

# Schalllängsdämmung von Metallständerwänden – Laborprüfverfahren und Prognose

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

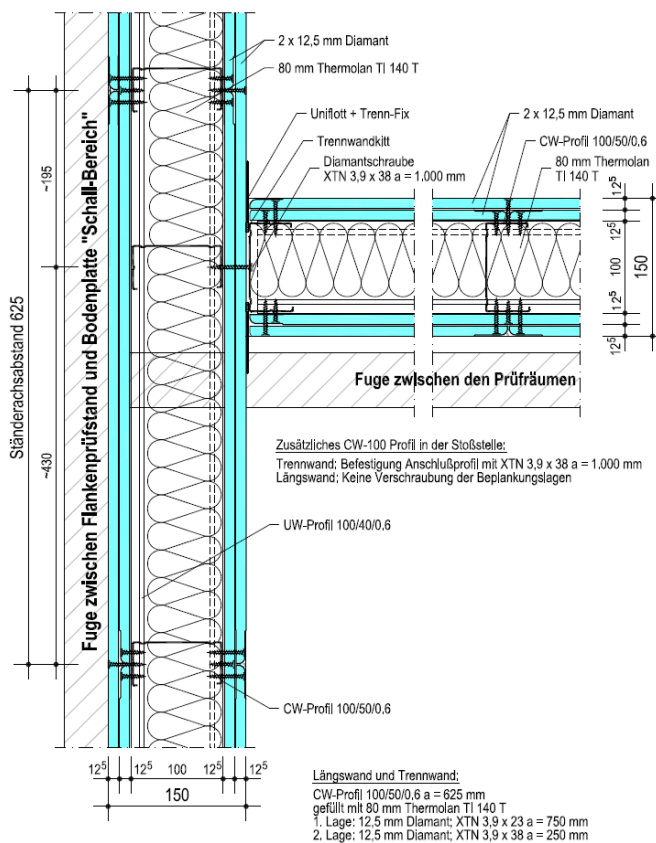
<sup>1</sup> Knauf Gips KG, 97346 Iphofen, E-Mail: seidel.jochen@knauf.de

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

## Einleitung

Der Beitrag beschäftigt sich mit der Luftschallmethode zur Messung der Schalllängsdämmung. Die Vernachlässigbarkeit bestimmter Übertragungswege wird ebenso hinterfragt, wie die Unabhängigkeit von der Ausbildung der Trennwand. Beides hat unmittelbaren Einfluß auf den Aufwand, der beim Vermessen einer Reihe von Konstruktionen für den Aufbau der Prüfobjekte getrieben werden muss.

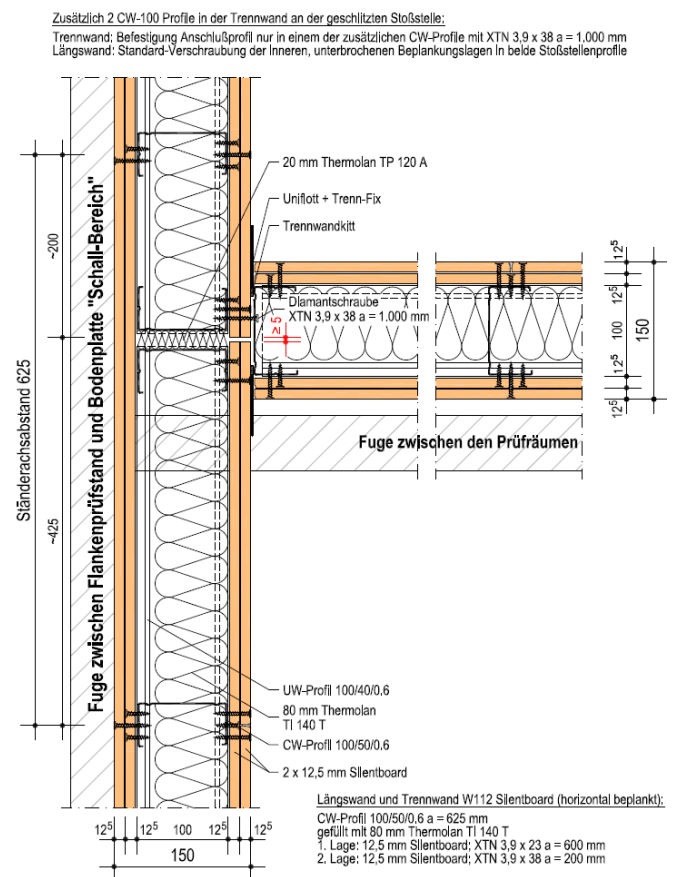
Schalldämm-Maß aus den Wegen Dd und Ff berechnet (Gl. 16, Kap. 4.2.2). EN 12354 [1] sieht dies „für bestimmte Flankenkonstruktionen, wie z.B. [...] Leichtbauwände[...]“ gegeben (Kap. 4.4 Vereinfachtes Modell Anm. 6) Ähnlich formuliert es Anmerkung 3 in Kap. 4.2 für das detaillierte Rechenmodell. Die Trennung von Durchgangsdämmung und Längsdämmung im DIN 4109 Bauteilkatalog impliziert indirekt, dass die Längsdämmung nur von der Flanke und nicht vom Trennbauteil abhängt.



**Abbildung 1** Der Aufbau „durchgehend“ zeichnet sich durch das Fehlen jeglicher Unterbrechung der inneren Beplankung aus. Dargestellt ist der Aufbau mit zwei Plattenlagen („2x12,5 kg/m<sup>2</sup>“). Untersucht wurde auch die einlagige Beplankung („1x12,5 kg/m<sup>2</sup>“). Zeichnung Nr. 51.

## Stand der relevanten Normen

Die Bezeichnung der Übertragungswege ij erfolgt in diesem Beitrag nach EN 12354 [1]. Nach der Messnorm ISO 10848 [2] kann es erforderlich sein, jeden Weg durch nacheinander erfolgendes Abschirmen zu trennen (Kap. 4.4 und Kap. 9). Der aktuelle DIN 4109-Entwurf [3] nimmt dagegen an, „dass die Übertragung nur über einen einzigen [...] Weg erfolgt“ (Kap. 3) und sich das bewertete Bau-



**Abbildung 2** Beim Aufbau „geschlitzt“ sind die Enden der Platten an der Trennfuge auf getrennten Ständern fixiert. Das Randprofil der Trennwand ist mit nur einer Seite der Trennfuge verschraubt. Untersucht wurde die Ausführung mit Plattengewicht 17,5 kg/m<sup>2</sup> (hier dargestellt) und 12,5 kg/m<sup>2</sup> (Typ Diamant). In der Variante „modifiziert“ ist die steife Fugenmasse Typ Uniflott ersetzt durch zähelastisches Terostat IX. Zeichnung Nr. 57.

## Untersuchte Stoßstellen

Die hier vorgestellten Prüfungen wurden im Längsdämmungsprüfstand nach ISO 10848 [2] der Knauf Gips KG in Iphofen durchgeführt. Mittels Trennfugen und Vorsatzschalen im Empfangsraum erzielt der Prüfstand eine maximale

Längsdämmung von 88 dB [4][5]. Die verwendeten Vorsatzschalen aus Gipsplatten mit einem Flächengewicht von mindestens 2x12,5 kg/m<sup>2</sup> und mindestens 15 cm Hohlräumtiefe, gefüllt mit 80 mm Mineralwolle, hatten rechnerisch in Verbindung mit der meist gleich schweren Beplankung des eigentlichen Prüfobjektes Resonanzfrequenzen unter 39 Hz. Durch die Trennwandfläche S von 10 m<sup>2</sup> sind die Zahlenwerte von Normflankenpegeldifferenz D<sub>n,f</sub> und Schalldämmmaß R ohne Umrechnung vergleichbar.

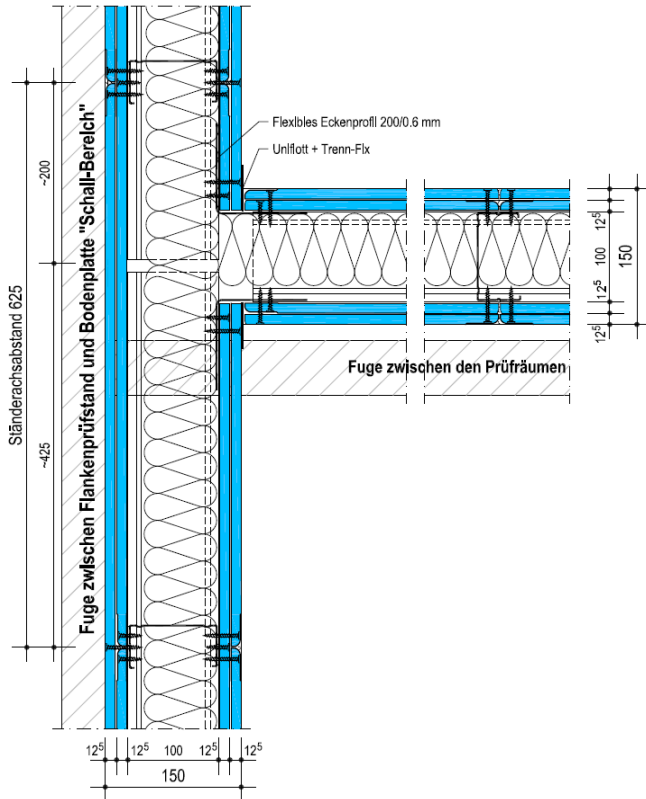


Abbildung 3 Beim Aufbau „unterbrochen“ bilden Trennwand und Flanke einen durchgehenden gemeinsamen T-förmigen Hohlraum. Zeichnung Nr. 48.

Abbildung 1 bis Abbildung 4 zeigen die vier prinzipiellen Stoßstellenausbildungen „durchgehend“, „geschlitzt“, „unterbrochen“ und „einbindend“.

Tabelle 1 Schalldämmung auf dem direkten Weg Dd aus dem Prüfstand ohne Nebenwege, auf dem Weg Ff allein (mit Vorsatzschalen vor D und d) sowie alle Wege einschließlich (ohne Vorsatzschalen, bezeichnet als R<sup>c</sup>).

Aufbau	Messwert		
	R <sub>Dd,w</sub>	R <sub>Ff,w</sub>	R <sup>c</sup> <sub>w</sub>
1x12,5kg/m <sup>2</sup> durchgehend	53,2 dB	51,9 dB	48,1 dB
2x12,5kg/m <sup>2</sup> durchgehend	63,2 dB	54,8 dB	54,1 dB
2x12,5kg/m <sup>2</sup> geschlitzt	63,2 dB	73,0 dB	60,1 dB
2x17,5kg/m <sup>2</sup> geschlitzt	70,3 dB	74,3 dB	65,7 dB
2x12,5kg/m <sup>2</sup> geschl. mod.	63,2 dB	73,9 dB	60,3 dB
2x12,5kg/m <sup>2</sup> unterbrochen	63,2 dB	75,7 dB	59,7 dB
2x12,5kg/m <sup>2</sup> einbindend	63,2 dB	75,9 dB	59,8 dB
2x17,5kg/m <sup>2</sup> einbindend	70,3 dB	76,5 dB	65,2 dB

Variiert wurde zusätzlich der Plattentyp (12,5 kg/m<sup>2</sup> und 17,5 kg/m<sup>2</sup>) sowie die Anzahl der Beplankungslagen (einlagig und zweilagig). Hinzu kam eine Modifikation der Plattenverbindung im Inneneck (s. Text zu Abbildung 2).

Auf diese Weise entstanden die 8 in den Tabellen genannten Aufbauvarianten. Bei einer neunten Variante unterscheidet sich der Aufbau von Trennwand und Flanke. Die Trennwand war hier dreifach beplankt: 2 Lagen 12,5 mm 17,5 kg/m<sup>2</sup> und eine Lage 18 mm 18,0 kg/m<sup>2</sup>. Außerdem wurden MW-Profile verwendet, deren elastifizierenden Sicken die Durchgangsdämmung verbessern.

### Vergleich Ff und Df

An drei Paarungen wurden die Übertragungen auf den Wegen Ff und Df unmittelbar gemessen. Für den Weg Ff war dafür je eine Vorsatzschale vor den Trennwandoberflächen D und d und für den Weg Df je eine Vorsatzschale vor der Senderaumflanke F und der empfangsseitigen Trennwandoberfläche d angeordnet. Die Beplankung war stets zweilagig 12,5 kg/m<sup>2</sup>. Vermessen wurden die Konstruktionen „durchlaufend“, „geschlitzt“ und „geschlitzt mit Modifikation“. Exemplarisch ist das typische Ergebnis für den unmodifizierten geschlitzten Aufbau in Abbildung 5 dargestellt.

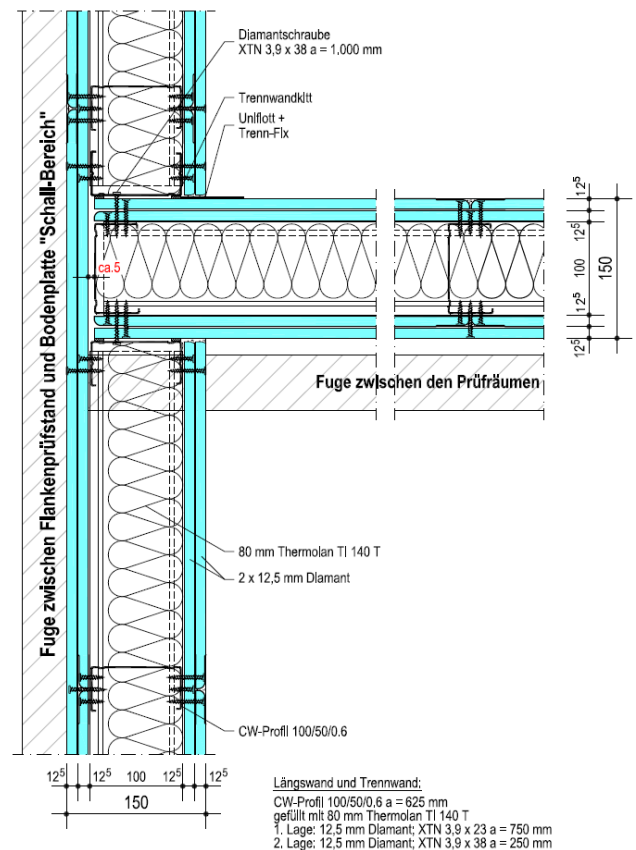
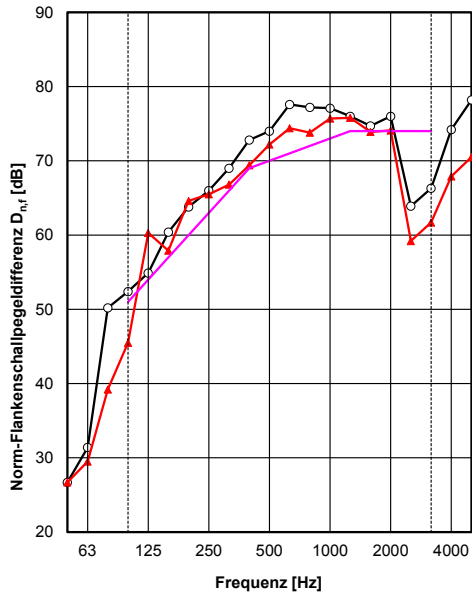


Abbildung 4 Der Aufbau „einbindend“ wurde mit Plattengewichten 12,5 kg/m<sup>2</sup> (hier dargestellt) und 17,5 kg/m<sup>2</sup> (Typ „Silentboard“) realisiert. Zeichnung Nr. 50.

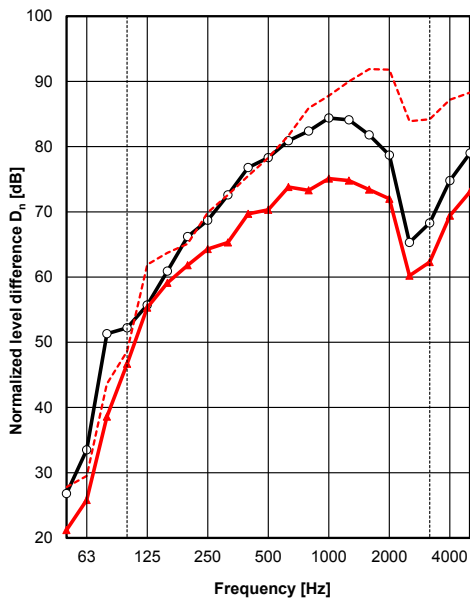
Die Dämmungen auf den Übertragungswegen liegen dicht beieinander. Im dargestellten Fall ist die Übertragung auf dem Weg Df mit Ausnahme von zwei Terzbändern größer als auf dem Weg Ff. Die zugehörigen bewerteten Dämmmaße sind (Ff/Df) 73,0 dB/69,8 dB (geschlitzt), 73,9 dB/72,4 dB (geschlitzt modif.) und 54,8 dB/62,8 dB (durchgehend). Im letzten Fall tritt die von DIN 4109 angenommene Vernachlässigbarkeit von Df für die Einzahl-

angaben mit 8 dB Differenz tatsächlich annähernd ein. Sie resultiert aus den Ergebnissen der Terzbänder 2000 Hz bis 3150 Hz. Der Koinzidenzeinbruch auf dem Weg Ff ist besonders tief.



**Abbildung 5** Schwarz: Weg Ff.  $D_{n,Ff,w} = 73,0$  dB. Rot: Weg Df.  $D_{n,Df,w} = 69,8$  dB. Magenta: Bezugskurve 70 dB. Aufbau  $2 \times 12,5$  kg/m<sup>2</sup> geschlitzt ohne Modifikation.

### Abhängigkeit von der Trennwand

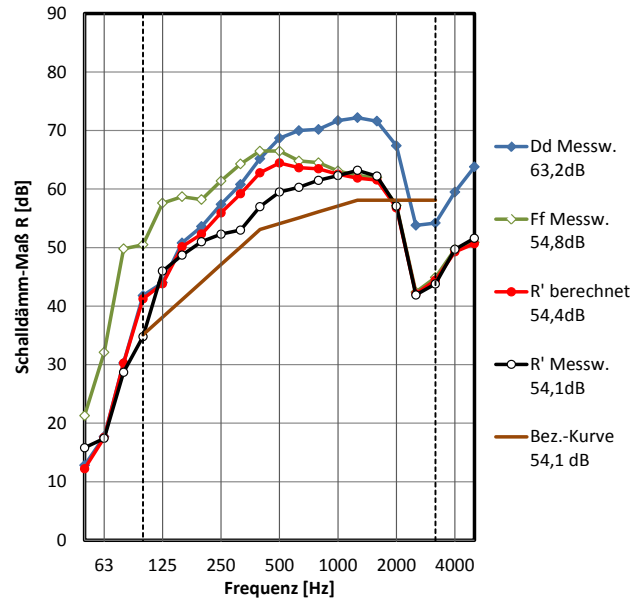


**Abbildung 6** Übertragung auf dem Wegen Ff und Fd (Vorsatzschale vor D) mit **Trennwand in gleicher Bauweise wie flankierende Wand** (rot,  $D_{n,f,w} = 69,8$  dB) und mit Trennwand mit doppeltm Beplankungsgewicht und Schallschutzprofilen (schwarz,  $D_{n,f,w} = 74,8$  dB). Rot gestrichelt: untere Grenze für die Durchgangsdämmung von Trennwand mit Vorsatzschale. Aufbau  $2 \times 12,5$  kg/m<sup>2</sup> geschlitzt ohne Modifikation.

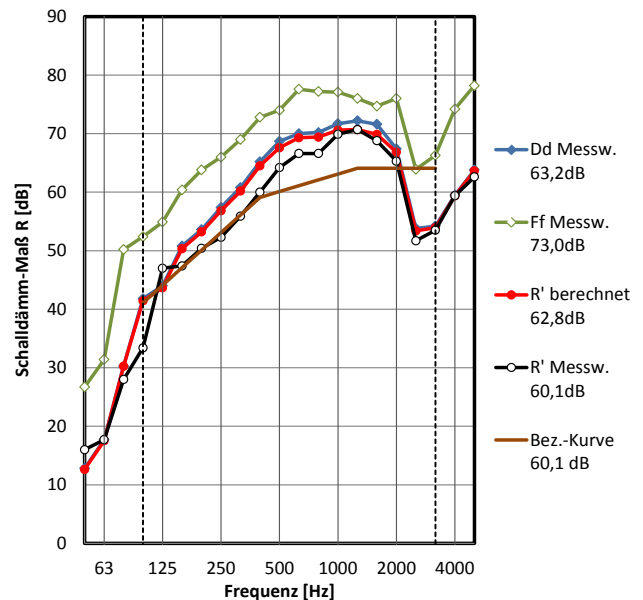
Abbildung 6 zeigt zwei sich deutlich unterscheidende Kurven der Dämmung zu der Weg-Kombination Ff und Fd. Die zugehörigen Prüfbjekte hatten dieselbe Längswand

aber unterschiedliche Trennwände. Näheres s. Abschnitt „untersuchte Stoßstellen“ und in der Bildbeschreibung.

### Vergleich von Messung und Berechnung



**Abbildung 7** Aufbau  $2 \times 12,5$  kg/m<sup>2</sup> durchgehend. Die Abweichungen der Berechnung unter Vernachlässigung der Wege Fd und Df (rot) vom Messwert (schwarz) liegen oberhalb der Bewertungskurve (braun) und wirken sich daher nicht auf die Einzahlangabe aus.



**Abbildung 8** Bei allen Aufbauten mit Trennung der Innenbeplankung sind die Fehler zwar frequenzabhängig nicht größer als mit durchgehender Innenbeplankung, wirken sich im Gegensatz zu diesen aber mit rund 3 dB auf das bewertete Schalldämm-Maß aus. Beispiel hier: Aufbau  $2 \times 12,5$  kg/m<sup>2</sup> geschlitzt.

Im Zustand ohne jegliche Vorsatzschale geprüft ergibt sich ein Messwert für die energetische Summe der Übertragung auf allen Wegen. Er wird hier mit R' bezeichnet, auch wenn nur eine der üblicherweise 4 am Bau vorhandenen flankierenden Bauteile darin eingeht. Dieser Messwert wird nun verglichen mit Berechnungen nach DIN 4109 [3], d.h.

Direktdurchgang  $D_d$  energetisch aufsummiert mit dem Flankenweg  $F_f$  nach Gleichung (16) der Norm. Zwei typische frequenzabhängige Ergebnisse sind in Abbildung 7 und Abbildung 8 herausgegriffen und kommentiert. Die zugehörigen Einzahlangaben liegen immer über dem Messwert, d.h. der Schallschutz wird durch die Berechnung überschätzt. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle 2 in der Spalte „nur  $F_f$ “ gelistet. Sie streuen um 3 dB bei den Stoßstellen mit nicht durchlaufender Innenbeplankung (2,7 dB bis 4,2 dB). Mit 1,4 dB und 0,1 dB ist bei den durchgehenden Varianten die Überschätzung geringer bzw. verschwindet ganz. Die Werte in der nächsten Spalte der Tabelle 2 erhält man durch Hinzunehmen des Übertragungsweges  $F_d$  oder des Weges  $D_f$ . Dies geht einher mit einer prüftechnischen Vereinfachung: Statt den zwei Vorsatzschalen beiderseits der Trennwand wird nur noch eine aufgebaut. Die Überschätzung verringert sich dadurch jedoch nur um ca. 1/5. Baut man nun weitere Vorsatzschalen auf um alle Wege zu isolieren, kommt man zu den Ergebnissen in der letzten Spalte der Tabelle. Dieser hohe Aufwand wurde bis zum aktuellen Zeitpunkt nur für den Aufbau  $2 \times 12,5 \text{ kg/m}^2$  geschlitzt und dessen Modifikation getrieben. Auch hier verbleibt eine Überschätzung von 1,4 dB. Der geringste prüftechnische Aufwand ist mit der Messung ohne Vorsatzschalen verbunden.

**Tabelle 2** Differenz berechneter Wert minus Messwert bei Berechnung nur mit  $F_f$ , mit  $F_f$  und zusätzlich  $F_d$  oder  $D_f$  sowie mit allen Wegen ( $F_f$ ,  $D_f$  und  $F_d$ ).

Aufbau	Messwert $R'_w$	Überschätzung durch Rechnung		
		nur $F_f$	zus. $F_d$ oder $D_f$	alle Wege
1x12,5kg/m <sup>2</sup> durchgehend	48,1 dB	1,4 dB	-	-
2x12,5kg/m <sup>2</sup> durchgehend	54,1 dB	0,1 dB	0,3 dB (Df)	-
2x12,5kg/m <sup>2</sup> geschlitzt	60,1 dB	2,7 dB	2,2 dB (Fd)	1,5 dB
2x17,5kg/m <sup>2</sup> geschlitzt	65,7 dB	3,1 dB	-	-
2x12,5kg/m <sup>2</sup> geschl. mod.	60,3 dB	2,5 dB	1,9 dB (Fd)	1,4 dB
2x12,5kg/m <sup>2</sup> unterbrochen	59,7 dB	3,3 dB	2,8 dB (Fd)	-
2x12,5kg/m <sup>2</sup> einbindend	59,8 dB	3,2 dB	-	-
2x17,5kg/m <sup>2</sup> einbindend	65,2 dB	4,2 dB	-	-

Tabelle 2 bezieht sich auf die Rechnung mit den Einzahlangaben, also das DIN 4109 [3] zugrundeliegende vereinfachte Modell der EN12354 [1]. Die Differenz zwischen den vereinfacht und detailliert (frequenzabhängig) gerechneten Ergebnissen ist jedoch gering. Sie beträgt nie mehr als 0,2 dB und meist 0 dB.

### Zusammenfassung und Diskussion

Nur für die Ausführung mit durchgehender Innenbeplankung (Abbildung 1) und nur für die Einzahlangabe  $D_{n,f,w}$  wurde die Annahme aus DIN 4109 [3],  $F_f$  sei der dominierende

Übertragungsweg, bestätigt. Frequenzabhängig ist dagegen der Weg  $D_f$  in keinem der 3 vorliegenden Fälle vernachlässigbar gegenüber  $F_f$ . Für die geschlitzte Ausführung ist das auch betreffs der Einzahlangabe  $R_{Ff,w}$  so. Die geschlitzte Ausführung ist von Bedeutung, weil sie hohen Schallschutz mit vergleichsweise geringem konstruktivem Aufwand verbindet.

Ausschließlich durch Änderung an der Trennwand wurde eine Änderung der Flankenübertragung  $D_{n,f,w}$  um 5 dB bewirkt. Die freie Kombination von Längsdämm-Maßen mit beliebigen Trennwänden ist damit in Frage gestellt. Mit steigender Trennwandqualität hat sich trotz unveränderter Flanke die Längsdämmung verbessert.

Für acht Fälle wurde Berechnung und Messwert verglichen. Die Berechnungen überschätzen die tatsächliche Dämmung. Abgesehen von den Konstruktionen mit durchgehender Innenbeplankung beträgt der Fehler etwa 3 dB nach dem DIN 4109-Ansatz. Er wird nur wenig kleiner, wenn ein weiterer Weg eingeschlossen wird. Selbst die aufwändige Analyse aller Wege konnte in den zwei ausgeführten Fällen die Überschätzung auch nur auf eineinhalb dB verringern.

Ein Vorschlag zur Lösung der Diskrepanzen ist, die Dämmung der Gesamtsituation ohne Vorsatzschalen zu messen. Der Prüfaufbau vereinfacht sich dadurch. Alle Fragen der Ausführung und ungewollter Einflüsse von Vorsatzschalen entfallen mit dieser Lösung. Die Vorteile günstiger Kombinationen von Trennwand und Flanke können entwickelt und in Ansatz gebracht werden. Kompatibilität mit DIN 4109 kann durch eine effektive Längsdämmung  $R_{L,eff} = R' - R_{Dd}$  erreicht werden.

Die bisherigen Untersuchungen mit Platten hoher Dichte werden mit Standard Gipsplatten  $8,5 \text{ kg/m}^2$  fortgesetzt.

### Literatur

- [1] DIN EN 12354-1:2000: Bauakustik Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften Teil 1:Luftschalldämmung zwischen Räumen; Deutsche Fassung EN 12354-1:2000
- [2] DIN EN ISO 10848-1:2006: Akustik – Messung der Flankenübertragung von Luftschall und Trittschall zwischen benachbarten Räumen in Prüfständen – Teil 1: Rahmendokument (ISO 10848-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 10848-1:2006
- [3] E DIN 4109-2:2013-11: Entwurf Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen
- [4] Hengst, K.; Seidel, J.: Schall-Längsdämmung von Metallständerwänden. Tagungsband DAGA2014 40. Jahrestagung für Akustik. 10.-13. März 2014 in Oldenburg
- [5] Seidel, J.; Hengst, K.: The Influence of the Design of Metal Stud Wall Junctions on the Flanking Transmission. Proceedings of Forum Acusticum 2014 Krakow