8** Einfluß der Mineralwollauflage auf die Trittschallminderung  $\Delta L$ . [E-200], 21,3 %LFA, Lochbild Tangent T1 14-4/20, Kassettendecke.

#17: 50mm mit Vlies a.d. Unterseite,  $\Xi = 11 \text{ kPas/m}^2$

#18: 20 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 10 \text{ kPas/m}^2$

#16: ohne Mineralwolle



**Abbildung 9** Einfluß des LFA und der Mineralwollauflage auf die Einfügungsdämmung  $D_E$  bei [E-400].

#13: 0 %LFA (ungelocht), 160 mm Mi.-wo.  $\Xi \geq 5 \text{ kPas/m}^2$ ;

#11: 8,7 %LFA, 160 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 5 \text{ kPas/m}^2$

#12: 23,0 %LFA, 160 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 5 \text{ kPas/m}^2$

#10: 8,7 %LFA, 20 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 10 \text{ kPas/m}^2$

#9: 23,0 %LFA, 20 mm Mineralwolle  $\Xi \geq 10 \text{ kPas/m}^2$

verschmelzen (#16). Bereits mit 20 mm Mineralwolle sind diese Einbrüche abgeschwächt (#18) und verschwinden mit der Mineralwolle nach [2] (#17). In anderen Diagrammen ist der  $\lambda/2$ -Einbruch entsprechend 400 mm Konstruktionstiefe auch bei 500 Hz.

Abbildung 9 zeigt eine Auswahl von Einfügungsdämmungen. Auch hier ist ein kleinerer Einfluß vom Lochflächenanteil und ein größerer Einfluß von der Hohlraumbedämpfung festzustellen. Das Diagramm enthält einen Messwert von ungelochter Beplankung. Auffällig an den Messungen mit 160 mm Mineralwolle ist, dass mit beiden Lochbildern (#11, #12) auch in der Resonanz ein  $D_E \geq 4 \text{ dB}$  erzielt wird, während mit der ungelochten Platte (#13)  $D_E$  auf 0 dB fällt. Bei diesem Aufbau (400 mm Hohlraumtiefe) befand sich eine durchgängige Schicht aus 160 mm Mineralwolle zwischen Lautsprecher und Beplankung.

## Zusammenfassung und Ausblick

Entgegen zunächst geringer Erwartungen an die Schalldämmende Wirkung gelochter Platten wurden Verbesserungen der Luft- und Trittschalldämmung wie bei Unterdecken aus ungelochten Platten oder schwimmenden Estrichen festgestellt. Damit können nicht nur raumakustisch notwendige Lochplattendecken mit einem zusätzlichen Nutzen für die Schalldämmung angesetzt werden, sondern sogar umgekehrt Lochplattendecken für den erforderlichen Schallschutz eingesetzt werden und dabei zusätzlicher raumakustischer Komfort gewonnen werden.

Mit den nun vorliegenden Einfügungsdämmungen kann die Abschirmung von Schallquellen in Hohlräumen von Unterdecken beurteilt werden. Auch hier zeigt sich eine höhere Leistung als erwartet.

Die vorgestellte Untersuchung hat den Parameterraum gängiger Unterdecken an den Rändern abgetastet. Naheliegender ist nun die Optimierung der Hohlraumbedämpfung sowie die Vermessung häufig verwendeter Konstruktionen. Neuentwicklungen können auf gezielte Verhältnisse des Nutzens bezüglich Raumakustik und Schallschutz ausgerichtet werden. Auch die Betrachtung der Entkopplung durch Abhängesysteme hat neue Impulse bekommen.

## Literatur

- [1] VDI3755:2015-01: Schalldämmung und Schallabsorption abgehängter Unterdecken; Beuth Verlag
- [2] Raumakustik mit Knauf - Daten für die Planung; Broschüre SS07.de, Ausgabe 10/2016, Knauf Gips KG, Iphofen, URL: <http://www.knauf.de/wmv/?id=15564>
- [3] Scheers, T.; Vercammen, M.: Noise from Waste Water pipes above a Suspended Ceiling; Proceedings of Euronoise 2015, Maastricht; ISSN 2226-5147

Interne Referenz des Labors: ATE SDM 15 069