

# Bauteilsammlung zur Längsschalldämmung von Vorhangfassaden

Bernd Saß

*Ift Rosenheim GmbH, 83026 Rosenheim, E-Mail:sass@ift-rosenheim.de*

## Einleitung

In der bauakustischen Planung von Gebäuden werden Angaben zur Luft- und Längsschalldämmung von Bauteilen benötigt. Für die Bauteilgruppe „Vorhangfassaden“ lassen sich solche Angaben derzeit nur anhand von Messungen im Labor oder aus Untersuchungen am Bau nachweisen. Eine Möglichkeit zur Planung und Nachweisführung über ein Tabellenverfahren existiert nicht.

Um hier eine belastbare Planungsgrundlage zu schaffen wurde am ift Rosenheim, Labor Bauakustik, ein Forschungsprojekt durchgeführt, bei dem bestehende Messdaten analysiert und ergänzende Labormessungen durchgeführt wurden, um Planungstabellen zu erstellen. Ziel des Projektes ist es, diese Tabellen in die Bauteilkataloge der DIN 4109 und der Produktnorm für Vorhangfassaden EN 13830 zu integrieren. Dieser Beitrag stellt die Arbeiten und Ergebnisse zur Thematik der Längsschalldämmung von Vorhangfassaden vor.

In einem weiteren Vortrag werden aus dem gleichen Projekt Analysen und Tabellenvorschläge zur Luftschalldämmung von Vorhangfassaden vorgestellt.

## Vorgehensweise

Das Projekt gliedert sich in zwei Projektschritte. In einem ersten Schritt wurden vorhandene Messungen der Längsschalldämmung von Vorhangfassaden analysiert. In einem zweiten Schritt wurden anschließend gezielte Messungen von Musterfassaden durchgeführt zur Vervollständigung der Analysen.

Für die Analyse in Schritt 1 wurde eine Datenbank aus Messdaten des ift Labor Bauakustik und weiteren nationalen Prüflaboratorien aufgestellt. Die Datenbank enthält insgesamt 1395 Messungen aus 116 Prüfvorgängen. Dokumentiert sind Prüfungen von 245 Fassadenelementen. Der mit 93 Vorgängen überwiegende Anteil an Rahmenmaterial waren Aluminiumkonstruktionen, 12 Vorgänge mit Stahlfassaden und 9 Vorgänge mit Holzfassaden. In der Datensammlung sind viele Diagnosemessungen enthalten, das sind Messungen mit zum Teil umfangreichen projektbezogenen Verbesserungsmaßnahmen. Auch enthalten sind Messungen an Sonderkonstruktionen, die nur bedingt in die Produktbeschreibung von Pfosten-Riegelfassaden oder Elementfassaden fallen.

Nach Ausschluss von diesen - für die weitere Auswertung ungeeigneten - Messungen blieben für die Analyse 1092 einzelne Messungen. Dokumentiert sind Elemente aus den Rahmenmaterialien Aluminium, Holz, Holz-Metall und Stahl, wobei keine Ergebnisse für Elementfassaden aus Stahlprofilen vorlagen.

Zur Analyse wurden Filterkriterien festgelegt, anhand derer die Datenanalyse durchgeführt wurde; u.a. zu folgenden Einflussgrößen:

- Schallübertragungsweg (Flankenschalldämmung horizontal von Raum zu Raum und vertikal von Geschoß zu Geschoß)
- Bauweisen der Fassaden (z.B. Pfosten-Riegelfassade, Elementfassade)
- Rahmenmaterial (Metall, Holz und Kombinationen)
- Aufteilung sowie Größe der Füllungen
- Art der Füllungen (Isolierglas, opake Ausfachungen etc.)
- Konstruktionsdetails, z.B. Raster, Abmessung der Profile,
- Anschlussdetails an das trennende Bauteil (Wand / Decke)
- Ausführung von Fassadendetails im Anschlussbereich
- gemeinsame Kantenlänge

Im Zuge der Datenerfassung war es erforderlich jeder dokumentierten Füllung ein bewertetes Schalldämm-Maß der raumseitigen Schale zuzuordnen. Die Angabe der Schalldämmung der raumseitigen Füllung ist den erfassten Prüfberichten nicht direkt zu entnehmen; in der Regel ist die raumseitige Füllung in den Berichten aber benannt. Um eine Festlegung zu treffen wurden auf Basis des Messdatenarchives des ift Labor Bauakustik und Tabellierten Daten in der Norm DIN EN 12758 typisierte Schalldämm-Maße von gängigen Füllungen erstellt und statistisch ausgewertet.

Zur Auswertung wurden dann Filterungen nach den unterschiedlichsten Konstruktionsmerkmalen durchgeführt. Die bei den Analysen ermittelten Standardabweichungen wurden für die betrachteten Bauteilgruppen aus allen Filterungen heraus gemittelt, bezogen auf die Messungen ohne weitere Korrektur und einmal bezogen auf die Bezugskantenlänge  $l_0$  (2,8 m bei horizontaler Schallübertragung und 4,5 m bei vertikaler Schallübertragung, entsprechen den Vorgaben in DIN 4109).

Für eine auf Statistik basierte Aussage ist prinzipiell eine möglichst geringe Standardabweichung von weniger als 2 dB, im besten Fall um etwa 1 dB erforderlich; die Filterungen wurden auch dahingehend analysiert, zu welchen Merkmalen sich möglichst geringe Standardabweichungen ergeben. Dieses Ziel der geringen Standardabweichung ließ sich nicht in jedem Fall einhalten, die Tabellen enthalten hier entsprechende Abschlüsse.

Da die Datenbasis für die einzelnen Selektionen zum Teil nur auf wenigen Messungen basiert, wurden die Tabellentwürfe im Nachgang zur statistischen Analyse auf Plausibilität überprüft.

Aufgrund des großen Datenumfanges wurden die Übertragungsrichtungen der analysierten und auch messtechnisch untersuchten Elemente in zwei Kapiteln zur horizontalen und vertikalen Längsschalldämmung, getrennt für die Bauarten der Pfosten-Riegelfassaden und Elementfassaden behandelt. Ergänzend wurde eine Analyse für Fensterbänder durchgeführt, obwohl die Bauart nicht als Vorhangfassade zu bezeichnen ist. In der Vergangenheit wurden dazu jedoch einige Untersuchungen durchgeführt, deren Erkenntnisse auch für die Beurteilung von Vorhangfassaden herangezogen werden können.

## Horizontale Längsschalldämmung

Die horizontale Längsschalldämmung am T-Stoß ist relevant für den Anschluss an eine Trennwand zwischen zwei Räumen in einer Etage. Aus der Anforderung an die resultierende Schalldämmung zwischen den beiden Räumen ergibt sich die Anforderung an die Längsschalldämmung. In DIN 4109-1989 Beiblatt 1 wurde als Planungshilfe mit dem sogenannten vereinfachten Verfahren ein Aufschlag von 5 dB (und 2 dB Vorhaltemaß) auf die Anforderung der resultierenden Luftschalldämmung erf.  $R'_w$  festgelegt. Diese Regel wurde mit Einführung der aktualisierten Fassung der DIN 4109 herausgenommen, ist aber ein erster Anhaltspunkt zur Auslegung der erforderlichen Längsschalldämmung.

Die Trennwand hat in Abhängigkeit der Anforderung häufig eine Dicke von 100 bis 150 mm, so dass bei dem Anschluss an die Fassade ein sogenannter Schwertanschluss mit reduzierter Bautiefe erfolgen muss, wenn die Breite des an die Trennwand anschließenden Profils geringer ist. Schwertanschlüsse wurden nicht thematisiert, diese müssen in der Planung eigenständig betrachtet werden.

## Fensterbänder

Die Analyse für Fensterbänder hat gezeigt, dass für den Bauanschluss der Trennwand zwei prinzipielle Anschlussvarianten zu unterscheiden sind, dies ist der Anschluss an einen Montagepfosten und an einen Mittelpfosten, auch Kämpfer genannt.

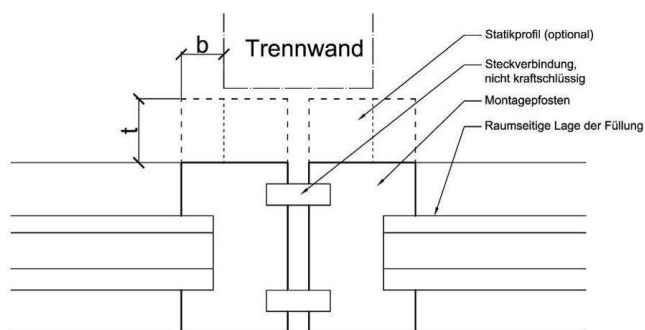


Abbildung 1: Prinzipskizze zum Trennwandanschluss eines Fensterbandes, Ausführung mit Montagepfosten

Die Datenanalyse zeigt, dass im Vergleich zu festverglasten Fensterbandelementen die Längsschalldämmung von Elementen mit offenbaren Flügeln etwas höher ist, die

Einzahlwerte können im Bereich von 0 dB bis etwa 2 dB höher sein im Vergleich zu baugleichen Elementen mit Festverglasung. Dies lässt sich plausibel durch den zusätzlichen Übergang zwischen Flügel und Blendrahmen erklären. Voraussetzung für diesen Effekt ist eine raumseitig umlaufende Dichtung zwischen Flügel und Blendrahmen des Fensterbandes

Festverglaste Fassadenelemente sind in diesem Detail also der für die Betrachtung der Längsschalldämmung ungünstigere Fall. Diese Erkenntnis wird dahingehend auf die zu erstellenden Tabellen übertragen, dass die Auslegung auf festverglaste Elemente hin abgestimmt wird, die Tabellenwerte können dann auf Elemente mit offenbaren Flügeln angewendet werden.

Zur Unterscheidung der Fensterbänder sind geometrische Angaben zu den Rahmenprofilen zu ermitteln, da breite Profile sich ungünstig auf die Längsschalldämmung von Fensterbändern auswirken können. Zu unterscheiden ist zwischen der raumseitig sichtbaren Ansichtsbreite  $b$  der Profile und der Bautiefe  $t$  von optional möglichen, raumseitig gelegenen Statikprofilen im Bereich des Trennwandanschlusses. Eine Unterscheidung im Rahmenmaterial wird nicht vorgenommen.

Tabelle 1: Längsschalldämmung von Fensterbändern

Trennwand-anschluss / waagerechte Rahmenprofile	Profilbreite $b$ in mm	Bautiefe $t$ in mm	Raumschale $R_w$ [dB]	$D_{n,t,10,w}$ ( $C; C_{tr}$ ) [dB]		
Montagepfosten / keine durchlaufenden Profile	$b \leq 10$	$t = 0$	29	59 (-3;-9)		
			31	60 (-3;-9)		
			33	61 (-3;-9)		
			35	62 (-2;-9)		
		$t \leq 50$	37	63 (-2;-9)		
			-	55 (-2;-6)		
Mittelpfosten / Rahmenprofil bis 50 mm durchlaufend	$b \leq 35$	$t = 0$	29	59 (-3;-9)		
			31	60 (-3;-9)		
			33	61 (-3;-9)		
		$t \leq 50$	-	55 (-2;-6)		
			$b \leq 75$	$t = 0$	-	56 (-2;-6)
					-	56 (-2;-6)
Mittelpfosten / Rahmenprofil bis 50 mm durchlaufend	$b \leq 35$	$t = 0$	29	54 (-2;-6)		
			31	56 (-2;-6)		
			33	57 (-2;-6)		
			35	58 (-2;-6)		
		$t \leq 50$	-	53 (-2;-5)		
			$b \leq 75$	$t = 0$	-	49 (-1;-3)
Mittelpfosten / Blendrahmenverbreiterung bis 250 mm durchlaufend	$b \leq 35$	$t = 0$	-	42 (-1;-3)		

Als kennzeichnende Größe wurde ein  $D_{n,t,10,w}$  definiert, um klarzustellen dass diese Größe auf die Bezugslänge  $l_0$  bezogen ist.

Für die Anwendung der Tabellen wurden folgende Randbedingungen formuliert:

- Sofern nicht anders beschrieben gelten die Werte für eine Mindestschalldämmung der raumseitigen Schale von  $R_w \geq 31$  dB
- Mindestmaterialdicke bei Metall-Hohlprofile 2 mm
- Die Werte gelten für festverglaste Elemente und Elemente mit offenen Flügeln mit raumseitig umlaufender Dichtung
- Fensterflügel benötigen mindestens zwei umlaufende Dichtungsebenen
- Die Tabelle gilt für die Rahmenmaterialien Aluminium, Holz, Holz-Metall und Stahl
- Schwertanschlüsse sind bei der Tabelle nicht berücksichtigt

### Pfosten-Riegelfassaden und Elementfassaden

Die Analyse für Pfosten-Riegelfassaden hat gezeigt, dass für den Bauanschluss an die Trennwand für diese Bauweise drei prinzipielle Anschlussvarianten zu unterscheiden sind, dies ist der Anschluss an einen Montagepfosten, an einen monolithischen Pfosten, sowie die Ausführung als Doppelpfosten.

In der Datenanalyse enthalten sind Pfosten-Riegelfassaden aus Aluminium-Hohlprofilen, aus Holz-Metallprofilen und aus Stahlprofilen. Die Analyse hat ergeben, dass das Rahmenmaterial einen deutlich signifikanten Einfluss auf die Längsschalldämmung einer Pfosten-Riegelfassade mit horizontaler Schallübertragung hat.

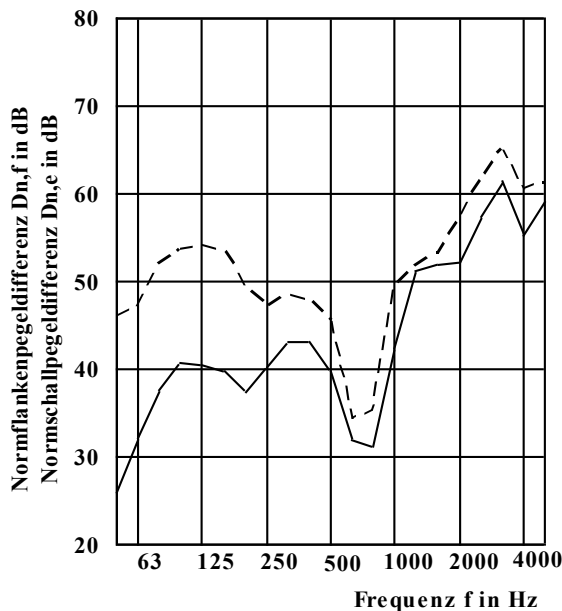


Abbildung 2: Beispiel für die Messung der Norm-Flankenpegeldifferenz (durchgezogene Linie) und der Normschalldämmung des Profils im Kleinversuch

Um das Rahmenmaterial zu berücksichtigen wird nun die Profilschalldämmung herangezogen als Methode, die Profileigenschaften zu berücksichtigen. Zudem können auf diese Art und Weise Verbesserungsmaßnahmen zur Erhöhung der Flankenschalldämmung mit verhältnismäßig geringem Aufwand bewertet werden.

In den bereits erwähnten ergänzenden Untersuchungen wurde zu den einzelnen Varianten jeweils auch die Profilschalldämmung des Anschlussprofils untersucht. Vergleicht man die Messung der Profilschalldämmung mit der Messung der Längsschalldämmung der Pfosten-Riegelfassaden, bei der das gleiche Profil am Trennwandanschluss anschließt, so ergeben sich gute Übereinstimmungen im spektralen Verlauf oberhalb von etwa 500 Hz. Das gilt für Profile ohne und mit Maßnahmen zur Verbesserung der Schalldämmung. Abbildung 2 enthält dazu ein vergleichendes Beispiel.

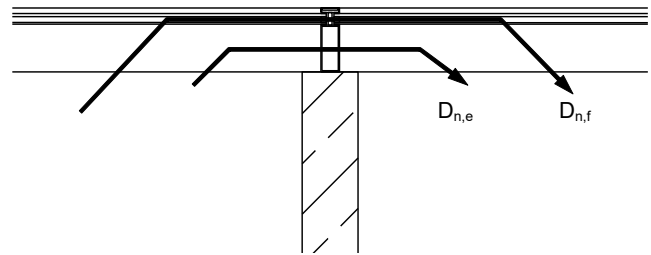


Abbildung 3: Horizontale Längsschalldämmung  $D_{n,f}$  und Profilschalldämmung  $D_{n,e}$ , die auch im Kleinversuch ermittelt werden kann

Das hier erarbeitete Tabellenverfahren umfasst auch die Berechnung der Längsschalldämmung mit einem Bezugswert und einer bewerteten Normschalldämmung des Profils. Zur Berechnung müssen die Zahlenwerte vorher auf die gemeinsame Kantenlänge (2,8 m bei horizontaler Längsschalldämmung) umgerechnet werden.

Das Rechenverfahren ist nachfolgend beschrieben. In einem ersten Schritt ist in Abhängigkeit der geplanten Füllung ein Bezugswert nach Tabelle 2 zu ermitteln

Tabelle 2: Bezugswert zur horizontalen Längsschalldämmung  $D_{n,f,0,w}$  von Vorhangfassaden

Trennwandanschluss	Raumseitige Schale $R_w$ [dB]	$D_{n,f,0,w}$ ( $C; C_{tr}$ ) in dB
Montagepfosten oder monolithische Pfosten/keine am Stoß durchlaufenden Riegelprofile oder Hohlräume	31	56 (-2;-6)
	34	57 (-2;-6)
	37	58 (-2;-6)
	39	59 (-2;-6)

Mit dem Bezugswert und der Profilschalldämmung kann nun die Norm-Flankenpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$  berechnet werden, bezogen auf die Bezugs-Kantenlänge  $l_0 = 2,8$  m:

$$D_{n,f,l_0,w} = -10 \cdot \log \left( 10^{\frac{D_{n,f,0,w}}{10}} + 10^{\frac{D_{n,e,0,w}}{10}} \right) - 1 \quad \text{dB} \quad (1)$$

Die Datenanalyse zeigt, dass bei Elementfassaden eine große Formenvielfalt möglich ist, die Rahmenquerschnitte und Ansichtsbreiten variieren stärker als beispielsweise die von Pfosten-Riegelfassaden.

Ein wichtiges Kriterium hier ist die Lage der Elementstoßfuge. Wird der Trennwandanschluss an die Elementstoßfuge ausgeführt so sind höhere Längsschalldämm-Maße zu erwarten, da es keine über den T-Stoß hinweg laufenden Rahmenprofile gibt.

An einigen Stellen haben die Untersuchungen gezeigt dass über den T-Stoß hinweg laufende Hohlräume die Längsschalldämmung beeinflussen. Dies können Hohlprofile oder auch Hohlräume zwischen Profilen und / oder zwischen Profil und Baukörper sein

Die Analysen haben auch gezeigt dass ein Schott im Bereich des T-Stoßes die Schallübertragung über diese Hohlräume wirksam und zum Teil deutlich reduzieren kann. Für die Anwendung von Tabellen wird daher gefordert, im Bereich von T-Stößen Hohlräume von Profilen, zwischen den Fassaden und zum Baukörper mit einem Schott zu verschließen.

Für beide Fassaden-Bauarten wurde eine Tabelle mit Konstruktionsmerkmalen erarbeitet. Auf die Wiedergabe der Tabelle wird an dieser Stelle aus Platzgründen verzichtet. Für die Anwendung der Tabelle wurden folgende Randbedingungen festgelegt:

- Keine über den T-Stoß durchlaufende Hohlräume in oder zwischen den Elementen (durchlaufende Hohlräume müssen mit einem Schott ausgestattet werden)
- Abdichtung der Fuge zwischen Pfostenprofil und Aufsatzkonstruktionen (wo zutreffend)
- Einbau der Füllung mit Dichtprofilen oder geklebt (Structural Glazing SG)
- Schwertanschlüsse sind nicht berücksichtigt.

### Vertikale Längsschalldämmung

Die vertikale Längsschalldämmung am T-Stoß ist relevant für den Anschluss an eine Trenndecke zwischen zwei übereinanderliegenden Etagen. Aus der Anforderung an die resultierende Schalldämmung zwischen den beiden Räumen ergibt sich, wie bei der Übertragung in horizontaler Richtung auch, die Anforderung an die Längsschalldämmung, die in der Planungsphase eines Gebäudes festzulegen ist. Die - mittlerweile überholte - Faustformel aus DIN 4109:1989 Beiblatt 1 mit einem Aufschlag von 5 dB (+ 2 dB Vorhaltemaß) kann auch für die vertikale Längsschalldämmung als Anhaltspunkt zur Auslegung der erforderlichen Längsschalldämmung herangezogen werden.

Die Ausbildung des Anschlusses an die Trenndecke kann in einem weiten Bereich streuen, der Wertebereich für die Höhe des Deckenanschlusses reicht in der Datenanalyse von 100 mm bis etwa 700 mm, vor dem die Fassade eingebaut wird. Zur Höhe des Anschlusses tragen neben der Trenndecke auch Stürze und / oder Brüstungen bei

Viele der in der Datensammlung dokumentierten Messungen entstammen Messungen für konkrete Bauvorhaben. Bei diesen Messungen wird häufig der Bauanschluss an die Decke nach Ausführungsplanung aufgebaut. Die Fassade hat in den meisten Fällen einen Abstand zur Decke zwischen etwa 50 und 150 mm, in dem die Tragkonstruktion eingebaut wird (die Auflager, Los- und Festlager). Der so entstehende Hohlraum wird dann im Regelfall mit Mineralwolldämmstoff ausgefüllt und oben und unten mit einer Abdeckung verschlossen, häufig mit Metallblech aus Aluminium oder Stahl. Da dieser Bauanschluss häufig vom

Fassadenbauunternehmen ausgeführt wird macht es Sinn dieses Detail des Anschlusses mit in die Beurteilung einzubauen, wenngleich es sich streng genommen nicht um einen Bestandteil des Übertragungsweges Ff der Fassade handelt.

Für die vertikale Längsschalldämmung wurden zwei Tabellen mit Konstruktionsmerkmalen erarbeitet, eine für Pfosten-Riegelfassaden und eine für Elementfassaden. Auf die Wiedergabe der Tabellen muss an dieser Stelle aus Platzgründen verzichtet werden. Für die Anwendung speziell für die vertikale Längsschalldämmung wurden folgende Randbedingungen festgelegt:

- Einbau der Füllung mit Dichtprofilen oder geklebt (Structural Glazing SG)
- Durchlaufende Profile und Hohlräume sind im Bereich des Deckenanschlusses mit einem Schott abzudichten
- Anschlüsse von Böden oder abgehängten Decken sind in der Tabelle nicht berücksichtigt.

### Zusammenfassung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumordnung gefördert (Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-14.26). Es wurden darin erstmals Vorschläge für einen Bauteilkatalog zum Nachweis der Längsschalldämmung von Fassaden ohne vorherige Prüfung erarbeitet.

### Literatur

- [1] Forschungsbericht "Erarbeitung eines Bauteilkatalogs zur Ermittlung der Luftschalldämmung sowie Längsschalldämmung von Vorhangfassaden“, ift Rosenheim zur Veröffentlichung vorgesehen in 2017
- [2] DIN 4109-2:2016-07, "Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen"
- [3] DIN 4109-35:2016-07, "Schallschutz im Hochbau – Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden"
- [4] DIN EN ISO 10848-2:2006, "Akustik, Messung der Flankenübertragung von Luftschall und Trittschall zwischen benachbarten Räumen in Prüfständen, Teil 2: Anwendung auf leichte Bauteile, wenn die Verbindung geringen Einfluss hat (ISO 10848-2:2006)“
- [5] Schumacher R., Saß B.. Forschungsbericht "Überprüfung des Einflusses von Stoßstellen bei Fassaden", ift Rosenheim, 2000-11