

Einfluss der Stoßstelle auf die Schall-Längsdämmung von Gipskarton-Metallständerwänden

Moritz Späh, Lutz Weber

Fraunhofer Institut für Bauphysik, 70569 Stuttgart

E-Mail: moritz.späh@ibp.fraunhofer.de

Einleitung

In der neuen E DIN 4109:2013 [1], wie auch in der zur Zeit noch geltenden DIN 4109:1989 [2] wird die Schall-Längsdämmung von Gipskarton-Ständerwänden durch die bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ angegeben. Dabei wird davon ausgegangen, dass im Wesentlichen nur die in EN 12354 [3] als Ff-Weg bezeichneten Übertragungswege über die Flankenbauteile die Flankendämmung bestimmen. Die gemischten Wege über das Trennbauteil, Df und Fd, werden vernachlässigt. Im Zuge der Überarbeitung von DIN 4109 wurden für den Bauteilkatalog im Jahr 2012 von der PTB Messungen der Schall-Längsdämmung an bauüblichen Gipskarton-Ständerwänden im Flankenprüfstand des IBP beauftragt [4]. Bei diesen Messungen wurden zum Teil erhebliche Abweichungen zu den in DIN 4109:1989 enthaltenen Werten gefunden. Daher wurden nun im Rahmen eines Forschungsprojekts mit Unterstützung der Firma Knauf Gips KG ergänzende Untersuchungen durchgeführt, um Hinweise auf die Ursachen dieser Abweichungen zu erhalten, weitere Werte für den Bauteilkatalog bereitzustellen und die Übertragungsmechanismen für die Schall-Längsleitung bei verschiedenen Stoßausbildungen zu ergründen. Ein weiteres Ziel des Vorhabens war es, ein einfaches Prognoseverfahren für die Norm-Flankenpegeldifferenz zu entwickeln [5].

Messungen – Längswand mit durchlaufender Innenschale

Die Messungen wurden im Diagonalprüfstand P3 des IBP vorgenommen, siehe Abbildung 1. Anders als bei früheren Messungen wurde die zu untersuchende Stoßstelle aus einer flankierenden Wand und einer vollständigen Querwand erstellt, wobei die Querwand durch beidseitig aufgebaute Vorsatzschalen als hochschalldämmende Trennwand (HST) ausgeführt wurde (bei den bereits erwähnten Messungen im Auftrag der PTB bestand die Querwand lediglich aus einem 30 cm langen Stummel). Auf der anderen Seite der flankierenden Wand wurde eine weitere Gipskarton-Ständerwand aufgebaut, so dass vier Räume im Prüfstand für Messungen zur Verfügung standen. Neben der Stoßgeometrie wurde auch der Anschluss der Trennwand zwischen Raum 2 und 3 variiert, so dass der Stoß sowohl als Kreuzstoß (im Folgenden kurz als X-Stoß bezeichnet) als auch als T-Stoß (Trennwand mit abgedichteter Fuge angeschlossen) untersucht werden konnte. Der Prüfstand mit 4 Räumen ermöglichte neben der Norm-Flankenpegeldifferenz auch die Messung der Direkt-dämmung der flankierenden Wand und die Messung der Diagonal-Flankenpegeldifferenz. Weiterhin wurden Körperschallmessungen durchgeführt, um die Übertragungs-

mechanismen der Flankenübertragung und die Schall-abstrahlung zu untersuchen.

Als flankierende Wand wurde eine Standardwand CW 100 mit beidseitig einfacher GKB-Bepunktung mit $m' = 8,7 \text{ kg/m}^2$ und Mineralwollefüllung aufgebaut. Die beiden Trennwände waren wie die Längswand aufgebaut. Durch Körperschallmessungen wurde sichergestellt, dass die Schallübertragung für $D_{n,f}$ ausschließlich über die flankierende Wand erfolgte.

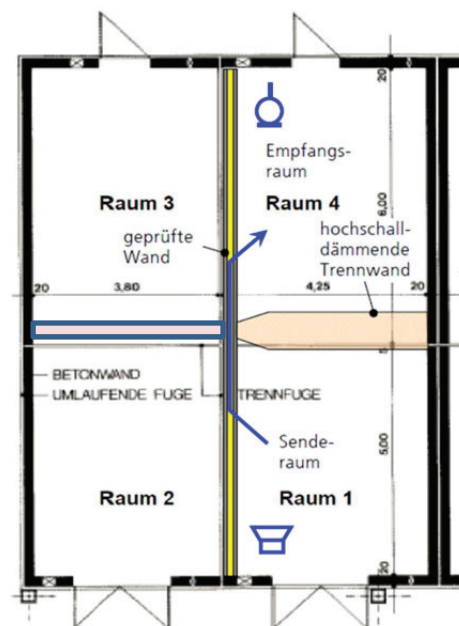


Abbildung 1: Horizontalschnitt des Diagonalprüfstands mit hochschalldämmender Trennwand und zu prüfender flankierender Wand. Messung von $D_{n,f}$ zwischen Raum 1 (Senderraum) und Raum 4 (Empfangsraum).

Die erste Variante des Stoßes war die flankierende Wand mit durchlaufender Innenschale. Dabei wurde die Trennwand (HST) mit dem von Knauf in ihren Ausführungshinweisen beschriebenen Anschluss ausgeführt (Knauf-Anschluss). Dabei wird das Wandprofil rückseitig mit Dichtungsmaterial und einem überstehenden Papierstreifen belegt und an die Trennwand angeschraubt (Schraubenabstand 1000 mm). Die Gipskartonplatten werden mit dem Ständer verschraubt (Schraubenabstand 250 mm) und im Stoßbereich zur flankierenden Wand verspachtelt. Allerdings wird die Spachtelung auf den Papierstreifen aufgebracht, so dass es keinen festen Verbund der Spachtelung mit der flankierenden Wand gibt.

Die Trennwand gegenüber der HST (Trennwand zwischen den Räumen 2 und 3, im Folgenden kurz als Trennwand 2/3 bezeichnet) wurde in gleicher Weise an die flankierende Wand angeschlossen (X-Stoß) und in einer weiteren

Variante ohne mechanischen Anschluss mit einer Fuge von 5 mm, die beidseitig mit Kreppband abgeklebt wurde, an die flankierende Wand angeschlossen (T-Stoß). Zusätzlich wurden Variantenmessungen am Aufbau mit X-Stoß durchgeführt, bei denen die Kante an der Anschlussstelle zusätzlich mit Acryl und Silikon abgeklebt wurde. Der Vergleich der Messungen ist in Abbildung 2 dargestellt.

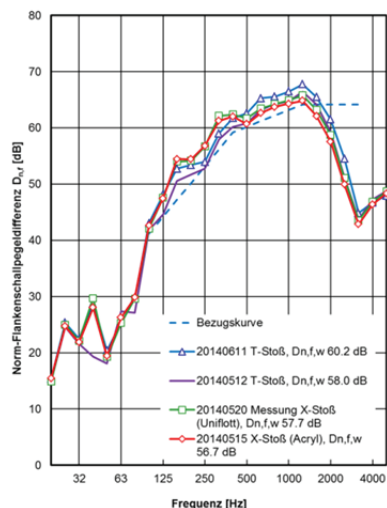


Abbildung 2: Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f}$ für verschiedene Stoßausführungen für die flankierende CW 100 Wand mit durchlaufender Innenschale.

Ein Vergleich der neuen Messungen mit den 2012 durchgeführten Messungen des PTB-Projekts zeigt einen recht ähnlichen Verlauf von $D_{n,f}$, allerdings auch gewisse Unterschiede im Bereich des Koinzidenzeinbruchs bei 3150 Hz, die zu einem $D_{n,f,w}$ von ca. 58 dB (siehe Abbildung 2) bei den neuen Messungen, im Vergleich zu $D_{n,f,w}$ von 55 dB bei den PTB-Messungen führte. Die Messergebnisse in Abbildung 2 zeigen, dass die verschiedenen Stoßausbildungen (X- oder T-Stoß) bei durchlaufender Innenschale keinen wesentlichen Einfluss haben. Der Vergleich zur Bewertungskurve zeigt, dass für $D_{n,f,w}$ fast ausschließlich der Einbruch bei der Koinzidenz-Grenzfrequenz (zwischen 1600 und 3150 Hz) die Einzahlbewertung bestimmt.

Messungen – Längswand mit unterbrochener Innenschale

Eine weitere Variante umfasste dieselbe Wand, bei der im Stoßbereich die Innenschale komplett unterbrochen war. Dabei wurden die Gipskartonplatten der flankierenden Wand mit der Beplankung der Trennwand (HST) mittels L-Profilen miteinander verbunden. Auch für diese Wand wurden die beiden Stoßkonstruktionen X- und T-Stoß durch Variation des Anschlusses der Trennwand 2/3 untersucht. Die Messergebnisse sind in Abbildung 3 dargestellt.

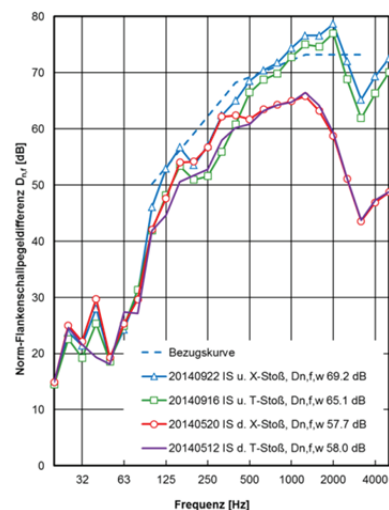


Abbildung 3: Norm-Flankenpegeldifferenz der Wand mit Innenschale unterbrochen (IS u.) und Innenschale durchlaufend (IS d.) und verschiedener Stoßausbildung (X- und T-Stoß).

Bei der Wand mit unterbrochener Innenschale ergibt sich ein deutlich höheres $D_{n,f}$ für die Frequenzen ab ca. 500 Hz aufwärts. Bis 500 Hz sind die Messkurven allerdings recht ähnlich, wobei zwischen 100 und 400 Hz bei beiden Wänden für den X-Stoß etwas höhere Werte als für den T-Stoß auftreten. In diesem Frequenzbereich hat die unterbrochene Innenschale keinen wesentlichen Einfluss. Weiterhin auffallend ist, dass oberhalb 500 Hz für die durchlaufende Innenschale der Wandanschluss der Trennwand 2/3 keinen Einfluss hat. Hier erfolgt die wesentliche Schallübertragung über die Innenschale. Für die unterbrochene Innenschale erfolgt dagegen die wesentliche Übertragung über die Außenschale, daher auch der Einfluss von X- und T-Stoß auf die Messkurven.

Messungen – Längswand mit getrennten Ständern

Eine weitere Variation dieser Wandkonstruktion wurde vorgenommen, um den Einfluss der Ständer innerhalb der flankierenden Wand zu untersuchen. Dazu wurde die flankierende Wand mit zwei getrennten Ständern aufgebaut. Als Ständer wurden 2 x CW 50 Profile verwendet, die mit einem Abstand von 5 mm aufgebaut wurden. Damit hatte die neue Wand einen Wandhohlraum von 105 mm, im Vergleich zu der vorigen Wand mit 100 mm. Wie zuvor war auch diese Wand mit Mineralwolle gefüllt. Die beiden Trennwände wurden dagegen nicht verändert. Auch bei der Wand mit Doppelständern wurde die durchlaufende Innenschale, die unterbrochene Innenschale und die Stoßanbindung der Trennwand 2/3 als T- und X-Stoß untersucht. Der Wandanschluss der HST war vergleichbar wie bei der Wand mit Einzelständern. Der Vergleich des $D_{n,f}$ für beide Wandtypen ist in Abbildung 4 dargestellt.

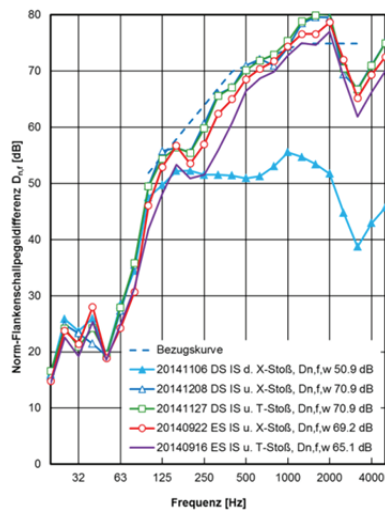


Abbildung 4: Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f}$ für Wand mit Doppelständer (DS) und Einzelständer (ES) und verschiedene Stoßausführungen: flankierende Wand mit durchlaufender Innenschale (IS d.) bzw. unterbrochener Innenschale (IS d.).

Die Messergebnisse in Abbildung 4 zeigen für die Doppelständerwand (DS) mit durchlaufender Innenschale eine geringe Flankenpegeldifferenz, die noch unter dieser für die Einfachständerwand (ES) liegt (siehe Abbildung 3). Bis ca. 160 Hz ist der Anstieg vergleichbar, darüber ergibt sich ein Plateau und wie bei den anderen Messungen bei der Koinzidenz ein Einbruch von $D_{n,f}$. Damit erreicht $D_{n,f,w}$ einen Wert von 50,9 dB. Auch hier erfolgt die Schallübertragung über die Innenschale und es wird angenommen, dass durch die schlankeren Ständer (CW 50) im Bereich des Stoßes eine geringere Stoßstellenwirkung auftritt als bei der flankierenden Wand mit Einfachständern.

Für die Doppelständerwand mit unterbrochener Innenschale ergibt sich dagegen eine etwas höhere Norm-Flankenpegeldifferenz im Vergleich zur Einfachständerwand. Hier erfolgt die Schallübertragung über die Außenschale, und die höhere Direktdämmung der Wand durch die getrennten Doppelständer (und zusätzlich den etwas größeren Wandzwischenraum) ergibt ein höheres $D_{n,f}$. Weiterhin fällt auf, dass der Unterschied zwischen T- und X-Stoß für die unterbrochene Innenschale gering ist. Es wird vermutet, dass bei der Schallübertragung ein oder mehrere weitere Übertragungswege vorhanden sind, die die Flankenpegeldifferenz begrenzen, so dass ein Unterschied von T- und X-Stoß bei dieser hohen Längsdämmung von $D_{n,f,w} = 70,9$ dB nicht mehr zum Tragen kommt.

Berechnungsmodell

Durch die im Projekt durchgeführten Messungen (Messung der Norm-Flankenpegeldifferenz, der Direktdämmung der flankierenden Wand, der Flankenpegeldifferenz für die diagonale Übertragung, Körperschallmessungen auf Pfaden in Sende- und Empfangsräumen sowie die Messung des Abstrahlgrads) war es möglich, ein empirisches Berechnungsmodell für die Flankenübertragung bei den verschiedenen Stoßstellenausführungen aufzustellen. Das Berechnungsmodell bezieht sich auf die Berechnung der bewerteten Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$. Die

Berechnung mit Einzahlangaben ist deshalb möglich, weil bei dem Verfahren zur Bestimmung von $D_{n,f,w}$ mittels einer Bezugskurve nach DIN EN ISO 717 [6] nur der hohe Frequenzbereich, wo der Einfluss der Koinzidenz zum Tragen kommt, die Bewertung bestimmt. Eine Ausweitung des Berechnungsmodells auf die Spektrum-Anpassungswerte könnte deshalb etwas schwieriger werden, war aber in diesem Vorhaben nicht vorgesehen.

Im Wesentlichen ist das Berechnungsmodell auf der Vorgehensweise der EN 12354-1 [3] aufgebaut. Im Modell werden 3 wesentliche Übertragungswege angenommen: die Schallübertragung über die Außenschale, die Schallübertragung über weitere Wege, die die hohe Norm-Flankenpegeldifferenzen begrenzen (z. B. Luftschallübertragung im Wandhohlraum) und die Schallübertragung über die Innenschale. Die die Flankenpegeldifferenz begrenzenden Wege konnten mit den vorhandenen Methoden nicht detailliert untersucht werden, daher wurde die Schallübertragung über diese Wege ausgehend von den Messergebnissen abgeschätzt.

Die Schallübertragung entlang von Weg 1 über die Außenschale beinhaltet die Direktdämmung der flankierenden Wand im Senderraum, die Stoßstellendämmung der Außenschale mit der Trennwand 2/3 und die Schallübertragung zwischen den Wandschalen im Empfangsraum. Ein weiterer Faktor musste für die abstrahlende Fläche im Empfangsraum berücksichtigt werden, denn die Wand im Empfangsraum weist eine erhebliche Ausbreitungsdämpfung auf. Daher ist auf der Wand im Empfangsraum kein diffuses Körperschallfeld vorhanden, sondern die Schnellepegel sind an der Stoßstelle am höchsten und nehmen von dort aus deutlich ab. Daher ist die abstrahlende Fläche der Wand deutlich kleiner als die Fläche der gesamten flankierenden Wand im Empfangsraum.

Für den Übertragungsweg über die Innenschale erfolgt die Berechnung durch die Anregung der Innenschale (ermittelt aus Messwerten), die Stoßstellendämmung der Innenschale mit der Trennwand (HST) dem Abstrahlmaß sowie wiederum dem Faktor, der die Ausbreitungsdämpfung und die damit zusammenhängende geringere abstrahlende Fläche berücksichtigt.

Da die Messungen im Forschungsvorhaben auch die diagonale Schallübertragung umfassten, konnte auch für diese Übertragung das Modell entsprechend aufgestellt werden. Die Eingangsdaten wurden wenn möglich direkt gemessen bzw. aus Messwerten abgeleitet. Dabei wurde nur der Frequenzbereich nahe der Koinzidenz-Grenzfrequenz (1600 bis 3150 Hz) berücksichtigt, da dieser für die Ermittlung der bewerteten Norm-Schallpegeldifferenz ausschlaggebend ist. Für diesen Frequenzbereich wurden gemittelte Werte für die einzelnen Faktoren angenommen.

Zusätzlich zu den Messungen im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden von Knauf Messwerte aus einem anderen Prüfstand zur Verfügung gestellt, um mit dem vorhandenen Modell weitere Konstruktionen nachzurechnen. Es handelte sich dabei um Einfachständerwände mit CW 100 Profil, beidseitig doppelt

beplankt mit Knauf Diamant- bzw. mit Silentboard-Platten. Für die flankierende Wand mit Diamant-Platten lag eine Messung mit durchlaufender Innenschale vor, für beide Wände waren Messwerte mit geschlitzter bzw. unterbrochener Innenschale verfügbar. Der Vergleich der berechneten mit den gemessenen Werten ist für die Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben und von Knauf in Abbildung 5 dargestellt.

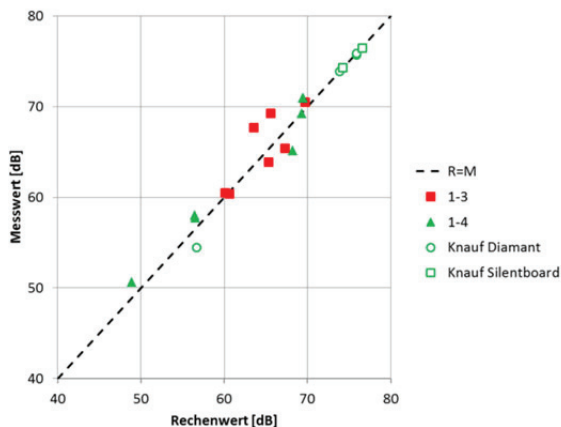


Abbildung 5: Vergleich der für $D_{n,f,w}$ berechneten mit den gemessenen Werten. Betrachtet wurde die Schallübertragung zwischen den Räumen 1 und 4 bzw. 1 und 3 (diagonale Situation). Neben den Messergebnissen aus dem Forschungsvorhaben sind weiterhin Werte für zwei Wandkonstruktionen, die im Prüfstand der Knauf Gips KG untersucht wurden, eingezeichnet.

Der Vergleich der berechneten Werte mit den Messungen in Abbildung 5 zeigt, dass das Berechnungsmodell zu einer guten Übereinstimmung mit den Messwerten führt. Dies ist nicht nur für die Messungen aus dem Forschungsprojekt der Fall, sondern auch für die Messungen von Knauf.

Die Eingangsdaten des Berechnungsmodells wurden empirisch aus den Untersuchungen des Forschungsprojekts ermittelt und sollten durch weitere Untersuchungen verifiziert werden. Der Vergleich in Abbildung 5 zeigt aber, dass das Berechnungsmodell prinzipiell funktioniert und dass es einen guten Ansatz bietet, verschiedene Varianten der Stoßausbildung zu berechnen. Mit abgesicherten Eingangsdaten erscheint es damit möglich, Messungen im Labor einzusparen und die Längsdämmung stattdessen zu berechnen. Damit ergibt sich ein großes Einsparpotential bei den experimentellen Untersuchungen für verschiedene Wandkonstruktionen.

Weiterhin sollte erwähnt werden, dass das vorgeschlagene Berechnungsmodell auf weitere Übertragungswege, wie z.B. die Wege D_f bzw. F_d (d.h. die Übertragungswege, die zur Zeit in DIN 4109 vernachlässigt werden, aber bei bestimmten Stoßstellenvarianten - z.B. mit nicht durchlaufender Innenschale - einen Einfluss auf die Flanken-Schallpegeldifferenz haben können) erweiterbar ist. Siehe hierzu die Untersuchungsergebnisse von J. Seidel [7].

Zusammenfassung

Die Untersuchungen an flankierenden Metallständerwänden haben ergeben, dass es gewisse Unterschiede zu den von der PTB im Jahr 2012 beauftragten Messungen gab, die zum

Teil möglicherweise auf die Verwendung eines Wandstummels im damaligen Wandaufbau zurückzuführen sind. Die Untersuchungen haben für eine Standard-Wandkonstruktion mit durchlaufender Innenschale die in der neuen DIN 4109 niedergelegten Werte bestätigt. Für die unterbrochene Innenschale und für die flankierende Wand mit Doppelständern wurden neue Werte generiert, die in die neue DIN 4109 Eingang finden können. Ein wesentlicher Teil des Vorhabens war die Analyse der Schallübertragung der verschiedenen Stoßsituationen, die zu einem Berechnungsmodell für die bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ führte. Dieses Berechnungsmodell mit im Vorhaben ermittelten empirischen Eingangsgrößen ergab nicht nur für die im Vorhaben durchgeführten Messungen eine gute Übereinstimmung, sondern auch für die von der Knauf Gips KG zusätzlich bereitgestellten Messwerte an unterschiedlichen Wandaufbauten. Damit scheint das Modell geeignet, nach weiterer Validierung der Eingangsgrößen zuverlässige Berechnungsergebnisse zu liefern.

Danksagung

Wir bedanken uns bei der Firma Knauf Gips KG für den Aufbau der Wände und den fachlichen Austausch sowie beim BBSR für die finanzielle Unterstützung des Vorhabens.

Literatur

- [1] E DIN 4109: Schallschutz im Hochbau – Teil 33: Eingangsdaten für die rechnerische Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau, flankierende Bauteile. 04.11.2013. NA 005 Normenausschuss Bauwesen (NA Bau), DIN.
- [2] DIN 4109:1989, Beiblatt 1: Schallschutz im Hochbau - Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren. Beuth Verlag, Berlin.
- [3] EN 12354-1:2000 Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften. Beuth Verlag, Berlin.
- [4] Bietz, H., Wittstock, V., Scholl, W.: „Aktualisierung des bauaufsichtlich eingeführten Bauteilkatalogs der DIN 4109, Teil Skelettbau“, PTB Bericht, 27.11.2012, Braunschweig.
- [5] Späh, M., Weber, L.: Schall-Längsdämmung von Gipskarton-Ständerwänden. IBP Forschungsbericht B-BA 2/2015 zum Vorhaben SWD-10.08.18.7 – 13.44 des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (April 2015).
- [6] DIN EN ISO 717-1 (2006): Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung. Beuth Verlag, Berlin 2006.
- [7] Seidel, J.: Schalllängsdämmung von Metallständerwänden. Laborprüfverfahren und Prognose. Fortschritte der Akustik DAGA 2015, Nürnberg.