

Bernd Saß, Henning Mörchen, Norbert Sack

**Erarbeitung eines  
Bauteilkataloges zur Ermittlung  
der Luftschalldämmung sowie  
Längsschalldämmung von  
Vorhangfassaden**

F 3025

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2017

ISBN 978-3-7388-0011-1

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

[www.irb.fraunhofer.de/bauforschung](http://www.irb.fraunhofer.de/bauforschung)

## Erarbeitung eines Bauteilkataloges zur Ermittlung der Luftschalldämmung sowie Längsschalldämmung von Vorhangfassaden







## Abschlussbericht

<b>Thema</b>	<b>Erarbeitung eines Bauteilkataloges zur Ermittlung der Luftschalldämmung sowie Längsschalldämmung von Vorhangfassaden</b>
<b>Kurztitel</b>	Bauteilkatalog Schallschutz Vorhangfassade
<b>Gefördert durch</b>	Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-14.26)
<b>Forschungsstelle</b>	ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH Theodor-Gietl-Straße 7–9 83026 Rosenheim
<b>Bearbeiter</b>	Bernd Saß Henning Mörchen Norbert Sack
<b>Projektleiter</b>	Bernd Saß
<b>Institutsleitung</b>	Prof. Ulrich Sieberath

Rosenheim, März 2017

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).

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren.





## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Projektziel</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Begriffe und Formelzeichen</b>	<b>3</b>
2.1	Begriffe	3
2.2	Formel- und Kurzzeichen	6
<b>3</b>	<b>Luftschalldämmung</b>	<b>9</b>
3.1	Datenerfassung und statistische Analyse	9
3.1.1	Filterkriterien	10
3.1.2	Schalldämmung der Füllung	12
3.1.3	Statistische Analysen	14
3.2	Fassadenelemente im Normformat	15
3.2.1	Festfeldelemente	15
3.2.2	Einsatzelemente	16
3.3	Großformatige Pfosten-Riegel-Fassaden	18
3.3.1	Rahmenmaterial	18
3.3.2	Glasfläche	18
3.3.3	Einsatzelemente	19
3.4	Großformatige Elementfassaden	20
3.5	Doppelfassaden	21
3.6	Schlussfolgerungen für die Luftschalldämmung	21
3.6.1	Schalldämmung der Füllung	21
3.6.2	Einbaufuge	22
3.6.3	Rahmenmaterial	22
3.6.4	Einsatzelemente	22
3.6.5	Glasformate	23
3.6.6	Doppelfassaden	23
3.6.7	Verbesserungsmaßnahmen	23
3.7	Tabellenvorschlag für die Luftschalldämmung von Vorhangfassaden	24
3.8	Ablesebeispiel	27
<b>4</b>	<b>Längsschalldämmung</b>	<b>29</b>
4.1	Anforderungen	30
4.2	Datenerfassung	32
4.3	Filterkriterien zur statistischen Analyse	33
4.4	Schalldämmung der raumseitigen Schale	35
4.5	Statistische Analysen	36
4.6	Messverfahren der Längsschalldämmung	39
<b>5</b>	<b>Längsschalldämmung, horizontale Schallübertragung</b>	<b>41</b>
5.1	Details zum Trennwandanschluss	41
5.2	Datenanalyse von Fensterbändern	42
5.2.1	Flügelrahmen	43
5.2.2	Rahmenmaterial	43

5.2.3	Einfluss der Füllung	44
5.2.4	Geometrische Parameter	44
5.2.5	Tabellenvorschlag für die Längsschalldämmung von Fensterbändern	45
5.3	Datenanalyse von Pfosten-Riegel-Fassaden	46
5.3.1	Flügelrahmen	48
5.3.2	Rahmenmaterial	48
5.3.3	Einfluss der Füllung	48
5.3.4	Glaseinbau	49
5.3.5	Geometrische Parameter	49
5.3.6	Tabellenvorschlag für die Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, horizontale Schallübertragung	50
5.4	Ergänzende Messungen von Pfosten-Riegel-Fassaden	52
5.4.1	Deckschalen	53
5.4.2	Raumseitige Schale	54
5.4.3	Rahmenmaterial	54
5.4.4	Durchlaufende Hohlräume	54
5.4.5	Vorsatzschalen, Glasanschlussfuge	55
5.4.6	Profilschalldämmung des Pfostenprofils	55
5.4.7	Aufteilung der Fassade	56
5.4.8	Tabellenvorschlag mit Berücksichtigung der Profilschalldämmung	56
5.5	Analyse von Elementfassaden	58
5.5.1	Gestaltung von Elementfassaden	59
5.5.2	Lage der Elementstoßfuge	60
5.5.3	Durchlaufende Konstruktionen und Hohlräume	60
5.5.4	Flügelrahmen	60
5.5.5	Rahmenmaterial	60
5.5.6	Einfluss der Füllung	61
5.5.7	Glaseinbau	61
5.5.8	Geometrische Parameter	62
5.5.9	Tabellenvorschlag für die Längsschalldämmung von Elementfassaden, horizontale Schallübertragung	63
5.6	Ergänzende Messungen von Elementfassaden	64
5.6.1	Deckschalen	65
5.6.2	Raumseitige Schale	65
5.6.3	Rahmenmaterial	66
5.6.4	Durchlaufende Hohlräume	66
5.6.5	Vorsatzschalen, Glasanschlussfuge	67
5.6.6	Profilschalldämmung	67
5.6.7	Aufteilung der Fassade	68
5.6.8	Tabellenvorschlag mit Berücksichtigung der Profilschalldämmung	68
<b>6</b>	<b>Längsschalldämmung, vertikale Schallübertragung</b>	<b>69</b>
6.1	Details zum Trenndeckenanschluss	69
6.2	Datenanalyse von Pfosten-Riegel-Fassaden	69
6.2.1	Pfostenprofil im Deckenbereich, Einschiebling	71
6.2.2	Deckenriegel	72
6.2.3	Deckenanschluss	72

6.2.4	Durchlaufende Hohlräume	73
6.2.5	Rahmenmaterial	73
6.2.6	Flügelrahmen	74
6.2.7	Einfluss der Füllung	74
6.2.8	Glaseinbau	74
6.2.9	Geometrische Parameter	75
6.2.10	Tabellenvorschlag für die Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, vertikale Schallübertragung	75
6.3	Ergänzende Messungen von Pfosten-Riegel-Fassaden	78
6.3.1	Anzahl der Deckenriegel	80
6.3.2	Deckenanschluss	81
6.3.3	Bodenanschluss	81
6.3.4	Kopplung der Pfostenprofile	82
6.3.5	Profilschalldämmung	83
6.3.6	Deckschalen	83
6.3.7	Raumseitige Schale	84
6.3.8	Deckenpaneel	84
6.3.9	Glasanschlussfuge	84
6.3.10	Rahmenmaterial	85
6.3.11	Aufteilung der Fassade	85
6.3.12	Berücksichtigung der Messergebnisse in der Bauteiltabelle	85
6.4	Datenanalyse von Elementfassaden	85
6.4.1	Lage der Elementstoßfuge	88
6.4.2	Baukörperanschluss bei Elementfassaden	88
6.4.3	Durchlaufende Konstruktionen und Hohlräume	89
6.4.4	Rahmeneckverbindung	89
6.4.5	Deckenriegel, Deckenpaneel	90
6.4.6	Deckenanschluss	90
6.4.7	Rahmenmaterial	91
6.4.8	Flügelrahmen	92
6.4.9	Einfluss der Füllung	92
6.4.10	Glaseinbau	92
6.4.11	Geometrische Parameter	93
6.4.12	Tabellenvorschlag für die Längsschalldämmung von Elementfassaden, vertikale Schallübertragung	93
6.5	Ergänzende Messungen von Elementfassaden	95
6.5.1	Lage der Elementstoßfuge	97
6.5.2	Deckenanschluss	98
6.5.3	Bodenanschluss	99
6.5.4	Profilschalldämmung	99
6.5.5	Raumseitige Schale	100
6.5.6	Rahmenmaterial	100
6.5.7	Aufteilung der Fassade	100
6.5.8	Berücksichtigung der Messergebnisse in der Bauteiltabelle	100
<b>7</b>	<b>Profilschalldämmung</b>	<b>101</b>
7.1	Bestimmung der Profilschalldämmung	101

7.1.1	Beschreibung des Verfahrens	101
7.1.2	Vorbereitung der Prüfung	102
7.1.3	Einbau für senkrechte Schallübertragung	102
7.1.4	Einbau für parallele Schallübertragung	102
7.1.5	Durchführung der Prüfung der Profilschalldämmung	103
7.1.6	Ergebnisdarstellung	103
7.2	Messungen der Profilschalldämmung	103
<b>8</b>	<b>Voraussetzungen für die Anwendung der Tabellen</b>	<b>105</b>
8.1	Luftschalldämmung	105
8.1.1	Raumseitige Einbaufuge von Einselementen	105
8.1.2	Rahmenmaterial	105
8.1.3	Geltungsbereich	105
8.2	Längsschalldämmung, horizontale Schallübertragung	106
8.2.1	Trennwandanschluss	106
8.2.2	Gemeinsame Kantenlänge $l_0$	106
8.2.3	Rahmenmaterial	106
8.2.4	Aufteilung	106
8.2.5	Raumseitige Glasscheibe	107
8.2.6	Glasabdichtung	107
8.2.7	Doppelfassaden	107
8.2.8	Elementstoßfuge	107
8.2.9	Flügelrahmen	108
8.2.10	Durchlaufende Hohlräume	108
8.2.11	Aufsatzkonstruktionen	108
8.3	Längsschalldämmung, vertikale Schallübertragung	108
8.3.1	Trenndeckenanschluss	108
8.3.2	Höhe Deckenanschluss	109
8.3.3	Gemeinsame Kantenlänge $l_0$	109
8.3.4	Rahmenmaterial	109
8.3.5	Abschottung von durchlaufenden Profilhohlräumen	109
8.3.6	Aufteilung	109
8.3.7	Raumseitige Glasscheibe	110
8.3.8	Doppelfassaden	110
8.3.9	Bodenanschluss	110
8.3.10	Elementstoßfuge	110
<b>9</b>	<b>Vorschlag für einen Bauteilkatalog</b>	<b>111</b>
9.1	Luftschalldämmung von Vorhangfassaden	111
9.1.1	Die Schalldämmung beeinflussende Größen	111
9.1.2	Hinweise für Planung und Ausführung	112
9.1.3	Daten für den rechnerischen Nachweis	113
9.2	Horizontale Längsschalldämmung von Fensterbändern	117
9.2.1	Die Schalldämmung beeinflussende Größen	117
9.2.2	Hinweise für Planung und Ausführung	117
9.2.3	Daten für den rechnerischen Nachweis	118
9.3	Horizontale Längsschalldämmung von Vorhangfassaden	119



9.3.1	Die Schalldämmung beeinflussende Größen	119
9.3.2	Hinweise für Planung und Ausführung	119
9.3.3	Daten für den rechnerischen Nachweis	120
9.4	Vertikale Längsschalldämmung von Vorhangfassaden	123
9.4.1	Die Schalldämmung beeinflussende Größen	123
9.4.2	Hinweise für Planung und Ausführung	123
9.4.3	Daten für den rechnerischen Nachweis	124
<b>10</b>	<b>Weitere Vorgehensweise, weiterer Forschungsbedarf</b>	<b>129</b>
<b>11</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>131</b>
<b>12</b>	<b>Danksagung</b>	<b>135</b>
<b>13</b>	<b>Anlagen</b>	<b>137</b>
13.1	Schalldämmung von Isolierglas	143
13.2	Schalldämmung von Fassadenelementen im Normformat	145
13.3	Schalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden im Großformat	148
13.4	Schalldämmung von Elementfassaden im Großformat	153
13.5	Analysen zur Längsschalldämmung	156
13.6	Profilschalldämmung	157
13.7	Pfosten-Riegel-Fassaden, horizontale Schallübertragung	164
13.8	Profilschalldämmung und Längsschalldämmung horizontal, Pfosten-Riegel-Fassade	185
13.9	Analysen zur Pfosten-Riegel-Fassade, betreffend das Rechenverfahren zur horizontale Längsschalldämmung	196
13.10	Elementfassaden, horizontale Schallübertragung	199
13.11	Profilschalldämmung und Längsschalldämmung horizontal, Elementfassade	210
13.12	Pfosten-Riegel-Fassaden, vertikale Schallübertragung	218
13.13	Profilschalldämmung und Längsschalldämmung vertikal, Pfosten-Riegel-Fassade	240
13.14	Elementfassaden, vertikale Schallübertragung	243
13.15	Profilschalldämmung und Längsschalldämmung vertikal, Elementfassade	252

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Filterkriterien für Elemente im Normformat.....	10
Tabelle 2	Filterkriterien für großformatige Fassadenelemente, ergänzend zu den Angaben in Tabelle 1 .....	11
Tabelle 3	Mittelwerte zur Schalldämmung $R_w$ ( $C;C_{tr}$ ) aktueller Isolierglasaufbauten [dB] .....	12
Tabelle 4	Beispiel für eine statistische Auswertung einer Filterung in der Datenbank für die Luftschalldämmung .....	14
Tabelle 5	Mittlere Standardabweichungen der analysierten Elemente .....	14
Tabelle 6	Korrektursummand für Glasformate für die Luftschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden .....	19
Tabelle 7	Bewertetes Schalldämm-Maß $R_w$ von Fassaden im Normformat.....	24
Tabelle 8	Bewertetes Schalldämm-Maß $R_w+C$ ( $R_A$ ) von Fassaden im Normformat .....	25
Tabelle 9	Bewertetes Schalldämm-Maß $R_w+C_{tr}$ ( $R_{A,tr}$ ) von Fassaden im Normformat .....	26
Tabelle 10	Anforderungen an die Schalldämmung zwischen Räumen.....	30
Tabelle 11	Auszug aus DIN 4109, Beiblatt 2: 1989 Tabelle 3, Empfehlungen für normalen [und erhöhten] Schallschutz.....	31
Tabelle 12	Filterkriterien für Fassadenelemente zur Analyse der Längsschalldämmung .....	34
Tabelle 13	Schalldämmung der Raumseitigen Lage einer (Glas-)füllung .....	36
Tabelle 14	Beispiel für eine statistische Auswertung einer Filterung in der Datenbank für die Flankenschalldämmung .....	37
Tabelle 15	Mittlere Standardabweichungen der analysierten Bauteilgruppen .....	37
Tabelle 16	Längsschalldämmung von Fensterbändern, bezogen auf $l_0 = 2,8$ m .....	45
Tabelle 17	Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, horizontale Schallübertragung, bezogen auf $l_0 = 2,8$ m.....	50
Tabelle 18	Rechenwert zur Längsschalldämmung $D_{n,f,0,w}$ von Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Berücksichtigung des Anschlussprofils, horizontale Schallübertragung, bezogen auf $l_0 = 2,8$ m.....	58
Tabelle 19	Längsschalldämmung von Elementfassaden, horizontale Schallübertragung, bezogen auf $l_0 = 2,8$ m, Wandanschluss $\geq 100$ mm Wanddicke .....	63
Tabelle 20	Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, vertikale Schallübertragung, bezogen auf $l_0 = 4,5$ m .....	76
Tabelle 21	Längsschalldämmung von Elementfassaden, vertikale Schallübertragung, bezogen auf $l_0 = 4,5$ m .....	94
Tabelle 22	Kategorien für die Anwendung der Tabelle 23 bis Tabelle 25.....	112
Tabelle 23	Bewertetes Schalldämm-Maß $R_w$ von Fassaden.....	113



Tabelle 24	Bewertetes Schalldämm-Maß $R_w+C$ ( $R_A$ ) von Fassaden.....	114
Tabelle 25	Bewertetes Schalldämm-Maß $R_w+C_{tr}$ ( $R_{A,tr}$ ) von Fassaden .....	115
Tabelle 26	Korrektursummand für Glasformate für die Luftschalldämmung von Vorhangfassaden.....	116
Tabelle 27	Längsschalldämmung von Fensterbändern, bezogen auf $l_0 = 2,8$ m.....	118
Tabelle 28	Längsschalldämmung von Vorhangfassaden, horizontale Schallübertragung, bezogen auf $l_0 = 2,8$ m, Trennwandanschluss $\geq 100$ mm Wanddicke .....	120
Tabelle 29	Rechenwert zur Längsschalldämmung $D_{n,f,0,w}$ von Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Berücksichtigung des Anschlussprofils, horizontale Schallübertragung, bezogen auf $l_0 = 2,8$ m .....	122
Tabelle 30	Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, vertikale Schallübertragung, bezogen auf $l_0 = 4,5$ m .....	124
Tabelle 31	Längsschalldämmung von Elementfassaden, vertikale Schallübertragung, bezogen auf $l_0 = 4,5$ m .....	126

## Abbildungsverzeichnis

Bild 1	Ansichtsbreite $b$ und Bautiefe $t$ von Fassadenelementen .....	11
Bild 2	Prinzipskizze einer Einbaufuge von Einselementen in Pfosten-Riegel-Fassaden.....	17
Bild 3	Schallübertragungswege zwischen zwei Räumen .....	29
Bild 4	Schallübertragungswege bei Glasfassaden mit horizontaler Übertragungsrichtung mit den zugehörigen Schalldämm-Maßen.....	30
Bild 5	Prinzipskizze zum Trennwandanschluss eines Fensterbandes, Ausführung mit Montagepfosten, mit der Ansichtsbreite $b$ und der Bautiefe $t$ der Anschlussprofile .....	42
Bild 6	Prinzipskizzen zum Trennwandanschluss eines Fensterbandes, Ausführung mit Mittelpfosten (Kämpfer), mit der Ansichtsbreite $b$ und der Bautiefe $t$ der Anschlussprofile .....	42
Bild 7	Prinzipskizze zum Trennwandanschluss einer Pfosten-Riegel-Fassade, Ausführung mit Montagepfosten, mit der Profiltiefe $t$ des Anschlusspfostens .....	47
Bild 8	Prinzipskizze zum Trennwandanschluss einer Pfosten-Riegel-Fassade, Ausführung mit monolithischem Pfosten, mit der Profiltiefe $t$ des Anschlusspfostens .....	47
Bild 9	Prinzipskizze zum Trennwandanschluss einer Pfosten-Riegel-Fassade, Ausführung als Doppelpfosten, mit der Profiltiefe $t$ des Doppelpfostens .....	47
Bild 10	2 Beispiele für Glaseinbauvarianten mit eingezeichneter, rot markierter Glasanschlussfuge (Bilder entnommen aus ift Vorgängen 169 38934 und 169 38799).....	49
Bild 11	Prinzipielle Ansicht der untersuchten Pfosten-Riegel-Fassaden .....	53
Bild 12	Prinzipskizze zum Trennwandanschluss einer Elementfassade, Anschluss an den Elementstoß zwischen zwei Elementen, mit der Profiltiefe $t$ des Elementrahmens .....	59
Bild 13	Prinzipskizze zum Trennwandanschluss einer Elementfassade, Anschluss an einen Mittelpfosten, mit der Profiltiefe $t$ des Anschlusspfostens (Kämpfers).....	59
Bild 14	3 Beispiele für Glaseinbauvarianten bei Elementfassaden (Bilder entnommen aus ift Vorgängen 13-001602, 169 42120 und 169 41301).....	62
Bild 15	Prinzipielle Ansicht der untersuchten Elementfassaden .....	65
Bild 16	Durchlaufende Hohlräume am Beispiel der untersuchten Elementfassade.....	66
Bild 17	Prinzipskizze zum Trenndeckenanschluss einer Pfosten-Riegel-Fassade, Ausführung mit einem Deckenriegel, mit der Profiltiefe $t$ von Riegel und Pfosten .....	70
Bild 18	Prinzipskizze zum Trenndeckenanschluss einer Pfosten-Riegel-Fassade, Ausführung mit zwei Deckenriegeln, mit der Profiltiefe $t$ von Riegel und Pfosten .....	70



Bild 19	Prinzipskizze zum Trenndeckenanschluss einer Pfosten-Riegel-Fassade, Ausführung mit zwei Deckenriegeln, mit der Profiltiefe $t$ von Riegel und Pfosten, mit der Variante mit Deckenanschluss.....	71
Bild 20	Prinzipielle Ansicht der untersuchten Pfosten-Riegel-Fassade, vertikale Schallübertragung .....	79
Bild 21	Prinzipskizze zum Trenndeckenanschluss einer Elementfassade, Ausführung mit zwei Deckenriegeln, Elementstoß in Deckenhöhe, mit der Profiltiefe $t$ des Elementrahmens.....	86
Bild 22	Prinzipskizze zum Trenndeckenanschluss einer Elementfassade, Ausführung mit zwei Deckenriegeln, Elementstoß oberhalb der Decken, mit der Profiltiefe $t$ , dem Abstand $h$ des Elementstoßes und der Ansichtsbreite $b$ des Elementrahmens.....	87
Bild 23	Prinzipskizze zum Trenndeckenanschluss einer Elementfassade, Ausführung mit einem Deckenriegel, Elementstoß hinterschnitten, oberhalb der Decken, mit der Profiltiefe $t$ , dem Abstand $h$ des Elementstoßes und der Ansichtsbreite $b$ des Elementrahmens.....	87
Bild 24	Prinzipielle Ansicht der untersuchten Elementfassade, vertikale Schallübertragung, mit zwei Aufbauvarianten.....	97

## Zusammenfassung

Ziel dieses Projektes war es, einen Bauteilkatalog zur Bestimmung der Luft- und Längsschalldämmung von Vorhangfassaden zu erstellen. Hierzu wurden in einem ersten Schritt vorhandene Messungen der Luft- und Längsschalldämmung von Vorhangfassaden analysiert. In einem zweiten Schritt wurden gezielte Messungen von Musterfassaden zur Vervollständigung der Analysen durchgeführt.

Durch die Erarbeitung eines Bauteilkataloges für Vorhangfassaden wird es möglich, für standardisierte Fassadendetails Angaben zur Luft- und Längsschalldämmung ohne Messungen nachzuweisen. Dadurch reduziert sich der Aufwand zum Nachweis erheblich, denn dies beeinflusst sowohl die Kosten als auch den zeitlichen Ablauf. Zusätzlich erhöht sich durch eine fundierte Datenbasis die Planungssicherheit.

Bei der Erarbeitung des Bauteilkataloges zur Planung der Luft- und Längsschalldämmung von Vorhangfassaden wurden dazu u.a. folgende Einflüsse zu berücksichtigt:

- Schallübertragungsweg (Transmission und Flankenschalldämmung horizontal von Raum zu Raum und vertikal von Geschoss zu Geschoss)
- Bauweisen der Fassaden (z.B. Pfosten-Riegel-Fassade, 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

Speziell bei Längsschalldämmung:

- Anschlussdetails an das trennende Bauteil (Wand/Decke)
- Ausführung von Fassadendetails im Anschlussbereich
- gemeinsame Kantenlänge

Um das Projektziel zu erreichen, wurden sowohl bestehende Messungen analysiert als auch weitere Messungen durchgeführt, da es ist nicht zu erwarten war, dass allein durch eine statistische Analyse der vorhandenen Daten eine für die praktische Anwendung ausreichend umfassende Bauteilsammlung erstellt werden kann.

Für die Analyse der Luftschalldämmung und auch der Längsschalldämmung wurden MS-Excel-basierte Datensammlungen erstellt. Dazu wurde in einem ersten Schritt eine Analyse im Messdatenarchiv des ift Rosenheim durchgeführt und die so entstandene Tabelle mit weiteren externen Messdaten ergänzt. Anhand der Datensammlungen konnte ein erster Vorschlag für einen Bauteilkatalog erarbeitet werden. Anhand der festgestellten „Lücken“ wurden die Aufbauten definiert, die noch im Rahmen des Projektes vermessen wurden.



Im Rahmen der Analyse hat sich gezeigt, dass für den Bereich der Luftschalldämmung ausreichend bestehende Messungen vorhanden waren. Für den Bereich der Längsschalldämmung (sowohl horizontale als auch vertikale Schallübertragung) waren jedoch zusätzliche experimentelle Untersuchungen notwendig. Die Messungen wurden an entsprechenden Probekörpern von Pfosten-Riegel-Fassaden aus den Rahmenmaterialien Holz-Metall, Aluminium sowie Stahl als auch an Elementfassaden aus Aluminium durchgeführt.

Durch eine mit den Projektpartnern abgestimmte Probekörperplanung der Pfosten-Riegel-Fassaden war es möglich, in allen Fassaden dieselben transparenten Ausfachungen (Isoliergläser) zu verwenden. Hierdurch konnte ein möglicher Einfluss durch unterschiedliche Gläser vermieden werden.

Aus den beschriebenen Untersuchungen wurde der finale Vorschlag eines Bauteilkataloges erstellt. Basis für den grundsätzlichen Aufbau des Bauteilkataloges ist das Rahmendokument nach DIN 4109-31, das folgende Kapitel für den Aufbau einer Bauteilsammlung vorsieht:

- Beschreibung der Bauteilgruppe  
(mit einem Verweis auf die Produktnorm für Vorhangfassaden DIN EN 13830 und die Bauteilterminologie nach DIN EN 13119).
- die Schalldämmung beeinflussende Größen
- Hinweise für Planung und Ausführung
- Daten für den rechnerischen Nachweis
- Herkunft der Daten





## 1 Einleitung und Projektziel

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 (aus sogenannten Güteprüfungen) nachweisen. Eine Möglichkeit zur Planung und Nachweisführung über ein Tabellenverfahren existiert derzeit – im Gegensatz zu Fenstern – nicht [3], [7].

Ziel dieses Projektes war es, einen Bauteilkatalog zur Bestimmung der Luft- und Längsschalldämmung von Vorhangfassaden zu erstellen. Hierzu wurden in einem ersten Schritt vorhandene Messungen der Luft- und Längsschalldämmung von Vorhangfassaden analysiert. In einem zweiten Schritt wurden gezielte Messungen von Musterfassaden zur Vervollständigung der Analysen durchgeführt.

Durch die Erarbeitung eines Bauteilkataloges für Vorhangfassaden wird es möglich, für standardisierte Fassadendetails Angaben zur Luft- und Längsschalldämmung ohne Messungen nachzuweisen. Dadurch reduziert sich der Aufwand zum Nachweis erheblich; denn dies beeinflusst sowohl die Kosten als auch den zeitlichen Ablauf. Zusätzlich erhöht sich durch eine fundierte Datenbasis die Planungssicherheit.

Bei der Erarbeitung eines Bauteilkataloges zur Planung der Luft- und Längsschalldämmung von Vorhangfassaden sind dazu u.a. folgende Einflüsse zu berücksichtigen:

- Schallübertragungsweg (Transmission und Flankenschalldämmung horizontal von Raum zu Raum und vertikal von Geschoss zu Geschoss)
- Bauweisen der Fassaden (z.B. Pfosten-Riegel-Fassade, 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

Speziell bei Längsschalldämmung

- Anschlussdetails an das trennende Bauteil (Wand/Decke)
- Ausführung von Fassadendetails im Anschlussbereich
- gemeinsame Kantenlänge

In den letzten Jahren wurden im ift-Labor Bauakustik vermehrt Untersuchungen zur Ermittlung der Luft- und zur Längsschalldämmung von Vorhangfassaden für konkrete Bauvorhaben durchgeführt. Neben diesen objektspezifischen Vorhangfassaden wurden in der Vergangenheit auch Fassadensysteme untersucht. Die Ergebnisse dieser Messungen dienen als Basis für das Projekt. Zusätzlich wurden Daten bei den Industriepartnern sowie weiteren Prüfinstituten gesammelt.

Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Analysen wurden in einem weiteren Arbeitsschritt Musterfassaden festgelegt, die messtechnisch zur Verifizierung und Vervollständigung der Datentabellen überprüft wurden. In Ergänzung dieser Messungen wurde in Kleinversuchen die Profilschalldämmung der verwendeten Fassadenprofile untersucht und mit dem Prüfergebnissen abgeglichen. Das Ergebnis fließt in die Tabellenentwürfe mit ein.

Die Bauteilsammlung wird mit dem Ziel erstellt, tabellierte Daten in den Bauteilkatalog von DIN 4109 und in die Produktnorm Vorhangfassaden zu integrieren [7], [9].



## 2 Begriffe und Formelzeichen

### 2.1 Begriffe

In diesem Kapitel werden die in diesem Bericht verwendeten Begriffe erläutert. Die Erläuterung ersetzt nicht die in den einschlägigen Normen enthaltenen Begriffsdefinitionen, sie dient vielmehr der Klarstellung des Begriffes für die Anwendung dieses Berichtes.

Begriff	Erläuterung
Anschlusswert	Verjüngter Anschluss einer Trennwand an eine Vorhangfassade
Andruckleiste	Teil der Druckverglasung von Pfosten-Riegelprofilen
Aufsatzkonstruktion	Bauweise einer Pfosten-Riegel-Fassaden, bei der auf das Trägerprofil (meist aus Holz oder Stahl) ein Halteprofil für die Aufnahme der Füllung aufgesetzt wird (meist aus Aluminium)
Bestimmtheitsmaß $R^2$	Funktion aus Microsoft Excel, das die Abhängigkeit zweier Größen voneinander beschreibt. Je näher das Bestimmtheitsmaß an 1 liegt, desto enger ist die Abhängigkeit der beiden Größen und desto geringer ist auch die Streuung. Die Größe wird auch „Quadrat des Korrelationskoeffizienten“ genannt.
Bodenaufbau/ Bodenanschluss	Beschreibt die zusätzliche Abdeckung einer Vorhangfassade oberhalb des Deckenanschlusses Der Boden wird meist Bauseits weit nach erfolgter Montage der Fassade aufgebracht.
Blendrahmenverbreiterung	Auf dem Blendrahmen eines Fensters aufgesetztes Profil, um beispielsweise einen außenliegenden Sonnenschutz zu verkleiden. Diese Profile können eine Bauhöhe bis etwa 250 mm aufweisen.
Deckschale	Teil der Druckverglasung von Pfosten-Riegelprofilen
Deckenanschluss	Ausführung des fertigen Bauteilanschlusses einer Vorhangfassade an die Trenndecke, mit Haltekonsolen, Abdeckblechen und ausgedämmtem Hohlraum
Deckenpaneel	Paneelfeld im Bereich des Deckenanschlusses einer vertikal laufenden Vorhangfassade
Deckenriegel	Riegel einer Vorhangfassade im Anschlussbereich an eine Trenndecke
Dehnpfosten	Zweiteiliges Profil einer Pfosten-Riegel-Fassade (z.T. auch Montagepfosten genannt)
Druckverglasung	Häufig bei Pfosten-Riegel-Fassaden ausgeführtes Verglasungssystem, bei dem das Glas von außen mit einem Andruckprofil gehalten wird, das im Regelfall durch den Spalt zwischen den Scheiben mit dem Profil verschraubt ist. Optional wird auf das Andruckprofil eine Deckschale fürs Finish aufgebracht.
Doppelfassade	Fassade mit zwei Ebenen hintereinander, ähnlich wie bei Kastenfenstern. Doppelfassaden bestehen also aus zwei Elementen, der sogenannten „Primärfassade“ als raumseitige Schale und der „Sekundärfassade“ als außenseitige Schale.

Begriff	Erläuterung
Einbaufuge	Raumseitige Fuge zwischen Einsetzelement und Rahmen der Fassade
Einsetzelement	In eine Fassade eingesetztes Rahmenelement, üblicherweise als Blendrahmen für ein Einfachfenster ausgeführt. Der Einbau in die Fassade erfolgt bei Einsetzelementen in der gleichen Weise wie die (Glas-)Füllung bei Festverglasungen. Häufig zu finden bei Pfosten-Riegel-Fassaden
Einfachfassade	Fassade mit einer Funktionsebene (zur Abgrenzung zur Doppelfassade)
Einschiebling	Profil zur Verbindung von zwei Pfostenprofilen, das in die Hohlkammer der Profile im Bereich der Trennung eingeschoben wird.
Elementfassade	Vorhangfassade aus Rahmenprofilen, die im Wesentlichen in der Werkstatt zu einzelnen Elementen vorgefertigt wird. Mögliche Schallübertragungswege sind Luftschalldämmung gegen Außenlärm, horizontale und vertikale Längsschalldämmung. Definition nach DIN EN 13119: „vormontierte, gekoppelte, geschosshohe oder mehrgeschossige Fassadenelemente, einschließlich Ausfachungen“ [10]
Elementstoß	Übergang zwischen zwei Elementen einer Elementfassade, horizontal oder vertikal Die Elemente sind im Regelfall voneinander getrennt und nur mit Steckdichtungen miteinander verbunden.
Elementstoßfuge	Fuge zwischen zwei Elementen einer Elementfassade, ausgeführt in der Regel mit Steckdichtungen
Elementrahmen	Umlaufender Rahmen einer Elementfassade mit der Aufnahme für Steckverbindungen zu benachbarten Elementen
Fensterband	Aus einer Reihe von gekoppelten Fensterelementen bestehendes Band, welches im Regelfall auf eine Brüstung aufgesetzt wird. Ein Deckenanschluss von Geschoss zu Geschoss ist üblicherweise nicht vorgesehen. Mögliche Schallübertragungswege sind daher Luftschalldämmung gegen Außenlärm sowie horizontale Längsschalldämmung. Fensterbänder gehören nicht zu der Bauart der Vorhangfassaden
Festfeldelement	Fassadenelement mit Festverglasung, häufig geprüft als Element im Normformat
Füllung	Füllung in den Ausfachungen einer Fassade, meist ist die Füllung ein Isolierglas oder Paneel (opakes Element).
Glasflächenanteil	Anteil der sichtbaren Glasfläche am gesamten Element, berechnet aus der sichtbaren Glasfläche im Verhältnis zum Elementaußenmaß in %
Glasanschlussfuge	Fuge zwischen Pfostenprofil und Glas einer Fassade, die mit einem Dichtprofil abgedichtet wird. Beispiel dazu siehe Bild 11
Großformat	Begriff zur Abgrenzung von Messungen im Normformat. Gemeint sind Fassadenelemente in Originalgröße.



Begriff	Erläuterung
Mineralwolle, liegende Faser	Orientierung der Fasern „liegend“, d.h. senkrecht zur Ebene des Deckenpaneels im Hohlraum zwischen Fassade und Trenndecke
Mineralwolle, stehende Faser	Orientierung der Fasern „stehend“, d.h. parallel zur Ebene des Deckenpaneels im Hohlraum zwischen Fassade und Trenndecke
Montagepfosten	Geteiltes Profil mit einer Steckverbindung, das beispielsweise zwei Fenster zu einem Fensterband verbindet.
Mittelpfosten	Monolithisches Profil in einem Fensterelement oder einer Elementfassade (auch Kämpfer oder Sprosse genannt)
Mittlere Ansichtsbreite $b$	Mittelwert der Ansichtsbreite der Rahmenprofile, gebildet aus der Ansichtsbreite des aufrechten und waagerechten Profils
Normformat	Elementformat 1,23 m × 1,48 m für die Prüfung im Fensterprüfstand nach DIN EN ISO 10140-5 Abschnitt 3.3.3 [21]
Plausibilitätskontrolle	Da die Datenbasis für die einzelnen Selektionen zum Teil nur auf wenigen Messungen basieren, wurden die Zahlenwerte im Nachgang zur statistischen Analyse auf Plausibilität unter Berücksichtigung der Prüferfahrung des ift-Labors Bauakustik überprüft im Hinblick auf die Anwendung der Tabellen
Prallscheibe	Vor dem Element mit einem großzügigen Lüftungsquerschnitt platzierte Scheibe
Pfosten-Riegel-Fassade	Vorhangfassade aus Pfosten- und Riegelprofilen, die im Wesentlichen auf der Baustelle aufgebaut wird. Mögliche Schallübertragungswege sind Luftschalldämmung gegen Außenlärm, horizontale und vertikale Längsschalldämmung. Definition nach DIN EN 13119: „Rahmentragwerk aus auf der Baustelle zusammengefügt Bauteilen zur Aufnahme von Glas, MIG und Paneelen“ [10]
Profil	Ein Profil ist ein Rahmenteil eines Bauelementes, durch das Schallenergie übertragen wird. Beispiele sind Pfosten- und Riegelprofile sowie Profile aus Fensterrahmen. Auch Anschlussschwerer von Trennwänden an die Fassade können als Profil ausgeführt werden.
Profilschalldämmung	Schalldämmung, die durch Transmission ausschließlich über das Profil zu beschreiben ist. Kenngröße ist die Normschallpegeldifferenz kleiner Bauteile $D_{n,e}$ .
Profiltiefe	Raumseitig sichtbare Bautiefe eines Profils einer Pfosten-Riegel-Fassade oder Elementfassade
Raumseitige Schale	Die zum Innenraum orientierte Lage einer Füllung; bei einer Isolierglasscheibe ist dies die raumseitig gelegene Glastafel, bei einem Paneel das raumseitig gelegene Material (in der Regel eine Blechtafel).
Senkrechte Schallübertragung	Schallübertragung senkrecht zur Füllungsebene; bei Fassaden und Fenstern ist das im Regelfall die Schallübertragung von außen nach innen.
Parallele Schallübertragung	Schallübertragung parallel zur Füllungsebene, bei Fassaden ist das im Regelfall die Schallübertragung von Raum zu Raum im Rahmen der Beurteilung der Längsschalldämmung.

Begriff	Erläuterung
Horizontale Schallübertragung	Schallübertragung von Raum zu Raum in einer Etage bei der Betrachtung der Flankenschalldämmung
Vertikale Schallübertragung	Schallübertragung von Etage zu Etage bei der Betrachtung der Flankenschalldämmung
Schwert	Anschlussdetail einer Trennwand an ein Fassadenelement bei horizontaler Schallübertragung
Schott	Unterbrechung oder Trennung einer durchgehenden Hohlkammer durch ein Schott, bestehend beispielsweise aus einer Metallplatte oder einem Dämmstoff
Silikonschott	Ein im Bereich der Trennwand in ein Hohlprofil oder eine Hohlkammer eingebrachtes Schott. Aus pragmatischen Gründen bei der Prüfdurchführung hat sich das Einbringen des Inhaltes einer Silikonkartusche im Bereich des T-Stoßes bewährt.
SF <sub>6</sub>	Schwefelhexafluorid; früher gebräuchliches Füllgas in Mehrscheiben-Isolierglas zur Verbesserung der Schalldämmung, das mittlerweile nicht mehr verwendet werden darf.
SZR	Kürzel für Scheibenzwischenraum, angegeben in mm
T-Stoß	T-förmiger Stoß eines trennenden Bauteils an ein flankierendes Bauteil, wie es bei einer Vorhangfassade üblicherweise der Fall ist.
VSG	Kürzel für Verbundsicherheitsglas
VSG akustik	Kürzel für Verbund(sicherheits)glas mit einer Folienzwischenlage, die zur Verbesserung der schalldämmenden Eigenschaften modifiziert wurde.

## 2.2 Formel- und Kurzzeichen

Für eine bessere Übersichtlichkeit im Bericht werden in diesem Kapitel die in diesem Bericht verwendeten Formel- und Kurzzeichen zusammengefasst und erläutert.

Zeichen	Erläuterung	Einheit
A	Äquivalente Absorptionsfläche, bestimmt aus Volumen und Nachhallzeit	m <sup>2</sup>
A <sub>0</sub>	Bezugs-Absorptionsfläche (10 m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>
b	Ansichtsbreite eines Profils	mm
C	Spektrum-Anpassungswert unter Berücksichtigung von Spektrum 1 nach DIN EN ISO 717-1 [22]	dB
C <sub>tr</sub>	Spektrum-Anpassungswert unter Berücksichtigung von Spektrum 2 nach DIN EN ISO 717-1 [22]	dB
d	Deckenhöhe	mm



Zeichen	Erläuterung	Einheit
$D_{n,e}$	Norm-Schallpegeldifferenz kleiner Bauteile, gemessen nach DIN EN ISO 10140-2 (spektral) [20]; kennzeichnende Größe, hier verwendet für Profilmessungen	dB
$D_{n,e,w}$	Einzahlangabe der Norm-Schallpegeldifferenz kleiner Bauteile, bewertet nach DIN EN ISO 717-1 [22]	dB
$D_{n,e,0}$	Bezugs-Norm-Schallpegeldifferenz für Profile (Profilschalldämmung), gemessen nach DIN EN ISO 10140-2 (spektral) [20] und umgerechnet auf die Bezugslänge $l_0$ .	dB
$D_{n,e,0,w}$	Einzahlangabe der Bezugs-Norm-Schallpegeldifferenz für Profile, bewertet nach DIN EN ISO 717-1 [22]	dB
$D_{n,f}$	Norm-Flankenschallpegeldifferenz; kennzeichnende Größe der Längsschalldämmung, gemessen nach DIN EN ISO 10848-2 (spektral) [13]	dB
$D_{n,f,w}$	Einzahlangabe der Norm-Flankenschallpegeldifferenz, bewertet nach DIN EN ISO 717-1 [22]	dB
$D_{n,f,0}$	Bezugs-Norm-Flankenschallpegeldifferenz ohne Berücksichtigung des Profils, gemessen nach DIN EN ISO 10848-2 (spektral) [13] mit unterdrückter Schallübertragung über das Profil, bezogen auf die Bezugslänge $l_0$	dB
$D_{n,f,0,w}$	Einzahlangabe der Bezugs-Norm-Flankenschallpegeldifferenz, bewertet nach DIN EN ISO 717-1[22]	dB
$D_{n,f,l_0}$	Norm-Flankenschallpegeldifferenz bezogen auf die Bezugslänge $l_0$ , gemessen nach DIN EN ISO 10848-2 (spektral) [13]	dB
$D_{n,f,l_0,w}$	Einzahlangabe der auf die Bezugslänge $l_0$ bezogenen Norm-Flankenschallpegeldifferenz, bewertet nach DIN EN ISO 717-1[22]	dB
DS	Deckschale auf dem Andruckprofil einer Pfosten-Riegel-Fassade	-
GF	Glasanschlussfuge der Pfosten-Riegel-Fassade abgedichtet	-
h	Abstand (Höhe) des Elementstoßes von der der Decke, bei vertikaler Längsschalldämmung von Elementfassaden	mm
l	Gesamte Länge eines geprüften Profils	m
$l_F$	Gemeinsame Kantenlänge einer Fassade mit dem trennenden Bauteil, der Wand oder der Decke	
$l_0$	Bezugs-Kantenlänge einer Fassade mit dem trennenden Bauteil, der Wand oder der Decke. Dies sind 2,8 m bei horizontaler Schallübertragung und 4,5 m bei vertikaler Schallübertragung [5].	m
$L_1$	Schalldruckpegel im Senderraum	dB
$L_2$	Schalldruckpegel im Empfangsraum	dB
n	Stichprobenumfang einer Analyse	-
R	Schalldämm-Maß, bezogen auf die Bauteilfläche $S$ , gemessen nach DIN EN ISO 10140-2 (spektral) [20]	dB
$R^2$	Kürzel für das Bestimmtheitsmaß (Quadrat des Korrelationskoeffizienten)	-
$R_w$	Einzahlangabe des Schalldämm-Maßes, bewertet nach DIN EN ISO 717-1 [22]	dB

Zeichen	Erläuterung	Einheit
$R_A$	Alternatives Symbol für die Einzahlangabe unter Berücksichtigung des Spektrum-Anpassungswertes $C$ ( $R_w+C$ )	dB
$R_{A,tr}$	Alternatives Symbol für die Einzahlangabe unter Berücksichtigung des Spektrum-Anpassungswertes $C_{tr}$ ( $R_w+C_{tr}$ )	dB
$S$	Bauteilfläche	m <sup>2</sup>
VS	Vorsatzschale vor dem Profil montiert	–
$u_{prog}$	Sicherheitsbeiwert nach DIN 4109-2:2016, i.d.R. für Außenbauteile 2 dB	dB
$t$	innen sichtbare Bautiefe eines Profils (Profiltiefe)	mm
$\sigma$	Standardabweichung, ermittelt an einer Stichprobe	dB



### 3 Luftschalldämmung

In diesem Kapitel werden die Analysen und Auswertungen zur Luftschalldämmung von Vorhangfassaden betrachtet. Die Datensammlung zeigt, dass es eine Reihe von Messungen an sogenannten Fassaden-Festfeldelementen im Normformat (1,23 m × 1,48 m) gibt und eine weitere Anzahl Messungen an Elementen mit größeren Abmessungen, die in der Regel aus Objektmessungen stammen.

Nachdem der Aufwand für Prüfelemente und Messungen für Untersuchungen im Normformat deutlich geringer ist als für großflächige Elemente, bietet sich hier im Sinne einer wirtschaftlich sinnvollen Betrachtung eine zweistufige Vorgehensweise für die Beurteilung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen an. Im ersten Schritt erfolgt eine Ausarbeitung zu Elementen im Normformat, und anschließend werden Übertragungsregeln für großformatige Elemente hergeleitet.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde auf ergänzende Schallmessungen zur Luftschalldämmung an Musterelementen verzichtet, die Analysen basieren auf bereits bestehenden Labormessungen.

#### 3.1 Datenerfassung und statistische Analyse

Für die Analyse der Luftschalldämmung wurden MS-Excel-basierte Datensammlungen erstellt. Dazu wurde in einem ersten Schritt eine Analyse im Messdatenarchiv „Auswert“ des ift Rosenheim durchgeführt und die so entstandene Tabelle mit externen Messdaten ergänzt. Im Ergebnis sind Daten aus folgenden Prüflaboratorien in der Datensammlung enthalten:

- 1) Fraunhofer Institut für Bauphysik, IBP Stuttgart
- 2) ift Rosenheim, Labor Bauakustik, Prüfstände an den Standorten  
Lackermannweg 26 in Stephanskirchen und Theodor-Gietl-Straße 9 in Rosenheim
- 3) Technologiezentrum der Fa. Schüco International KG in Bielefeld

Die Datensammlung enthält insgesamt 1708 Messungen aus 209 Prüfaufträgen. In diesen Messungen enthalten sind auch viele Diagnosemessungen; das sind Messungen mit zum Teil umfangreichen projektbezogenen Verbesserungsmaßnahmen, dazu Messungen mit SF<sub>6</sub>-gefülltem Isolierglas und auch Sonderkonstruktionen, die nur bedingt in die Produktbeschreibung von Pfosten-Riegel-Fassaden oder Elementfassaden fallen.

Nach Ausschluss dieser für die weitere Auswertung ungeeigneten Messungen bleiben für die Analyse 466 einzelne Messungen, von denen 236 Messungen an Elementen im Normformat durchgeführt worden sind. Dokumentiert sind Elemente aus den Rahmenmaterialien Aluminium, Holz-Metall und Stahl.

Die durchgeführten Analysen wurden getrennt für die Einzahlangaben des bewerteten Schalldämm-Maßes  $R_w$ ,  $R_w+C$  ( $= R_A$ ) und  $R_w+C_{tr}$  ( $= R_{A,tr}$ ) durchgeführt, um den in einzelnen europäischen Ländern verschiedenen Anforderungsniveaus Rechnung zu tragen.

Auf die Analyse des erweiterten Frequenzbereiches von 50 Hz bis 80 Hz bzw. 4000 Hz bis 5000 Hz wurde verzichtet, um den Aufwand für die Analyse in Grenzen zu halten und auch auf Basis der Erkenntnis aus den Untersuchungen zu Einzahlangaben im Rahmen des Normungsprojektes zu ISO 16717 mit Einzahlangaben ab 50 Hz heraus, dass für Elemente mit Isolierverglasung keine signifikanten Einflüsse auf die Schalldämmung zu erwarten sind bei der Betrachtung des erweiterten Frequenzbereiches ab 50 Hz bis 5000 Hz [27]. Die Auswertungen wurden mit Einzahlangaben ohne Nachkommastellen durchgeführt.

### 3.1.1 Filterkriterien

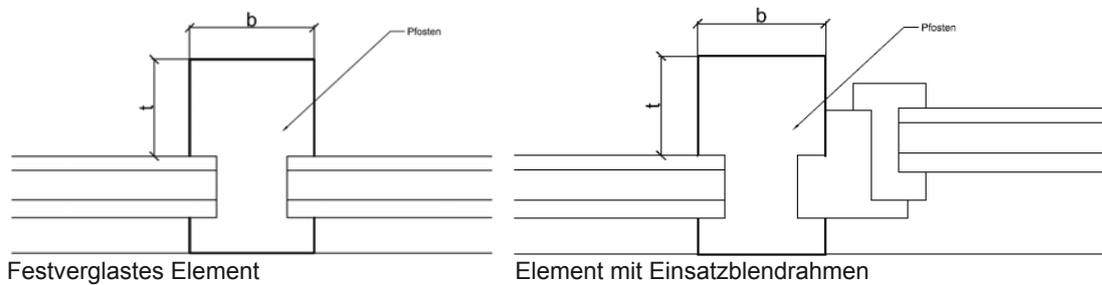
Zur Datenanalyse wurden Filterkriterien festgelegt, anhand derer die weitere Datenanalyse durchgeführt worden ist. Die für die Analyse wesentlichen Felder sind in den nachfolgenden Tabellen aufgelistet.

**Tabelle 1** Filterkriterien für Elemente im Normformat

Feld	Beschreibung
Rahmenmaterial	z.B. Aluminium, Holz-Metall, Stahl
Festfeld	Markiert, wenn das Element ein Festfeld ist, bestehend aus Fassadenprofilen und der Glasfüllung
Einsatz-Blendrahmen	Markiert, wenn das Element mit einem Einsatzblendrahmen ausgestattet ist, der in den Rahmen aus Fassadenprofilen eingebaut wurde (Alternativ zum Festfeld)
Ansichtsbreite b	Wert in mm
Bautiefe t	Wert in mm der innen sichtbaren Profilflanke
Fläche der Füllung	Wert in m <sup>2</sup> der sichtbaren Fläche der Füllung
Schalldämmung der Füllung	Wert $R_w$ ( $C;C_{tr}$ ) in dB ohne Abzug eines Vorhaltemaßes, siehe auch 3.1.2
Einbaufuge abgedichtet	Ja/Nein, bei Prüfkörpern mit Einsetzelement



Zur Veranschaulichung sind die Ansichtsbreite  $b$  und die Bautiefe  $t$  in den folgenden Prinzipskizzen vermasst:



**Bild 1** Ansichtsbreite  $b$  und Bautiefe  $t$  von Fassadenelementen

Über die in Tabelle 1 angegebenen Felder hinaus wurden bei der Datenerfassung für großformatige Fassadenelemente weitere Merkmale erfasst, die in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet sind.

**Tabelle 2** Filterkriterien für großformatige Fassadenelemente, ergänzend zu den Angaben in Tabelle 1

Feld	Beschreibung
Messung betriebsbereit	Ja/Nein (Zur Kennzeichnung einer Diagnosemessung)
Bauart	z.B. Pfosten-Riegel-Fassade, Elementfassade, ..
Bauweise	z.B. Einfachfassade, Doppelfassade, ..
Aufteilung	z.B. Flügel, Festfeld, ...
Profil	Massiv oder Hohlkammer
Rahmenverbindung	z.B. Stumpf oder auf Gehrung
Verbesserungsmaßnahme	Vorhanden j/n, Beschreibung der Maßnahme
Prallscheibe	Ja/Nein
Rastermaß	Wert in mm
Ansichtsbreite Rahmenprofil	Wert in mm
Mittlere Profil-Ansichtsbreite	Mittelwert aus aufrechtem und waagrechtem Profil
Lüftungsflügel	Vorhanden Ja / Nein
Falzdichtungen	Außen-, Mittel- und Innendichtung falls zutreffend
Fläche des größten Glasfeldes	Wert in $m^2$

### 3.1.2 Schalldämmung der Füllung

Die Schalldämmung von Fassadenelementen hängt wesentlich von der verwendeten (Glas-)Füllung ab. Daher war es erforderlich, im Zuge der Datenerfassung jeder dokumentierten Füllung ein bewertetes Schalldämm-Maß inklusive der Spektrum-Anpassungswerte zuzuordnen.

In einem Teil der erfassten Prüfberichte ist die Schalldämmung der eingebauten Füllung dokumentiert; in diesen Fällen wurde die benannte Schalldämmung in der Datensammlung verwendet.

Für den Teil der Prüfberichte, der keine Angaben zur Schalldämmung der Füllung enthält, wurden auf Basis des Messdatenarchives „Auswert“ des ift Rosenheim typisierte Schalldämm-Maße von gängigen Glasfüllungen erstellt und statistisch ausgewertet. Stichprobenartig wurden diese Werte mit Angaben aus den von den Glasherstellern Pilkington, Sanco - Trösch und Isolar im Internet veröffentlichten Glaslisten abgeglichen. Auch die in EN 12758 [8] enthaltenen Angaben wurden berücksichtigt.

Das Ergebnis dieser Analyse ist in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben. Die Angaben basieren auf einer Grundgesamtheit von 611 Glasmessungen an Zweifach- und Dreifach Isolierverglasungen mit einer Gasfüllung aus Luft und/oder Argon, die nach dem in DIN EN ISO 10140-1 Anhang D beschriebenen Verfahren zur Messung der Luftschalldämmung von Verglasungen geprüft worden sind. Das Prüfmaß für solche Messungen ist das Normformat, 1,23 m × 1,48 m.

Bei Dreifach-Isolierglas wurden die Scheibenzwischenräume addiert; beispielsweise ergibt sich nach Tabelle 3 für den Glasaufbau 6/12/4/12/4 mit der Summe der Scheibenzwischenräume (hier 12 mm +12 mm = 24 mm) ein Wert von  $R_w (C;C_{tr}) = 35 (-2;-6)$  dB. Die mittlere Scheibe von Dreifach-Isolierglas wird bei dieser Vorgehensweise nicht mit berücksichtigt.

**Tabelle 3** Mittelwerte zur Schalldämmung  $R_w (C;C_{tr})$  aktueller Isolierglasaufbauten [dB]

Aufbau	Summe der Scheibenzwischenräume SZR			
	≤12	>12..16	>16..24	>24
4-SZR-4	29 (-1;-3)	30 (-1;-5)	32 (-1;-5)	33 (-2;-6)
6-SZR-4	33 (-1;-4)	34 (-1;-5)	35 (-2;-6)	37 (-2;-6)
6-SZR-6		33 (-1;-3)		37 (-2;-6)
8-SZR-4	35 (-2;-5)	36 (-2;-5)	36 (-2;-5)	37 (-2;-6)
8-SZR-6	36 (-2;-4)	36 (-2;-4)	38 (-2;-6)	39 (-2;-5)
10-SZR-4		37 (-2;-6)	38 (-2;-6)	
10-SZR-6		38 (-2;-5)	40 (-2;-4)	41 (-1;-4)


**Tabelle 3** Mittelwerte zur Schalldämmung  $R_w$  ( $C;C_{tr}$ ) aktueller Isolierglasaufbauten [dB]

Aufbau	Summe der Scheibenzwischenräume SZR			
	$\leq 12$	$>12..16$	$>16..24$	$>24$
6 VSG-SZR-4		35 (-1;-3)	37 (-2;-5)	
6 VSG-SZR-6 VSG		37 (-2;-6)	38 (-2;-7)	
8 VSG-SZR-6	37 (-2;-5)	39 (-2;-6)	41 (-2;-6)	
8 VSG-SZR-6 VSG			41 (-2;-7)	
8 VSG-SZR-8 VSG	37 (-1;-5)	39 (-2;-6)	40 (-2;-6)	
6 VSG akustik-SZR-6		39 (-2;-6)		
8 VSG akustik-SZR-4		38 (-1;-5)		
8 VSG akustik-SZR-6		41 (-2;-7)	42 (-2;-7)	44 (-3;-7)
8 VSG akustik-SZR-8		42 (-2;-6)	43 (-2;-6)	
8 VSG akustik-SZR-10		44 (-2;-6)		
10 VSG akustik-SZR-6			42 (-2;-6)	44 (-2;-6)
10 VSG akustik-SZR-8		43 (-2;-6)		46 (-2;-7)
12 VSG akustik-SZR-8		42 (-1;-5)		
8 VSG akustik-SZR-8 VSG akustik			45 (-2;-7)	46 (-2;-7)
10 VSG akustik-SZR-8 VSG akustik			47 (-2;-7)	
10 VSG akustik-SZR-10 VSG akustik			47 (-1;-5)	
12 VSG akustik-SZR-8 VSG akustik		47 (-2;-6)	49 (-2;-6)	50 (-2;-6)

Die Daten wurden erfasst als Mittelwert ohne Abzug einer Standardabweichung entsprechend der in DIN 4109-2:2016 beschriebenen Vorgehensweise, bei der ein Sicherheitsbewertet erst nach Betrachtung der gesamten Konstruktion (das ist hier die komplette Vorhangfassade) als  $u_{prog}$  zu berücksichtigen ist. Ergänzend wurde die Standardabweichung aus der Stichprobe ermittelt; das detaillierte Ergebnis ist in der Anlage, Tabelle A 1 wiedergegeben.

#### Hinweis:

Die Werte aus Tabelle 3 dienen der hier durchgeführten Analyse und für dem Nachweis der Luftschalldämmung von Vorhangfassaden. Sie sind nicht als eigenständige Tabelle zur Produktdeklaration der Schalldämmung von Isolierglasscheiben gedacht.

### 3.1.3 Statistische Analysen

Zur Analyse der Datensammlungen wurden die Tabellen mit Hilfe der Filterungsfunktion des Programms MS Excel sortiert und ausgewertet. Ein Beispiel für eine Auswertung einer solchen Filterung ist nachfolgend in Tabelle 4 wiedergegeben.

**Tabelle 4** Beispiel für eine statistische Auswertung einer Filterung in der Datenbank für die Luftschalldämmung

Anzahl	$\delta$	$R_w$	C	$C_{tr}$		n	$R_w$	C	$C_{tr}$
Mittelwert		49,4	-1,8	-5,1		8	49	-2	-6
Min		47	-3	-7					
Max		51	-1	-4					
<u>Stabw</u>		<u>1,32</u>	<u>0,66</u>	<u>1,17</u>		<u>8</u>	<u>48</u>		

In dem Beispiel hat die Filterung einen Stichprobenumfang von  $n = 8$  Messungen ergeben. Von den bewerteten Schalldämm-Maßen und den Spektrum-Anpassungswerten wurden Mittelwerte und die Standardabweichung bestimmt – mit einer Nachkommastelle und mit ganzzahligen Werten. Von dem bewerteten Schalldämm-Maß wurde zudem der Wert mit Abzug einer Standardabweichung ermittelt.

In dieser Weise wurden Filterungen nach der Schalldämmung des Glases, der Profilgeometrien und weiterer Merkmale durchgeführt, wie sie in Kapitel 3.1.1 beschrieben worden sind.

Die bei den Analysen ermittelte Standardabweichung wurde für die betrachteten Bauteilgruppen aus allen Filterungen heraus gemittelt. Hierzu wurde zuerst für jede einzelne Filterung eine Standardabweichung ermittelt. Diese einzelnen Standardabweichungen wurden für die nachfolgend aufgelisteten einzelnen Baugruppen gemittelt und ergaben die in Tabelle 5 dargestellten Werte der mittleren Standardabweichung mit folgendem Ergebnis:

**Tabelle 5** Mittlere Standardabweichungen der analysierten Elemente

Bauteilgruppe	Stichprobenumfang n gesamt	mittlere Standardabweichung $\sigma$ für das bewertete Schalldämm- Maß $R_w$
Mehrscheiben-Isolierglas, nach 3.1.2	378	0,95
Festfeldelemente (ohne Einsatz- elemente) im Normformat, nach 3.2.1	135	0,97
Festfeldelemente im Normformat nach 3.2.2	195	1,28
Festfeldelemente im Normformat mit Einsatzelementen mit abge- dichteter Einbaufuge, nach 3.2.2	25	0,82



**Tabelle 5** Mittlere Standardabweichungen der analysierten Elemente

Bauteilgruppe	Stichprobenumfang n gesamt	mittlere Standardabweichung $\sigma$ für das bewertete Schalldämm- Maß $R_w$
Pfosten-Riegel-Fassaden mit unterschiedlichem Rahmenmaterial, nach 3.3.1	28	0,45
Pfosten-Riegel-Fassaden mit unterschiedlichen Glasflächen nach 3.3.2	76	1,05
Elementfassaden nach 3.4	73	0,96

Für eine auf Statistik basierte Aussage ist eine möglichst geringe Standardabweichung erforderlich. Die hier ermittelten Werte um 1 dB für die mittlere Standardabweichung sind im Vergleich – etwa zur Längsschalldämmung nach Tabelle 15 – als eine gut geeignete Standardabweichung zu bewerten, um Tabellenwerte zu generieren.

### 3.2 Fassadenelemente im Normformat

Für Fassadenelemente im Normformat wurde, wie beschrieben, eine Datensammlung auf der Basis von MS Excel angelegt. Im Wesentlichen sind darin die Ergebnisse von Messungen an Rahmen aus Pfosten-Riegel-Fassaden enthalten mit einer Ansichtsbreite  $b$  von meist 50 mm bis 60 mm. Der Wertebereich der Analyse der Rahmen- Ansichtsbreite  $b$  geht von 30 mm bis 110 mm.

In der Folge werden die Ergebnisse der statistischen Analysen für Elemente im Normformat vorgestellt und diskutiert. Die Analyse in der Anlage, Bild A 3 und Bild A 4 dokumentiert den grafischen Zusammenhang zwischen der Schalldämmung der Füllung und der Schalldämmung der einzelnen Elemente. In den Diagrammen enthalten ist auch bereits der Tabellenvorschlag in grafischer Form, wie er in Abschnitt 3.7 zu finden ist.

Im Einzelnen:

#### 3.2.1 Festfeldelemente

In der Anlage Bild A 3 auf Seite 146 ist das Ergebnis der Analysen für Festfeldelemente im Normformat ohne Einsetzelemente in fünf Diagrammen enthalten; zur Veranschaulichung zeigt die Anlage Bild A 1 ein solches Element. Für diese Daten wurde auch das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  ermittelt und mit in das Diagramm eingetragen. Die Datenbasis für diese Filterung beträgt 135 Messungen für Elemente mit einem Glasflächenanteil  $\geq 80\%$ . Das entspricht Elementen mit einer Rahmen- Ansichtsbreite  $b$  von 70 mm oder weniger.

Die Auswertung wurde durchgeführt für die drei Kenngrößen  $R_w$ ,  $R_A (= R_w + C)$  und  $R_{A,tr} (= R_w + C_{tr})$ , zuerst auf Basis des bewerteten Schalldämm-Maßes  $R_w$  der Verglasung. Diese Vorgehensweise entspricht dem Vorgehen, wie es aus dem Bauteilkatalog in DIN 4109 bekannt ist [3], [7]. Der Zusammenhang zwischen der Schalldämmung  $R_w$  des Glases (der Füllung) und der Schalldämmung  $R_w$  des Elementes zeigt sich in den Diagrammen sehr deutlich mit einem hohen Bestimmtheitsmaß  $R^2$  von gerundet 0,96.

Die Auswertung zeigt aber auch, dass für die beiden Kenngrößen  $R_A$  und  $R_{A,tr}$  die Streuung der Werte leicht zunimmt, bzw. das Bestimmtheitsmaß etwas abnimmt, hier besonders bei dem  $R_{A,tr}$ -Wert mit  $R^2 = 0,94$ . Auch gibt es aufgrund der unterschiedlichen Bewertungsgrundlagen eine Parallelverschiebung in den Diagrammen, die aus dem Unterschied zwischen der Bezugskurve und den Bewertungsspektren 1 und 2 nach EN ISO 717-1 [22] zu erklären ist.

Diese Vorgehensweise wurde auf der zweiten Arbeitsgruppensitzung am 2. März 2016 in Rosenheim diskutiert mit dem Ergebnis, dass eine Darstellung ohne Sprung in der Kenngröße vorzuziehen ist. Dazu wurde die Auswertung überarbeitet und mit der gleichen Bewertungsgrundlage für Glas und Element wiederholt.

Da in den ausgewerteten Prüfberichten für die meisten beschriebenen Glasfüllungen keine Spektrum-Anpassungswerte für die Glasfüllung enthalten sind, wurden für diese Auswertung vorab Spektrum-Anpassungswerte für die verwendeten Glasaufbauten auf Basis der Glasanalyse in Kapitel 3.1.2 ermittelt und anschließend die Analyse wiederholt. Das Ergebnis ist in der Anlage in Bild A 3 in den unteren Diagrammen enthalten. Der Zusammenhang zwischen der Schalldämmung des Glases und der Schalldämmung des Elementes ist aus diesen Diagrammen deutlich abzulesen, auch das Bestimmtheitsmaß verbessert sich im Vergleich leicht.

Für die Erstellung der Datentabellen bedeutet dies, dass die Werte für  $R_w$ ,  $R_A$  und  $R_{A,tr}$  getrennt zu ermitteln sind auf Basis der Schalldämmung des Glases. Die ursprüngliche Idee, auf Basis der ersten Analyse die Spektrum-Anpassungswerte pauschal mit -2 dB für den Anpassungswert C und -6 dB für den Anpassungswert  $C_{tr}$  festzulegen, lässt sich leider nicht halten.

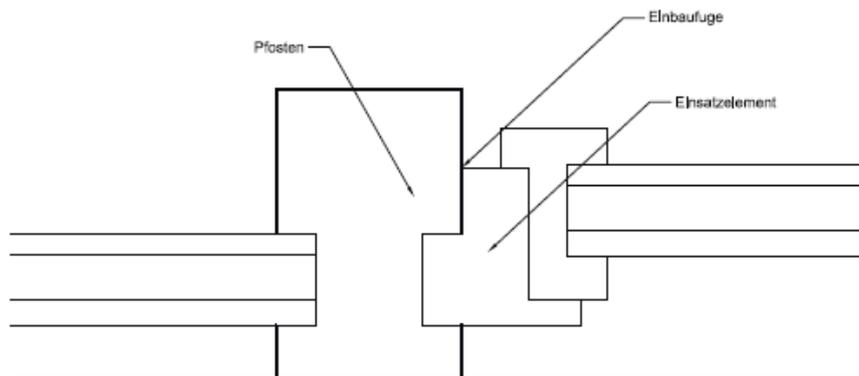
Lediglich für die Fälle, in denen keine Angaben zu C und  $C_{tr}$  für die Glasfüllung vorliegen, können die pauschalierten Angaben ( $C = -2$  und  $C_{tr} = -6$ ) für eine grobe Näherung verwendet werden.

### 3.2.2 Einsetzelemente

Neben Festfeldelementen sind in der Datensammlung auch Rahmen mit Einsetzelementen enthalten; zur Veranschaulichung zeigt die Anlage Bild A 2 ein solches Element. Die Analyse hat hier ein für die Beurteilung der Schalldämmung wesentliches Konstruktionsmerkmal ergeben, nämlich die Einbaufuge zwischen dem Fassadenrahmen und dem Einsetzblendrahmen. Nachfolgende Prinzipskizze in Bild 2 zeigt diese Fuge.



In den Fällen, in denen diese Fuge nicht abgedichtet ist, entstehen zum Teil erhebliche Abschläge für das Schalldämm-Maß des gesamten Elementes durch Abstrahlung von Schallenergie aus dieser Fuge heraus. Ein systematischer Einfluss lässt sich verallgemeinert im Sinne eines Bauteilkataloges nicht beschreiben; diese Einflüsse sind bauartbedingt unterschiedlich stark ausgeprägt.



**Bild 2** Prinzipskizze einer Einbaufuge von Einbauelementen in Pfosten-Riegel-Fassaden

Die Analyse zeigt auch, dass, sobald diese Fuge mit einem Dichtstoff oder einem Dichtprofil abgedichtet wird, eine gesicherte Aussage über das zu erwartende Schalldämm-Maß auf Basis der Füllung und der Rahmenkonstruktion möglich ist. Hieraus leitet sich als erste Voraussetzung für die Anwendung der zu erstellenden Tabellen ab, dass diese Fugen – sofern vorhanden – abzudichten sind.

In der Anlage Bild A 4 auf Seite 147 ist das Ergebnis der Analysen für Einbauelemente im Normformat in fünf Diagrammen enthalten, analog zur Darstellung in Bild A 3. Die Datenbasis für diese Filterung beträgt 60 Messungen für Elemente mit Einsatzblendrahmen, unterteilt in Messungen mit offener und abgedichteter Einbaufuge.

Das Bestimmtheitsmaß der einzelnen Analysen ist deutlich kleiner als bei den Festfeldelementen ohne Einbauelement, was darauf hindeutet, dass der Einfluss der Ausführung der Einbauelemente auf die Schalldämmung größer ist, u.a. durch den höheren Rahmenanteil. Die Analysen wurden für einen Glasanteil  $\geq 60\%$  ausgeführt, was einer Ansichtsbreite der Einbauelemente von 80-100 mm bei einer Rahmen-Ansichtsbreite  $b$  der Fassade von 50-70 mm (in Summe maximal 150 mm) entspricht.

Vergleicht man die Analyse mit den Werten aus der Tabelle für Fenster in DIN 4109-35 Tabelle 1 [7], so ergibt sich ein ähnlicher Zusammenhang zwischen der Schalldämmung der Füllung und der Elementeschalldämmung. Im Ergebnis der Analyse kann gesagt werden, dass sich die Rahmenschalldämmung der Festfeldelemente mit Einbauelement stärker auf das Gesamtergebnis des Schalldämm-Maßes auswirkt im Vergleich zu den Festfeldelementen, die einen höheren Glasflächenanteil aufweisen.

### 3.3 Großformatige Pfosten-Riegel-Fassaden

In der Folge werden die Analysen für großformatige Pfosten-Riegel-Fassadenelemente vorgestellt und diskutiert. Die Analyse in der Anlage, Bild A 7, Bild A 8 und Bild A 11 ab Seite 149 dokumentiert – ähnlich wie bei den Elementen im Normformat – den grafischen Zusammenhang zwischen der Schalldämmung der Füllung und der Schalldämmung der einzelnen Elemente. In den Diagrammen enthalten ist auch bereits der Tabellenvorschlag in grafischer Form, wie er in Abschnitt 3.7 zu finden ist. In der Anlage Bild A 5 und Bild A 6 sind zur Veranschaulichung zwei Beispiele von Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einsetzelemente im Großformat abgebildet; die Anlage Bild A 9 und Bild A 10 zeigt solche mit Einsetzelement. Die Bilder stammen aus Schallprüfungs-Projekten des ift Rosenheim, Labor Bauakustik.

Auf die Analyse der  $R_A$  und  $R_{A,tr}$ -Werte für die Fassaden auf Basis der bewerteten Schalldämm-Maße  $R_w$  der Füllung wird in der Folge aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

Im Einzelnen:

#### 3.3.1 Rahmenmaterial

In der Anlage Bild A 7 ist der Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Rahmenmaterialien Aluminium, Holz-Metall und Stahl und der Luftschalldämmung von großformatigen, festverglasten Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einsetzelemente aufgetragen. Weitere Randbedingungen für die Auswertung waren Rahmenansichtsbreite  $b$  von 50-60 mm und Bautiefe  $t$  bis 200 mm. Auch wurde die Fläche des größten Glasfeldes auf 2 m<sup>2</sup> begrenzt, um die Einflüsse großer Glasflächen auf die Analyse auszuschließen. Die Analyse basiert so auf 28 einzelnen Messungen, davon fünf mit Stahlfassaden und drei mit Holz-Metallfassaden.

Die Auswahl wurde getroffen, damit die Fassaden in ihrer Bauart möglichst vergleichbar sind, um eine Aussage zum Rahmenmaterial ableiten zu können, ohne dass andere Konstruktionsmerkmale in die Auswertung mit einfließen. Auf Basis dieser Stichprobe kann gesagt werden, dass die Rahmenmaterialien Aluminium, Stahl oder Holz-Metall für die Betrachtung der Schalldämmung gegen Außenlärm vergleichbare Ergebnisse liefern, die Materialien also als gleichwertig im Hinblick auf die Luftschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden betrachten werden können.

#### 3.3.2 Glasfläche

Der Einfluss der Glasfläche auf die Luftschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden ist in der Anlage Bild A 8 dargestellt. Ausgewertet wurden Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einsetzelemente, Rahmenansichtsbreite  $b$  50-60 mm, Bautiefe  $t$  bis 200 mm, alle Rahmenmaterialien. Die Filterung erfolgte für die Fläche des größten Glasfeldes (größte einzelne Glasfläche) in vier Schritten, nämlich bis 2 m<sup>2</sup>, 2 bis 4 m<sup>2</sup>, 4 bis 6 m<sup>2</sup> und mehr als 6 m<sup>2</sup>.



Die Anzahl der Messungen ist insgesamt 76, davon acht Messungen von Fassaden mit größter Glasfläche für den Bereich von 2 bis 4 m<sup>2</sup>, 22 Messungen von Fassaden mit 4 bis 6 m<sup>2</sup> und 16 Messungen von Fassaden mit Glasflächen > 6 m<sup>2</sup>.

Das Ergebnis der Analyse zeigt eine größere Streubreite der Ergebnisse als beispielsweise bei der Analyse mit den Rahmenmaterialien; es treten auch einzelne Ausreißer auf. Die Messung zu einem markanten Ausreißer wurde auf Plausibilität geprüft mit dem Ergebnis, dass die Werksangabe für das eingebaute Isolierglas höher ist als nach der statistische Analyse zu erwarten gewesen wäre (Werksangabe für das Glas war  $R_w = 45$  dB). Diese Messung ist farblich abgesetzt in der Grafik enthalten.

Eine Tendenz lässt sich dahingehend feststellen, dass mit größer werdenden einzelnen Glasflächen die Schalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden etwas reduziert wird. Das deckt sich in der Tendenz mit den Übertragungsregeln aus der Produktnorm für Fenster [11]. Für Fassaden wird auf Basis der Analyse nachfolgende Abstufung für größer werdende Glasflächen vorgeschlagen.

**Tabelle 6** Korrektursummand für Glasformate für die Luftschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden

Fläche des größten einzelnen Glasfeldes in m <sup>2</sup>	Korrektursummand für die Schalldämmung
bis 2,0 m <sup>2</sup>	0 dB
> 2,0 bis 4,0 m <sup>2</sup>	-1 dB
> 4,0 bis 6,0 m <sup>2</sup>	-2 dB
> 6,0 m <sup>2</sup> bis 10 m <sup>2</sup>	-3 dB

Für Einzel-Glasflächen > 10 m<sup>2</sup> wird im Rahmen dieser Analyse keine Aussage getroffen.

### 3.3.3 Einsetzelemente

Die Analyse von Elementen im Normformat hat gezeigt, dass die Schalldämmung von Einsetzelementen aufgrund des größeren Rahmenanteils anders zu beurteilen ist im Vergleich zu festverglasten Elementen. Aus diesem Grunde gibt es zwei Tabellenvorschläge für die Luftschalldämmung von Fassaden, die in Kapitel 3.7 vorgestellt werden. Zudem hat sich gezeigt, dass die Einbaufuge der Einsetzelemente in einer Pfosten-Riegel-Fassade die Schalldämmung des gesamten Elementes reduzieren kann, wenn sie nicht abgedichtet (also offen) ist.

Die Analyse von Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einsetzelementen im Großformat in der Anlage Bild A 11 zeigt ein ähnliches Bild. Die Filterung für diese Analyse erfolgte für Elemente mit offener und abgedichteter Einbaufuge. Die Analyse basiert auf 30 einzelnen Messungen, davon 11 mit abgedichteter Einbaufuge.

In die Diagramme in der Anlage Bild A 11 sind beide Tabellenvorschläge aus Kapitel 3.7 eingetragen, um den Einfluss der größeren Rahmenanteile zu verdeutlichen. Die Auswertung zeigt, dass in der Planung der Schalldämmung einer Pfosten-Riegel-Fassade eine Fallunterscheidung zu treffen ist zwischen festverglasten Pfosten-Riegel-Fassadenelementen und solchen mit Einsetzelementen. Sobald in der Fassade Einsetzelemente verbaut werden, reduziert sich die Schalldämmung in Vergleich zu festverglasten Elementen bei bewerteten Schalldämm-Maßen  $R_w$  der Verglasung von mehr als 45 dB aufgrund des erhöhten Rahmenanteils. Details dazu sind in den Tabellenvorschlägen in Kapitel 3.7 enthalten.

### 3.4 Großformatige Elementfassaden

In der Folge werden die Analysen für großformatige Elementfassaden vorgestellt und diskutiert. In der Anlage Bild A 12 bis Bild A 15 ab Seite 153 sind zur Veranschaulichung vier Beispiele von Elementfassaden im Großformat abgebildet, die bei Schallprüfungen im Labor des ift Rosenheim untersucht wurden. Die Bilder zeigen deutlich, dass es bei der Bauart der Elementfassaden eine weit größere Gestaltungsvielfalt gibt im Vergleich zu Pfosten-Riegel-Fassaden. Speziell mit den Rahmenprofilen sind viele Varianten in Hinblick auf Bautiefe, Ansichtsbreite und Profilquerschnitt möglich.

Die Analyse in der Anlage Bild A 16 zeigt den Zusammenhang zwischen der Schalldämmung der Füllung und der Schalldämmung der einzelnen Elemente. Bei den untersuchten Elementfassaden handelt es sich in aller Regel um Fassaden aus Objektmessungen. Aufgrund der großen Gestaltungsvielfalt fällt es für Elementfassaden schwer Konstruktionsmerkmale zu kanalisieren, anhand derer man die Fassaden charakterisieren kann.

Als charakteristische Größe hat sich hier die mittlere Ansichtsbreite  $b$  der Rahmenprofile herausgebildet, die sich aus den Ansichtsbreiten der lotrechten und waagerechten Elementrahmenprofile sowie der eingesetzten Sprossenprofile ergibt. Für diese Größe wurden die Analysen in der Anlage Bild A 16 durchgeführt. In den Diagrammen enthalten ist auch bereits der Tabellenvorschlag in grafischer Form, wie er in Abschnitt 3.7 für Rahmenprofile mit einer mittleren Ansichtsbreite  $b$  bis 75 mm zu finden ist.

Die Auswertung zeigt, dass für größere Profilansichtsbreiten die Streuung der Werte deutlich zunimmt. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass die Datenbasis der Elementfassaden im Wesentlichen auf Objektmessungen basiert, bei denen zum Teil bereits Verbesserungsmaßnahmen an den Profilen vorgenommen worden sind. Da die hier angestrebte Vorhersage der Schalldämmung auf einer gesicherten Grundlage basieren muss, kann für Elementfassaden mit einer Ansichtsbreite  $b$  der Rahmenprofile  $> 75$  mm auf Basis der vorhandenen Messungen keine allgemeine Aussage getroffen werden.



### 3.5 Doppelfassaden

In der Datenanalyse wurde ein Feld für Doppelfassaden mit aufgenommen. Im Ergebnis muss festgestellt werden, dass zu dem Thema Luftschalldämmung von Doppelfassaden zu wenige Ergebnisse in der Datenbank vorliegen. Eine Ausarbeitung für Doppelfassaden ist im Rahmen dieses Projektes nicht erfolgt.

### 3.6 Schlussfolgerungen für die Luftschalldämmung

Die Analyse der Messungen der Luftschalldämmung von Fassadenelementen im Normformat und im Großformat lässt folgende Schlussfolgerungen zu:

#### 3.6.1 Schalldämmung der Füllung

Die Schalldämmung der Elemente hängt wesentlich von der Schalldämmung der (Glas-) Füllung ab. Die Planung der Schalldämmung erfolgt sinnvollerweise getrennt für die kennzeichnenden Größen  $R_w$ ,  $R_A$  und  $R_{A,tr}$ . Liegen für die Füllungen keine Angaben zu den Spektrum-Anpassungswerten  $C$  und  $C_{tr}$  vor, so können die Angaben für die Fassadenelemente ersatzweise pauschaliert werden mit  $C = -2$  dB und  $C_{tr} = -6$  dB. Einzelheiten siehe Kapitel 3.1.2 und 3.2.1.

Die statistischen Analysen beziehen sich auf Fassaden mit Glasfüllungen. Paneele (opake Füllungen) konnten im Rahmen dieses Projektes nicht näher betrachtet werden, da für diese im Regelfall keine Produktkenndaten zur Luftschalldämmung für die in den Fassaden integrierten Paneelaufbauten vorhanden sind.

Bei den Analysen zu den Pfosten-Riegel-Fassaden wurde eine Abhängigkeit der Schalldämmung vom Format der Füllung festgestellt. Dieser in Tabelle 6 beschriebene Zusammenhang wird auch auf die Elementfassaden übertragen.

Werden in der Fassade unterschiedliche Füllungen eingebaut, etwa Brüstungs- oder Deckenpaneelle und/oder absturzsichernde Verglasungen, so erfolgt die Auslegung der Schalldämmung nach der ungünstigsten Füllung. Anders ausgedrückt müssen solche Füllungen mindestens die Schalldämmung aufweisen wie die Füllung, nach der die Schalldämmung der Fassade geplant wird.

#### Hinweis:

Eigenverantwortlich können mit der Methode der zusammengesetzten Schalldämmung die Teilschalldämm-Maße der einzelnen Teilflächen zu einem resultierenden Schalldämm-Maß bestimmt werden [5], [25].

### 3.6.2 Einbaufuge

Die Analyse der Schallmessungen von Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einbauelementen hat gezeigt, dass die Einbaufuge zwischen Fassadenprofil und Einbauelement raumseitig für eine sichere Planung der Schalldämmung abgedichtet werden muss. Daher ist eine mit Dichtprofil oder Dichtstoff abgedichtete Einbaufuge eine Voraussetzung für die hier entwickelten Tabellen in Kapitel 3.7. Weitere Details können dem Kapitel 3.2.2 und 3.3.3 entnommen werden.

### 3.6.3 Rahmenmaterial

Die Analyse zeigt keine signifikanten Unterschiede für die Rahmenmaterialien Alu, Holz-Metall und Stahl bis zu einer Ansichtsbreite  $b$  von 70 mm von Pfosten-Riegel-Fassaden bzw. einer mittleren Ansichtsbreite  $b$  von 75 mm von Elementfassaden für die Betrachtung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen. Die in Kapitel 3.7 entwickelten Tabellen können für die Rahmenmaterialien Aluminium, Holz-Metall und Stahl angewendet werden.

### 3.6.4 Einbauelemente

Fassaden mit Einbauelementen müssen anders beurteilt werden als fest verglaste Fassaden mit großem Glasflächenanteil. Aus diesem Grunde werden zwei Fälle für festverglaste Fassaden und Fassaden mit Einbauelement vorgeschlagen. Die Tabellen finden sich in Kapitel 3.7.

Einbauelemente bestehen im Regelfall aus öffnenden Fensterelementen mit Einspannblendenrahmen. Die Fensterkonstruktion – und hier besonders die Funktionsfuge der Einbauelemente – muss so ausgebildet sein, dass die Schalldämmung gegenüber einem Festfeld nicht durch Fugenschall reduziert wird. Grundvoraussetzung sind hier zwei umlaufende Dichtungsebenen, die nicht unterbrochen werden dürfen, und eine Fensterkonstruktion, die durch die Bauart der Rahmen und Beschläge gewährleistet, dass die Dichtungen auch gleichmäßig anliegen.

Das bedeutet, dass folgende Fensterkonstruktionen nicht durch die in Kapitel 3.7 vorgestellten Tabellen nachgewiesen werden können:

- 1.) Fensterflügel ohne innere (raumseitige) Überschlafdichtung
- 2.) Schiebelemente, Hebe-Schiebelemente
- 3.) Schwing- bzw. Wendefenster
- 4.) Lüftungsflügel
- 5.) Klappen
- 6.) Türen

Diese Aussagen beruhen auf den Erfahrungen des ift-Labors Bauakustik. Sie wurden im Rahmen dieser Untersuchung nicht erneut verifiziert.



### **3.6.5 Glasformate**

Die Größe der einzelnen (Glas-)Füllungen hat Einfluss auf die resultierende Schalldämmung eines Fassadenelementes. Die Analyse hat Korrektursummanden für das Format der größten Einzelscheibe einer Fassade erbracht, die auf die Tabellen in Kapitel 3.7 anzuwenden sind. Einzelheiten dazu sind in Kapitel 3.3.2 zu finden.

### **3.6.6 Doppelfassaden**

Eine Aussage zur Luftschalldämmung von Doppelfassaden lässt die Analyse nicht zu und wird nicht getroffen.

### **3.6.7 Verbesserungsmaßnahmen**

In bestimmten Fällen kann die Schalldämmung der Fassadenelemente gegenüber den Tabellenwerten in Kapitel 3.7 höher ausfallen, wenn beispielsweise an den Profilen Verbesserungsmaßnahmen wie eine Sandfüllung getroffen werden. Maßnahmen dieser Art können auf Basis der hier durchgeführten Analysen nicht allgemein beschrieben werden und müssen daher anderweitig, beispielsweise durch Objektmessungen, nachgewiesen werden.

### 3.7 Tabellenvorschlag für die Luftschalldämmung von Vorhangfassaden

Es werden für die Tabellen zwei Fallunterscheidungen in der Bauart getroffen. In Abhängigkeit der Schalldämmung der Füllung wird ein Schalldämm-Maß der Fassadenelemente definiert, getrennt für die Kenngrößen  $R_w$ ,  $R_A$  und  $R_{Atr}$ . Um die Streubreiten bei den unterschiedlichen Fassadenkonstruktionen zu berücksichtigen, wurde bei der Ermittlung der tabellierten Werte eine Standardabweichung von 1 dB abgezogen, entsprechend den Analysen in Kapitel 3.1.3.

**Tabelle 7** Bewertetes Schalldämm-Maß  $R_w$  von Fassaden im Normformat

Füllung	Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einzelemente mit einer Ansichtsbreite $b$ der Profile bis 70 mm	Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einzelementen, Ansichtsbreite $b$ zusammen $\leq 150$ mm, und Elementfassaden bis zu einer mittleren Ansichtsbreite $b$ der Profile von 75 mm
$R_w$ in dB		
32	31	31
33	32	32
34	33	33
35	34	34
36	34	34
37	35	35
38	36	36
39	36	36
40	37	37
41	38	38
42	39	39
43	40	40
44	41	41
45	42	42
46	43	42
47	44	42
48	44	43
49	45	43
50	46	43
51	47	43


**Tabelle 8** Schalldämm-Maß  $R_A$  ( $R_w+C$ ) von Fassaden im Normformat

Füllung	Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einsetzelemente mit einer Ansichtsbreite $b$ der Profile bis 70 mm	Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einsetzelementen, Ansichtsbreite $b$ zusammen $\leq 150$ mm, und Elementfassaden bis zu einer mittleren Ansichtsbreite $b$ der Profile von 75 mm
$R_A (= R_w+C)$ in dB		
30	29	29
31	30	30
32	30	30
33	31	31
34	32	32
35	33	33
36	34	34
37	34	34
38	35	35
39	36	36
40	37	37
41	38	38
42	39	39
43	40	40
44	41	40
45	42	40
46	42	41
47	43	41
48	44	41
49	45	41

**Tabelle 9** Schalldämm-Maß  $R_{A,tr}$  ( $R_w+C_{tr}$ ) von Fassaden im Normformat

Füllung	Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einsetzelemente mit einer Ansichtsbreite $b$ der Profile bis 70 mm	Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einsetzelementen, Ansichtsbreite $b$ zusammen $\leq 150$ mm, und Elementfassaden bis zu einer mittleren Ansichtsbreite $b$ der Profile von 75 mm
$R_{A,tr}$ (= $R_w+C_{tr}$ ) in dB		
27	25	25
28	26	26
29	27	27
30	28	28
31	29	29
32	30	30
33	30	30
34	31	31
35	32	32
36	33	33
37	34	34
38	35	35
39	36	36
40	37	36
41	38	36
42	39	37
43	39	37
44	40	37
45	41	37

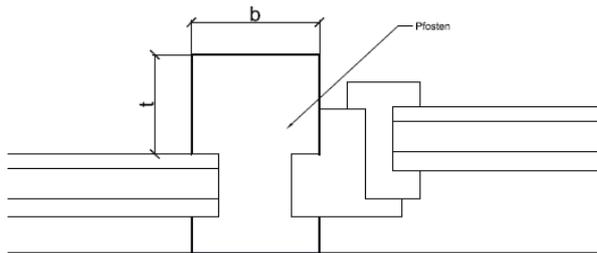
Für die Anwendung der drei Tabellen gelten folgende Randbedingungen:

- 1.) Bei Einsetzelementen in Pfosten-Riegel-Fassaden muss die Einbaufuge innen mit einem Dichtstoff oder einem Dichtprofil umlaufend abgedichtet werden.
- 2.) Die Tabellen gelten für die Rahmenmaterialien Aluminium, Holz-Metall und Stahl.
- 3.) Bei großen Glasformaten reduziert sich die Schalldämmung gemäß Tabelle 6.
- 4.) Fensterflügel benötigen mindestens zwei umlaufende Dichtungsebenen, eine davon als raumseitig umlaufende Dichtung ausgeführt.
- 5.) Die Schalldämmung von Einsetzelementen in der Ausführung als Schiebeelement, Hebe-Schiebeelement, Schwing- oder Wendefenster, Lüftungsflügel, Klappe oder als Tür ist nicht mit den Tabellenwerten abgedeckt und muss separat betrachtet werden.
- 6.) Liegen für die  $C$  und  $C_{tr}$ -Werte der geplanten Füllung keine Werte vor, kann ersatzweise ein Wert von  $C = -2$  dB und  $C_{tr} = -6$  dB für die Füllung angenommen werden



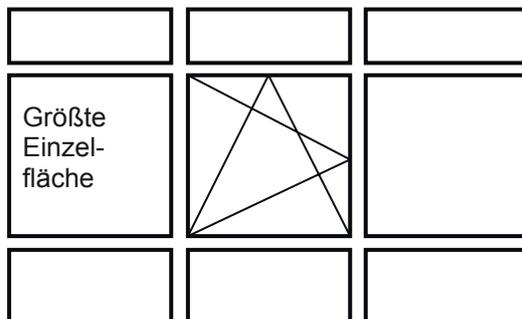
### 3.8 Ablesebeispiel

Die Vorgehensweise zur Anwendung dieser Tabellen verdeutlicht das folgende Beispiel. Es ist die Schalldämmung einer Pfosten-Riegel-Fassade mit Einselelementen zu ermitteln. Aus der Planung ergeben sich folgende Randbedingungen.



- Rastermaß der Fassade 1,3 m
- Gewählter Profilquerschnitt Bautiefe  $t = 130$  mm, Ansichtsbreite  $b = 50$  mm
- Schalldämmung der Glasfüllung  $R_w (C; C_{tr}) = 45 (-1; -6)$  dB
- Das größte Glasfeld hat eine Höhe von 1,8 m (d.h. mit dem Rastermaß von 1,3 m ergibt sich eine sichtbare Glasfläche von  $2,3 \text{ m}^2$ ).
- Die Fassade hat ein Einselement mit einem Drehkippenfenster mit Innendichtung.

Raster



Zur Anwendung der Tabellen werden die einzelnen kennzeichnenden Größen der Glasfüllung benötigt, in dem Beispiel also:

$$R_w = 45 \text{ dB}$$

$$R_A = 44 \text{ dB (ergibt sich aus } R_w + C = 45 - 1 \text{ dB)}$$

$$R_{A, tr} = 39 \text{ dB (ergibt sich aus } R_w + C_{tr} = 45 - 6 \text{ dB)}$$

Damit ergeben sich aus den Tabellen folgende kennzeichnende Größen für die Schalldämmung der Fassade:

Nach Tabelle 7:  $R_w = 42$  dB

Nach Tabelle 8:  $R_A = 40$  dB

Nach Tabelle 9:  $R_{A,tr} = 36$  dB

Aufgrund der größten Glasfläche von  $2,3 \text{ m}^2$  ergibt sich nach Tabelle 6 ein Korrektursummand von  $-1$  dB.

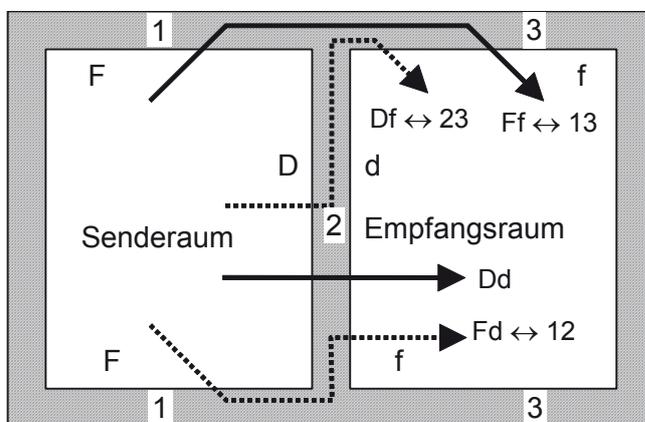
Mit diesem Verfahren ergibt sich für die Fassade als bewertetes Schalldämm-Maß incl. der Spektrum-Anpassungswerte

$R_w (C;C_{tr}) = 41 (-2;-6)$  dB

## 4 Längsschalldämmung

In diesem Kapitel werden die Methoden zur Analyse, Messung und Auswertungen der Längsschalldämmung von Vorhangfassaden betrachtet. Prinzipiell ist der Fassadenanschluss an die Trennwand oder die Trenndecke ein sogenannter T-Stoß. Unterschieden wird bei den Fassadenelementen zwischen drei Bauarten, dem Fensterband, der Pfosten-Riegel-Fassade und der Elementfassade, und zwei Übertragungsrichtungen, horizontal und vertikal. Fensterbänder fallen streng genommen nicht unter die Bauart der Vorhangfassade. Da die Analyse der Messungen jedoch umfangreiche Ergebnisse geliefert hat und auch für die Anwendung in den anderen Fassadenelementen hilfreiche Anhaltspunkte liefert, werden diese mit in den Bericht aufgenommen.

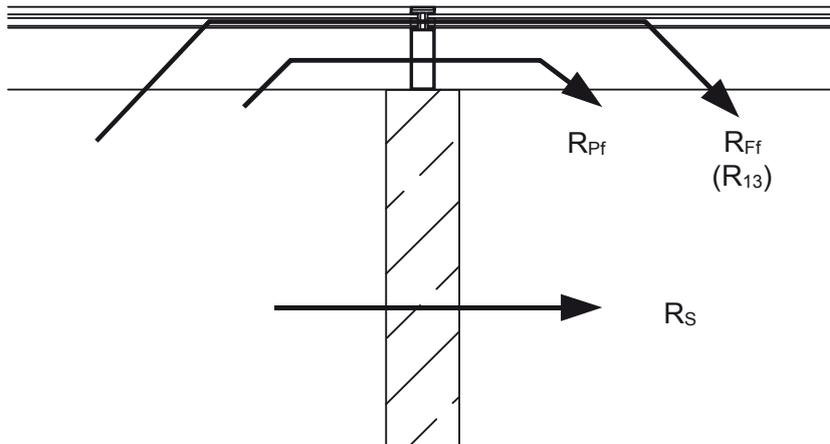
Das Grundprinzip der Schallübertragung über flankierende Bauteile ist in Bild 3 dargestellt. In [17] wurde festgestellt, dass eine Betrachtung der Stoßstellen, wie sie im Massivbau bekannt sind, für Vorhangfassaden keinen Sinn ergeben, die Wege  $D_f$  und  $F_d$  nach Bild 3 sind für diesen Anwendungsfall nicht zu berücksichtigen. Übrig bleibt der Weg  $F_f$ , der mit der Norm-Flankenschallpegeldifferenz  $D_{n,f}$  beschrieben wird. Die grundlegenden Definitionen zur Längsschalldämmung sind an anderer Stelle ausführlich beschrieben, an dieser Stelle wird nicht näher darauf eingegangen [5], [9], [13], [14], [15], [16], [17], [24], [25].



**Bild 3** Schallübertragungswege zwischen zwei Räumen

Im Laufe der Untersuchungen und Analysen zeigte sich, dass es Sinn macht, die Konstruktionen auch anhand der Profilschalldämmung der eingesetzten Rahmensysteme zu bewerten. Dazu wurde eigens eine Richtlinie verfasst, die das dazugehörige Messverfahren beschreibt [29].

Weitere Angaben zu den Übertragungswegen finden sich in Kapitel 4.3, und auch in Bild 4, entnommen aus [17].



**Bild 4** Schallübertragungswege bei Glasfassaden mit horizontaler Übertragungsrichtung mit den zugehörigen Schalldämm-Maßen

Über die Betrachtung des Anschlussdetails am T-Stoß hinaus müssen die erfassten Systeme auch dahingehend betrachtet werden, ob es über den Anschluss hinweg laufende Profile oder Hohlräume gibt, die einen bedeutenden Anteil an der Längsschallübertragung haben können.

#### 4.1 Anforderungen

Anforderungen an die Schalldämmung zwischen Räumen ergeben sich aus der geplanten Nutzung, z.B. nach DIN 4109 [4]. Aus der Planung dieser Bausituationen heraus ergeben sich dann auch Anforderungen an die Luft- und Längsschalldämmung einzelner Schallübertragungswege.

Mit Relevanz für die Anwendung der Flankenschalldämmung von Vorhangfassaden gibt es in Deutschland im Wesentlichen die nachfolgenden Anforderungswerte in DIN 4109, wie sie in der Ausgabe von 1989 und auch der Ausgabe 2016 zu finden sind [1], [4]. Die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

**Tabelle 10** Anforderungen an die Schalldämmung zwischen Räumen

DIN 4109:1989	DIN 4109-1:2016	Bauteil	Anforderung erf. $R'_w$ dB
Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen			
Tabelle 3 Zeile 2	Tabelle 2, Zeile 2	Wohnungstrenndecken (auch -treppen) und Decken zwischen fremden Arbeitsräumen bzw. vergleichbaren Nutzungseinheiten.	54
Tabelle 3 Zeile 12	Tabelle 2, Zeile 13	Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsräumen	53

**Tabelle 10** Anforderungen an die Schalldämmung zwischen Räumen

DIN 4109:1989	DIN 4109-1:2016	Bauteil	Anforderung erf. $R'_w$ dB
Beherbergungsstätten			
Tabelle 3 Zeile 21	Tabelle 4, Zeile 1	Decken	54
Tabelle 3 Zeile 26	Tabelle 4, Zeile 5	Wände zwischen Übernachtungsräumen	47
Krankenanstalten, Sanatorien			
Tabelle 3 Zeile 28	Tabelle 5, Zeile 1	Decken	54
Tabelle 3 Zeile 33	Tabelle 5, Zeile 5	Wände zwischen Krankenzimmern	47
Tabelle 3 Zeile 34	Tabelle 5, Zeile 8	Wände zwischen Operations- und Behandlungsräumen	42
Tabelle 3 Zeile 35	Tabelle 5, Zeile 8	Wände zwischen Räumen der Intensivpflege	37
Schulen und vergleichbare Unterrichtsbauten			
Tabelle 3 Zeile 38	Tabelle 6, Zeile 1	Decken zwischen Unterrichtsräumen	55
Tabelle 3 Zeile 41	Tabelle 6, Zeile 4	Wände zwischen Unterrichtsräumen	47
Tabelle 3 Zeile 44	Tabelle 6, Zeile 4	Wände zwischen Unterrichtsräumen und besonders lauten Räumen	55

Darüber hinaus gab es im Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989 Empfehlungen für den eigenen Bereich, die besonders bei der Planung von Bürogebäuden greifen können. Über die angegebenen Werte hinaus enthielt das Beiblatt 2 Empfehlungen für erhöhten Schallschutz.

**Tabelle 11** Auszug aus DIN 4109, Beiblatt 2:1989 Tabelle 3, Empfehlungen für normalen [und erhöhten] Schallschutz.

Zeile Nr.	Bauteil	$R'_w$ dB
Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen		
6	Wände zwischen Räumen mit üblicher Bürotätigkeit	37
8	Wände von Räumen für konzentrierte geistige Tätigkeit	45

Auf Grundlage solcher Anforderungen werden in der Planung die Anforderungen an die einzelnen Bauteile festgelegt. Hier gibt es zwei Möglichkeiten: Rechnerische Planung auf Basis von EN 12354 oder – mittlerweile veraltet – ein pauschaliertes Verfahren nach DIN 4109:1989 Beiblatt 1 [2], [24].

Aus der Planung ergibt sich so für die Fassade eine erforderliche bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$  (ehemals Schall-Längsdämm-Maß  $R_{L,w,R}$ ).

Das pauschalierte Verfahren nach DIN 4109:1989, Beiblatt 1 nach dem sogenannten vereinfachten Nachweis sah vor, die Anforderungen an die Schalldämmung aller beteiligten Bauteile (trennendes Bauteil und alle Flankenbauteile) um 5 dB höher zu dimensionieren als die geforderte resultierende Schalldämmung, also

$$R_{w,R} \geq \text{erf. } R'_w + 5 \text{ dB für das trennende Bauteil und}$$
$$R_{L,w,R} \geq \text{erf. } R'_{w} + 5 \text{ dB für alle flankierenden Bauteile,}$$

(entsprechend der kennzeichnenden Größe  $D_{n,f,w} - 2$  dB Vorhaltemaß)

Um von dem so ermittelten Rechenwert auf den Prüfwert zu kommen, musste noch das Vorhaltemaß von 2 dB berücksichtigt werden; in Summe ist der Aufschlag also 7 dB (incl. Vorhaltemaß).

Eine Weiterführung dieses Verfahrens ist in der DIN 4109 Ausgabe 2016 nicht vorgesehen, allerdings ist diese Ungleichung eine recht einfache Regel, so dass in der Planung hiermit bereits eine sinnvolle Annahme getroffen werden kann, wenn noch kein rechnerischer Nachweis vorliegt.

## 4.2 Datenerfassung

Für die Analyse der Längsschalldämmung wurden MS-Excel-basierte Datensammlungen erstellt. Dazu wurde in einem ersten Schritt eine Analyse im Messdatenarchiv „Auswert“ des ift Rosenheim durchgeführt und die so entstandene Tabelle mit externen Messdaten ergänzt. Im Ergebnis sind Messungen aus folgenden Prüflaboratorien in der Datensammlung enthalten:

- 1) Fraunhofer Institut für Bauphysik, IBP Stuttgart
- 2) ift Rosenheim, Labor Bauakustik, Prüfstände an den Standorten  
Lackermannweg 26 in Stephanskirchen und Theodor-Gietl-Straße 9 in Rosenheim
- 3) ita Wiesbaden
- 4) Technologiezentrum der Fa. Schüco International KG in Bielefeld
- 5) SG Bauakustik

Die Datensammlung 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-Riegel-Fassaden oder Elementfassaden fallen.



Nach Ausschluss von diesen, für die weitere Auswertung ungeeigneten Messungen bleiben 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.

Die durchgeführten Analysen wurden getrennt für die Einzulangaben der bewerteten Norm-Flankenpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$ ,  $D_{n,f,w}+C$  ( $=D_{n,f,A}$ ) und  $D_{n,f,w}+C_{tr}$  ( $=D_{n,f,A,tr}$ ) durchgeführt, um den in einzelnen europäischen Ländern definierten Anforderungsniveaus Rechnung zu tragen. Die Prüfvorschrift DIN EN ISO 10848 definiert als Frequenzbereich die Terzbandmittenfrequenzen von 100 Hz bis 5 kHz [12]. Die Einzulangaben beziehen sich gemäß den Vorgaben der DIN EN ISO 717-1 auf den Frequenzbereich von 100 Hz bis 3150 Hz [22]. Die Auswertungen wurden mit Einzulangaben ohne Nachkommastellen durchgeführt.

Die meisten Messungen wurden zwar auch im erweiterten Frequenzbereich ab 50 Hz durchgeführt, nur wird auf eine Angabe der Ergebnisse weitestgehend verzichtet, da außerhalb des normativ definierten Frequenzbereiches gelegen und auch aus dem Grunde, dass speziell bei tiefen Frequenzen die Prüfstände das Messergebnis doch sehr deutlich beeinflussen (begrenzen). Grund ist unter anderem die Anbindung der Fassaden an ein Schwert, dessen Schalldämmung unter 100 Hz häufig recht gering ausfällt.

Der Sachverhalt dazu wird in der Anlage Bild A 17 auf Seite 156 deutlich. Darin sind die maximal möglichen Flankenschalldämm-Maße enthalten, die für einen üblichen Einbau einer Fassade mit horizontaler und vertikaler Schallübertragung im ift-Labor Bauakustik in Stephanskirchen gemessen werden können. Auch wenn die Prüfvorschrift eine Korrektur der maximalen Flankenschalldämmung nicht vorsieht, wurden diese Daten im Labor zur Dokumentation ermittelt. In der Darstellung sieht man deutlich die geringe Längsschalldämmung unter 100 Hz, die durch das Anschlussschwert mit reduzierter Dicke für die Simulation des Bauanschlusses an die Trennwand verursacht wurde, bei horizontaler Schallübertragung. Nach einem Umbau wurde die maximal mögliche Längsschalldämmung durch eine geänderte Wandkonstruktion verbessert.

### 4.3 Filterkriterien zur statistischen Analyse

Zur statistischen Analyse wurden wie bei der Luftschalldämmung Filterkriterien festgelegt, anhand derer die weitere Datenanalyse durchgeführt worden ist. Die für die Analyse wesentlichen Felder sind in den nachfolgenden Tabellen aufgelistet. Einige der Datenfelder wurden nur gefüllt, wo es der Konstruktion entsprechend sinnfällig ist. Wo erforderlich werden die erfassten Daten in der Diskussion der unterschiedlichen Bauarten näher erläutert.

**Tabelle 12** Filterkriterien für Fassadenelemente zur Analyse der Längsschalldämmung

Feld	Beschreibung
Betriebsfertige Messung	Ja / Nein
Messung mit Bodenaufbau	Ja / Nein
Übertragung	Horizontal (von Raum zu Raum) / vertikal (von Geschoss zu Geschoss)
Bauart	Fensterband, Pfosten-Riegel-Fassade, Elementfassade, ...
Bauweise	Einfachfassade, Doppelfassade, ...
Aufteilung	Flügel, Festfeld, ...
Rahmenmaterial	z.B. Aluminium, Holz, Stahl, ...
Profil	Massiv, Hohlkammer
Rahmenverbindung	Stumpf gestoßen, auf Gehrung
Gemeinsame Kantenlänge $l$	Wert in m
Bezugskantenlänge $l_0$	2,8 m (horizontal), 4,5 m (vertikal)
Rastermaß	Breite in mm, Höhe in mm
Rahmenprofiltiefe $t$ (innen sichtbar)	Wert in mm
Ansichtsbreite Rahmenprofile ohne Pfosten	Wert in mm
Höhe Riegelprofil	Wert in mm
Höhe Deckenanschluss / Breite Anschlusschwert	Wert in mm
Tiefe Deckenanschluss	Wert in mm
Raumseitige Füllung	Glas ... mm, Blech
Schalldämmung der raumseitigen Füllung	Wert in dB
Anschluss an	Deckenpaneel, Elementstoß, Mittelpfosten, Montagepfosten, ...
Profile im Anschluss	1 Pfosten 2 Pfosten 1 Riegel 2 Riegel
Anschlusschwert / Deckenan- schluss	Deckenanschluss ... mm obere bzw. untere Abdeckung Keine
Vertikaler Elementstoß (wo zutreffend)	In Brüstungshöhe ... mm In Deckenhöhe ... mm In Fußpunkthöhe ... mm Im Deckenanschluss Einschiebling
Elementstoßfuge raumseitig	offen / abgedichtet
Flügelfalz raumseitig	offen, Dichtung

**Tabelle 12** Filterkriterien für Fassadenelemente zur Analyse der Längsschalldämmung

Feld	Beschreibung
Abdeckung Bauanschluss	oben, unten
Maßnahmen	Bodenaufbau, durchlaufende Kanäle, Beschwerungsmaßnahmen, ...
Riegelprofil beschwert	Ja / Nein
Pfostenprofil beschwert	Ja / Nein
Deckschale	Ja / Nein
Glasanschlussfuge	Abgedichtet (Diagnose)
Paneelblech	Durchlaufend, getrennt
Bodenanschluss im Brüstungsbereich	Aufsatzprofil, ...
Deckenanschluss in Fassadenebene	Aufsatzprofile, Verkleidungen
Durchlaufende Konstruktionen	Paneele, Profile, Lüftungskanal, Sattelschiene, Aufsatzprofil, ...
Zubehör	Lüfter, ...

Sofern es nicht anders gekennzeichnet wurde, beziehen sich die Angaben auf festverglaste Fassadensysteme. Der Bauteilanschluss durch den fertigen Boden bzw. eine abgehängte Decke wird, sofern nicht anders gekennzeichnet, nicht mit in die Bewertung aufgenommen, da diese Gewerke in der Regel nicht vom Fassadenbauer ausgeführt werden, sondern von Nachfolgegewerken.

#### 4.4 Schalldämmung der raumseitigen Schale

Auch wenn der Einfluss der (Glas-) Füllung auf die Längsschalldämmung nicht so ausgeprägt ist wie bei der Luftschalldämmung gegen Außenlärm, hängt die Längsschalldämmung von Fassadenelementen doch von der verwendeten Füllung ab, und hier speziell von der raumseitigen Schale, siehe auch [14], [17].

Daher war es erforderlich, im Zuge der Datenerfassung jeder dokumentierten Füllung ein bewertetes Schalldämm-Maß der raumseitigen Lage der Füllung (Schale) zuzuordnen. Bei einem Glasaufbau mit beispielsweise 10/16/8 VSG wäre das die Schalldämmung einer 8 mm VSG-Scheibe, wenn diese zur Raumseite hin orientiert eingebaut ist. Auf eine separate Betrachtung der  $R_A$  und  $R_{Atr}$ -Werte wurde an dieser Stelle verzichtet.

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 „Auswert“ des ift-Labors Bauakustik typisierte Schalldämm-Maße von gängigen Füllungen erstellt und statistisch ausgewertet. Als weitere Datenquelle wurde die Tabelle 4 aus DIN EN 12758 herangezogen [8].

Das Ergebnis dieser Analyse ist in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben. Die Angaben aus dem ift-Archiv basieren auf 145 Glasmessungen an monolithischen Scheiben und Verbundscheiben sowie Blechtafeln. Die Messungen dazu wurden nach dem in DIN EN ISO 10140-1 Anhang D beschriebenen Verfahren zur Messung der Luftschalldämmung an Verglasungen durchgeführt. Das Prüfmaß für solche Messungen ist das Normformat, 1,23 m × 1,48 m.

**Tabelle 13** Schalldämmung der raumseitigen Lage einer Füllung

Glastyp [mm]	Datenquelle							Festgelegter Wert R <sub>w</sub> [dB]
	DIN EN 12758			ift-Archiv				
	R <sub>w</sub> [dB]	C [dB]	C <sub>tr</sub> [dB]	n	R <sub>w</sub> [dB]	C [dB]	C <sub>tr</sub> [dB]	
4 mm Float	29	-2	-3					<b>29</b>
6 mm Float	31	-2	-3	2	32	-2	-3	<b>31</b>
8 mm Float	32	-2	-3	2	33	-1	-3	<b>32</b>
10 mm Float	33	-2	-3	12	34	-1	-3	<b>33</b>
12 mm Float	34	0	-2	1	35	-1	-3	<b>34</b>
8 VSG	33	-1	-3	16	34	-1	-2	<b>33</b>
8 VSG akustik				21	36	-1	-3	<b>36</b>
10 VSG	34	-1	-3	13	35	-1	-3	<b>34</b>
10 VSG akustik				16	37	-1	-3	<b>37</b>
12 VSG	35	-1	-3	11	36	-1	-2	<b>35</b>
12 VSG akustik				17	39	-1	-3	<b>39</b>
15 VSG	36	-1	-3	15	37	-1	-2	<b>36</b>
18 VSG				16	37	0	-2	<b>37</b>
2 mm Alublech				1	27	-1	-4	<b>27</b>
3 mm Alublech				1	30	-1	-4	<b>30</b>
3 mm Stahlblech				1	39	-1	-5	<b>39</b>

Die Daten wurden als Mittelwert ohne Abzug einer Standardabweichung erfasst. Bei den Daten aus EN 12758 wurde eine Standardabweichung berücksichtigt.

#### 4.5 Statistische Analysen

Für die Analyse der Datensammlung, die in den folgenden Kapiteln vorgestellt wird, wurden die Tabellen mit Hilfe der Filterungsfunktion des Programms MS Excel sortiert und ausgewertet. Ein Beispiel für eine Auswertung einer solchen Filterung ist nachfolgend in Tabelle 14 wiedergegeben.



**Tabelle 14** Beispiel für eine statistische Auswertung einer Filterung in der Datenbank für die Flankenschalldämmung

Anzahl	23	$D_{n,f,w}$ aus PB	$D_{n,f,w}$ [1/10 Wert, bez. auf $l_0$ ]	$D_{n,f,w}$ , bez. auf $l_0$	$D_{n,f,w}+C$ , bez. auf $l_0$	$D_{n,f,w} + C_{tr}$ , bez. auf $l_0$	n	$D_{n,f,w}$	C	$C_{tr}$
Mittelwert		50,0	51,1	50,6	49,4	47,5	23	50	-1	-3
Min		46	47,0	46	45	44				
Max		57	57,7	57	55	53				
<u>Stabw</u>		<u>3,24</u>	<u>3,16</u>	<u>3,24</u>	<u>3,13</u>	<u>2,57</u>	<u>23</u>	<u>47</u>	<u>-1</u>	<u>-2</u>

In dem gezeigten Beispiel hat die Filterung einen Stichprobenumfang von  $n = 23$  Messungen ergeben. Die Prüfergebnisse wurden zudem auf die Bezugs-Kantenlänge  $l_0$  (2,8 m bzw. 4,5 m) umgerechnet und ebenfalls ausgewertet.

Von den so bewerteten Norm-Flankenpegeldifferenzen und Spektrum-Anpassungswerten wurden Mittelwerte und die Standardabweichung mit einer Nachkommastelle, und mit ganzzahligen Werten bestimmt. Anschließend wurde von dem Ergebnis der bewerteten Norm-Flankenpegeldifferenz der Wert mit Abzug einer Standardabweichung ermittelt. Im Beispiel nach Tabelle 14 hat sich eine Standardabweichung von mehr als 3 dB ergeben, so dass diese konkrete Filterung recht wenig Aussagekraft zulässt. Die ermittelten Standardabweichungen werden in Tabelle 15 zusammengefasst.

In dieser Weise wurden Filterungen nach den unterschiedlichsten Konstruktionsmerkmalen durchgeführt und aufgelistet. 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).

**Tabelle 15** Mittlere Standardabweichungen der analysierten Bauteilgruppen

Bauteilgruppe	Stichprobenumfang n gesamt	mittlere Standardabweichung $\sigma$ für die bewertete Norm- Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ [dB]	
		Ohne Korrektur von $l_0$	Bezogen auf $l_0$
Fensterbänder, horizontale Flankenschalldämmung $l_0 = 2,8$ m	144	1,12	1,04
Pfosten-Riegel-Fassaden, horizontale Flankenschalldämmung $l_0 = 2,8$ m	93	1,31	1,39
Elementfassaden, horizontale Flankenschalldämmung $l_0 = 2,8$ m	174	2,31	2,33

**Tabelle 15** Mittlere Standardabweichungen der analysierten Bauteilgruppen

Bauteilgruppe	Stichproben- umfang n gesamt	mittlere Standardabweichung $\sigma$ für die bewertete Norm- Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ [dB]	
		Ohne Korrektur von $l_0$	Bezogen auf $l_0$
Pfosten-Riegel-Fassaden, vertikale Flankenschalldämmung $l_0 = 4,5$ m	65	0,87	0,92
Elementfassaden, vertikale Flan- kenschalldämmung $l_0 = 4,5$ m	93	1,59	1,43

Die Standardabweichungen für Flankenschalldämmungsmessungen sind im Betrag höher als bei den Luftschallmessungen, wie sie beispielsweise in Tabelle 5 wiedergegeben wurden. Besonders bei den Elementfassaden ist eine deutlich größere Streuung der Werte zu erkennen, was wohl auf die große Formenvielfalt der Fassaden zurückzuführen ist, vgl. dazu Anlage Bild A 12 bis Bild A 15 ab Seite 153. Das bedeutet, dass die produktbedingte Streuung der Werte größer ist als bei vergleichbaren Betrachtungen zur Luftschalldämmung.

Auffällig in der Auflistung ist auch, dass die Umrechnung auf die Bezugslänge sich nicht einheitlich auf die Standardabweichung auswirkt. Auch fällt auf, dass die horizontale Schallübertragung eine größere Streubreite hat im Vergleich zur vertikalen Schallübertragung.

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 hier ermittelten Werte sind im Vergleich höher als bei den Angaben zur Luftschalldämmung nach Kapitel 3.1.3. Aus diesem Grunde wird bei den Werten in den zu erstellenden Tabellen eine Standardabweichung von im Mittel 2 dB abgezogen, um die größere produktbedingte Streuung zu berücksichtigen. Bei den Elementfassaden mit horizontaler Schallübertragung wird zum Teil eine höhere Standardabweichung abgezogen entsprechend der Ergebnisse aus den einzelnen Analyseschritten. Diese Fälle werden separat in den Tabellen markiert.

Da die Datenbasis für die einzelnen Selektionen zum Teil nur auf wenigen Messungen basieren, wurden die Tabellenentwürfe im Nachgang zur statistischen Analyse auf Plausibilität überprüft im Hinblick auf die Anwendung der Tabellen und auf die Prüferfahrung im ift-Labor Bauakustik.



#### 4.6 Messverfahren der Längsschalldämmung

Im Zuge des Forschungsvorhabens wurden zu den statistischen Analysen auch Messungen der Längsschalldämmung im Labor durchgeführt. Gemessen wurden Fassaden im Prüfstand des ift-Labors Bauakustik in Stephanskirchen („Y-Wand“) und im Technologiezentrum der Fa. Schüco International KG in Bielefeld.

Das hier angewendete Verfahren zur Messung der Längsschalldämmung ist in DIN EN ISO 10848 Teil 2 beschrieben [13]. Die darin definierte Norm-Flankenschallpegeldifferenz wird bestimmt nach der Beziehung

Gleichung 1 
$$D_{n,f} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{A_0}{A} \text{ dB}$$

Wenn es auch nicht direkt in die Gleichung 1 eingeht, so sind die Messungen immer auch gekoppelt mit der gemeinsamen Kantenlänge  $l$  zu betrachten, die bei der jeweiligen Messung der Längsschalldämmung im Prüfstand vorhanden war. Diese waren unterschiedlich und werden bei den jeweiligen Messergebnissen benannt. Um die Ergebnisse einheitlicher darzustellen, zeigt sich, dass es erforderlich ist, das Ergebnis auf die sogenannte Bezugs-Kantenlänge  $l_0$  umzurechnen. Die Umrechnung erfolgt nach der Beziehung

Gleichung 2 
$$D_{n,f,l_0} = D_{n,f} + 10 \cdot \lg \frac{l}{l_0} \text{ dB}$$

Ist die bei der Prüfung vorhandene gemeinsame Kantenlänge  $l$  größer als  $l_0$ , wird der Wert der Flankenschalldämmung durch die Umrechnung größer, im anderen Fall kleiner als der gemessene Wert für  $D_{n,f}$ . Auf eine darüber hinausgehende, detailliertere Beschreibung des Prüf- und Umrechnungsverfahrens wird an dieser Stelle verzichtet.



## 5 Längsschalldämmung, horizontale Schallübertragung

Aufgrund des großen Datenumfangs werden die Übertragungsrichtungen der analysierten und messtechnisch untersuchten Elemente in zwei Kapiteln zur horizontalen und vertikalen Längsschalldämmung, getrennt für die Bauarten der Pfosten-Riegel-Fassaden und Elementfassaden, behandelt. Ergänzend wurde die Analyse für Fensterbänder in Kapitel 5.2 durchgeführt, wenngleich die Bauart streng genommen 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 [14], [17], [30].

### 5.1 Details zum Trennwandanschluss

Der hier betrachtete Anschluss der horizontalen Längsschalldämmung am T-Stoß ist der 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, die in der Planungsphase eines Gebäudes festzulegen ist, vgl. auch Kapitel 4.1. In DIN 4109-1989 Beiblatt 1 wurde als Planungshilfe mit dem sogenannten vereinfachten Verfahren ein Aufschlag von 5 dB (und 2 dB Vorhaltmaß) auf die Anforderung der resultierenden Luftschalldämmung erf.  $R'_w$  festgelegt. Diese Regel wurde mit Einführung der aktualisierten Fassung der DIN 4109 herausgenommen, ist aber noch ein erster Anhaltspunkt zur Auslegung der erforderlichen Längsschalldämmung [2], [5].

Diese 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.

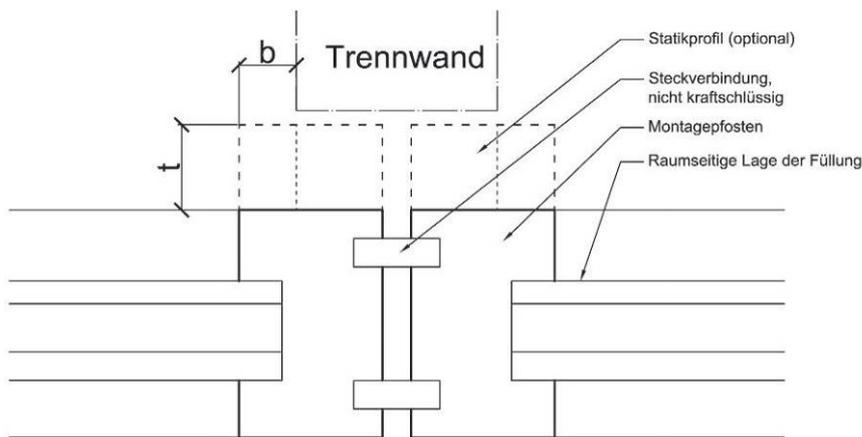
Ein Schwert in diesem Sinne ist also ein in der Gesamtdicke reduziertes Bauteil, um einen Bauanschluss an den trennenden Pfosten oder das trennende Profil zu gewährleisten. Das Schwert kann in unterschiedlicher Weise aufgebaut werden, beispielsweise als Trockenbaukonstruktion oder auch als Glasscheibe. Die Schalldämmung eines Schwertes ist eine eigenständige Beurteilungsgröße, die nicht im Rahmen dieses Projektes untersucht wurde.

Neben der Schalldämmung des Schwertes ist eine dauerhaft dichte Anbindung an die Fassade zu gewährleisten, damit die Fugenschallübertragung auf diesem Wege unterbunden ist. Die Ausführung dieses Anschlusses an das Schwert oder auch an die Trennwand ist ebenfalls nicht Gegenstand dieses Projektes. Eine wesentliche Schwierigkeit bei diesem Detail liegt in den unterschiedlichen Gewerken, die an diesem Detail betroffen sind. Das eine Gewerk ist die Fassade, das andere der Innenausbau, der häufig zeitlich viel später im Bauablauf erfolgt.

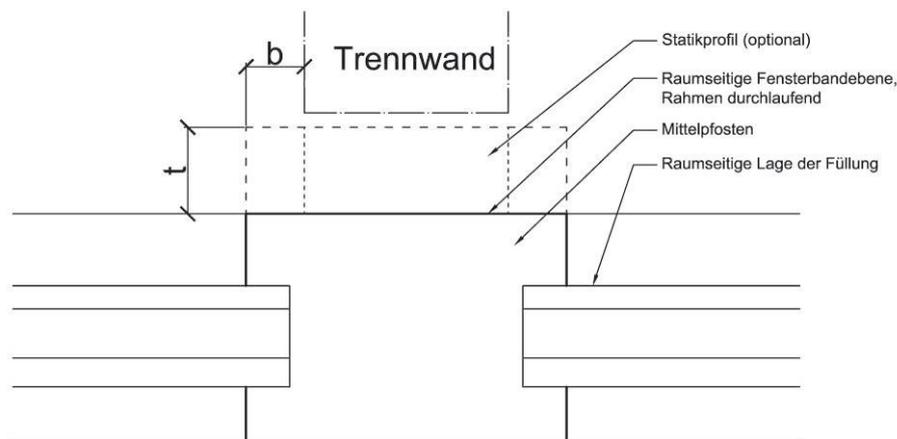
Erfahrungen aus Baumessungen des ift-Labors Bauakustik zeigen, dass dieses Detail des Anschlusses an die Trennwand oder das Schwert zu erheblichen Baufehlern führen kann; es ist bei der Planung als eigenes Detail zu berücksichtigen. Als Anforderung an den Bauanschluss muss eine dauerhaft dichte und hoch schalldämmende Anbindung der Trennwand an die Fassade gefordert werden, damit die Längsschalldämmung nicht durch Fugenschallübertragung oder zu geringe Schalldämmung eines Schwertes reduziert wird.

## 5.2 Datenanalyse von Fensterbändern

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, vgl. Bild 5 und Bild 6.



**Bild 5** Prinzipskizze zum Trennwandanschluss eines Fensterbandes, Ausführung mit Montagepfosten, mit der Ansichtsbreite  $b$  und der Bautiefe  $t$  der Anschlussprofile



**Bild 6** Prinzipskizzen zum Trennwandanschluss eines Fensterbandes, Ausführung mit Mittelpfosten (Kämpfer), mit der Ansichtsbreite  $b$  und der Bautiefe  $t$  der Anschlussprofile



Bei der Analyse für Fensterbänder haben sich Erkenntnisse allgemeiner Art ergeben, die auch für die Analyse der weiteren Bauarten herangezogen werden [30]. Im Einzelnen sind dies nachfolgend beschriebene Details.

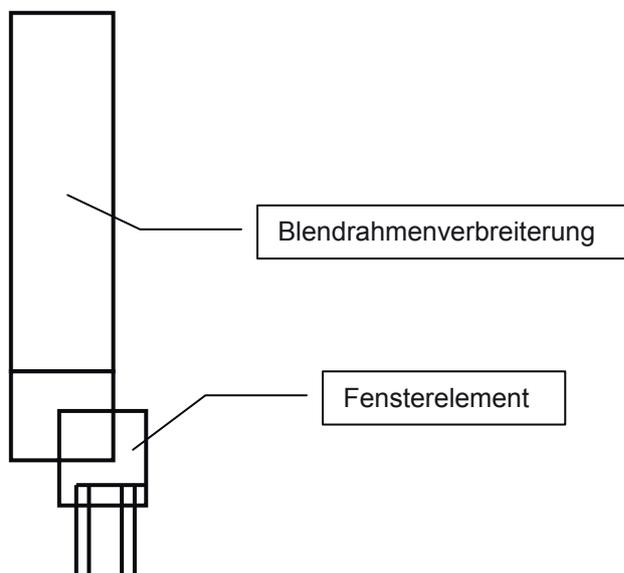
### 5.2.1 Flügelrahmen

Im Vergleich zu festverglasten Fensterbandelementen ist die Längsschalldämmung von Elementen mit offenen Flügeln etwas höher, 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 dadurch erklären, dass aufgrund des zusätzlichen Übergangs zwischen Flügel und Blendrahmen weniger Energie auf die abstrahlende Glasscheibe übertragen wird. 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. Die zu erstellenden Tabellen werden daher auf festverglaste Elemente hin abgestimmt, so dass sie dann in der Anwendung auch auf Elemente mit offenen Flügeln angewendet werden können.

### 5.2.2 Rahmenmaterial

In der Analyse enthalten sind Fensterbandelemente aus Aluminium-Hohlprofilen, aus Holz und eines aus Kunststoff. Die Analyse hat ergeben, dass – mit Ausnahme der oft sehr hohen Blendrahmenverbreiterungsprofile im Bereich etwa eines Sonnenschutzes – das Rahmenmaterial keinen signifikanten Einfluss auf die Längsschalldämmung eines Fensterbandes hat, wobei die meisten der untersuchten Elemente aus Aluminiumprofilen bestanden. Bild 7 zeigt beispielhaft eine Blendrahmenverbreiterung.



**Bild 7** Prinzipskizze eines Vertikalschnittes einer Blendrahmenverbreiterung

Maßnahmen zur Verbesserung der Flankenschalldämmung etwa durch eine Beschwe- rung mit Stahlblech oder eine Sandfüllung können die Längsschalldämmung verbessern, sind bei der Erstellung der Tabelle 16 jedoch nicht berücksichtigt worden. Die Tabelle gilt für alle genannten Rahmenmaterialien.

Die Materialdicke der Hohlprofile selbst wurde statistisch nicht dokumentiert, sie entspricht den Materialspezifikationen der Profilsysteme und beträgt meist 2 mm. Auf dieses Maß bezogen werden die Tabellen erstellt.

### 5.2.3 Einfluss der Füllung

Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass die raumseitige Schale der Füllung Einfluss auf die Längsschalldämmung von Fensterbändern hat, siehe [14], [17], [30]. Der Einfluss der Füllung lässt sich für die Fälle feststellen, in denen das Niveau der Längsschalldäm- mung  $D_{n,f,w}$  größer ist als etwa 54 dB. Bei Systemen, die durch die Bauart bedingt geringe Flankenschalldämmungen aufweisen, lässt sich ein signifikanter Einfluss durch geän- derte Füllungen auf die Flankenschalldämmung nicht feststellen.

Beispiele für solche Konstruktionen ergeben sich bei breiten Profilquerschnitten z.B. im Bereich von Blendrahmenverbreiterungen zur Verkleidung von außenliegendem Sonnen- schutz, oder bei breiten über den Trennwandanschluss durchlaufenden Rahmenprofilen. In diesen Bereichen wird daher bei der Erstellung der Tabelle auf eine Unterscheidung der raumseitigen Schale verzichtet.

Die Thematik der raumseitigen Schalen wurde im Rahmen der Arbeitsgruppensitzung am 29. Juli 2015 besprochen mit dem Ergebnis, dass die Tabellen für raumseitige Schalen mit einer Schalldämmung von  $R_w \geq 31$  dB (entsprechend einem 6 mm Floatglas, vgl. Ta- belle 13 ab Seite 36) auszulegen sind bis auf die Fälle, in denen eine Abhängigkeit fest- gestellt werden kann. Diese Festlegung gilt für alle zu erstellenden Tabellen der Flanken- schalldämmung.

### 5.2.4 Geometrische Parameter

Zur Unterscheidung der Fensterbänder sind geometrische Angaben zu den Rahmenprofi- len zu ermitteln, da breite Profile sich ungünstig auf die Längsschalldämmung von Fens- terbändern auswirken können. Zu unterscheiden ist zwischen der raumseitig sichtbaren Ansichtsbreite  $b$  der Profile und der Bautiefe  $t$  von optional möglichen, raumseitig gelege- nen Statikprofilen im Bereich des Trennwandanschlusses. Die Prinzipdarstellungen in Bild 5 und Bild 6 veranschaulichen diese Parameter.

Auch erfasst werden die unteren und oberen Rahmenprofile der Fensterbandkonstruktion, die im Falle des Anschlusses an den Montagepfosten im Bereich des Trennwand- anschlusses getrennt sind, d.h. hier gibt es keine über den T-Stoß durchlaufende Rah- menkonstruktion oder Hohlkammer.

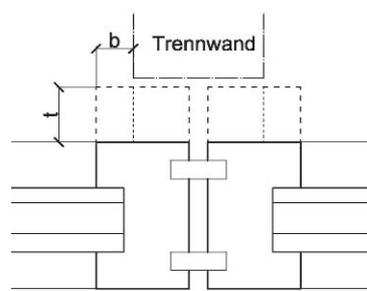
Der Anschluss an den Mittelpfosten ist der für die Beurteilung der Längsschalldämmung von Fensterbandelementen ungünstigere Fall, da dieses System nicht getrennt ist und die unteren und oberen Rahmenprofile über den T-Stoß hinweg durchlaufen. Zur Begrenzung der Profilgeometrie wurden die Ansichtsbreiten der Profile auf maximal 50 mm limitiert für die Anwendung der Tabelle. Als einzige Ausnahme sind die breiten Aufsatzprofile bis 250 mm Bauhöhe erfasst (mit einem Abschlag), wie sie zur Montage von außenliegenden Storen- oder Rollladenkästen verwendet werden.

### 5.2.5 Tabellenvorschlag für die Längsschalldämmung von Fensterbändern

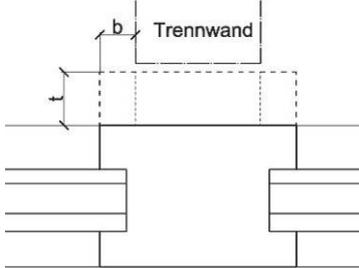
Es werden für den Tabellenvorschlag zwei Fallunterscheidungen in der Bauart getroffen; mit Anschluss an einen Mittelpfosten und an einen Montagepfosten. In Abhängigkeit der Schalldämmung der raumseitigen Schale wird mit Hilfe der Tabelle ein Längsschalldämmmaß als bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz mit den dazugehörigen Spektrum-Anpassungswerten  $D_{n,f,w}$  ( $C;C_{tr}$ ) ermittelt, bezogen auf eine gemeinsame Kantenlänge  $l_0 = 2,8$  m.

Um die Streubreiten bei den unterschiedlichen Fassadenelementen zu berücksichtigen, wurde bei der Ermittlung der tabellierten Werte eine Standardabweichung von 2 dB abgezogen, entsprechend den Analysen in Kapitel 4.5 ab Seite 36. Abschließend wurden die Ergebnisse auf Plausibilität geprüft.

**Tabelle 16** Längsschalldämmung von Fensterbändern, bezogen auf  $l_0 = 2,8$  m

Trennwandanschluss / waagerechte Rahmenprofile	Profil- ansicht b in mm	Bautiefe Statikprofil t in mm	Schalldämmung der raumseitigen Schale $R_w$ in dB	$D_{n,f,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) in dB
Montagepfosten / keine am T-Stoß durchlau- fenden Rahmenprofile 	$b \leq 10$	t = 0  (Kein raumsei- tig einkragen- des Profil)	29	59 (-3;-9) <sup>1</sup>
			31	60 (-3;-9)
			33	61 (-3;-9)
			35	62 (-2;-9)
			37	63 (-2;-9)
	$b \leq 35$	t = 0	$\geq 31$	55 (-2;-6)
			29	59 (-3;-9) <sup>1</sup>
			31	60 (-3;-9) <sup>1</sup>
			33	61 (-3;-9) <sup>1</sup>
			$\geq 31$	55 (-2;-6)
$b \leq 75$	t = 0	$\geq 31$	56 (-2;-6)	

**Tabelle 16** Längsschalldämmung von Fensterbändern, bezogen auf  $l_0 = 2,8$  m

Trennwandanschluss / waagerechte Rahmenprofile	Profil- ansicht b in mm	Bautiefe Statikprofil t in mm	Schalldämmung der raumseitigen Schale $R_w$ in dB	$D_{n,f,w}$ ( $C; C_{tr}$ ) in dB
Mittelpfosten / Rahmenprofil bis 50 mm am T-Stoß durchlaufend, breitere Profile getrennt  	$b \leq 35$	$t = 0$	29	54 (-2;-6)
			31	56 (-2;-6)
			33	57 (-2;-6)
			35	58 (-2;-6)
		$t \leq 50$	$\geq 31$	53 (-2;-5)
	$b \leq 75$	$t = 0$	$\geq 31$	49 (-1;-3)
Mittelpfosten / eine Blend- rahmenverbreiterung bis 250 mm am T-Stoß durchlaufend	$b \leq 35$	$t = 0$	$\geq 31$	42 (-1;-3)

<sup>1</sup> Aufgrund der Plausibilitätskontrolle erfolgte eine Anpassung an die Ergebnisse der statistischen Analyse

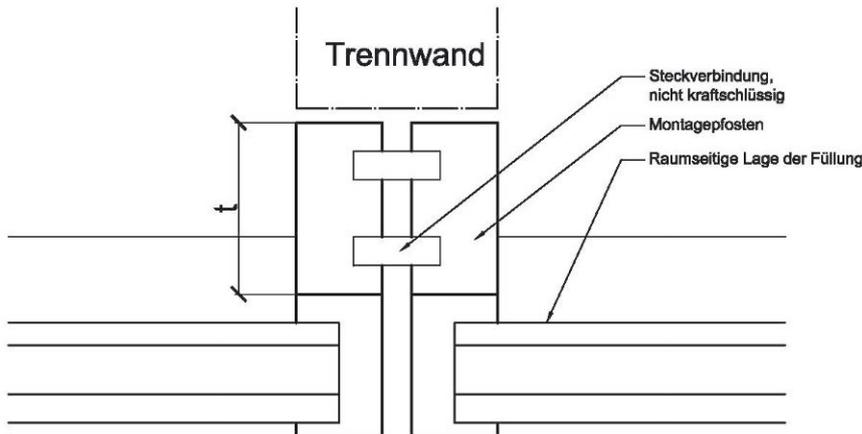
Für die Anwendung der Tabelle gelten folgende Randbedingungen:

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

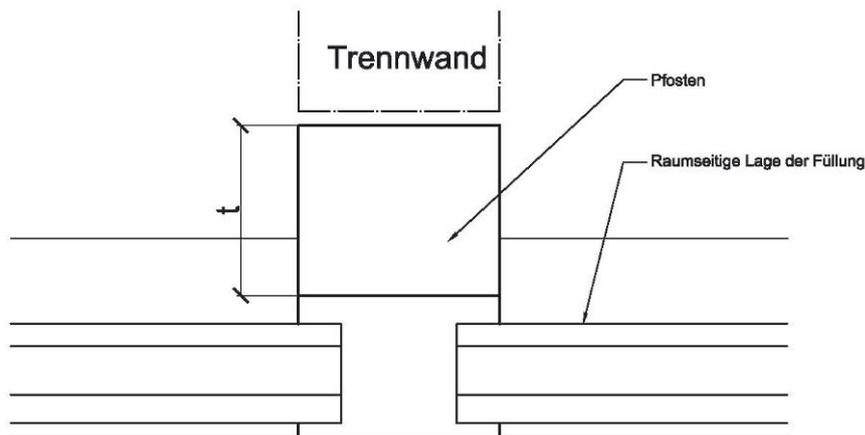
Die Tabelle beruht auf den statistischen Analysen vorhandener Messungen. Ergänzende Messungen zum Themenbereich Längsschalldämmung von Fensterbandelementen wurden im Rahmen dieses Projektes nicht durchgeführt.

### 5.3 Datenanalyse von Pfosten-Riegel-Fassaden

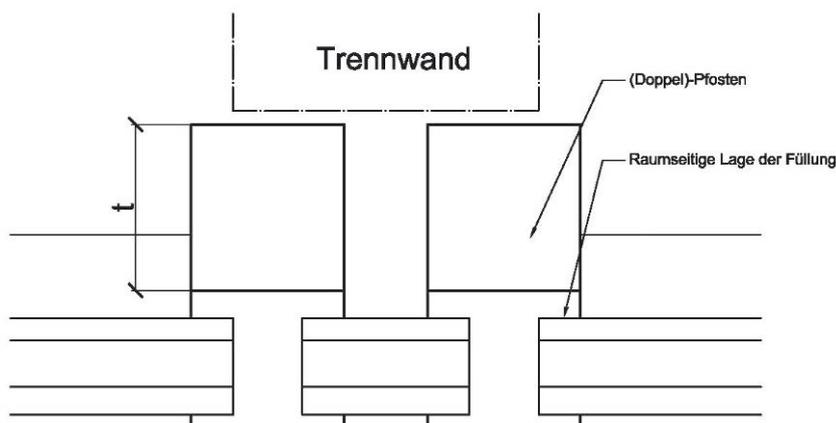
Die Analyse für Pfosten-Riegel-Fassaden hat gezeigt, dass für den Bauanschluss an die Trennwand für diese Bauweise drei prinzipielle Anschlussvarianten zu unterscheiden sind, dies ist der Anschluss an einen Montagepfosten, an einen monolithischen Pfosten, sowie die Ausführung als Doppelpfosten, vgl. Bild 8, Bild 9 und Bild 10.



**Bild 8** Prinzipskizze zum Trennwandanschluss einer Pfosten-Riegel-Fassade, Ausführung mit Montagepfosten, mit der Profiltiefe  $t$  des Anschlusspfostens



**Bild 9** Prinzipskizze zum Trennwandanschluss einer Pfosten-Riegel-Fassade, Ausführung mit monolithischem Pfosten, mit der Profiltiefe  $t$  des Anschlusspfostens



**Bild 10** Prinzipskizze zum Trennwandanschluss einer Pfosten-Riegel-Fassade, Ausführung als Doppelpfosten, mit der Profiltiefe  $t$  des Doppelpfostens

Bei der Analyse haben sich die nachfolgend beschriebenen, bauartbedingten Merkmale herausgestellt, die bei der Planung zu beachten sind.

### 5.3.1 Flügelrahmen

Die hier diskutierten und vorgestellten Tabellen beziehen sich auf festverglaste Pfosten-Riegel-Fassaden. In Kapitel 5.2.1 auf Seite 43 wurden festverglaste Fensterbandelemente als der für die Betrachtung der Längsschalldämmung im Vergleich ungünstigere Fall identifiziert. Damit können auf festverglaste Elemente hin abgestimmte Tabellen auch auf Elemente mit offenbaren Flügeln angewendet werden, wenn diese eine raumseitig umlaufende Dichtung aufweisen. Diese Regel wird für Pfosten-Riegel-Fassaden mit horizontaler Schallübertragung übernommen.

### 5.3.2 Rahmenmaterial

In der Datenanalyse enthalten sind Pfosten-Riegel-Fassaden 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-Riegel-Fassade mit horizontaler Schallübertragung hat. Aus diesem Grunde müssen die zu erstellenden Tabellen auf das Rahmenmaterial eingehen. Das Ergebnis der Analyse findet sich in Tabelle 17.

Auch aufgrund dieser Erkenntnis wurde das Verfahren zur Berücksichtigung der Profilschalldämmung nach Kapitel 7 ins Gespräch gebracht als mögliche Methode, die Profileigenschaften auch Materialabhängig zu berücksichtigen. Zudem können auf diese Art und Weise Verbesserungsmaßnahmen zur Erhöhung der Flankenschalldämmung mit verhältnismäßig geringem Aufwand bewertet werden.

Die Datenanalyse hat gezeigt, dass durch Verbesserungsmaßnahmen wie einer Beschwerung mit Stahlblech oder einer Sandfüllung von Hohlprofilen eine Verbesserung der Längsschalldämmung möglich ist, die bei Pfosten-Riegel-Fassaden in einer Größenordnung von etwa  $\Delta D_{n,f,w} = 4$  bis 12 dB liegen kann. Maßnahmen zur Verbesserung der Flankenschalldämmung sind bei der Erstellung der Tabelle 17 nicht berücksichtigt worden, diese können durch das Verfahren nach Tabelle 18 berücksichtigt werden.

### 5.3.3 Einfluss der Füllung

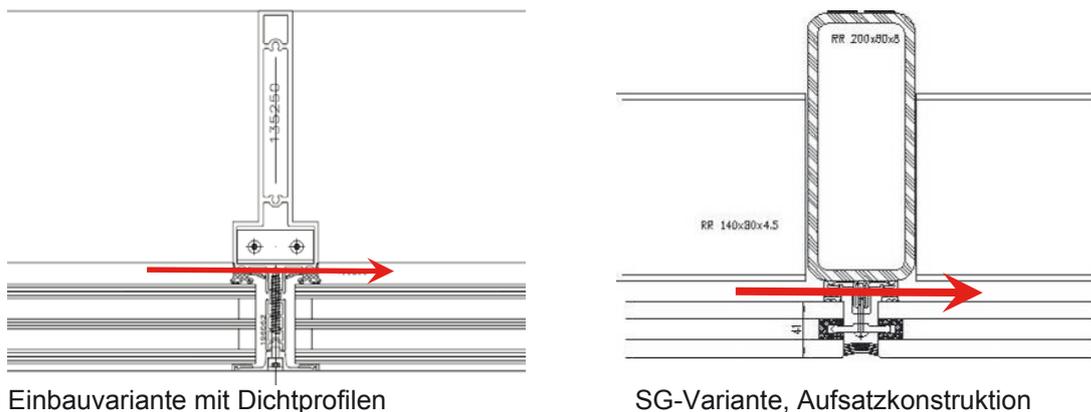
Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass die raumseitige Schale der Füllung Einfluss auf die Längsschalldämmung von Fensterbändern hat, siehe [14], [17], [30]. Der Einfluss der Füllung lässt sich für Pfosten-Riegel-Fassaden mit horizontaler Schallübertragung nicht so eindeutig feststellen, wohl auch aufgrund des festgestellten Niveaus der Längsschalldämmung, das doch unterhalb des Niveaus der Fensterbänder liegt, vgl. auch Kapitel 5.2.3 auf Seite 44.



Wie für Fensterbänder wurde auch für Pfosten-Riegel-Fassaden auf der Arbeitsgruppen-sitzung am 29. Juli 2015 besprochen und festgelegt, dass die Tabellen für raumseitige Schalen mit einer Schalldämmung von  $R_w \geq 31$  dB (entsprechend einem 6 mm Floatglas, vgl. Tabelle 13 auf Seite 36) auszulegen sind. Eine Ausnahme gibt es hier für das Verfahren mit eingerechneten Profilschalldämmungen nach Kapitel 5.4.8.

### 5.3.4 Glaseinbau

Der Glaseinbau bei Pfosten-Riegel-Fassaden ist üblicherweise eine auf das tragende Profil aufgesetzte Konstruktion. Die Glasabdichtung erfolgt dabei entweder mit einer Aufsatzkonstruktion oder mit bereits in das Tragprofil eingelassenen Dichtprofilaufnahmen. Bei den ergänzenden Messungen hat sich gezeigt, dass die innere Glasanschlussfuge die Flankenschalldämmung zum Teil deutlich reduzieren kann. Das ist insbesondere bei Aufsatzkonstruktionen festzustellen. Beispiele für den Glaseinbau bei Pfosten-Riegel-Fassaden zeigt Bild 11.



**Bild 11** Zwei Beispiele für Glaseinbauvarianten mit eingezeichneter, rot markierter Glasanschlussfuge (Bilder entnommen aus ift-Vorgängen 169 38934 und 169 38799)

Analysen wurden auch durchgeführt für Glaseinbauvarianten mit Dichtprofilen und mit SG-Verglasung. Im Ergebnis ergeben sich keine erkennbaren Unterschiede zwischen den Glaseinbauvarianten mit Dichtprofilen oder als geklebte Glaskonstruktion.

### 5.3.5 Geometrische Parameter

Als Unterscheidungsmerkmal zu den Pfostenprofilen wurde als geometrische Angabe die Profiltiefe  $t$  ermittelt vor dem Hintergrund, dass tief einkragende Profile sich ungünstig auf die Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden auswirken. Zu bestimmen ist daher die raumseitig sichtbare Profiltiefe  $t$  im Bereich des Trennwandanschlusses. Die Prinzipdarstellungen in Bild 8, Bild 9 und Bild 10 ab Seite 47 veranschaulichen diesen Parameter.

Der Parameter wurde auch vor dem Hintergrund gewählt, dass er ohne Mühe an einer fertigen Fassade ermittelt werden kann. Das ermöglicht eine Anwendung der Tabellen für fertig erstellte Fassaden am Bau zur ersten Einschätzung der Längsschalldämmung.

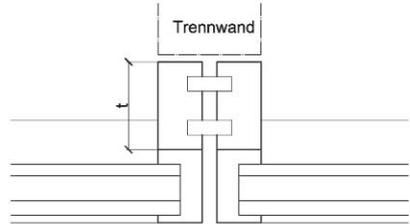
### 5.3.6 Tabellenvorschlag für die Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, horizontale Schallübertragung

Es werden für den Tabellenvorschlag drei Fallunterscheidungen in der Bauart getroffen, mit Anschluss an einen monolithischen Pfosten, an einen Montagepfosten und an einen Doppelpfosten. In der raumseitigen Schale wird nicht unterschieden, die Tabelle 17 gilt für raumseitige Schalen mit  $R_w \geq 31$  dB, entsprechend einem 6 mm Floatglas. Die Tabelle enthält Längsschalldämm-Maße als bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz mit den dazugehörigen Spektrum-Anpassungswerten  $D_{n,f,w}(C;C_{tr})$ , bezogen auf eine gemeinsame Kantenlänge  $l_0 = 2,8$  m.

Verbesserungsmaßnahmen zur Erhöhung der Längsschalldämmung werden bei der Tabelle nicht berücksichtigt; dies erfolgt über die Schalldämmung der Rahmenprofile nach dem in Kapitel 5.4 beschriebenen Verfahren.

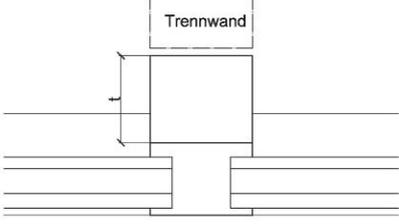
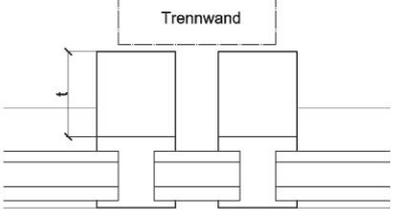
Um die Streubreiten bei den unterschiedlichen Fassadenelementen zu berücksichtigen, wurde bei der Ermittlung der tabellierten Werte eine Standardabweichung von 2 dB abgezogen, entsprechend den Analysen in Kapitel 4.5 ab Seite 36. Abschließend wurden die Ergebnisse auf Plausibilität geprüft, auch unter Berücksichtigung der ergänzenden Schallprüfungen.

**Tabelle 17** Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, horizontale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 2,8$  m

Trennwandanschluss / waagerechte Rahmenprofile	Profiltiefe t in mm	Rahmenmaterial	$D_{n,f,w}(C;C_{tr})$ in dB
Montagepfosten / keine am Stoß durchlaufenden Riegelprofile oder Hohlräume 	≤ 150	Aluminium-Hohlprofil, Profilbreite ≥ 50 mm	42 (-3;-5) <sup>1</sup>
		Holz (Fichte) Metall-Aufsatzkonstruktion Profilbreite ≥ 50 mm	50 (-1;-3)



**Tabelle 17** Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, horizontale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 2,8$  m

Trennwandanschluss / waagerechte Rahmenprofile	Profiltiefe t in mm	Rahmenmaterial	$D_{n,f,w} (C;C_{tr})$ in dB
Mittelpfosten / keine am Stoß durchlaufenden Riegelprofile oder Hohlräume  	≤ 100	Aluminium- Hohlprofil, Profiltiefe ≥ 50 mm	45 (-2;-5)
		Holz (Fichte) Metall- Aufsatzkonstruktion Profiltiefe ≥ 50 mm	53 (-1;-5)
	≤ 150	Aluminium- Hohlprofil, Profiltiefe ≥ 50 mm	40 (-3;-5) <sup>1</sup>
		Holz (Fichte) Metall- Aufsatzkonstruktion Profiltiefe ≥ 50 mm	48 (-1;-3) <sup>1</sup>
		Stahl- Hohlprofil, Profiltiefe ≥ 50 mm	43 (-1;-2) <sup>1</sup>
	≤ 200	Aluminium- Hohlprofil, Profiltiefe ≥ 50 mm	39 (-3;-5) <sup>1</sup>
Doppelpfosten / keine am Stoß durchlaufenden Riegelprofile oder Hohlräume  	≤ 150	Aluminium- Hohlprofil, Profiltiefe ≥ 50 mm	58 (-1;-6)

<sup>1</sup> Aufgrund der Plausibilitätskontrolle erfolgte eine Anpassung an die Ergebnisse der statistischen Analyse

Für die Anwendung der Tabelle gelten folgende Randbedingungen:

- 1.) Mindestschalldämmung der raumseitigen Schale von  $R_w \geq 31$  dB
- 2.) Mindestmaterialdicke bei Metall-Hohlprofile 2 mm
- 3.) Die Werte gelten für festverglaste Elemente und Elemente mit offenbaren Flügeln mit raumseitig umlaufender Dichtung.
- 4.) Fensterflügel benötigen mindestens zwei umlaufende Dichtungsebenen.
- 5.) Abdichtung der Fuge zwischen Pfostenprofil und Aufsatzkonstruktionen
- 6.) Einbau der Füllung mit Dichtprofilen oder geklebt (Structural Glazing SG)
- 7.) Schwertanschlüsse sind bei der Tabelle nicht berücksichtigt.

Ergänzend zu den hier festgestellten Werten wurden Messungen der Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden mit horizontaler Schallübertragung durchgeführt. Die Ergebnisse werden in dem folgenden Kapitel 5.4 vorgestellt.

#### **5.4 Ergänzende Messungen von Pfosten-Riegel-Fassaden**

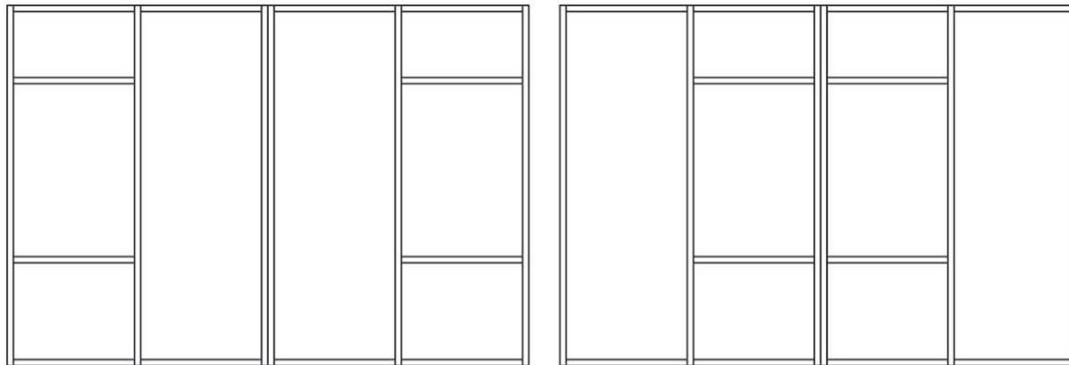
Auf der ersten Arbeitsgruppensitzung am 29.7.2015 wurden die ersten Analysen diskutiert und auch die weitere Vorgehensweise festgelegt. Zu dem Themenbereich der horizontalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden wurden Untersuchungen zu Rahmenmaterial, Aufteilung mit kleinen und großen Glasfeldern sowie zu unterschiedlichen Profilgeometrien durchgeführt. In Ergänzung dieser Untersuchungen wurde die Profilschalldämmung von einzelnen Profilvarianten untersucht, vgl. Kapitel 7.

Die Prüfelemente zu dem Themenbereich der horizontalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden wurden erstellt von den Projektpartnern

- Sapa Building Systems (Aluminiumprofile des Systems WICTEC 50)
- Gutmann (Holz-Metallprofile des Systems LARA GF 50)
- RP Technik (Stahl-Hohlprofile des Systems RP-TEC 50)

Als Basisprofilabmessung wurden 50 mm breite Rahmenprofile mit einer Bautiefe von 150 mm ausgewählt. Die Elemente wurden dahingehend geplant, dass sie in den Prüfstand des ift Rosenheim, Labor Bauakustik, in Stephanskirchen eingebaut werden konnten, als Rastermaß wurden 1250 mm für die Prüfelemente festgelegt. Die bei den Prüfungen verwendeten Glasfüllungen wurden für alle drei Fassadenvarianten und auch bei weiteren Untersuchungen zur vertikalen Längsschalldämmung verwendet, zur Anwendung kam ein Glastyp mit dem konstruktiven Aufbau 12 VSG SI / 16 / 6. Die Glasliste ist in der Anlage Bild A 21 enthalten. Durch die Verwendung des identischen Glases in den untersuchten Fassaden können die Einflüsse aus der Konstruktion nahezu unabhängig von der Füllung betrachtet und analysiert werden.

Der prinzipielle Aufbau der Elemente ist in der Ansicht in Bild 12 und als Foto in der Anlage Bild A 6 enthalten. Die Fassaden wurden so erstellt und eingebaut, dass das mittlere Profil an die Trennwand anschließt. Durch den Umbau der Profile und Riegel war es möglich, die vielen unterschiedlichen Konstruktionsmerkmale an wenigen Grundkonstruktionen aufzubauen und zu untersuchen.



Wandanschluss an ein großes Glasfeld

Wandanschluss an drei kleinere Glasfelder

**Bild 12** Prinzipielle Ansicht der untersuchten Pfosten-Riegel-Fassaden

Die Messungen an den Aluminiumfassaden wurden durchgeführt vom 16. Oktober 2015 bis 29. Oktober 2015. Die Holzfassade wurde untersucht am 8. und 9. Dezember 2015, die Stahlfassade vom 19. bis 21. April 2016. In der Anlage Tabelle A 7 ab Seite 168 sind die Ergebnisse der Untersuchungen wiedergegeben. In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Konstruktionsmerkmale diskutiert, die sich aus den Messungen an Pfosten-Riegel-Fassaden herauskristallisiert haben.

#### 5.4.1 Deckschalen

Ein Aspekt bei den messtechnischen Untersuchungen war die Deckschale, die aus optischen Gründen außen auf das Andruckprofil gepresst wird. Dieses Ausstattungsmerkmal hatten alle hier untersuchten Pfosten-Riegel-Fassaden.

Aus Gründen eines vereinfachten Prüfablaufes wurden Messungen mit und ohne Deckschalen durchgeführt. Hintergrund der Überlegung ist die Zeitersparnis, die sich aus Messungen ohne Deckschalen bei der Verwirklichung der einzelnen geplanten Varianten ergibt. Im Idealfall ergibt sich kein Einfluss auf die Längsschalldämmung durch das Weglassen der Deckschale.

Die vergleichenden Messungen haben gezeigt, dass es in einzelnen Fällen doch einen Unterschied macht, ob eine Deckschale eingebaut wurde oder nicht, und zwar mit der Tendenz, dass die Deckschalen das Ergebnis etwas verschlechtern (um maximal 1 dB) im direkten Vergleich. Dies ist besonders dann der Fall wenn die Schallübertragung über das Profil weitestgehend unterdrückt wurde. In den anderen Fällen ergibt sich aus dem Weglassen der Deckschale kein Einfluss auf das Prüfergebnis. Zwei Beispiele dazu sind in der Anlage Bild A 26 und Bild A 27 dargestellt.

### 5.4.2 Raumseitige Schale

Aus den durchgeführten Messungen der Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden mit horizontaler Schallübertragung gemäß Anlage Tabelle A 7 lässt sich ein Einfluss der raumseitigen Schale nur für die Fälle feststellen, in denen die Profilschalldämmung mit Vorsatzschalen verbessert und auch die Glasanschlussfuge abgedichtet wurde.

In diesen Fällen wurden bewertete Längsschalldämm-Maße  $D_{n,f,w}$  in der Größenordnung von 55 dB oder mehr festgestellt; hier hat das Drehen der Glasfüllung eine Verbesserung der Längsschalldämmung von bis zu 2 dB ergeben, entsprechend einem Wechsel von 6 mm Floatglas auf 12 mm VSG. Diese Aussage deckt sich in etwa mit der in Kapitel 5.2.3 durchgeführten statistischen Analyse von Fensterbändern, wo ein Einfluss der raumseitigen Schale erst ab einem Niveau von  $D_{n,f,w} = 54$  dB oder höher festgestellt wurde.

### 5.4.3 Rahmenmaterial

Der Einfluss des Rahmenmaterials auf die Längsschalldämmung der geprüften Pfosten-Riegel-Fassaden ist beispielhaft in der Anlage Bild A 31 dargestellt. Geprüft wurden Fassaden mit dem gleichen Aufbau, Profilquerschnitt und der gleichen Aufteilung, nur mit drei unterschiedlichen Rahmenmaterialien. Das Ergebnis zeigt, dass es einen deutlichen Einfluss des Rahmenmaterials auf die Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden gibt. Zu diesem Thema wurden weitere Untersuchungen durchgeführt, die nachfolgend in den Kapitel 5.4.5 und 5.4.6 beschrieben werden.

### 5.4.4 Durchlaufende Hohlräume

Bei den Messungen zur horizontalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden ist bei einem Element ein Nebenweg aufgetreten, der so nicht beabsichtigt war (Messungen Y17 bis Y25, vgl. Anlage Tabelle A 7). Es handelte sich hier um den Hohlraum unterhalb der Fassade zwischen dem Rahmen und dem Prüfstand, der zwar zum Raum hin abgedichtet war, der jedoch zwischen Sende- und Empfangsraum durchlief.

Bei dem Nebenweg handelte es sich um Luftschallübertragung über den Bauanschluss hinweg, ähnlich einem Schacht. Durch Einbringung eines Schottes im Bereich der Prüfstandstrennung am T-Stoß konnte dieser Nebenweg unterdrückt werden. Dieser Nebenweg wurde in einer Reihe von Diagnosemessungen herausgefunden. Ein Vergleich der Messungen zeigt eine Verschlechterung der Längsschalldämmung  $D_{n,f,w}$  um 6 dB bei diesem Nebenweg, siehe Anlage Bild A 25.

Aus diesem Beispiel ist ersichtlich, dass durchlaufende Hohlräume die Längsschalldämmung zum Teil erheblich beeinträchtigen können. Daraus wird der Schluss gezogen, dass Hohlräume mit einem Schott im Bereich des T-Stoßes ausgefüllt werden müssen.

#### 5.4.5 Vorsatzschalen, Glasanschlussfuge

Wie in vorangegangenen Untersuchungen auch wurden Messungen mit einer Vorsatzschale vor dem trennenden Pfostenprofil durchgeführt [17], [30]. Ziel der Untersuchung war es, den Einfluss des Pfostenprofils auf die Längsschalldämmung zu erforschen. Die Analyse mit eingeschaltetem Rauschen im Prüfstand hat dabei gezeigt, dass es bei Pfosten-Riegel-Fassaden zwei Übertragungswege gibt, durch das Profil selbst hindurch und über die Glasanschlussfuge.

Je ein Beispiel für die Aluminium-, Holz-Metall und Stahlfassade ist in der Anlage Bild A 28, Bild A 29 und Bild A 30 enthalten. Das Ergebnis stützt die Aussage aus der Datenanalyse, dass neben dem Profil auch die Glasanschlussfuge die Längsschalldämmung beeinflussen kann. Insbesondere bei den Aufsatzkonstruktionen ist in den hier untersuchten Beispielen ein signifikanter Einfluss auf die Norm-Flankenpegeldifferenz festzustellen.

Dies ist besonders dann der Fall wenn zwischen dem tragendem Profil und der Aufsatzkonstruktion keine eigene Abdichtung vorgesehen ist. Die Glasabdichtung kann diese Aufgabe, die Fuge zwischen Aufsatzkonstruktion und Tragprofil abzudichten, nur eingeschränkt übernehmen. So kann Fugenschall entstehen, der am sinnvollsten zu unterbinden ist durch eine eigenständige Abdichtung.

#### 5.4.6 Profilschalldämmung des Pfostenprofils

Es hat sich gezeigt, dass das Pfostenprofil im Trennwandanschluss einen großen Einfluss auf die Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden mit horizontaler Schallübertragung hat, siehe auch [17]. Die Profilschalldämmung ist sehr stark von der geometrischen Struktur und dem Material des Profils abhängig, so dass eine allgemeine Beschreibung der Profile ohne detaillierte Beschreibung nur eingeschränkt möglich ist, vgl. [31]. Auch können Verbesserungsmaßnahmen wie beispielsweise Sandfüllungen nur eingeschränkt allgemein und materialunabhängig beschrieben werden. Um die Profilschalldämmung besser einbinden zu können wurde im Verlauf des Projektes beschlossen, die Profilschalldämmung als Parameter mit zu berücksichtigen. Weitere Einzelheiten zur Vorgehensweise finden sich in Kapitel 7.

Vergleicht man die Messung der Profilschalldämmung mit der Messung der Längsschalldämmung der Pfosten-Riegel-Fassaden, 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. Vergleiche der Messkurven finden sich in der Anlage Bild A 36 bis Bild A 46.

Bei den tiefen Frequenzen weichen die Messkurven stärker voneinander ab, was unter anderem auf das Messverfahren bei kleinen Bauteilen zurückzuführen ist; in dem Bereich spiegelt das Ergebnis mehr oder weniger stark den die Prüföffnung umgebenden Prüfauf-

bau im Prüfstand wieder. Bei den Maßnahmen mit Vorsatzschale und offener bzw. abgedichteter Glasanschlussfuge weichen die Ergebnisse deutlicher voneinander ab, hier werden bereits messtechnische Grenzen bei der Messung der Profilschalldämmung erreicht.

Die einzelnen Messungen der Profilschalldämmung finden sich in der Anlage Tabelle A 2 und Tabelle A 3 ab Seite 159.

#### **5.4.7 Aufteilung der Fassade**

Ein weiterer Punkt in der Untersuchung war die Frage, wie sich die Aufteilung der Fassade in einzelne große Glasfelder oder mehrere kleine Glasfelder auf die horizontale Längsschalldämmung auswirkt; aus diesem Grunde wurden die Fassaden mit variablem Trennwandanschluss erstellt und untersucht, vgl. Bild 12 auf Seite 53. In der Anlage Bild A 32, Bild A 33, Bild A 34 und Bild A 35 sind dazu vier Messbeispiele im Vergleich dargestellt. Die dort enthaltenen Messungen erfolgten mit der 6 mm Glasfüllung auf der Raumseite bzw. 12 VSG bei Bild A 34.

In den gezeigten Beispielen ist der Einfluss der Aufteilung auf die gemessene Längsschalldämmung gering, in drei Beispielen ergibt sich kein Unterschied in der bewerteten Norm-Flankenpegeldifferenz, in einem Beispiel mit sandgefülltem Aluminiumprofil eine Reduzierung um 1 dB. Bei allen Messungen zeigt sich eine Reduzierung der Längsschalldämmung im Frequenzbereich um 100 Hz durch den dreiteiligen Aufbau.

Im Ergebnis sind die Messungen als gut vergleichbar zu bewerten mit einer Tendenz dazu, dass kleinteilige Fassadenelemente eher eine geringere Flankenschalldämmung aufweisen als Elemente mit großflächigen Einzelscheiben. Der Unterschied liegt in einem Rahmen, der durch die in Kapitel 4.5 dokumentierte Standardabweichung abgedeckt ist. Der Einfluss der Aufteilung auf die Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden wird damit als eher zweitrangig bewertet.

#### **5.4.8 Tabellenvorschlag mit Berücksichtigung der Profilschalldämmung**

Auf Basis des in den vorangestellten Kapiteln beschriebenen Einflusses der Profilschalldämmung auf die Längsschalldämmung wird ein Tabellenvorschlag zur Berechnung der Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden mit Berücksichtigung der Profilschalldämmung in Ergänzung zur Tabelle 17 erstellt.

Dazu ist es erforderlich die Profilschalldämmung des an die Trennwand anschließenden Pfostenprofils zu kennen. Einzelheiten zur Bestimmung der Profilschalldämmung finden sich in Kapitel 7. Um den Zusammenhang zwischen Profilschalldämmung und Längsschalldämmung zu veranschaulichen sind in den Diagrammen in der Anlage Bild A 47, Bild A 48 und Bild A 49 ab Seite 196 die Profilschalldämmung der zugehörigen Längsschalldämmung gegenübergestellt; die Messungen entstammen im Wesentlichen der Anlage Tabelle A 2, Tabelle A 3 und Tabelle A 7.

Die Anlage Bild A 47 beinhaltet den Zusammenhang der reinen Messergebnisse, aufgetragen ohne eine Korrektur. Die Ergebnisse liegen mit einer Ausnahme unterhalb der diagonalen Linie, bei der die Zahlenwerte der Profilschalldämmung und der Längsschalldämmung einander entsprechen würden. Bezieht man die beiden Messungen auf die gemeinsame Kantenlänge  $l_0$  (hier 2,8 m), so verschieben sich die Ergebnisse so, dass bis zu einem Betrag von etwa  $D_{n,e,0,w} = 55$  dB die Zahlenwerte der Profilschalldämmung und der Längsschalldämmung um diese diagonale Linie streuen. Bei den höheren Zahlenwerten liegen die Beträge von  $D_{n,e,0,w}$  oberhalb der Werte für  $D_{n,f,l_0,w}$ . Der Zusammenhang ist in der Anlage Bild A 48 dargestellt. Die in den Bildern dokumentierte Umrechnung auf die Bezugslänge  $l_0$  erfolgte nach Gleichung 2 bzw. Gleichung 5, auf Seite 39 bzw. 103.

Die Grafik in der Anlage Bild A 49 zeigt den Zusammenhang, aufgeschlüsselt nach den einzelnen untersuchten Fassaden aus dem aktuellen und einem früheren Projekt [17]. Mit einem roten Dreieck markiert sind darin die Messungen mit dem Nebenweg, der in Kapitel 5.4.4 diskutiert wird. In der Anlage Bild A 36 bis Bild A 46 sind ab Seite 185 spektrale Vergleiche der beiden Kenngrößen  $D_{n,e}$  und  $D_{n,f}$  wiedergegeben, siehe auch Kapitel 5.4.6.

Die Abweichungen von der diagonalen Linie oberhalb von etwa  $D_{n,e,w} = 55$  dB erklären sich aus Einflüssen der Fassadenkonstruktion, die nicht mit der Profilschalldämmung zu erklären sind. Das ist hier insbesondere die Schalldämmung der raumseitigen Füllung, wie der Zusammenhang in den beiden Diagrammen in der Anlage Bild A 50 zeigt. Dort sind die Messungen aufgetragen, die raumseitig mit einer 6 mm Glasfüllung bzw. mit einer 12 mm VSG durchgeführt wurden.

Bei den Messwerten für  $D_{n,e,0,w}$  oberhalb von etwa 65 dB begrenzt zudem das Messverfahren die vergleichende Aussage durch den Einfluss der maximal möglichen Schalldämmung, die im Prüfstand ermittelt werden kann. Die Maximal in dem Prüfstand zu messende Längsschalldämmung findet sich in der Anlage Bild A 17.

In den beiden Diagrammen in der Anlage Bild A 50 ist grafisch auch das Rechenergebnis dargestellt, das sich aus dem Tabellenvorschlag nach Tabelle 18 ergibt. Klammert man die Messungen mit den Nebenwegen nach Bild A 25 aus so liegt die mit der Profilschalldämmung berechnete Norm-Flankenschalldämmung gleich oder unterhalb der geprüften Varianten. Im Sinne einer allgemein zu erstellenden Bauteiltabelle liegt dieses Ergebnis auf der sicheren Seite, wenn eine Standardabweichung von 1 dB berücksichtigt wird.

Mit Würdigung der hier diskutierten Merkmale wird für die Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden in Ergänzung zu Tabelle 17 die folgende zweistufige Vorgehensweise vorgeschlagen.

In einem ersten Schritt wird die Längsschalldämmung in Abhängigkeit der raumseitigen Schale nach Tabelle 18 bestimmt.

**Tabelle 18** Bezugswert zur Längsschalldämmung  $D_{n,f,0,w}$  von Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Berücksichtigung des Anschlussprofils, horizontale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 2,8$  m

Trennwandanschluss / waagerechte Rahmenprofile	Mindestschalldämmung der raumseitigen 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)

Beispielsweise ergibt sich unter Anwendung von Tabelle 13 auf Seite 36 bei einem Glasaufbau 12 VSG / 16 / 6 ein Wert von  $D_{n,f,0,w}$  (C; $C_{tr}$ ) = 56 (-2;-6) dB, wenn raumseitig eine 6 mm-Floatglas-Scheibe eingebaut ist.

Im zweiten Schritt wird die Norm-Flankenpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$  (genauer: die auf die Bezugslänge  $l_0$  bezogene Norm-Flankenpegeldifferenz  $D_{n,f,l_0,w}$ ) aus dem auf  $l_0$  bezogenen Rechenwert  $D_{n,f,0}$  und der auf  $l_0$  bezogenen Profilschalldämmung  $D_{n,e,0,w}$  gemäß der nachfolgenden Beziehung in Gleichung 3 ermittelt

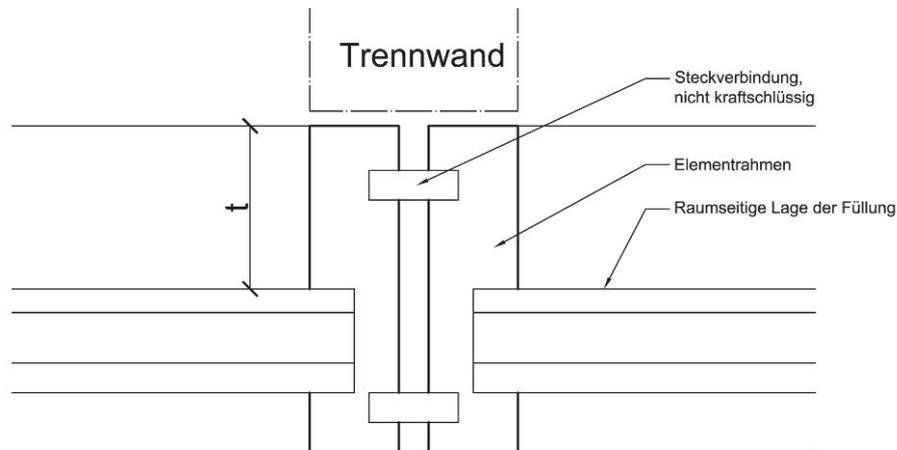
Gleichung 3

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

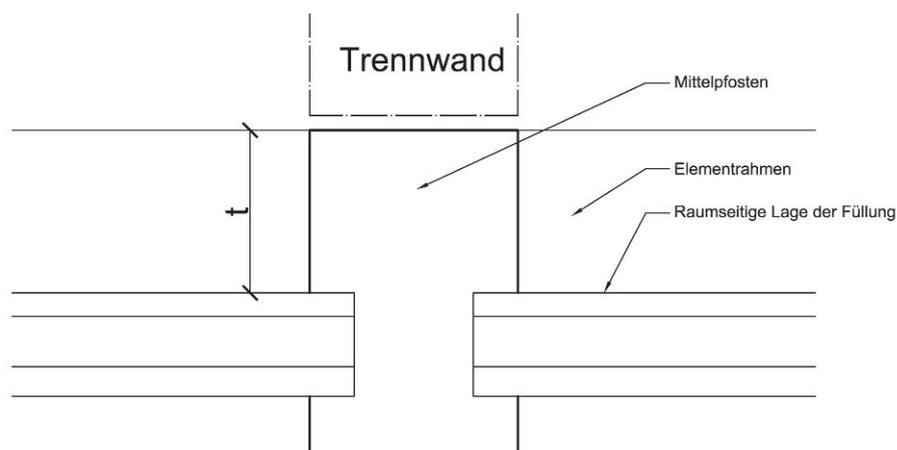
Die Spektrum-Anpassungswerte werden hier pauschal mit -2 dB für C und -6 dB für  $C_{tr}$  angenommen. Die Annahme beruht auf den Prüfergebnissen; auf eine detailliertere Betrachtung der Spektrum-Anpassungswerte wird verzichtet.

## 5.5 Analyse von Elementfassaden

Die Datenanalyse für Elementfassaden hat gezeigt, dass für den Bauanschluss an die Trennwand für diese Bauweise zwei prinzipielle Anschlussvarianten zu unterscheiden sind, dies ist der Anschluss an den Elementstoß und an einen monolithischen Mittelpfosten (Kämpfer), vgl. Bild 13 und Bild 14.



**Bild 13** Prinzipskizze zum Trennwandanschluss einer Elementfassade, Anschluss an den Elementstoß zwischen zwei Elementen, mit der Profiltiefe  $t$  des Elementrahmens



**Bild 14** Prinzipskizze zum Trennwandanschluss einer Elementfassade, Anschluss an einen Mittelpfosten, mit der Profiltiefe  $t$  des Anschlusspfostens (Kämpfers)

Bei der Analyse haben sich die nachfolgend beschriebenen, bauartbedingten Merkmale herausgestellt, die bei der Planung zu beachten sind.

### 5.5.1 Gestaltung von Elementfassaden

Die Analyse der bestehenden Dokumente und Berichte zeigt, dass bei Elementfassaden eine große Formenvielfalt möglich ist, die Rahmenquerschnitte und Ansichtsbreiten variieren stärker als beispielsweise die von Pfosten-Riegel-Fassaden. Beispiele, die diese Unterschiede aufzeigen, sind in der Anlage Bild A 12 bis Bild A 15 enthalten. Diese Formenvielfalt macht eine gesicherte Prognose der Flankenschalldämmung schwerer, das zeigen auch die im Vergleich höheren Standardabweichungen, die bei der statistischen Analyse festgestellt worden sind, siehe hierzu auch Tabelle 15 in Kapitel 4.5 ab Seite 37. Dennoch soll die zu erstellende Tabelle in der Anwendung möglichst nicht zu kompliziert aufgebaut sein.

### 5.5.2 Lage der Elementstoßfuge

Ein wichtiges Kriterium für die horizontale Längsschalldämmung 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. Das zeigen die durchgeführten Datenanalysen. In Tabelle 19 wurde eine Fallunterscheidung vorgenommen mit Trennwandanschluss an den Elementstoß beziehungsweise in Elementmitte mit über den Anschluss durchlaufenden Rahmenprofilen.

### 5.5.3 Durchlaufende Konstruktionen und Hohlräume

Für den Bauteilanschluss in der Mitte einer Elementfassade haben sich durchlaufende Rahmen und Hohlräume als zum Teil deutlich relevantes Konstruktionsmerkmal herausgestellt. Konkret können das der Elementrahmen und auch die Elementstoßfuge sein wie auch innerhalb des Elementrahmens verbaute Riegelprofile und Paneele.

Bei den Fensterbändern wurde bereits der Fall mit durchlaufenden Rahmenprofilen in der Tabelle 16 auf Seite 45 thematisiert. Für Elementfassaden sind diese durchlaufenden Konstruktionen also ebenfalls ein wichtiges Konstruktionsmerkmal. Aus diesem Grunde hatten die ergänzenden Messungen an Elementfassaden zum Ziel, dieses Thema näher zu untersuchen.

### 5.5.4 Flügelrahmen

Die hier diskutierten und vorgestellten Tabellen beziehen sich auf festverglaste Elementfassaden. Im Kapitel 5.2.1 (Seite 43) wurden festverglaste Fensterbandelemente als der für die Betrachtung der Längsschalldämmung im Vergleich ungünstigere Fall identifiziert. Damit können auf festverglaste Elemente hin abgestimmte Tabellen auch auf Elemente mit offenbaren Flügeln angewendet werden, wenn diese eine raumseitig umlaufende Dichtung aufweisen. Diese Regel wird für Elementfassaden mit horizontaler Schallübertragung übernommen.

### 5.5.5 Rahmenmaterial

In der Datenanalyse enthalten sind im Wesentlichen Elementfassaden aus Aluminium-Hohlprofilen. Aus Holz-Metallprofilen waren drei Elemente mit in der Untersuchung, aus Stahlprofilen keine. Nach Aussage der Arbeitsgruppe sind Elementfassadensysteme aus Stahlprofilen auch nicht bekannt, so dass dieses Rahmenmaterial in diesem Bericht nicht weiter behandelt wird.

Aufgrund der geringen Datenanzahl mit anderen Rahmenmaterialien kann eine Aussage zum Einfluss des Rahmenmaterials auf die horizontale Längsschalldämmung nicht abge-



leitet werden. Es ist jedoch zu vermuten, dass die Hohlprofile bei Aluminiumsystemen ähnlich wie bei den Pfosten-Riegel-Fassaden kritischer sind als vergleichbare Systeme aus Holzprofilen. Die Messungen der drei Holzsysteme aus der Datenanalyse weisen darauf hin, die Erkenntnisse aus der Datenanalyse können daher als Untergrenze auch für Holz-Metallprofile angesehen werden. Die zu erstellende Tabelle bezieht sich also auf das Rahmenmaterial Aluminium, das Ergebnis findet sich in Tabelle 19.

Die Datenanalyse hat gezeigt, dass durch Verbesserungsmaßnahmen wie einer Beschwerung mit Stahlblech oder einer Sandfüllung von Hohlprofilen eine Verbesserung der Längsschalldämmung möglich ist, die in einer Größenordnung von etwa  $\Delta D_{n,f,w} = 6$  bis 9 dB liegen kann. Maßnahmen zur Verbesserung der Flankenschalldämmung sind bei der Erstellung der Tabelle 19 nicht berücksichtigt worden. Diese können zum Teil durch das Verfahren nach Kapitel 5.6.8 berücksichtigt werden.

In Analogie zu den Pfosten-Riegel-Fassaden wird das Verfahren zur Berücksichtigung der Profilschalldämmung nach Kapitel 7 auch für Elementfassaden ins Gespräch gebracht als mögliche Methode, die Profileigenschaften zu berücksichtigen.

### 5.5.6 Einfluss der Füllung

Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass die raumseitige Schale der Glasfüllung Einfluss auf die Längsschalldämmung von Fensterbändern hat, siehe [14], [17], [30]. Der Einfluss der Füllung lässt sich auf Basis der Datenanalyse für Elementfassaden mit horizontaler Schallübertragung nicht so eindeutig feststellen, auch aufgrund der Formenvielfalt bei dieser Bauart.

Auch für Elementfassaden wurde auf der Arbeitsgruppensitzung am 29. Juli 2015 festgelegt, dass die Tabellen für raumseitige Schalen mit einer Schalldämmung von  $R_w \geq 31$  dB (entsprechend einem 6 mm Floatglas, vgl. Tabelle 13 auf Seite 36) auszulegen sind. Eine Ausnahme gibt es auch hier für das Verfahren mit eingerechneten Profilschalldämmungen.

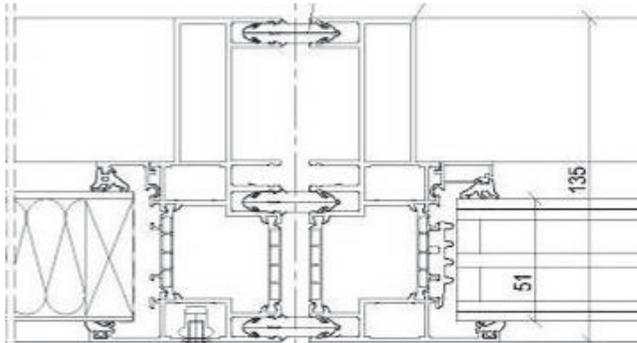
### 5.5.7 Glaseinbau

Der Glaseinbau bei Elementfassaden ist üblicherweise eine in den Elementrahmen integrierte Konstruktion. Die Glasabdichtung erfolgt dabei mit Dichtprofilen; Aufsatzkonstruktionen ähnlich denen bei Pfosten-Riegel-Fassaden wurden bei der Bauart Elementfassade nicht gefunden. Die Beispiele in Bild 15 zeigen drei typische Glaseinbauten am Elementstoß.

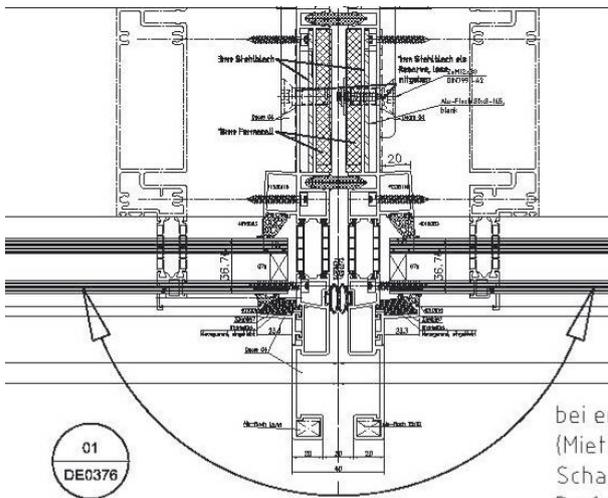
Analysen wurden auch durchgeführt für Glaseinbauvarianten mit Dichtprofilen und mit SG-Verglasung. Im Ergebnis ergeben sich keine erkennbaren Unterschiede zwischen den Glaseinbauvarianten mit Dichtprofilen oder als geklebte Glaskonstruktion.

### 5.5.8 Geometrische Parameter

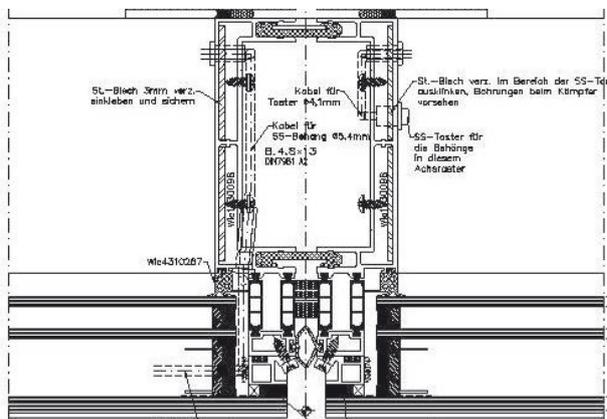
Als Unterscheidungsmerkmal wurde, wie bei den Pfosten-Riegel-Fassaden auch, als geometrische Angabe die Profiltiefe  $t$  ermittelt vor dem Hintergrund, dass tief einkragende Profile sich ungünstig auf die Längsschalldämmung von Elementfassaden auswirken. Zu bestimmen ist daher die raumseitig sichtbare Profiltiefe  $t$  im Bereich des Trennwandanschlusses. Die Prinzipdarstellungen in Bild 13 und Bild 14 auf Seite 59 veranschaulichen diesen Parameter.



Beispiel 1:



Beispiel 2:



Beispiel 3:

**Bild 15** Drei Beispiele für Glaseinbauvarianten bei Elementfassaden (Bilder entnommen aus ift Vorgängen 13-001602, 169 42120 und 169 41301)



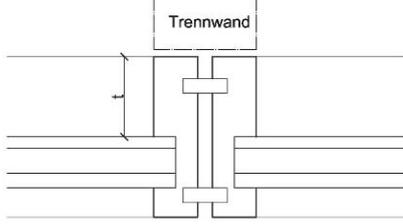
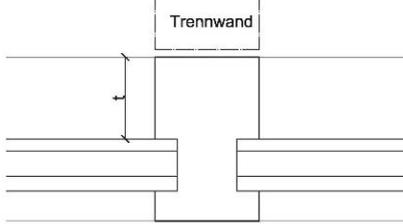
### 5.5.9 Tabellenvorschlag für die Längsschalldämmung von Elementfassaden, horizontale Schallübertragung

Es werden für den Tabellenvorschlag zwei Fallunterscheidungen in der Bauart getroffen, mit Trennwandanschluss an einen Mittelpfosten (Kämpfer) und an einen Elementstoß. In der raumseitigen Schale wird nicht unterschieden, die Tabelle 19 gilt für Füllungen mit einer raumseitigen Schale  $R_w \geq 31$  dB, entsprechend einem 6 mm Floatglas. Ermittelt wird ein Längsschalldämm-Maß als bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz mit den dazugehörigen Spektrum-Anpassungswerten  $D_{n,f,w}$  (C;C<sub>tr</sub>), bezogen auf eine gemeinsame Kantenlänge  $l_0 = 2,8$  m.

Verbesserungsmaßnahmen werden bei der Tabelle nicht berücksichtigt; dies erfolgt über die Schalldämmung der Rahmenprofile nach dem in Kapitel 5.6 beschriebenen Verfahren.

Um die Streubreiten bei den unterschiedlichen Fassadenelementen zu berücksichtigen wurde bei der Ermittlung der tabellierten Werte eine Standardabweichung von 2 dB, in Einzelfällen 3 dB abgezogen, entsprechend den Analysen in Kapitel 4.5. Abschließend wurden die Ergebnisse auf Plausibilität geprüft, auch unter Berücksichtigung der ergänzenden Schallprüfungen.

**Tabelle 19** Längsschalldämmung von Elementfassaden, horizontale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 2,8$  m, Wandanschluss  $\geq 100$  mm Wanddicke

Trennwandanschluss / waagerechte Rahmenprofile	Profiltiefe $t$ in mm	Rahmenmaterial	$D_{n,f,w}$ (C;C <sub>tr</sub> ) in dB
Elementstoß / keine am Stoß durchlaufenden Riegelprofile oder Hohlräume  	0 (Glasleiste oder Paneelfeld innen bündig)	Aluminium- Hohlprofil,  Profilsichtsbreite $\leq 100$ mm	58 (-2;-6)
	$\leq 50$		55 (-2;-6)
	$\leq 100$		50 (-1;-4)
	$\leq 150$		45 (-1;-3) <sup>1</sup>
	$\leq 200$		42 (-1;-3) <sup>1,2</sup>
Mittelpfosten / durchlaufender Elementrahmen  	0 (Glasleiste oder Paneelfeld in- nen bündig)	Aluminium- Hohlprofil,  Profilsichtsbreite $\leq 100$ mm	55 (-1;-4)
	$\leq 50$		48 (-1;-2) <sup>1,2</sup>
	$\leq 100$		40 (-1;-2) <sup>2</sup>
	$\leq 150$		37 (-3;-4) <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aufgrund der Standardabweichung erfolgte ein Abzug von 3 dB

<sup>2</sup> Aufgrund der Plausibilitätskontrolle erfolgte eine Anpassung an die Ergebnisse der statistischen Analyse

Für die Anwendung der Tabelle gelten folgende Randbedingungen:

- 1.) Mindestschalldämmung der raumseitigen Schale von  $R_w \geq 31$  dB
- 2.) Mindestmaterialdicke bei Metall-Hohlprofile 2 mm
- 3.) Die Werte gelten für festverglaste Elemente und Elemente mit offenbaren Flügeln mit raumseitig umlaufender Dichtung.
- 4.) Fensterflügel benötigen mindestens zwei umlaufende Dichtungsebenen.
- 5.) Keine über den T-Stoß durchlaufende Hohlkammern in oder zwischen den Elementen (durchlaufende Hohlräume müssen mit einem Schott ausgestattet werden)
- 6.) Einbau der Füllung mit Dichtprofilen oder geklebt (Structural Glazing SG)
- 7.) Schwertanschlüsse sind bei der Tabelle nicht berücksichtigt.

Ergänzend zu den hier festgestellten Werten wurden Messungen der Längsschalldämmung von Elementfassaden mit horizontaler Schallübertragung durchgeführt. Die Ergebnisse werden in dem folgenden Kapitel 5.6 vorgestellt.

## 5.6 Ergänzende Messungen von Elementfassaden

Auf der ersten Arbeitsgruppensitzung am 29.7.2015 wurden die ersten Analysen diskutiert und auch die weitere Vorgehensweise festgelegt. Zu dem Themenbereich der horizontalen Längsschalldämmung von Elementfassaden wurden Untersuchungen zu durchlaufenden Profilen und zur Lage des T-Stoßes am Elementstoß oder in Elementmitte durchgeführt. Die ursprünglich angedachten Messungen mit Variationen der Profilgeometrie wurden nicht durchgeführt. In Ergänzung dieser Untersuchungen wurde die Profilschalldämmung von einzelnen Profilvarianten untersucht, vgl. Kapitel 7.

Die Prüfelemente zu dem Themenbereich wurden erstellt von dem Projektpartner

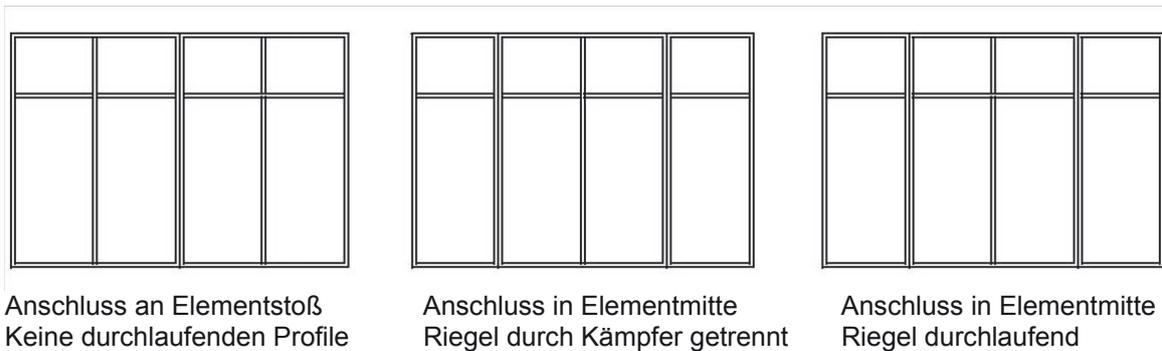
- Schüco International KG (Aluminiumprofile des Systems USC 65)

Die Profile des geprüften Systems haben 65 mm breite Profile mit einer Bautiefe von 150 mm. Die Elemente wurden dahingehend geplant, dass sie in den Prüfstand der Firma Schüco International KG in Bielefeld eingebaut werden konnten. Die bei den Prüfungen verwendeten Glasfüllungen wurden analog zu den Messungen an Pfosten-Riegel-Fassaden mit dem konstruktiven Aufbau 12 VSG SI / 16 / 6 ausgeführt. Durch die Verwendung des baugleichen Glastyps in den untersuchten Fassaden können die Einflüsse aus der Konstruktion unabhängig von der Füllung betrachtet werden.

Der prinzipielle Aufbau der Elemente ist in der Ansicht in Bild 16 und als Foto in der Anlage Bild A 52 enthalten. Die Fassaden wurden so erstellt und eingebaut, dass das mittlere Profil an die Trennwand anschließt. Es wurden zwei Elemente mit einem Raster und zwei Elemente mit zwei Rastern erstellt, so dass durch den Umbau die gewünschten T-Stoßvarianten realisiert werden konnten. Die beiden Elemente mit zwei Feldern unterschieden sich im mittleren Pfosten (einmal mit durchlaufendem Riegel und einmal mit getrenntem Riegel), sowie mit einem leeren und einem mit 5 mm Stahl gefüllten Element-



rahmen als Verbesserungsmaßnahme. Mit dieser Anordnung war es möglich die unterschiedlichen Konstruktionsmerkmale an wenigen Grundkonstruktionen aufzubauen und zu untersuchen.



**Bild 16** Prinzipielle Ansicht der untersuchten Elementfassaden

Die Messungen an der Elementfassade wurden durchgeführt vom 8. März 2016 bis 11. März 2016. In der Anlage Tabelle A 8 und Tabelle A 9 sind die Ergebnisse der Untersuchungen wiedergegeben. In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Konstruktionsmerkmale diskutiert, die sich aus den Messungen an Elementfassaden herauskristallisiert haben.

### 5.6.1 Deckschalen

Aufgrund der Bauweise sind, im Unterschied zu den Pfosten-Riegel-Fassaden, die Deckschalen bei den geprüften Elementfassaden kein konstruktiv zu berücksichtigendes Thema; der Glaseinbau erfolgt bei dem geprüften System durch Glashalteleisten.

### 5.6.2 Raumseitige Schale

Aus den durchgeführten Messungen der Längsschalldämmung von Elementfassaden mit horizontaler Schallübertragung gemäß Tabelle A 8 auf Seite 201 lässt sich ein Einfluss der raumseitigen Schale nur für die Fälle feststellen, in denen die Schalldämmung der Elementrahmen mit eingeschobenen Stahlprofilen verbessert wurde.

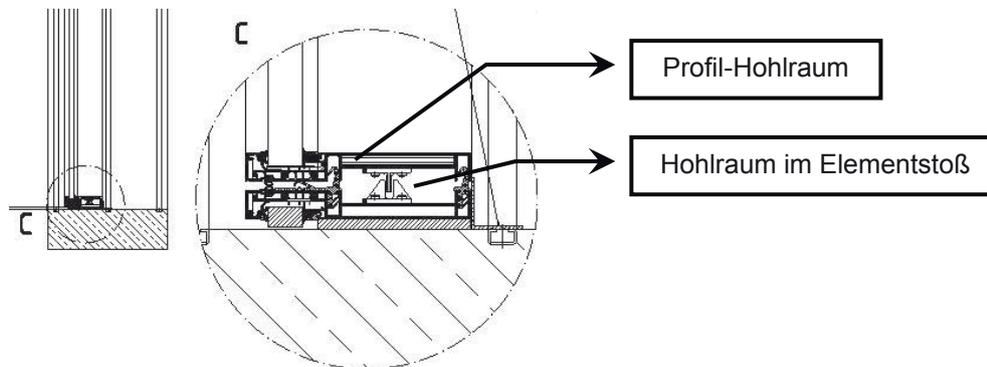
In diesen Fällen wurden bewertete Längsschalldämm-Maße  $D_{n,f,w}$  in der Größenordnung von 58 dB oder mehr festgestellt; hier hat das Drehen der Glasfüllung eine Verbesserung der Längsschalldämmung von 2 dB ergeben, durch einen Wechsel von 6 mm Floatglas auf 12 mm VSG; siehe dazu auch Anlage Bild A 55 auf Seite 205. Diese Aussage deckt sich in etwa mit der in Kapitel 5.2.3 durchgeführten statistischen Analyse von Fensterbändern und auch von Pfosten-Riegel-Fassaden nach Kapitel 5.4.2, wo ein Einfluss der raumseitigen Schale erst ab einem Niveau von  $D_{n,f,w} = 54$  dB oder höher festgestellt wurde.

### 5.6.3 Rahmenmaterial

Untersuchungen zum Einfluss des Rahmenmaterials auf die horizontale Längsschalldämmung von Elementfassaden wurden im Rahmen dieses Projektes nicht durchgeführt.

### 5.6.4 Durchlaufende Hohlräume

Auch bei den Messungen zur horizontalen Längsschalldämmung von Elementfassaden, besonders bei dem Trennwandanschluss in Elementmitte, zeigte sich ein Nebenweg mit durchlaufenden Hohlräumen, wie er ähnlich auch bei den Messungen zur Pfosten-Riegel-Fassade in Kapitel 5.4.4 aufgetreten ist.



**Bild 17** Durchlaufende Hohlräume am Beispiel der untersuchten Elementfassade

Den deutlichen Einfluss dieser Hohlräume auf das Messergebnis belegen die Messungen mit einem sogenannten Silikonschott, bei dem im Bereich des T-Stoßes der Hohlraum im Profil und zwischen den Elementrahmen mit Silikon verfüllt wurde, um die Luftsäule zu unterbrechen. Einzelheiten zu den Messungen finden sich in der Anlage Tabelle A 8 und Tabelle A 9, sowie in den Messkurvenvergleichen in Bild A 54 und Bild A 58. Die benannten Hohlräume sind auch in Bild 17 dargestellt.

Bei dem Übertragungsweg handelt es sich um Luftschallübertragung durch einen über den Bauanschluss hinweglaufenden Hohlraum, ähnlich einem Schacht. Durch Einbringung eines Silikonschottes im Bereich der Prüfstandtrennung am T-Stoß konnte dieser Übertragungsweg unterdrückt werden. Ein Vergleich der Messungen zeigt eine Verbesserung der Längsschalldämmung  $D_{n,f,w}$  um 3 bis 4 dB durch das Schott. Auch an diesem Beispiel ist ersichtlich, dass durchlaufende Hohlräume die Längsschalldämmung zum Teil erheblich beeinträchtigen können. Daraus wird der Schluss gezogen, dass Hohlräume mit einem Schott im Bereich des T-Stoßes ausgefüllt werden müssen. Das betrifft auch Hohlkammerprofile



### 5.6.5 Vorsatzschalen, Glasanschlussfuge

Auch bei den Elementfassaden wurden Messungen mit einer Vorsatzschale vor dem trennenden Mittelpfosten bzw. Elementrahmen durchgeführt, vgl. [17], [30] und Kapitel 5.4.5. Ziel der Untersuchung war es, den Einfluss des Profils auf die Längsschalldämmung zu erforschen. Bei den Anschluss-Situationen in Elementmitte wurden zudem auch die durchlaufenden Riegelprofile mit Vorsatzschalen versehen, um den Übertragungsweg über den Riegel zu unterdrücken.

Im Unterschied zu den Pfosten-Riegel-Fassaden hat die Glasanschlussfuge keinen so großen Einfluss auf die Längsschalldämmung der Elementfassade gezeigt. Das stützt die Aussage aus Kapitel 5.5.6, wonach der Glaseinbau durch die in die Rahmenkonstruktion integrierte Bauweise hinsichtlich des Schallübertragungsweges in horizontaler Richtung unproblematisch ist.

### 5.6.6 Profilschalldämmung

Ähnlich wie bei Pfosten-Riegel-Fassaden hat sich gezeigt, dass die Schalldämmung des Profils im Trennwandanschluss einen großen Einfluss auf die Längsschalldämmung von Elementfassaden mit horizontaler Schallübertragung hat. Die Profilschalldämmung ist bei den Elementfassaden sehr stark von der geometrischen Struktur des Profils abhängig, so dass eine allgemeine Beschreibung der Profile ohne detaillierte Beschreibung nur eingeschränkt möglich ist, siehe auch [31].

Die Messergebnisse an Elementfassaden zeigen auch, dass ein für die Prognose belastbarer Zusammenhang zwischen Profilschalldämmung und Längsschalldämmung für die Fälle hergestellt werden kann, bei denen es keine durchlaufenden Konstruktionen gibt. Das ist im Falle des Trennwandanschlusses an den Elementstoß der Fall.

Vergleicht man hier die Messung der Profilschalldämmung mit der Messung der Längsschalldämmung der Elementfassaden mit Anschluss an den Elementstoß (bei der das gleiche Profil am Trennwandanschluss anschließt) so ergeben sich mit Ausnahme der tiefen Frequenzen bis etwa 200 Hz gute Übereinstimmungen im spektralen Verlauf. Das gilt für Profile ohne und mit Maßnahmen zur Verbesserung der Schalldämmung. Bei tiefen Frequenzen weichen die Vergleiche stärker voneinander ab, was auf das Messverfahren der kleinen Bauteile zurückzuführen ist; in dem Bereich spiegelt das Ergebnis mehr oder weniger stark den Prüfaufbau im Prüfstand wieder. Vergleiche der Messkurven finden sich in der Anlage Bild A 60 bis Bild A 62 ab Seite 210.

Für die Fälle mit Anschluss der Trennwand in Elementmitte kann dieser Zusammenhang so eindeutig nicht hergestellt werden, da die durchlaufenden Rahmenelemente die Längsschalldämmung in hohem Maße beeinflussen. Der Zusammenhang ist in dem Messkurvenvergleich in der Anlage Bild A 56 auf Seite 206 und Bild A 63 bis Bild A 65 ab Seite 213 dargestellt. In dem Messbeispiel reduziert sich die Längsschalldämmung durch

den durchlaufenden Elementrahmen um 11 dB (von  $D_{n,f,w} = 63$  dB auf 52 dB) mit dem zusätzlich durchlaufenden Riegelprofil um 20 dB (von  $D_{n,f,w} = 63$  dB auf 43 dB). Der Einfluss der Profilschalldämmung zeigt sich im spektralen Verlauf deutlich anhand der Profilresonanzen, die sich für das Riegelprofil bei 500 Hz und für den Elementrahmen bei 1000 Hz ergeben hat.

Zu diesem Thema wurden zwei Vergleiche der Messungen mit abgedecktem Trennpfosten mit der Profilschalldämmung des durchlaufenden Rahmenprofils durchgeführt. Das Messergebnis zeigt einen Zusammenhang zwischen der Profilschalldämmung der über den T-Stoß durchlaufenden Rahmenprofile und der resultierenden Längsschalldämmung auf. Ein rechnerischer Zusammenhang lässt sich auf der Basis der durchgeführten Untersuchungen jedoch nicht herstellen. Hierzu wären weiterführende Untersuchungen erforderlich, die Messkurvenvergleiche finden sich in der Anlage Bild A 66 und Bild A 67 ab Seite 216.

Im Ergebnis dieser Untersuchungen kann das Verfahren zur Berechnung der horizontalen Längsschalldämmung auf Basis von Messungen der Profilschalldämmung auch auf Elementfassaden für den Fall angewendet werden, wenn der Trennwandanschluss an den Elementstoß erfolgt. Die einzelnen Messungen der Profilschalldämmung finden sich in der Anlage Tabelle A 4 ab Seite 161. Für den Anschluss in Elementmitte kann aus den Untersuchungen keine rechnerische Prognose der horizontalen Längsschalldämmung hergeleitet werden, hierzu wären weiterführende Untersuchungen erforderlich.

### **5.6.7 Aufteilung der Fassade**

Untersuchungen zum Einfluss der Aufteilung der Elementfassade in große oder kleinere Füllungsfelder auf die horizontale Längsschalldämmung wurden im Rahmen dieses Projektes nicht durchgeführt. Auf der Grundlage der Untersuchungen zur Aufteilung von Pfosten-Riegel-Fassaden wird hier das Ergebnis auf Elementfassaden übertragen, dass die Aufteilung der Fassade einen eher geringen Einfluss auf die horizontale Längsschalldämmung hat, sofern es keine durchlaufenden Riegelkonstruktionen gibt. Weitere Details zu dem Thema finden sich in Kapitel 5.4.7.

### **5.6.8 Tabellenvorschlag mit Berücksichtigung der Profilschalldämmung**

Auf Basis des in den vorangestellten Kapiteln beschriebenen Einflusses der Profilschalldämmung auf die Längsschalldämmung wird der Tabellenvorschlag zur Berechnung der Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden mit Berücksichtigung der Profilschalldämmung für Elementfassaden übernommen, wenn der Anschluss an den Elementstoß erfolgt.

Einzelheiten zur Bestimmung der Profilschalldämmung finden sich in Kapitel 7, das Rechenverfahren ist in Kapitel 5.4.8 ab Seite 56 zu finden.

## 6 Längsschalldämmung, vertikale Schallübertragung

In diesem Kapitel wird die vertikale Längsschalldämmung behandelt, getrennt für Pfosten-Riegel-Fassaden und Elementfassaden.

### 6.1 Details zum Trenndeckenanschluss

Der hier betrachtete Anschluss der vertikalen Längsschalldämmung am T-Stoß ist der Anschluss an eine Trenndecke zwischen zwei Räumen in 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) auf die Anforderung der resultierenden Luftschalldämmung kann auch für die vertikale Längsschalldämmung als Anhaltspunkt zur Auslegung der erforderlichen Längsschalldämmung herangezogen werden [2], [5].

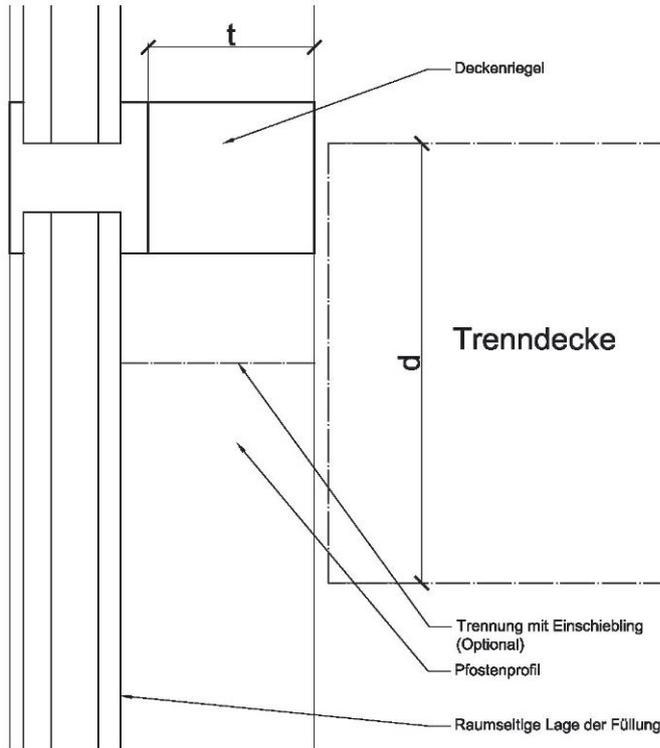
Die Ausbildung des Anschlusses an die Trenndecke kann in einem weiten Bereich streuen, der Wertebereich für die Höhe des Deckenanschlusses reicht bei den in der Datenanalyse erfassten Berichten von 100 mm bis etwa 700 mm, vor dem die Fassade eingebaut wird. Zur Höhe des Anschlusses tragen neben der Trenndecke 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. Dazu hat die Fassade 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.

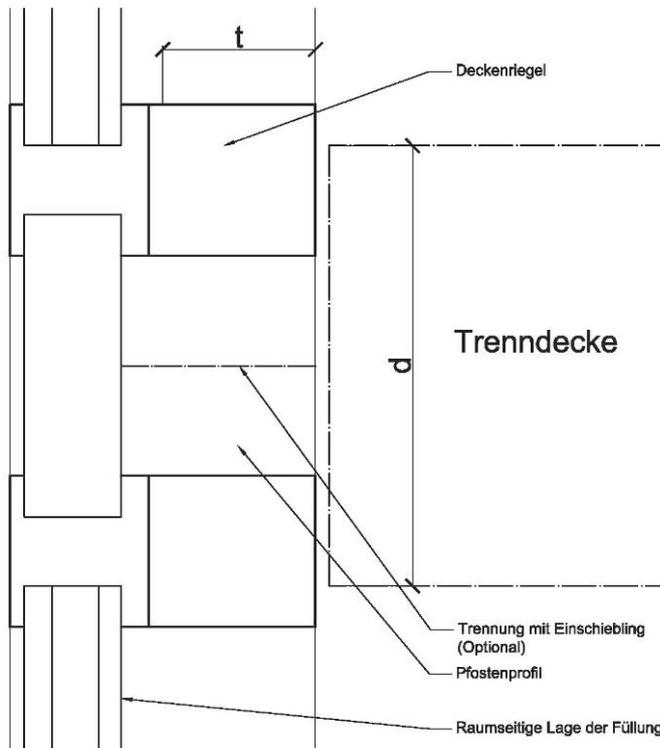
Da dieser Bauanschluss häufig vom Fassadenbauunternehmen ausgeführt wird macht es Sinn dieses Detail des Anschlusses mit in die Beurteilung einzubauen, wenngleich es sich streng genommen nicht um einen Bestandteil des Übertragungsweges  $F_f$  der Fassade handelt.

### 6.2 Datenanalyse von Pfosten-Riegel-Fassaden

Die Analyse für Pfosten-Riegel-Fassaden hat gezeigt, dass für den Bauanschluss an die Trenndecke für diese Bauweise zwei prinzipielle Anschlussvarianten zu unterscheiden sind, dies ist der Anschluss mit einem und mit zwei Riegeln im Deckenbereich (in der Folge Deckenriegel genannt), vgl. Bild 18 und Bild 19.



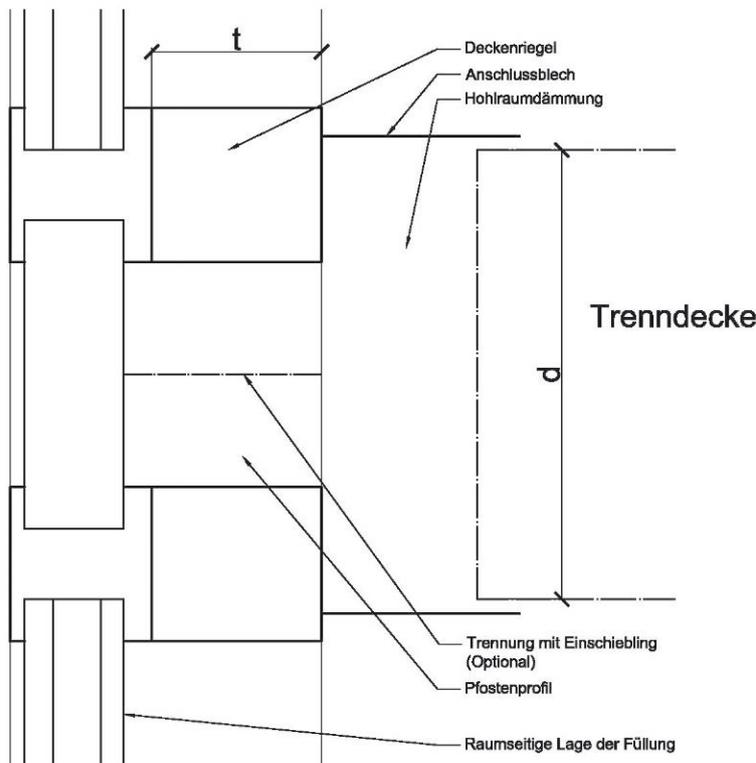
**Bild 18** Prinzipskizze zum Trenndeckenanschluss einer Pfosten-Riegel-Fassade, Ausführung mit einem Deckenriegel, mit der Profiltiefe  $t$  von Riegel und Pfosten



**Bild 19** Prinzipskizze zum Trenndeckenanschluss einer Pfosten-Riegel-Fassade, Ausführung mit zwei Deckenriegeln, mit der Profiltiefe  $t$  von Riegel und Pfosten



Bild 20 zeigt prinzipiell die Variante mit zwei Deckenriegeln, ausgeführt mit dem vollständigen Bauteilanschluss (Deckenanschluss).



**Bild 20** Prinzipskizze zum Trenndeckenanschluss einer Pfosten-Riegel-Fassade, Ausführung mit zwei Deckenriegeln, mit der Profiltiefe  $t$  von Riegel und Pfosten, Variante mit Deckenanschluss

Bei der Analyse haben sich die nachfolgend beschriebenen, bauartbedingten Merkmale herausgestellt, die bei der Planung zu beachten sind.

### 6.2.1 Pfostenprofil im Deckenbereich, Einschiebling

Die konstruktive Gestaltung im Bereich des Deckenanschlusses der Pfostenprofile ist ein für die Beurteilung der vertikalen Längsschalldämmung überaus wichtiges Detail; das zeigen die Datenanalysen, und auch in früheren Projekten wurde darüber berichtet [17]. Als wichtigste Bauweisen seien hier genannt:

- Pfosten durchgehend
- Pfosten getrennt mit Einschiebling. Bei dieser Bauweise trägt ein Auflager im Deckenanschluss die beiden Teile der Fassade.
- Pfosten getrennt, getrennte Auflager für beide Fassaden

Eine häufige Bauweise ist die Verbindung der Pfostenprofile mit sogenannten Einschieblingen. Damit sind in die Profilkammer eingeschobene, formschlüssige Profile gemeint, die es ermöglichen, mit einem Auflager die Fassade an dem Baukörper zu befestigen, wenn

die Pfostenprofile getrennt sind. Im Hinblick auf die Schalldämmung kommt es hier darauf an, ob es sich um ein Hohlprofil handelt; ob also die Luftsäulen im oberen und unteren Profil miteinander verbunden sind, oder ob es wie ein Schott ausgebildet ist, so dass Luftschallübertragung durch die Profil-Hohlkammer hindurch unterbunden wird.

### 6.2.2 Deckenriegel

Die Anzahl der Riegel im Deckenanschluss ist ein weiteres wichtiges Detail zur Beurteilung einer Pfosten-Riegel-Fassade mit vertikaler Schallübertragung. Unterschieden wird in der Variante mit einem Deckenriegel, wobei dies die ungünstigere Variante darstellt. Hier ist die Profilschalldämmung des Riegelprofils – ähnlich wie bei der horizontalen Längsschalldämmung – ein bestimmendes Element neben der Ausbildung der Pfostenprofile gem. Kapitel 6.2.1. Die Ausführung mit zwei Deckenriegeln ist die im Vergleich akustisch bessere Variante.

Maßnahmen zur Verbesserung der Profilschalldämmung der Riegelprofile können die Längsschallübertragung deutlich reduzieren; das haben die Analysen und auch die ergänzenden Messungen in Kapitel 6.3.5 gezeigt.

### 6.2.3 Deckenanschluss

Die Ausbildung des Deckenanschlusses hat ebenfalls einen wesentlichen Anteil an der vertikalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, besonders wenn der Anschluss aus zwei Deckenriegeln besteht. Mit dem Deckenanschluss ist der Bauanschluss der vor der Trenndecke platzierten Fassade gemeint. Dabei ist ein wesentliches Merkmal die Verfüllung des Hohlraumes mit Dämmstoff (in der Regel Mineralwollgedämmstoff). Der Hohlraum wird üblicherweise nach oben und nach unten hin mit einem Anschlussblech verkleidet, bestehend aus Stahl und/oder Aluminiumblech. Eine Prinzipdarstellung zum Deckenanschluss findet sich auf Seite 71 in Bild 20.

Der Deckenanschluss ist nicht direkt dem Übertragungsweg  $F_f$  nach Bild 3 auf Seite 29 zuzuordnen; von der Übertragung her ist es eher die Luftschalldämmung eines Schwertanschlusses. Da der Abstand zwischen den beiden Verkleidungen mindestens der Deckenstärke  $d$  entspricht, ergeben sich hier recht hohe Schalldämm-Maße. Auch zeigt die Analyse, dass die Verfüllung mit Mineralfaserdämmstoff im Deckenanschluss die Schallübertragung auf dem Weg  $F_f$  über die Fassade bedämpft und reduziert, also verbessernd wirkt. Die ergänzenden Messungen haben auch gezeigt, dass es wichtig ist, in welcher Weise die Mineralwolle in den Anschluss eingebracht wird. Die Orientierung mit liegender Faser hat sich hier als günstiger erwiesen, siehe hierzu in der Anlage Bild A 72 auf Seite 221.



#### 6.2.4 Durchlaufende Hohlräume

Mit dem Pfostenprofil haben Pfosten-Riegel-Fassaden bei der Betrachtung der vertikalen Längsschalldämmung einen Schallübertragungsweg, der ohne Maßnahme den größten Anteil an der Schallübertragung über die Fassade hat, wenn es sich um ein Hohlprofil handelt. Hier handelt es sich um Luftschallübertragung durch das Profil über den Bauanschluss hinweg, ähnlich einem Schacht. Durch Einbringung eines Schottes im Bereich der Prüfstandstrennung am T-Stoß kann dieser Nebenweg unterdrückt, zumindest aber reduziert werden.

Das zeigen die Datenanalyse und auch die ergänzenden Messungen in Kapitel 6.3.4. Die Systemgeber stellen für den Anschlussbereich Einschieblinge zur Verfügung, die in die Hohlkammer eingeschoben werden, siehe auch Kapitel 6.2.1. Die Analysen und Messungen zeigen, dass diese Einschieblinge als Schott ausgebildet werden müssen, um die Luftsäule zwischen den beiden Pfostenprofilen zu unterbrechen.

Der Unterschied zwischen durchlaufender Hohlkammer und abgeschotteter Hohlkammer ist in einer Größenordnung, dass in der Tabelle 20 eine Fallunterscheidung durchgeführt wird.

#### 6.2.5 Rahmenmaterial

In der Datenanalyse enthalten sind Pfosten-Riegel-Fassaden aus Aluminium-Hohlprofilen, aus Holz-Metallprofilen und aus Stahlprofilen. Die Analyse hat ergeben, dass das Rahmenmaterial einen signifikanten Einfluss auf die Längsschalldämmung einer Pfosten-Riegel-Fassade mit vertikaler Schallübertragung hat, wenngleich der Zusammenhang nicht so eindeutig beziffert werden kann wie bei der horizontalen Schallübertragung. Aus diesem Grunde müssen die zu erstellenden Tabellen auf das Rahmenmaterial eingehen. Das Ergebnis der Analyse findet sich in Tabelle 20.

Das Verfahren zur Berücksichtigung der Profilschalldämmung nach Kapitel 7 hilft bei der vertikalen Schallübertragung nur bedingt als mögliche Methode, die Profileigenschaften auch materialabhängig zu berücksichtigen. Die Zusammenhänge der einzelnen Konstruktionsmerkmale sind komplexer als bei der horizontalen Längsschalldämmung.

Die Datenanalyse hat gezeigt, dass durch Verbesserungsmaßnahmen wie einer Beschwerung mit Stahlblech, Schwerfolie oder einer Sandfüllung von Hohlprofilen eine Verbesserung der Längsschalldämmung möglich ist; eine Größenordnung der möglichen Verbesserung lässt sich singular jedoch nicht benennen. Maßnahmen zur Verbesserung der Flankenschalldämmung sind bei der Erstellung der Tabelle 20 nicht berücksichtigt worden.

Die Erfahrungen aus den bisherigen Analysen zeigen, dass Aluminium-Hohlprofile im Vergleich zu den anderen Rahmenmaterialien die ungünstigsten Ergebnisse liefern, wenn sie ohne Zusatzmaßnahmen ausgeführt werden. Liegen keine Werte für andere Rahmenmaterialien vor, so kann der Wert für Aluminium-Hohlprofile als Untergrenze für die anderen Rahmenmaterialien herangezogen werden.

### 6.2.6 Flügelrahmen

Die hier diskutierten und vorgestellten Tabellen beziehen sich auf festverglaste Pfosten-Riegel-Fassaden. Im Kapitel 5.2.1 auf Seite 43 wurden festverglaste Fensterbandelemente als der für die Betrachtung der Längsschalldämmung im Vergleich ungünstigere Fall identifiziert. Damit können auf festverglaste Elemente hin abgestimmte Tabellen auch auf Elemente mit offenbaren Flügeln angewendet werden, wenn diese eine raumseitig umlaufende Dichtung aufweisen. Diese Regel wird für Pfosten-Riegel-Fassaden mit vertikaler Schallübertragung übernommen.

### 6.2.7 Einfluss der Füllung

Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass die raumseitige Schale der Füllung Einfluss auf die Längsschalldämmung von Fensterbändern hat, siehe [14], [17], [30]. Der Einfluss der Füllung lässt sich für Pfosten-Riegel-Fassaden mit vertikaler Schallübertragung nicht so eindeutig feststellen. Dies mag in der größeren Anzahl an Einflussgrößen im Bereich des Deckenanschlusses im Vergleich zur horizontalen Längsschalldämmung begründet sein.

Auf der Arbeitsgruppensitzung am 29. Juli 2015 wurde festgelegt, dass die Tabellen für raumseitige Schalen mit einer Schalldämmung von  $R_w \geq 31$  dB (entsprechend einem 6 mm Floatglas, vgl. Tabelle 13 auf Seite 36) auszulegen sind. Diese Regel wird auch für Pfosten-Riegel-Fassaden mit vertikaler Schallübertragung übernommen.

### 6.2.8 Glaseinbau

Der Glaseinbau bei Pfosten-Riegel-Fassaden ist üblicherweise eine auf das tragende Profil aufgesetzte Konstruktion. Die Glasabdichtung erfolgt dabei entweder mit einer Aufsatzkonstruktion oder mit bereits in das Tragprofil eingelassenen Dichtprofilaufnahmen, vgl. auch Kapitel 5.3.4 ab Seite 49. Im Unterschied zur horizontalen Schallübertragung hat die Analyse gezeigt, dass die innere Glasanschlussfuge die vertikale Flankenschalldämmung nicht signifikant beeinflusst. Analysen wurden auch für Glaseinbauvarianten mit Dichtprofilen und mit SG-Verglasung durchgeführt. Im Ergebnis ergeben sich keine erkennbaren Unterschiede zwischen den Glaseinbauvarianten mit Dichtprofilen oder als geklebte Glas-Konstruktion.



### 6.2.9 Geometrische Parameter

Als Unterscheidungsmerkmal wurde als geometrische Angabe die Profiltiefe  $t$  der Pfosten- und Riegelprofile ermittelt vor dem Hintergrund, dass tief einkragende Profile sich ungünstig auf die Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden auswirken. Zu bestimmen ist daher die raumseitig sichtbare Profiltiefe  $t$  von Pfosten und Riegel im Bereich des Trenndeckenanschlusses. Die Prinzipdarstellungen in Bild 18, Bild 19 und Bild 20 ab Seite 70 veranschaulichen diesen Parameter.

Der Parameter wurde auch vor dem Hintergrund gewählt, dass er an einer fertigen Fassade ermittelt werden kann. Das ermöglicht eine Anwendung der Tabellen für fertig erstellte Fassaden am Bau zur ersten Einschätzung der Längsschalldämmung, sofern der grundsätzliche Aufbau im Deckenanschluss bekannt ist. Hier sind weitere Ausführungsdetails im Deckenanschluss zu beachten.

Als zweiter Parameter geht die Deckenhöhe  $d$  in die Beurteilung mit ein; das Maß entspricht der Höhe des Deckenanschlusses. Die Deckenhöhe ist für die Bauart mit 2 Deckenriegeln zu beachten.

### 6.2.10 Tabellenvorschlag für die Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, vertikale Schallübertragung

Es werden für den Tabellenvorschlag auf Basis der Datenanalyse zwei Fallunterscheidungen in der Bauart getroffen, mit Anschluss an einen bzw. an zwei Deckenriegel. Zusätzlich wird der Anschluss mit gedämmtem Hohlraum mit in die Tabelle aufgenommen. In der raumseitigen Schale wird nicht unterschieden, Tabelle 20 gilt für Füllungen mit einer raumseitigen Schale  $R_w \geq 31$  dB, entsprechend einem 6 mm Floatglas. Die Tabelle enthält Längsschalldämm-Maße als bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz mit den dazugehörigen Spektrum-Anpassungswerten  $D_{n,f,w}(C;C_{tr})$ , bezogen auf eine gemeinsame Kantenlänge  $l_0 = 4,5$  m.

Verbesserungsmaßnahmen an den Profilen zur Erhöhung der Längsschalldämmung werden bei der Tabelle nicht berücksichtigt.

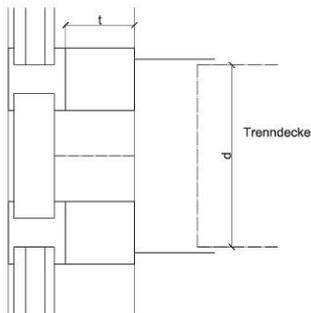
Um die Streubreiten bei den unterschiedlichen Fassadenelementen zu berücksichtigen, wurde bei der Ermittlung der tabellierten Werte eine Standardabweichung von 2 dB abgezogen, entsprechend den Analysen in Kapitel 4.5 ab Seite 36. Abschließend wurden die Ergebnisse auf Plausibilität geprüft und ergänzt – auch unter Berücksichtigung der ergänzenden Schallprüfungen.

**Tabelle 20** Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, vertikale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 4,5$  m

Trenndeckenanschluss	Pfostenprofil	Profiltiefe $t$ in mm	Deckenhöhe $d$ in mm	Rahmenmaterial	$D_{n,f,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) in dB
Ein Deckenriegel 	Durchlaufend	$\leq 125$	Keine Angabe	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $\geq 50$ mm	32 (-2;-3)
		$\leq 80$		Stahl-Hohlprofil	40 (-2;-3)
	Getrennt mit Einschiebling	$\leq 160$	Keine Angabe	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $\geq 50$ mm	33 (-3;-4)
		$\leq 80$		Stahl-Hohlprofil	42 (-2;-4)
	Getrennt mit Einschiebling, Profilkammer mit Schott geschlossen	$\leq 160$	Keine Angabe	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $\geq 50$ mm	39 (-2;-5)
	Zwei Deckenriegel, ohne Hohlraumdämmung 	Durchlaufend	$\leq 140$	$\geq 180$	Holzprofile, Profildbreite $\geq 80$ mm
Getrennt mit Einschiebling		$\leq 160$	$\geq 200$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $\geq 50$ mm	36 (-1;-3)
Getrennt, gedübelt		$\leq 140$	$\geq 180$	Holzprofile, Profildbreite $\geq 80$ mm	50 (-2;-4)
Getrennt mit Einschiebling, Profilkammer mit Schott geschlossen		$\leq 160$	$\geq 280$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $\geq 50$ mm	47 (-5;-7)



**Tabelle 20** Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, vertikale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 4,5$  m

Trenndeckenanschluss	Pfostenprofil	Profiltiefe t in mm	Deckenhöhe d in mm	Rahmenmaterial	$D_{n,f,w}$ (C;C <sub>tr</sub> ) in dB
Zwei Deckenriegel, Hohlraum mit Mineralwolle gedämmt, Anschlussblech 2 mm Stahlblech oben und unten 	Durchlaufend	$\leq 125$	$\geq 200$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $\geq 50$ mm	39 (-2;-3)
			$\geq 400$		45 (-3;-5)
		$\leq 140$	$\geq 180$	Holzprofile, Profildbreite $\geq 80$ mm	48 (-1;-5)
	Getrennt mit Einschiebling	$\leq 160$	$\geq 280$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $\geq 50$ mm	41 (-1;-3)
	Getrennt, gedübelt	$\leq 140$	$\geq 180$	Holzprofile, Profildbreite $\geq 80$ mm	54 (-1;-4)
	Getrennt mit Einschiebling, Profilkammer mit Schott geschlossen	$\leq 100$	$\geq 140$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $\geq 50$ mm	49 (-1;-4)
		$\leq 125$	$\geq 400$		48 (-2;-4)
$\leq 160$		$\geq 280$	48 (-4;-6)		

Für die Anwendung der Tabelle gelten folgende Randbedingungen:

- 1.) Mindestschalldämmung der raumseitigen Schale von  $R_w \geq 31$  dB.
- 2.) Mindestmaterialdicke bei Metall-Hohlprofile 2 mm
- 3.) Die Werte gelten für festverglaste Elemente und Elemente mit offenbaren Flügeln mit raumseitig umlaufender Dichtung
- 4.) Fensterflügel benötigen mindestens zwei umlaufende Dichtungsebenen
- 5.) Einbau der Füllung mit Dichtprofilen oder geklebt (Structural Glazing SG)
- 6.) Durchlaufende Profile und Hohlräume sind im Bereich des Deckenanschlusses mit einem Schott abzudichten
- 7.) Anschlüsse von Böden oder abgehängten Decken sind in der Tabelle nicht berücksichtigt.

Ergänzend zu den hier festgestellten Werten wurden Messungen der Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden mit vertikaler Schallübertragung durchgeführt. Die Ergebnisse werden in dem folgenden Kapitel 6.3 vorgestellt.

### 6.3 Ergänzende Messungen von Pfosten-Riegel-Fassaden

Wie auf der ersten Arbeitsgruppensitzung am 29.7.2015 diskutiert und festgelegt, wurden zu dem Themenbereich der vertikalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden Untersuchungen zum Deckenanschluss und zur Trennung der Pfostenprofile durchgeführt. Auf ursprünglich angedachte Untersuchungen zum Rahmenmaterial wurde mit Rücksicht auf den Projektumfang verzichtet. In Ergänzung dieser Untersuchungen wurde die Profilschalldämmung von einzelnen Profilvarianten untersucht, vgl. Kapitel 7.

Die Prüfelemente zu dem Themenbereich wurden vom Projektpartner erstellt:

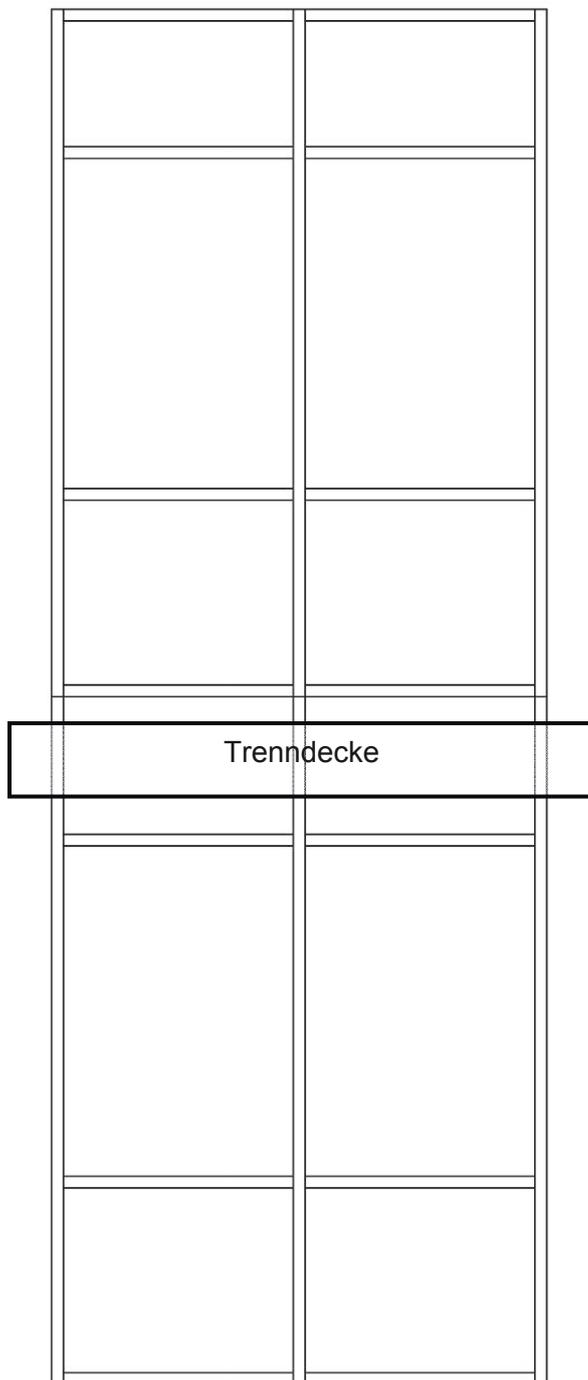
- Heroal – Johann Henkenjohann (Aluminiumprofile des Systems C50)

Als Basisprofilabmessung wurden 50 mm breite Rahmenprofile mit einer Bautiefe von 160 mm ausgewählt. Die Elemente wurden dahingehend geplant, dass sie in den Prüfstand des ift Rosenheim, Labor Bauakustik, in Stephanskirchen eingebaut werden konnten; als Rastermaß wurden 1250 mm für die Prüfelemente festgelegt.

Weiterhin wurden die Abmessungen auf die aus den Messungen der horizontalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden verwendeten Glasfüllungen abgestimmt. Damit kam der bereits beschriebene Glastype zur Anwendung, mit dem konstruktiven Aufbau 12 VSG SI / 16 / 6. Die Glasliste ist in der Anlage Bild A 21 enthalten.

Der prinzipielle Aufbau der Elemente ist in der Ansicht in Bild 21 und als Foto in der Anlage Bild A 70 enthalten. Die Fassaden wurden so erstellt und eingebaut, dass die mittleren Riegelprofile an die Trenndecke anschließen, Deckenhöhe inkl. Sturz ist 280 mm. Die Deckenhöhe von 280 mm wurde gewählt, um die Varianten mit zwei Auflagern im Deckenanschluss realisieren zu können

Die Variationen mit einem bzw. zwei Deckenriegeln wurden mit bzw. ohne unteres Abdeckblech realisiert, die Glasformate wurden nicht verändert. Für die Variationen an den Einschieblingen wurde zur Reduzierung der Rüstzeit der obere Teil der Fassade dahingehend modifiziert, dass die gesamte Fassade mit dem Deckenkran angehoben werden konnte. Auf diese Weise konnten die zahlreichen Varianten in der vorgesehenen Zeit untersucht werden. Der Deckenanschluss wurde mit Mineralwolle des Typs „ISOVER ULTIMATE Kontur FSP 032 Fassaden-Dämmplatte“, 60 mm kaschiert, ausgeführt.



**Bild 21** Prinzipielle Ansicht der untersuchten Pfosten-Riegel-Fassade, vertikale Schallübertragung

Die Messungen wurden vom 12. Juli 2016 bis 21. Juli 2016 durchgeführt. In der Anlage Tabelle A 10 ab Seite 222 sind die Ergebnisse der Untersuchungen wiedergegeben. In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Konstruktionsmerkmale diskutiert, die sich aus den Messungen an Pfosten-Riegel-Fassaden herauskristallisiert haben.

### 6.3.1 Anzahl der Deckenriegel

Bei den messtechnischen Untersuchungen wurden Variationen mit einem und zwei Deckenriegeln untersucht, ohne und mit zusätzlichen Maßnahmen an den Pfosten- und Riegelprofilen und den Deckenanschlüssen. Einzelheiten dazu finden sich in der Ergebnisdarstellung in der Anlage Tabelle A 10 und in Bild A 74 bis Bild A 77, ab Seite 222. In allen Fällen kann eine Verbesserung der Längsschalldämmung durch den zweiten Riegel festgestellt werden, bei der untersuchten Fassade war eine Verbesserung von mindestens 7 dB durch den zweiten Riegel festzustellen, je nach getroffenen Maßnahmen an den Pfostenprofilen und weiterer Verbesserungsmaßnahmen auch mehr.

Selbst unter Berücksichtigung aller Verbesserungsmaßnahmen wurde bei der untersuchten Fassade aus Aluminium-Hohlprofilen mit einem Deckenriegel lediglich ein Wert für die Längsschalldämmung von  $D_{n,f,10,w} = 46$  dB festgestellt, bezogen auf eine gemeinsame Kantenlänge  $l_0 = 4,5$  m.

Die Bauart mit zwei Deckenriegeln lässt deutlich höhere Längsschalldämm-Maße zu, abhängig von weiteren Konstruktionskriterien wie Deckenanschluss, Kopplung der Pfostenprofile, Ausführung des Einschieblings und Verbesserungsmaßnahmen zur Erhöhung der Profilschalldämmung. Ohne Verbesserungsmaßnahmen an den Pfosten- und Riegelprofilen wurde bei der untersuchten Fassade maximal ein Wert für die Längsschalldämmung von  $D_{n,f,10,w} = 51$  dB festgestellt, mit getrennten Auflagern und abgeschottetem Profilhohlraum des Pfostens, vgl. in der Anlage Bild A 73.

Wenngleich bei Pfosten- und/oder Riegelprofilen mit einer geringeren Bautiefe als 160 mm und/oder bei anderen Rahmenmaterialien höhere Längsschalldämm-Maße möglich sind, so ist die Bauweise der Pfosten-Riegel-Fassade für die in Deutschland häufig gestellte Anforderung an die Schalldämmung zwischen zwei Geschossen ( $R'_w = 54$  dB, vgl. auch Tabelle 10 auf Seite 30) als kritisch bis ungeeignet zu bezeichnen, speziell im Hinblick auf allgemein zu beschreibende Konstruktionsmerkmale.

In Abhängigkeit der getroffenen Verbesserungsmaßnahmen wie Profilbeschwerungen, getrennten und abgeschotteten Pfostenprofilen und getrennten Auflagern können höhere Längsschalldämm-Maße bis etwa  $D_{n,f,10,w} = 60$  dB realisiert werden, vgl. Tabelle A 10. Für einen tabellierten Nachweis ohne Bauteilversuch können auf Basis dieser Untersuchungen jedoch keine Angaben in dieser Größenordnung abgeleitet werden, die Datenbasis reicht für allgemeine Angaben nicht aus.



### 6.3.2 Deckenanschluss

Es wurden Messungen mit Variationen zum Deckenanschluss durchgeführt. Durch Bauart und Dämmungsmaterial kann der Deckenanschluss die Längsschalldämmung beeinflussen; das hat die Datenanalyse nach Kapitel 6.2.3 ergeben. Einfluss haben neben der Dämmung im Hohlraum die Anschlussbleche, die den Deckenanschluss zwischen Trenndecke und Fassadenprofilen oben und unten abschließen, vgl. Bild 20 auf Seite 71. Stahlbleche sind aufgrund der höheren Masse günstiger zu sehen als Aluminiumbleche gleicher Dicke. Das zeigen die Erfahrungen aus der Datensammlung; ein messtechnischer Nachweis zur Auswirkung der Anschlussbleche auf die vertikale Längsschalldämmung wurde im Rahmen dieser Untersuchungen nicht durchgeführt.

Die Auswirkung der Dämmung im Deckenanschluss ist in der Anlage Bild A 81 und Bild A 85 dargestellt. Es hat sich gezeigt, dass die Dämmung des Hohlraumes die Längsschalldämmung dieser Pfosten-Riegel-Fassade in vertikaler Übertragungsrichtung verbessert. Zusätzlich scheint die Ausrichtung der Fasern bei einer Mineralwollendämmung für die Längsschalldämmung eine Auswirkung zu haben. Verbesserungen wurden durch den Einbau mit liegender Faser erzielt, vgl. Foto in der Anlage Bild A 72.

### 6.3.3 Bodenanschluss

Ein Punkt bei den messtechnischen Untersuchungen von Pfosten-Riegel-Fassaden war der Bodenanschluss. Darunter wird die abschottende Wirkung von Bodenanschlüssen, und auch von abgehängten Decken, die an die Fassade angeschlossen werden, verstanden. Um den Einfluss eines Bodenanschlusses zu beurteilen, wurden bei den Messungen Varianten mit und ohne Bodenanschluss durchgeführt. Dieser wurde mit einer Vorsatzschale aus Gipsfaserplatten und Mineralwollendämmung simuliert, die an den Deckenriegel innen bündig abschließt. Die Anschlussfugen zur Fassade wurden abgedichtet.

Die vergleichenden Messungen haben gezeigt, dass es in einzelnen Fällen einen Unterschied macht, ob ein Bodenanschluss vorhanden ist oder nicht. Dies ist besonders dann der Fall, wenn die Schallübertragung über die Profile bereits weitestgehend unterdrückt wird. In den anderen Fällen ergibt sich durch den Bodenanschluss kein Einfluss auf das Prüfergebnis. Ein Beispiel dazu ist in der Anlage Bild A 81 dargestellt.

Da es in der Praxis der Bauausführung häufig so ist, dass der Anschluss nicht vom Fassadenbauer zu beeinflussen ist, werden die weiteren Analysen ohne Berücksichtigung der verbessernden Wirkung von Bodenanschluss bzw. abgehängter Decke durchgeführt.

### 6.3.4 Kopplung der Pfostenprofile

Wie in früheren Untersuchungen bereits gezeigt wurde, hat die Kopplung der Pfostenprofile einen wesentlichen Einfluss auf die vertikale Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden [17]. Für die hier durchgeführten Untersuchungen wurden Fassaden mit getrennten Pfostenprofilen verwendet; variiert wurde der Anschluss an die Decke und die konstruktive Detaillösung des Trennschnittes mit unterschiedlichen Einschieblingen.

Im Trennschnitt wurden Messungen mit folgenden Varianten durchgeführt:

- Systemeinschub (Aluminium-Hohlprofil) ohne weitere Maßnahme, Trennfuge offen, ein Deckenaufleger
- Modifizierter Systemeinschub mit einer Stahlkappe als Unterbrechung des Hohlraumes, Mineralwollefüllung und einem Quellband seitlich zum Pfostenprofil, ein Deckenaufleger
- Stahleinschub mit PVC-Mantel und Mineralwollefüllung, ein Deckenaufleger
- Ohne Einschub, keine Maßnahme am Pfosten (Profil offen), zwei Lager im Deckenanschluss, eines für jedes Pfostenprofil
- Ohne Einschub, Pfosten mit einem Aluminiumdeckel abgedichtet (vgl. Bild A 73), zwei Lager im Deckenanschluss, eines für jedes Pfostenprofil
- Ohne Einschub, Pfosten im Anschluss mit Montageschaum gefüllt (Schaumstopfen), zwei Lager im Deckenanschluss, eines für jedes Pfostenprofil
- Systemeinschub (Aluminium-Hohlprofil) mit Schaumstopfen, Trennfuge offen, ein Deckenaufleger

Im Ergebnis der Analyse kann gesagt werden, dass neben der Trennung der Pfostenprofile im Bereich des Deckenanschlusses eine Trennung der Luftsäule erforderlich ist, also ein Schott zur Unterbrechung. Die besten Ergebnisse wurden hier erzielt mit getrennten Lagern und einer Abdeckung des Pfostenprofils mit einer Aluminiumplatte. Auch mit den Einschubelementen wurden brauchbare Ergebnisse erzielt für die Fälle, bei denen die Einschieblinge durch eine Abdeckung aus PVC, Stahlblech-Kappe oder ein Schott aus Montageschaum (Schaumstopfen) modifiziert worden sind. Beispiele dazu finden sich in der Anlage Bild A 78, Bild A 82 und Bild A 83 ab Seite 229.

Auch aus diesen Beispielen ist es wie auch bei den Betrachtungen für horizontale Längsschalldämmung ersichtlich, dass durchlaufende Hohlräume die Längsschalldämmung zum Teil erheblich beeinträchtigen können. Daraus wird der Schluss gezogen, dass Pfostenprofile im Bereich des T-Stoßes (hier dem Deckenanschluss) wenn möglich getrennt und mit einem Schott ausgefüllt werden müssen.

### 6.3.5 Profilschalldämmung

Es zeigt sich ähnlich wie bei horizontaler Längsschalldämmung auch bei der vertikalen Längsschalldämmung, dass die Profilschalldämmung im T-Stoß einen großen Einfluss auf die Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden hat. Ähnlich wie bei der horizontalen Längsschalldämmung ist der Anschluss an das trennende Profil (hier des Riegelprofils) ein wichtiges Merkmal. Durch schalltechnische Ertüchtigungsmaßnahmen am Riegelprofil kann die vertikale Längsschalldämmung verbessert werden. Ein Beispiel dazu findet sich in der Anlage Bild A 79.

Dazu kommt bei vertikaler Schallübertragung die Profilschalldämmung des Pfostenprofils. Das zeigen die Messkurvenvergleiche in der Anlage Bild A 89 und Bild A 90. Erst im Zusammenspiel der Maßnahmen an den Pfosten- und an den beiden Deckenriegelprofilen können Längsschalldämm-Maße erreicht werden, die für den Nachweis der in Deutschland häufig gestellten Anforderung an die Luftschalldämmung geeignet sind, siehe dazu auch Kapitel 4.1.

Wie bereits in Kapitel 5.4.6 diskutiert, ist die Profilschalldämmung sehr stark von der geometrischen Struktur und dem Material des Profils abhängig. Dazu wurde die Profilschalldämmung als Parameter ermittelt. Weitere Einzelheiten zur Vorgehensweise zur Bestimmung der Profilschalldämmung finden sich in Kapitel 7.

Vergleicht man die Messung der Profilschalldämmung mit der Messung der vertikalen Längsschalldämmung der Pfosten-Riegel-Fassaden, so ergeben sich Übereinstimmungen im spektralen Verlauf speziell bei den festgestellten Profilresonanzen, bei den hier untersuchten Profilen bei 500 Hz für das Pfostenprofil und 400 Hz für das Riegelprofil. Ein so klarer Zusammenhang wie bei den Messungen zur horizontalen Längsschalldämmung, dass mit Hilfe der Profilschalldämmung eine Berechnung der Längsschalldämmung ermöglicht wird, kann nicht festgestellt werden. Dazu sind wohl zu viele Parameter zu berücksichtigen.

Die einzelnen Messungen der Profilschalldämmung zu der untersuchten Fassade finden sich in der Anlage Tabelle A 5.

### 6.3.6 Deckschalen

Ein weiterer Punkt bei den messtechnischen Untersuchungen von Pfosten-Riegel-Fassaden war die Deckschale, die aus optischen Gründen außen auf das Andruckprofil gepresst wird, vgl. auch Kapitel 5.4.1. Auch bei vertikaler Schallübertragung wurden aus Gründen eines vereinfachten Prüfablaufes Messungen mit und ohne Deckschalen durchgeführt.

Die vergleichende Messung hat – im Unterschied zur horizontalen Längsschalldämmung – gezeigt, dass es keinen signifikant festzustellenden Unterschied macht, ob eine Deckschale eingebaut wurde oder nicht. In der Anlage Bild A 86 ist der Messkurvenvergleich dargestellt.

### **6.3.7 Raumseitige Schale**

Aus den durchgeführten Messungen der Längsschalldämmung einer Pfosten-Riegel-Fassaden mit vertikaler Schallübertragung gemäß Anlage Tabelle A 10 lässt sich ein Einfluss der raumseitigen Schale für die Anschlussvariante mit zwei Deckenriegeln signifikant nicht feststellen. In der Anlage Bild A 87 ist der Messkurvenvergleich dargestellt. Zum Einfluss der Füllung mit einem Deckenriegel, siehe auch [17].

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass der Einfluss der raumseitigen Schale auf die vertikale Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden gering ist und für die Erstellung von Anwendungstabellen nicht über die bisher getätigten Feststellungen hinaus thematisiert werden muss.

### **6.3.8 Deckenpaneel**

Ähnliches wie bei der raumseitigen Schale der Glasfüllung gilt für die in der Fassade untersuchten Deckenpaneel, die anstelle der Glasscheibe zwischen den Deckenriegeln untersucht worden sind. Dies waren einmal ein geschäumtes Paneel mit 30 mm Styrodur (PS)-Füllung und 2 mm Aluminiumdeckplatte sowie ein Glaspaneel mit dem Aufbau 8 mm ESG, 24 mm Styrodur (PS), 2 mm Aluminium.

Aus den durchgeführten Messungen der Längsschalldämmung einer Pfosten-Riegel-Fassade mit vertikaler Schallübertragung gemäß Anlage Tabelle A 10 lässt sich ein Einfluss des Deckenpaneels signifikant nicht feststellen für die Anschlussvariante mit zwei Deckenriegeln, vgl. Anlage Bild A 84. Ein Versuch mit einem Deckenriegel und unterschiedlichen Deckenpaneelen wurde in diesem Projekt nicht durchgeführt.

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass der Einfluss des Deckenpaneels auf die vertikale Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden gering ist und für die Erstellung von Anwendungstabellen nicht näher thematisiert werden muss.

### **6.3.9 Glasanschlussfuge**

Nachdem die Datenanalyse gezeigt hat, dass die Glasanschlussfugen für die vertikale Längsschalldämmung keinen so signifikanten Einfluss haben, wie sie bei der horizontalen Längsschalldämmung festgestellt wurden, wurde dazu keine eigenständige Versuchsreihe durchgeführt.



### 6.3.10 Rahmenmaterial

Der Einfluss des Rahmenmaterials auf die vertikale Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden wurde im Rahmen dieses Projektes nicht untersucht. In [17] finden sich Daten zu Pfosten-Riegel-Fassaden aus Holz- und Aluminium-Hohlprofilen. Es zeigt sich darin, dass es einen deutlichen Einfluss des Rahmenmaterials auf die vertikale Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden gibt. Das Rahmenmaterial ist also für die Erstellung der Tabellen zu berücksichtigen.

### 6.3.11 Aufteilung der Fassade

Untersuchungen zum Einfluss der Aufteilung der Fassade in große oder kleinere Füllungsfelder auf die vertikale Längsschalldämmung wurden im Rahmen dieses Projektes nicht durchgeführt. Auf der Grundlage der Untersuchungen zur Aufteilung von Pfosten-Riegel-Fassaden nach Kapitel 5.4.7 wird hier das Ergebnis dahingehend übertragen, dass die Aufteilung der Fassade einen eher geringen Einfluss auf die vertikale Längsschalldämmung hat.

### 6.3.12 Berücksichtigung der Messergebnisse in der Bauteiltabelle

Die Messungen zur vertikalen Längsschalldämmung haben Konstruktionsdetails herausgearbeitet, die für die Planung von Pfosten-Riegel-Fassaden zu beachten sind. Insbesondere sei hier genannt die Anforderung, Hohlprofile mit einem Schott abzudichten. Die Messungen, auch aus der Untersuchung zu den Stoßstellendämm-Maßen [16], [17], ergänzen die in der Tabelle 20 ab Seite 76 enthaltenen Konstruktionen.

Ein rechnerischer Ansatz ähnlich wie bei der horizontalen Längsschalldämmung lässt sich aus den Analysen nicht herleiten.

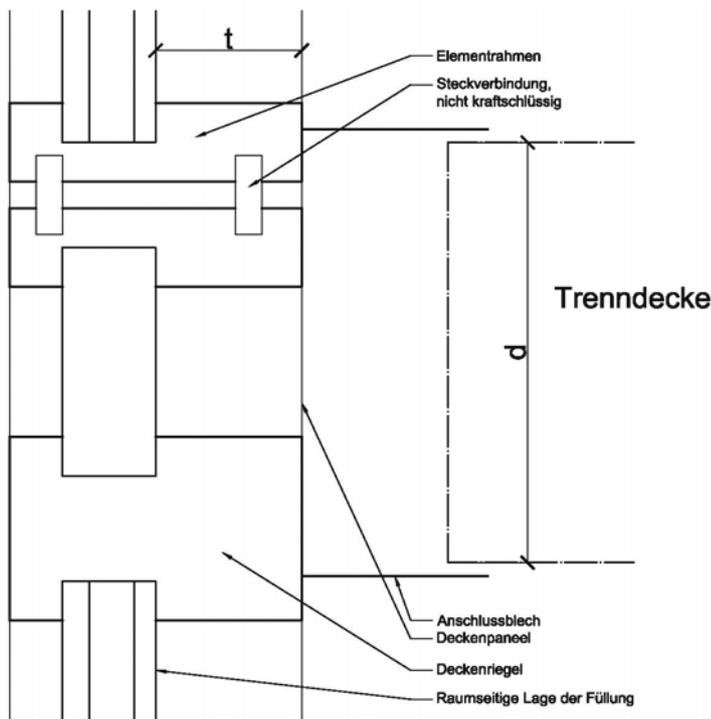
## 6.4 Datenanalyse von Elementfassaden

Die Analyse für Elementfassaden hat gezeigt, dass es für den Bauanschluss an die Trenndecke bei Elementfassaden eine Vielzahl von Anschlussvarianten zu unterscheiden gibt. In der Analyse wurden daraus drei Varianten gebildet, diese sind:

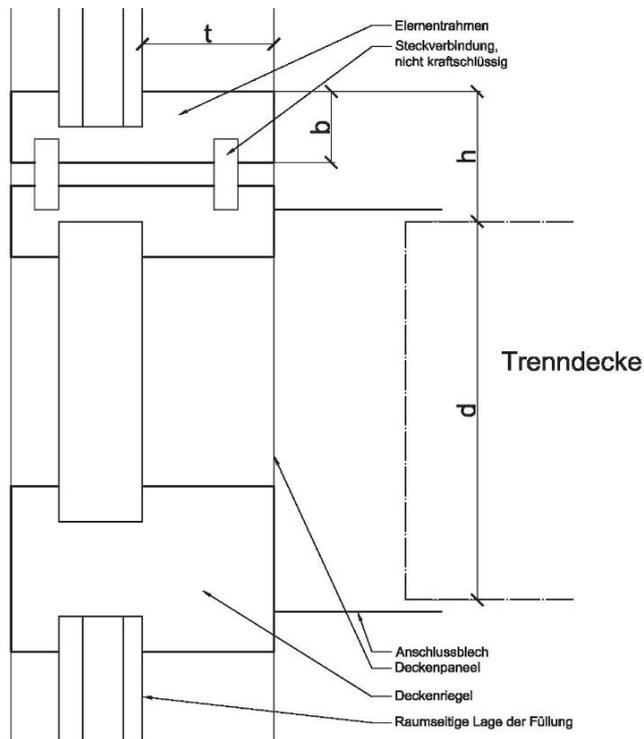
- Ausführung mit Elementstoß und zweitem Deckenriegel, Elementstoß in Deckenhöhe
- Ausführung mit Elementstoß und zweitem Deckenriegel, Elementstoß oberhalb der Decke
- Ausführung mit hinterschnittenem Elementstoß

Eine relevante Fallunterscheidung ist bei dieser Bauart in der Lage der Elementstoßfuge zu sehen. Unterschieden wird darin, ob sich der Elementstoß im Deckenbereich befindet oder oberhalb des Deckenbereiches vorgesehen ist. Auch gibt es eine Ausführung mit hinterschnittenem Elementrahmen, ähnlich einem Anschluss mit einem Deckenriegel, nur mit abgewinkelttem Deckenpaneel.

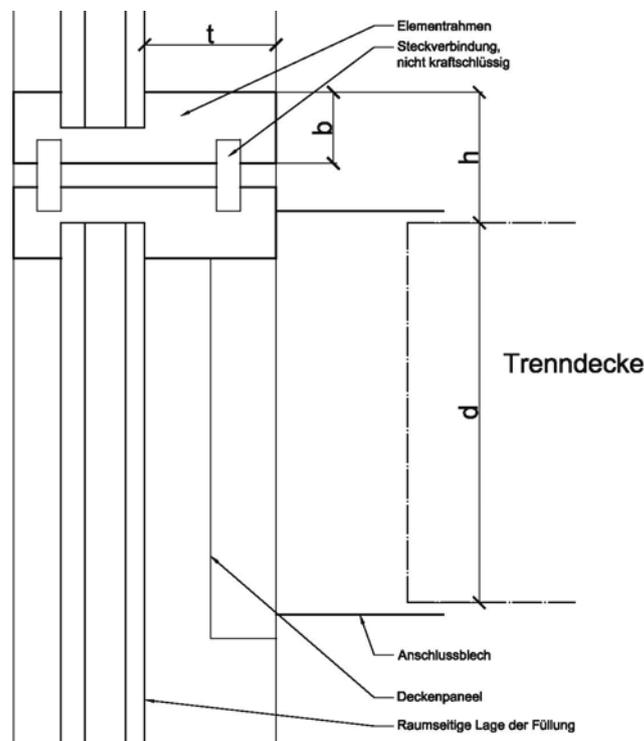
Die folgenden Prinzipskizzen verdeutlichen den Unterschied. Bild 22 bis Bild 24 zeigen die Varianten mit vollständigem Bauteilanschluss (Deckenanschluss); die Fallunterscheidung mit und ohne Bauteilanschluss wie bei Pfosten-Riegel-Fassaden wird für Elementfassaden nicht getroffen.



**Bild 22** Prinzipskizze zum Trenndeckenanschluss einer Elementfassade, Ausführung mit zwei Deckenriegeln, Elementstoß in Deckenhöhe, mit der Profiltiefe  $t$  des Elementrahmens



**Bild 23** Prinzipskizze zum Trenndeckenanschluss einer Elementfassade, Ausführung mit zwei Deckenriegeln, Elementstoß oberhalb der Decken, mit der Profiltiefe  $t$ , dem Abstand  $h$  des Elementstoßes und der Ansichtsbreite  $b$  des Elementrahmens



**Bild 24** Prinzipskizze zum Trenndeckenanschluss einer Elementfassade, Ausführung mit einem Deckenriegel, Elementstoß hinterschnitten, oberhalb der Decken, mit der Profiltiefe  $t$ , dem Abstand  $h$  des Elementstoßes und der Ansichtsbreite  $b$  des Elementrahmens

Die Variante mit hinterschnittenem Elementstoß ist eine Variante, die aus optischen Gründen in Gebäuden geplant wird. Hinsichtlich der Schalldämmung ist die Variante als eher ungünstig zu bezeichnen.

Bei der Analyse haben sich die nachfolgend beschriebenen, bauartbedingten Merkmale herausgestellt, die bei der Planung zu beachten sind.

#### **6.4.1 Lage der Elementstoßfuge**

Wie schon bei der horizontalen Längsschalldämmung zeigt die Analyse der Messdaten für die vertikale Längsschalldämmung von Elementfassaden, dass die Lage der Elementstoßfuge ein wichtiges Konstruktionskriterium ist. Günstig ist es wenn die Elementstoßfuge im Deckenbereich liegt, da es so keine über den Deckenanschluss durchlaufenden Konstruktionen gibt.

Die Ausführungsvariante mit einer Elementstoßfuge im Bereich des Deckenanschlusses hat sich demnach als günstig für eine hohe Längsschalldämmung herausgestellt. Sie ist dadurch charakterisiert, dass die Oberkante des Deckenanschlusses oberhalb und die Unterkante des Deckenanschlusses unterhalb der Elementstoßfuge liegt, vgl. Bild 22.

Liegt die Elementstoßfuge nicht im Bereich des Deckenanschlusses, wird der Anschluss üblicherweise an ein Deckenpaneel erfolgen. Parameter, die zu beachten sind, sind die innere Lage des Deckenpaneels (häufig ein Stahl- oder Aluminiumblech) und durchlaufende Konstruktionen wie Paneelblech, Rahmenprofile und/oder die Elementstoßfuge. Zu unterscheiden ist auch der Abstand  $h$  der Elementstoßfuge zum Deckenanschluss, etwa wenn die Elementstoßfuge in Höhe des Fußpunktes oder in Brüstungshöhe liegt. Diese Fragestellung wurde mit ergänzenden Messungen näher untersucht in Kapitel 6.5.1.

#### **6.4.2 Baukörperanschluss bei Elementfassaden**

Die bei der Analyse der Messungen festgestellte übliche Einbauweise bei Elementfassaden ist der Einbau mit Hilfe von Konsolen, die fest an der Trenndecke des Gebäudes befestigt werden. Darin werden die Fassadenelemente eingehängt, wobei die Auflager so gestaltet werden, dass die statischen Lasten über die Konsolen in den Baukörper mit Festlagern eingeleitet werden. Die horizontale und vertikale Führung der Elemente in benachbarten Stockwerken erfolgt über ein Loslager. Die entstehende Bauteilfuge zwischen Decke und Fassade wird dann mit einem Deckenanschluss ausgeführt, wie er bereits bei den Pfosten-Riegel-Fassaden beschrieben wurde, vgl. Kapitel 6.2.3.

Zwischen den einzelnen Elementen der Fassade muss zur Aufnahme von Horizontallasten ein Formschluss hergestellt werden, der aber eine Bewegung in Fassadenebene ermöglicht. Dies kann durch auskragende Elemente erfolgen oder über die Profilgeometrie der Elementrahmenprofile.



Im Vergleich zu den Pfosten-Riegel-Fassaden mit der Konstruktionsweise mit Einschieblingen ist diese Kopplung weniger kritisch zu beurteilen hinsichtlich der vertikalen Längsschalldämmung; das zeigen die einzelnen Analysen – wohl aufgrund der weniger starren Kopplung zwischen den Profilen. Zu thematisieren sind durchlaufende Hohlräume, die einen Nebenweg ausbilden können.

### **6.4.3 Durchlaufende Konstruktionen und Hohlräume**

Als durchlaufende Hohlräume bei Elementfassaden können sowohl Rahmenprofile wie auch die Elementstoßfuge genannt werden. Die Problematik tritt auch bei weiteren der untersuchten Fassadenkonstruktionen auf, siehe z.B. Kapitel 5.4.4, 5.5.3 oder auch 6.2.4. Der dort identifizierte Hauptübertragungsweg ist Luftschallübertragung über den Bauanschluss hinweg, ähnlich einem Schacht.

Durch Einbringung eines Schottes im Bereich der Prüfstandstrennung am T-Stoß kann dieser Nebenweg unterdrückt, zumindest aber reduziert werden. Bei der vertikalen Längsschalldämmung kommen zu den durchlaufenden Hohlräumen ggf. statisch erforderliche Profile, die die Elementstoßfuge aus statischen Zwängen heraus überbrücken, ähnlich den Einschieblingen bei Pfosten-Riegel-Fassaden.

Die Analysen und Messungen zeigen, dass diese durchlaufenden Konstruktionen oder Hohlräume mit einem Schott ausgebildet werden müssen, um die Luftsäule zwischen den beiden Seiten des T-Stoßes zu unterbrechen.

### **6.4.4 Rahmeneckverbindung**

Ein weiterer durchlaufender Hohlraum entsteht bei Elementfassaden mit vertikaler Schallübertragung in den Fällen, bei denen die Rahmen stumpf gestoßen miteinander verbunden werden. In diesen Fällen sind die Hohlkammern der übereinander liegenden Elementrahmenprofile miteinander verbunden, wodurch eine Schallübertragung stattfinden kann.

Da bei stumpf gestoßenen Rahmenverbindungen üblicherweise die waagerechten Rahmenprofile zwischen den aufrechten Profilen laufen, die senkrechten Profile also durchlaufen, ist dieser Weg bei der horizontalen Längsschalldämmung von Elementfassaden in aller Regel nicht zu beachten.

Werden die Rahmen auf Gehrung verbunden, so ist dieser Nebenweg ausgeschlossen. In den Ecken auf Gehrung verbundene Elementrahmen sind also weniger kritisch im Hinblick auf die Längsschalldämmung zu beurteilen, da die Profilkammern des Elementrahmens bereits geschlossen sind.

#### 6.4.5 Deckenriegel, Deckenpaneel

Die Aufteilung der Fassade im Deckenbereich mit einem oder zwei Riegelprofilen hat bei Pfosten-Riegel-Fassaden einen großen Einfluss auf die vertikale Längsschalldämmung, vgl. Kapitel 6.2.2. Der Einfluss der Aufteilung im Deckenbereich auf die Längsschalldämmung von Elementfassaden ist festzustellen, jedoch weniger deutlich im Vergleich zu den Pfosten-Riegel-Fassaden.

Ein Grund liegt vermutlich in der elementierten Bauweise, bei der es keine so dominant durchlaufenden Bauteile gibt wie mit den Pfosten der Pfosten-Riegel-Fassade. Auch hatten die Fassaden mit einem Deckenriegel dennoch ein Deckenpaneel, das einen Teil des Elementrahmens abdeckt, vgl. Bild 24 auf Seite 87.

Dennoch ist diese Bauweise als eher ungünstig für die vertikale Längsschalldämmung im Vergleich zu den Bauweisen mit einem zweiten Riegelprofil im Deckenbereich einzustufen. Einzelheiten dazu finden sich in Tabelle 21.

#### 6.4.6 Deckenanschluss

Die Ausbildung des Deckenanschlusses – also des Bauanschlusses der vor der Trenndecke platzierten Fassade – hat Einfluss auf die vertikale Längsschalldämmung von Elementfassaden. Bei Pfosten-Riegel-Fassaden ergibt sich ein Einfluss aus dem Deckenanschluss besonders mit der Anschlussvariante mit zwei Deckenriegeln, vgl. Kapitel 6.2.3. Bei den analysierten Elementfassaden kann eine solche Fallunterscheidung zwischen einem und zwei Riegeln nicht festgestellt werden, da es in beiden Fällen in aller Regel einen Paneelbereich in Höhe der Trenndecke gibt, an den der Bauanschluss erfolgt.

Wesentliches Merkmal ist, wie bei den Pfosten-Riegel-Fassaden, die Verfüllung des Hohlraumes mit Dämmstoff (in der Regel Mineralwollendämmstoff), wodurch sich ein verbessernder Einfluss auf die vertikale Längsschalldämmung ergeben kann. Der Hohlraum wird nach oben und nach unten hin mit einer Blechtafel als Abdeckblech verkleidet, bestehend aus Stahl und/oder Aluminiumblech. Eine Prinzipdarstellung zum Deckenanschluss findet sich in Bild 22, Bild 23 und Bild 24 ab Seite 86. Varianten ohne Deckenanschluss werden in der Tabelle 21 nicht thematisiert.

Der Deckenanschluss ist nicht direkt dem Übertragungsweg  $F_f$  nach Bild 3 auf Seite 29 zuzuordnen; von der Übertragung ist es eher die Luftschalldämmung eines Schwertanschlusses. Da der Abstand zwischen den beiden Blechverkleidungen mindestens der Deckenstärke  $d$  entspricht, ergeben sich hier häufig recht hohe Schalldämm-Maße für den Deckenanschluss. Auch zeigt die Analyse, dass die Verfüllung mit Mineralfaserdämmstoff im Deckenanschluss die Schallübertragung auf dem Weg  $F_f$  über die Fassade bedämpft, also verbessernd wirkt.



Die ergänzenden Messungen bei Pfosten-Riegel-Fassaden haben auch gezeigt, dass es wichtig ist, in welcher Weise die Mineralwolle in den Anschluss eingebracht wird. Die Orientierung mit liegender Faser hat sich hier als günstiger erwiesen, siehe hierzu in der Anlage Bild A 72 auf Seite 221. Der Übertragungsweg beim Deckenanschluss entspricht dem bei den Elementfassaden, so dass auch hier ein Einfluss aus der Orientierung der Fasern bei der Mineralwolle zu erwarten ist.

#### **6.4.7 Rahmenmaterial**

In der Datenanalyse sind im Wesentlichen Elementfassaden aus Aluminium-Hohlprofilen enthalten. Aus Holz-Metallprofilen war nur ein Element mit in der Untersuchung, aus Stahlprofilen keines. Nach Aussage der Arbeitsgruppe sind Elementfassadensysteme aus Stahlprofilen auch nicht bekannt, so dass dieses Rahmenmaterial in diesem Zusammenhang hier nicht behandelt wird.

Die Analysen zu Pfosten-Riegel-Fassaden und auch zu Elementfassaden in den vorangegangenen Kapiteln haben ergeben, dass das Rahmenmaterial einen signifikanten Einfluss auf die Längsschalldämmung hat, wenngleich der Zusammenhang für vertikale Längsschalldämmung von Elementfassaden aufgrund der wenigen Datensätze nicht so eindeutig beziffert werden kann.

Es ist jedoch zu vermuten, dass die Hohlprofile bei Aluminiumsystemen ähnlich wie bei den Pfosten-Riegel-Fassaden kritischer sind als vergleichbare Systeme aus Holzprofilen. Die Erfahrungen aus den bisherigen Analysen zeigen, dass Aluminium-Hohlprofile im Vergleich zu den anderen Rahmenmaterialien die ungünstigsten Ergebnisse liefern, wenn sie ohne Zusatzmaßnahmen ausgeführt werden. Liegen keine Werte für andere Rahmenmaterialien vor, so kann der Wert für Aluminium-Hohlprofile als Untergrenze für die anderen Rahmenmaterialien herangezogen werden.

Die Messung des Holzsystems aus der Datenanalyse weist auch darauf hin; die Erkenntnisse aus der Datenanalyse können demnach als Untergrenze auch für Holz-Metallprofile angesehen werden. Die zu erstellende Tabelle muss also auf das Rahmenmaterial eingehen und bezieht sich auf das Rahmenmaterial Aluminium, siehe Tabelle 21.

Die Datenanalyse hat auch gezeigt, dass durch Verbesserungsmaßnahmen wie einer Beschwerung mit Stahlblech, Schwerfolie oder einer Sandfüllung von Hohlprofilen eine Verbesserung der vertikalen Längsschalldämmung von Elementfassaden möglich ist, eine Größenordnung der möglichen Verbesserung lässt sich jedoch nicht benennen. Maßnahmen zur Verbesserung der Flankenschalldämmung sind bei der Erstellung der Tabelle 21 nicht berücksichtigt worden.

Das Verfahren zur Berücksichtigung der Profilschalldämmung nach Kapitel 7 hilft bei der vertikalen Schallübertragung bei Elementfassaden nur bedingt als mögliche Methode, die

Profileigenschaften auch Materialabhängig zu berücksichtigen. Die Zusammenhänge der einzelnen Konstruktionsmerkmale sind komplexer als bei der horizontalen Längsschalldämmung.

#### **6.4.8 Flügelrahmen**

Die hier diskutierten und vorgestellten Tabellen beziehen sich auf festverglaste Elementfassaden. Im Kapitel 5.2.1 auf Seite 43 wurden festverglaste Fensterbandelemente als der für die Betrachtung der Längsschalldämmung im Vergleich ungünstigere Fall identifiziert. Damit können auf festverglaste Elemente hin abgestimmte Tabellen auch auf Elemente mit offenbaren Flügeln angewendet werden, wenn diese eine raumseitig umlaufende Dichtung aufweisen. Diese Regel wird für Elementfassaden mit vertikaler Schallübertragung übernommen.

#### **6.4.9 Einfluss der Füllung**

Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass die raumseitige Schale Einfluss auf die Längsschalldämmung von Fensterbändern hat, siehe [14], [17], [30]. Der Einfluss der raumseitigen Schale der Füllung lässt sich für Elementfassaden mit vertikaler Schallübertragung nicht so eindeutig feststellen.

Auf der Arbeitsgruppensitzung am 29. Juli 2015 wurde festgelegt, dass die Tabellen für raumseitige Schalen mit einer Schalldämmung von  $R_w \geq 31$  dB (entsprechend einem 6 mm Floatglas, vgl. Tabelle 13 auf Seite 36) auszulegen sind. Diese Regel wird für Elementfassaden mit vertikaler Schallübertragung übernommen.

#### **6.4.10 Glaseinbau**

Der Glaseinbau bei Elementfassaden ist üblicherweise eine in den Elementrahmen integrierte Konstruktion. Die Glasabdichtung erfolgt dabei mit Dichtprofilen; Aufsatzkonstruktionen ähnlich denen bei Pfosten-Riegel-Fassaden wurden bei der Bauart Elementfassade nicht gefunden. Die Beispiele in Bild 15 auf Seite 62 zeigen drei typische Glaseinbauvarianten am Elementstoß.

Die Analysen aus der Betrachtung der horizontalen Längsschalldämmung von Elementfassaden werden für die vertikale Schallübertragung übernommen, nämlich dass sich keine erkennbaren Unterschiede zwischen den Glaseinbauvarianten mit Dichtprofilen oder als geklebte Glaskonstruktion ergeben.



#### 6.4.11 Geometrische Parameter

Als Unterscheidungsmerkmal wurde die Profiltiefe  $t$  der Elementrahmenprofile vor dem Hintergrund ermittelt, dass tief einkragende Profile sich ungünstig auf die Längsschalldämmung von Elementfassaden auswirken. Zu bestimmen ist daher die raumseitig sichtbare Profiltiefe  $t$  im Bereich des Trenndeckenanschlusses. Die Prinzipdarstellungen in Bild 22, Bild 23 und Bild 24 ab Seite 86 veranschaulichen diesen Parameter.

Der Parameter kann an einer fertig eingebauten Fassade ermittelt werden. Das ermöglicht eine Anwendung der Tabellen am Bau zur ersten Einschätzung der Längsschalldämmung, sofern der grundsätzliche Aufbau im Deckenanschluss bekannt ist. Hier sind weitere Ausführungsdetails im Deckenanschluss zu beachten.

Als weitere Parameter werden die Deckenhöhe  $d$  (die Höhe des Deckenanschlusses), die Profilbreite  $b$  und der Abstand  $h$  des Elementstoßes zur Trenndecke für die Anwendung in Tabelle 21 benötigt.

#### 6.4.12 Tabellenvorschlag für die Längsschalldämmung von Elementfassaden, vertikale Schallübertragung

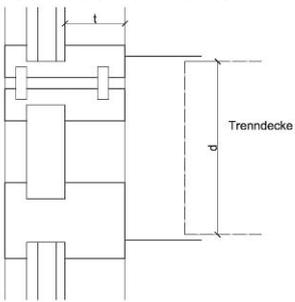
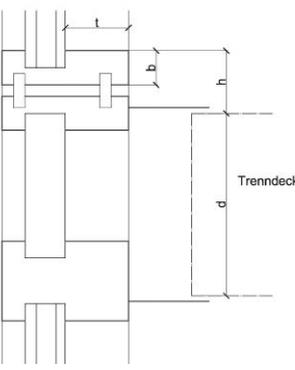
Es werden für den Tabellenvorschlag auf Basis der Datenanalyse drei Fallunterscheidungen in der Bauart getroffen, mit Lage der Elementstoßfuge im oder oberhalb des Deckenanschlusses und einem hinterschnittenen Elementstoß. Eine Fallunterscheidung mit und ohne Deckenanschluss wird nicht getroffen, die Tabellen gelten einschließlich eines Deckenanschlusses mit zwei Stahlblechplatten und einer Hohlraumdämmung.

In der raumseitigen Schale wird nicht unterschieden, die Tabelle 21 gilt für Füllungen mit einer raumseitigen Schale  $R_w \geq 31$  dB, entsprechend einem 6 mm Floatglas. Die Tabelle enthält Längsschalldämm-Maße als bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz mit den dazugehörigen Spektrum-Anpassungswerten  $D_{n,f,w}(C;C_{tr})$ , bezogen auf eine gemeinsame Kantenlänge  $l_0 = 4,5$  m.

Verbesserungsmaßnahmen an den Profilen zur Erhöhung der Längsschalldämmung werden bei der Tabelle nicht berücksichtigt. Die ursprünglich vorgesehene Variante ohne Deckenanschluss wurde nicht in die Tabelle übernommen.

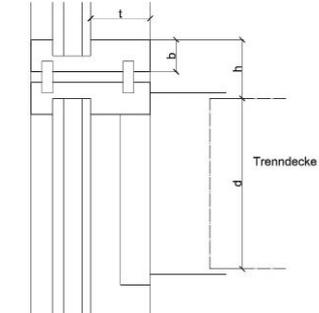
Um die Streubreiten bei den unterschiedlichen Fassadenelementen zu berücksichtigen, wurde bei der Ermittlung der tabellierten Werte eine Standardabweichung von 2 dB, in Einzelfällen 3 dB abgezogen, entsprechend den Analysen in Kapitel 4.5 ab Seite 36. Abschließend wurden die Ergebnisse auf Plausibilität geprüft und ergänzt, auch unter Berücksichtigung der ergänzenden Schallprüfungen. Es wird darauf hingewiesen, dass sich durch die Plausibilitätskontrolle der Aufbau und Inhalt des Tabellenvorschlags im Vergleich zu den Vorschlägen aus den Arbeitsgruppensitzungen stärker geändert hat als bei den vorangegangenen Tabellen.

**Tabelle 21** Längsschalldämmung von Elementfassaden, vertikale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 4,5$  m

Trenndeckenanschluss	Abstand h in mm	Profiltiefe t in mm	Deckenhöhe d in mm	Rahmenmaterial	$D_{n,f,w}$ (C;C <sub>tr</sub> ) in dB
Elementstoß im Deckenbereich, zwei Deckenriegel, Hohlraumdämmung, Anschlussblech 2 mm Stahlblech oben und unten 	0 (Im Deckenbereich)	0 (Glasleiste oder Paneelfeld innen bündig)	$\geq 300$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 50$ mm	61 (-2;-7) <sup>2</sup>
		$\leq 100$	$\geq 150$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 100$ mm	55 (-1;-6) <sup>2</sup>
Elementstoß oberhalb der Decke, zwei Deckenriegel, Hohlraumdämmung, Anschlussblech 2 mm Stahlblech oben und unten 	$\leq 150$	$\leq 50$	$\geq 250$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 50$ mm	57 (-1;-5) <sup>1</sup>
			$\geq 100$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 130$ mm	51 (-2;-5)
			$\geq 260$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 130$ mm	56 (-2;-6)
			$\geq 190$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 200$ mm	49 (-1;-5)
		$\leq 100$	$\geq 150$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 50$ mm	54 (-1;-4)
		$\leq 150$	$\geq 150$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 50$ mm	51 (-1;-3)
		$\leq 200$	$\geq 150$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 50$ mm	45 (-1;-3) <sup>1</sup>



**Tabelle 21** Längsschalldämmung von Elementfassaden, vertikale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 4,5$  m

Trenndeckenanschluss	Abstand h in mm	Profiltiefe t in mm	Deckenhöhe d in mm	Rahmenmaterial	$D_{n,f,w}$ (C;C <sub>tr</sub> ) in dB
Elementstoß oberhalb der Decke, ein Deckenriegel (hinterschnitten), Hohlraumdämmung 	≤ 150	≤ 90	≥ 200	Aluminium-Hohlprofil, Profildicke b ≤ 50 mm	50 (-2;-4)
		≤ 180			44 (-2;-4)

<sup>1</sup> Aufgrund der Standardabweichung erfolgte ein Abzug von 3 dB

<sup>2</sup> Aufgrund der Plausibilitätskontrolle erfolgte eine Anpassung an die Ergebnisse der statistischen Analyse

Für die Anwendung der Tabelle gelten folgende Randbedingungen:

- 1.) Mindestschalldämmung der raumseitigen Schale von  $R_w \geq 31$  dB
- 2.) Mindestmaterialdicke bei Metall-Hohlprofile 2 mm
- 3.) Die Werte gelten für festverglaste Elemente und Elemente mit offenen Flügeln mit raumseitig umlaufender Dichtung.
- 4.) Fensterflügel benötigen mindestens zwei umlaufende Dichtungsebenen.
- 5.) Einbau der Füllung mit Dichtprofilen oder geklebt (Structural Glazing SG)
- 6.) Durchlaufende Profile und Hohlräume sind im Bereich des Deckenanschlusses mit einem Schott abzudichten.
- 7.) Anschlüsse von Böden oder abgehängten Decken sind in der Tabelle nicht berücksichtigt.

Ergänzend zu den hier festgestellten Werten wurden Messungen der Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden mit vertikaler Schallübertragung durchgeführt. Die Ergebnisse werden in dem folgenden Kapitel 6.5 vorgestellt.

## 6.5 Ergänzende Messungen von Elementfassaden

Wie auf der ersten Arbeitsgruppensitzung am 29.7.2015 diskutiert und festgelegt, wurden zu dem Themenbereich der vertikalen Längsschalldämmung von Elementfassaden Untersuchungen zur Lage des Elementstoßes und zum Deckenanschluss durchgeführt. In Ergänzung dieser Untersuchungen wurde die Profilschalldämmung von einzelnen Profilvarianten untersucht, vgl. Kapitel 7.

Die Prüfelemente zu dem Themenbereich wurden erstellt von dem Projektpartner

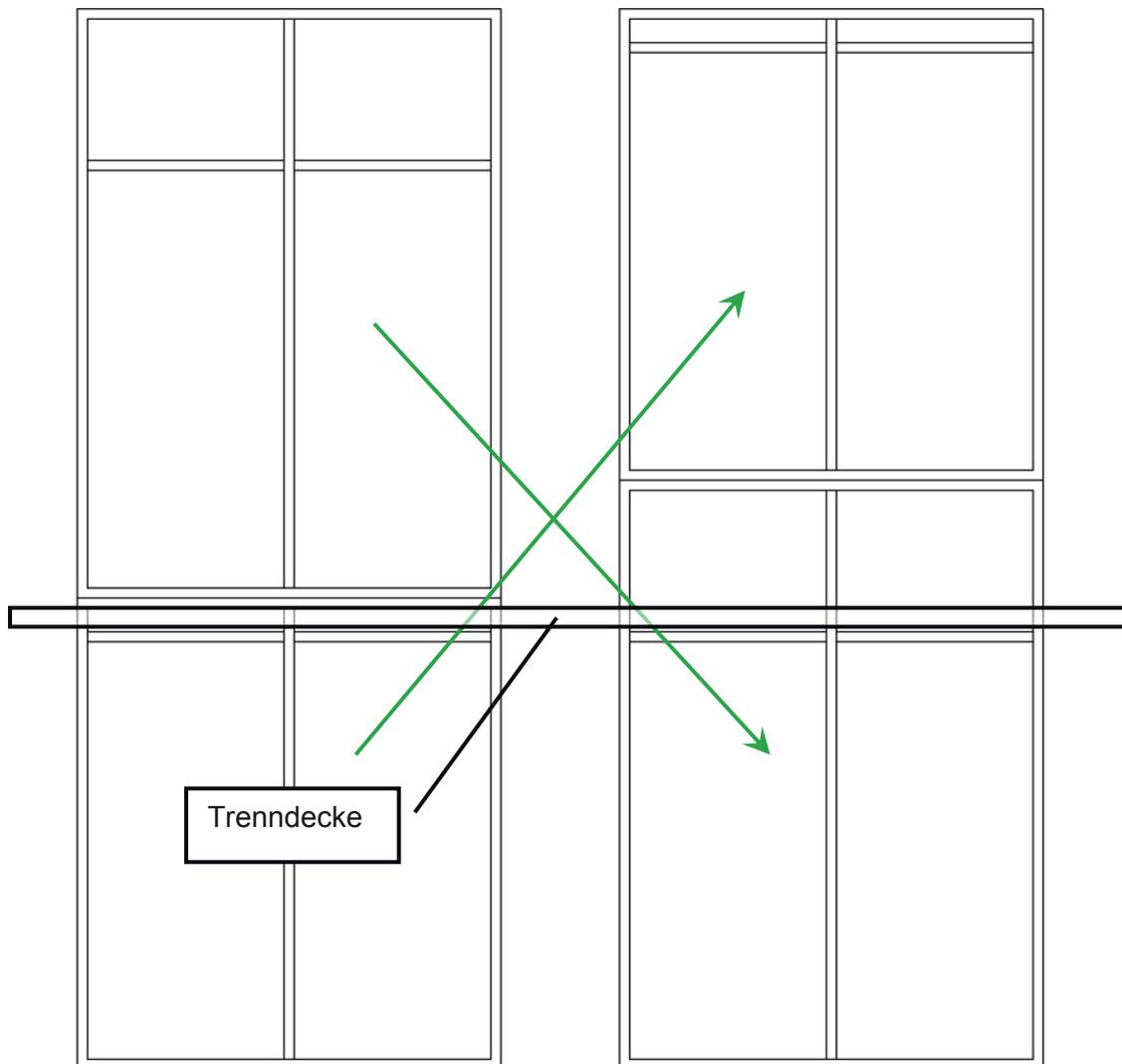
- Akotherm GmbH (Aluminiumprofile des Systems AT 570 UC)

Als Basisprofilabmessung wurden 70 mm breite Rahmenprofile mit einer Bautiefe von 115 mm ausgewählt. Die Elemente wurden dahingehend geplant, dass sie in den Prüfstand des ift Rosenheim, Labor Bauakustik, in Stephanskirchen eingebaut werden konnten; als Rastermaß wurden 1250 mm für die Prüfelemente festgelegt.

Weiterhin wurden die Abmessungen der Prüfelemente auf die aus den Messungen der horizontalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden verwendeten Glasfüllungen abgestimmt. Damit kam der bereits beschriebene Glastyp zur Anwendung, mit dem konstruktiven Aufbau 12 VSG SI / 16 / 6. Die Glasliste ist in der Anlage Bild A 21 enthalten.

Der prinzipielle Aufbau der Elemente ist in der Ansicht in Bild 25 und als Foto in der Anlage Bild A 95 enthalten. Die Fassaden wurden so erstellt und eingebaut, dass die mittleren Riegelprofile an die Trenndecke anschließen und der Elementstoß oberhalb des Deckenanschlusses liegt. Die Aufteilung wurde so gewählt, dass durch Wechsel der Elemente die Elementstoßfuge einmal in 100 mm, einmal in 1100 mm Höhe oberhalb der Decke lag. Die Deckenhöhe inkl. Sturz ist 150 mm, der Abstand der Fassade zur Trenndecke betrug 60 mm. Der Deckenanschluss wurde mit Mineralwolle Typ Rockwool Thermarock 50 gedämmt.

Der Deckenanschluss erfolgt an ein Deckenpaneel, das in dem Versuch außen mit einem Einsatzpaneel aufgebaut wurde; der Hohlraum zwischen den Deckenriegeln wurde mit Mineralwolle Thermarock ausgedämmt und raumseitig mit 2 mm Stahlblech geschlossen. Der Deckenanschluss erfolgte an das 2 mm Stahlblech, welches nicht getrennt wurde.



**Bild 25** Prinzipielle Ansicht der untersuchten Elementfassade, vertikale Schallübertragung, mit zwei Aufbauvarianten

Die Messungen wurden durchgeführt vom 5. Juli 2016 bis 7. Juli 2016. In der Anlage Tabelle A 11 ab Seite 247 sind die Ergebnisse der Untersuchungen wiedergegeben. In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Konstruktionsmerkmale diskutiert, die sich aus den Messungen an Pfosten-Riegel-Fassaden herauskristallisiert haben.

### 6.5.1 Lage der Elementstoßfuge

Hauptmotivation für den Versuch war es, den Einfluss der Lage der Elementstoßfuge auf die vertikale Längsschalldämmung der Elementfassade zu betrachten. Durch die Bauweise konnten 2 Varianten realisiert werden, einmal mit einem Abstand der Fuge zur Decke von 100 mm, einmal mit 1100 mm Abstand, also in Brüstungshöhe.

Das Ergebnis dieses Versuches ist in der Anlage Tabelle A 11 enthalten und in Bild A 98 dargestellt. Die Einzahlangaben der beiden Messungen unterscheiden sich „nur“ um 1 dB, so dass die dem Versuch zugrundeliegende Erwartung, dass durch den größeren Abstand der Anschlussfuge zum Deckenanschluss die vertikale Längsschalldämmung reduziert wird, bei diesem untersuchten Element nicht festgestellt werden kann.

Der spektrale Verlauf der beiden Varianten zeigt jedoch deutliche Unterschiede. Bei Terzbändern oberhalb von 1000 Hz ist die Längsschalldämmung der zweiten Variante (1100 mm Abstand h) geringer als bei der ersten Variante, was durch das 2 mm-Stahlblech zu erklären ist, an das der Bauanschluss erfolgt und welches im Anschluss nicht getrennt wurde.

Im Frequenzbereich von 250 Hz bis 1000 Hz ist die Längsschalldämmung der zweiten Variante höher als bei Variante 1 mit 100 mm Abstand. Durch den größeren Abstand zwischen dem Elementrahmen oberhalb des Deckenanschlusses und der Mittelsprosse unterhalb des Deckenanschlusses reduziert in diesem Bereich die Schallübertragung durch diese Profile; vgl. dazu auch Anlage Bild A 97.

Das Ergebnis zeigt, dass der größere Abstand der Elementstoßfuge die vertikale Längsschalldämmung in diesem Fall nicht reduziert; eine allgemeine Regel kann aus diesem Ergebnis jedoch nicht abgeleitet werden; dazu ist die Konstruktionsweise von Elementfassaden zu vielfältig.

### 6.5.2 Deckenanschluss

Es wurden Messungen mit Variationen zum Deckenanschluss durchgeführt. Durch Bauart und Dämmungsmaterial kann der Deckenanschluss die Längsschalldämmung beeinflussen; das hat die Datenanalyse nach Kapitel 6.4.6 ergeben. Einfluss haben neben der Dämmung im Hohlraum vor allem die Anschlussbleche, die den Deckenanschluss zwischen Trenndecke und Fassadenprofilen oben und unten abschließen, vgl. Bild 22 bis Bild 24 ab Seite 86. Stahlbleche sind aufgrund der höheren Masse günstiger zu sehen als Aluminiumbleche gleicher Dicke. Das zeigen die Erfahrungen aus der Datensammlung; ein messtechnischer Nachweis zur Auswirkung des Materials der Abdeckbleche auf die vertikale Längsschalldämmung wurde im Rahmen dieser Untersuchungen nicht durchgeführt.

Die Messungen zeigen, dass in diesem Beispiel die Abdeckung des Deckenanschlusses mit 2 mm Stahlblech oben und unten die Schalldämmung des Deckenanschlusses bestimmt; durch die Hinterfüllung mit Mineralwolle verändert sich die vertikale Längsschalldämmung nur noch geringfügig.

Der Einfluss der Ausbildung des Deckenanschlusses ist in der Anlage Bild A 96 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Dämmung des Hohlraumes die Längsschalldämmung dieser Elementfassade in vertikaler Übertragungsrichtung nur wenig verbessert. Bei der Messung der Pfosten-Riegel-Fassade wurde die Ausrichtung der Fasern variiert, vgl. Kapitel 6.3.2. Ein Versuch dazu wurde bei der Elementfassade nicht durchgeführt.

### 6.5.3 Bodenanschluss

Wie bei der Pfosten-Riegel-Fassade auch war ein Punkt bei den messtechnischen Untersuchungen der Elementfassaden der Bodenanschluss. Darunter wird die abschottende Wirkung von Bodenanschlüssen – und auch von abgehängten Decken, die an die Fassade angeschlossen werden – verstanden. Um den Einfluss eines Bodenanschlusses zu beurteilen, wurden bei den Messungen Varianten mit und ohne Bodenanschluss durchgeführt. Dieser wurde mit einer Vorsatzschale aus Gipsfaserplatten und Mineralwolle dämmung simuliert, die an den Deckenriegel innen bündig abschließen. Die Anschlussfugen des Anschlusses zur Fassade wurden abgedichtet.

Die vergleichenden Messungen zeigen auch hier, dass es einen Unterschied machen kann, ob ein Bodenanschluss vorhanden ist oder nicht. Dies ist besonders dann der Fall, wenn das Niveau der Längsschalldämmung hoch ist, also etwa im Bereich der bewerteten Norm-Flankenschallpegeldifferenz  $D_{n,f,w} = 60$  dB oder höher. Ein Beispiel dazu ist in der Anlage Bild A 99 dargestellt.

Da es in der Praxis der Bauausführung häufig so ist, dass der Anschluss nicht vom Fassadenbauer zu beeinflussen ist, werden die weiteren Analysen ohne Berücksichtigung der verbessernden Wirkung von Bodenanschluss bzw. abgehängter Decke durchgeführt, damit die Aussage in Tabelle 21 nicht von Fremdgewerken abhängig ist.

### 6.5.4 Profilschalldämmung

Es zeigt sich wie bei der horizontalen Längsschalldämmung auch bei der vertikalen Längsschalldämmung, dass die Profilschalldämmung im T-Stoß Einfluss auf die Längsschalldämmung von Elementfassaden hat. Der Zusammenhang zwischen Profilschalldämmung und Längsschalldämmung ist bei den untersuchten Elementen nicht so klar zu erkennen; im Vergleich zu den geprüften Pfosten-Riegel-Fassaden und horizontalen Schallübertragungswegen ist der Zusammenhang hier am wenigsten deutlich festzustellen.

In der Anlage Bild A 100 und Bild A 101 ab Seite 252 werden die ermittelten Längsschalldämm-Maße und Profilschalldämmungen miteinander verglichen, die einzelnen Messungen der Profilschalldämmung zu der untersuchten Fassade finden sich in der Anlage Tabelle A 6 auf Seite 163.

Die Versuche zeigen, dass durch schalltechnische Ertüchtigungsmaßnahmen am Riegelprofil die vertikale Längsschalldämmung verbessert werden kann. Ein Beispiel dazu findet sich in der Anlage Bild A 97.

Zur Fragestellung der Berechnung der vertikalen Längsschalldämmung von Elementfassaden kann aufgrund der durchgeführten Untersuchungen gesagt werden, dass ein so

klarer Zusammenhang wie bei den Messungen zur horizontalen Längsschalldämmung nicht festgestellt werden kann. Ein Rechenmodell macht auf Basis der Ergebnisse dieser Untersuchung keinen Sinn.

### **6.5.5 Raumseitige Schale**

Eine vergleichende Betrachtung des Einflusses der raumseitigen Schale auf die vertikale Längsschalldämmung der Elementfassade wurde nicht durchgeführt, die Messungen erfolgten mit einer 6 mm Glasfüllung raumseitig.

Auf Basis der hier durchgeführten Untersuchungen, auch an Pfosten-Riegel-Fassaden, wird der Einfluss der raumseitigen Schale für die vertikale Längsschalldämmung von Elementfassaden als nachrangig bewertet. Für die Erstellung von Anwendungstabellen wird das Thema nicht über die bisher getätigten Feststellungen hinaus thematisiert.

### **6.5.6 Rahmenmaterial**

Der Einfluss des Rahmenmaterials auf die vertikale Längsschalldämmung von Elementfassaden wurde im Rahmen dieses Projektes nicht untersucht.

### **6.5.7 Aufteilung der Fassade**

Untersuchungen zum Einfluss der Aufteilung der Fassade in große oder kleinere Füllungsfelder auf die vertikale Längsschalldämmung wurden im Rahmen dieses Projektes nicht durchgeführt. Auf der Grundlage der Untersuchungen zur Aufteilung von Pfosten-Riegel-Fassaden nach Kapitel 5.4.7 und 5.6.7 wird hier das Ergebnis dahingehend übertragen, dass die Aufteilung der Fassade einen eher geringen Einfluss auf die vertikale Längsschalldämmung hat.

### **6.5.8 Berücksichtigung der Messergebnisse in der Bauteiltabelle**

Die Messungen zur vertikalen Längsschalldämmung haben Konstruktionsdetails herausgearbeitet, die für die Planung von Elementfassaden zu beachten sind. Insbesondere sei auch hier genannt die Erfordernis, Hohlprofile mit einem Schott abzudichten. Die Messungen ergänzen die in der Tabelle 21 ab Seite 94 enthaltenen Konstruktionen.

Ein rechnerischer Ansatz ähnlich wie bei der horizontalen Längsschalldämmung lässt sich aus den Analysen und Messungen leider nicht herleiten.



## 7 Profilschalldämmung

Bei den Datenanalysen zur Längsschalldämmung hat sich gezeigt, dass die Schalldämmung der verwendeten Profile ein wesentliches Kriterium für die Beurteilung der Längsschalldämmung ist, besonders bei der horizontalen Schallübertragung. Die für die Beurteilung der Profile durchgeführten Messungen der sogenannten Profilschalldämmung werden im Labor des ift Rosenheim seit Jahren als begleitendes Prüfverfahren praktiziert.

Da sich nun herausstellt, dass die Profilschalldämmung ein wesentliches Merkmal zur Beurteilung der Längsschalldämmung ist, wurde auf der Arbeitsgruppensitzung am 2. März 2016 besprochen, dass das Verfahren der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden muss. Aus diesem Grund wurde vom ift Rosenheim eine Richtlinie zur Bestimmung der Profilschalldämmung erstellt. Die wesentlichen Inhalte dieser Richtlinie sind in der Folge beschrieben.

### 7.1 Bestimmung der Profilschalldämmung

#### 7.1.1 Beschreibung des Verfahrens

Das Verfahren zur Bestimmung der Profilschalldämmung dient als Vergleichs- und Beurteilungsmöglichkeit, um die Auswirkung von Varianten der Profilgeometrie, Materialänderungen oder auch von Verbesserungsmaßnahmen in Bezug auf komplette Bauteile beurteilen zu können. Dabei ist im Grundsatz zwischen der senkrechten Schallübertragung von innen nach außen, d.h. senkrecht zur Füllungsebene entsprechend der Transmissionschalldämmung zur Prognose nach DIN EN 12354-3, und der parallelen Schallübertragung zwischen Räumen zu unterscheiden; bei Fensterbändern und Fassaden wäre das parallel zur Füllungsebene entsprechend der Flankenschalldämmung zur Prognose nach DIN EN 12354-1.

Das Verfahren basiert auf den Regeln der Prüfvorschrift DIN EN ISO 10140, Teil 1, Anhang E, und Teil 2, zur Messung der Schalldämmung kleiner Bauteile [18]. Die kennzeichnende Prüfgröße ist demnach die Normschallpegeldifferenz kleiner Bauteile,  $D_{n,e}$ , die Messung erfolgt im Prüfstand nach DIN EN ISO 10140-5 in einer Prüföffnung mit reduzierter Größe, abgestimmt auf das zu prüfende Profil. Die Einzahlangabe für die Profilschalldämmung ist die bewertete Norm-Schallpegeldifferenz mit Spektrum-Anpassungswerten  $D_{n,e,w}$  ( $C;C_{tr}$ ) in dB. Die Auswertung erfolgt dabei bezogen auf eine Bezugs-Absorptionsfläche von  $A_0=10 \text{ m}^2$ .

Zusätzlich zu den in der DIN EN ISO 10140-2 geforderten Angaben sind zwingend folgende Merkmale anzugeben:

- die Schallübertragungsrichtung sowie
- die Gesamtlänge der Profilstäbe als Bezugslänge.

### 7.1.2 Vorbereitung der Prüfung

Es ist zwischen senkrechter und paralleler Schallübertragung zu unterscheiden. Die zur Prüfung vorgesehene Öffnung (im Regelfall der Fensterprüfstand nach DIN EN ISO 10140-5) wird dafür so umgebaut, dass eine Restöffnung mit den Abmessungen des zu messenden Profils verbleibt. Die zum Umbau der Prüföffnung eingesetzten Wandelemente müssen möglichst hochschalldämmend sein, um eine ausreichende Maximalschalldämmung sicherzustellen. Im Regelfall kann dies mit einem zweischaligen Aufbau mit biegeweichen Deckschalen und mit einer Mineralwollefüllung ausgeführt werden.

Die Maximalschalldämmung der Prüfanordnung ist zu bestimmen und das Prüfergebnis mit der Maximalschalldämmung nach dem in DIN EN ISO 10140-2 genannten Verfahren zu korrigieren. Zur Einbausituation sind die folgenden Abschnitte mit zu beachten, sie orientieren sich an der Einbausituation des Profils in der Praxis.

### 7.1.3 Einbau für senkrechte Schallübertragung

Anstelle der (Glas-)Füllungen werden in den Glasfalz des Profils Füllungsstücke mit hoher Schalldämmung eingebaut. Das sind Stäbe in der Länge des Profils und der Dicke des Glases. Der Einbau erfolgt entsprechend dem Verglasungssystem des Profils (z.B. als Trockenverglasung oder versiegelt). Als Füllungsstücke eignen sich sandgefüllte Metall-Rechteckrohre oder Holzleisten mit Beschwerung, die beispielsweise aus ein oder beidseitigem Stahlblech, Bleiblech oder Schwerbitumen bestehen können. Die Dicke dieses Füllstücks ist mit der vorgesehenen Glasdicke abzugleichen. Hohlkammern des Profils, die seitlich offen sind, werden geschlossen, z.B. mit Plattenmaterialien oder mit Dichtstoff.

Das so vorbereitete Profil wird außen bündig in eine vorbereitete Prüföffnung gesetzt, die im Bereich der Öffnung verjüngt ausgeführt ist, entsprechend dem in DIN EN ISO 10140-1 Anhang E dargestellten Prinzip [18]. Da die Prüföffnung auch durch die Profilgeometrie vorgegeben ist, kann eine Aussage zur Prüföffnung nur informativ getroffen werden, die Öffnung ist auf die Profilgeometrie (und die Anschlusssituation) hin abzustimmen. Für die Messung ist es wichtig, dass der Schalldurchgang durch die Füllstücke das Ergebnis nicht signifikant beeinflussen darf. Der prinzipielle Prüfaufbau ist in der Anlage Bild A 18 auf Seite 157 dargestellt.

### 7.1.4 Einbau für parallele Schallübertragung

Anstelle der (Glas-) Füllungen werden in den Glasfalz Füllungsstücke eingebaut. Das sind Stäbe in der Länge des Profils und der Dicke des Glases. Der Einbau erfolgt entsprechend dem Verglasungssystem des Profils (z.B. als Trockenverglasung, verklebt oder versiegelt). Als Füllungsstücke eignen sich beispielsweise Holzleisten, eine Beschwerung ist hier üblicherweise nicht erforderlich, da die Leisten durch das Profil getrennt sind. Die Dicke dieses Füllstücks ist mit der vorgesehenen Glasdicke abzugleichen.



Das so vorbereitete Profil wird mittig in eine vorbereitete Prüföffnung gesetzt, die im Bereich der Öffnung verjüngt ausgeführt ist, entsprechend dem in DIN EN ISO 10140-1 Anhang E dargestellten Prinzip [18]. Da die Prüföffnung durch die Profilgeometrie vorgegeben ist, kann eine Aussage zur Prüföffnung nur informativ getroffen werden, die Öffnung ist auf die Profilgeometrie (und die Anschlusssituation) hin abzustimmen. Je nach Gegebenheit kann es zweckmäßig sein, zwei Profilstücke nebeneinander in den Prüfstand einzubauen. Der prinzipielle Prüfaufbau ist in der Anlage Bild A 19 auf Seite 157 dargestellt.

### 7.1.5 Durchführung der Prüfung der Profilschalldämmung

Geprüft wird die Norm-Schallpegeldifferenz kleiner Bauteile  $D_{n,e}$  nach DIN EN ISO 10140-2 unter Anwendung der nachfolgenden Messgleichung:

Gleichung 4 
$$D_{n,e} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{A_0}{A} \text{ dB}$$

### 7.1.6 Ergebnisdarstellung

Im Prüfbericht müssen zu den in DIN EN ISO 10140-2 vorgeschriebenen Angaben folgende Angaben enthalten sein:

- Schallübertragungsrichtung (senkrecht oder parallel)
- Länge  $l$  des geprüften Profils in m

Für die Verwendung bei einer Messung mit paralleler Schallübertragung ist zudem die Bezugs-Norm-Schallpegeldifferenz  $D_{n,e,0}$  des Profils, bezogen auf die Bezugslänge  $l_0$ , anzugeben.  $D_{n,e,0}$  berechnet sich aus der Normschallpegeldifferenz und dem Längenverhältnis  $l$  zu  $l_0$  wie folgt (siehe auch DIN 4109-2:2016-07 Abschnitt 4.4.2):

Gleichung 5 
$$D_{n,e,0} = D_{n,e} + 10 \cdot \lg \frac{l}{l_0} \text{ dB}$$

Bei einer Bezugslänge  $l_0$  von 2,8 m wäre dies:

Gleichung 6 
$$D_{n,e,2,8} = D_{n,e} + 10 \cdot \lg \frac{l}{2,8m} \text{ dB}$$

Die Bewertung erfolgt nach dem in DIN EN ISO 717-1 beschriebenen Verfahren [22].

## 7.2 Messungen der Profilschalldämmung

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde die Profilschalldämmung von den Profilen bestimmt, die auch in den Fassadenelementen nach Kapitel 5 und 6 verbaut waren. Das

Ergebnis dieser Messungen ist in der Anlage Tabelle A 2 bis Tabelle A 6 wiedergegeben. Beispiele für Profilaufbauten sind in der Anlage Bild A 20 auf Seite 158 dargestellt. Neben den Messungen an Profilen ohne Ertüchtigungsmaßnahmen wurden auch Messungen mit den Maßnahmen durchgeführt, wie sie bei den Längsschallmessungen durchgeführt worden sind.

Angegeben ist in den Tabellen das Prüfergebnis als Normschallpegeldifferenz kleiner Bauteile  $D_{n,e,w}(C;C_{tr})$ , als Schalldämm-Maß  $R_w(C;C_{tr})$ , sowie das umgerechnete Ergebnis für  $D_{n,e,0,w}(C;C_{tr})$ , bezogen auf  $l_0 = 2,8$  m, wie es in die Rechengleichung in Kapitel 5.4.8 einfließt. Die Diskussion zu den Ergebnissen findet sich in den Kapiteln zu den Messungen der Längsschalldämmung der Fassadenelemente in Kapitel 5 und 6.

Nachdem für die vertikale Längsschalldämmung kein Rechenmodell vorgeschlagen wird, erfolgt für diese Messungen (nach Anlage Tabelle A 5 und Tabelle A 6) auch keine Umrechnung der Messungen.



## 8 Voraussetzungen für die Anwendung der Tabellen

In der Folge werden die Ergebnisse der Untersuchungen für die Luft- und Längsschalldämmung von Fassadenelementen zusammengefasst.

### 8.1 Luftschalldämmung

#### 8.1.1 Raumseitige Einbaufuge von Einselementen

Die raumseitige Einbaufuge von Einselementen in Pfosten-Riegel-Fassadenprofilen muss mit einem passenden Dichtprofil oder einem Dichtstoff geschlossen werden. Konstruktionen mit offener Einbaufuge können nicht systemunabhängig beschrieben werden und weisen zum Teil erhebliche Reduzierungen in der Schalldämmung auf.

Weitere Einzelheiten dazu finden sich in Kapitel 3.2.

#### 8.1.2 Rahmenmaterial

Die Tabellen in Kapitel 3.7 gelten für Pfosten-Riegel-Fassaden mit einer Profilansichtsbreite  $b$  bis maximal 70 mm, für Einselemente mit einer Ansichtsbreite von maximal 100 mm (wobei die Summe aus Profilansichtsbreite und Breite des Einselementes 150 mm nicht überschreiten darf) und für Elementfassaden mit einer mittleren Ansichtsbreite von maximal 75 mm. Einzelheiten dazu finden sich in Kapitel 3.2.2.

#### 8.1.3 Geltungsbereich

Die nachfolgenden Konstruktionsmerkmale sind für die Anwendung der Ergebnistabellen zur Luftschalldämmung ausgenommen, da die Analysen keine Aussagen zu den genannten Merkmalen zulassen und bei der weiteren Analyse nicht berücksichtigt wurden:

- 1.) Schalldämmung von Paneelfüllungen
- 2.) Fensterflügel ohne innere Überschlagnichtung,
- 3.) Schiebeelemente, Hebe-Schiebeelemente
- 4.) Schwing- bzw. Wendefenster
- 5.) Lüftungsflügel
- 6.) Klappen
- 7.) Türen

Diese Merkmale müssen in der Planung der Schalldämmung einer Fassade also gesondert betrachtet werden. Einzelheiten dazu finden sich in Kapitel 3.6.

## 8.2 Längsschalldämmung, horizontale Schallübertragung

### 8.2.1 Trennwandanschluss

Der Anschluss an die Trennwand und/oder ein dazwischen eingebautes Schwert kann die resultierende Schalldämmung zwischen zwei Räumen erheblich beeinträchtigen und muss eigenständig geplant und beurteilt werden. Das zeigt die Prüferfahrung des ift-Labors Bauakustik.

Diese Schnittstelle, die Schallübertragung über Schwert und/oder Bauanschluss zum Fassadenprofil, ist nicht Bestandteil der hier erstellten Tabellenwerke, da sie üblicherweise nicht durch den Fassadenbauer, sondern durch nachfolgende Gewerke ausgeführt wird.

Als Anforderung an den Anschluss muss eine dauerhaft dichte und ausreichend dimensionierte Schwert- und/ oder Anschlussfugenkonstruktion gefordert werden. Weiterführende Hinweise zu dem Thema können an dieser Stelle nicht gegeben werden.

### 8.2.2 Gemeinsame Kantenlänge $l_0$

Die in den Tabellen angegebenen Werte beziehen sich auf eine gemeinsame Kantenlänge von  $l_0 = 2,8$  m. Bei abweichenden Kantenlängen in einer konkreten Bausituation ist diese planerisch zu berücksichtigen.

### 8.2.3 Rahmenmaterial

Das Rahmenmaterial hat für die Längsschalldämmung einen wesentlichen Anteil. Durch die Profilschalldämmung oder eine Fallunterscheidung muss das Rahmenmaterial bei der Planung berücksichtigt werden.

### 8.2.4 Aufteilung

Die Analysen und Aussagen beziehen sich, sofern nicht explizit anders beschrieben, auf festverglaste Fassadenkonstruktionen. Einzelheiten dazu finden sich in Kapitel 4.3. Die Größe der einzelnen Glasfelder spielt für die Beurteilung der Längsschalldämmung eine untergeordnete Rolle, siehe hierzu auch Kapitel 5.4.7.



### 8.2.5 Raumseitige Glasscheibe

Die Analysen auch früherer Untersuchungen zur Längsschalldämmung von Fassaden [14], [17] haben gezeigt, dass die raumseitige Füllung einer Isolierglasscheibe Einfluss auf die Längsschalldämmung von Fassaden hat.

Zu dem Thema wurde in der ersten Projektgruppensitzung am 29. Juli 2015 in Rosenheim auf Basis der zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Ergebnisse die Frage diskutiert, wieweit dieser Einfluss in den zu erstellenden Tabellen berücksichtigt werden soll. Hintergrund der Diskussion war es, dass sich bei einigen dieser Fassaden ein Einfluss der raumseitigen Füllung nur untergeordnet gegenüber anderen Konstruktionsmerkmalen erwiesen hat.

Ergebnis dieser Besprechung war es, die Tabellen – wo es sinnvoll erscheint – so aufzubauen, dass sie für eine raumseitige Füllung mit einem bewerteten Schalldämm-Maß von  $R_w = 31$  dB entsprechend beispielsweise einer 6 mm Glasscheibe gelten. Mit dieser Maßgabe sind die Tabellen aufgebaut. Das bedeutet, dass die raumseitige Glasscheibe der verbauten Füllungen, falls nicht explizit anders beschrieben, mindestens ein bewertetes Schalldämm-Maß von  $R_w = 31$  dB aufweisen muss. Weitere Einzelheiten dazu finden sich in Kapitel 5.2.3.

### 8.2.6 Glasabdichtung

Die Analysen haben gezeigt, dass ein signifikanter Einfluss der Glasabdichtung durch Dichtprofile oder SG-Systeme auf die Längsschalldämmung nicht festgestellt werden kann, vgl. Kapitel 5.3.4. Die Tabellen gelten daher für beide Glasabdichtungssysteme.

### 8.2.7 Doppelfassaden

Doppelfassaden wurden bei der Betrachtung der Längsschalldämmung nicht eigenständig untersucht. Die Schallübertragung erfolgt durch die innere Fassadenkonstruktion; die äußere Fassade kann für die Planung der Längsschalldämmung außer Acht gelassen werden.

### 8.2.8 Elementstoßfuge

Die Lage der Elementstoßfuge hat einen wesentlichen Einfluss auf die Längsschalldämmung von Elementfassaden. Günstig wirkt es sich aus, wenn die Elementstoßfuge im Bereich des T-Stoßes (hier also im Trennwandanschluss) vorgesehen ist.

Die Ausführung der Elementstoßfuge kann die Luft- und Längsschalldämmung von Elementfassaden beeinflussen, besonders wenn sie außerhalb des T-Stoßes platziert ist. Je nach Ausführungsart kann es zu Fugenschallübertragung von außen und zu Schallübertragung über den Hohlraum zwischen den Dichtprofilen kommen.

Diese Übertragung ist nicht durch die Tabellen abgedeckt, d.h. die Elementstoßfugen sind innen umlaufend abzudichten und im Bereich der Trennwandanschlüsse mit einem Schott gegen Schallübertragung über den Hohlraum zu versehen.

### **8.2.9 Flügelrahmen**

Die Tabellen für die Längsschalldämmung sind auf Fassaden mit Festverglasungen hin ausgelegt. Öffenbare Flügel sind aufgrund ihrer leicht verbessernden Wirkung durch diese Tabellen mit abgedeckt, sofern es eine raumseitig umlaufende Falzdichtung gibt.

### **8.2.10 Durchlaufende Hohlräume**

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, vgl. Kapitel 5.4.4 und 5.6.4.

### **8.2.11 Aufsatzkonstruktionen**

Die Fuge zwischen Profil und Aufsatzkonstruktion kann die Längsschalldämmung einer Pfosten-Riegel-Fassade deutlich beeinflussen. Eine vollständige Abdichtung zwischen der Aufsatzkonstruktion und dem Tragprofil muss gewährleistet sein, vgl. 5.4.5.

## **8.3 Längsschalldämmung, vertikale Schallübertragung**

### **8.3.1 Trenndeckenanschluss**

Der Anschluss an die Trenndecke kann die resultierende Schalldämmung zwischen zwei Räumen beeinträchtigen. Die gängige Bauweise mit einer Hinterfüllung mit Mineralwolle und einer Blechabdeckung aus beidseitig Stahlblech ist in der Regel als ausreichender Anschluss zu bewerten, dies zeigt die Prüferfahrung des ift-Labors Bauakustik. Als weitere Anforderung an den Anschluss muss eine dauerhaft dichte Anschlussausbildung gefordert werden.



### 8.3.2 Höhe Deckenanschluss

Die Höhe des Deckenanschlusses (i.d.R. die Deckenstärke) hat Einfluss auf die Längsschalldämmung einer Fassade; hohe Anschlüsse wirken sich günstig auf die Längsschalldämmung aus. Insbesondere bei erweiterten Anschlüssen etwa durch Betonbrüstungen oder Betonstürze kann ein solcher Einfluss festgestellt werden.

Für die Bewertung durch Tabellen bedeutet diese Feststellung, dass höhere Deckenanschlüsse als ausgewiesen mindestens den gleichen oder einen höheren Wert für die Längsschalldämmung aufweisen, also nachgewiesen sind.

### 8.3.3 Gemeinsame Kantenlänge $l_0$

Die in den Tabellen angegebenen Werte beziehen sich auf eine gemeinsame Kantenlänge von  $l_0 = 4,5$  m. Bei abweichenden Kantenlängen in einer konkreten Bausituation ist diese planerisch zu berücksichtigen.

### 8.3.4 Rahmenmaterial

Das Rahmenmaterial hat für die Längsschalldämmung einen wesentlichen Anteil. Durch die Profilschalldämmung oder eine Fallunterscheidung muss das Rahmenmaterial bei der Planung berücksichtigt werden.

### 8.3.5 Abschottung von durchlaufenden Profilhohlräumen

An einigen Stellen haben die Untersuchungen gezeigt, dass über den T-Stoß hinweg laufende Hohlräume die Längsschalldämmung beeinflussen. 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 mit einem Schott zu verschließen.

### 8.3.6 Aufteilung

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass der Einfluss der Aufteilung in große oder kleine Glasfelder auf die gemessene Längsschalldämmung gering ist. Die Aufteilung in kleine oder große Felder ist bei der Anwendung der Tabellen nicht zu berücksichtigen.

### 8.3.7 Raumseitige Glasscheibe

Die Analysen haben gezeigt, dass die raumseitige Füllung einer Isolierglasscheibe einen eher geringen Einfluss auf die Längsschalldämmung von Fassaden hat.

Für die Tabellen wird als Mindestanforderung eine raumseitige Füllung mit einem bewerteten Schalldämm-Maß von  $R_w = 31$  dB (entsprechend beispielsweise einer 6 mm-Glasscheibe) vorgegeben. Mit dieser Maßgabe sind die Tabellen aufgebaut. Weitere Einzelheiten dazu finden sich in Kapitel 5.2.3.

### 8.3.8 Doppelfassaden

Doppelfassaden wurden bei der Betrachtung der Längsschalldämmung nicht eigenständig untersucht. Die Schallübertragung erfolgt durch die innere Fassadenkonstruktion, die äußere Fassade kann für die Planung der Längsschalldämmung außer Acht gelassen werden.

### 8.3.9 Bodenanschluss

In der Beurteilung der Längsschalldämmung von Fassadenelementen tritt häufig die Frage auf, ob die abschottende Wirkung von Bodenanschlüssen, und auch von abgehängten Decken, die an die Fassade angeschlossen werden, mit in die Bewertung der Längsschalldämmung der Fassade einfließt oder nicht. Dabei hängt es neben der Wahl der Baustoffe auch von der konkreten Anschlussausbildung ab, wie die verbessernde Wirkung zu beurteilen ist

In der Praxis der Bauausführung ist es häufig so, dass der Anschluss nicht vom Fassadenbauer zu beeinflussen ist. Unter anderem aus diesem Grunde werden die Analysen ohne Berücksichtigung der verbessernden Wirkung von Bodenanschluss bzw. abgehängter Decke durchgeführt, in dem Fall also als „Worst Case“-Betrachtung. Einzelheiten dazu finden sich auch in Kapitel 4.3, 6.3.3 und 6.5.3.

### 8.3.10 Elementstoßfuge

Die Lage der Elementstoßfuge hat einen wesentlichen Einfluss auf die Längsschalldämmung von Elementfassaden. Günstig wirkt es sich aus, wenn die Elementstoßfuge im Bereich des T-Stoßes (hier also im Deckenanschluss) vorgesehen ist.



## 9 Vorschlag für einen Bauteilkatalog

Aus den vorangestellten Ausarbeitungen wird hier ein Vorschlag zur Erstellung eines Bauteilkataloges erstellt. Basis für den grundsätzlichen Aufbau des Bauteilkataloges ist das Rahmendokument nach DIN 4109-31, das folgende Kapitel für den Aufbau einer Bauteilsammlung vorsieht [6]:

- Beschreibung der Bauteilgruppe  
(mit einem Verweis auf die Produktnorm für Vorhangfassaden DIN EN 13830 und die Bauteilterminologie nach DIN EN 13119 [9]).
- die Schalldämmung beeinflussende Größen
- Hinweise für Planung und Ausführung
- Daten für den rechnerischen Nachweis
- Herkunft der Daten  
(Hier sinnvollerweise Zitat dieses Berichtes)

### 9.1 Luftschalldämmung von Vorhangfassaden

Die folgenden Abschnitte enthalten einen Textvorschlag für einen Bauteilkatalog. Basis dazu sind die Analysen nach Kapitel 3 dieses Berichtes. Im Abschnitt 3.8 auf Seite 27 findet sich ein Anwendungsbeispiel.

#### 9.1.1 Die Schalldämmung beeinflussende Größen

Die Schalldämmung von Vorhangfassaden wird vor allem durch die Schalldämmung der Füllung (Glas oder Paneele) beeinflusst. Weitere Einflussgrößen sind

- die Bauart als Pfosten-Riegel- oder Elementfassade,
- Art, Material und Querschnitt der Profile,
- Aufteilung der Fassade,
- Ausführung von Einsetzelementen,
- Format der (Glas-)Füllungen und
- Abdichtungsmaßnahmen.

Besonders die Einbaufuge von Einsetzelementen kann einen signifikanten Einfluss auf die Schalldämmung von Vorhangfassaden haben, sofern diese zur Raumseite hin nicht abgedichtet wird.

### 9.1.2 Hinweise für Planung und Ausführung

Die raumseitige Einbaufuge von Einsetzelementen in Fassadenprofilen muss mit einem geeigneten Dichtprofil oder einem Dichtstoff geschlossen werden. Konstruktionen mit offener Einbaufuge können nicht systemunabhängig beschrieben werden und können die Schalldämmung zum Teil erheblich reduzieren.

Die nachfolgenden Tabellen gelten für Pfosten-Riegel-Fassaden mit einer Profilansichtsbreite  $b$  bis maximal 70 mm, für Einsetzelemente mit einer Ansichtsbreite von maximal 100 mm, wobei die Summe aus Profilansichtsbreite und Breite des Einsetzelementes 150 mm nicht überschreiten darf, und für Elementfassaden mit einer mittleren Ansichtsbreite  $b$  der Rahmenprofile bis maximal 75 mm. Die Tabellen gelten für eine Bautiefe  $t$  der Profile bis maximal 200 mm. Tabelle 22 veranschaulicht diese Parameter.

Werden in der Fassade unterschiedliche Füllungen eingebaut, so erfolgt die Auslegung der Schalldämmung nach der ungünstigsten Füllung. Anders ausgedrückt müssen solche Füllungen mindestens die Schalldämmung aufweisen wie die Füllung, nach der die Schalldämmung der Fassade geplant wird.

**Tabelle 22** Kategorien für die Anwendung der Tabelle 23 bis Tabelle 25

Kategorie	Beschreibung	Skizze
1	<p>Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einsetzelemente,</p> <p>Profilquerschnitt.            Ansichtsbreite <math>b \leq 70</math> mm            Bautiefe <math>t \leq 200</math> mm</p>	
2	<p>Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einsetzelementen,</p> <p>Profilquerschnitt:            Ansichtsbreite gesamt <math>b \leq 150</math> mm            davon Einsetzelement <math>\leq 100</math> mm            Bautiefe <math>t \leq 200</math> mm</p>	



**Tabelle 22** Kategorien für die Anwendung der Tabelle 23 bis Tabelle 25

Kategorie	Beschreibung	Skizze
3	Elementfassaden (Elementrahmen und Mittelpfosten),  Profilquerschnitt: Mittlere Ansichtsbreite $b \leq 75$ mm Bautiefe $t \leq 200$ mm	

**9.1.3 Daten für den rechnerischen Nachweis**

Für die Anwendung der drei folgenden Tabellen wird die Schalldämmung der Füllung benötigt, getrennt für die drei Kenngrößen

- bewertetes Schalldämm-Maß  $R_w$ , in Tabelle 23,
- bewertetes Schalldämm-Maß und Spektrum-Anpassungswert  $1 R_w + C$  (auch  $R_A$ ) in Tabelle 24,
- bewertetes Schalldämm-Maß und Spektrum-Anpassungswert  $2 R_w + C_{tr}$  (auch  $R_{A,tr}$ ) in Tabelle 25.

Ergänzend zu den Tabellen ist die Größe der Füllungsflächen nach Tabelle 26 zu berücksichtigen.

**Tabelle 23** Bewertetes Schalldämm-Maß  $R_w$  von Fassaden

Füllung	Kategorie 1 nach Tabelle 22, Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einselemente mit einer Ansichtsbreite $b$ der Profile bis 70 mm	Kategorie 2 und 3 nach Tabelle 22, Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einselementen, Ansichtsbreite $b$ zusammen $\leq 150$ mm, und Elementfassaden bis zu einer mittleren Ansichtsbreite $b$ der Profile von 75 mm
$R_w$ in dB		
32	31	31
33	32	32
34	33	33

**Tabelle 23** Bewertetes Schalldämm-Maß  $R_w$  von Fassaden

<b>Füllung</b>	<b>Kategorie 1 nach Tabelle 22, Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einsatzelemente mit einer Ansichtsbreite <math>b</math> der Profile bis 70 mm</b>	<b>Kategorie 2 und 3 nach Tabelle 22, Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einsatz- elementen, Ansichtsbreite <math>b</math> zusammen <math>\leq 150</math> mm, und Elementfassaden bis zu einer mittleren Ansichtsbreite <math>b</math> der Profile von 75 mm</b>
$R_w$ in dB		
35	34	34
36	34	34
37	35	35
38	36	36
39	36	36
40	37	37
41	38	38
42	39	39
43	40	40
44	41	41
45	42	42
46	43	42
47	44	42
48	44	43
49	45	43
50	46	43
$\geq 51$	47	43

**Tabelle 24** Schalldämm-Maß  $R_A$  ( $R_w+C$ ) von Fassaden

<b>Füllung</b>	<b>Kategorie 1 nach Tabelle 22, Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einsatzelemente mit einer An- sichtsbreite <math>b</math> der Profile bis 70 mm</b>	<b>Kategorie 2 und 3 nach Tabelle 22, Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einsatz- elementen, Ansichtsbreite <math>b</math> zusammen <math>\leq 150</math> mm, und Elementfassaden bis zu einer mittleren Ansichtsbreite <math>b</math> der Profile von 75 mm</b>
$R_A (= R_w+C)$ in dB		
30	29	29
31	30	30
32	30	30
33	31	31
34	32	32
35	33	33
36	34	34
37	34	34
38	35	35

**Tabelle 24** Schalldämm-Maß  $R_A$  ( $R_w+C$ ) von Fassaden

Füllung	Kategorie 1 nach Tabelle 22, Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einselemente mit einer An- sichtsbreite $b$ der Profile bis 70 mm	Kategorie 2 und 3 nach Tabelle 22, Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einsele- menten, Ansichtsbreite $b$ zusammen $\leq 150$ mm, und Elementfassaden bis zu einer mittleren Ansichtsbreite $b$ der Profile von 75 mm
	$R_A (= R_w+C)$ in dB	
39	36	36
40	37	37
41	38	38
42	39	39
43	40	40
44	41	40
45	42	40
46	42	41
47	43	41
48	44	41
$\geq 49$	45	41

**Tabelle 25** Schalldämm-Maß  $R_{A,tr}$  ( $R_w+C_{tr}$ ) von Fassaden

Füllung	Kategorie 1 nach Tabelle 22, Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einselemente mit einer Ansichtsbreite $b$ der Profile bis 70 mm	Kategorie 2 und 3 nach Tabelle 22, Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einsele- menten, Ansichtsbreite $b$ zusammen $\leq 150$ mm, und Elementfassaden bis zu einer mittleren Ansichtsbreite $b$ der Profile von 75 mm
	$R_{A,tr} (= R_w+C_{tr})$ in dB	
27	25	25
28	26	26
29	27	27
30	28	28
31	29	29
32	30	30
33	30	30
34	31	31
35	32	32
36	33	33
37	34	34
38	35	35
39	36	36
40	37	36
41	38	36

**Tabelle 25** Schalldämm-Maß  $R_{A,tr}$  ( $R_w+C_{tr}$ ) von Fassaden

Füllung	Kategorie 1 nach Tabelle 22, Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einselemente mit einer Ansichtsbreite $b$ der Profile bis 70 mm	Kategorie 2 und 3 nach Tabelle 22, Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einselementen, Ansichtsbreite $b$ zusammen $\leq 150$ mm, und Elementfassaden bis zu einer mittleren Ansichtsbreite $b$ der Profile von 75 mm
	$R_{A,tr}$ (= $R_w+C_{tr}$ ) in dB	
42	39	37
43	39	37
44	40	37
$\geq 45$	41	37

Für die Anwendung der drei Tabellen gelten folgende Randbedingungen:

- 1.) Bei Einselementen in Pfosten-Riegel-Fassaden muss die Einbaufuge innen mit einem Dichtstoff oder einem Dichtprofil umlaufend abgedichtet werden.
- 2.) Die Tabellen gelten für die Rahmenmaterialien Aluminium, Holz-Metall und Stahl.
- 3.) Bei großen Glasformaten reduziert sich die Schalldämmung gemäß Tabelle 26.
- 4.) Verbaute Fensterflügel benötigen eine raumseitige umlaufende Dichtung.
- 5.) Fensterflügel benötigen mindestens zwei umlaufende Dichtungsebenen.
- 6.) Die Schalldämmung von Einselementen in der Ausführung als Schiebeelement, Hebe-Schiebeelement, Schwing- oder Wendefenster, Lüftungsflügel, Klappe oder als Tür ist nicht mit den Tabellenwerten abgedeckt und muss separat betrachtet werden.
- 7.) Liegen für die  $C$ - und  $C_{tr}$ -Werte der geplanten (Glas-)Füllung keine Werte vor, kann ersatzweise ein Wert von  $C = -2$  dB und  $C_{tr} = -6$  dB für die Füllung angenommen werden

**Tabelle 26** Korrektursummand für Glasformate für die Luftschalldämmung von Vorhangfassaden

Fläche des größten einzelnen Füllungsfeldes in $m^2$	Korrektursummand für die Schalldämmung nach Tabelle 23, Tabelle 24 und Tabelle 25
bis 2,0 $m^2$	0 dB
> 2,0 bis 4,0 $m^2$	-1 dB
> 4,0 bis 6,0 $m^2$	-2 dB
> 6,0 $m^2$ bis 10 $m^2$	-3 dB

Für Einzel-Füllungsflächen  $> 10 m^2$  wird keine Aussage getroffen.



## 9.2 Horizontale Längsschalldämmung von Fensterbändern

Die folgenden Abschnitte enthalten einen Textvorschlag für einen Bauteilkatalog zur Längsschalldämmung von Fensterbändern. Basis dazu sind die Analysen nach Kapitel 5.2 dieses Berichtes. Da Fensterbänder nicht unter die Kategorie der Vorhangfassaden fallen, wird an dieser Stelle ein eigenes Kapitel erstellt.

### 9.2.1 Die Schalldämmung beeinflussende Größen

Die horizontale Längsschalldämmung von Fensterbändern wird durch die Schalldämmung der raumseitigen Schale und des an die Trennwand anschließenden Profils beeinflusst. Weitere Einflussgrößen sind

- zur Raumseite einkragende Profile,
- Art, Material und Querschnitt der Profile
- über den T-Stoß hinweg laufende Profile und Hohlräume.

Besonders durchlaufende Profile und/oder Hohlräume können die Längsschalldämmung von Fensterbändern signifikant beeinträchtigen, sofern diese im Bereich des Trennwandanschlusses nicht abgeschottet sind.

Weitere Einflussgrößen sind der Trennwandanschluss mit einem Schwert und die Abdichtung des Trennwandanschlusses.

### 9.2.2 Hinweise für Planung und Ausführung

Die in den folgenden Tabellen angegebenen Kennwerte beziehen sich auf eine gemeinsame Kantenlänge von  $l_0 = 2,8$  m am Trennwandanschluss. Bei abweichenden gemeinsamen Kantenlängen ist dies rechnerisch zu berücksichtigen nach Gleichung 7.

Gleichung 7

$$D_{n,f,w} = D_{n,f,l_0,w} - 10 \cdot \lg \frac{l}{l_0} \text{ dB}$$

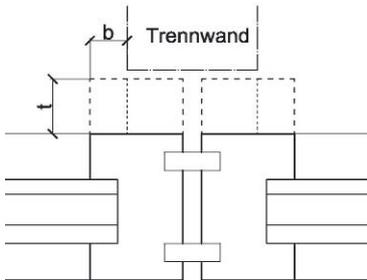
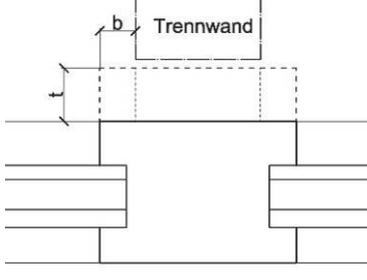
Durchlaufende Hohlräume in Profilen sind zum Teil in der Tabelle thematisiert, sofern sie eine Ansichtsbreite von nicht mehr als 50 mm aufweisen. Eine Ausnahme bildet die Angabe für ein breites Hohlprofil, wie es zur Verkleidung von außenliegendem Sonnenschutz verwendet wird, mit einer eigenständigen Angabe zur Längsschalldämmung. Durchlaufende Hohlräume im Bauanschluss sind im Bereich des Wandanschlusses abzuschotten, um eine Schallübertragung entlang dieser Hohlräume zu vermeiden.

Der Trennwandanschluss mit einem Schwert und die Abdichtung des Trennwandanschlusses sind nicht in den Bauteiltabellen thematisiert und müssen eigenständig geplant werden.

### 9.2.3 Daten für den rechnerischen Nachweis

Nachfolgende Tabelle 27 beschreibt die horizontale Längsschalldämmung von Fensterbändern.

**Tabelle 27** Längsschalldämmung von Fensterbändern, bezogen auf  $l_0 = 2,8$  m

Trennwandanschluss / waagerechte Rahmenprofile	Profilansicht b in mm	Bautiefe Statikprofil t in mm	Schalldämmung der raumseitigen Schale $R_w$ in dB	$D_{n,f,10,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) in dB
Montagepfosten / keine am T-Stoß durchlaufenden Rahmenprofile 	$b \leq 10$	$t = 0$  (Kein raumseitig einkragendes Profil)	29	59 (-3;-9)
			31	60 (-3;-9)
			33	61 (-3;-9)
			35	62 (-2;-9)
			37	63 (-2;-9)
		$t \leq 50$	–	55 (-2;-6)
	$b \leq 35$	$t = 0$	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)
Mittelpfosten / Rahmenprofil bis 50 mm am T-Stoß durchlaufend; breitere Profile getrennt 	$b \leq 35$	$t = 0$	29	54 (-2;-6)
			31	56 (-2;-6)
			33	57 (-2;-6)
			35	58 (-2;-6)
		$t \leq 50$	–	53 (-2;-5)
		$b \leq 75$	$t = 0$	–
Mittelpfosten / eine Blendrahmenverbreiterung bis 250 mm am T-Stoß durchlaufend	$b \leq 35$	$t = 0$	–	42 (-1;-3)



Für die Anwendung der Tabelle 27 gelten folgende Randbedingungen:

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

### 9.3 Horizontale Längsschalldämmung von Vorhangfassaden

Die folgenden Abschnitte enthalten einen Textvorschlag für einen Bauteilkatalog. Basis dazu sind die Analysen nach Kapitel 5 dieses Berichts.

#### 9.3.1 Die Schalldämmung beeinflussende Größen

Die horizontale Längsschalldämmung von Vorhangfassaden wird vor allem beeinflusst durch die Schalldämmung des an die Trennwand anschließenden Profils. Weitere Einflussgrößen sind

- die Bauart als Pfosten-Riegel- oder Elementfassade,
- Art, Material und Querschnitt der Profile,
- über den T-Stoß hinweg laufende Profile und Hohlräume,
- raumseitige Lage der (Glas-) Füllung.

Besonders durchlaufende Profile und/oder Hohlräume können die Längsschalldämmung von Vorhangfassaden signifikant beeinträchtigen, insbesondere wenn diese im Bereich des Trennwandanschlusses nicht abgeschottet sind. Weitere Einflussgrößen sind der Trennwandanschluss mit einem Schwert und die Abdichtung des Trennwandanschlusses.

#### 9.3.2 Hinweise für Planung und Ausführung

Die in den folgenden Tabellen angegebenen Kennwerte beziehen sich auf eine gemeinsame Kantenlänge von  $l_0 = 2,8$  m am Trennwandanschluss. Bei abweichenden gemeinsamen Kantenlängen ist dies rechnerisch zu berücksichtigen nach Gleichung 9.

Gleichung 8

$$D_{n,f,w} = D_{n,f,l_0,w} - 10 \cdot \lg \frac{l}{l_0} \text{ dB}$$

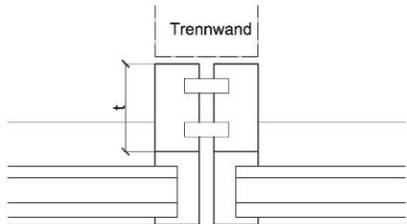
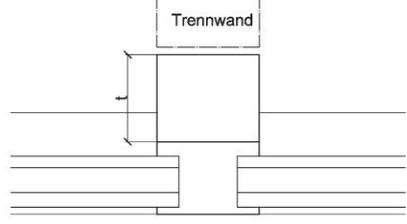
Durchlaufende Hohlräume in Profilen und auch im Bauanschluss sind im Bereich des Wandanschlusses abzuschotten, um eine Schallübertragung entlang dieser Hohlräume zu vermeiden.

Die äußere Fassade von Doppelfassaden kann für die Planung der Längsschalldämmung außer Acht gelassen werden, die Schallübertragung erfolgt durch die innere Fassadenkonstruktion. Der Trennwandanschluss mit einem Schwert und die Abdichtung des Trennwandanschlusses sind nicht in den Bauteiltabellen thematisiert und müssen eigenständig geplant werden.

### 9.3.3 Daten für den rechnerischen Nachweis

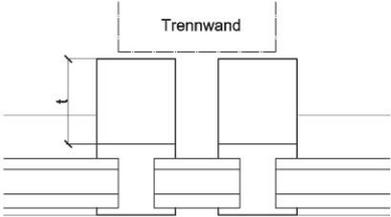
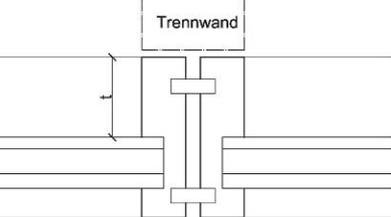
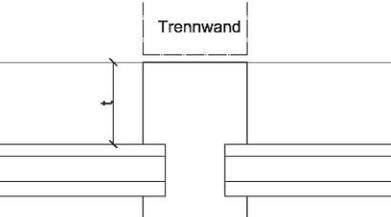
Nachfolgende Tabelle 28 beschreibt die horizontale Längsschalldämmung von Vorhangfassaden.

**Tabelle 28** Längsschalldämmung von Vorhangfassaden, horizontale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 2,8 \text{ m}$ , Trennwandanschluss  $\geq 100 \text{ mm}$  Wanddicke

Trennwandanschluss / waagerechte Rahmenprofile	Profiltiefe t in mm	Rahmenmaterial	$D_{n,f,l_0,w} (C;C_{tr})$ in dB
Pfosten-Riegel-Fassade, Anschluss an Montagepfosten / keine am Stoß durchlaufenden Riegelprofile oder Hohlräume 	$\leq 150$	Aluminium-Hohlprofil, Profiltiefe $\geq 50 \text{ mm}$	42 (-3;-5)
		Holz (Fichte) Metall-Aufsatzkonstruktion Profiltiefe $\geq 50 \text{ mm}$	50 (-1;-3)
Pfosten-Riegel-Fassade, Anschluss an Mittelpfosten / keine am Stoß durchlaufenden Riegelprofile oder Hohlräume 	$\leq 100$	Aluminium-Hohlprofil, Profiltiefe $\geq 50 \text{ mm}$	45 (-2;-5)
		Holz (Fichte) Metall-Aufsatzkonstruktion Profiltiefe $\geq 50 \text{ mm}$	53 (-1;-5)
	$\leq 150$	Aluminium-Hohlprofil, Profiltiefe $\geq 50 \text{ mm}$	40 (-3;-5)
		Holz (Fichte) Metall-Aufsatzkonstruktion Profiltiefe $\geq 50 \text{ mm}$	48 (-1;-3)



**Tabelle 28** Längsschalldämmung von Vorhangfassaden, horizontale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 2,8$  m, Trennwandanschluss  $\geq 100$  mm Wanddicke

Trennwandanschluss / waagerechte Rahmenprofile	Profiltiefe t in mm	Rahmenmaterial	$D_{n,f,l_0,w}$ (C; $C_{tr}$ ) in dB
		Stahl- Hohlprofil, Profildbreite $\geq 50$ mm	43 (-1;-2)
	$\leq 200$	Aluminium- Hohlprofil, Profildbreite $\geq 50$ mm	39 (-3;-5)
Pfosten-Riegel-Fassade, Anschluss an Doppelpfosten / keine am Stoß durchlaufenden Riegelprofile oder Hohlräume  	$\leq 150$	Aluminium- Hohlprofil, Profildbreite $\geq 50$ mm	58 (-1;-6)
Elementfassade, Anschluss an Elementstoß / keine am Stoß durchlaufenden Riegelprofile oder Hohlräume  	0 (Glasleiste oder Paneel- feld innen bündig)	Aluminium- Hohlprofil,  Profilsichtsbreite $\leq 100$ mm	58 (-2;-6)
	$\leq 50$		55 (-2;-6)
	$\leq 100$		50 (-1;-4)
	$\leq 150$		45 (-1;-3)
	$\leq 200$		42 (-1;-3)
Elementfassade, Anschluss an Mittelpfosten / durchlaufender Elementrahmen, keine weiteren am Stoß durchlaufenden Riegelprofile oder Hohlräume  	0 (Glasleiste oder Paneel- feld innen bündig)	Aluminium- Hohlprofil,  Profilsichtsbreite $\leq 100$ mm	55 (-1;-4)
	$\leq 50$		48 (-1;-2)
	$\leq 100$		40 (-1;-2)
	$\leq 150$		37 (-3;-4)

Für die Anwendung der Tabelle gelten folgende Randbedingungen:

- 1.) Mindestschalldämmung der raumseitigen Schale von  $R_w \geq 31$  dB
- 2.) Mindestmaterialdicke bei Metall-Hohlprofile 2 mm
- 3.) Die Werte gelten für festverglaste Elemente und Elemente mit offenbaren Flügeln mit raumseitig umlaufender Dichtung.
- 4.) Fensterflügel benötigen mindestens zwei umlaufende Dichtungsebenen.
- 5.) Keine über den T-Stoß durchlaufende Hohlkammern in oder zwischen den Elementen (durchlaufende Hohlräume müssen mit einem Schott ausgestattet werden)
- 6.) Abdichtung der Fuge zwischen Pfostenprofil und Aufsatzkonstruktionen
- 7.) Einbau der Füllung mit Dichtprofilen oder geklebt (Structural Glazing SG)
- 8.) Schwertanschlüsse sind bei der Tabelle nicht berücksichtigt.

Liegen Angaben zur Profilschalldämmung des an die Trennwand anschließenden Profils vor, so kann für Konstruktionen, bei denen keine Rahmenprofile über den T-Stoß hinweg laufen, die Norm-Flankenpegeldifferenz nach Tabelle 29 und Gleichung 9 rechnerisch ermittelt werden.

**Tabelle 29** Kenngröße zur Längsschalldämmung  $D_{n,f,0,w}$  von Pfosten-Riegel-Fassaden und Elementfassaden ohne Berücksichtigung des Anschlussprofils, horizontale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 2,8$  m

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

Berechnung der auf die Bezugslänge  $l_0$  bezogenen Norm-Flankenpegeldifferenz  $D_{n,f,l_0,w}$  aus dem auf  $l_0$  bezogenen Rechenwert  $D_{n,f,0,w}$  nach Tabelle 29 und der auf  $l_0$  bezogenen Profilschalldämmung  $D_{n,e,0,w}$  gemäß der nachfolgenden Beziehung in Gleichung 9

Gleichung 9

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

Die Spektrum-Anpassungswerte werden pauschal mit -2 dB für C und -6 dB für  $C_{tr}$  angenommen. Die Randbedingungen nach Tabelle 28 sind einzuhalten.



## 9.4 Vertikale Längsschalldämmung von Vorhangfassaden

Die folgenden Abschnitte enthalten einen Textvorschlag für einen Bauteilkatalog. Basis dazu sind die Analysen nach Kapitel 6 dieses Berichtes.

### 9.4.1 Die Schalldämmung beeinflussende Größen

Die vertikale Längsschalldämmung von Vorhangfassaden wird vor allem beeinflusst durch mehrere Parameter, die nachfolgend aufgelistet sind.

- aufrechte und senkrechte Profile,
- Ausbildung des Deckenanschlusses,
- Trennung und Lagerung der Profile bei Pfosten-Riegel-Fassaden,
- Lage der Elementstoßfuge bei Elementfassaden,
- Art, Material und Querschnitt der Profile,
- über den T-Stoß hinweg laufende Profile und Hohlräume,
- raumseitige Lage der (Glas-) Füllung.

Besonders durchlaufende Profile und/oder Hohlräume können die Längsschalldämmung von Vorhangfassaden signifikant beeinträchtigen, sofern diese im Bereich des Trenndeckenanschlusses nicht abgeschottet sind.

### 9.4.2 Hinweise für Planung und Ausführung

Die in den folgenden Tabellen angegebenen Kennwerte beziehen sich auf eine gemeinsame Kantenlänge von  $l_0 = 4,5$  m am Trenndeckenanschluss. Bei abweichenden gemeinsamen Kantenlängen ist dies rechnerisch zu berücksichtigen nach Gleichung 10.

Gleichung 10 
$$D_{n,f,w} = D_{n,f,l_0,w} - 10 \cdot \lg \frac{l}{l_0} \text{ dB}$$

Durchlaufende Hohlräume in Profilen und auch im Bauanschluss sind im Bereich des Wandanschlusses abzuschotten, um eine Schallübertragung entlang dieser Hohlräume zu vermeiden.

Die äußere Fassade von Doppelfassaden kann für die Planung der Längsschalldämmung außer Acht gelassen werden, die Schallübertragung erfolgt durch die innere Fassadenkonstruktion.

Bauanschlüsse zu den Bodenbelägen und/oder zu abgehängten Decken wurden in den Tabellen nicht berücksichtigt.

### 9.4.3 Daten für den rechnerischen Nachweis

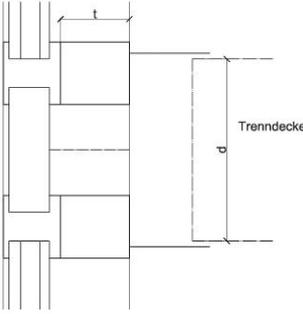
Nachfolgende Tabelle 30 beschreibt die vertikale Längsschalldämmung von Vorhangfassaden in Pfosten-Riegelbauweise. Tabelle 31 beschreibt die vertikale Längsschalldämmung von Vorhangfassaden in Elementbauweise.

Die Bauweisen unterscheiden sich im Bereich des Deckenanschlusses, so dass sie eigenständig beschrieben werden.

**Tabelle 30** Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, vertikale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 4,5 \text{ m}$

Trenndeckenanschluss	Pfostenprofil	Profiltiefe $t$ in mm	Deckenhöhe $d$ in mm	Rahmenmaterial	$D_{n,f,l_0,w}$ ( $C; C_{tr}$ ) in dB
<p>Ein Deckenriegel</p>	Durchlaufend	$\leq 125$	Keine Angabe	Aluminium-Hohlprofil, Profilbreite $\geq 50 \text{ mm}$	32 (-2;-3)
		$\leq 80$		Stahl-Hohlprofil	40 (-2;-3)
	Getrennt mit Einschiebling	$\leq 160$	Keine Angabe	Aluminium-Hohlprofil, Profilbreite $\geq 50 \text{ mm}$	33 (-3;-4)
		$\leq 80$		Stahl-Hohlprofil	42 (-2;-4)
	Getrennt mit Einschiebling, Profilkammer mit Schott geschlossen	$\leq 160$	Keine Angabe	Aluminium-Hohlprofil, Profilbreite $\geq 50 \text{ mm}$	39 (-2;-5)
		$\leq 80$		Stahl-Hohlprofil	42 (-2;-4)
<p>Zwei Deckenriegel, ohne Hohlraumdämmung</p>	Durchlaufend	$\leq 140$	$\geq 180$	Holzprofile, Profilbreite $\geq 80 \text{ mm}$	48 (-2;-4)
	Getrennt mit Einschiebling	$\leq 160$	$\geq 200$	Aluminium-Hohlprofil, Profilbreite $\geq 50 \text{ mm}$	36 (-1;-3)
	Getrennt, gedübelt	$\leq 140$	$\geq 180$	Holzprofile, Profilbreite $\geq 80 \text{ mm}$	50 (-2;-4)
	Getrennt mit Einschiebling, Profilkammer mit Schott geschlossen	$\leq 160$	$\geq 280$	Aluminium-Hohlprofil, Profilbreite $\geq 50 \text{ mm}$	47 (-5;-7)

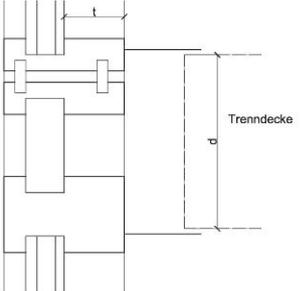
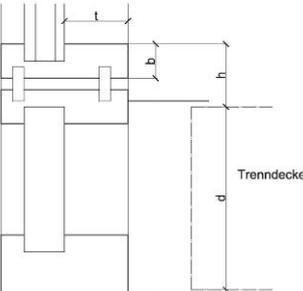
**Tabelle 30** Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, vertikale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 4,5$  m

Trenndeckenanschluss	Pfostenprofil	Profiltiefe t in mm	Deckenhöhe d in mm	Rahmenmaterial	$D_{n,f,l_0,w}$ (C;C <sub>tr</sub> ) in dB
Zwei Deckenriegel, Hohlraum mit Mineralwolle gedämmt, Anschlussblech 2 mm Stahlblech oben und unten 	Durchlaufend	$\leq 125$	$\geq 200$	Aluminium-Hohlprofil, Profilbreite $\geq 50$ mm	39 (-2;-3)
			$\geq 400$		45 (-3;-5)
		$\leq 140$	$\geq 180$	Holzprofile, Profilbreite $\geq 80$ mm	48 (-1;-5)
	Getrennt mit Einschiebling	$\leq 160$	$\geq 280$	Aluminium-Hohlprofil, Profilbreite $\geq 50$ mm	41 (-1;-3)
	Getrennt, gedübelt	$\leq 140$	$\geq 180$	Holzprofile, Profilbreite $\geq 80$ mm	54 (-1;-4)
	Getrennt mit Einschiebling, Profilkammer mit Schott geschlossen	$\leq 100$	$\geq 140$	Aluminium-Hohlprofil, Profilbreite $\geq 50$ mm	49 (-1;-4)
		$\leq 125$	$\geq 400$		48 (-2;-4)
		$\leq 160$	$\geq 280$		48 (-4;-6)

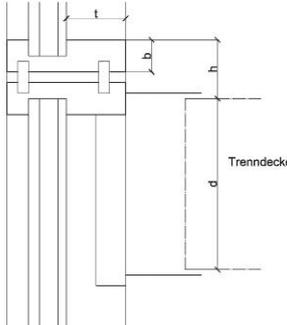
Für die Anwendung der Tabelle 30 gelten folgende Randbedingungen:

- 1.) Mindestschalldämmung der raumseitigen Schale von  $R_w \geq 31$  dB.
- 2.) Mindestmaterialdicke bei Metall-Hohlprofile 2 mm
- 3.) Die Werte gelten für festverglaste Elemente und Elemente mit öffnbaren Flügeln mit raumseitig umlaufender Dichtung.
- 4.) Fensterflügel benötigen mindestens zwei umlaufende Dichtungsebenen.
- 5.) Einbau der Füllung mit Dichtprofilen oder geklebt (Structural Glazing SG)
- 6.) Durchlaufende Profile und Hohlräume sind im Bereich des Deckenanschlusses mit einem Schott abzudichten.
- 7.) Anschlüsse von Böden oder abgehängten Decken sind in der Tabelle nicht berücksichtigt.

**Tabelle 31** Längsschalldämmung von Elementfassaden, vertikale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 4,5$  m

Trenndeckenanschluss	Abstand h in mm	Profiltiefe t in mm	Deckenhöhe d in mm	Rahmenmaterial	$D_{n,f,w}$ (C;C <sub>tr</sub> ) in dB
Elementstoß im Deckenbereich, zwei Deckenriegel, Hohlraumdämmung, Anschlussblech 2 mm Stahlblech oben und unten 	0 (Im Deckenbereich)	0 (Glasleiste oder Paneelfeld innen bündig)	$\geq 300$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 50$ mm	61 (-2;-7)
		$\leq 100$	$\geq 150$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 100$ mm	55 (-1;-6)
Elementstoß oberhalb der Decke, zwei Deckenriegel, Hohlraumdämmung, Anschlussblech 2 mm Stahlblech oben und unten 	$\leq 150$	$\leq 50$	$\geq 250$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 50$ mm	57 (-1;-5)
			$\geq 100$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 130$ mm	51 (-2;-5)
			$\geq 260$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 130$ mm	56 (-2;-6)
			$\geq 190$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 200$ mm	49 (-1;-5)
		$\leq 100$	$\geq 150$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 50$ mm	54 (-1;-4)
		$\leq 150$	$\geq 150$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 50$ mm	51 (-1;-3)
		$\leq 200$	$\geq 150$	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite $b \leq 50$ mm	45 (-1;-3)


**Tabelle 31** Längsschalldämmung von Elementfassaden, vertikale Schallübertragung, bezogen auf  $l_0 = 4,5$  m

Trenndeckenanschluss	Abstand h in mm	Profiltiefe t in mm	Deckenhöhe d in mm	Rahmenmaterial	$D_{n,f,w}$ (C;C <sub>tr</sub> ) in dB
Elementstoß oberhalb der Decke, 1 Deckenriegel (hinterschnitten), Hohlraumdämmung, Anschlussblech 2 mm Stahlblech oben und unten 	≤ 150	≤ 90	≥ 200	Aluminium-Hohlprofil, Profildbreite b ≤ 50 mm	50 (-2;-4)
		≤ 180			44 (-2;-4)

Für die Anwendung der Tabelle 31 gelten folgende Randbedingungen:

- 1.) Mindestschalldämmung der raumseitigen Schale von  $R_w \geq 31$  dB.
- 2.) Mindestmaterialdicke bei Metall-Hohlprofile 2 mm
- 3.) Die Werte gelten für festverglaste Elemente und Elemente mit öffnbaren Flügeln mit raumseitig umlaufender Dichtung.
- 4.) Fensterflügel benötigen mindestens zwei umlaufende Dichtungsebenen.
- 5.) Einbau der Füllung mit Dichtprofilen oder geklebt (Structural Glazing SG)
- 6.) Durchlaufende Profile und Hohlräume sind im Bereich des Deckenanschlusses mit einem Schott abzudichten.
- 7.) Anschlüsse von Böden oder abgehängten Decken sind in der Tabelle nicht berücksichtigt.





## 10 Weitere Vorgehensweise, weiterer Forschungsbedarf

Die im Rahmen des Vorhabens erarbeiteten Vorschläge für einen Bauteilkatalog von Vorhangfassaden und Fensterbändern wurden an den nationalen DIN-Normungsausschuss Bauwesen (NA 005-55-75 AA Nachweisverfahren, Bauteilkatalog, Sicherheitskonzept) weitergeleitet mit dem Ziel, die erarbeiteten tabellierte Daten in den Bauteilkatalog von DIN 4109 aufzunehmen.

Ebenso sollen die Ergebnisse des Vorhabens im Rahmen der europäischen Normung eingebracht werden. Es ist vorstellbar, im Rahmen der nächsten Überarbeitung der Produktnorm für Vorhangfassaden EN 13830 einen entsprechenden Bauteilkatalog aufzunehmen. Da bereits für das Produkt Fenster in der zugehörigen europäischen Produktnorm EN 14351-1 ein Bauteilkatalog integriert werden konnte, ist die Wahrscheinlichkeit recht hoch, dass dies auch für das Produkt Vorhangfassade möglich sein sollte. Der zuständige Normungsausschuss für EN 13830 ist CEN TC33 WG6.

Das ift Rosenheim arbeitet in beiden genannten Normungsausschüssen mit. Somit ist eine effiziente Übermittlung der Ergebnisse an die Gremien sichergestellt.

Die erarbeitete und vorgeschlagene Vorgehensweise zur Ermittlung der bauakustischen Eigenschaften gilt prinzipiell für Vorhangfassaden sowohl mit transparenten als auch opaken Ausfachungen. Jedoch kann für Vorhangfassaden mit opaken Ausfachungen, d.h. Paneelen, die Luftschalldämmung aktuell nicht anhand des erarbeiteten Bauteilkataloges ermittelt werden. Dieser Sachverhalt ergibt sich aus der Tatsache, dass in der Regel für Paneele in der Baupraxis keine Produktkenndaten der Luftschalldämmung vorliegen. (Siehe hierzu auch Kapitel 3.6.1).

Diese unbefriedigende Situation bzgl. nicht vorhandener bauakustischer Kenndaten von Paneelen wurde bei den Treffen mit der projektbegleitenden Arbeitsgruppe mit allen Beteiligten diskutiert. Die Projektgruppe war sich einig, dass für opake Ausfachungen im Regelfall keine Werte der Luftschalldämmung vorliegen. Ebenso liegen keine tabellierten Werte vor, die es erlauben würden, die Luftschalldämmung eines Paneels anhand des konstruktiven Aufbaus zu ermitteln. Aus diesem Grunde müsste die Luftschalldämmung von Vorhangfassaden mit opaken Ausfachungen nach wie vor über eine Messung ermittelt werden. Der Einsatz von opaken Ausfachungen in Vorhangfassaden kann als Regelfall bezeichnet werden.

Die Projektgruppe schlug daher vor, dass in einem anschließenden weiteren Forschungsvorhaben ein entsprechender Bauteilkatalog für opake Ausfachungen erarbeitet werden muss. Nur somit kann der erarbeitete Bauteilkatalog für Vorhangfassaden vollumfänglich angewandt werden. Ein entsprechender Forschungsantrag wurde daher bereits während der Projektlaufzeit des vorliegenden Vorhabens an die Förderstelle übermittelt.





## 11 Literaturverzeichnis

- [1] DIN 4109:1989-11  
Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [2] DIN 4109 Beiblatt 1:1989-11  
Schallschutz im Hochbau, Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [3] DIN 4109 Beiblatt 1/A1:2003-09  
Schallschutz im Hochbau, Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren; Änderung A1  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [4] DIN 4109-1:2016-07  
Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [5] DIN 4109-2:2016-07  
Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [6] DIN 4109-31:2016-07  
Schallschutz im Hochbau – Teil 31: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes  
(Bauteilkatalog) – Rahmendokument  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [7] DIN 4109-35:2016-07  
Schallschutz im Hochbau – Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes  
(Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [8] DIN EN 12758:2011  
Glas im Bauwesen – Glas und Luftschalldämmung  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [9] DIN EN 13830:2015-07  
Vorhangfassaden – Produktnorm  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [10] DIN EN 13119:2016-07  
Vorhangfassaden – Terminologie  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [11] DIN EN 14351-1:2010-8  
Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren ohne  
Eigenschaften bezüglich Feuerschutz und/oder Rauchdichtheit  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [12] 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)  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [13] 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)  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [14] Schumacher R.: Forschungsbericht: „Längsschalldämmung von Fassaden“  
ift Rosenheim, 1993-08

- [15] Froelich H., Saß B., Schumacher R.: Forschungsbericht „Überarbeitung von DIN 4109, Beiblatt 1, Tabelle 40“  
ift Rosenheim, 1999-06
- [16] Schmid J., Schumacher R., Niedermeier P., Hoeckel C., Goetz M., Saß B.: Forschungsbericht  
„Konstruktionsgrundlagen für mehrgeschossige Holzfassaden“  
ift Rosenheim, 1999-12
- [17] Schumacher R., Saß B.: Forschungsbericht „Überprüfung des Einflusses von Stoßstellen bei Fassaden“  
ift Rosenheim, 2000-11
- [18] EN ISO 10140-1:2010  
Acoustics; Laboratory measurement of sound insulation of building elements – Part 1: Application rules  
for specific products (ISO 10140-1:2010)  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [19] EN ISO 10140-1:2016  
Acoustics; Laboratory measurement of sound insulation of building elements – Part 1: Application rules  
for specific products (ISO 10140-1:2016)  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [20] EN ISO 10140-2:2010  
Acoustics; Laboratory measurement of sound insulation of building elements – Part 2: Measurement of  
airborne sound insulation (ISO 10140-2:2010)  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [21] EN ISO 10140-5:2010  
Acoustics; Laboratory measurement of sound insulation of building elements – Part 5: Requirements for  
test facilities and equipment  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [22] DIN EN ISO 717-1:2013-06  
Akustik; Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung  
(ISO 717-1:2013)  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [23] DIN EN ISO 12999-1:2014-09  
Akustik .Messung und Anwendung der Messunsicherheit in der Bauakustik, Teil 1: Schalldämmung  
(ISO 12999-1:2014)  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [24] DIN EN 12354-1:2000  
Bauakustik; Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften,  
Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [25] DIN EN 12354-3:2000  
Bauakustik; Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften,  
Teil 3: Luftschalldämmung gegen Außenlärm  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [26] Messdatenarchiv „Auswert“ des ift Rosenheim, Labor Bauakustik (nicht veröffentlicht)
- [27] Unterlagen zum Normungsprojekt von ISO TC 43 SC 2 und CEN TC 126 zum Normungsprojekt ISO  
16717 (zwischenzeitlich gestoppt, nicht veröffentlicht)
- [28] Protokolle der Arbeitsgruppensitzungen vom 29. Juli 2015 und 2. März 2016 (nicht veröffentlicht)
- [29] Richtlinie SC-08 „Bestimmung der Profilschalldämmung“  
ift Rosenheim, 2016
- [30] Untersuchungsprojekte zur Längsschalldämmung von Fensterbändern, ift Vorgänge 171 33398,  
169 43820 und 14-001164



- [31] Diplomarbeit Michael Bächle: „Verbesserung der Schalldämmung von Pfosten-Riegelprofilen“  
FH Rosenheim, Sommersemester 2001
  
- [32] Diplomarbeit Marc Klatecki: „Untersuchungen zur möglichen Verbesserung der Längsschalldämmung an Pfosten von Pfosten-Riegel-Konstruktionen“  
Universität Kassel, 22.12.2004





## 12 Danksagung

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).

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren.

Das Forschungsprojekt wurde in beratender Funktion durch eine projektbegleitende Arbeitsgruppe betreut. Den Mitgliedern des Beratergremiums gilt besonderer Dank:

Prof. Dr. Ulrich Schanda	Hochschule für angewandte Wissenschaften, Rosenheim
Prof. Dr. Heinz-Martin Fischer	Hochschule für Technik, Stuttgart
Dr. Lutz Weber	Fraunhofer IBP, Stuttgart
Dr. Michael Brüggemann	Forschungsinitiative Zukunft Bau

Besonderer Dank gebührt auch folgenden Industriepartnern, die das gesamte Projekt sowohl ideell als auch finanziell unterstützten und somit zum Gelingen beitrugen:

	Akothem GmbH Bendorf
	Gutmann AG Weißenburg
	heroal – Johann Henkenjohann GmbH & Co. KG Verl
	Hueck GmbH & Co. KG Lüdenscheid
	RP Technik GmbH Profilsysteme Bönen

	Schüco International KG Bielefeld
 Verband Fenster + Fassade	Verband Fenster und Fassade e.V. Frankfurt a. Main
	Sapa Building Systems GmbH Ulm



## 13 Anlagen

### Verzeichnis der Tabellen in der Anlage

Tabelle A 1	Analyse zur Schalldämmung von zweifach- und Dreifach Isolierglas auf Basis des Datenarchivs „Auswert“ und veröffentlichten Werten .....	143
Tabelle A 2	Messung der Profilschalldämmung von Aluminium-Montagepfosten, parallele Schallübertragung .....	159
Tabelle A 3	Messung der Profilschalldämmung von Pfostenprofilen, parallele Schallübertragung .....	160
Tabelle A 4	Messung der Profilschalldämmung von Profilen aus der Elementfassade, parallele Schallübertragung .....	161
Tabelle A 5	Messung der Profilschalldämmung von Pfostenprofilen, parallele Schallübertragung .....	162
Tabelle A 6	Messung der Profilschalldämmung von Profilen aus der Elementfassade, parallele Schallübertragung .....	163
Tabelle A 7	Ergebnis der Messungen der horizontalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6 .....	168
Tabelle A 8	Ergebnis der Messungen der horizontalen Längsschalldämmung von Elementfassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6, Anschluss am Elementstoß ..	201
Tabelle A 9	Ergebnis der Messungen der horizontalen Längsschalldämmung von Elementfassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6, Anschluss in Elementmitte ..	202
Tabelle A 10	Ergebnis der Messungen der vertikalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6, Pfosten getrennt .....	222
Tabelle A 11	Ergebnis der Messungen der vertikalen Längsschalldämmung von Elementfassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6 .....	247

### Verzeichnis der Bilder in der Anlage

Bild A 1	Beispiel für ein Fassaden-Festfелеlement im Normformat, eingebaut in den Fensterprüfstand nach DIN EN ISO 10140 (Bildquelle: ift-Vorgang 11-003655) .....	145
Bild A 2	Beispiel für ein Einsetzelement in einem Fassadenrahmen im Normformat (Bildquelle; ift-Vorgang 15-000241) .....	145
Bild A 3	Auswertung der Schalldämmung $R_w$ , $R_A$ und $R_{A,tr}$ von Festfелеlementen im Normformat, basierend auf dem bewerteten Schalldämm-Maß $R_w$ der Glasfüllung resp. $R_A$ und $R_{A,tr}$ der Glasfüllung .....	146
Bild A 4	Auswertung der Schalldämmung $R_w$ , $R_A$ und $R_{A,tr}$ von Festfелеlementen mit Einsetzelementen im Normformat, basierend auf dem bewerteten Schalldämm-Maß $R_w$ der Glasfüllung resp. $R_A$ und $R_{A,tr}$ der Glasfüllung ....	147
Bild A 5	Beispiel für eine Pfosten-Riegel-Fassade ohne Einsetzelement im Großformat, (Bildquelle: ift-Vorgang 11-002583) .....	148

Bild A 6	Beispiel für eine Pfosten-Riegel-Fassade ohne Einsetzelement im Großformat, (Bildquelle: ift Vorgang 310 45302) .....	148
Bild A 7	Auswertung der Schalldämmung $R_w$ , $R_A$ und $R_{Atr}$ von Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einsetzelement, basierend auf dem bewerteten Schalldämm-Maß $R_w$ der Glasfüllung resp. $R_A$ und $R_{A,tr}$ der Glasfüllung, in Abhängigkeit vom Rahmenmaterial.....	149
Bild A 8	Auswertung der Schalldämmung $R_w$ , $R_A$ und $R_{Atr}$ von Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einsetzelement, basierend auf dem bewerteten Schalldämm-Maß $R_w$ der Glasfüllung resp. $R_A$ und $R_{A,tr}$ der Glasfüllung, in Abhängigkeit vom Glasformat (größte einzelne Scheibe) .....	150
Bild A 9	Beispiel für eine Pfosten-Riegel-Fassade mit Einsetzelement im Großformat, (Bildquelle: ift-Vorgang 169 41301).....	151
Bild A 10	Beispiel für eine Pfosten-Riegel-Fassade mit Einsetzelement im Großformat, (Bildquelle: ift-Vorgang 169 41537).....	151
Bild A 11	Auswertung der Schalldämmung $R_w$ , $R_A$ und $R_{Atr}$ von Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einsetzelementen, basierend auf dem bewerteten Schalldämm-Maß $R_w$ der Glasfüllung resp. $R_A$ und $R_{A,tr}$ der Glasfüllung ...	152
Bild A 12	Beispiel für eine Elementfassade im Großformat (Bildquelle: ift Vorgang 11-001961).....	153
Bild A 13	Beispiel für eine Elementfassade im Großformat (Bildquelle: ift Vorgang 12-000232).....	153
Bild A 14	Beispiel für eine Elementfassade im Großformat (Bildquelle: ift Vorgang 12-001744).....	154
Bild A 15	Beispiel für eine Elementfassade im Großformat (Bildquelle: ift Vorgang 14-000976).....	154
Bild A 16	Auswertung der Schalldämmung $R_w$ , $R_A$ und $R_{Atr}$ von Elementfassaden ohne Einsetzelement, basierend auf dem bewerteten Schalldämm-Maß $R_w$ der Glasfüllung resp. $R_A$ und $R_{A,tr}$ der Glasfüllung, in Abhängigkeit von der Ansichtsbreite $b$ der Profile.....	155
Bild A 17	Maximaldämmung des Prüfstandes „Y“ des ift-Labors Bauakustik, Standort Stephanskirchen .....	156
Bild A 18	Prinzipdarstellung zur Einbausituation eines Profils in den Prüfstand bei senkrechter Schallübertragung am Beispiel eines Fassadenpfostens und eines Fensterprofils .....	157
Bild A 19	Prinzipdarstellung zur Einbausituation von Profilen bei paralleler Schallübertragung am Beispiel eines Fassadenpfostens und zweier Fassadenpfosten.....	157
Bild A 20	Foto von Probekörpern für die hier durchgeführten Profilschallmessungen.....	158
Bild A 21	Glasliste zu den Prüfelementen.....	164
Bild A 22	Ansicht und Schnitte der Aluminium-Pfosten-Riegel-Fassade .....	165
Bild A 23	Ansicht und Schnitte der Holz-Metall-Pfosten-Riegel-Fassade.....	166
Bild A 24	Ansicht und Schnitte der Stahl-Pfosten-Riegel-Fassade.....	167

Bild A 25	Nebenwegsanalyse bei Messungen der Pfosten-Riegel-Fassade, Schallübertragung durch den Hohlraum zwischen Fassade und Prüfstand, bei Messung Y26 mit einem Schott verschlossen .....	174
Bild A 26	Beispiel für den Einfluss der Deckschale auf die Längsschalldämmung der Pfosten-Riegel-Fassade .....	175
Bild A 27	Beispiel für den Einfluss der Deckschale auf die Längsschalldämmung der Pfosten-Riegel-Fassade .....	176
Bild A 28	Beispiel für den Einfluss des Pfostenprofils und der Glasanschlussfuge auf die Längsschalldämmung der Aluminium-Pfosten-Riegel-Fassade .....	177
Bild A 29	Beispiel für den Einfluss des Pfostenprofils und der Glasanschlussfuge auf die Längsschalldämmung der Holz-Metall-Pfosten-Riegel-Fassade .....	178
Bild A 30	Beispiel für den Einfluss des Pfostenprofils und der Glasanschlussfuge auf die Längsschalldämmung der Stahl-Pfosten-Riegel-Fassade .....	179
Bild A 31	Beispiel für den Einfluss des Rahmenmaterials auf die Längsschalldämmung, Profilquerschnitt jeweils 150 mm × 50 mm .....	180
Bild A 32	Beispiel für den Einfluss der Aufteilung der Fassade mit einem bzw. drei Glasfeldern am T-Stoß auf die Längsschalldämmung der Pfosten-Riegel-Fassade, innen 6 mm Float, ohne Maßnahme am Alu Profil.....	181
Bild A 33	Beispiel für den Einfluss der Aufteilung der Fassade mit einem bzw. drei Glasfeldern am T-Stoß auf die Längsschalldämmung der Pfosten-Riegel-Fassade, innen 6 mm Float, Alu-Profil mit Sand gefüllt.....	182
Bild A 34	Beispiel für den Einfluss der Aufteilung der Fassade mit einem bzw. drei Glasfeldern am T-Stoß auf die Längsschalldämmung der Pfosten-Riegel-Fassade, innen 12 VSG, Alu-Profil mit Sand gefüllt .....	183
Bild A 35	Beispiel für den Einfluss der Aufteilung der Fassade mit einem bzw. drei Glasfeldern am T-Stoß auf die Längsschalldämmung der Pfosten-Riegel-Fassade, innen 6 mm Float, ohne Maßnahme am Holz-Metall-Profil.....	184
Bild A 36	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 110 mm Alu-Montagepfosten, ohne Maßnahme .....	185
Bild A 37	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 110 mm Alu-Montagepfosten, Sandfüllung .....	186
Bild A 38	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 110 mm Alu-Montagepfosten, Vorsatzschale .....	187
Bild A 39	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Alu-Montagepfosten, ohne Maßnahme .....	188
Bild A 40	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Alu-Montagepfosten, System-Einschub .....	189
Bild A 41	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 180 mm Alu-Montagepfosten, ohne Maßnahme .....	190

Bild A 42	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 180 mm Alu-Montagepfosten, Sandfüllung.....	191
Bild A 43	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Alupfosten, ohne Maßnahme.....	192
Bild A 44	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Alupfosten, Sandfüllung.....	193
Bild A 45	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Holz-Metallpfosten, ohne Maßnahme.....	194
Bild A 46	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Stahlpfosten, ohne Maßnahme.....	195
Bild A 47	Zusammenhang zwischen Profilschalldämmung und horizontaler Längsschalldämmung, ohne Korrekturen.....	196
Bild A 48	Zusammenhang zwischen Profilschalldämmung und horizontaler Längsschalldämmung, bezogen auf $l_0 = 2,8$ m.....	196
Bild A 49	Zusammenhang zwischen Profilschalldämmung und horizontaler Längsschalldämmung, bezogen auf $l_0 = 2,8$ m, farblich unterschieden zwischen den einzelnen untersuchten Elementen nach Tabelle A 7 .....	197
Bild A 50	Zusammenhang zwischen Profilschalldämmung und horizontaler Längsschalldämmung, bezogen auf $l_0 = 2,8$ m, gefiltert nach der raumseitigen Füllung 6 mm Float und 12 VSG .....	198
Bild A 51	Ansicht und Schnitte der Elementfassade, geprüft in 4 Anschlussvarianten .....	199
Bild A 52	Ansicht der Elementfassade.....	200
Bild A 53	Verbesserungsmaßnahmen am Elementrahmen der Elementfassade.....	203
Bild A 54	Verbesserungsmaßnahmen an der Elementstoßfuge.....	204
Bild A 55	Einfluss der raumseitigen Glasfüllung auf die Elementfassade.....	205
Bild A 56	Einfluss von durchlaufenden Konstruktionen auf die Längsschalldämmung der Elementfassade, Pfosten mit Vorsatzschalen abgedeckt .....	206
Bild A 57	Verbesserungsmaßnahmen am Mittelpfosten der Elementfassade, Riegel durch Pfosten getrennt.....	207
Bild A 58	Verbesserungsmaßnahmen am Mittelpfosten der Elementfassade, Riegel durchlaufend.....	208
Bild A 59	Abschottungsmaßnahmen am Mittelpfosten der Elementfassade, Riegel durchlaufend.....	209
Bild A 60	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Elementstoß, ohne Maßnahme .....	210
Bild A 61	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Elementstoß, Sandfüllung.....	211
Bild A 62	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Elementstoß, Profile mit Stahlfüllung.....	212

Bild A 63	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Mittelpfosten der Elementfassade, Riegel getrennt, ohne Maßnahme .....	213
Bild A 64	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Mittelpfosten der Elementfassade, Riegel getrennt, Sandfüllung .....	214
Bild A 65	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Mittelpfosten der Elementfassade, durchlaufender Riegel, ohne Maßnahme.....	215
Bild A 66	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Mittelpfosten der Elementfassade, durchlaufender Riegel, Mittelpfosten abgedeckt.....	216
Bild A 67	Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Mittelpfosten der Elementfassade, durchlaufender Elementrahmen, Mittelpfosten abgedeckt.....	217
Bild A 68	Ansicht der Aluminium-Pfosten-Riegel-Fassade .....	218
Bild A 69	Ansicht und Schnitte Pfosten-Riegel-Fassade.....	219
Bild A 70	Ansicht der geprüften Fassade .....	220
Bild A 71	Draufsicht auf den Systemeinschub (Einschiebling).....	221
Bild A 72	Detailfoto der Pfosten-Riegel-Fassade, Hohlraumdämmung mit liegender Faser (senkrecht zur Schallübertragungsrichtung). .....	221
Bild A 73	Detailfoto der Pfosten-Riegel-Fassade, getrennte Lager, Hohlraum des Pfostens abgedeckt .....	221
Bild A 74	Ein bzw. zwei Riegel im Deckenanschluss, Pfosten getrennt mit Einschiebling.....	225
Bild A 75	Ein bzw. zwei Riegel im Deckenanschluss, Pfosten getrennt mit modifiziertem Einschiebling .....	226
Bild A 76	Ein bzw. zwei Riegel im Deckenanschluss, Pfosten getrennt ohne Einschiebling, 2 getrennte Lager .....	227
Bild A 77	Ein bzw. zwei Riegel im Deckenanschluss, Pfosten getrennt ohne Einschiebling, 2 getrennte Lager .....	228
Bild A 78	Zwei Riegel im Deckenanschluss, Varianten am Pfostenprofil (Pfosten getrennt) .....	229
Bild A 79	Zwei Riegel im Deckenanschluss, Verbesserungsmaßnahmen am Riegel .....	230
Bild A 80	Zwei Riegel im Deckenanschluss, Pfosten getrennt ohne Einschiebling, 2 getrennte Lager, Mineralwolle variiert stehende und liegende Faser.....	231
Bild A 81	Zwei Riegel im Deckenanschluss, Pfosten getrennt ohne Einschiebling, 2 getrennte Lager, Bodenanschluss simuliert.....	232
Bild A 82	Zwei Riegel im Deckenanschluss, Varianten am Pfostenprofil, getrennte Lager (Pfosten getrennt).....	233
Bild A 83	Zwei Riegel im Deckenanschluss, Varianten am Pfostenanschluss.....	234

Bild A 84	Zwei Riegel im Deckenanschluss, Varianten am Deckenpaneel .....	235
Bild A 85	Zwei Riegel im Deckenanschluss, Varianten in der Dämmung im Deckenanschluss (Pfosten getrennt).....	236
Bild A 86	Zwei Riegel im Deckenanschluss, Einfluss der Deckschalen .....	237
Bild A 87	Zwei Riegel im Deckenanschluss, Einfluss der raumseitigen Glasfüllung .	238
Bild A 88	Zwei Riegel im Deckenanschluss, Varianten am Einschiebling (Pfosten getrennt).....	239
Bild A 89	Profilschalldämmung und vertikale Längsschalldämmung im Vergleich, 160 mm Mittelpfosten der Elementfassade, durchlaufender Riegel, ohne Maßnahme .....	240
Bild A 90	Profilschalldämmung und vertikale Längsschalldämmung im Vergleich, 160 mm Pfosten und Riegel, Pfosten getrennt mit Systemeinschub ohne Maßnahme .....	241
Bild A 91	Profilschalldämmung und vertikale Längsschalldämmung im Vergleich, 160 mm Pfosten und Riegel, Pfosten getrennt, 2 Auflager, Pfostenprofil abgedeckt.....	242
Bild A 92	Ansicht der Elementfassaden.....	243
Bild A 93	Deckenanschlussdetail der Elementfassade, Aufbau 1 .....	244
Bild A 94	Deckenanschlussdetail der Elementfassade, Aufbau 2 .....	245
Bild A 95	Ansicht der geprüften Elementfassade (Aufbau 1).....	246
Bild A 96	Variation im Deckenanschluss .....	248
Bild A 97	Riegelprofile modifiziert .....	249
Bild A 98	Lage des Elementstoßes.....	250
Bild A 99	Elementstoßfuge im Brüstungsbereich, Bodenanschluss simuliert.....	251
Bild A 100	Profilschalldämmung und vertikale Längsschalldämmung im Vergleich ....	252
Bild A 101	Profilschalldämmung und vertikale Längsschalldämmung im Vergleich ....	253

### 13.1 Schalldämmung von Isolierglas

**Tabelle A 1** Analyse zur Schalldämmung von zweifach- und Dreifach Isolierglas auf Basis des Datenarchivs „Auswert“ und veröffentlichten Werten

Glasaufbau					Wert ./ StAbw $\sigma$			Mittelwert			R <sub>w</sub>			R <sub>w</sub> (C;C <sub>tr</sub> )	R <sub>w</sub>		
Inneres Glas	$\Sigma$ SZR (AR, Luft)	Äußeres Glas	Festgel. Wert R <sub>w</sub>	Anzahl n	R <sub>w</sub>	RA	RA, tr	R <sub>w</sub>	RA	RA, tr	Min	Max	Stabw $\sigma$	EN 12758	Pilkington	Sanco	Isolar
mm		dB	-	dB													
4	<= 12	4	29	38	28	27	25	29	28	26	27	30	0,96	29 (-1;-4)			
4	>12..16	4	30	17	30	28	25	30	29	26	30	31	0,49	29 (-1;-4)		30	
4	>16..24	4	32	24	31	30	26	32	30	27	30	33	0,90			33	
4	> 24	4	33	28	31	29	25	33	31	27	31	38	1,68				
6	<= 12	4	33	8	33	32	28	33	32	29	33	34	0,46	32 (-2;-4)			
6	>12..16	4	35	54	33	32	29	34	33	29	32	36	0,86	32 (-2;-4)		36	36
6	>16..24	4	36	24	34	32	28	35	33	29	33	38	1,12			36	36
6	> 24	4	37	16	36	34	29	37	35	30	35	39	0,97				37
6	>12..16	6	33	14	33	31	28	33	32	30	32	35	0,73	31 (-1;-4)		34	
6	>16..24	6		./													
6	> 24	6	37	10	36	34	30	37	35	31	35	38	1,07				
8	<= 12	4	35	4	35	33	29	35	33	30	35	36	0,50	33 (-1;-4)			
8	>12..16	4	36	33	35	33	29	36	34	30	34	37	0,80	33 (-1;-4)		37	37
8	>16..24	4	37	25	35	33	29	36	34	31	34	38	0,80				37
8	> 24	4	37	10	35	34	29	37	36	31	35	40	2,00			37	
8	<= 12	6	36	3	35	34	30	36	34	32	35	36	0,58	35 (-2;-6)			
8	>12..16	6	36	14	35	34	30	36	35	32	35	39	1,22	35 (-2;-6)		38	
8	>16..24	6	38	28	37	35	31	38	36	32	37	39	0,57			39	39
8	> 24	6	39	13	38	36	32	39	37	34	37	40	1,26				41
10	>12..16	4	37	16	36	34	30	37	35	31	36	38	0,68	35 (-2;-5)			39
10	>16..24	4	38	12	37	35	31	38	36	32	37	39	0,67				
10	>12..16	6	38	12	38	36	32	38	36	33	37	39	0,65	35 (-1;-3)		40	
10	>16..24	6	40	7	40	38	35	40	39	36	40	41	0,49			41	
10	> 24	6	41	10	39	38	35	41	39	36	38	42	1,18				42
6 VSG	>12..16	4	35	4	34	33	30	35	34	31	34	36	0,96				
6 VSG	>16..24	4	37	3	36	34	30	37	35	32	36	38	1,00				
6 VSG	>12..16	6 VSG	37	3	36	34	31	37	36	32	36	39	1,53	33 (-2;-5)			
6 VSG	>16..24	6 VSG	38	3	37	34	29	38	35	31	37	38	0,58				
8 VSG	<= 12	6	37	13	35	34	31	37	35	32	35	40	1,85				
8 VSG	>12..16	6	39	23	38	36	32	39	37	34	36	42	1,39				
8 VSG	>16..24	6	41	12	40	38	34	41	39	35	39	42	0,87				42
8 VSG	16..24	6 VSG	41	4	39	37	32	41	39	34	39	43	1,71				
8 VSG	<= 12	8 VSG	37	2	37	36	32	37	36	33	37	37	0,00				
8 VSG	>12..16	8 VSG	39	6	38	36	32	39	37	33	37	40	1,17				
8 VSG	>16..24	8 VSG	40	9	39	37	33	40	39	34	39	43	1,24				
6 VSG Akustik	>12..16	6	39	5	39	37	33	39	37	33	39	40	0,55				

**Tabelle A 1** Analyse zur Schalldämmung von zweifach- und Dreifach Isolierglas auf Basis des Datenarchivs „Auswert“ und veröffentlichten Werten

Glasaufbau					Wert ./. StAbw $\sigma$			Mittelwert			$R_w$		$R_w (C;C_{tr})$	$R_w$			
Inneres Glas	$\Sigma$ SZR (AR, Luft)	Äußeres Glas	Festgel. Wert $R_w$	Anzahl n	$R_w$	RA	RA, tr	$R_w$	RA	RA, tr	Min	Max	Stabw $\sigma$	EN 12758	Pilkington	Sanco	Isolar
mm			dB	-	dB												
8 VSG Akustik	>12..16	4	38	9	37	35	32	38	36	32	37	39	0,73		39	38	39
8 VSG Akustik	>12..16	6	41	16	40	37	33	41	38	34	39	41	0,63		41	40	42
8 VSG Akustik	>16..24	6	42	8	41	39	35	42	40	35	41	43	0,64		41	42	
8 VSG Akustik	> 24	6	44	2	41	40	36	44	41	37	42	45	2,12				
8 VSG Akustik	>12..16	8	42	4	41	39	34	42	40	35	41	42	0,58		42	41	
8 VSG Akustik	>16..24	8	43	2	43	41	37	43	41	37	43	43	0,00			43	44
8 VSG Akustik	>16..24	8 VSG Akustik	45	6	44	42	37	45	43	39	43	47	1,37				
8 VSG Akustik	>24	8 VSG Akustik	46	3	45	43	38	46	44	39	45	46	0,58				
8 VSG Akustik	>12..16	10	44	8	43	41	37	44	42	38	43	44	0,46		44	44	45
10 VSG Akustik	>16..24	6	42	5	41	39	35	42	40	36	41	44	1,30				
10 VSG Akustik	>24	6	44	3	43	41	37	44	42	38	43	45	1,00				
10 VSG Akustik	>12..16	8	43	7	42	40	36	43	41	37	42	43	0,49		43		43
10 VSG Akustik	>24	8	46	3	45	43	38	46	44	39	45	46	0,58				
10 VSG Akustik	>16..24	8 VSG Akustik	47	6	46	44	39	47	45	40	46	49	0,98				
10 VSG Akustik	>24	10 VSG Akustik	47	4	46	45	42	47	46	43	45	48	1,41				
12 VSG Akustik	>12..16	8	42	6	41	39	37	42	41	37	40	43	1,10				
12 VSG Akustik	>12..16	8 VSG Akustik	47	4	45	43	39	47	45	41	44	49	2,22		47	47	47
12 VSG Akustik	>16..24	8 VSG Akustik	49	6	48	47	42	49	48	43	48	51	1,03		49	49	49
12 VSG Akustik	>24	8 VSG Akustik	50	2	49	48	44	50	48	44	49	50	0,71				50



### 13.2 Schalldämmung von Fassadenelementen im Normformat

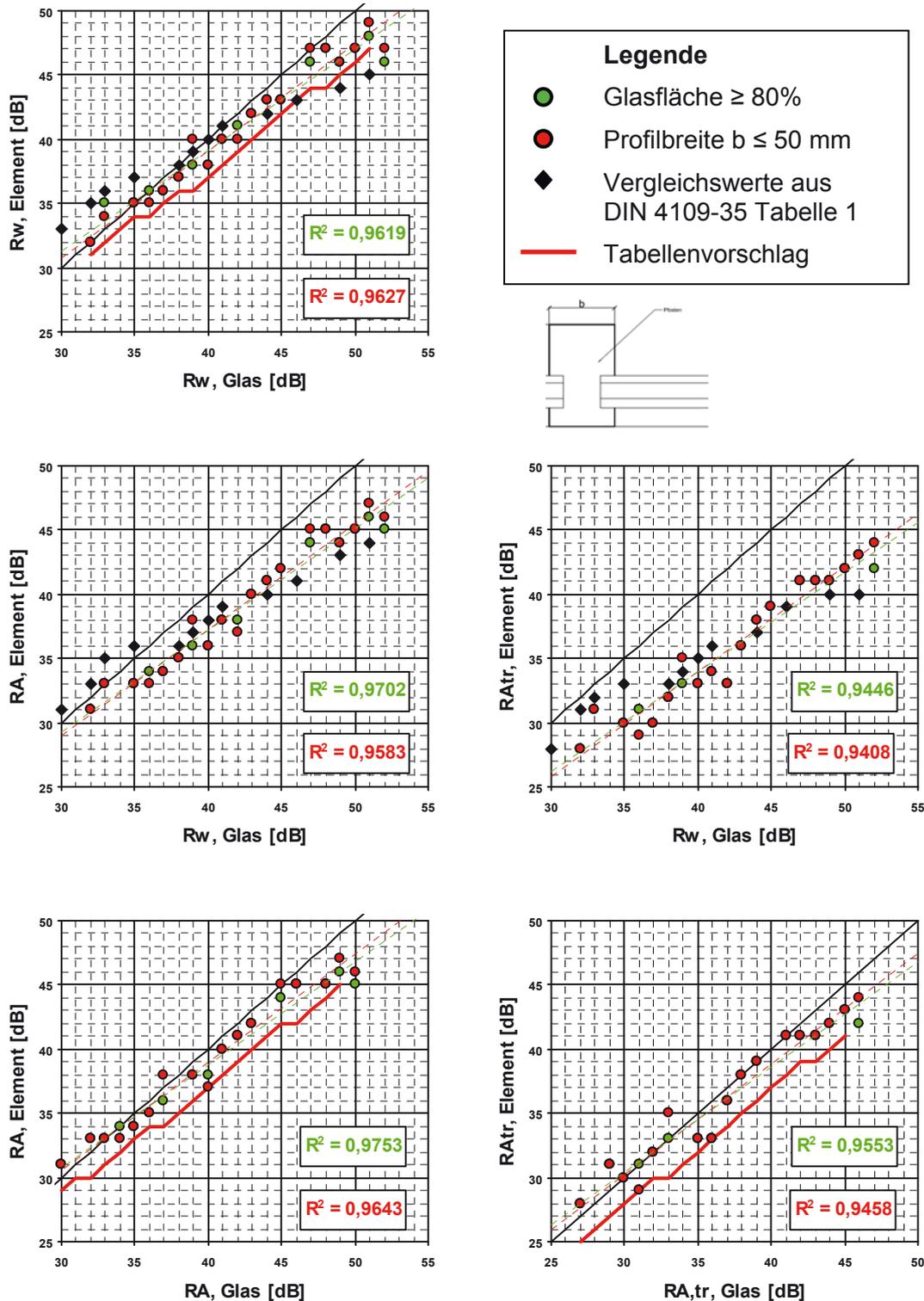


**Bild A 1** Beispiel für ein Fassaden-Festfeldelement im Normformat, eingebaut in den Fensterprüfstand nach DIN EN ISO 10140 (Bildquelle: ift-Vorgang 11-003655)



**Bild A 2** Beispiel für ein Einselelement in einem Fassadenrahmen im Normformat (Bildquelle; ift-Vorgang 15-000241)

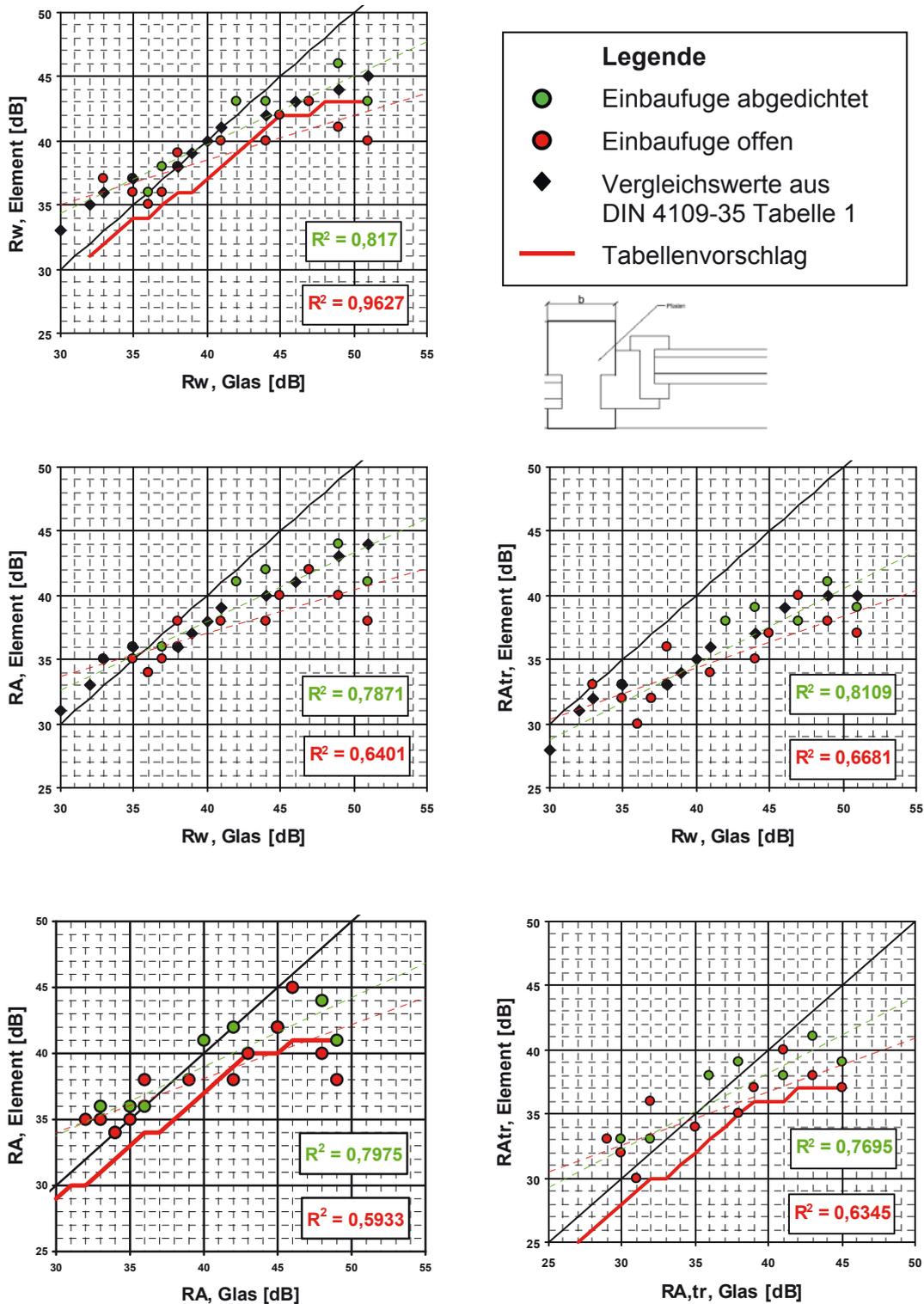
Auswertung zur Luftschalldämmung von Festfелеlementen, festverglast, im Normformat. Datenbasis sind 135 Messungen.



**Bild A 3** Auswertung der Schalldämmung  $R_w$ ,  $R_A$  und  $R_{Atr}$  von Festfелеlementen im Normformat, basierend auf dem bewerteten Schalldämm-Maß  $R_w$  der (Glas-) Füllung resp.  $R_A$  und  $R_{A, tr}$  der Füllung



Auswertung zur Luftschalldämmung von Festfeldelementen mit Einbauelementen, im Normformat. Datenbasis sind 60 Messungen.



**Bild A 4** Auswertung der Schalldämmung  $R_w$ ,  $R_A$  und  $R_{A, tr}$  von Festfeldelementen mit Einbauelementen im Normformat, basierend auf dem bewerteten Schalldämm-Maß  $R_w$  der (Glas-)Füllung resp.  $R_A$  und  $R_{A, tr}$  der Füllung

### 13.3 Schalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden im Großformat

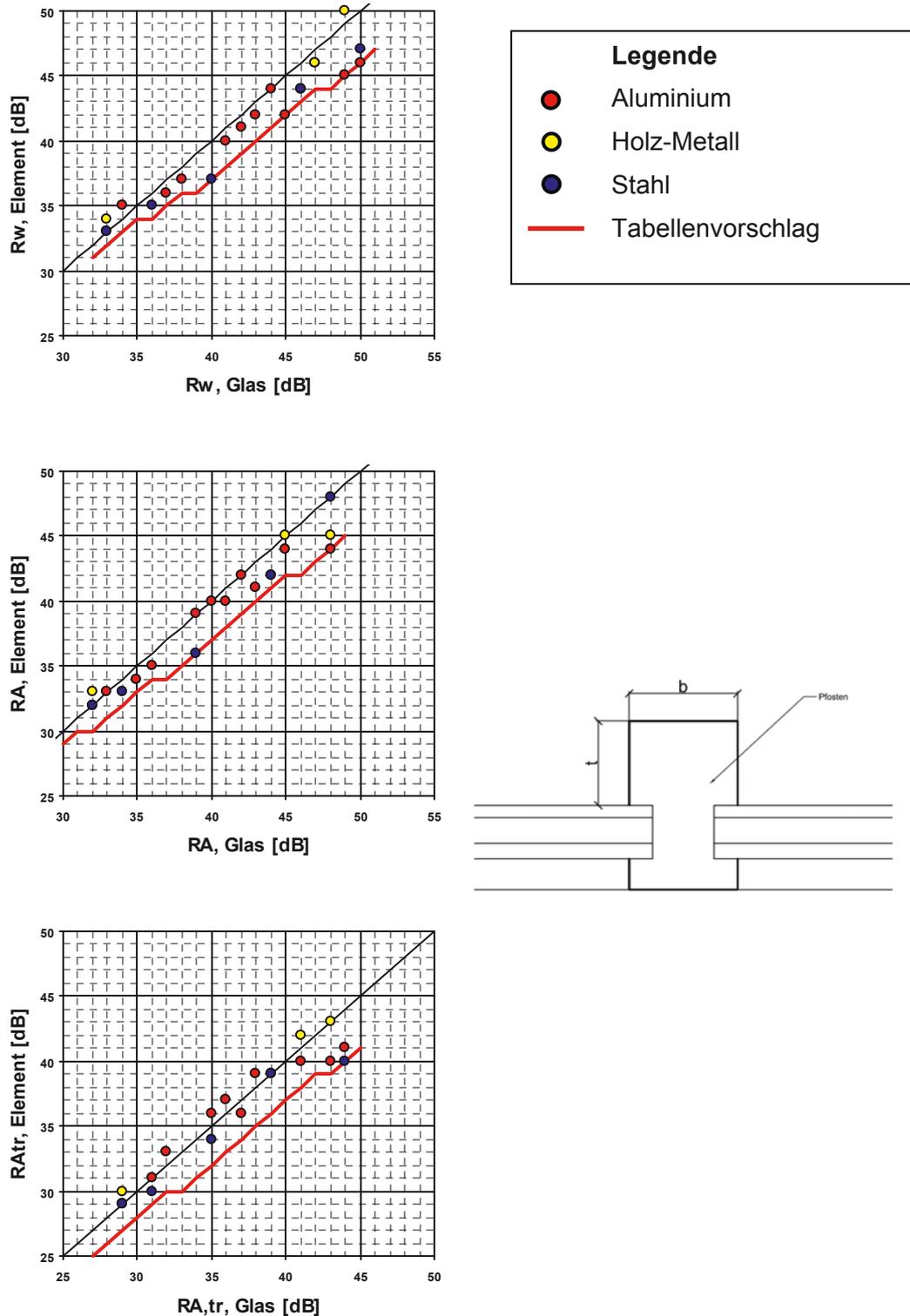


**Bild A 5** Beispiel für eine Pfosten-Riegel-Fassade ohne Einselelement im Großformat, (Bildquelle: ift Vorgang 11-002583)



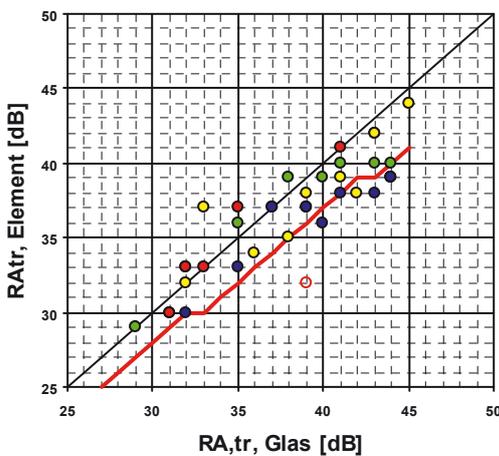
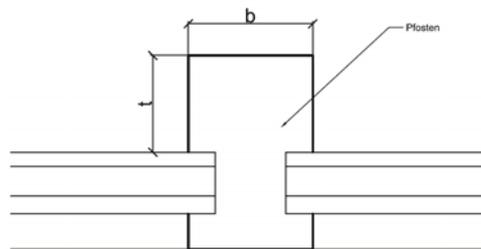
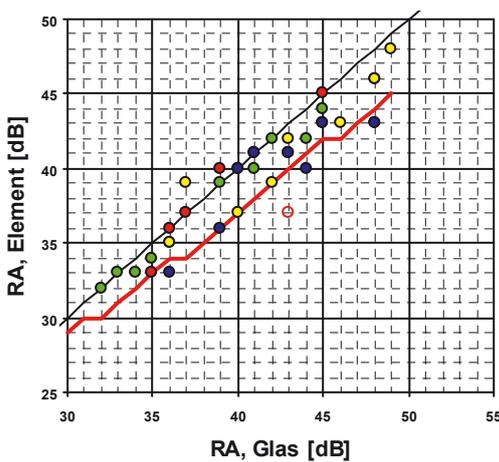
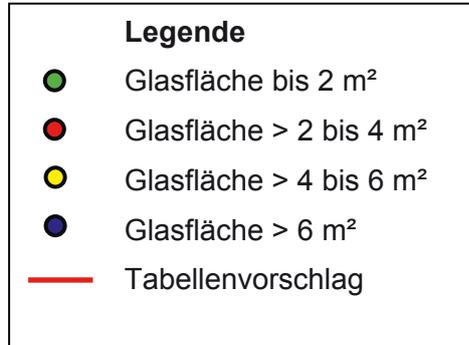
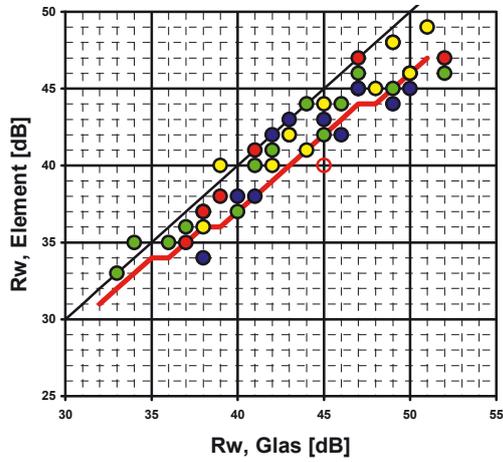
**Bild A 6** Beispiel für eine Pfosten-Riegel-Fassade ohne Einselelement im Großformat, (Bildquelle: ift Vorgang 310 45302)

Auswertung zur Luftschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden im Großformat, festverglast, verschiedene Rahmenmaterialien. Datenbasis sind 28 Messungen.



**Bild A 7** Auswertung der Schalldämmung  $R_w$ ,  $R_A$  und  $R_{Atr}$  von Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einselelement, basierend auf dem bewerteten Schalldämm-Maß  $R_w$  der Füllung resp.  $R_A$  und  $R_{A, tr}$  der Füllung, in Abhängigkeit vom Rahmenmaterial

Auswertung zur Luftschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, festverglast, im Großformat. Datenbasis sind 76 Messungen.



**Bild A 8** Auswertung der Schalldämmung  $R_w$ ,  $R_A$  und  $R_{Atr}$  von Pfosten-Riegel-Fassaden ohne Einselelement, basierend auf dem bewerteten Schalldämm-Maß  $R_w$  der Füllung resp.  $R_A$  und  $R_{A,tr}$  der Füllung, in Abhängigkeit vom Glasformat (größte einzelne Scheibe)

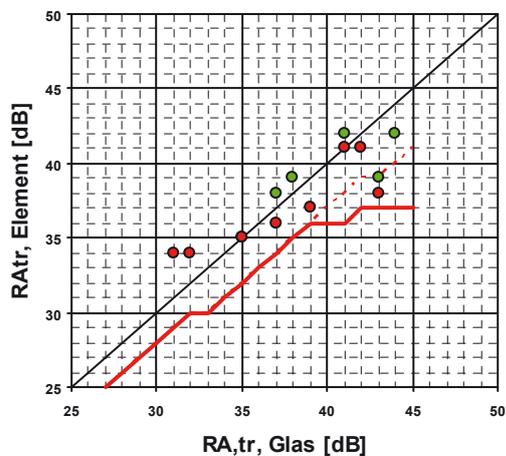
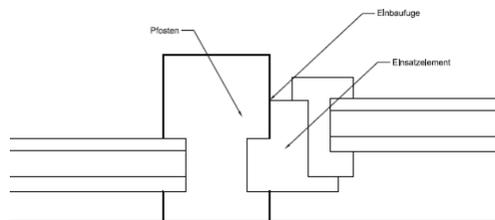
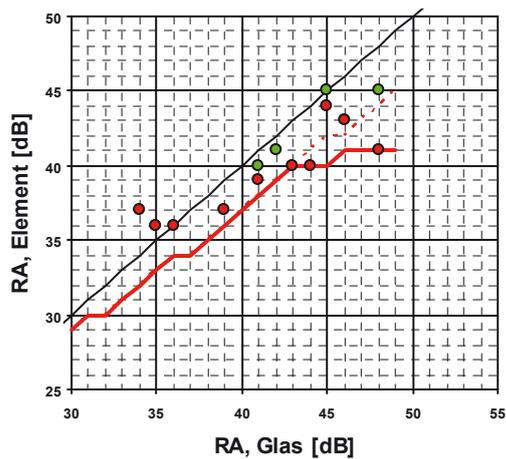
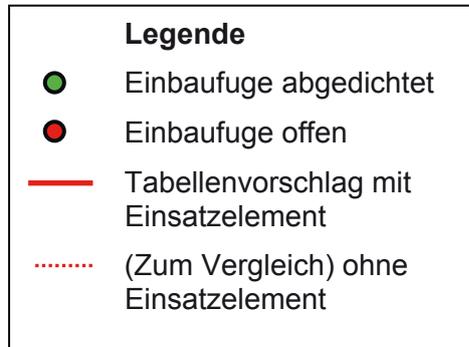
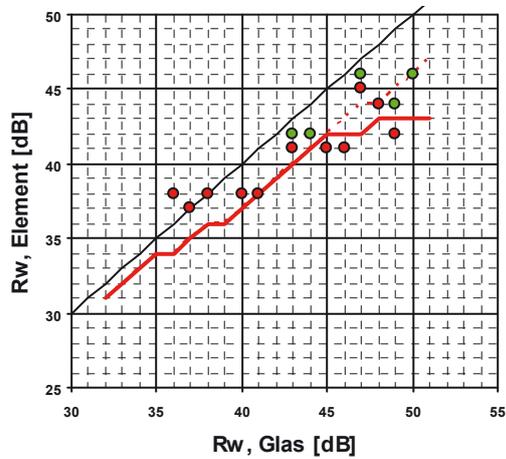


**Bild A 9** Beispiel für eine Pfosten-Riegel-Fassade mit Einsetzelement im Großformat, (Bildquelle: ift Vorgang 169 41301)



**Bild A 10** Beispiel für eine Pfosten-Riegel-Fassade mit Einsetzelement im Großformat, (Bildquelle: ift Vorgang 169 41537)

Auswertung zur Luftschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einbauelementen, im Großformat. Datenbasis sind 30 Messungen.



**Bild A 11** Auswertung der Schalldämmung  $R_w$ ,  $R_A$  und  $R_{Atr}$  von Pfosten-Riegel-Fassaden mit Einbauelementen, basierend auf dem bewerteten Schalldämm-Maß  $R_w$  der Füllung resp.  $R_A$  und  $R_{A,tr}$  der Füllung



### 13.4 Schalldämmung von Elementfassaden im Großformat



**Bild A 12** Beispiel für eine Elementfassade im Großformat (Bildquelle: ift-Vorgang 11-001961)



**Bild A 13** Beispiel für eine Elementfassade im Großformat (Bildquelle: ift-Vorgang 12-000232)

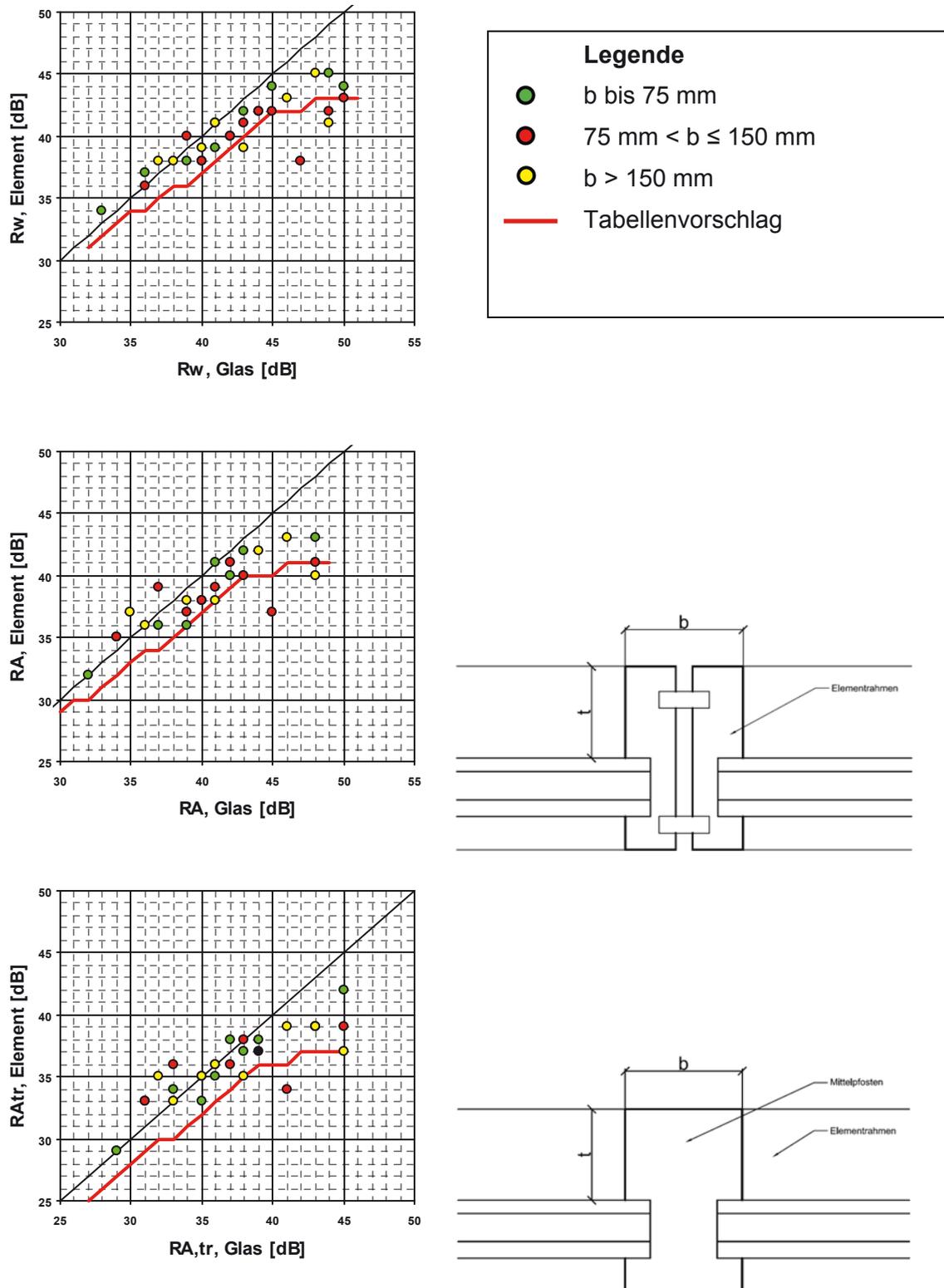


**Bild A 14** Beispiel für eine Elementfassade im Großformat (Bildquelle: ift-Vorgang 12-001744)



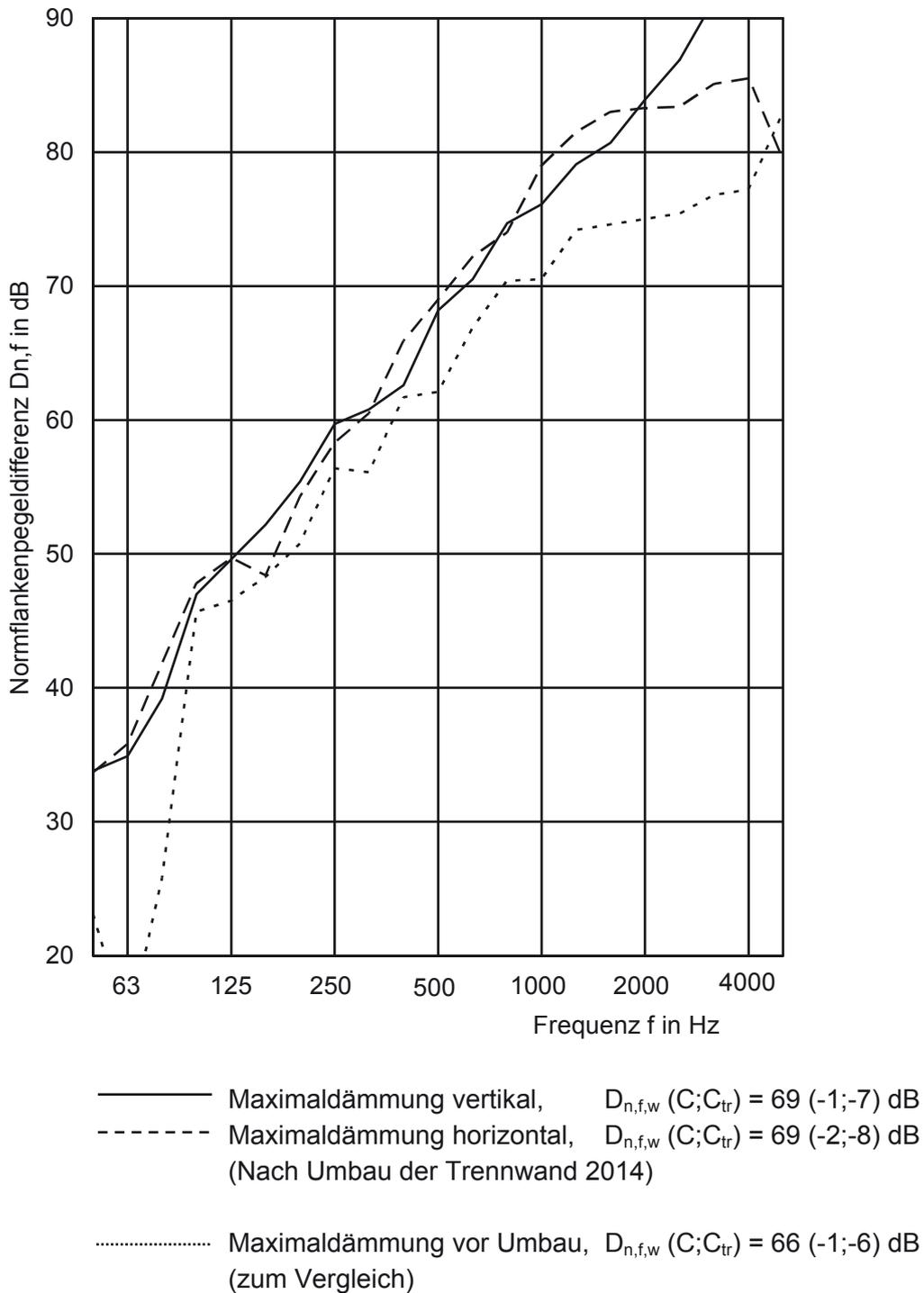
**Bild A 15** Beispiel für eine Elementfassade im Großformat (Bildquelle: ift-Vorgang 14-000976)

Auswertung zur Luftschalldämmung von Elementfassaden, im Großformat, abhängig von der mittleren Rahmen-Ansichtsbreite  $b$ . Datenbasis sind 73 Messungen.



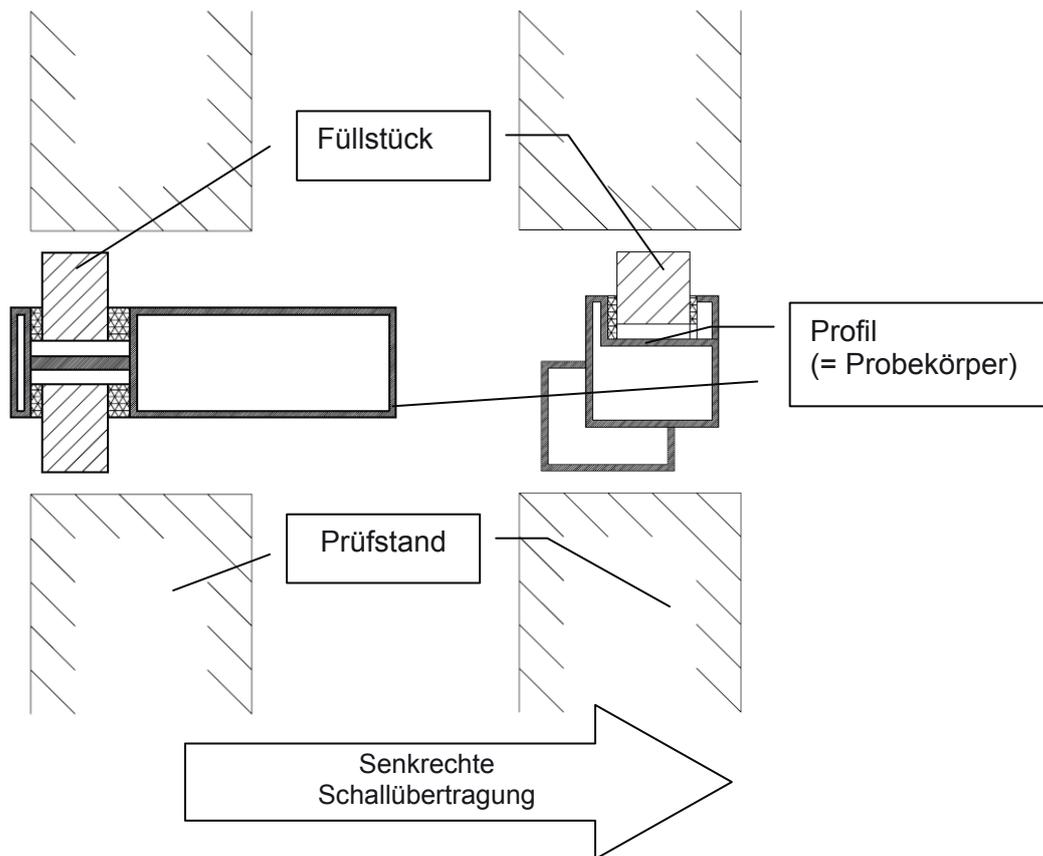
**Bild A 16** Auswertung der Schalldämmung  $R_w$ ,  $R_A$  und  $R_{Atr}$  von Elementfassaden ohne Einselelement, basierend auf dem bewerteten Schalldämm-Maß  $R_w$  der Füllung resp.  $R_A$  und  $R_{Atr}$  der Füllung, in Abhängigkeit von der Ansichtsbreite  $b$  der Profile

### 13.5 Analysen zur Längsschalldämmung

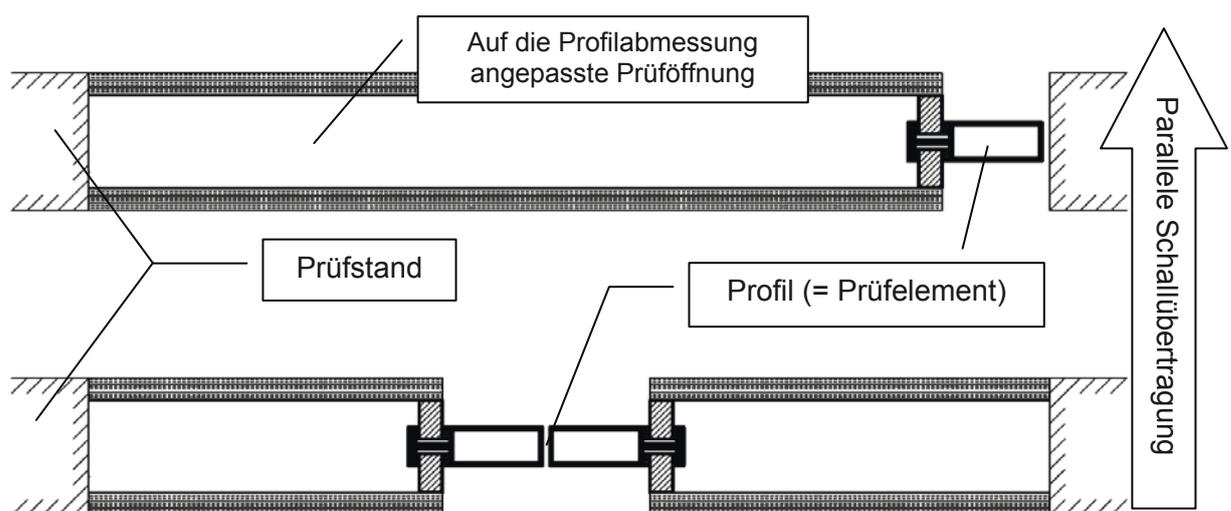


**Bild A 17** Maximaldämmung des Prüfstandes „Y“ des ift-Labors Bauakustik, Standort Stephanskirchen

### 13.6 Profilschalldämmung



**Bild A 18** Prinzipdarstellung zur Einbausituation eines Profils in den Prüfstand bei senkrechter Schallübertragung am Beispiel eines Fassadenpfostens und eines Fensterprofils

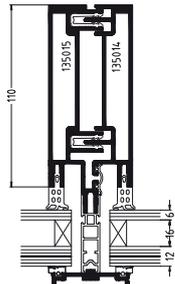
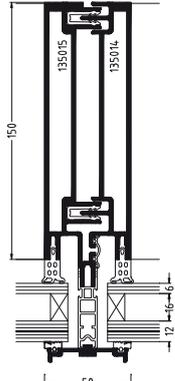
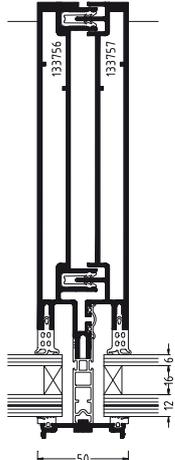


**Bild A 19** Prinzipdarstellung zur Einbausituation von Profilen bei paralleler Schallübertragung am Beispiel eines Fassadenpfostens und zweier Fassadenpfosten



**Bild A 20** Foto von Probekörpern für die hier durchgeführten Profilschallmessungen

**Tabelle A 2** Messung der Profilschalldämmung von Aluminium-Montagepfosten, parallele Schallübertragung

Lfd. Nr.	Mess-Nr.	Profil	t	b	Zeichnung	Maßnahme	$D_{n,e,w}$ ( $C;C_{tr}$ )	$D_{n,e,0,w}$ ( $C;C_{tr}$ ), $l_0 = 2,8$	$R_w$ ( $C;C_{tr}$ )
							dB		
1	Z87	Maximaldämmung (Messung Z88-Z122)					71 (-2;-7)	<b>69 (-2;-8)</b>	-
2	Z88	Alu- Montagepfosten ( $S = 0,188 \text{ m}^2$ )	110	50		Keine	48 (-1;-2)	<b>46 (-1;-2)</b>	31 (-1;-2)
3	Z91					Sand (1HS)	54 (-1;-3)	<b>52 (-2;-4)</b>	37 (-2;-3)
4	Z92					Sand	57 (-2;-4)	<b>54 (-2;-4)</b>	40 (-2;-4)
5	Z95					Sand, DS	56 (-1;-3)	<b>54 (-2;-4)</b>	39 (-2;-3)
6	Z89					VS	57 (-2;-2)	<b>54 (-1;-2)</b>	40 (-2;-3)
7	Z93					Sand+VS	58 (-2;-3)	<b>55 (-2;-3)</b>	41 (-3;-3)
8	Z90					VS+ GF	65 (-2;-5)	<b>62 (-1;-5)</b>	47 (-1;-5)
9	Z94					Sand+VS+ GF	65 (-1;-4)	<b>62 ( 0;-4)</b>	48 (-1;-4)
10	Z104					Alu- Montagepfosten ( $S = 0,248 \text{ m}^2$ )	150	50	
11	Z108	Sand	58 (-3;-5)	<b>55 (-3;-5)</b>	42 (-4;-5)				
12	Z112	Einschub	59 ( 0;-2)	<b>57 (-1;-3)</b>	43 ( 0;-2)				
13	Z105	VS	61 (-2;-3)	<b>58 (-1;-3)</b>	45 (-2;-3)				
14	Z109	Sand+VS	59 ( 0;-1)	<b>57 (-1;-2)</b>	43 ( 0;-1)				
15	Z106	VS+GF	71 (-3;-8)	<b>68 (-3;-8)</b>	55 (-3;-8)				
16	Z110	Sand+VS+GF	67 (-2;-5)	<b>64 (-2;-5)</b>	51 (-2;-5)				
17	Z96	Alu- Montagepfosten ( $S = 0,293 \text{ m}^2$ )	180	50		Keine	46 (-4;-5)	<b>43 (-4;-5)</b>	30 (-4;-5)
18	Z99					Sand (1 HS)	53 (-3;-5)	<b>51 (-4;-5)</b>	38 (-3;-5)
19	Z100					Sand	57 (-3;-5)	<b>55 (-4;-6)</b>	42 (-3;-6)
20	Z97					VS	59 (-2;-3)	<b>56 (-1;-3)</b>	44 (-2;-4)
21	Z102					Sand+VS	60 (-2;-3)	<b>57 (-1;-3)</b>	44 (-1;-2)
22	Z98					VS+GF	65 (-2;-6)	<b>62 (-2;-6)</b>	50 (-2;-7)
23	Z103					Sand+VS+GF	66 (-2;-6)	<b>64 (-2;-7)</b>	51 (-2;-6)

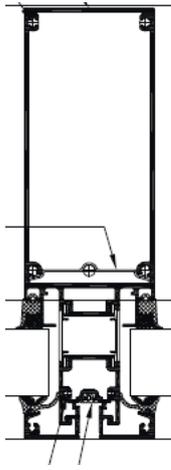
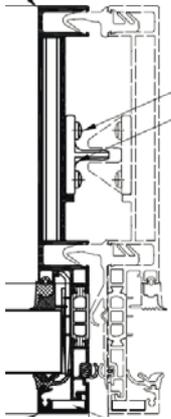
- VS      Vorsatzschale beidseitig vor dem Profil  
GF      Glasanschlussfuge abgedichtet beidseitig  
1 HS    nur eine Halbschale gefüllt  
DS      Deckschale auf Andruckprofil

**Tabelle A 3** Messung der Profilschalldämmung von Pfostenprofilen, parallele Schallübertragung

Lfd. Nr.	Mess-Nr.	Profil	t	b	Zeichnung	Maßnahme	$D_{n,e,w}$ ( $C;C_{tr}$ )	$D_{n,e,0,w}$ ( $C;C_{tr}$ ), $l_0 = 2,8$	$R_w$ ( $C;C_{tr}$ )
			mm				dB		
1	Z87	Maximaldämmung (Messung Z88-Z122)					71 (-2;-7)	69 (-2;-8)	-
24	Z113	Alu-Montagepfosten ( $S = 0,248 \text{ m}^2$ )	150	50		Keine	46 (-3;-4)	43 (-3;-4)	30 (-3;-4)
25	Z116					Sand	57 (0;-1)	55 (-1;-1)	41 (0;-1)
26	Z119					Einschub	53 (-1;-2)	50 (0;-2)	37 (-1;-2)
27	Z114					VS	58 (-1;-2)	55 (0;-1)	42 (-1;-2)
28	Z117					Sand+VS	60 (-1;-2)	57 (-1;-2)	44 (-1;-2)
29	Z115					VS+GF	66 (-1;-4)	63 (-1;-4)	50 (-1;-4)
30	Z118					Sand+VS+GF	69 (-2;-5)	66 (-1;-5)	53 (-2;-5)
31	Z120	Holz-Metallprofil, (Aufsatzkonstruktion) ( $S = 0,248 \text{ m}^2$ )	150	50		Keine	52 (0;-2)	50 (-1;-3)	36 (0;-2)
32	Z121					VS	59 (-1;-2)	57 (-1;-3)	43 (-1;-2)
33	Z122					VS+GF	66 (-1;-5)	63 (-1;-4)	50 (-1;-5)
34	Z185	Maximaldämmung (Messung Z180 - Z203)					77 (-2;-7)	75 (-2;-7)	-
35	Z180	Stahlprofil (Aufsatzkonstruktion) ( $S = 0,248 \text{ m}^2$ )	150	50		Keine	50 (-2;-3)	47 (-2;-3)	34 (-2;-3)
36	Z186					Sand	58 (-1;-2)	55 (-1;-2)	42 (-1;-3)
37	Z181					VS	61 (-1;-2)	59 (-2;-3)	45 (-1;-2)
38	Z182					VS+GF	69 (-2;-4)	66 (-2;-4)	53 (-2;-4)

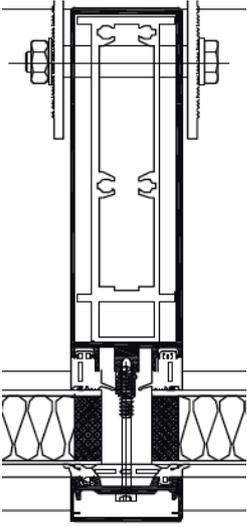
VS    Vorsatzschale beidseitig vor dem Profil  
 GF    Glasanschlussfuge abgedichtet beidseitig

**Tabelle A 4** Messung der Profilschalldämmung von Profilen aus der Elementfassade, parallele Schallübertragung

Lfd. Nr.	Mess-Nr.	Profil	t	b	Zeichnung	Maßnahme	$D_{n,e,w}$ ( $C;C_{tr}$ )	$D_{n,e,0,w}$ ( $C;C_{tr}$ ), $l_0 = 2,8$	$R_w$ ( $C;C_{tr}$ )
			mm				dB		
34	Z185	Maximaldämmung (Messung Z180 - Z203)					77 (-2;-7)	<b>75 (-2;-7)</b>	-
39	Z191	Mittelsprosse und Riegel (gleiches Profil) ( $S = 0,248 \text{ m}^2$ )	150	65		Keine	42 (-3;-4)	<b>40 (-3;-4)</b>	26 (-3;-4)
40	Z194					Sand	58 (-1;-1)	<b>55 (0;-1)</b>	42 (-1;-2)
41	Z192					VS	64 (-2;-3)	<b>61 (-2;-3)</b>	48 (-2;-3)
42	Z193					VS+GF	70 (-2;-5)	<b>68 (-2;-5)</b>	54 (-2;-5)
43	Z201	Elementfassaden-Rahmen, ( $S = 0,248 \text{ m}^2$ )	150	65		Keine	49 (-1;-3)	<b>47 (-1;-3)</b>	33 (-1;-3)
44	Z203					Sand	59 (-2;-5)	<b>57 (-2;-5)</b>	43 (-2;-5)
45	Z195					5 mm Stahl	61 (-1;-4)	<b>59 (-1;-4)</b>	45 (-1;-4)
46	Z202					VS+GF	76 (-2;-7)	<b>73 (-2;-7)</b>	60 (-2;-7)
47	Z196					5 mm Stahl +VS+GF	76 (-2;-7)	<b>74 (-2;-7)</b>	60 (-2;-7)

VS      Vorsatzschale beidseitig vor dem Profil  
GF      Glasanschlussfuge abgedichtet beidseitig

**Tabelle A 5** Messung der Profilschalldämmung von Pfostenprofilen, parallele Schallübertragung

Lfd. Nr.	Mess-Nr.	Profil	t	b	Zeichnung	Maßnahme	$D_{n,e,w}$	$D_{n,e,0,w}$	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )							
			mm				(C;C <sub>tr</sub> )	(C;C <sub>tr</sub> ), l <sub>0</sub> = 2,8								
							dB									
1	Z87	Maximaldämmung (Messung Z88-Z122)					71 (-2;-7)		-							
48	Z242	Pfostenprofil, (S = 0,27 m <sup>2</sup> )	160	50		Keine	42 (-3;-4)	Keine Umrechnung, da die Profile aus Messungen für vertikale Längsschalldämmung stammen	27 (-3;-5)							
49	Z243									Riegelprofil, (S = 0,27 m <sup>2</sup> )	160	50		Keine	45 (-4;-6)	30 (-5;7)
50	Z244													3 mm Stahl + Schwerfolie einseitig	51 (-1;-1)	36 (-1;-2)
51	Z245													3 mm Stahl + Schwerfolie einseitig, GF	59 (-2;-4)	43 (-1;-4)

GF Glasanschlussfuge abgedichtet



### 13.7 Pfosten-Riegel-Fassaden, horizontale Schallübertragung

WICTOP, 7.4 (7.4.3.9) (356442360)  
Glasliste

- 1/4 -

12.08.2015, 16:47:07  
Objekt K/150810

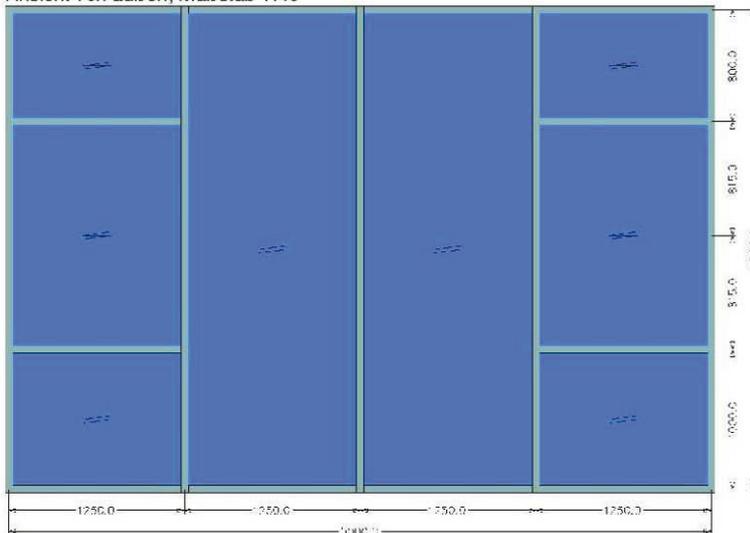


Objekt: K/150810, Testfassaden\_PM  
Los:  
Bezeich.: Typ-1 WICTEC 50  
Bearb.:

EDV-Nr.: 1  
LV-Nr.: 1  
Anzahl: 1

Mengenangaben ohne Berücksichtigung der Positions-Anzahl

Ansicht von außen, Maßstab 1:40



Profilserie WICONA WICTEC 50  
Gesamtmaße (B/H) : 5000.0 x 3430.0mm

**Pos. 1:**

Bezeichnung	Kennz.	Anz/P	Breite	Höhe	Z. Inf.
<b>Gläser</b>					
34 mm ISO-Glas, 12/16/6 mm	A	2	1227.0	977.0	1
34 mm ISO-Glas, 12/16/6 mm	B	2	1227.0	777.0	1
34 mm ISO-Glas, 12/16/6 mm	C	2	1227.0	1607.0	1
34 mm ISO-Glas, 12/16/6 mm	D	2	1227.0	3407.0	1
SUMME		8			

(Breite und Höhe in mm)

Objekt: K/150810, Testfassaden\_PM  
Los:  
Bezeich.: Typ-2 WICTEC 50  
Bearb.:

EDV-Nr.: 2  
LV-Nr.: 2  
Anzahl: 1

Mengenangaben ohne Berücksichtigung der Positions-Anzahl

**Bild A 21** Glasliste zu den Prüfelementen

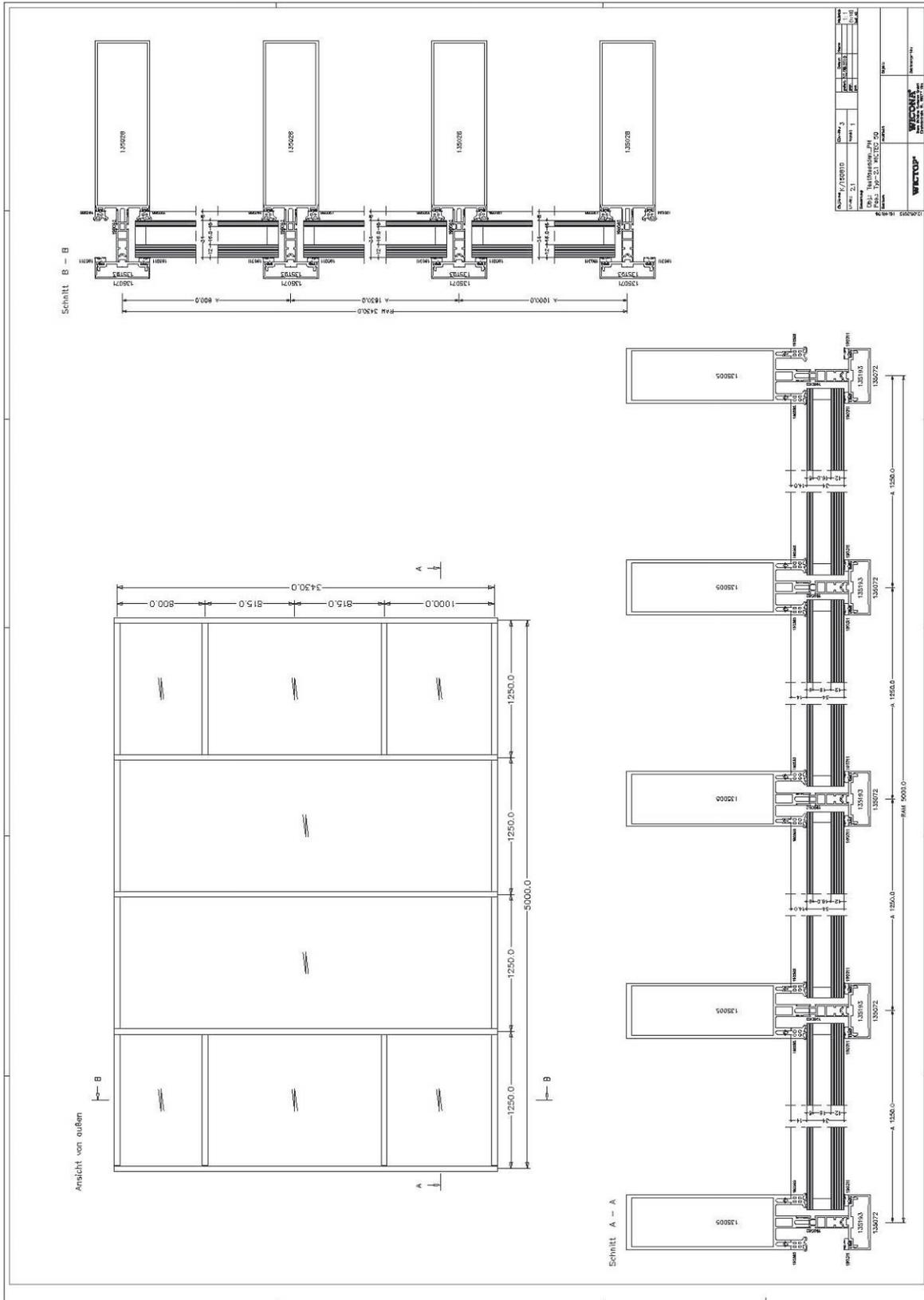
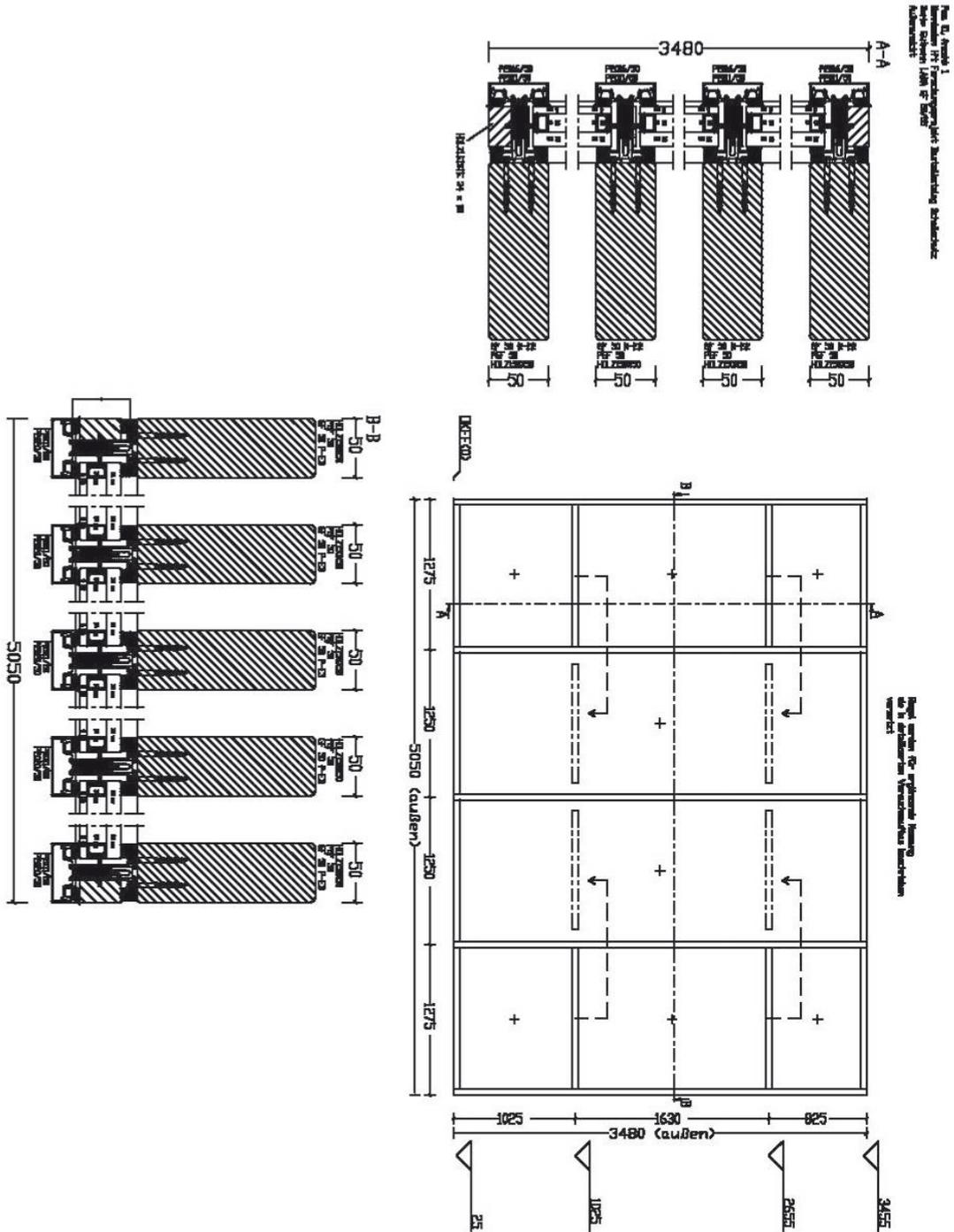
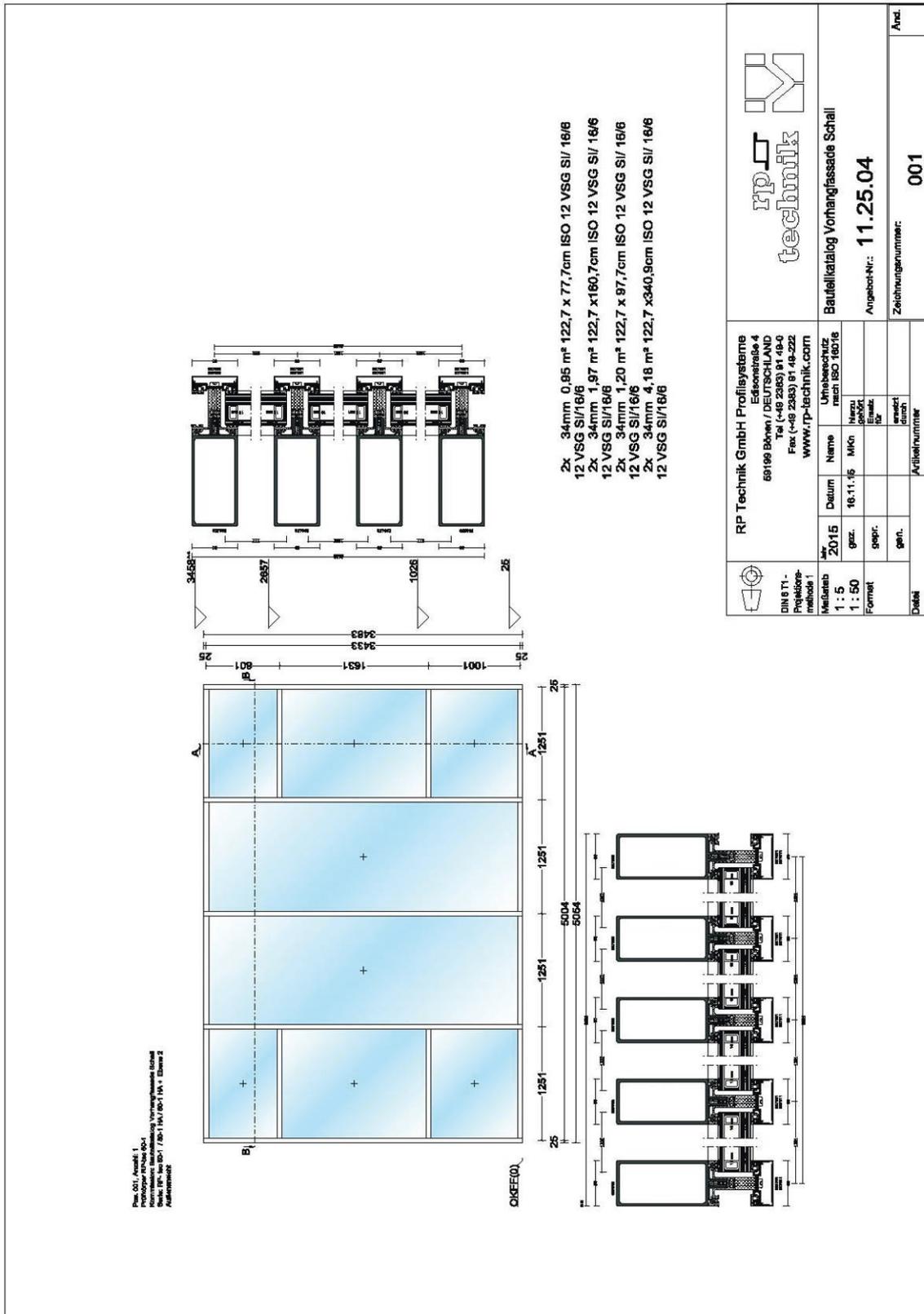


Bild A 22 Ansicht und Schnitte der Aluminium-Pfosten-Riegel-Fassade

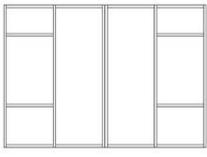
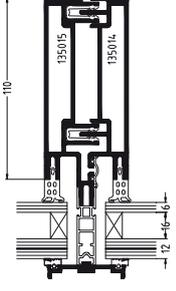


**Bild A 23** Ansicht und Schnitte der Holz-Metall-Pfosten-Riegel-Fassade



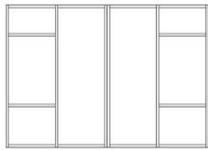
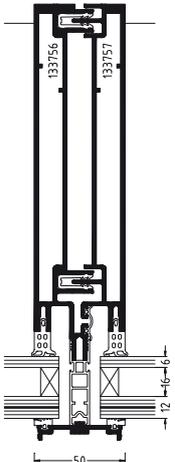
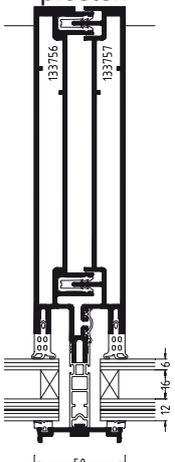
**Bild A 24** Ansicht und Schnitte der Stahl-Pfosten-Riegel-Fassade

**Tabelle A 7** Ergebnis der Messungen der horizontalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6

Messung Nr.	Glas Raumseitig	Aufteilung der Fassade (Ansicht)	Pfosten	Deckschale	Maßnahme am Pfosten	$D_{n,f,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB	$D_{n,f,10,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB			
Y1	6 mm Float	ein großes Glasfeld am T-Stoß 	Montagepfosten  Profiltiefe $t = 110$ mm	Ohne	Keine	45 (-1;-3)	46 (-1;-3)			
Y2				DS		VS	45 (-2;-3)	46 (-2;-3)		
Y3				12 VSG			Ohne	VS, GF	54 (-1;-5)	55 (-1;-5)
Y4							DS (nur auf Pfosten)		56 (-1;-5)	57 (-1;-5)
Y5							DS		57 (-2;-5)	58 (-2;-5)
Y6	Ohne	57 (-1;-5)	58 (-1;-5)							
Y7	DS	57 (-1;-5)	58 (-1;-5)							
Y8	DS	57 (-1;-5)	58 (-1;-5)							
Y9 (WDH)	DS	57 (-1;-5)	58 (-1;-5)							
Y10	DS (komplett)	57 (-2;-5)	58 (-2;-5)							
Y11	VS	54 (-1;-4)	55 (-1;-4)							
Y12	Keine	44 (-1;-2)	45 (-1;-2)							
Y13	Sand (1 HS)	50 (-1;-3)	51 (-1;-3)							
Y14	Sand	52 (-1;-3)	53 (-1;-3)							
Y15	Sand+VS	57 (-2;-5)	58 (-2;-5)							
Y16	Sand+VS+GF	60 (-1;-5)	61 (-1;-5)							

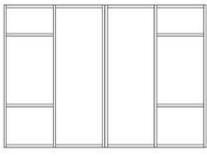
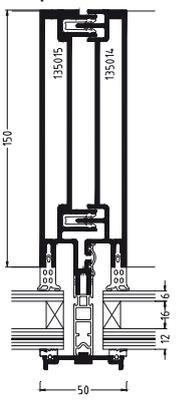
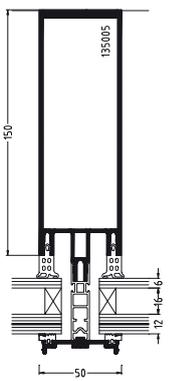
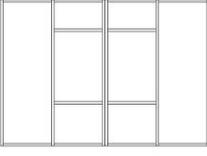
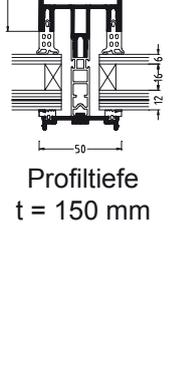
VS	Vorsatzschale beidseitig vor dem Profil	GF	Glasanschlussfuge abgedichtet beidseitig
1 HS	nur eine Halbschale gefüllt	DS	Deckschale auf Andruckprofil
WDH	Wiederholungsmessung		

**Tabelle A 7** Ergebnis der Messungen der horizontalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6

Messung Nr.	Glas Raumseitig	Aufteilung der Fassade (Ansicht)	Pfosten	Deckschale	Maßnahme am Pfosten	$D_{n,f,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB	$D_{n,f,10,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB			
Y17	6 mm Float	ein großes Glasfeld am T-Stoß 	Montagepfosten  Profiltiefe $t = 180$ mm <b>mit NEBENWEG!</b>	Ohne	Keine	39 (-3;-5)	40 (-3;-5)			
Y18 (WDH)					Keine	39 (-3;-5)	40 (-3;-5)			
Y19					VS	50 (-2;-5)	51 (-2;-5)			
Y20					VS+GF	50 (-1;-4)	51 (-1;-4)			
Y21					Sand (1 HS)+VS+GF	52 (-1;-4)	53 (-1;-4)			
Y22					Sand+VS+GF	52 (-2;-4)	53 (-1;-4)			
Y23					Sand+VS+GF, Auflager Geändert (Dia)	51 (-1;-4)	52 (-1;-4)			
Y24					Sand+VS+GF, (Dia, Riegel abgedichtet)	55 (-1;-5)	56 (-1;-5)			
Y25					Sand+VS+GF, (Dia, Riegel abgedichtet+ VS)	59 (-2;-7)	60 (-2;-7)			
Y26					DS	Montagepfosten  Profiltiefe $t = 180$ mm	Ohne	Sand+VS+GF	58 (-1;-6)	59 (-1;-6)
Y27									57 (-2;-6)	58 (-2;-6)
Y28									58 (-2;-6)	59 (-2;-6)
Y29									58 (-1;-6)	59 (-1;-6)
Y30									Sand+VS	57 (-2;-6)
Y31	Sand	51 (-2;-5)	52 (-2;-5)							

VS	Vorsatzschale beidseitig vor dem Profil	GF	Glasanschlussfuge abgedichtet beidseitig
1 HS	nur eine Halbschale gefüllt	DS	Deckschale auf Andruckprofil
Dia	Diagnosemessung	WDH	Wiederholungsmessung

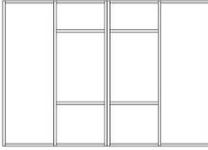
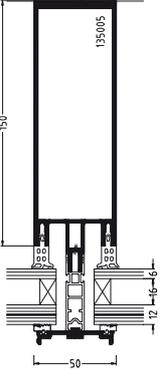
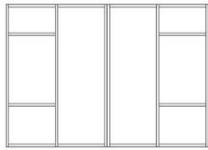
**Tabelle A 7** Ergebnis der Messungen der horizontalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6

Messung Nr.	Glas Raumseitig	Aufteilung der Fassade (Ansicht)	Pfosten	Deckschale	Maßnahme am Pfosten	$D_{n,f,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB	$D_{n,f,10,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB		
Y32	6 mm Float	ein großes Glasfeld am T-Stoß 	Montagepfosten  Profiltiefe $t = 150$ mm	Ohne	Keine	42 (-3;-5)	43 (-3;-5)		
Y33					VS	56 (-2;-6)	57 (-2;-6)		
Y34					VS+GF	58 (-2;-6)	59 (-2;-6)		
Y35						58 (-2;-6)	59 (-2;-6)		
Y36					DS	Sand (1 HS) VS+GF	58 (-2;-6)	59 (-2;-6)	
Y37				Sand+VS+GF		58 (-2;-6)	58 (-2;-6)		
Y38				Sand+VS		55 (-1;-5)	56 (-1;-5)		
Y39				Ohne	Pfosten  Profiltiefe $t = 150$ mm	Keine	52 (-3;-5)	53 (-3;-5)	
Y40							Sand	52 (-3;-5)	53 (-3;-5)
Y41							Ohne	Keine	40 (-4;-5)
Y42		VS	54 (-1;-5)					55 (-1;-5)	
Y43		VS+GF	56 (-1;-5)					57 (-1;-5)	
Y44		DS	VS+GF	56 (-2;-6)	57 (-2;-6)				
Y45		drei Glasfelder am T-Stoß 	Pfosten  Profiltiefe $t = 150$ mm	Ohne	Keine	40 (-3;-5)	41 (-3;-5)		
Y46					SF	49 (-2;-5)	50 (-2;-5)		
Y47 (WDH)					VS	49 (-2;-5)	50 (-2;-5)		
Y48						54 (-2;-7)	55 (-2;-7)		
Y49					VS+GF	55 (-2;-7)	56 (-2;-7)		
Y50				DS	VS+GF	55 (-2;-8)	56 (-2;-8)		
Y51					Sand+VS+GF	55 (-2;-8)	56 (-2;-8)		
Y52	56 (-2;-8)					57 (-2;-8)			
Y53	Ohne			Sand+VS	56 (-2;-8)	57 (-2;-8)			
Y54					Sand	53 (-2;-6)	54 (-2;-6)		
Y55 (WDH)		53 (-1;-6)	54 (-1;-6)						

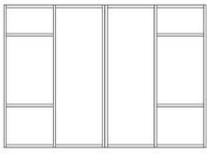
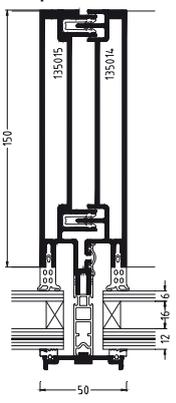
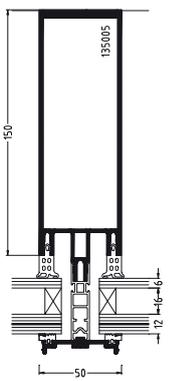
VS	Vorsatzschale beidseitig vor dem Profil	GF	Glasanschlussfuge abgedichtet beidseitig
1 HS	nur eine Halbschale gefüllt	DS	Deckschale auf Andruckprofil
SF	Schwerfolie	WDH	Wiederholungsmessung

**Tabelle A 7** Ergebnis der Messungen der horizontalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6

Messung Nr.	Glas Raumseitig	Aufteilung der Fassade (Ansicht)	Pfosten	Deckschale	Maßnahme am Pfosten	$D_{n,f,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB	$D_{n,f,10,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB	
Y56	12 VSG	drei Glasfelder am T-Stoß 	 <p>Profiltiefe <math>t = 150 \text{ mm}</math></p>	Ohne	Sand	54 (-1;-4)	55 (-1;-4)	
Y57				DS		53 (-1;-3)	54 (-1;-3)	
Y58	6 mm Float	ein großes Glasfeld am T-Stoß 		Ohne		54 (-1;-4)	55 (-1;-4)	
Y59				DS		53 (-1;-4)	54 (-1;-4)	
Y60	12 VSG			Ohne		54 (-1;-3)	55 (-1;-3)	
Y61				DS		53 (0;-2)	54 (0;-2)	
Y62						Sand, VS	57 (-1;-5)	58 (-1;-5)
Y63						Sand+VS+GF	59 (-1;-6)	60 (-1;-6)

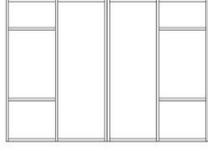
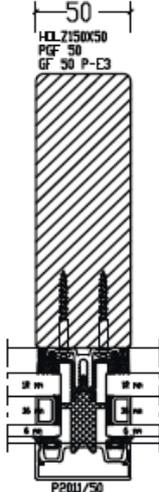
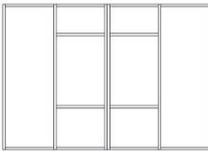
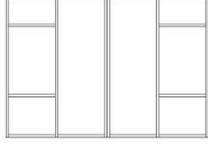
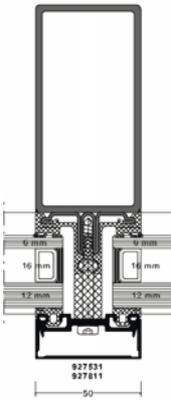
VS	Vorsatzschale beidseitig vor dem Profil	GF	Glasanschlussfuge abgedichtet beidseitig
DS	Deckschale auf Andruckprofil		

**Tabelle A 7** Ergebnis der Messungen der horizontalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6

Messung Nr.	Glas Raumseitig	Aufteilung der Fassade (Ansicht)	Pfosten	Deckschale	Maßnahme am Pfosten	$D_{n,f,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB	$D_{n,f,10,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB
Y64	12 VSG	ein großes Glasfeld am T-Stoß 	Montagepfosten  Profiltiefe $t = 150$ mm	Ohne	Systemeinschub mit Schwerfolie	53 (-1;-3)	54 (-1;-3)
Y65				DS		53 (-1;-3)	54 (-1;-3)
Y66				Ohne		52 (-1;-4)	53 (-1;-4)
Y67				DS		52 (-1;-4)	53 (-1;-4)
Y68	6 mm Float		Pfosten  Profiltiefe $t = 150$ mm	Ohne	Systemeinschub mit Schwerfolie	49 (-1;-3)	50 (-1;-3)
Y69				DS		49 (-1;-3)	50 (-1;-3)

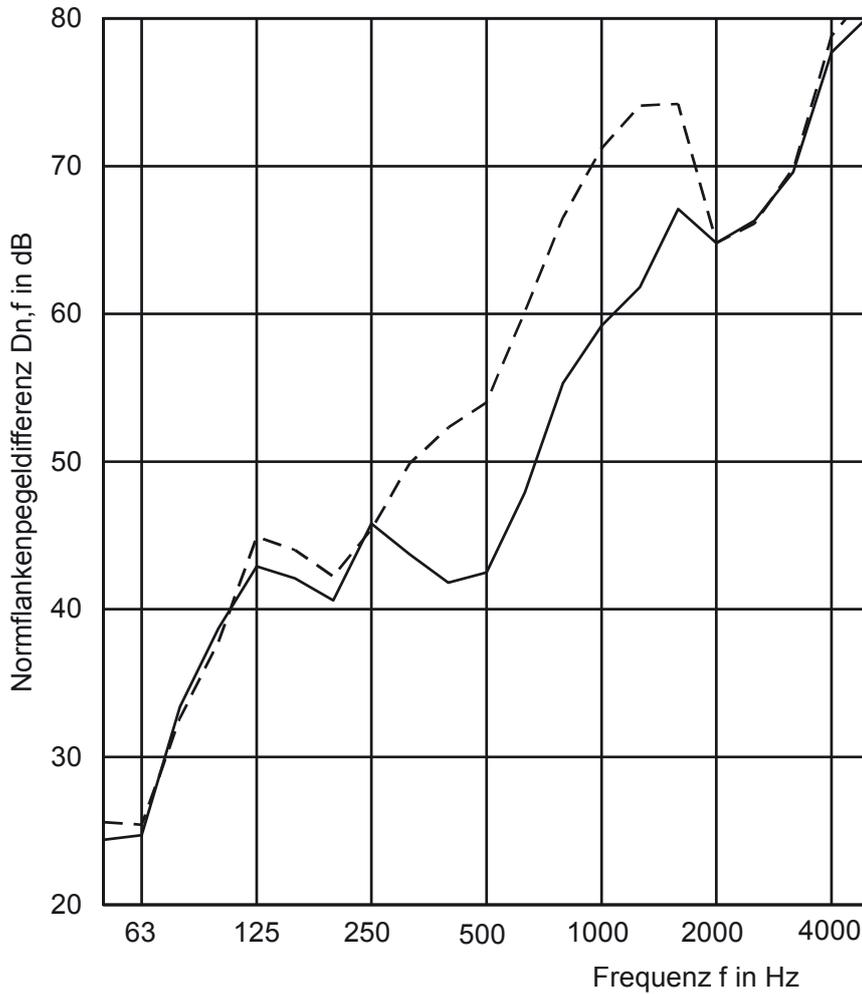
DS      Deckschale auf Andruckprofil

**Tabelle A 7** Ergebnis der Messungen der horizontalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6

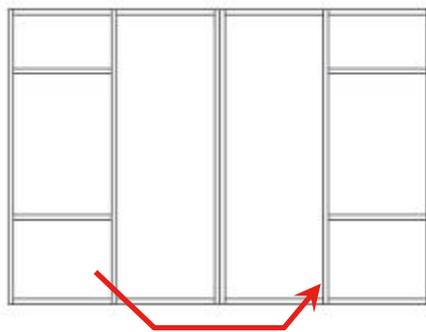
Messung Nr.	Glas Raumseitig	Aufteilung der Fassade (Ansicht)	Pfosten	Deckschale	Maßnahme am Pfosten	$D_{n,f,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB	$D_{n,f,10,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB					
Y70	6 mm Float	ein großes Glasfeld am T-Stoß 	<p>Holz-Metall Pfosten</p>  <p>Profiltiefe <math>t = 150</math> mm</p>	Ohne	Keine	49 (-1;-3)	50 (-1;-3)					
Y71 (WDH)						49 (-1;-3)	50 (-1;-3)					
Y72						49 (-1;-3)	50 (-1;-3)					
Y73				12 VSG			DS	VS	54 (-1;-5)	55 (-1;-5)		
Y74								VS+GF	58 (-2;-6)	59 (-2;-6)		
Y75							Ohne	VS	56 (-1;-5)	57 (-1;-5)		
Y76	VS+GF	60 (-2;-7)						61 (-2;-7)				
Y77	6 mm Float	drei Glasfelder am T-Stoß 						DS	Keine	50 (-1;-3)	51 (-1;-3)	
Y78										49 (-1;-4)	50 (-1;-4)	
Y79				VS	54 (-1;-5)					55 (-1;-5)		
Y80				12 VSG					Ohne	VS+GF	55 (-1;-5)	56 (-1;-5)
Y81										VS	55 (-1;-4)	56 (-1;-4)
Y82			Ohne						VS+GF	56 (-1;-4)	57 (-1;-4)	
Y83	Keine	49 (-1;-3)							50 (-1;-3)			
Y84	6 mm Float								Ohne	Keine	44 (-2;-2)	45 (-2;-2)
Y85						44 (-1;-2)				45 (-1;-2)		
Y155	6 mm Float	ein großes Glasfeld am T-Stoß 		<p>Stahl-pfosten</p>  <p>Profiltiefe <math>t = 150</math> mm</p>	Ohne	Keine			50 (-2;-3)	51 (-2;-3)		
Y156 (WDH)									VS+GF	57 (-2;-6)	58 (-2;-6)	
Y157									VS+GF, Riegel abgedichtet	59 (-3;-7)	60 (-3;-7)	
Y158					DS	59 (-3;-8)	60 (-3;-8)					
Y159						Ohne	VS		50 (-1;-2)	51 (-1;-2)		
Y160					VS+GF		59 (-1;-5)		60 (-1;-5)			
Y161	Keine	44 (-1;-2)			45 (-1;-2)							
Y162	Sand	51 (0;-2)			52 (0;-2)							
Y163	12 VSG					Ohne	Keine	44 (-1;-2)	45 (-1;-2)			
Y164								Sand	51 (0;-2)	52 (0;-2)		

VS Vorsatzschale beidseitig vor dem Profil  
DS Deckschale auf Andruckprofil

GF Glasanschlussfuge abgedichtet beidseitig  
WDH Wiederholungsmessung

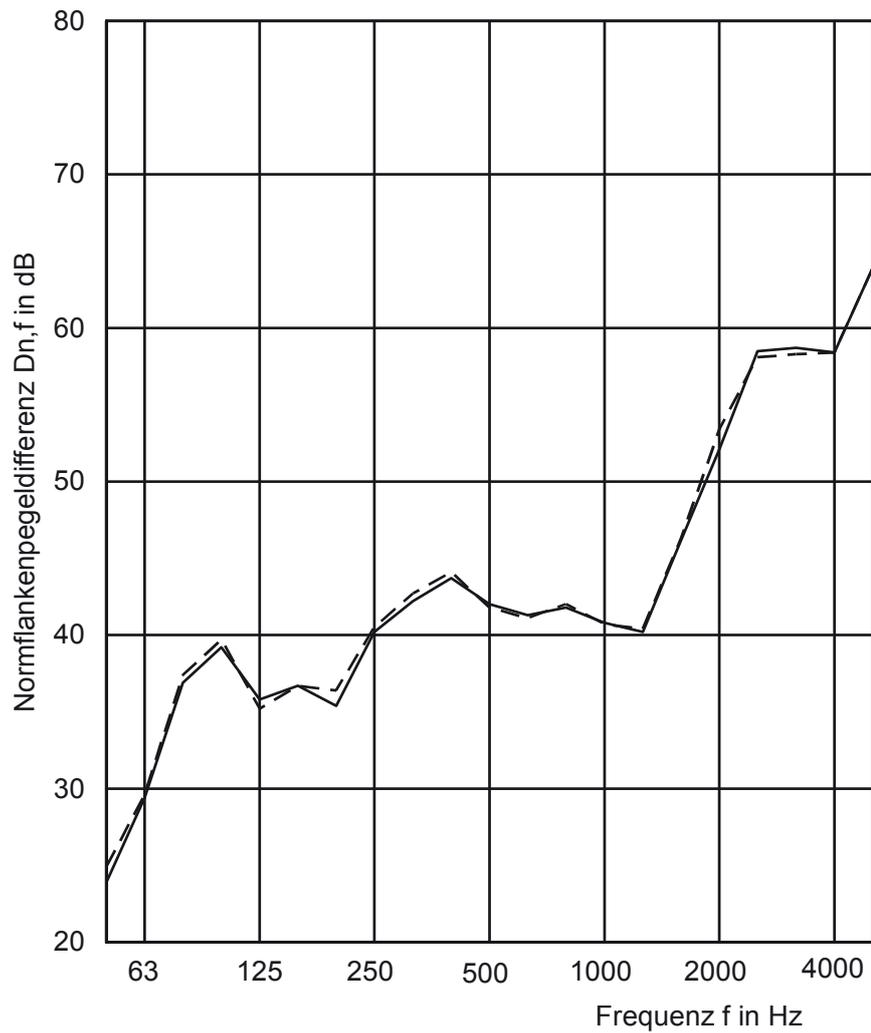


————— Messung Y22 mit Nebenweg,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 52 (-2;-4) \text{ dB}$   
 - - - - - Messung Y26 ohne Nebenweg,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 58 (-1;-6) \text{ dB}$

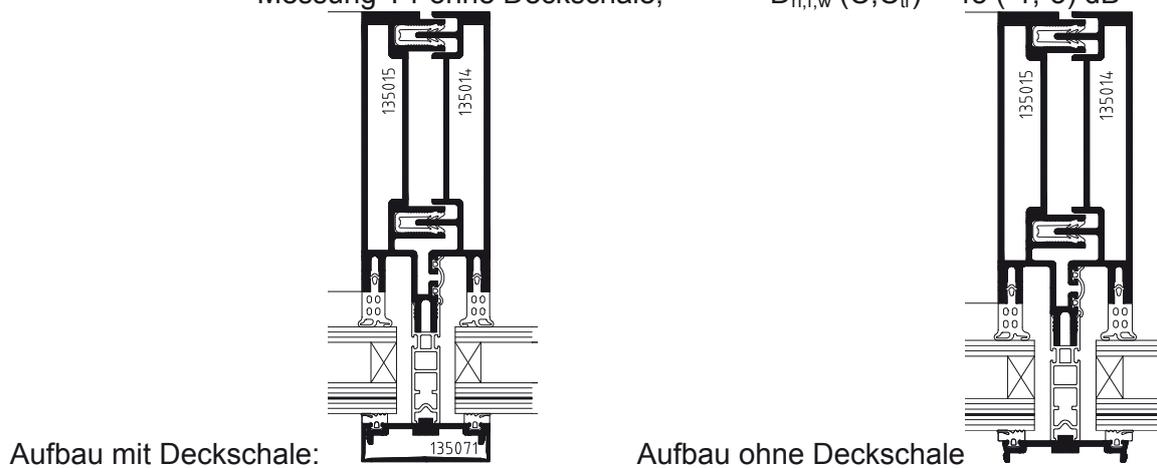


Aufbau und Nebenweg:

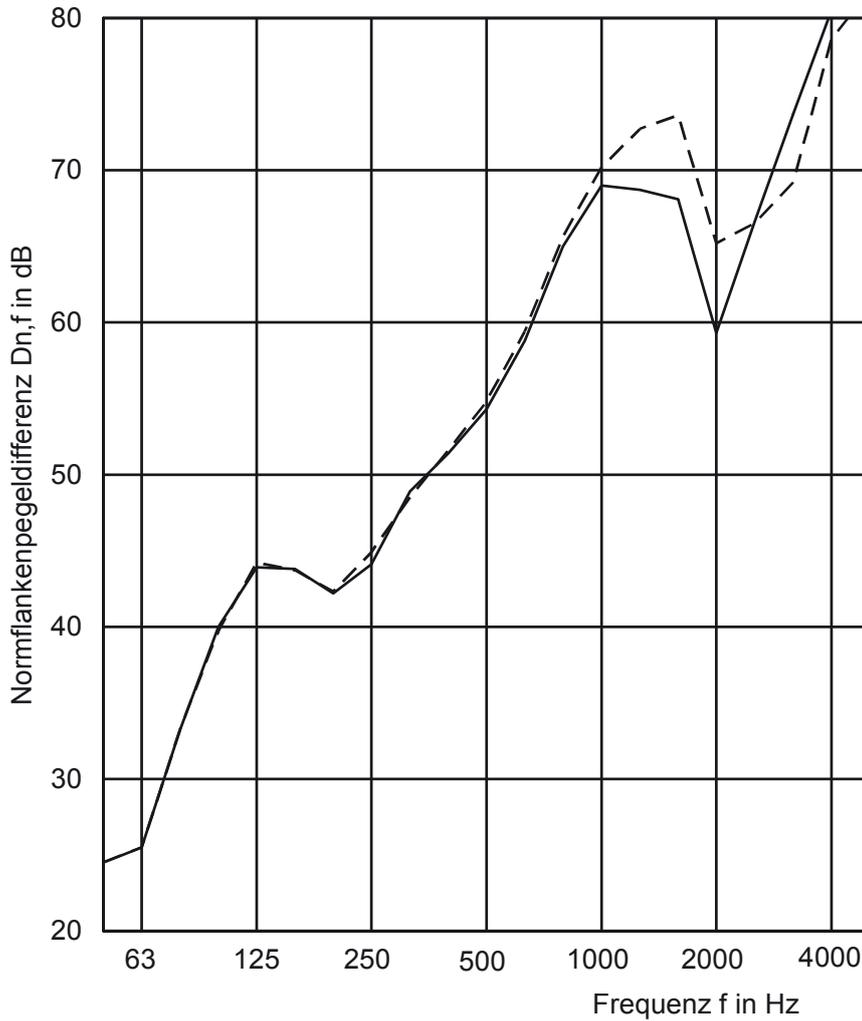
**Bild A 25** Nebenwegsanalyse bei Messungen der Pfosten-Riegel-Fassade, Schallübertragung durch den Hohlraum zwischen Fassade und Prüfstand, bei Messung Y26 mit einem Schott verschlossen



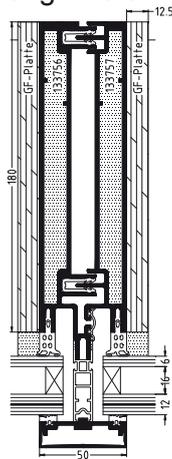
— Messung Y2 mit Deckschale,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 45 (-2;-3) \text{ dB}$   
 - - - Messung Y1 ohne Deckschale,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 45 (-1;-3) \text{ dB}$



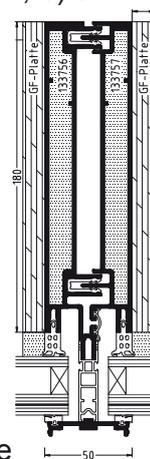
**Bild A 26** Beispiel für den Einfluss der Deckschale auf die Längsschalldämmung der Pfosten-Riegel-Fassade



— Messung Y28 mit Deckschale,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 58 (-2;-6) \text{ dB}$   
 - - - Messung Y29 ohne Deckschale,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 58 (-1;-6) \text{ dB}$

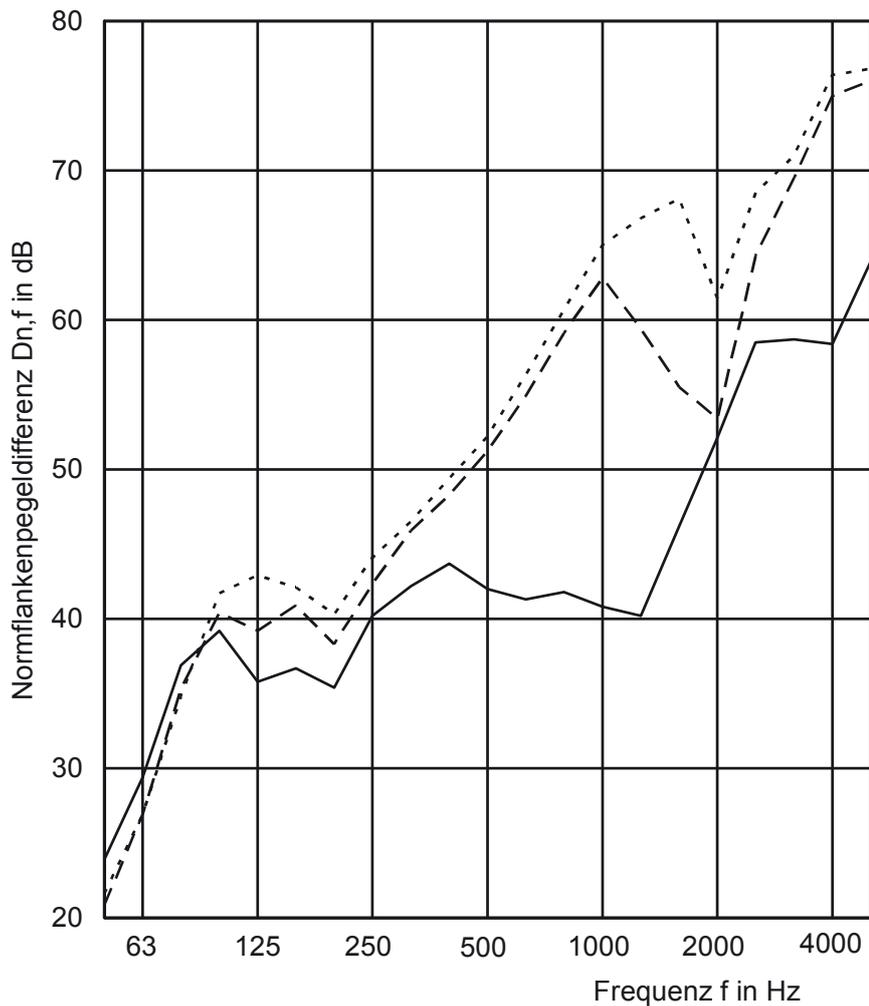


Aufbau mit Deckschale:

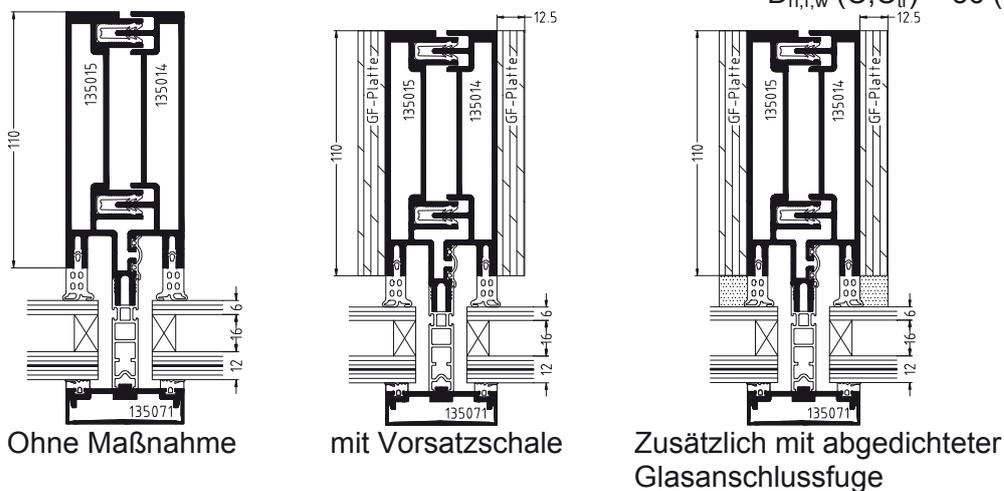


Aufbau ohne Deckschale

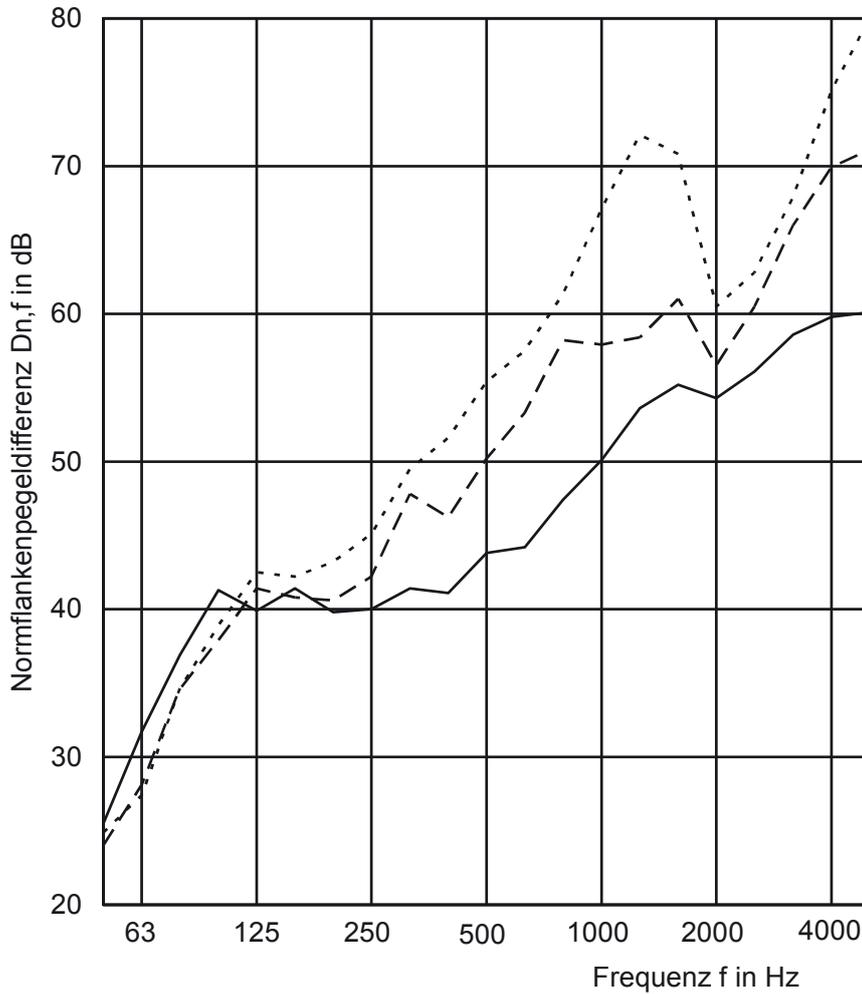
**Bild A 27** Beispiel für den Einfluss der Deckschale auf die Längsschalldämmung der Pfosten-Riegel-Fassade



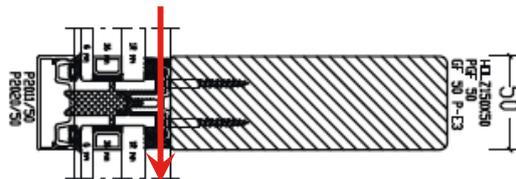
- Messung Y2 ohne Maßnahme  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 45 (-2;-3) \text{ dB}$
- - - Messung Y3 mit Vorsatzschale  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 54 (-1;-5) \text{ dB}$
- ..... Messung Y4 mit Vorsatzschale und abgedichteter Glasanschlussfuge  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 56 (-1;-5) \text{ dB}$



**Bild A 28** Beispiel für den Einfluss des Pfostenprofils und der Glasanschlussfuge auf die Längsschalldämmung der Aluminium-Pfosten-Riegel-Fassade

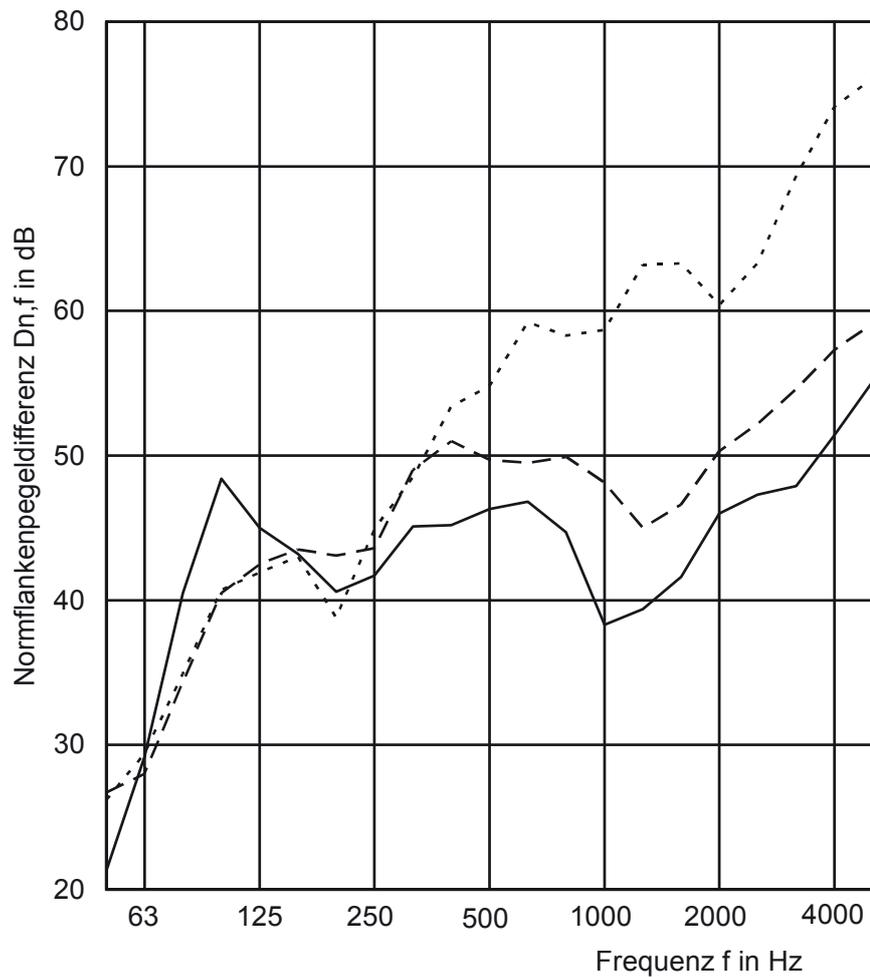


- Messung Y72 ohne Maßnahme  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 49 (-1;-3) \text{ dB}$
- - - Messung Y73 mit Vorsatzschale  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 54 (-1;-5) \text{ dB}$
- ..... Messung Y74 mit Vorsatzschale und abgedichteter Glasanschlussfuge  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 58 (-2;-6) \text{ dB}$

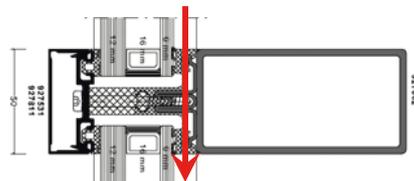


Profilschnitt:

**Bild A 29** Beispiel für den Einfluss des Pfostenprofils und der Glasanschlussfuge auf die Längsschalldämmung der Holz-Metall-Pfosten-Riegel-Fassade

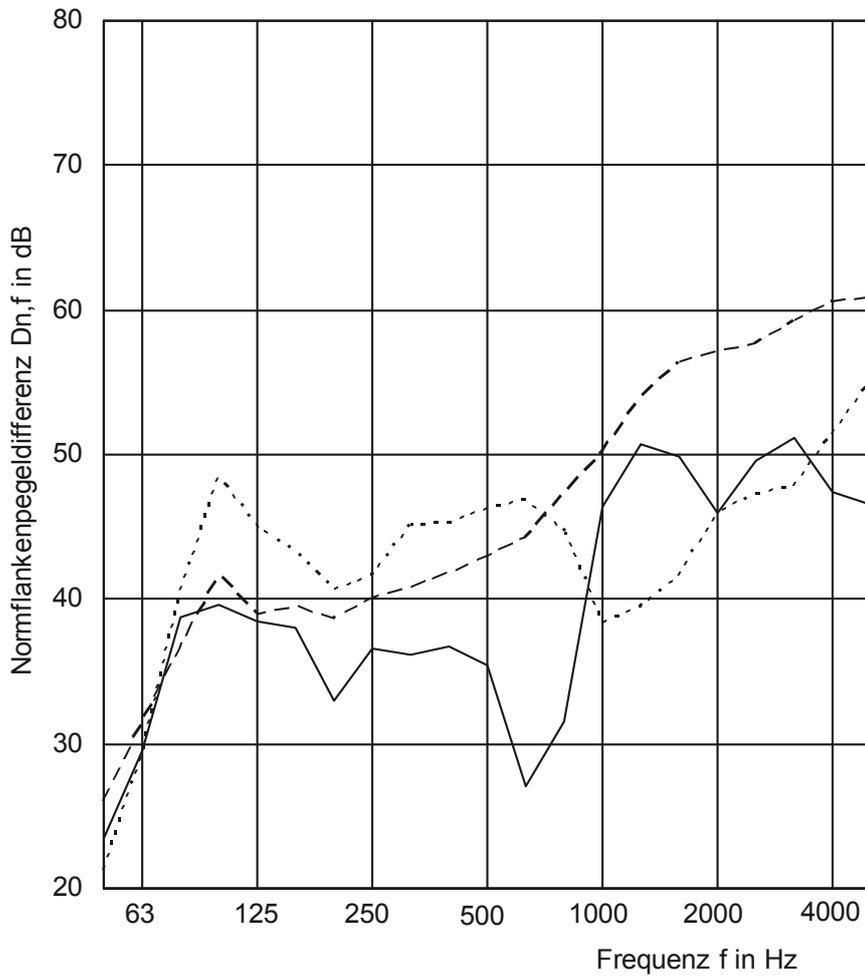


- |       |                                                                    |                                                |
|-------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| —     | Messung Y156 ohne Maßnahme                                         | $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 44 (-1;-2) \text{ dB}$ |
| - - - | Messung Y157 mit Vorsatzschale                                     | $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 50 (-2;-3) \text{ dB}$ |
| ⋯     | Messung Y158 mit Vorsatzschale und abgedichteter Glasanschlussfuge | $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 57 (-2;-6) \text{ dB}$ |

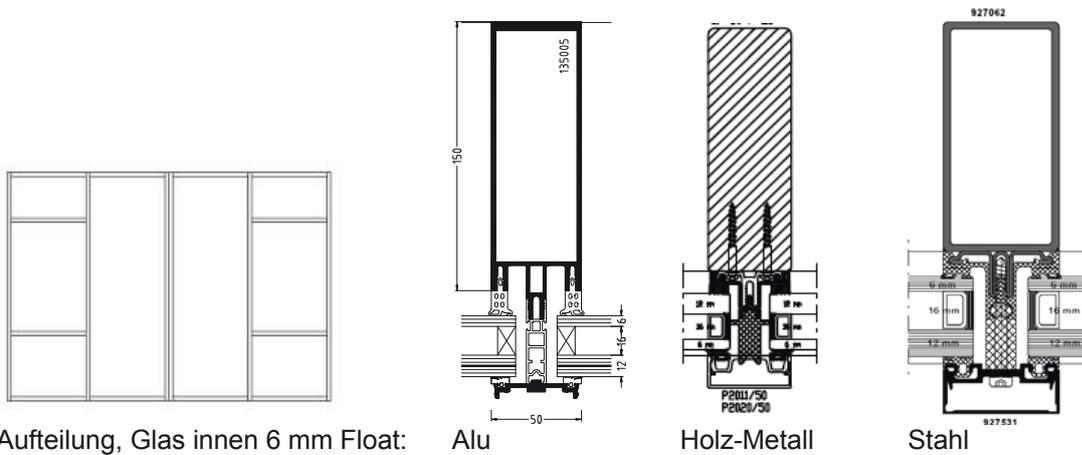


Profilschnitt:

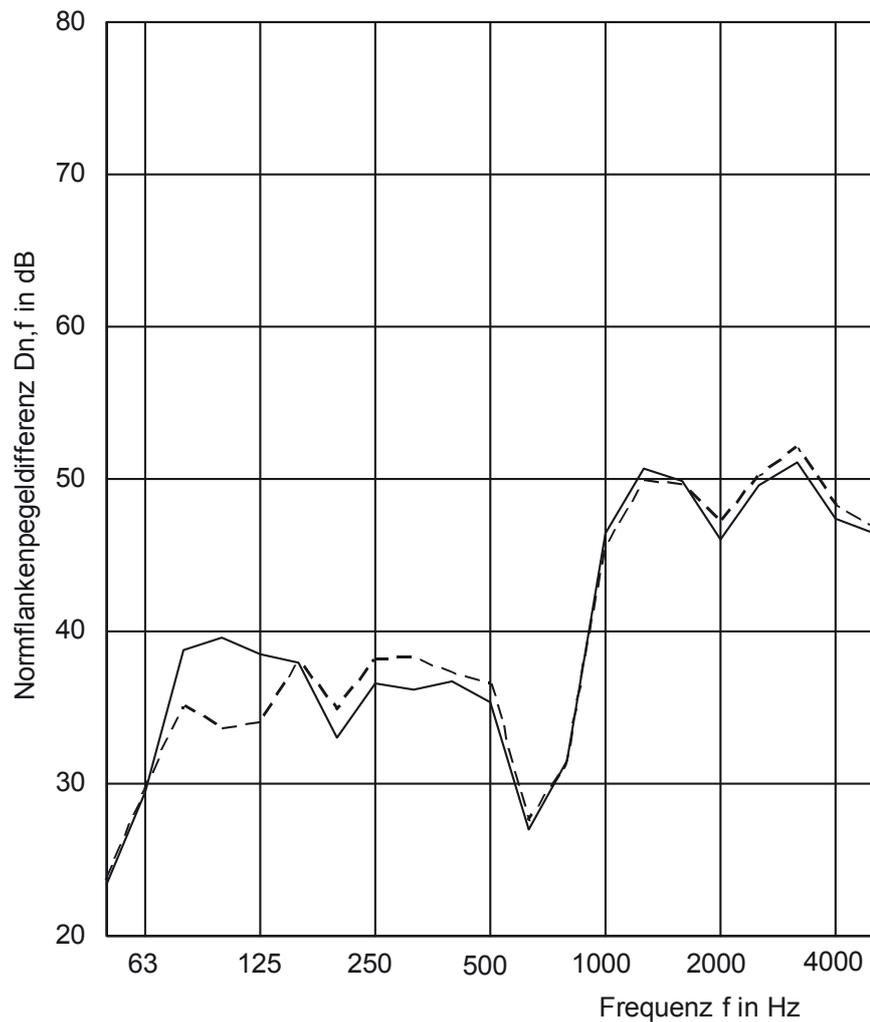
**Bild A 30** Beispiel für den Einfluss des Pfostenprofils und der Glasanschlussfuge auf die Längsschalldämmung der Stahl-Pfosten-Riegel-Fassade



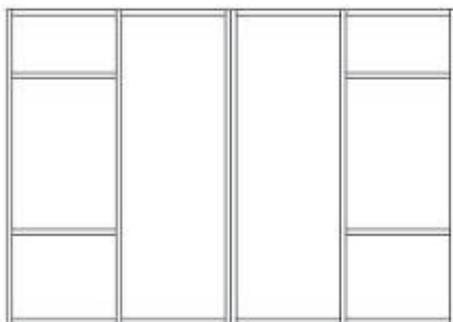
- |       |                           |                                                |
|-------|---------------------------|------------------------------------------------|
| —     | Messung Y41 (Aluminium)   | $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 40 (-4;-5) \text{ dB}$ |
| - - - | Messung Y70 (Holz-Metall) | $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 49 (-1;-3) \text{ dB}$ |
| ..... | Messung Y156 (Stahl)      | $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 44 (-1;-2) \text{ dB}$ |



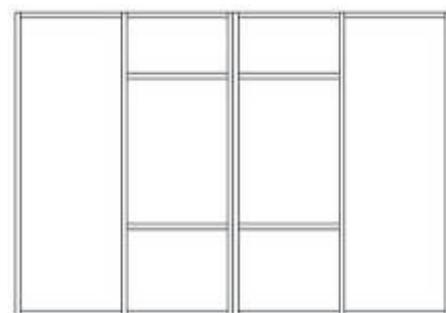
**Bild A 31** Beispiel für den Einfluss des Rahmenmaterials auf die Längsschalldämmung, Profilquerschnitt jeweils 150 mm × 50 mm



— Messung Y41 (Ein Glasfeld),  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 40 (-4;-5) \text{ dB}$   
 - - - Messung Y45 (Drei Glasfelder),  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 40 (-3;-5) \text{ dB}$

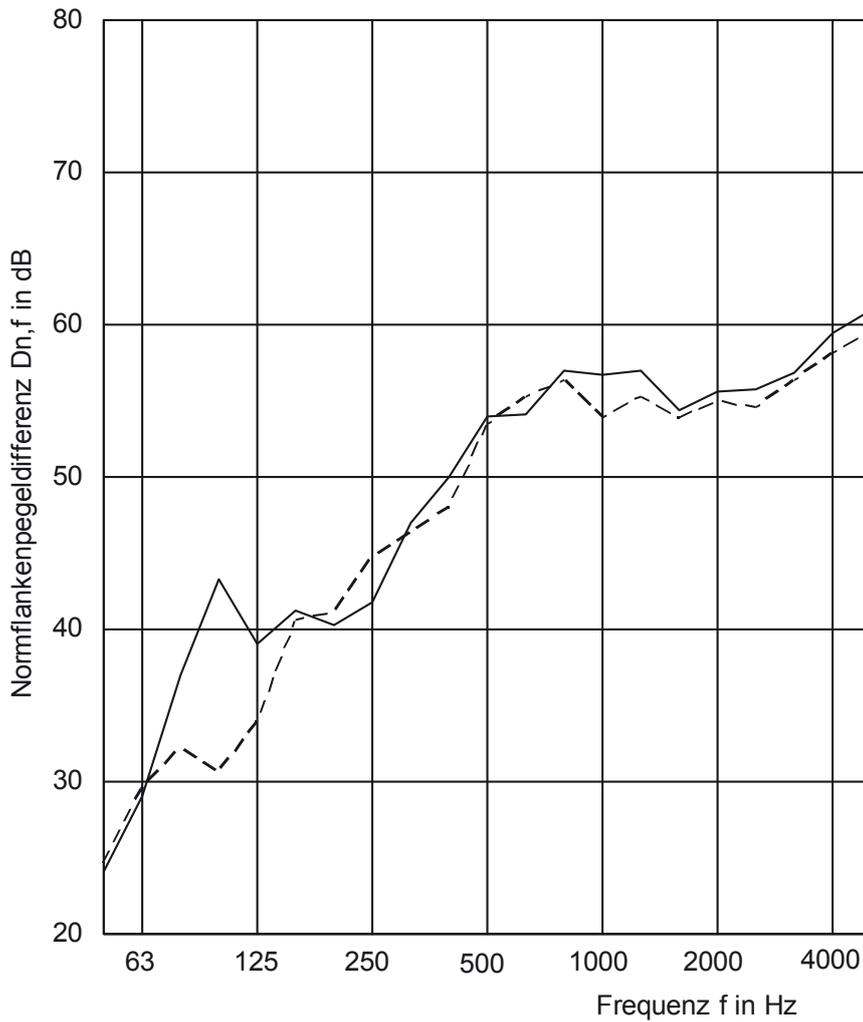


Ein Glasfeld am T-Stoß

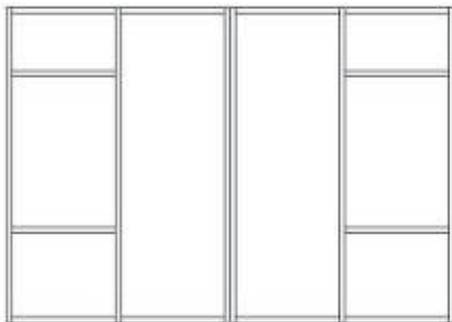


Drei Glasfelder am T-Stoß

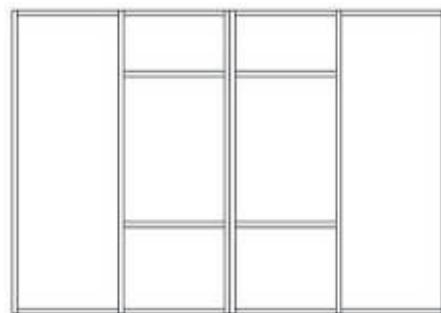
**Bild A 32** Beispiel für den Einfluss der Aufteilung der Fassade mit einem bzw. drei Glasfeldern am T-Stoß auf die Längsschalldämmung der Pfosten-Riegel-Fassade, innen 6 mm Float, ohne Maßnahme am Alu Profil



— Messung Y58 (Ein Glasfeld),  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 54 (-1;-4) \text{ dB}$   
 - - - Messung Y54 (Drei Glasfelder),  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 53 (-2;-6) \text{ dB}$

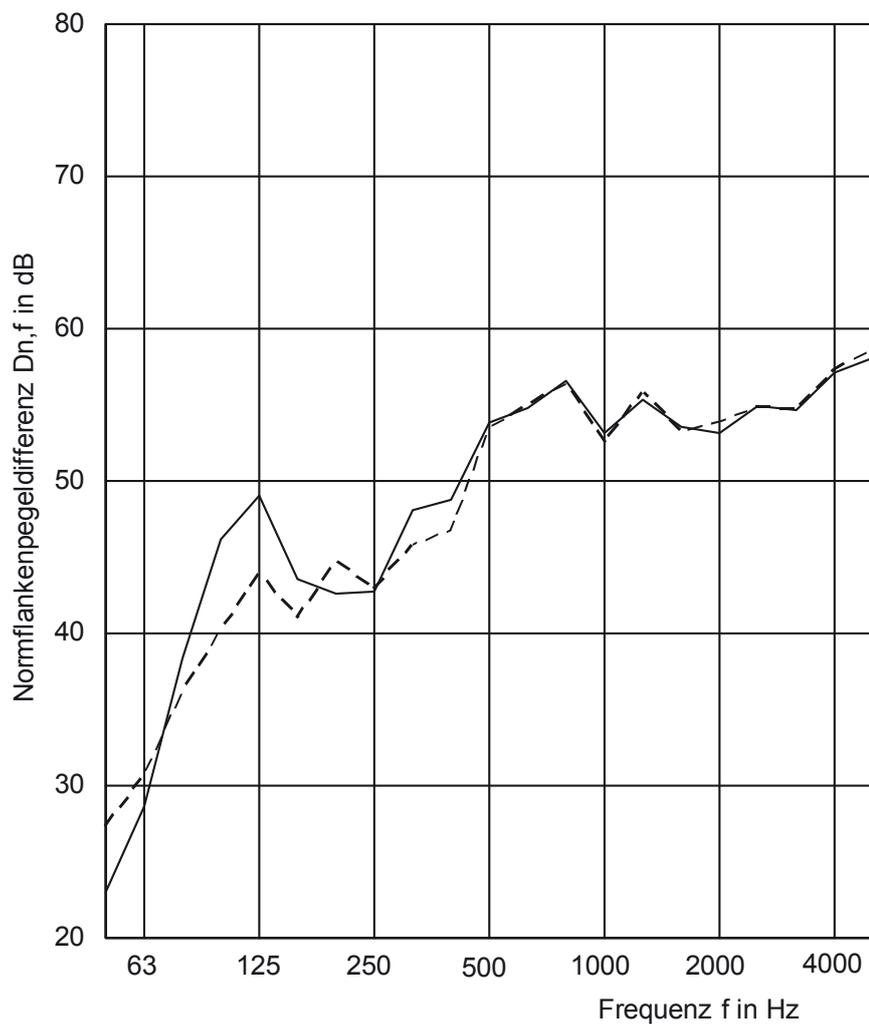


Ein Glasfeld am T-Stoß

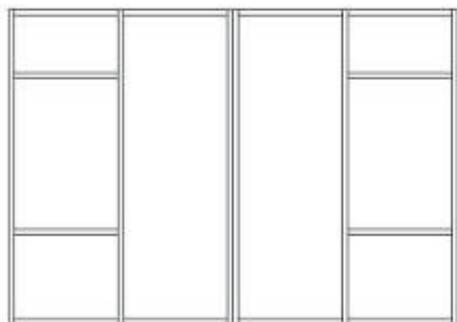


Drei Glasfelder am T-Stoß

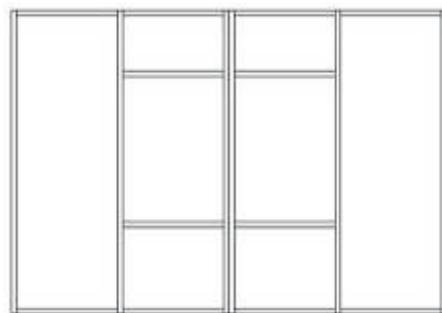
**Bild A 33** Beispiel für den Einfluss der Aufteilung der Fassade mit einem bzw. drei Glasfeldern am T-Stoß auf die Längsschalldämmung der Pfosten-Riegel-Fassade, innen 6 mm Float, Alu-Profil mit Sand gefüllt



— Messung Y61 (Ein Glasfeld),  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 53 (0;-2) \text{ dB}$   
 - - - Messung Y57 (Drei Glasfelder),  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 53 (-1;-3) \text{ dB}$

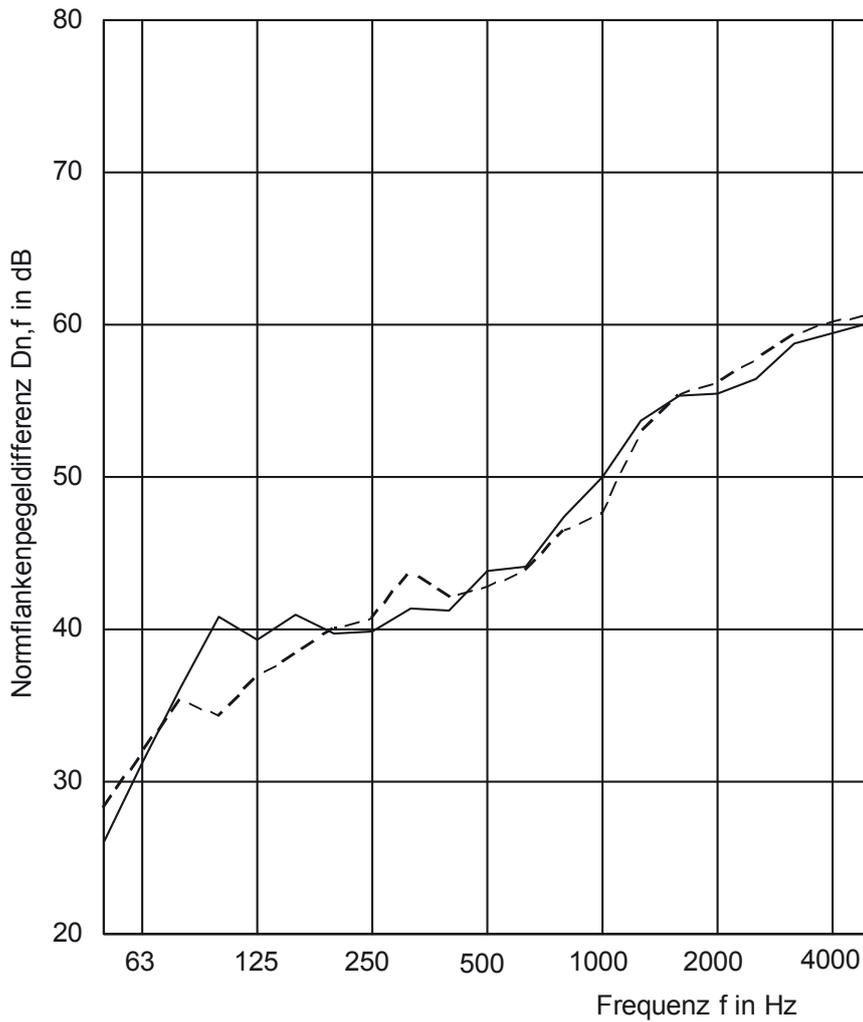


Ein Glasfeld am T-Stoß

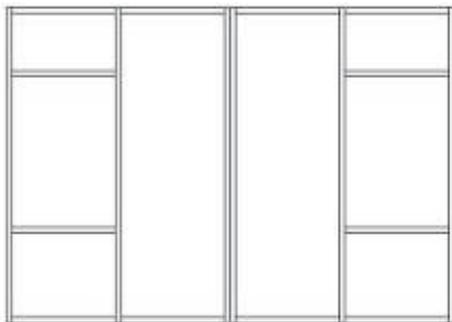


Drei Glasfelder am T-Stoß

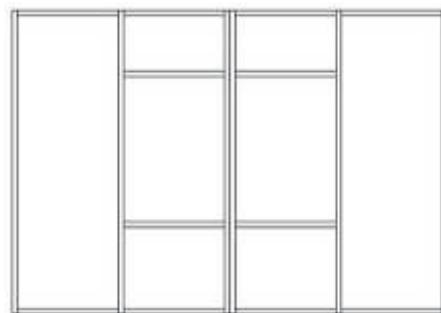
**Bild A 34** Beispiel für den Einfluss der Aufteilung der Fassade mit einem bzw. drei Glasfeldern am T-Stoß auf die Längsschalldämmung der Pfosten-Riegel-Fassade, innen 12 VSG, Alu-Profil mit Sand gefüllt



— Messung Y71 (Ein Glasfeld),  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 49 (-1;-3) \text{ dB}$   
 - - - Messung Y80 (Drei Glasfelder),  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 49 (-1;-4) \text{ dB}$



Ein Glasfeld am T-Stoß

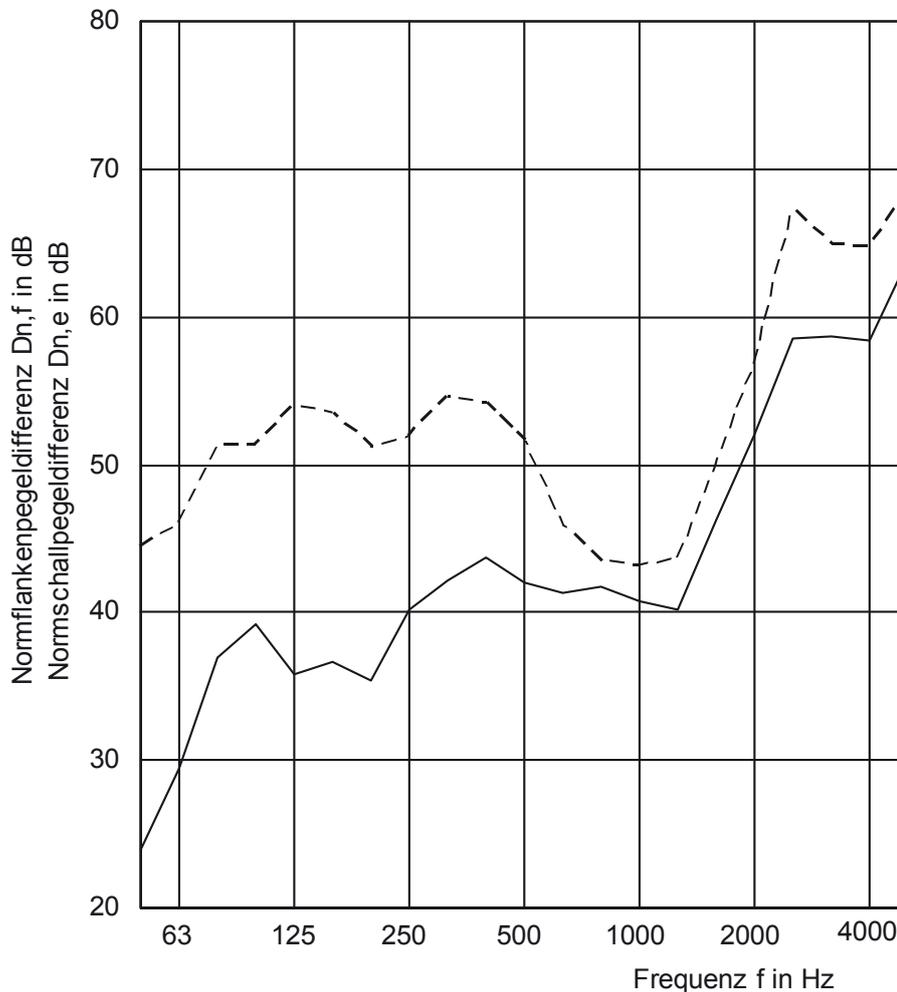


Drei Glasfelder am T-Stoß

**Bild A 35** Beispiel für den Einfluss der Aufteilung der Fassade mit einem bzw. drei Glasfeldern am T-Stoß auf die Längsschalldämmung der Pfosten-Riegel-Fassade, innen 6 mm Float, ohne Maßnahme am Holz-Metall-Profil

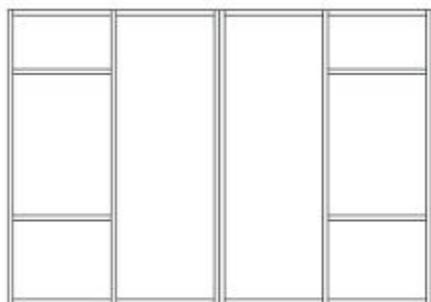


### 13.8 Profilschalldämmung und Längsschalldämmung horizontal, Pfosten-Riegel-Fassade

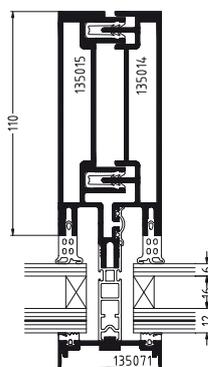


— Messung Y2  
 - - - Messung Z88

$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 45 (-2;-3) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 48 (-1;-2) \text{ dB}$

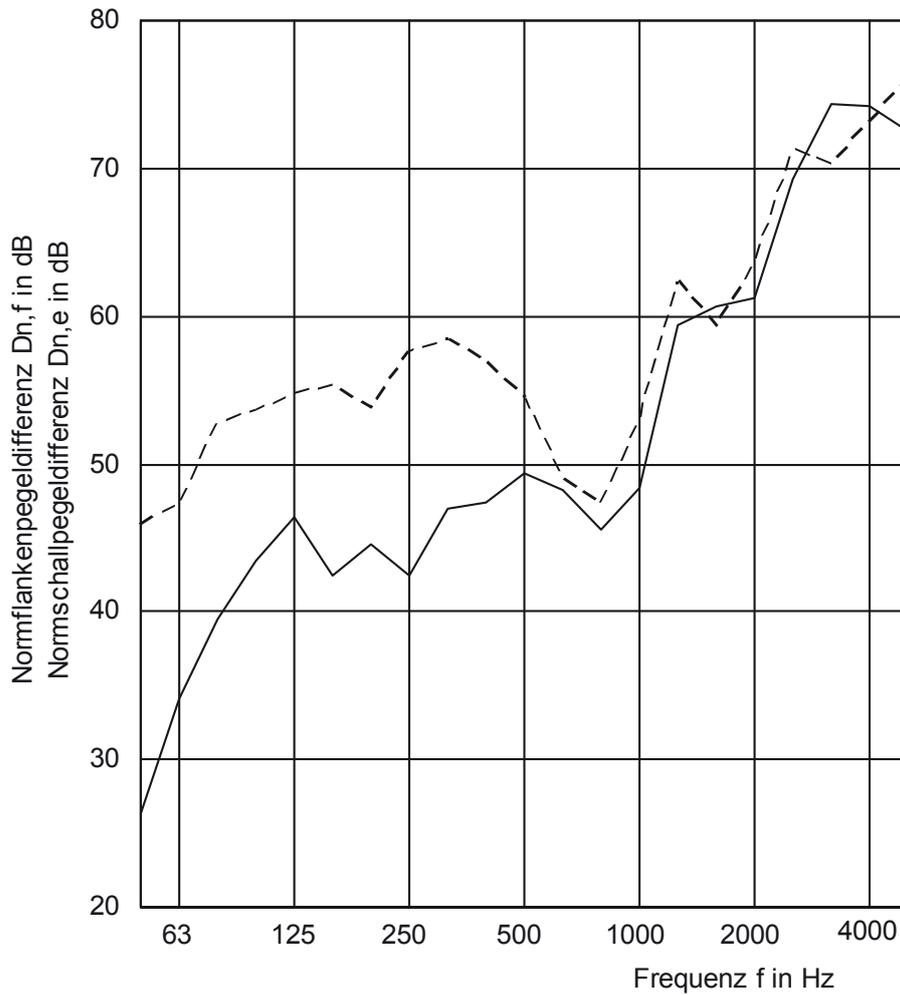


Aufbau (Glas innen 6 mm)



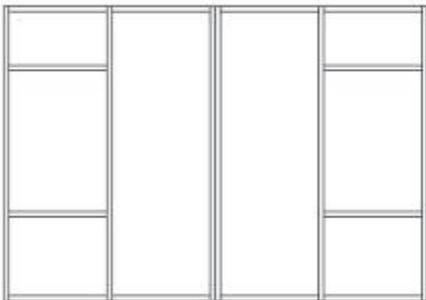
Profilquerschnitt

**Bild A 36** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 110 mm Alu-Montagepfosten, ohne Maßnahme

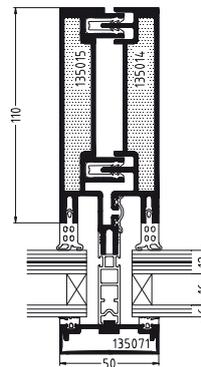


— Messung Y14  
- - - Messung Z95

$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 52 (-1;-3) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 56 (-1;-3) \text{ dB}$

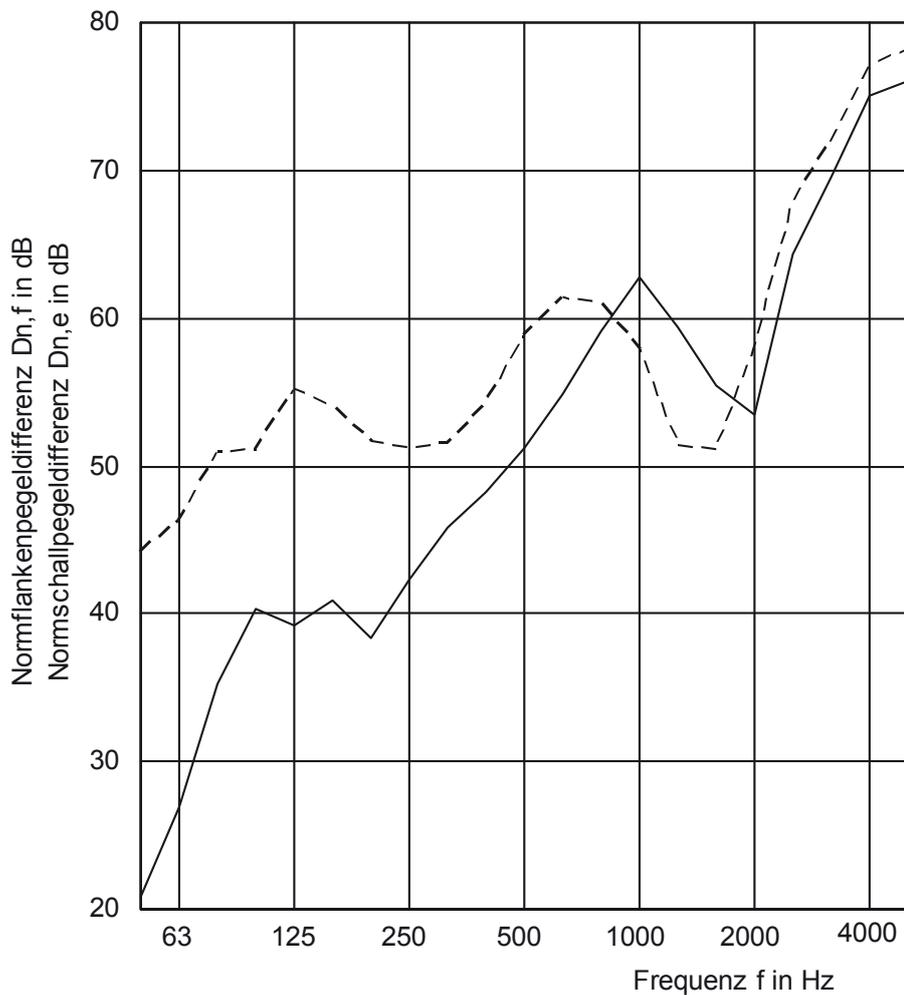


Aufbau (Glas innen 12 VSG)



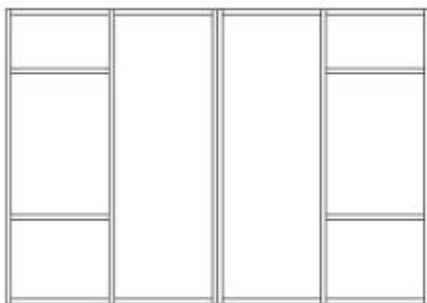
Profilquerschnitt

**Bild A 37** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 110 mm Alu-Montagepfosten, Sandfüllung

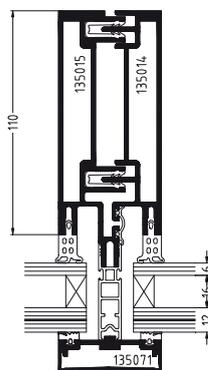


— Messung Y3  
 - - - Messung Z89

$D_{n,f,w} (C; C_{tr}) = 54 (-1; -5) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C; C_{tr}) = 57 (-2; -2) \text{ dB}$

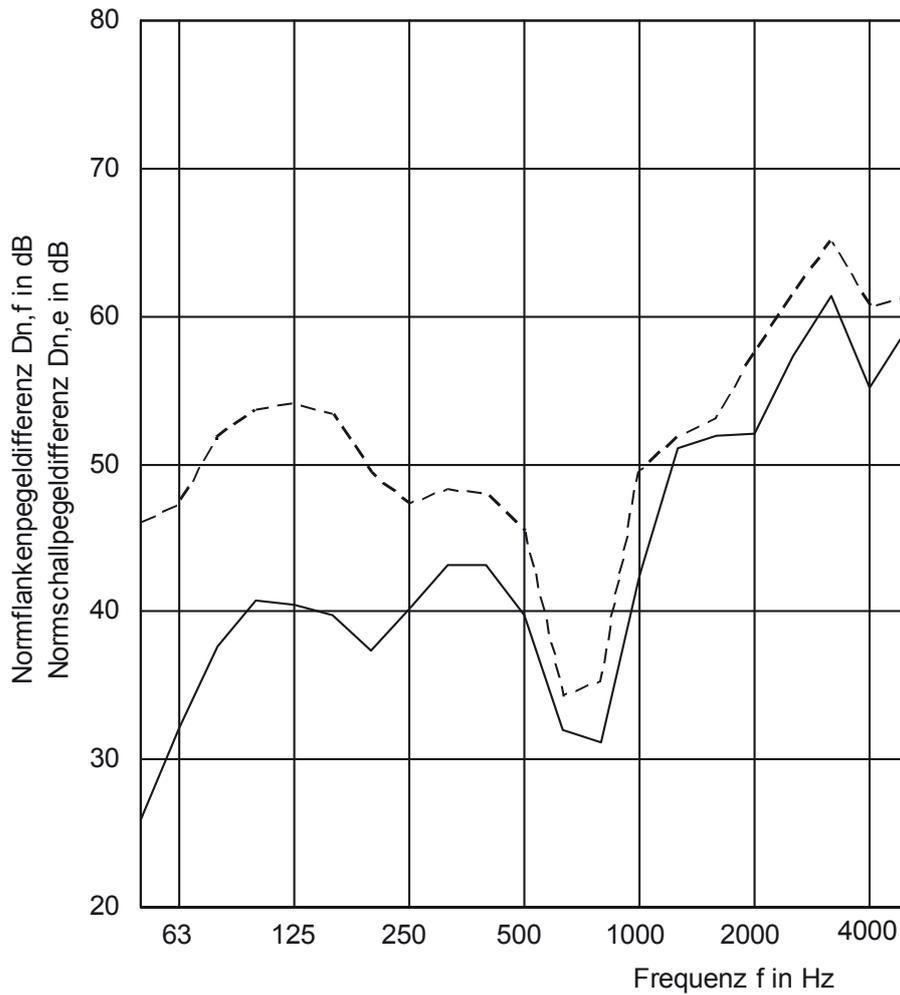


Aufbau (Glas innen 6 mm)



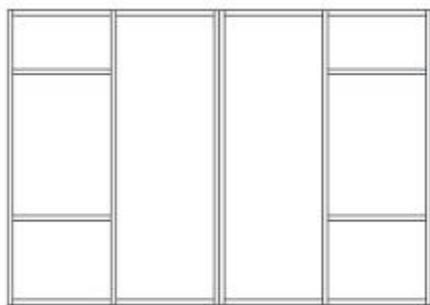
Profilquerschnitt

**Bild A 38** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 110 mm Alu-Montagepfosten, Vorsatzschale

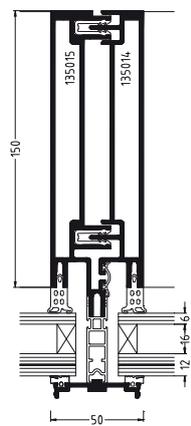


— Messung Y32  
- - - Messung Z104

$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 42 (-3;-5) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 47 (-4;-6) \text{ dB}$

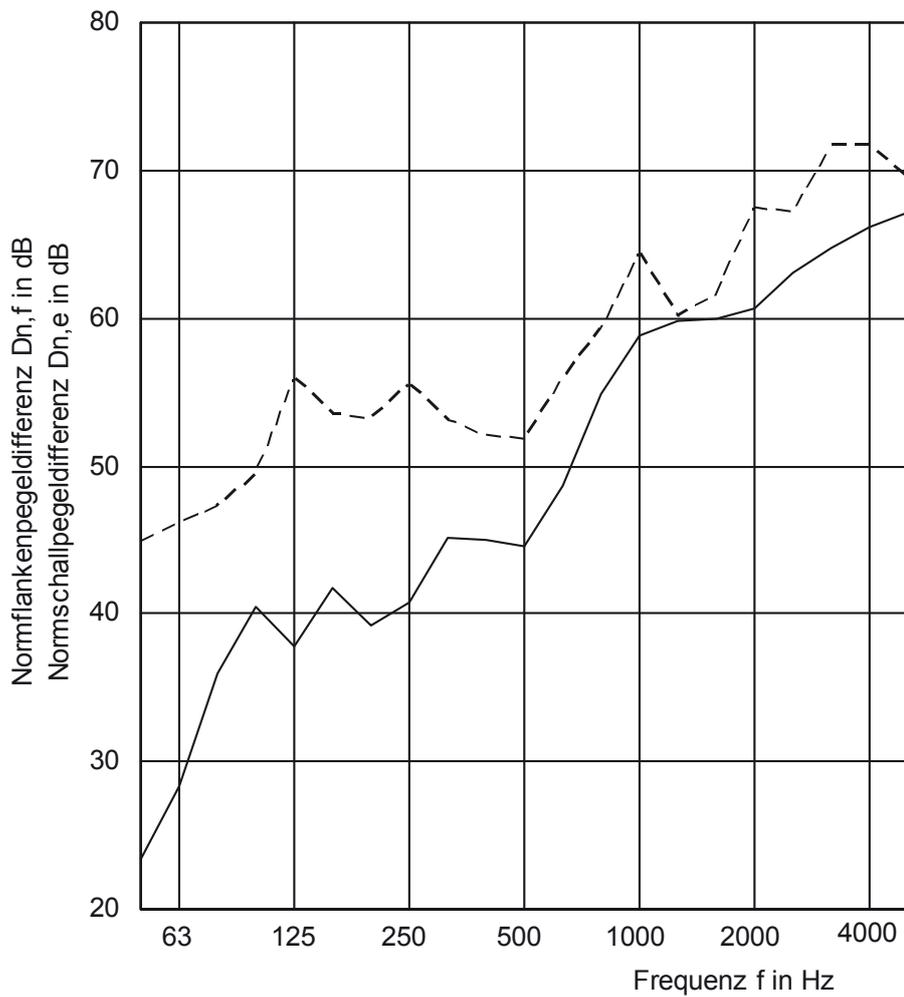


Aufbau (Glas innen 6 mm)



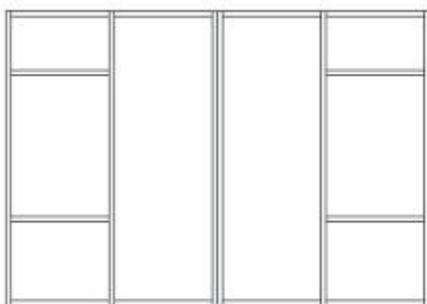
Profilquerschnitt

**Bild A 39** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Alu-Montagepfosten, ohne Maßnahme

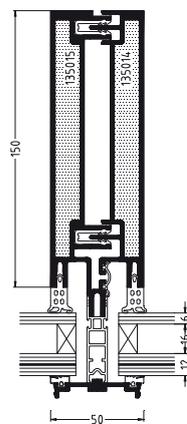


— Messung Y66  
 - - - Messung Z112

$D_{n,f,w} (C; C_{tr}) = 52 (-1; -4) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C; C_{tr}) = 59 (0; -2) \text{ dB}$

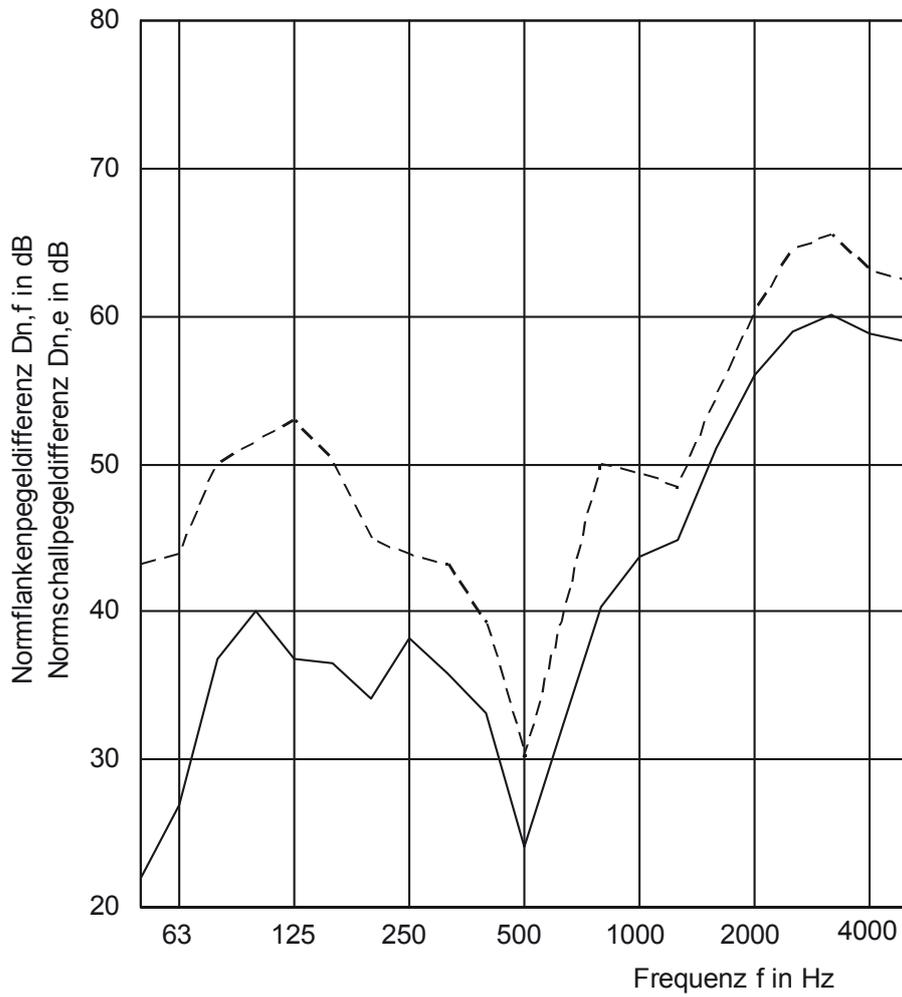


Aufbau (Glas innen 6 mm)



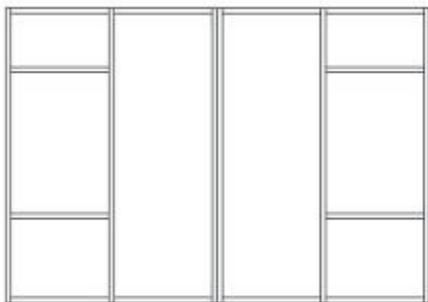
Profilquerschnitt

**Bild A 40** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Alu-Montagepfosten, System-Einschub

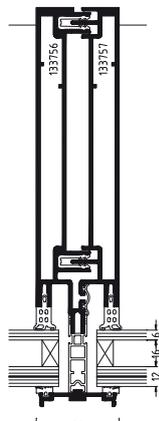


— Messung Y17  
- - - Messung Z96

$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 39 (-3;-5) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 46 (-4;-6) \text{ dB}$

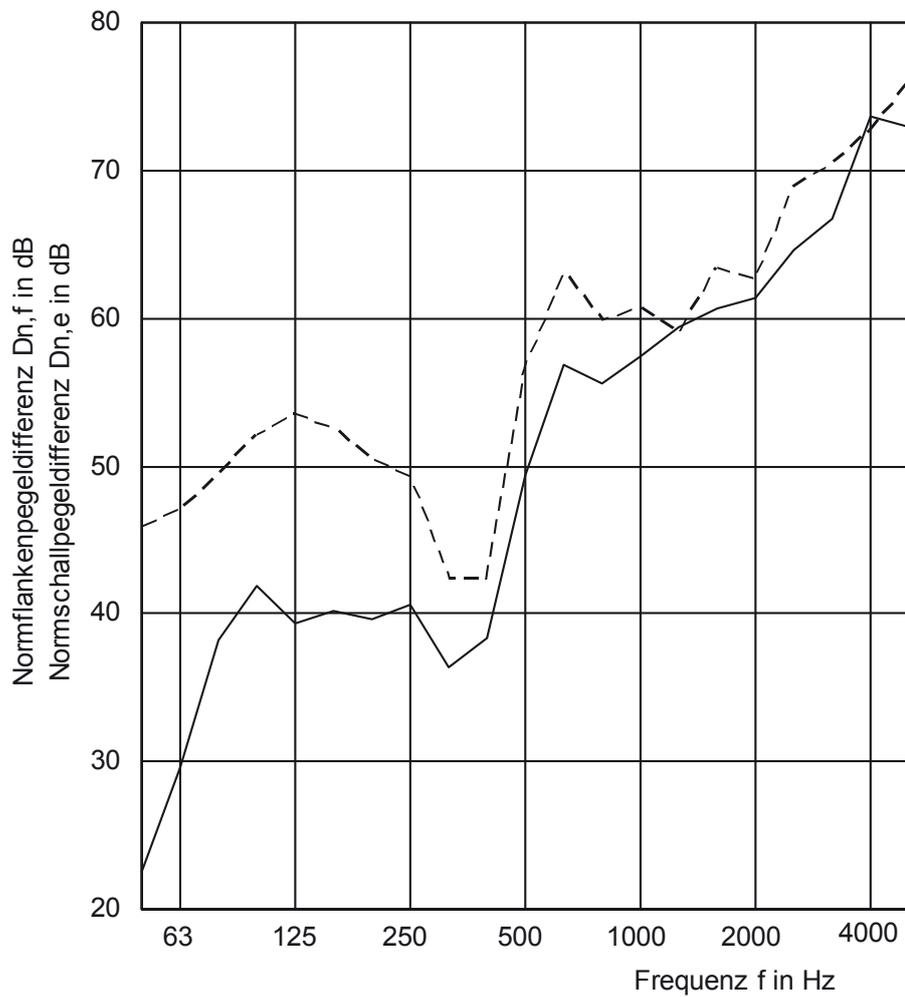


Aufbau (Glas innen 6 mm)



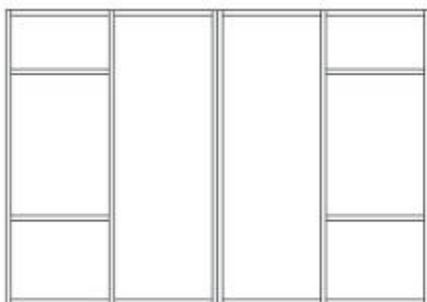
Profilquerschnitt

**Bild A 41** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 180 mm Alu-Montagepfosten, ohne Maßnahme

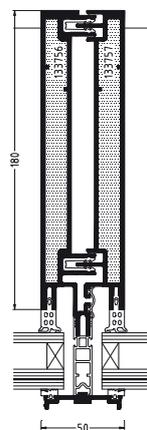


— Messung Y31  
 - - - Messung Z100

$D_{n,f,w} (C; C_{tr}) = 51 (-2; -5) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C; C_{tr}) = 57 (-3; -5) \text{ dB}$

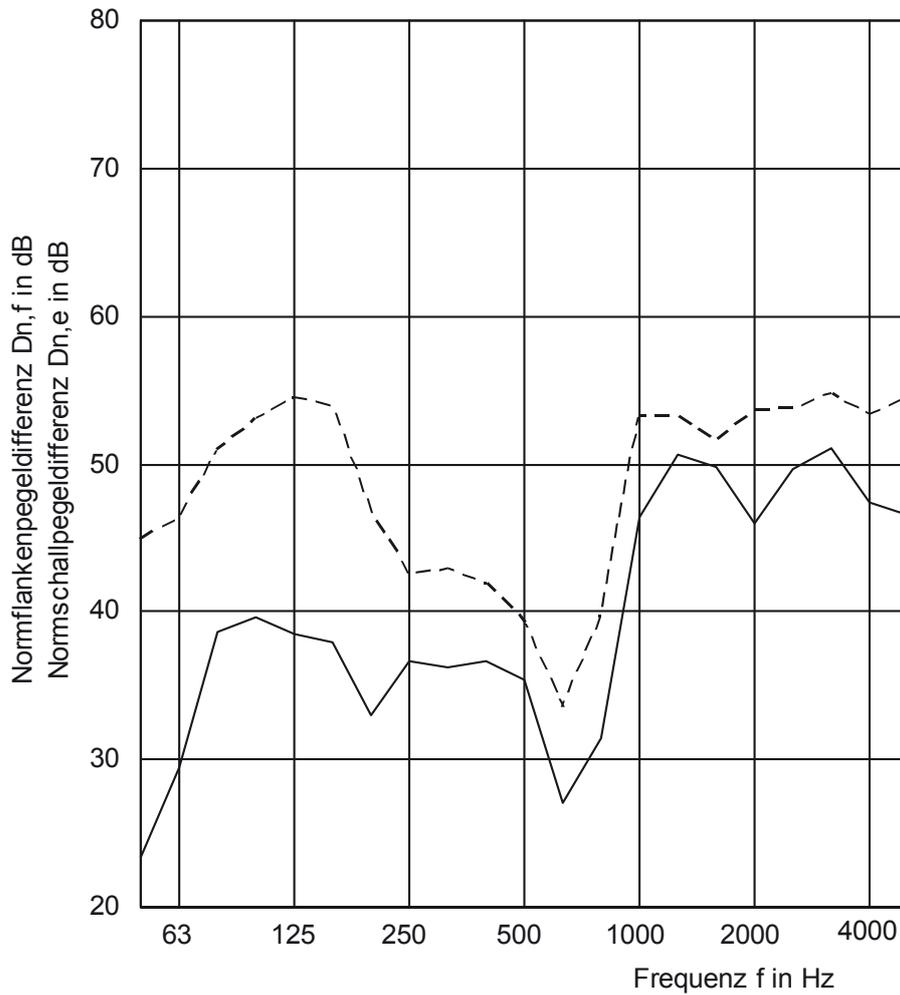


Aufbau (Glas innen 6 mm)



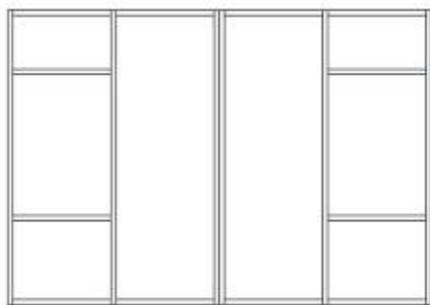
Profilquerschnitt

**Bild A 42** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 180 mm Alu-Montageposten, Sandfüllung

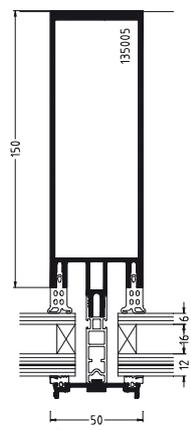


— Messung Y41  
- - - Messung Z113

$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 40 (-4;-5) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 46 (-3;-4) \text{ dB}$

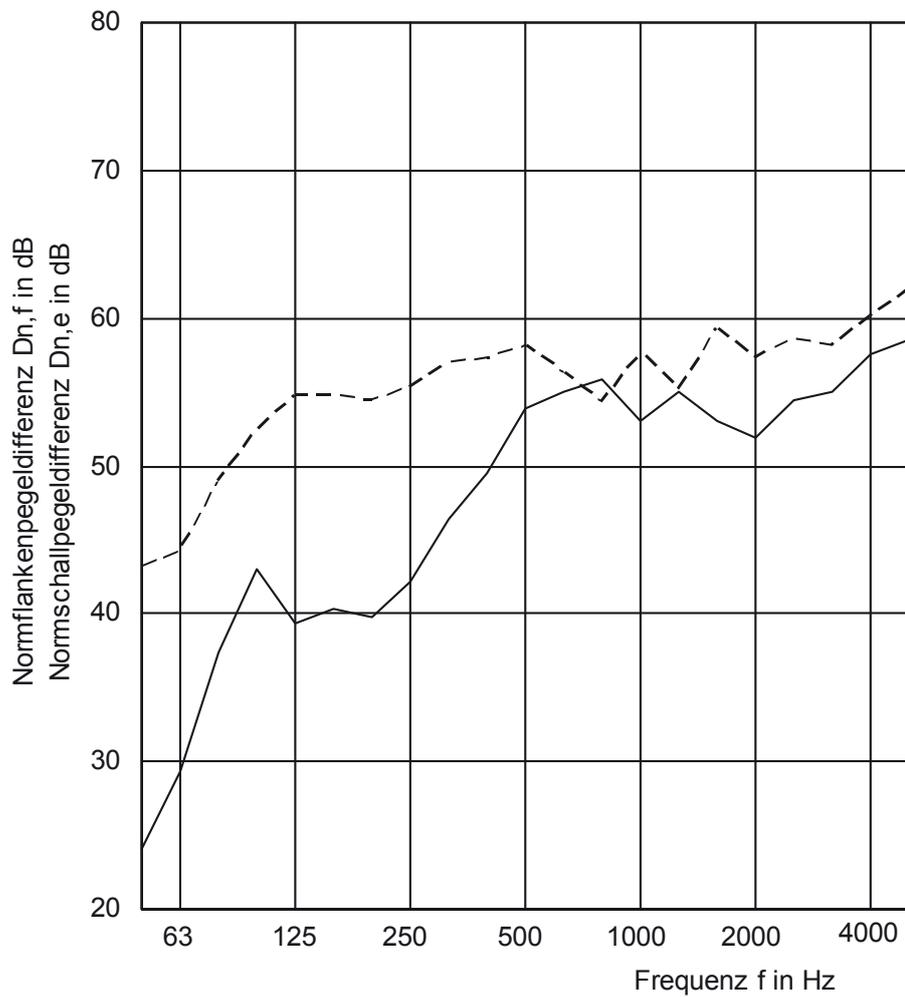


Aufbau (Glas innen 6 mm)



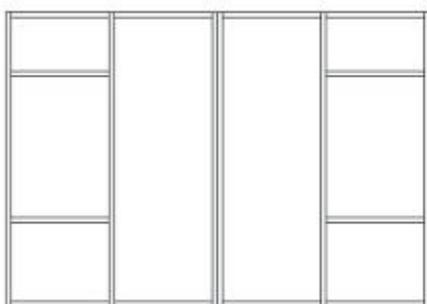
Profilquerschnitt

**Bild A 43** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Alupfosten, ohne Maßnahme

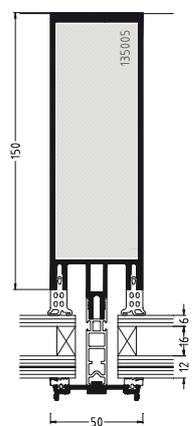


— Messung Y59  
 - - - Messung Z116

$D_{n,f,w} (C; C_{tr}) = 53 (-1; -4) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C; C_{tr}) = 57 (0; -1) \text{ dB}$

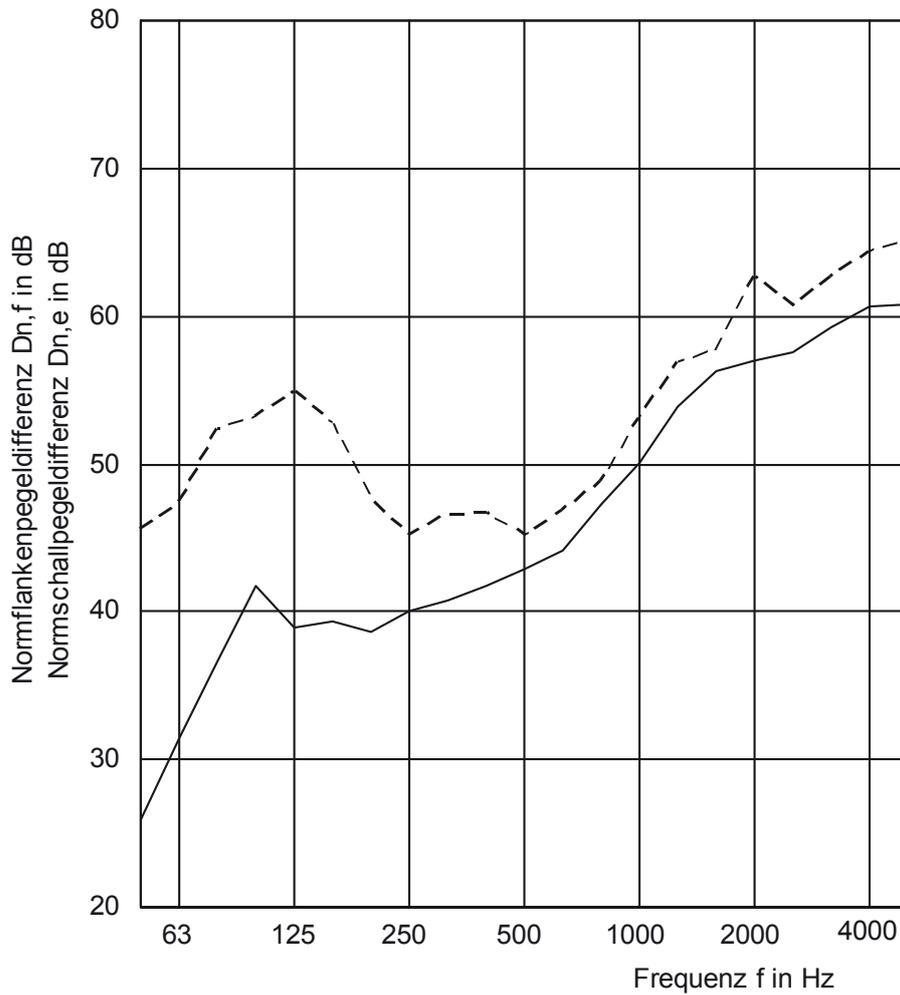


Aufbau (Glas innen 6 mm)



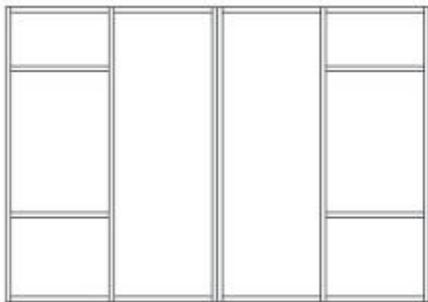
Profilquerschnitt

**Bild A 44** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Aluposten, Sandfüllung

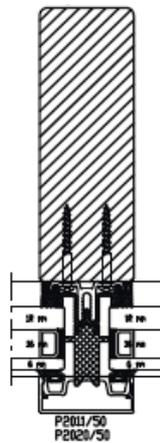


— Messung Y70  
- - - Messung Z120

$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 49 (-1;-3) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 52 (0;-2) \text{ dB}$

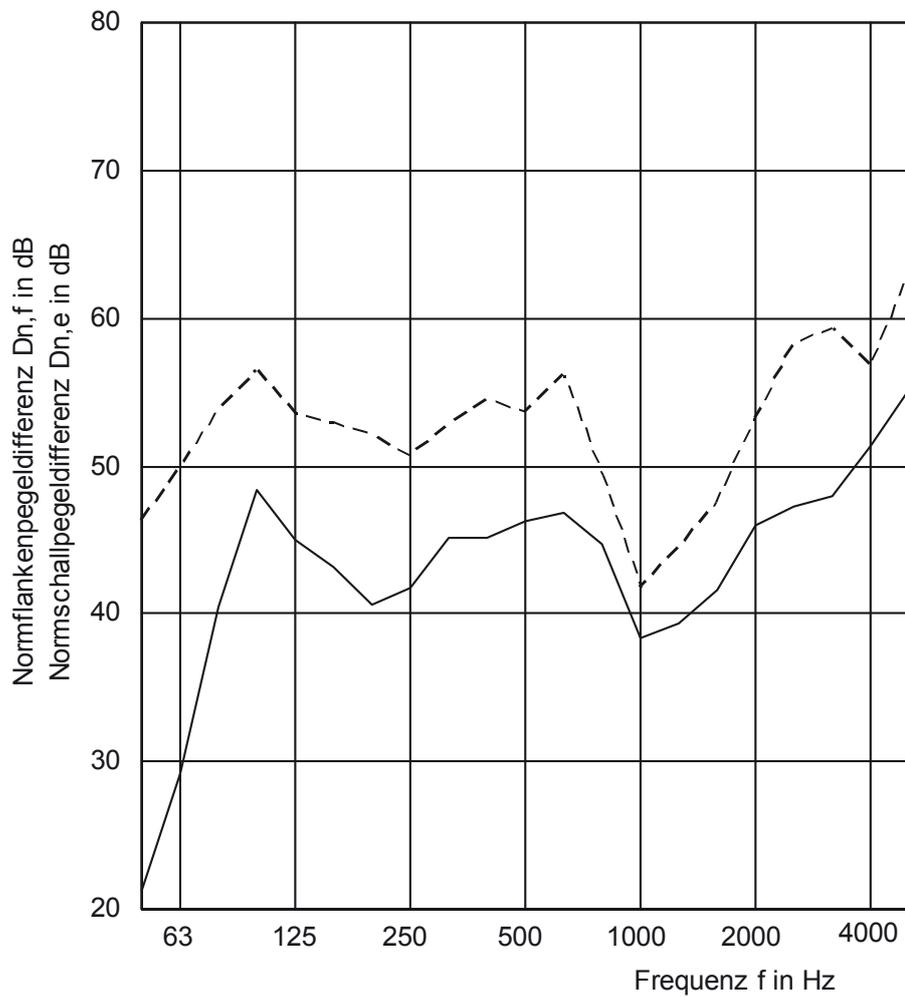


Aufbau (Glas innen 6 mm)



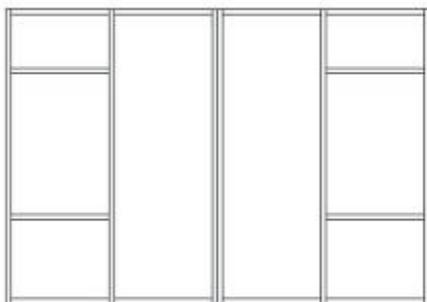
Profilquerschnitt

**Bild A 45** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Holz-Metallpfosten, ohne Maßnahme

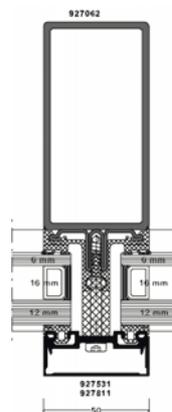


— Messung Y156  
 - - - Messung Z180

$D_{n,f,w} (C; C_{tr}) = 44 (-1; -2) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C; C_{tr}) = 50 (-2; -3) \text{ dB}$



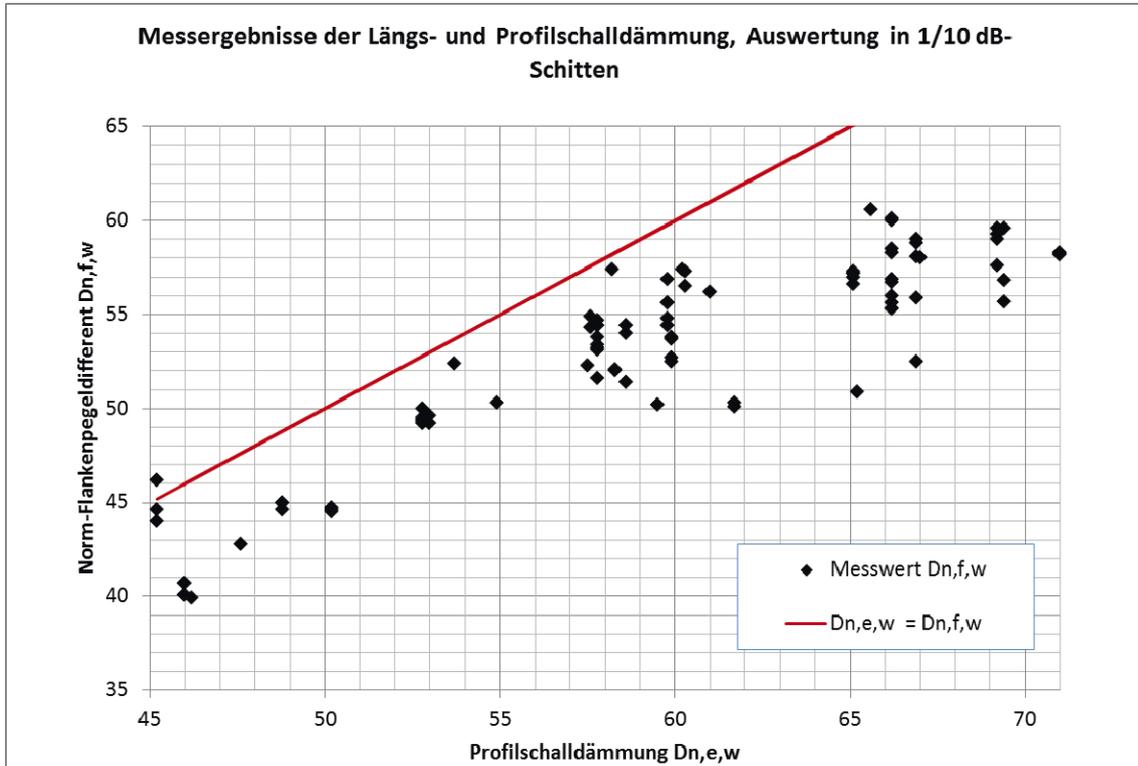
Aufbau (Glas innen 6 mm)



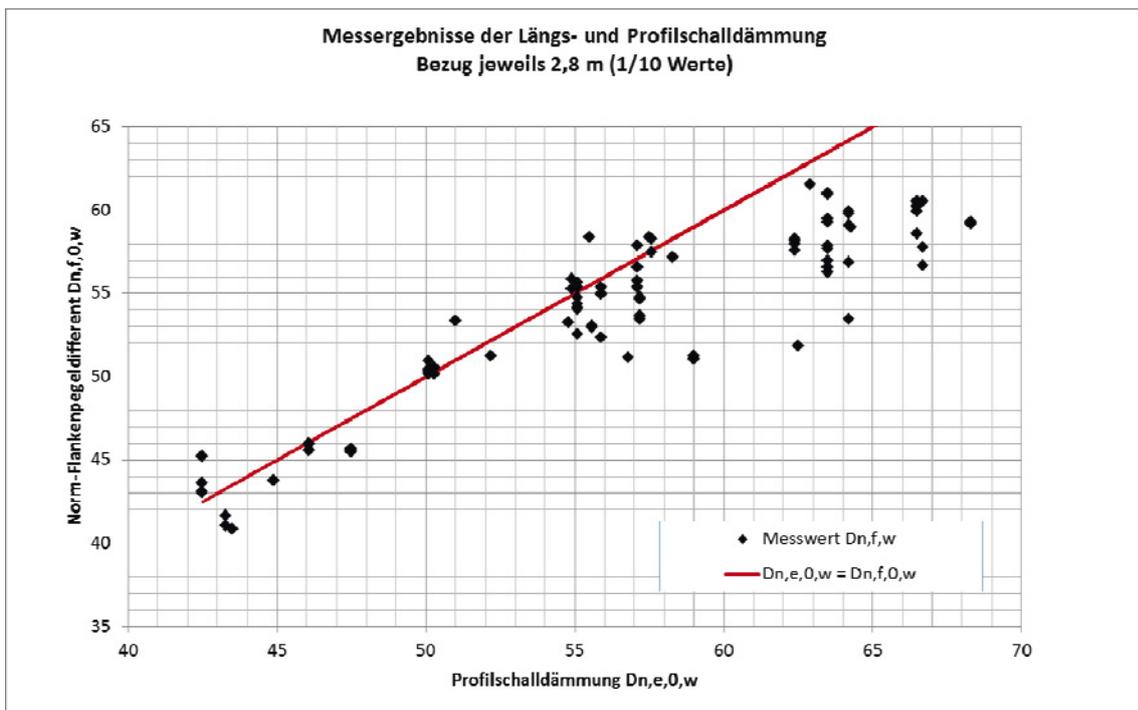
Profilquerschnitt

**Bild A 46** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Stahlpfosten, ohne Maßnahme

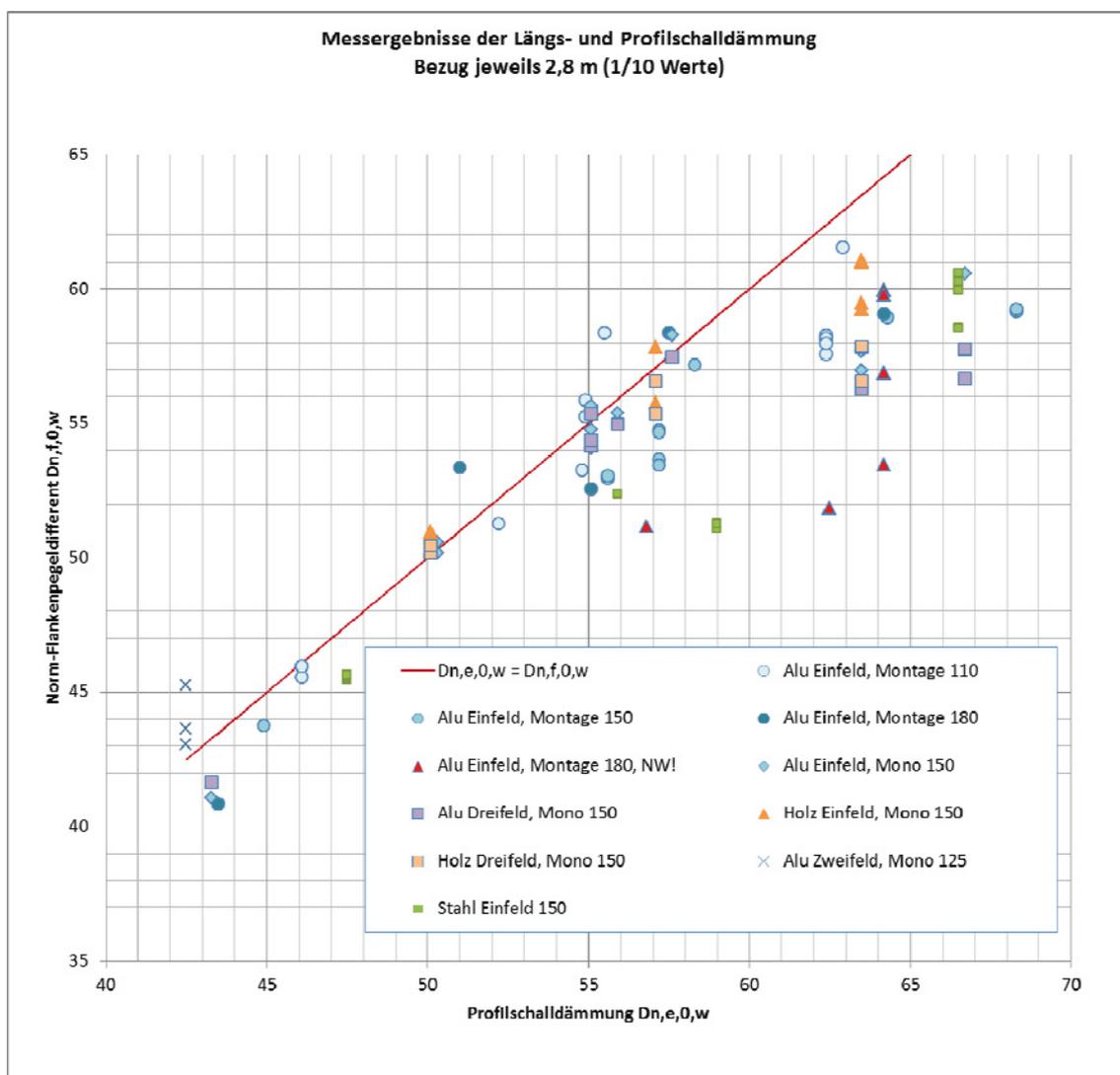
### 13.9 Analysen zur Pfosten-Riegel-Fassade, betreffend das Rechenverfahren zur horizontale Längsschalldämmung



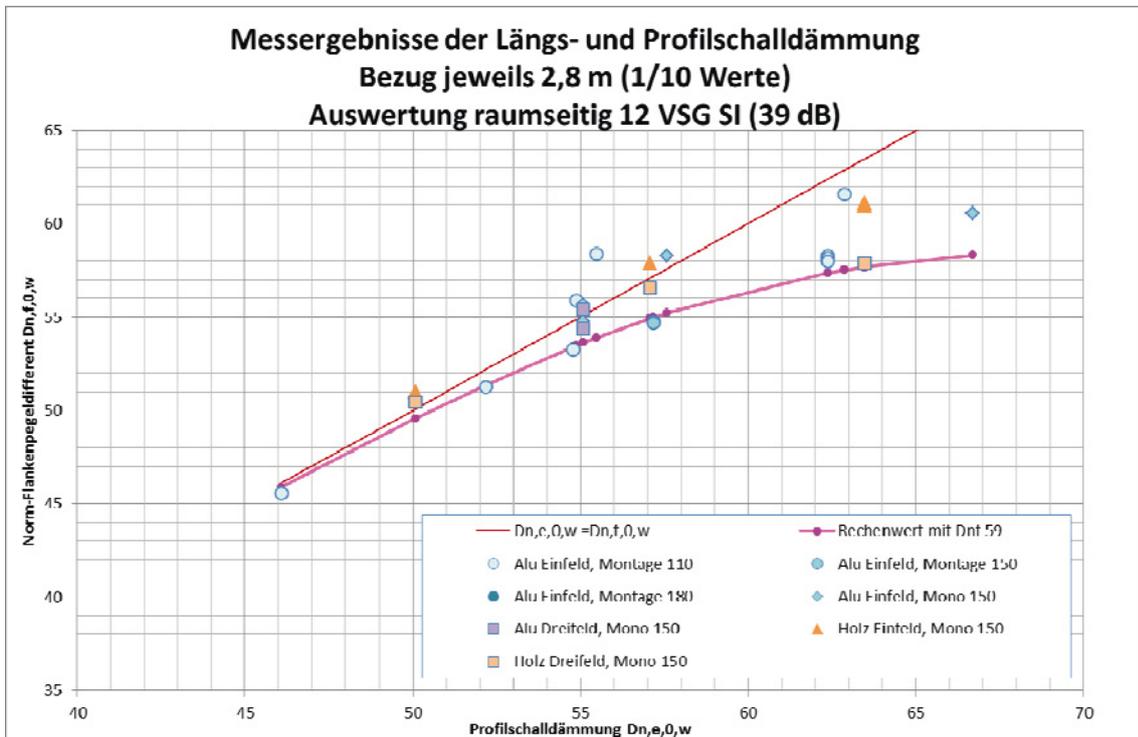
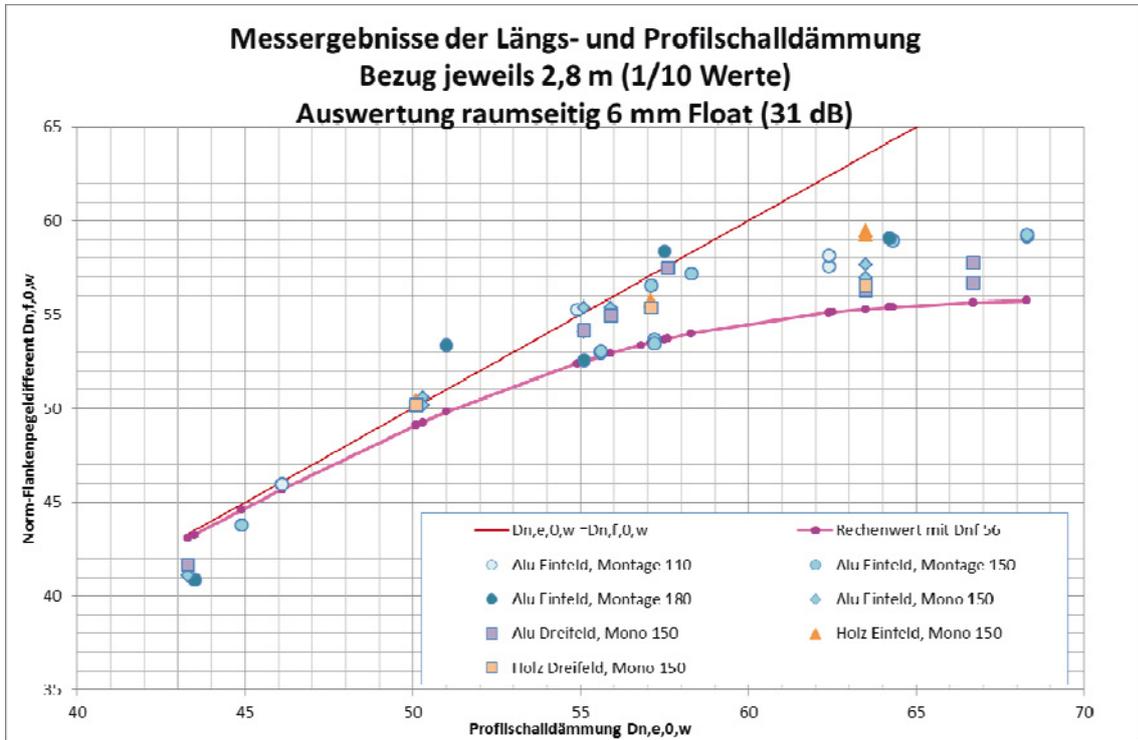
**Bild A 47** Zusammenhang zwischen Profilschalldämmung und horizontaler Längsschalldämmung, ohne Korrekturen



**Bild A 48** Zusammenhang zwischen Profilschalldämmung und horizontaler Längsschalldämmung, bezogen auf  $l_0 = 2,8$  m



**Bild A 49** Zusammenhang zwischen Profilschalldämmung und horizontaler Längsschalldämmung, bezogen auf  $l_0 = 2,8$  m, farblich unterschieden zwischen den einzelnen untersuchten Elementen nach Tabelle A 7



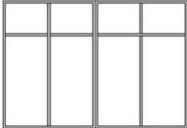
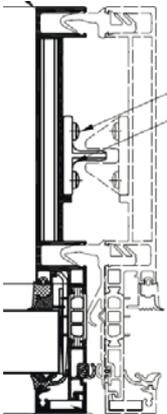
**Bild A 50** Zusammenhang zwischen Profilschalldämmung und horizontaler Längsschalldämmung, bezogen auf  $l_0 = 2,8$  m, gefiltert nach der raumseitigen Füllung 6 mm Float und 12 VSG





**Bild A 52** Ansicht der Elementfassade

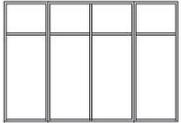
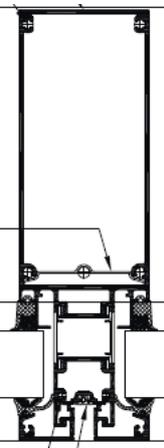
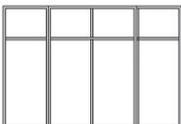
**Tabelle A 8** Ergebnis der Messungen der horizontalen Längsschalldämmung von Elementfassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6, Anschluss am Elementstoß

Messung Nr.	Glas Raumseitig	Aufteilung der Fassade (Ansicht)	Profil	Elementstoßfuge	Maßnahme am Pfosten	$D_{n,f,w}$ ( $C; C_{tr}$ ) dB	$D_{n,f,10,w}$ ( $C; C_{tr}$ ) dB			
123	12 VSG	Anschluss an Elementstoß 		Offen	5 mm Stahl (in beiden Profilen)	57 (-1;-4)	57 (-1;-4)			
124 (WDH)						58 (-1;-4)	58 (-1;-4)			
125				6 Float	Abgedichtet	5 mm Stahl+VS*	58 (-1;-4)	58 (-1;-4)		
126							58 (-2;-6)	58 (-2;-6)		
127							59 (-1;-5)	60 (-2;-6)		
128							59 (-1;-5)	60 (-2;-6)		
129							Abgedichtet, S_HK	5 mm Stahl+VS+GF	63 (-2;-7)	63 (-1;-6)
130							Abgedichtet S_HK+Dist.	5 mm Stahl+VS+GF	63 (-2;-7)	63 (-2;-7)
131								5 mm Stahl+VS+GF+MF	63 (-3;-8)	63 (-3;-8)
132								5 mm Stahl+VS+GF+MF	62 (-1;-5)	62 (-1;-5)
133	5 mm Stahl+MF	60 (-1;-5)	60 (-1;-5)							
134	12 VSG	Offen+S_HK+Dist.	5 mm Stahl+MF	60 (-1;-5)	60, (-1;-5)					
135				Offen	Keine, MF	46 ( 0;-3)	47 (-1;-3)			
136						46 ( 0;-3)	47 (-1;-3)			
137				Offen+Dist.	Sand, MF	54 (-2;-6)	54 (-2;-5)			
138						53 (-1;-4)	53 (-1;-4)			
139						53 (-1;-4)	54 (-2;-5)			
140	Offen+S_HK+Dist.	Sand+EÖ+MF	54 (-1;-5)			55 (-2;-5)				

VS Vorsatzschale beidseitig vor dem Profil  
 GF Glasanschlussfuge abgedichtet beidseitig  
 MF Mineralfaser oben auf Fassade  
 EÖ Einfüllöffnung für Sand abgedichtet

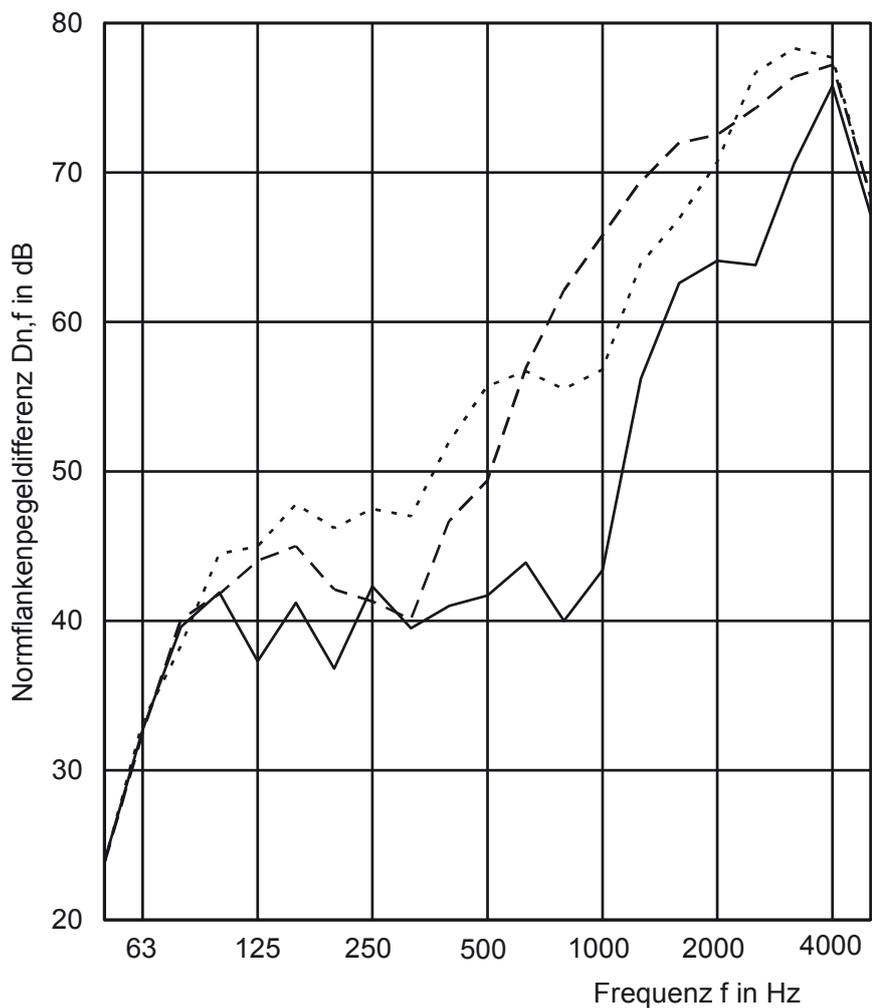
VS\* Vorsatzschale mit Schallbrücke  
 S\_HK Silikonschott in Hohlkammer  
 Dist Fassaden 5 mm auseinandergezogen

**Tabelle A 9** Ergebnis der Messungen der horizontalen Längsschalldämmung von Elementfassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6, Anschluss in Elementmitte

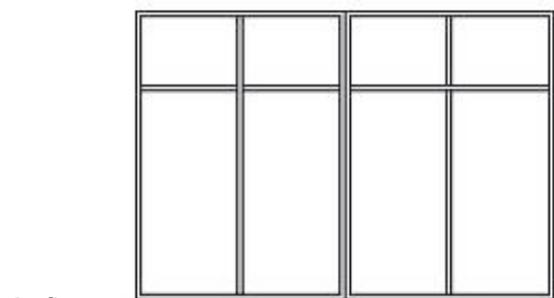
Messung Nr.	Glas Raumseitig	Aufteilung der Fassade (Ansicht)	Profil	Maßnahme an Element-rahmen, Riegel	Maßnahme am Pfosten	$D_{n,f,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB	$D_{n,f,10,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB	
141	6 mm Float	Anschluss in Elementmitte, Mittelpfosten zwischen den Elementrahmen durchlaufend 	Mittelpfosten 	Keine	Keine	38 (-3;-4)	38 (-3;-4)	
142					VS+GF	52 (-3;-6)	52 (-3;-6)	
143					Sand+VS+GF	52 (-3;-6)	52 (-3;-5)	
144					Sand	49 (-2;-4)	50 (-2;-5)	
145						SF	50 (-1;-3)	51 (-1;-4)
146		Anschluss in Elementmitte, Mittelpfosten getrennt, durchlaufender Riegel 	Profiltiefe 150 mm 	Keine	Keine	37 (-3;-4)	37 (-3;-4)	
147					VS+GF	43 (-1;-3)	44 (-2;-4)	
148						VS auf R	52 (-4;-7)	52 (-4;-6)
149						VS auf R+E, unten	53 (-3;-6)	54 (-4;-6)
150						VS auf R+E, unten+oben	58 (-2;-7)	58 (-2;-7)
151						VS auf R+E unten+oben, S_R	58 (-2;-7)	58 (-2;-7)
152						VS auf R+E unten+oben, S_R, S_HK	59 (-3;-8)	59 (-2;-8)
153						VS auf R, S_R, S_HK	57 (-2;-7)	57 (-2;-6)
154						S_R, S_HK	46 (-3;-5)	46 (-3;-4)

VS Vorsatzschale beidseitig vor dem Profil  
 SF Schwerfolie 5 mm aufgeklebt  
 R Riegel  
 S\_R Silikonschott im Rahmen

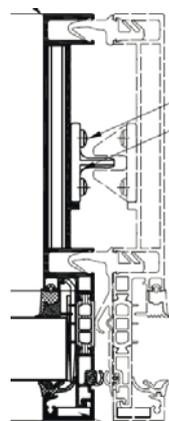
GF Glasanschlussfuge abgedichtet  
 E Elementrahmen  
 S\_HK Silikonschott in Hohlkammer



- |       |                            |                                                |
|-------|----------------------------|------------------------------------------------|
| —     | Messung 135 ohne Maßnahme  | $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 46 (0;-3) \text{ dB}$  |
| - - - | Messung 140 mit Sand       | $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 54 (-1;-5) \text{ dB}$ |
| ..... | Messung 124 mit 5 mm Stahl | $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 58 (-1;-4) \text{ dB}$ |

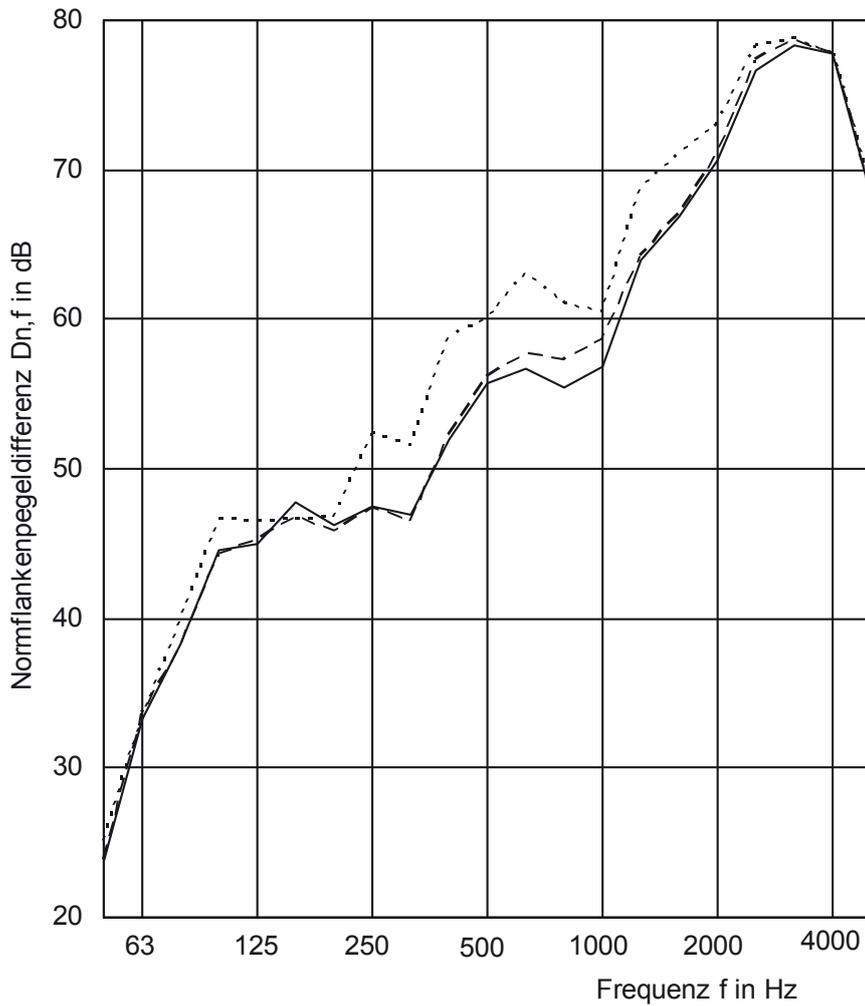


Aufbau:

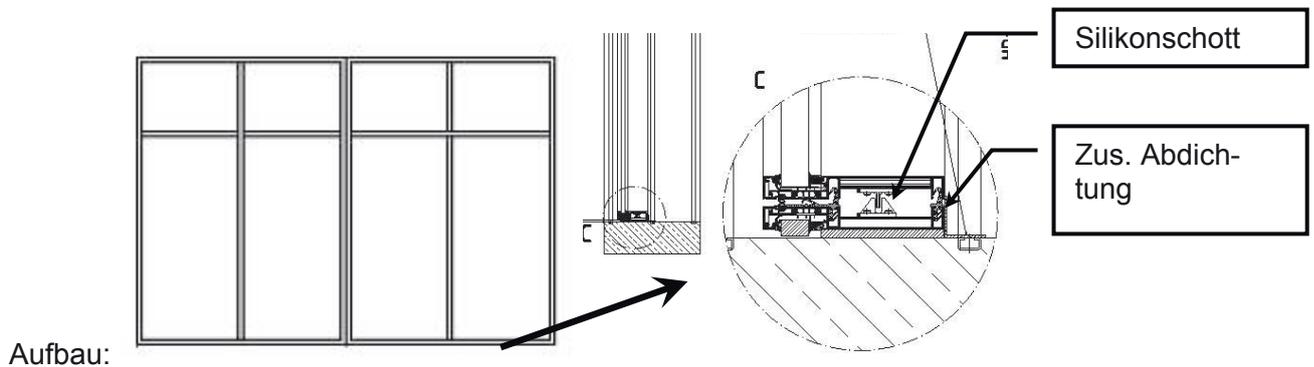


Profil

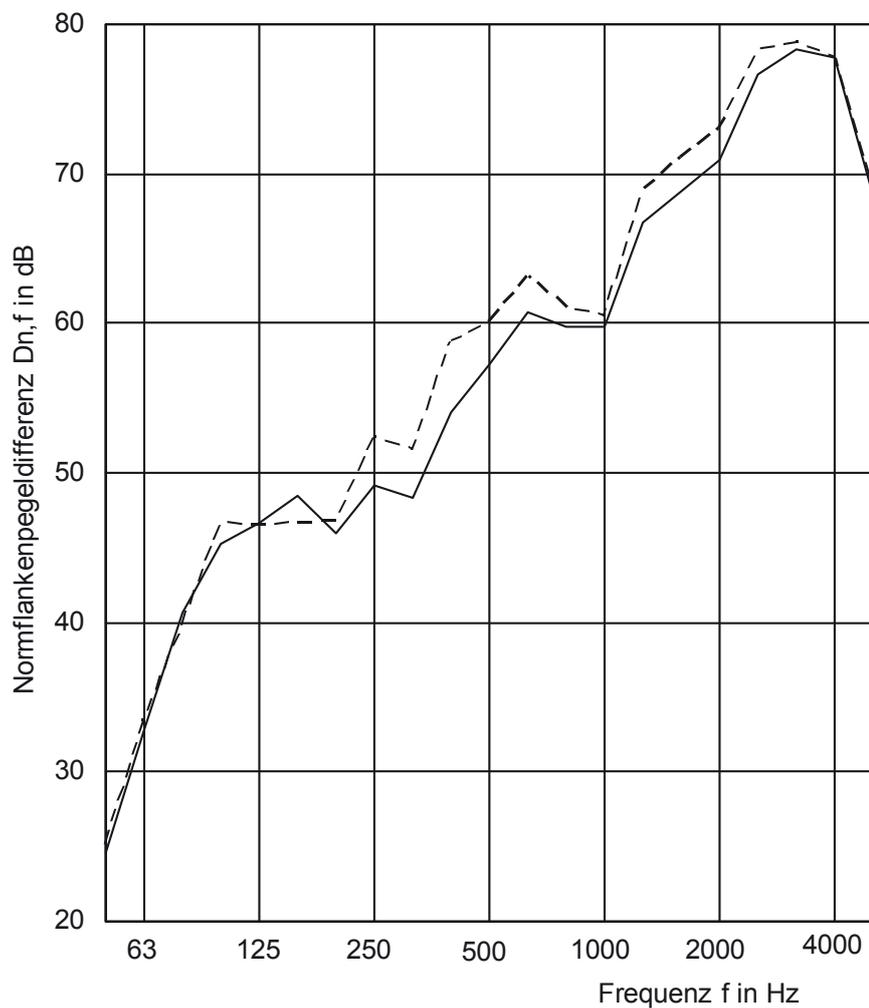
**Bild A 53** Verbesserungsmaßnahmen am Elementrahmen der Elementfassade



- Messung 124 (mit 5 mm Stahl)  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 58 (-1;-4) \text{ dB}$
- - - Messung 125, Fuge abgedichtet  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 58 (-1;-4) \text{ dB}$
- ..... Messung 132, Silikonschott  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 62 (-1;-5) \text{ dB}$



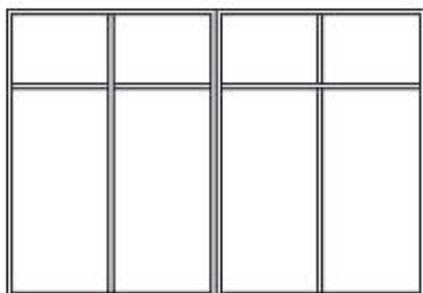
**Bild A 54** Verbesserungsmaßnahmen an der Elementstoßfuge



— Messung 133: 6 mm Float  
 - - - Messung 132: 12 VSG

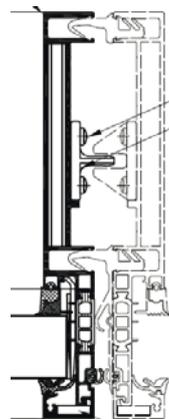
$D_{n,f,w} (C; C_{tr}) = 60 (-1; -5) \text{ dB}$

$D_{n,f,w} (C; C_{tr}) = 62 (-1; -5) \text{ dB}$



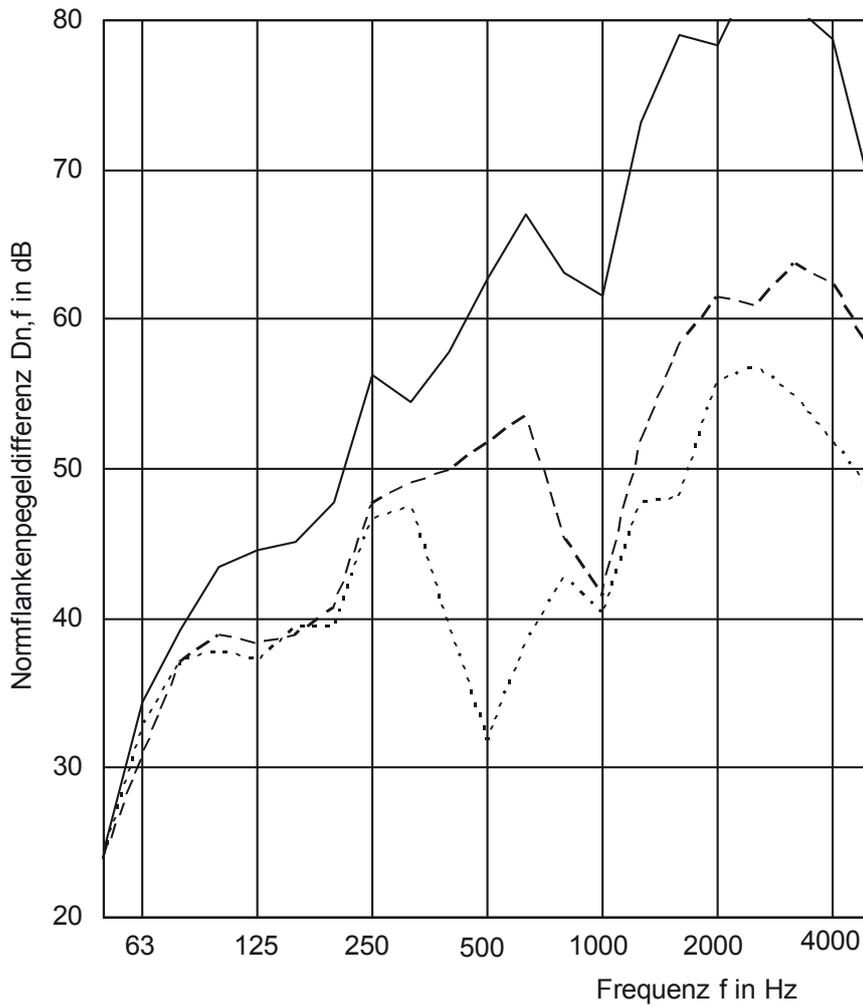
Aufbau:

(Profil mit Stahlfüllung, Elementstoßfuge abgedichtet und mit Silikonschott)

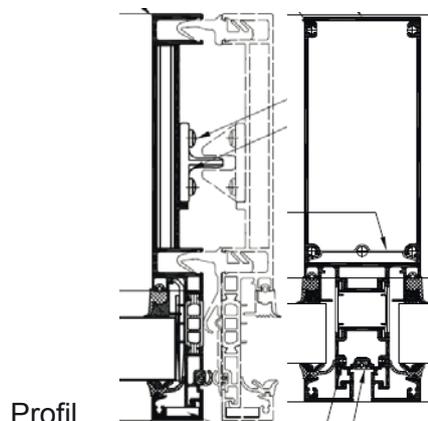
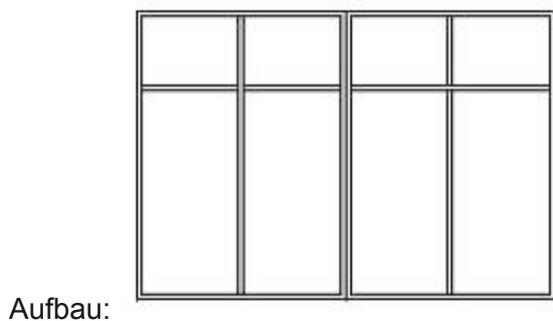


Profil

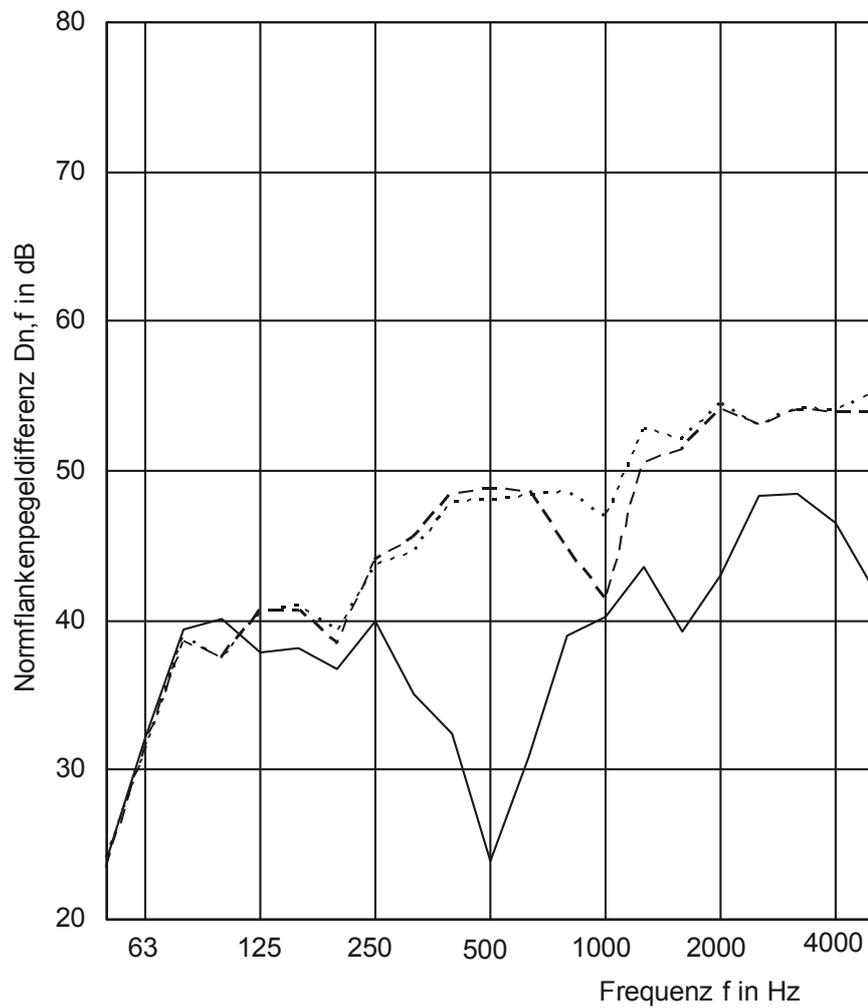
**Bild A 55** Einfluss der raumseitigen Glasfüllung auf die Elementfassade



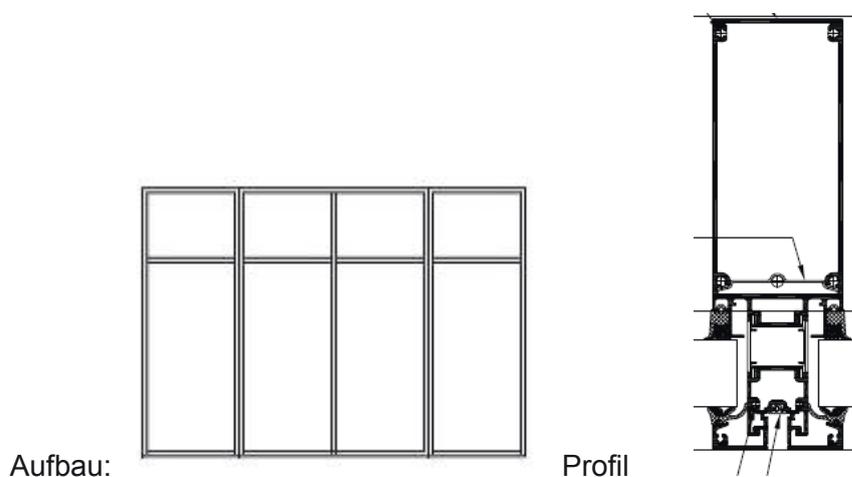
- Messung 129, Elementstoß  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 63 (-2;-7) \text{ dB}$
- - - Messung 142, Elementrahmen durchl.  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 52 (-3;-6) \text{ dB}$
- ..... Messung 147, Elementrahmen und Riegel durchlaufend  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 43 (-1;-3) \text{ dB}$



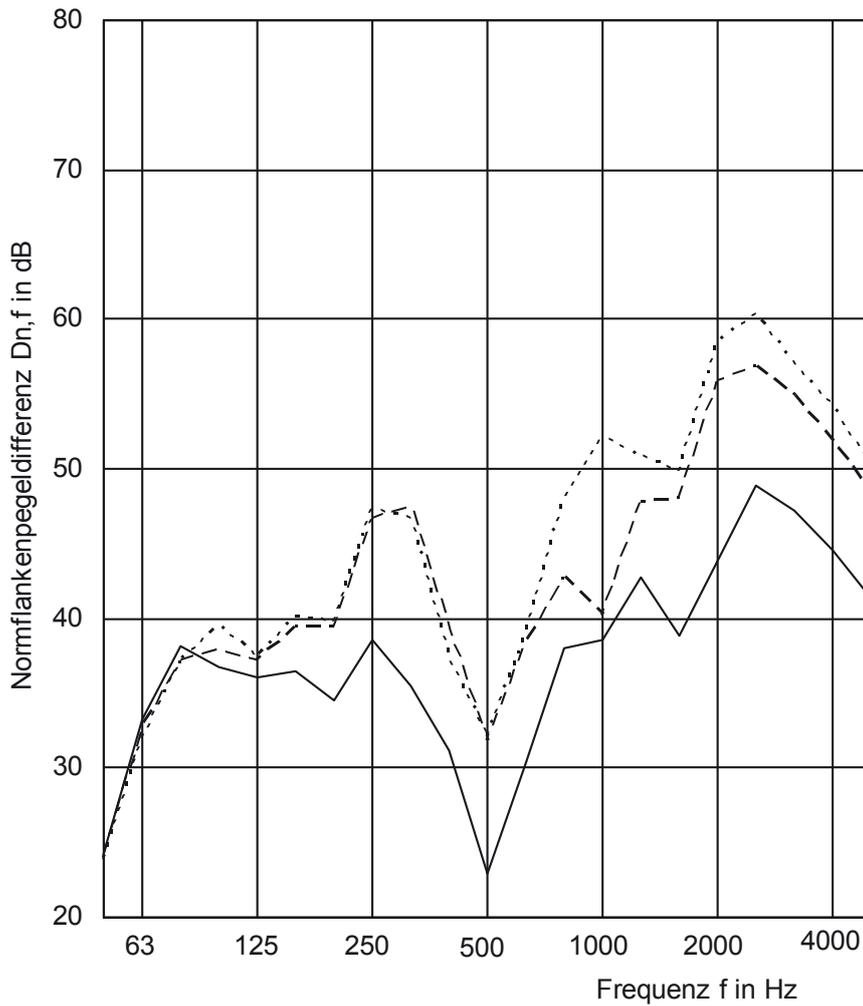
**Bild A 56** Einfluss von durchlaufenden Konstruktionen auf die Längsschalldämmung der Elementfassade, Pfosten mit Vorsatzschalen abgedeckt



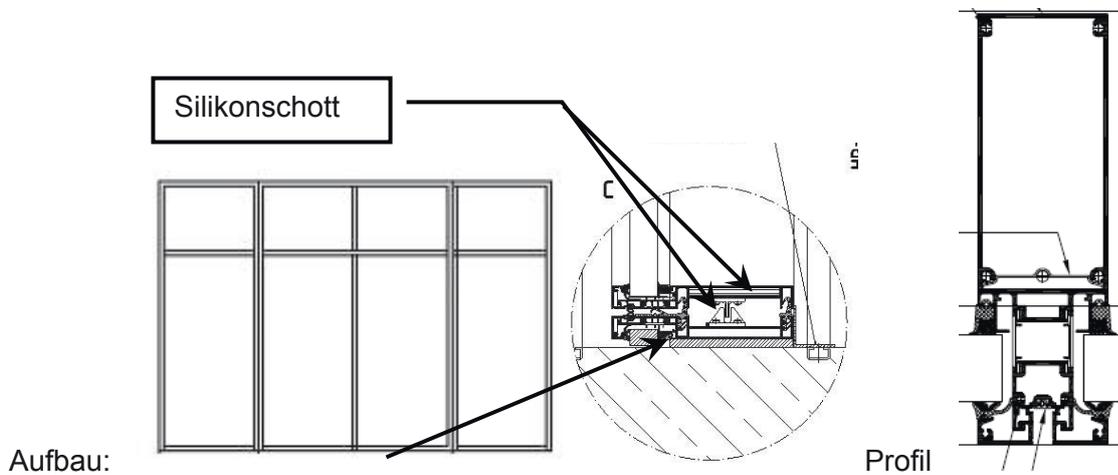
—	Messung 141 ohne Maßnahme	$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 38 (-3;-4) \text{ dB}$
- - -	Messung 144 mit Sand	$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 49 (-2;-4) \text{ dB}$
.....	Messung 145 Sand, SF auf Riegel	$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 50 (-1;-3) \text{ dB}$



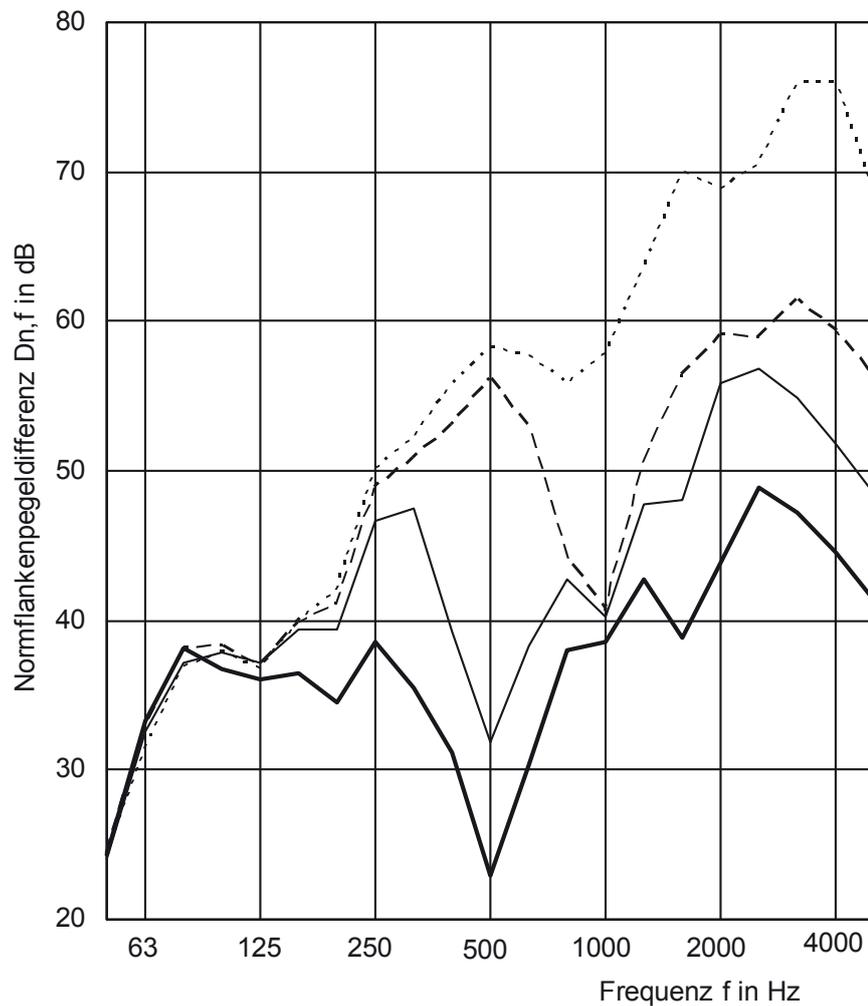
**Bild A 57** Verbesserungsmaßnahmen am Mittelposten der Elementfassade, Riegel durch Pfosten getrennt



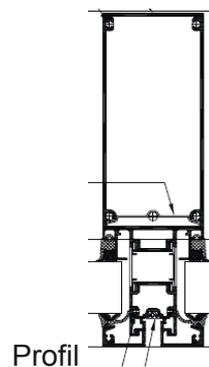
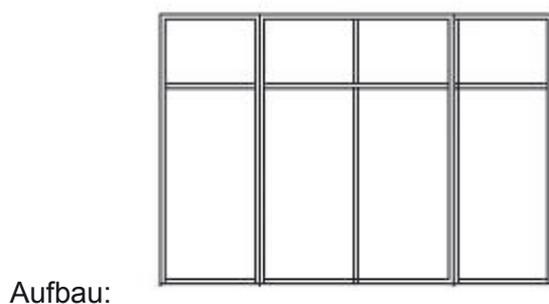
- Messung 146 ohne Maßnahme  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 37 (-3;-4) \text{ dB}$
- - - Messung 147 mit Vorsatzschale  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 43 (-1;-3) \text{ dB}$
- ..... Messung 154 mit Vorsatzschale, Silikonschott in Rahmen und in der Elementstoßfuge  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 46 (-3;-5) \text{ dB}$



**Bild A 58** Verbesserungsmaßnahmen am Mittelposten der Elementfassade, Riegel durchlaufend

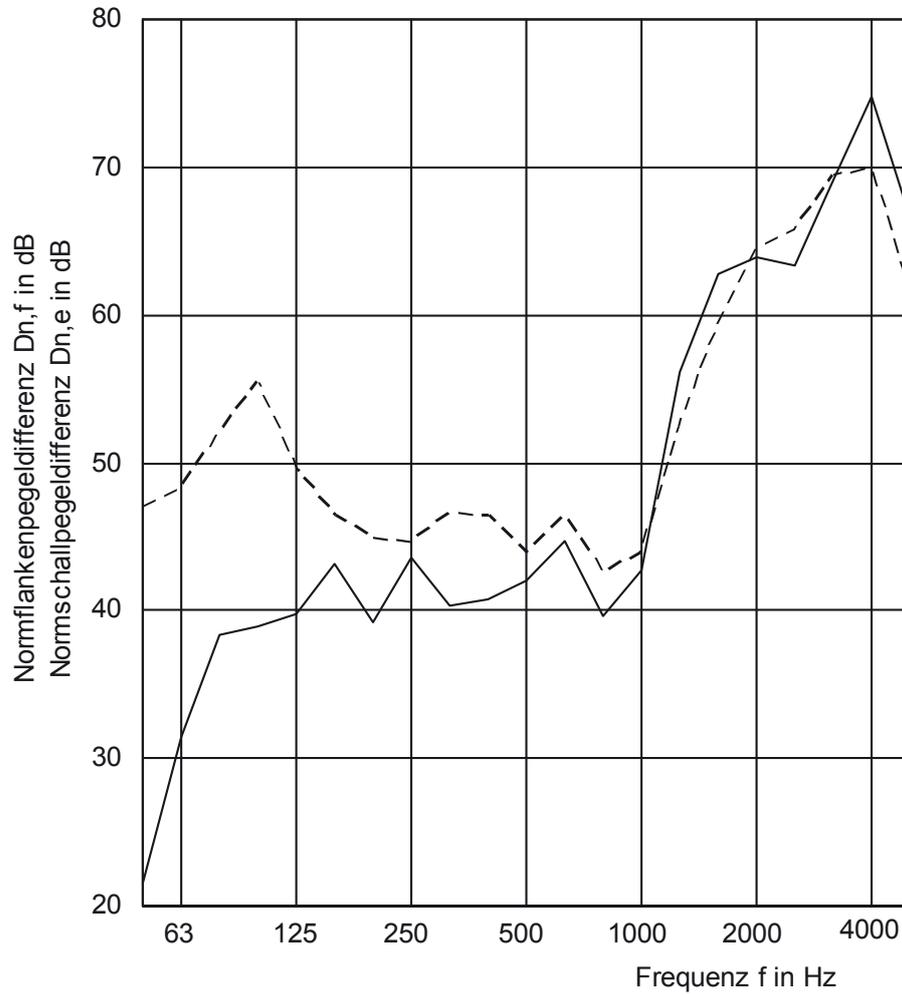


- Messung 146 ohne Maßnahme  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 37 (-3;-4)$  dB  
 ————— Messung 147, Mittelpfosten abgedeckt mit Vorsatzschale  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 43 (-1;-3)$  dB  
 - - - - - Messung 148, zusätzlich Vorsatzschale auf Riegel  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 52 (-4;-7)$  dB  
 ..... Messung 150, zusätzlich Vorsatzschale auf Elementrahmen,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 58 (-2;-7)$  dB



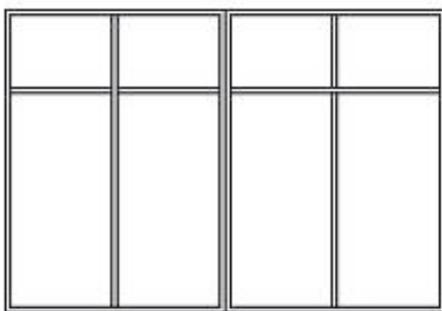
**Bild A 59** Abschottungsmaßnahmen am Mittelpfosten der Elementfassade, Riegel durchlaufend

### 13.11 Profilschalldämmung und Längsschalldämmung horizontal, Elementfassade

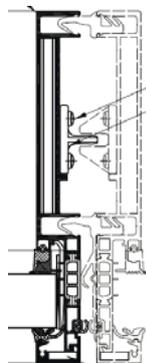


— Messung 136  
 - - - Messung Z201

$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 46 (0;-3) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 49 (-1;-3) \text{ dB}$

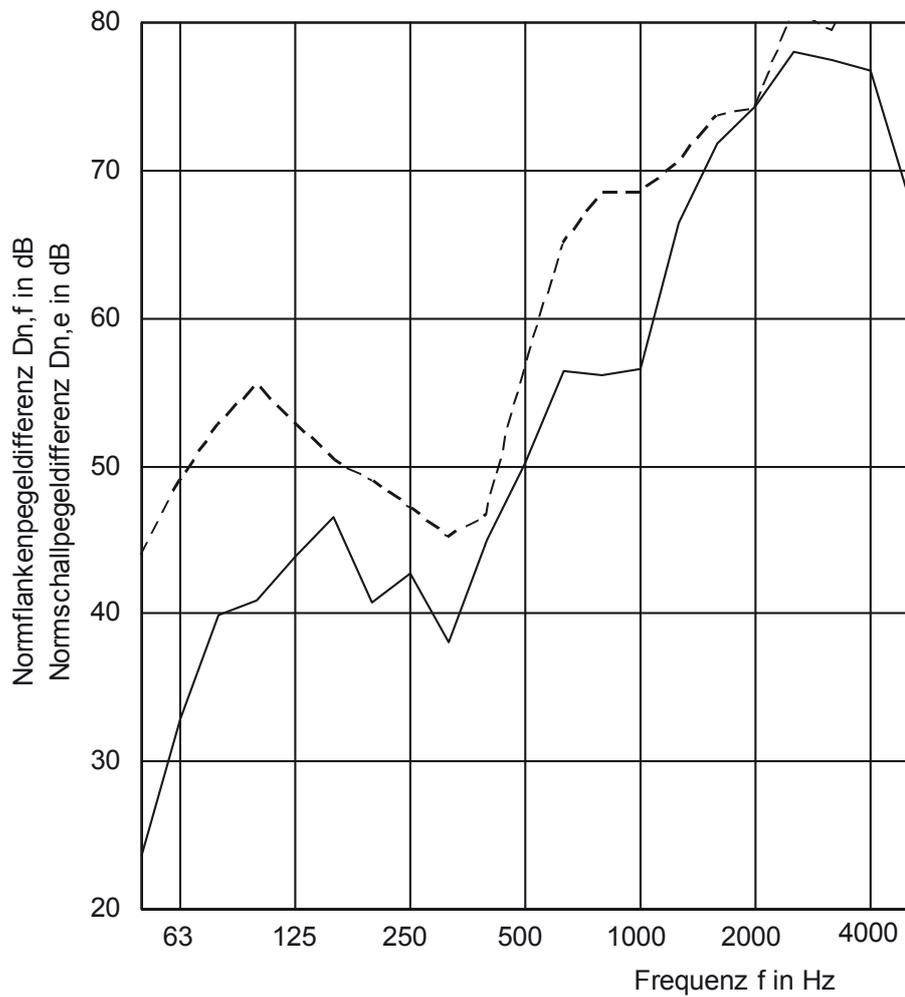


Aufbau (Glas innen 6 mm Float)



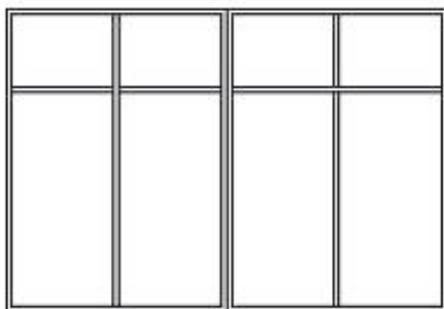
Profilquerschnitt

**Bild A 60** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Elementstoß, ohne Maßnahme

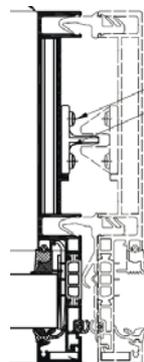


— Messung 137  
 - - - Messung Z203

$D_{n,f,w} (C; C_{tr}) = 54 (-2; -6) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C; C_{tr}) = 59 (-2; -5) \text{ dB}$

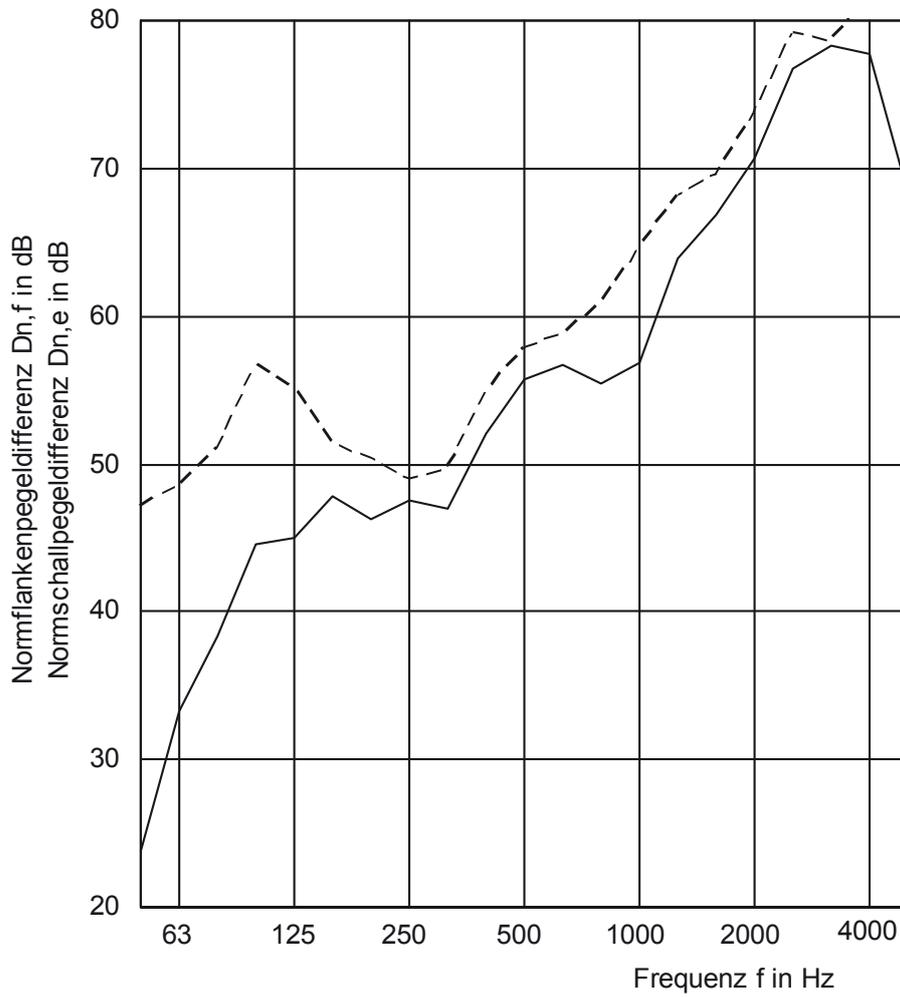


Aufbau (Glas innen 6 mm Float)



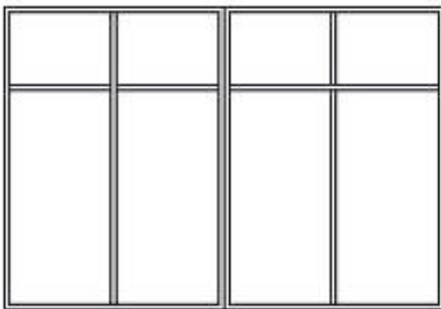
Profilquerschnitt

**Bild A 61** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Elementstoß, Sandfüllung

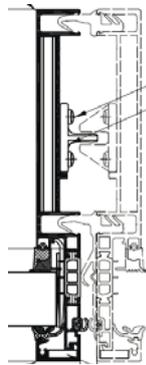


— Messung 124  
- - - Messung Z195

$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 58 (-1;-4) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 61 (-1;-4) \text{ dB}$

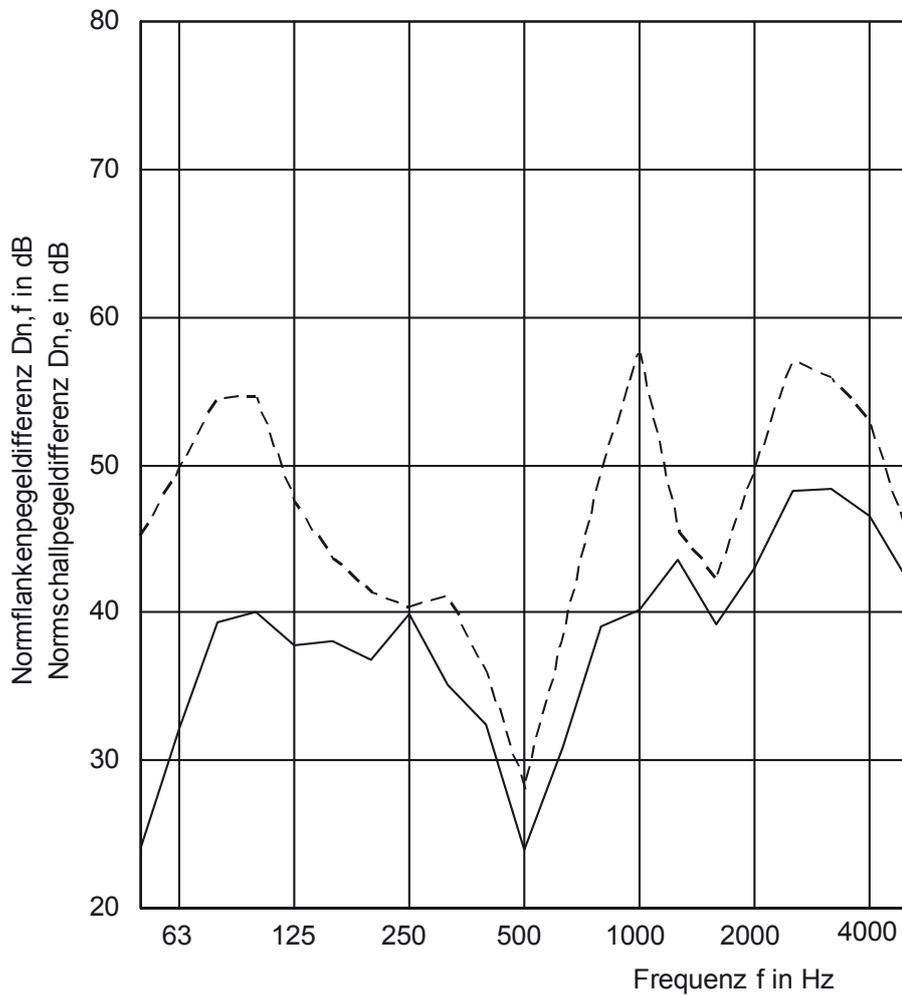


Aufbau (Glas innen 12 VSG)



Profilquerschnitt

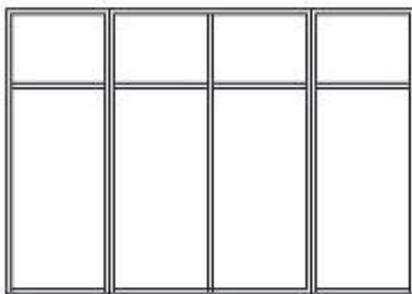
**Bild A 62** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Elementstoß, Profile mit Stahlfüllung



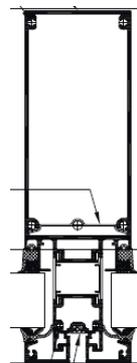
— Messung 141  
 - - - - - Messung Z191

$D_{n,f,w} (C; C_{tr}) = 38 (-3; -4) \text{ dB}$

$D_{n,e,w} (C; C_{tr}) = 42 (-3; -4) \text{ dB}$

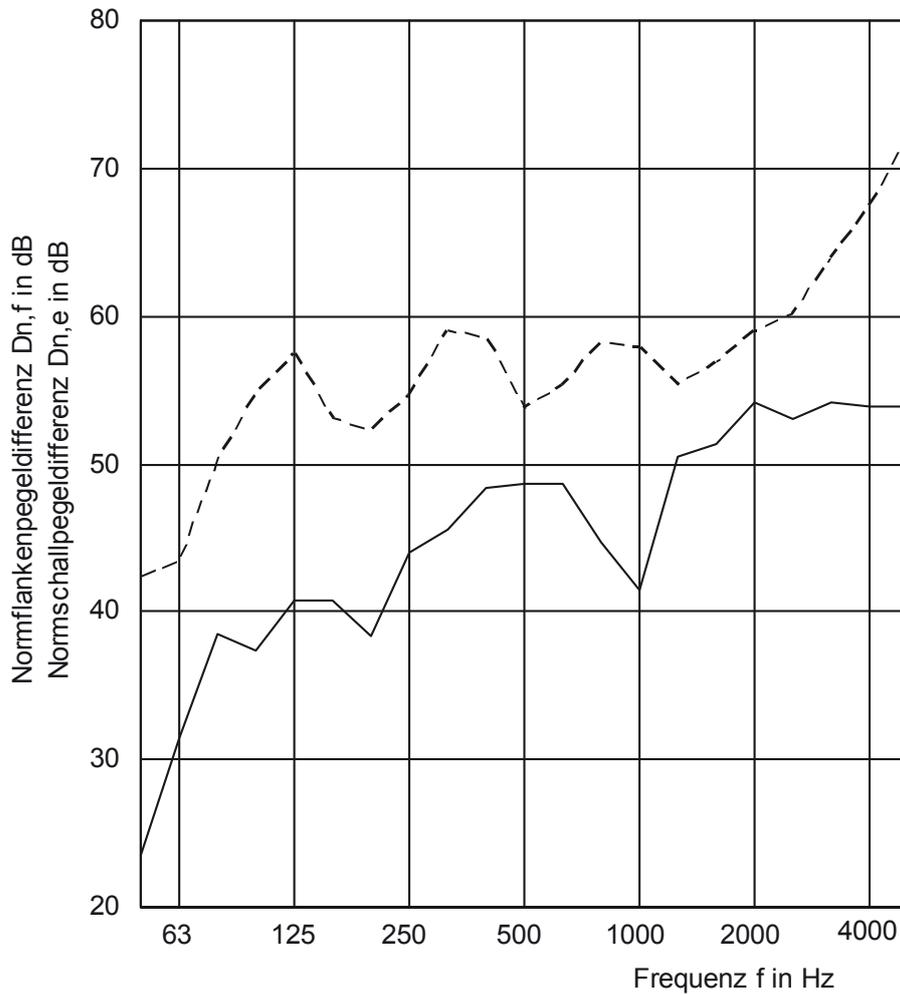


Aufbau (Glas innen 6 mm)



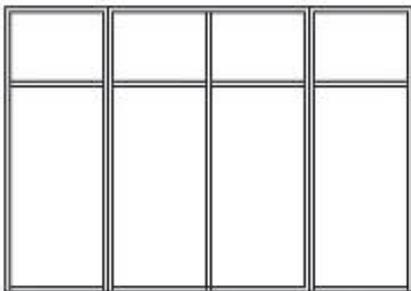
Profilquerschnitt

**Bild A 63** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Mittelposten der Elementfassade, Riegel getrennt, ohne Maßnahme

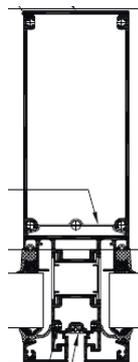


————— Messung 144  
 - - - - - Messung Z194

$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 49 (-2;-4) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 58 (-1;-1) \text{ dB}$

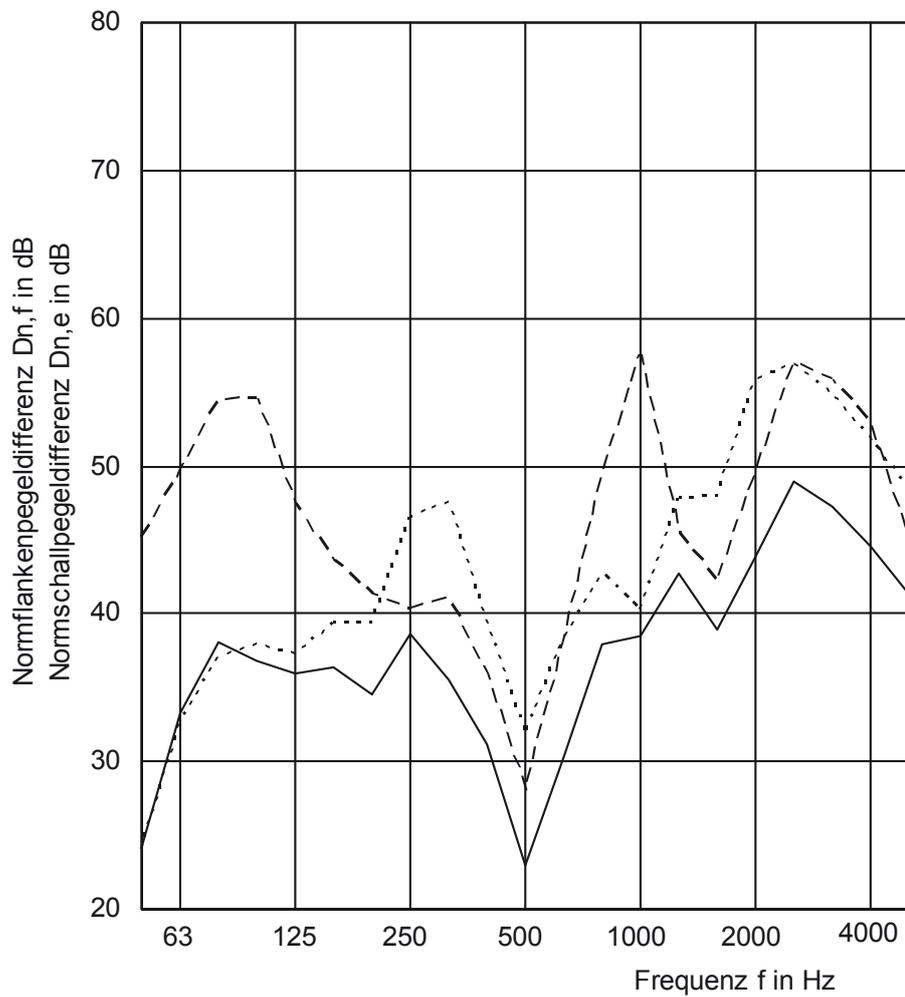


Aufbau (Glas innen 6 mm)

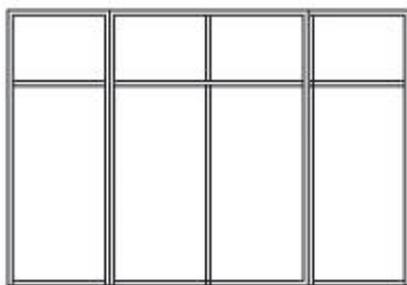


Profilquerschnitt

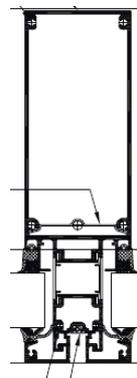
**Bild A 64** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Mittelposten der Elementfassade, Riegel getrennt, Sandfüllung



—	Messung 146 (Pfosten frei)	$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 37 (-3;-4) \text{ dB}$
.....	Messung 147 (Pfosten abgedeckt)	$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 43 (-1;-3) \text{ dB}$
- - - - -	Messung Z191	$D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 42 (-3;-4) \text{ dB}$

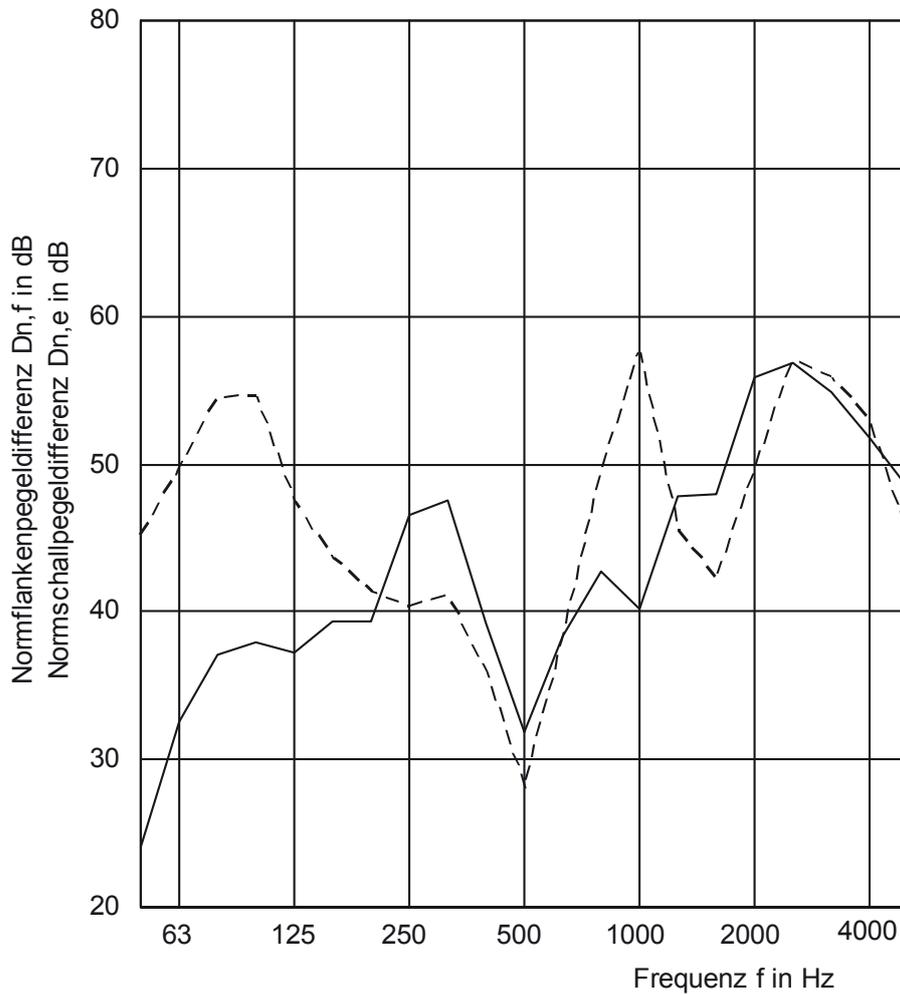


Aufbau (Glas innen 6 mm)



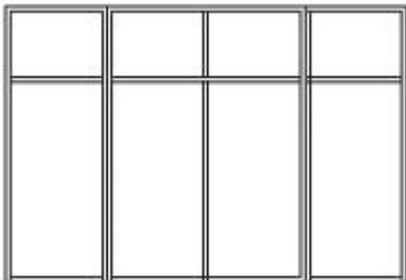
Riegel-Profilquerschnitt

**Bild A 65** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Mittelpfosten der Elementfassade, durchlaufender Riegel, ohne Maßnahme

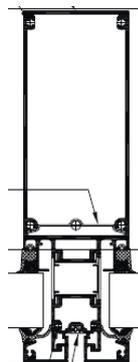


— Messung 147  
- - - Messung Z191

$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 43 (-1;-3) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 42 (-3;-4) \text{ dB}$

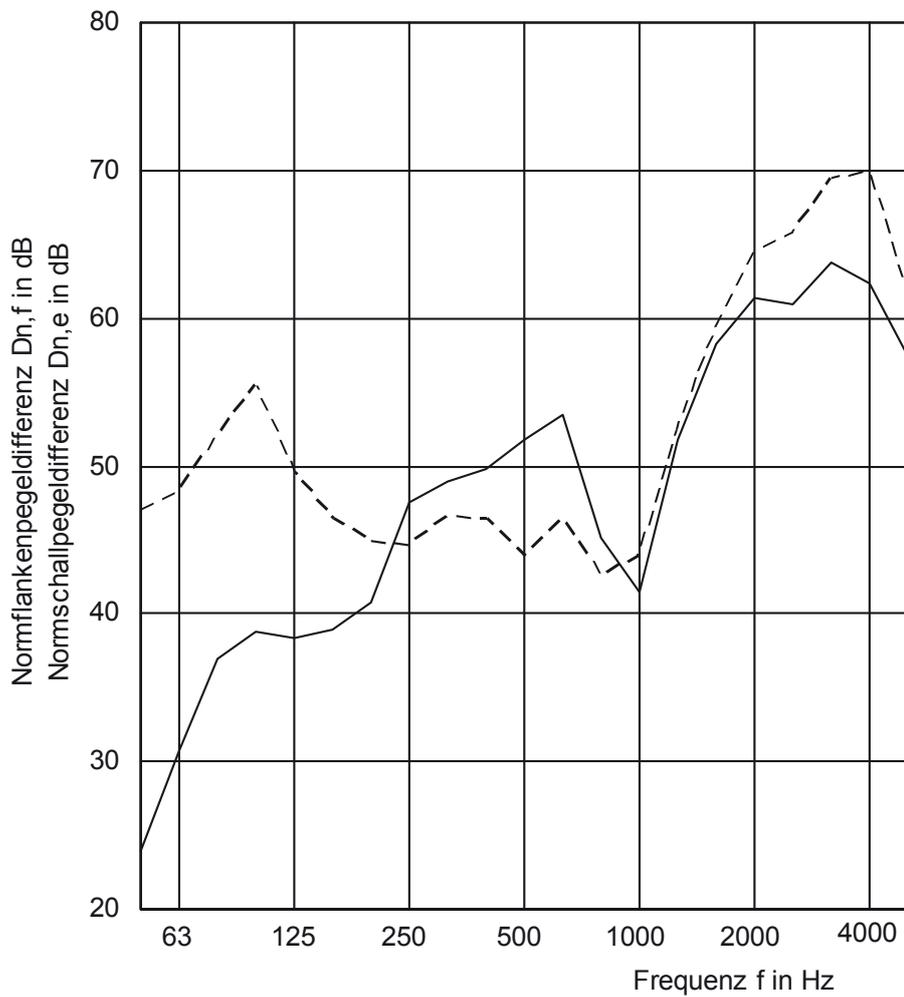


Aufbau (Glas innen 6 mm)



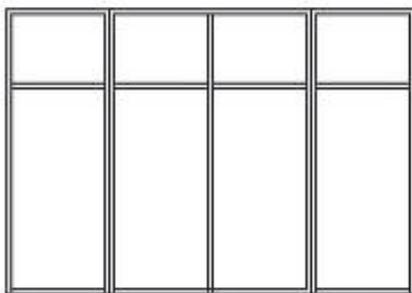
Profilquerschnitt

**Bild A 66** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Mittelpfosten der Elementfassade, durchlaufender Riegel, Mittelpfosten abgedeckt

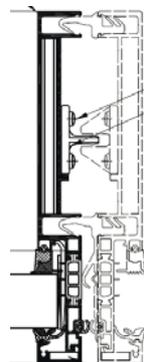


— Messung 142  
 - - - Messung Z201

$D_{n,f,w} (C; C_{tr}) = 52 (-3; -6) \text{ dB}$   
 $D_{n,e,w} (C; C_{tr}) = 49 (-1; -3) \text{ dB}$



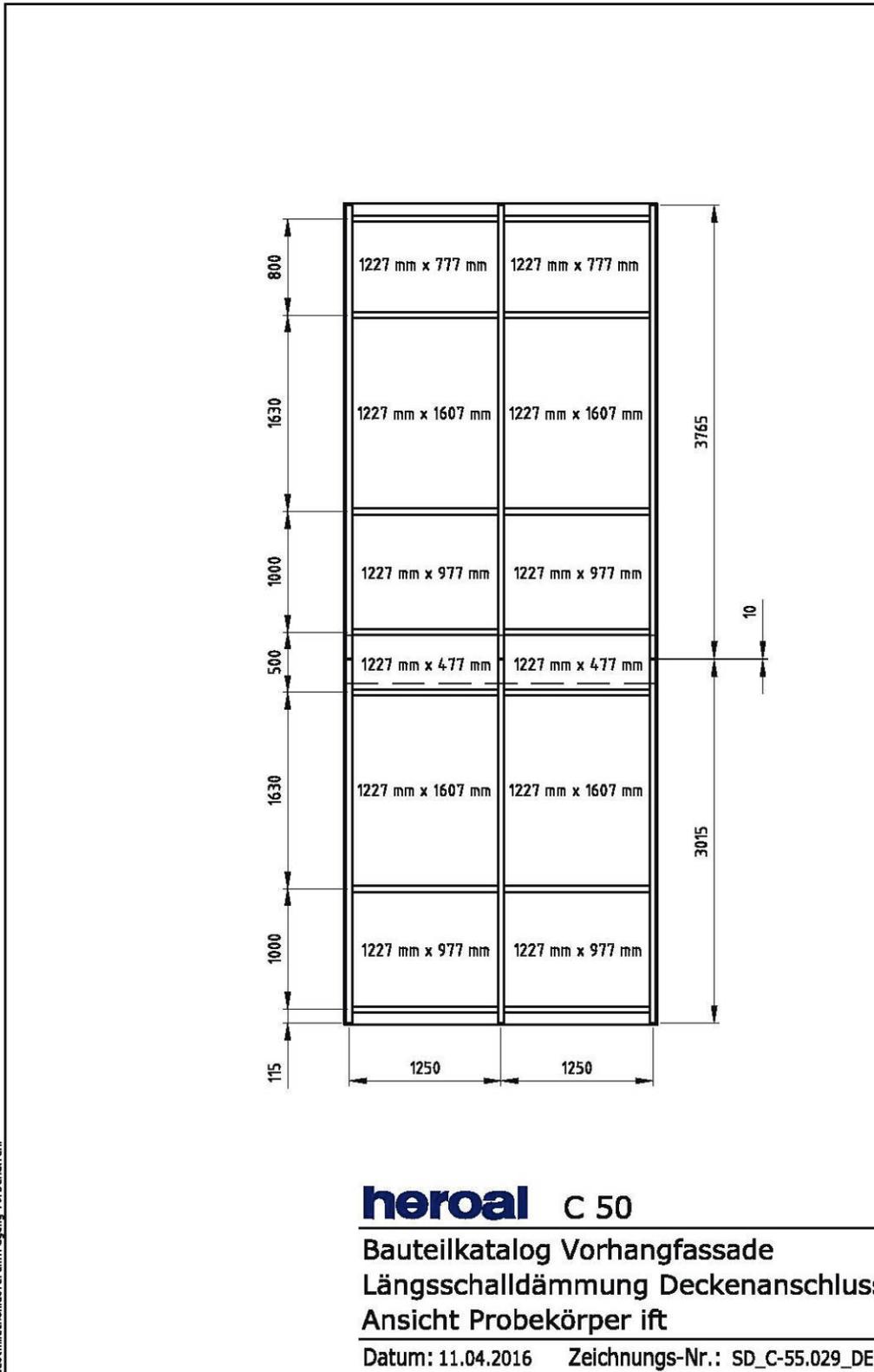
Aufbau (Glas innen 6 mm)



Profilquerschnitt Elementrahmen

**Bild A 67** Profilschalldämmung und horizontale Längsschalldämmung im Vergleich, 150 mm Mittelpfosten der Elementfassade, durchlaufender Elementrahmen, Mittelpfosten abgedeckt

### 13.12 Pfosten-Riegel-Fassaden, vertikale Schallübertragung



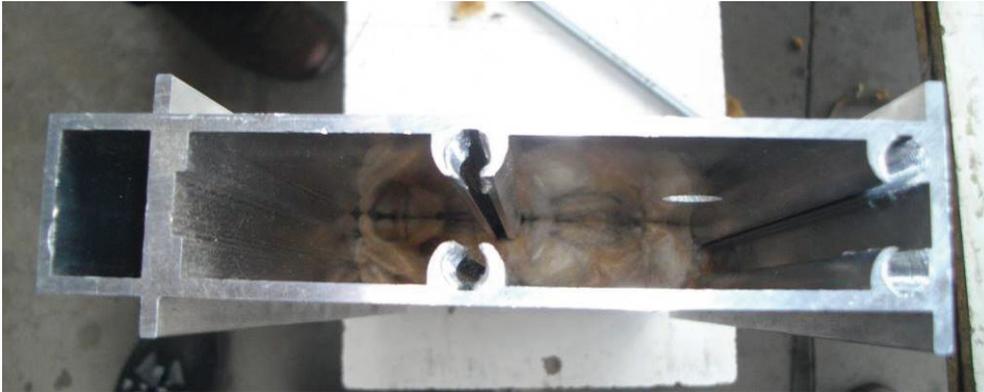
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksustereintragung vorbehalten.

**Bild A 68** Ansicht der Aluminium-Pfosten-Riegel-Fassade

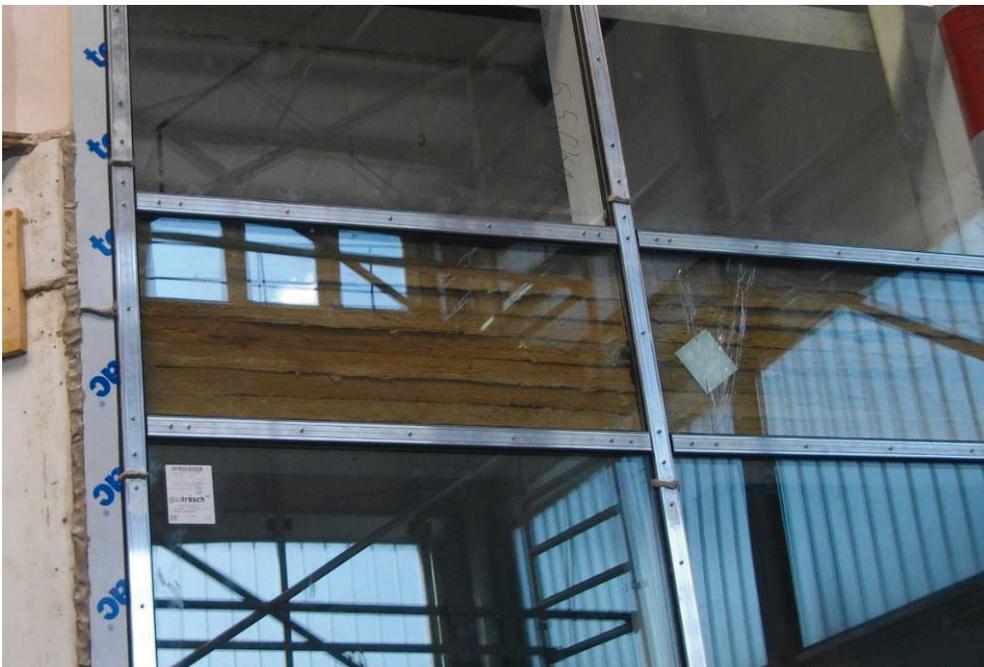




**Bild A 70** Ansicht der geprüften Fassade



**Bild A 71** Draufsicht auf den Systemeinschub (Einschiebling)



**Bild A 72** Detailfoto der Pfosten-Riegel-Fassade, Hohlraumdämmung mit liegender Faser (senkrecht zur Schallübertragungsrichtung).



**Bild A 73** Detailfoto der Pfosten-Riegel-Fassade, getrennte Lager, Hohlraum des Pfostens abgedeckt

**Tabelle A 10** Ergebnis der Messungen der vertikalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6, Pfosten getrennt

Messung Nr.	Glas Raumseitig	Deckschale	Aufteilung der Fassade am Deckenanschluss	Deckenanschluss, Dämmung	Bodenaufbau	Pfosten, t = 160 mm	Riegel, t = 160 mm	Maßnahme am Pfosten	$D_{n,f,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB	$D_{n,f,l0,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB	
Y183	6 mm Float	Ohne	Ein Riegel	2 mm Alu, ohne	Ohne	Pfosten getrennt	Keine Maßnahme	Systemeinschub ohne Maßnahme (Hohlprofil)	39 (-1;-3)	37 (-2;-4)	
Y184 (WDH)									39 (-1;-3)	37 (-2;-4)	
Y188			Zwei Riegel	2 mm Alu, MF stehend	Mit			46 (-3;-4)	43 (-2;-4)		
Y189										46 (-2;-3)	43 (-1;-3)
Y190										46 (-2;-3)	43 (-1;-3)
Y197			Ein Riegel	2 mm Alu, ohne	Ohne			43 (-2;-4)	41 (-2;-5)		
Y198										52 (-6;-8)	49 (-5;-7)
Y199			Zwei Riegel	2 mm Alu, MF stehend	Mit			53 (-4;-7)	50 (-4;-6)		
Y200										53 (-4;-6)	50 (-3;-5)
Y204										53 (-3;-6)	50 (-3;-5)
Y205										53 (-3;-6)	50 (-3;-5)
Y206			Pfosten getrennt, Trennschnitt versiegelt	53 (-4;-6)	50 (-3;-5)						
Y207								Ohne Einschub, getrennte Lager	48 (-2;-4)	46 (-3;-4)	
Y208									54 (-4;-6)	51 (-3;-6)	
Y209	61 (-2;-5)	59 (-2;-6)									
	VS, SR										

 MF Mineralfaser  
 SR Senderaum

 VS Vorsatzschale auf Riegel oben  
 WDH Wiederholungsmessung

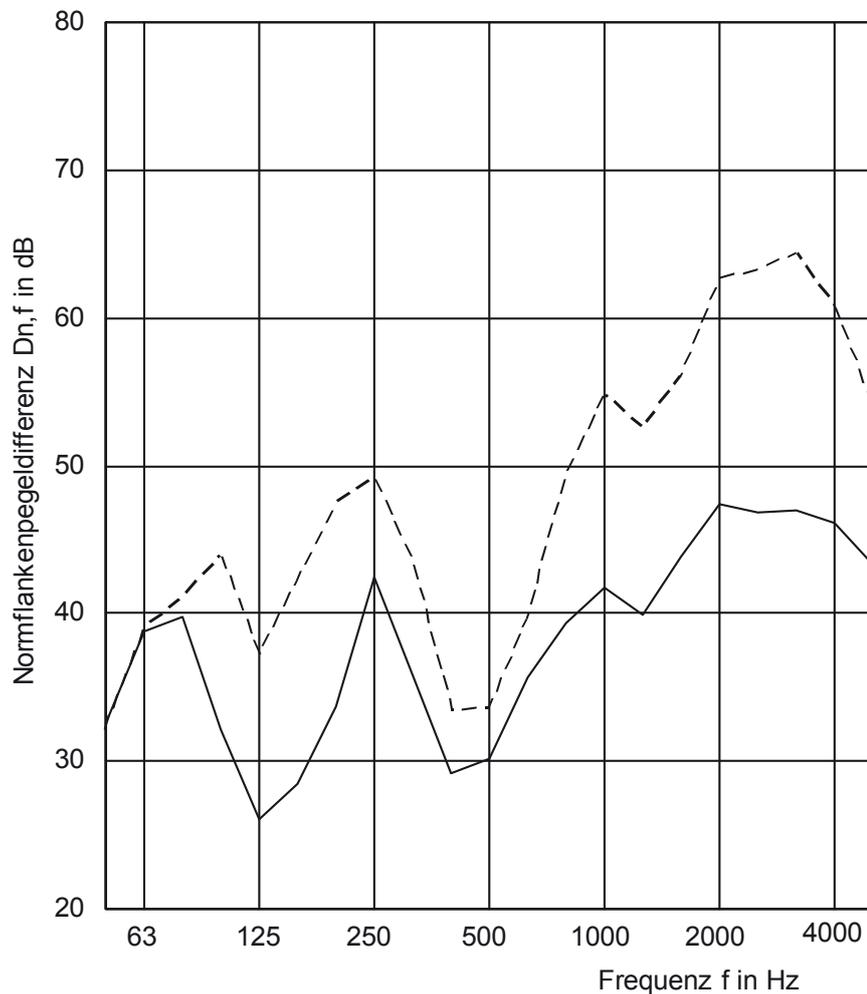
**Tabelle A 10** Ergebnis der Messungen der vertikalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6, Pfosten getrennt

Messung Nr.	Glas Raumseitig	Deckschale	Aufteilung der Fassade am Deckenanschluss	Deckenanschluss, Dämmung	Bodenaufbau	Pfosten, t = 160 mm	Riegel, t = 160 mm	Maßnahme am Pfosten	$D_{n,f,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB	$D_{n,f,10,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB		
Y210	6 mm Float	Ohne	Ein Riegel	2 mm Stahl, ohne	Ohne	Pfosten getrennt, mit Aluprofil abgedeckt	Keine Maßnahme	Ohne Einschub, getrennte Lager	44 (-2;-5)	41 (-2;-4)		
Y211									52 (-3;-5)	50 (-3;-6)		
Y212									55 (-3;-6)	52 (-3;-5)		
Y213									57 (-2;-5)	54 (-2;-5)		
Y214									59 (-2;-6)	56 (-2;-5)		
Y215									56 (-3;-5)	54 (-3;-6)		
Y216 (WDH)									57 (-3;-6)	54 (-3;-6)		
Y217 (WDH)			59 (-2;-6)	56 (-2;-5)								
Y218			Zwei Riegel	2 mm Stahl, MF liegend			2 mm Stahl, ohne		Mit	5 mm SF SR+ER, Aluwinkel+5 SF	61 (-3;-6)	58 (-2;-6)
Y219											62 (-3;-6)	60 (-3;-6)
Y220											64 (-2;-6)	61 (-2;-6)
Y221											64 (-2;-6)	61 (-2;-6)
Y222 (WDH)											64 (-2;-6)	61 (-2;-6)
Y223											64 (-2;-6)	61 (-1;-5)
Y224			Ein Riegel	2 mm Stahl, ohne			2 mm Stahl, ohne		Ohne	Stahlwinkel+5 SF SR+ER	65 (-2;-5)	63 (-2;-6)
Y225											64 (-2;-6)	61 (-1;-6)
Y226											48 (-1;-5)	45 (-1;-4)
Y227	49 (-1;-3)	46 (-1;-3)										
Y227	Mit											

MF	Mineralfaser	2 SF	2 mm Schwerfolie	5 SF	5 mm Schwerfolie
SR	Senderraum	ER	Empfangsraum	WDH	Wiederholungsmessung

**Tabelle A 10** Ergebnis der Messungen der vertikalen Längsschalldämmung von Pfosten-Riegel-Fassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6, Pfosten getrennt

Messung Nr.	Glas Raumseitig	Deckschale	Aufteilung der Fassade am Deckenanschluss	Deckenanschluss, Dämmung	Bodenaufbau	Pfosten, t = 160 mm	Riegel, t = 160 mm	Maßnahme am Pfosten	$D_{n,f,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB	$D_{n,f,l0,w}$ ( $C;C_{tr}$ ) dB
Y228	6 Float	Ohne	Zwei Riegel, Paneel	2 mm Stahl, MF liegend	Mit	Pfosten getrennt, mit Aluprofil abgedeckt	Stahlwinkel+5 SF SR+ER	Ohne Einschub, getrennte Lager	66 (-2;-6)	63 (-2;-5)
Y229									65 (-2;-6)	62 (-2;-5)
Y230									64 (-2;-6)	61 (-1;-5)
Y231	12 VSG	Mit	Zwei Riegel	2 mm Stahl	Ohne	Pfosten getrennt, Trennschnitt versiegelt	Stahlwinkel+5 SF SR+ER	Getrennte Lager, Schaumstopfen	64 (-1;-6)	62 (-2;-6)
Y232									64 (-2;-6)	61 (-1;-5)
Y233									51 (-2;-3)	48 (-1;-2)
Y234									52 (-2;-3)	49 (-1;-3)
Y235									61 (-2;-4)	59 (-2;-5)
Y236									64 (-1;-6)	62 (-2;-6)
Y237									61 (-2;-5)	58 (-2;-4)
Y238									63 (-2;-5)	61 (-3;-6)
Y239									65 (-2;-6)	62 (-1;-5)
Y240									54 (-2;-3)	52 (-2;-4)
Y241	61 (-2;-5)	58 (-2;-4)								

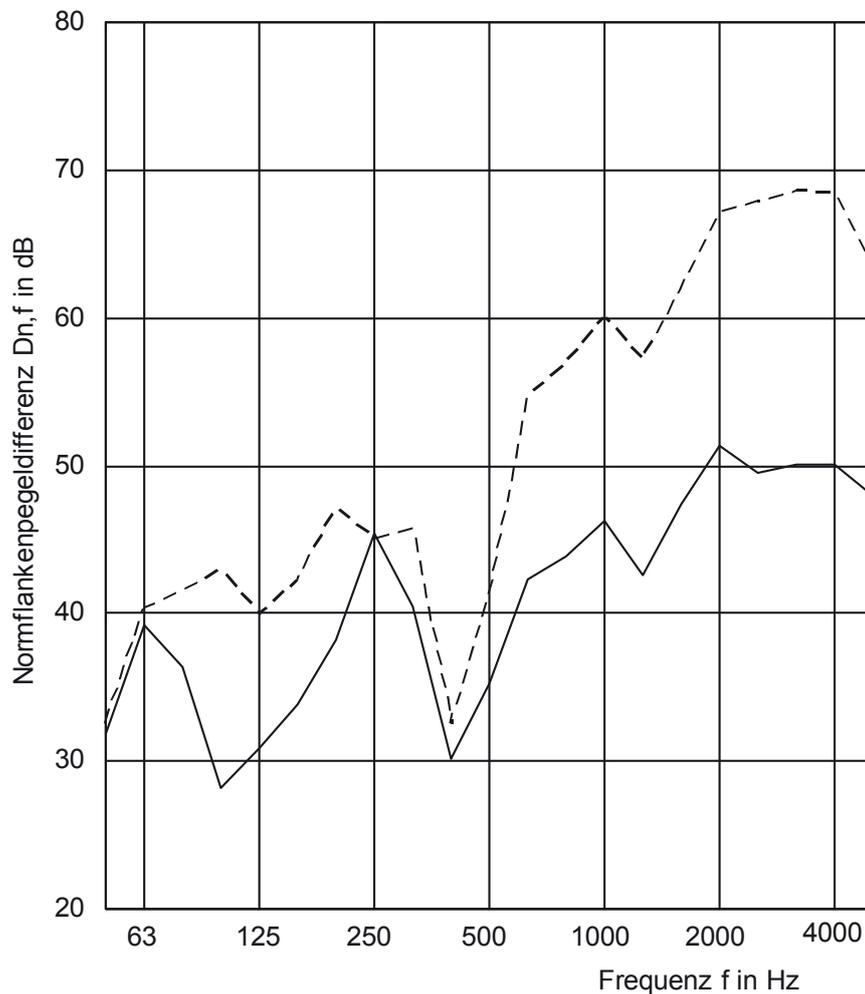


————— Messung Y184 mit einem Riegel,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 39 (-1;-3) \text{ dB}$   
 - - - - - Messung Y188 mit zwei Riegeln,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 46 (-3;-4) \text{ dB}$

Weitere Randbedingungen:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Keine Dämmung im Deckenanschluss
- Keine Verbesserungsmaßnahmen
- System-Einschiebling ohne Verbesserungsmaßnahme
- Ein Auflager beim oberen Element

**Bild A 74** Ein bzw. zwei Riegel im Deckenanschluss, Pfosten getrennt mit Einschiebling

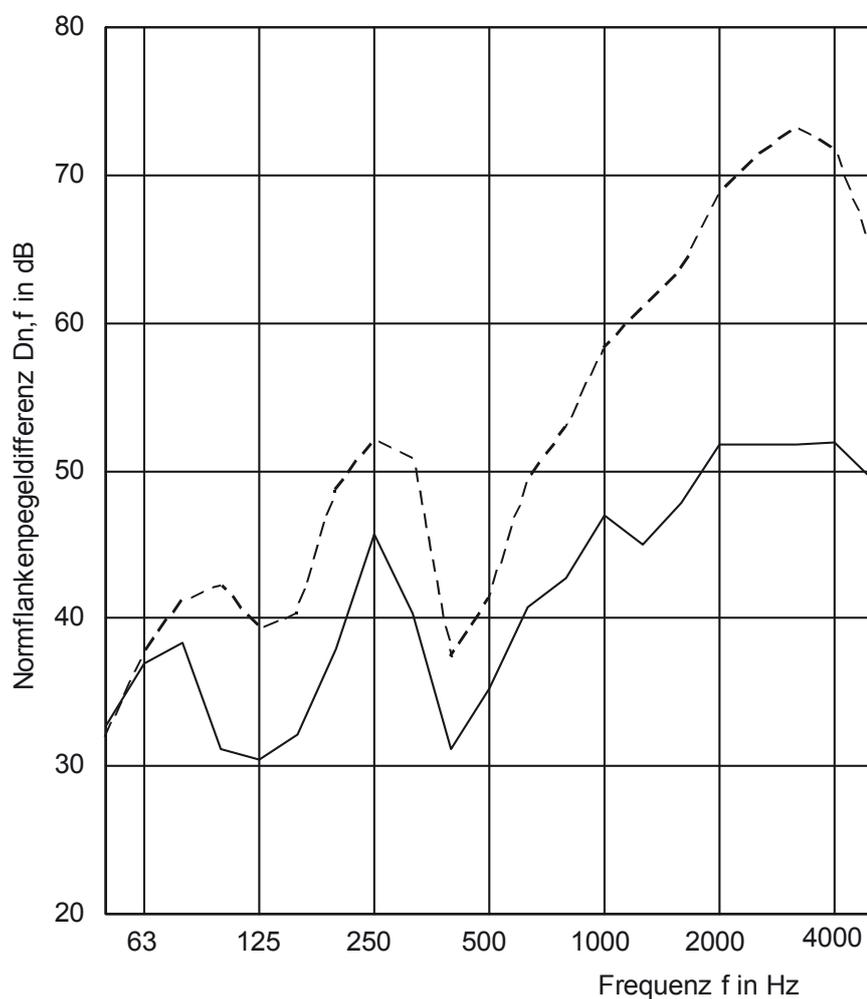


— Messung Y197 mit einem Riegel,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 43 (-2;-4) \text{ dB}$   
- - - - Messung Y198 mit zwei Riegeln,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 52 (-6;-8) \text{ dB}$

Weitere Randbedingungen:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Keine Dämmung im Deckenanschluss
- Keine Verbesserungsmaßnahmen
- System-Einschiebling modifiziert (mit Stahlkappe geschlossen, Mineralfaser gefüllt und Quellband)
- Ein Auflager beim oberen Element

**Bild A 75** Ein bzw. zwei Riegel im Deckenanschluss, Pfosten getrennt mit modifiziertem Einschiebling

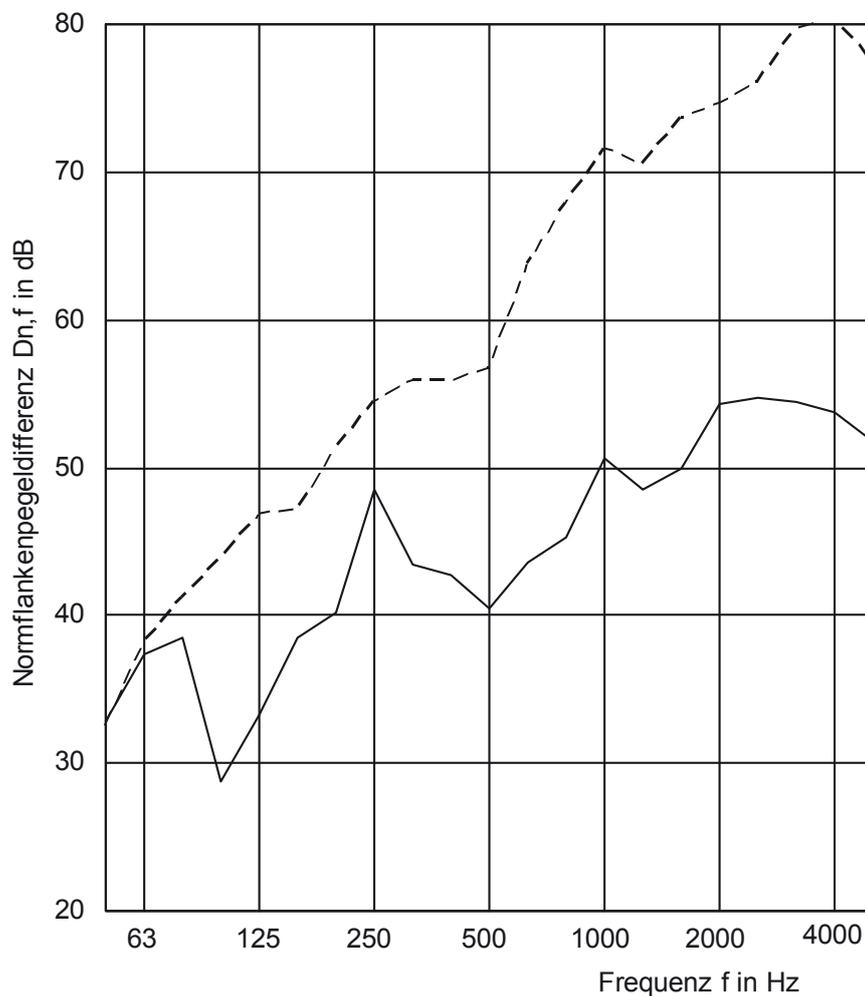


————— Messung Y210 mit einem Riegel,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 44 (-2;-5) \text{ dB}$   
 - - - - - Messung Y211 mit zwei Riegeln,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 52 (-3;-5) \text{ dB}$

Weitere Randbedingungen:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Keine Dämmung im Deckenanschluss
- Keine Verbesserungsmaßnahmen
- Kein Einschiebling
- Zwei Auflager, eines pro Element
- Die Aluminiumkammern des Pfostenprofils waren mit 3 mm Aluminiumblech geschlossen, um die Luftsäule zu unterbrechen

**Bild A 76** Ein bzw. zwei Riegel im Deckenanschluss, Pfosten getrennt ohne Einschiebling, 2 getrennte Lager

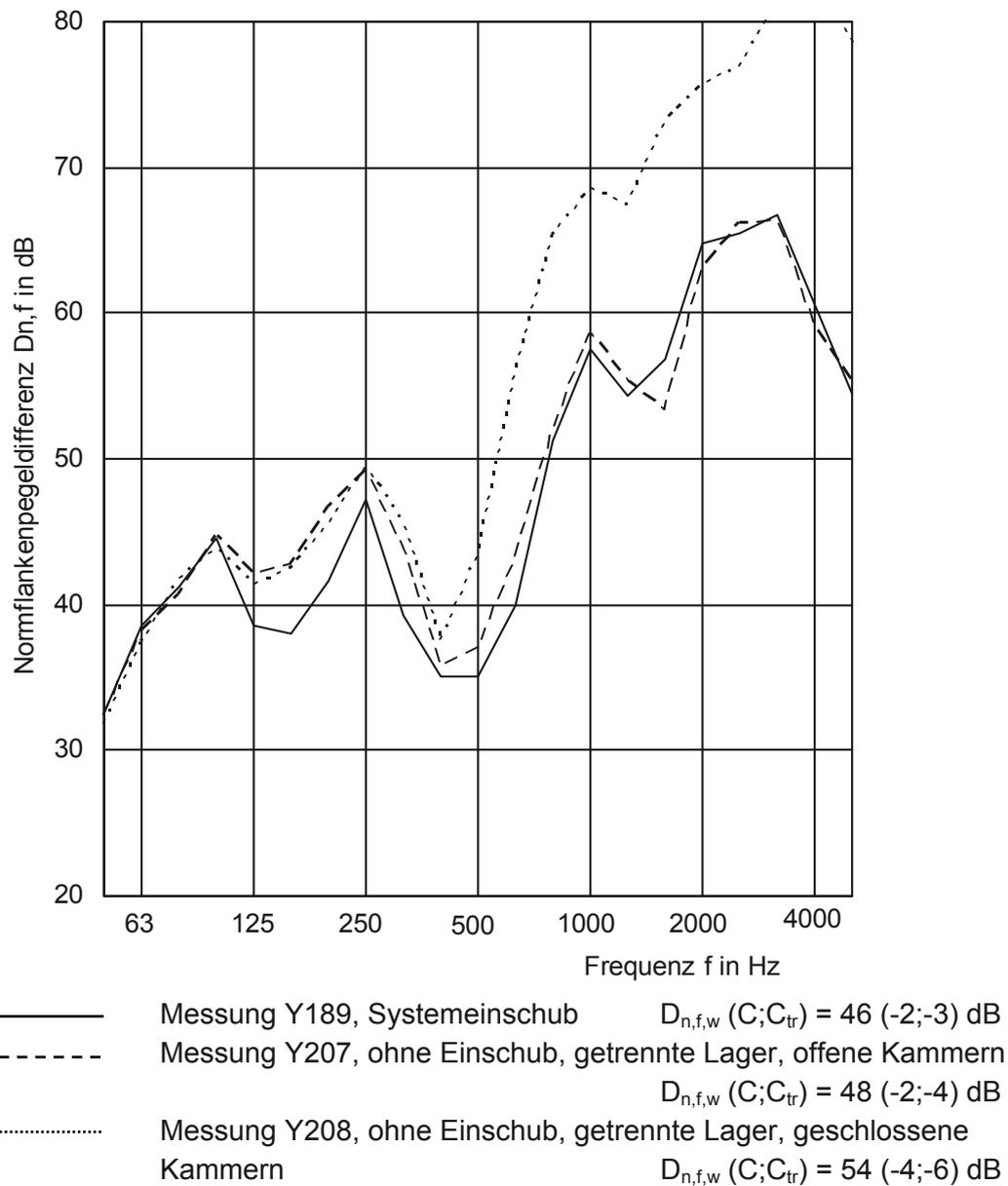


————— Messung Y226 mit einem Riegel,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 48 (-1;-5) \text{ dB}$   
 - - - - - Messung Y225 mit zwei Riegeln,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 64 (-2;-6) \text{ dB}$

Weitere Randbedingungen:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Mineralwolle Deckenanschluss, liegende Faser (bei Messung Y225)
- Riegelprofile mit 5 mm Schwerfolie und 3 mm Stahlblech beklebt
- Kein Einschiebling
- Zwei Auflager, eines pro Element
- Die Aluminiumkammern des Pfostenprofils waren mit 3 mm Aluminiumblech geschlossen, um die Luftsäule zu unterbrechen

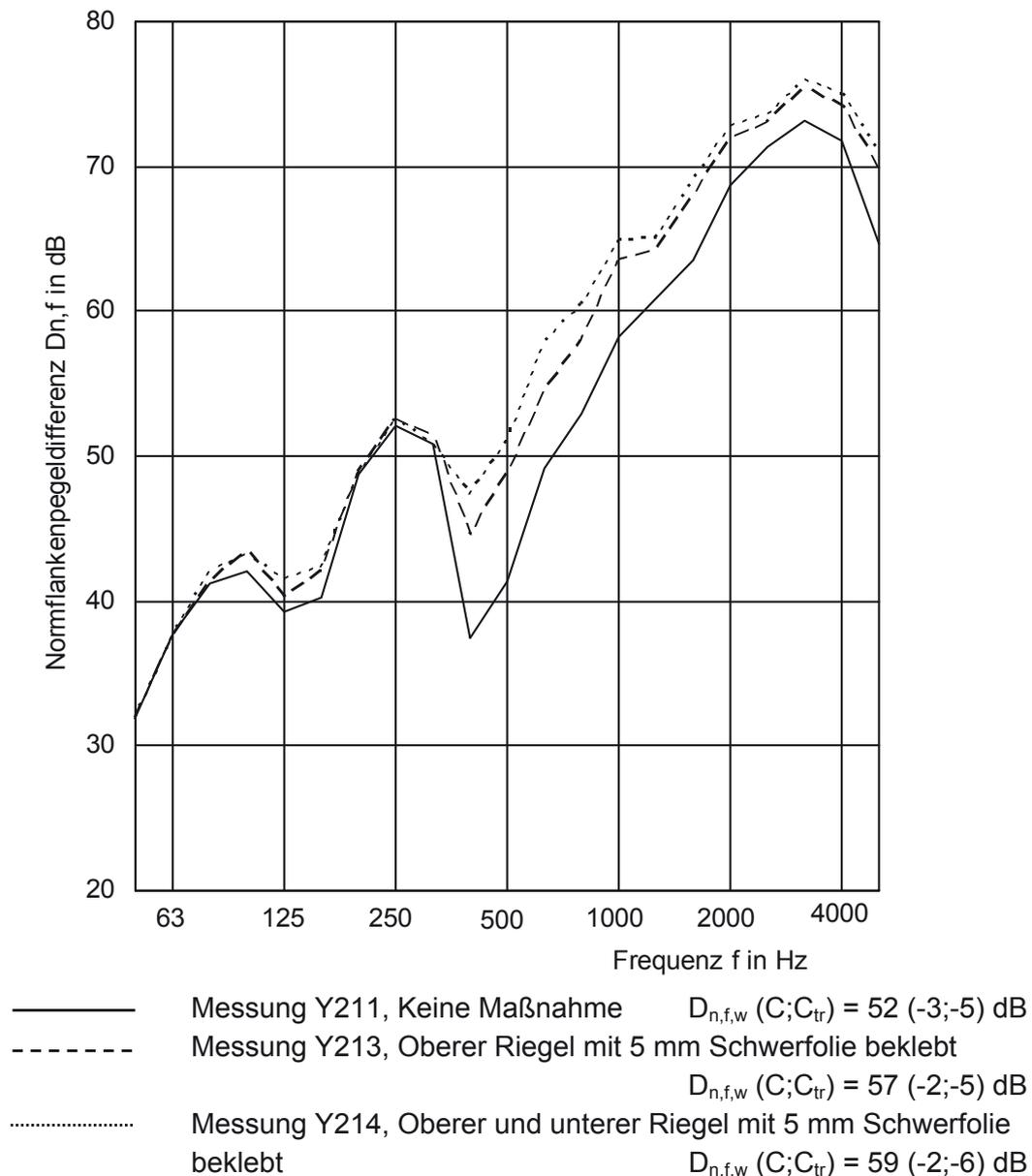
**Bild A 77** Ein bzw. zwei Riegel im Deckenanschluss, Pfosten getrennt ohne Einschiebling, 2 getrennte Lager



Weitere Randbedingungen:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Mineralfaserdämmung im Deckenanschluss
- Keine Verbesserungsmaßnahmen
- Bei Messung Y208 wurden die Aluminiumkammern des Pfostenprofils mit 3 mm Aluminiumblech geschlossen, um die Luftsäule zu unterbrechen

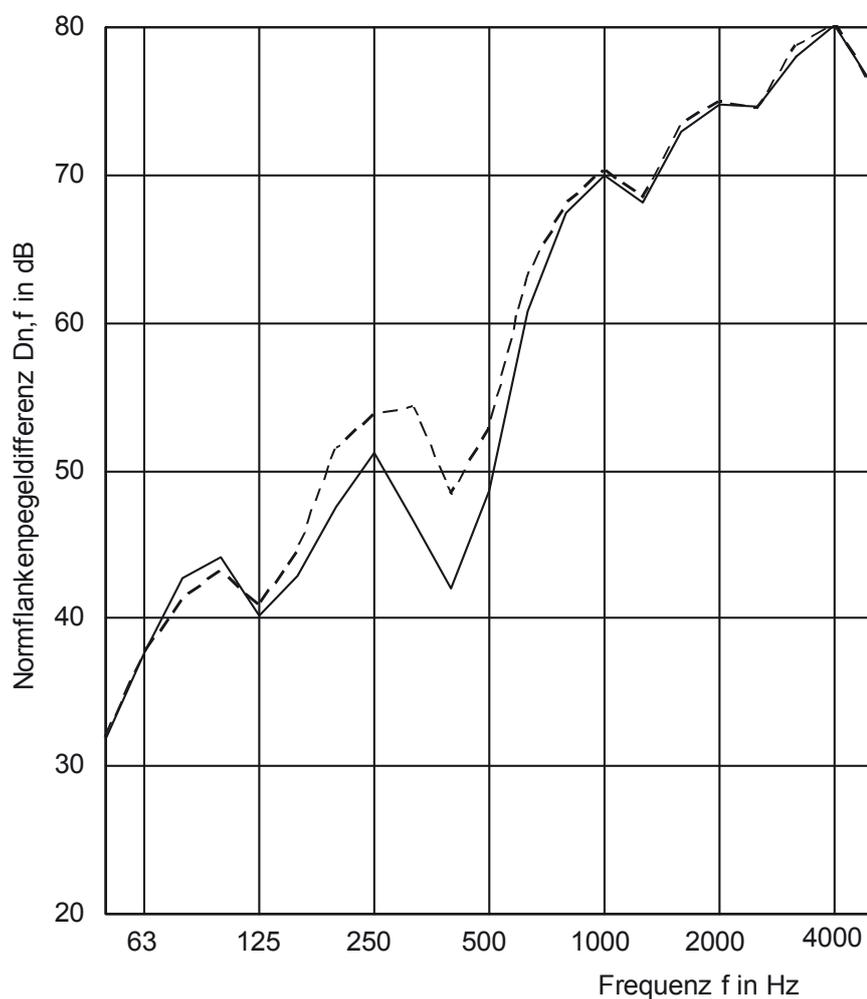
**Bild A 78** Zwei Riegel im Deckenanschluss, Varianten am Pfostenprofil (Pfosten getrennt)



Weitere Randbedingungen:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Keine Dämmung im Deckenanschluss
- Kein Einschiebling
- Zwei Auflager, eines pro Element
- Die Aluminiumkammern des Pfostenprofils waren mit 3 mm Aluminiumblech geschlossen, um die Luftsäule zu unterbrechen

**Bild A 79** Zwei Riegel im Deckenanschluss, Verbesserungsmaßnahmen am Riegel

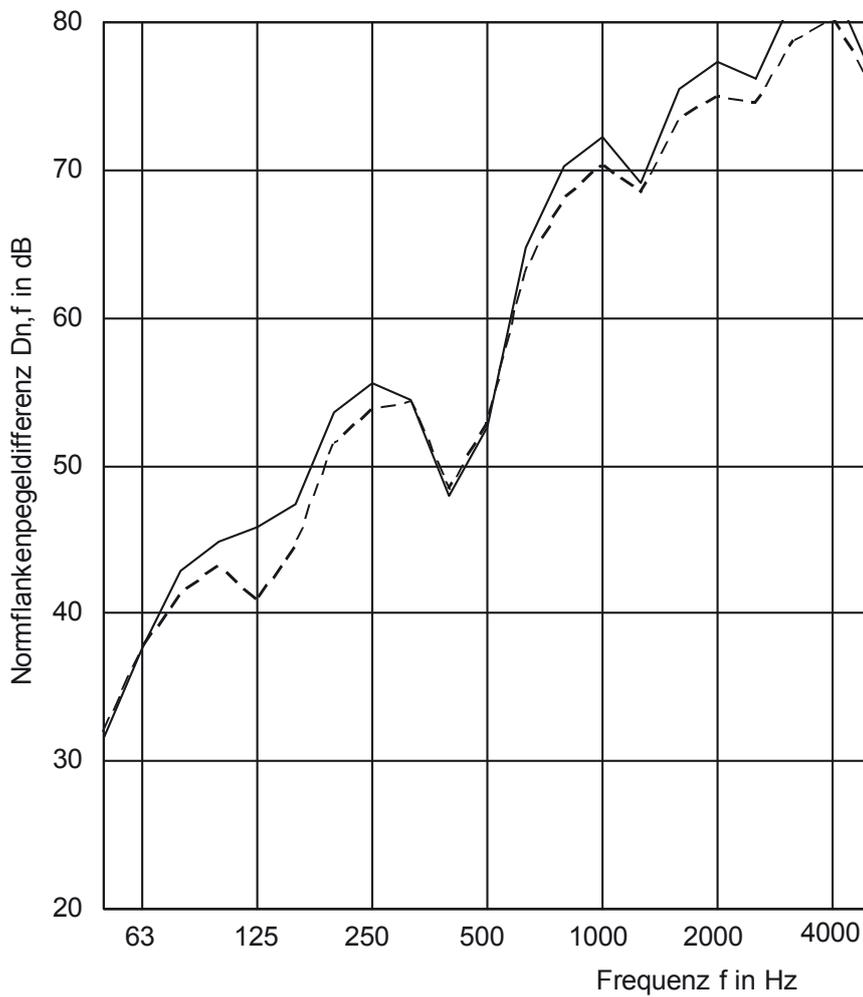


————— Messung Y216, stehende Faser,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 57 (-3;-6)$  dB  
 - - - - - Messung Y218, liegende Faser,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 61 (-3;-6)$  dB

Weitere Randbedingungen:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Riegelprofile mit 5 mm Schwerfolie beklebt
- Kein Einschiebling
- Zwei Auflager, eines pro Element

**Bild A 80** Zwei Riegel im Deckenanschluss, Pfosten getrennt ohne Einschiebling, 2 getrennte Lager, Mineralwolle variiert stehende und liegende Faser

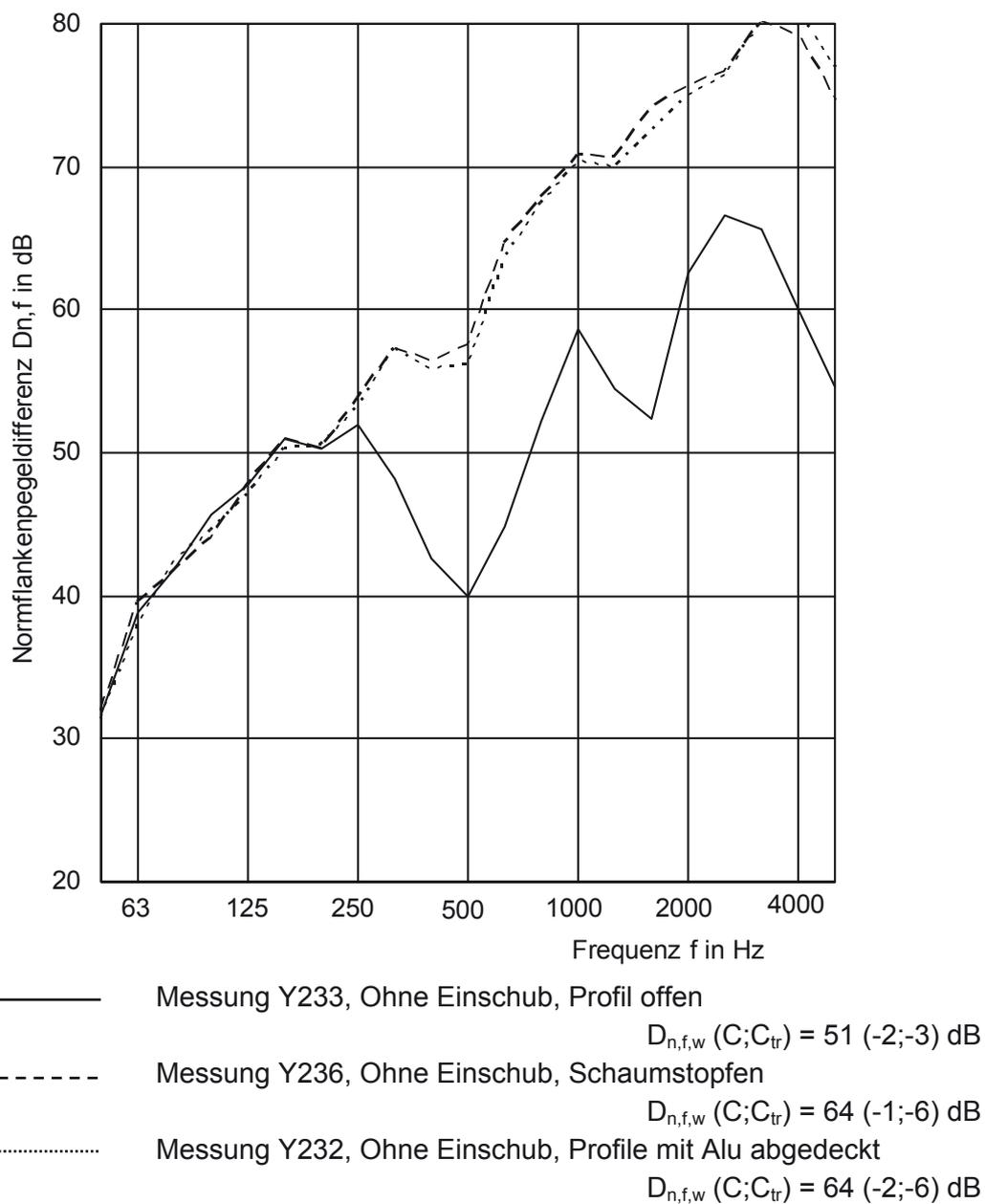


————— Messung Y219, mit Bodenanschluss,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 62 (-3;-6)$  dB  
 - - - - - Messung Y218, ohne Bodenanschluss,  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 61 (-3;-6)$  dB

Weitere Randbedingungen:

- Riegelprofile mit 5 mm Schwerfolie beklebt
- Kein Einschiebling
- Zwei Auflager, eines pro Element

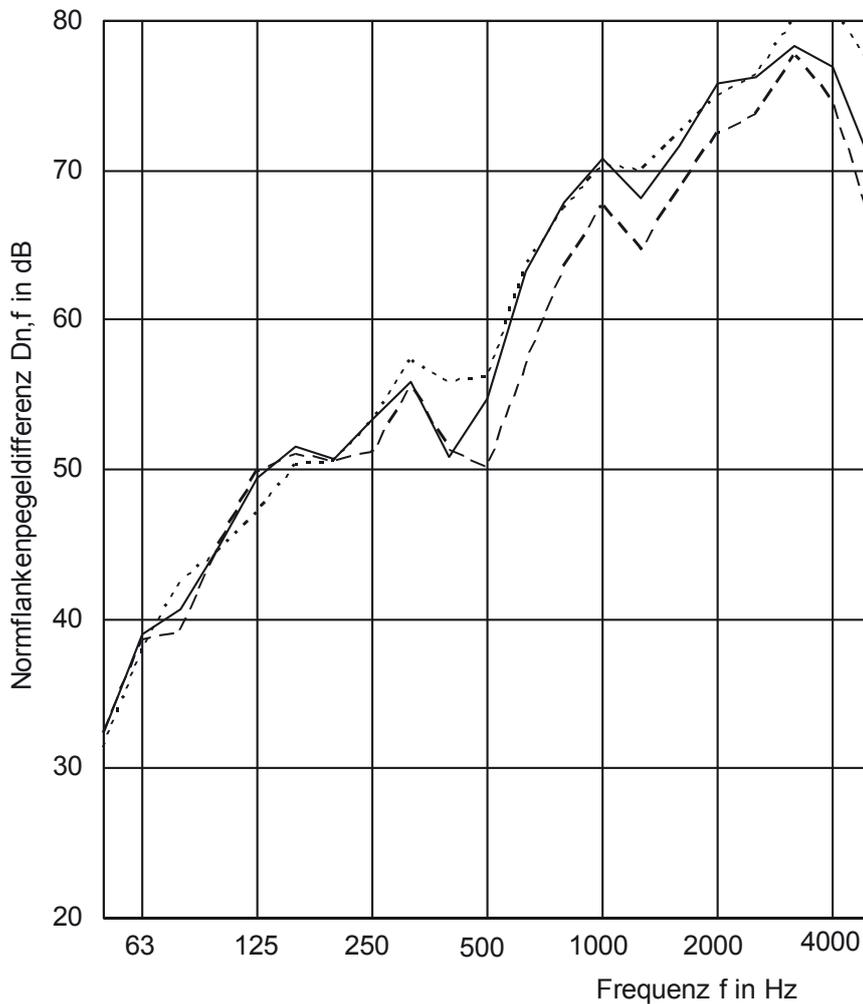
**Bild A 81** Zwei Riegel im Deckenanschluss, Pfosten getrennt ohne Einschiebling, 2 getrennte Lager, Bodenanschluss simuliert



Weitere Randbedingungen:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Mineralfaserdämmung im Deckenanschluss (liegende Faser)
- Riegelprofile mit 5 mm Schwerfolie und 3 mm Stahlblech beklebt

**Bild A 82** Zwei Riegel im Deckenanschluss, Varianten am Pfostenprofil, getrennte Lager (Pfosten getrennt)

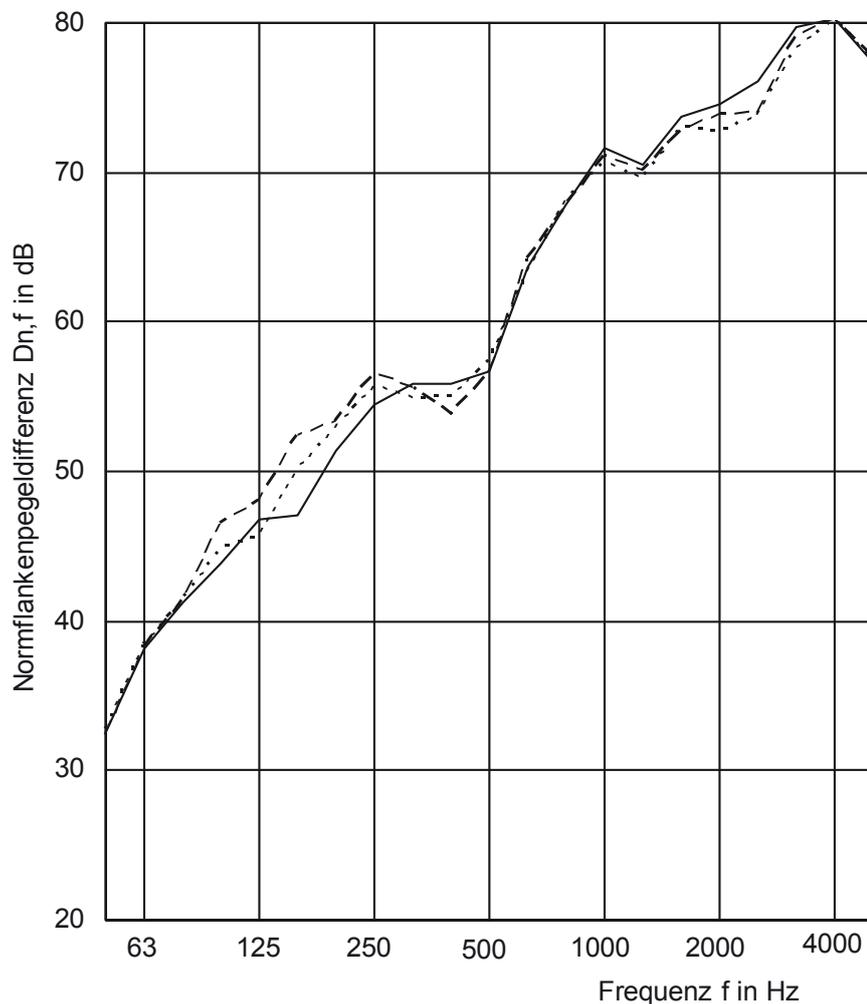


- Messung Y238, Stahleinschub, PVC-Mantel, ein Lager  
 $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 63 (-2;-5) \text{ dB}$
- - - Messung Y241, Systemeinschub, Einschub, Schaumstopfen, ein Lager  
 $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 61 (-2;-5) \text{ dB}$
- ..... Messung Y232, Ohne Einschub, Profile mit Alu abgedeckt, getrennte Lager  
 $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 64 (-2;-6) \text{ dB}$

Weitere Randbedingungen:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Mineralfaserdämmung im Deckenanschluss (liegende Faser)
- Riegelprofile mit 5 mm Schwerfolie und 3 mm Stahlblech beklebt

**Bild A 83** Zwei Riegel im Deckenanschluss, Varianten am Pfostenanschluss

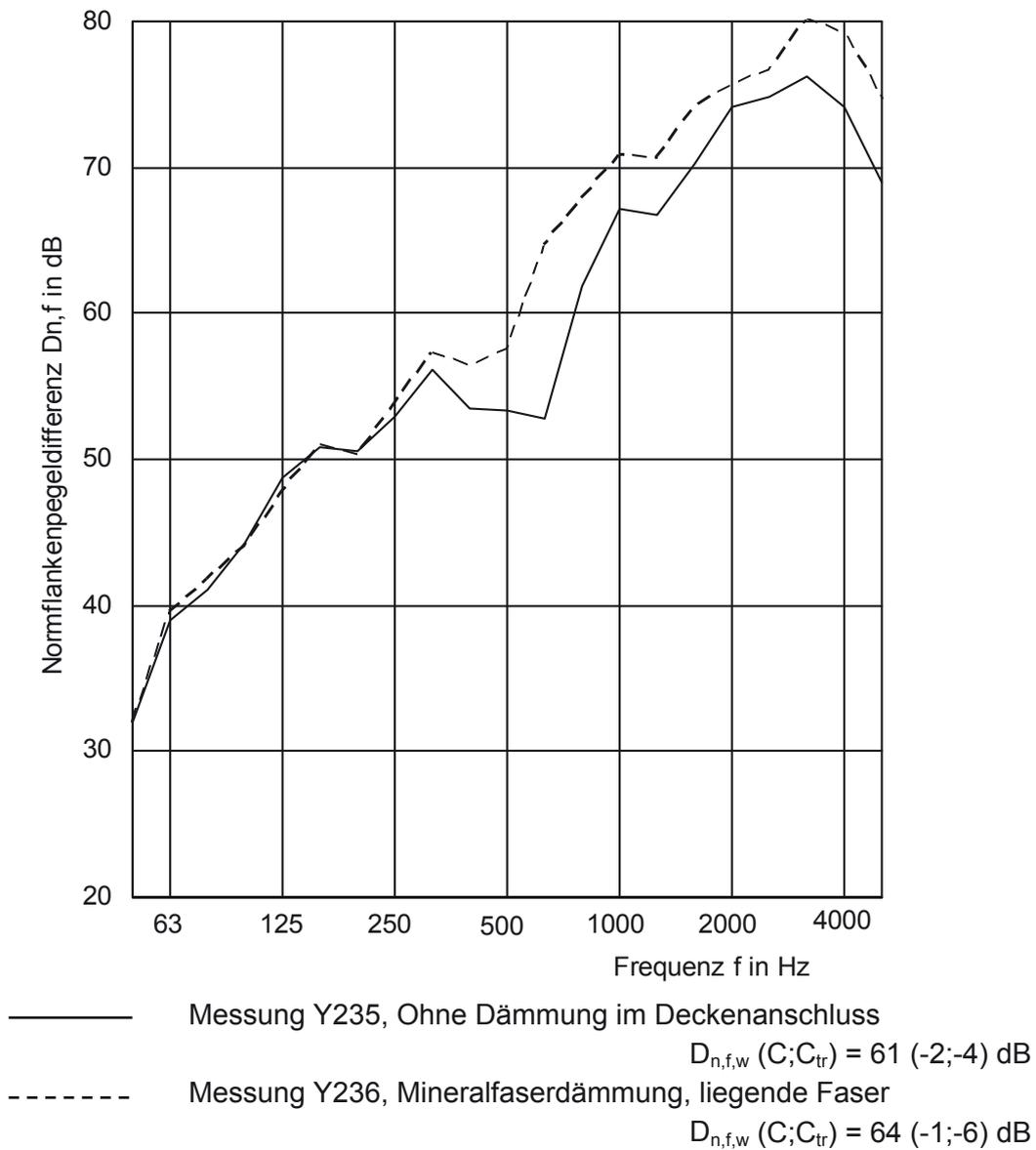


- Messung Y225, Glasscheibe 12 VSG/16/6 im Deckenanschluss  
 $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 64 (-2;-6) \text{ dB}$
- - - Messung Y229, Sandwichpaneel 2 Alu, 30 PS, 2 Alu im Deckenanschluss  
 $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 65 (-2;-6) \text{ dB}$
- ..... Messung Y233, Glaspaneel 8 ESG/24 PS/2Alu im Deckenanschluss  
 $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 64 (-2;-6) \text{ dB}$

Weitere Randbedingungen:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Mineralfaserdämmung im Deckenanschluss (liegende Faser)
- Riegelprofile mit 5 mm Schwerfolie und 3 mm Stahlblech beklebt

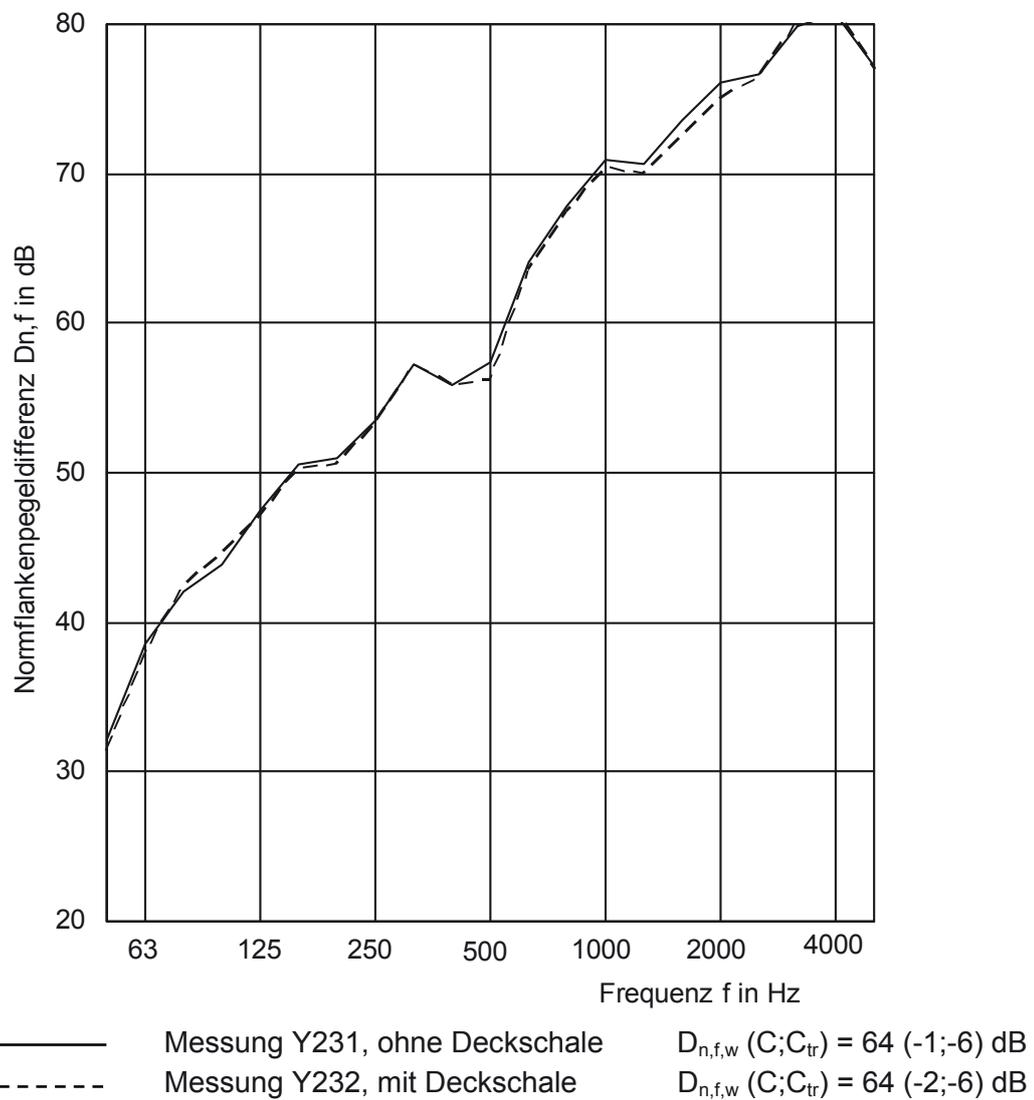
**Bild A 84** Zwei Riegel im Deckenanschluss, Varianten am Deckenpaneel



Weitere Randbedingungen:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Variante mit Mineralfaserdämmung im Deckenanschluss (liegende Faser)
- Riegelprofile mit 5 mm Schwerfolie und 3 mm Stahlblech beklebt
- Kein Einschleibling, Schaumstopfen
- Zwei Auflager, eines pro Element

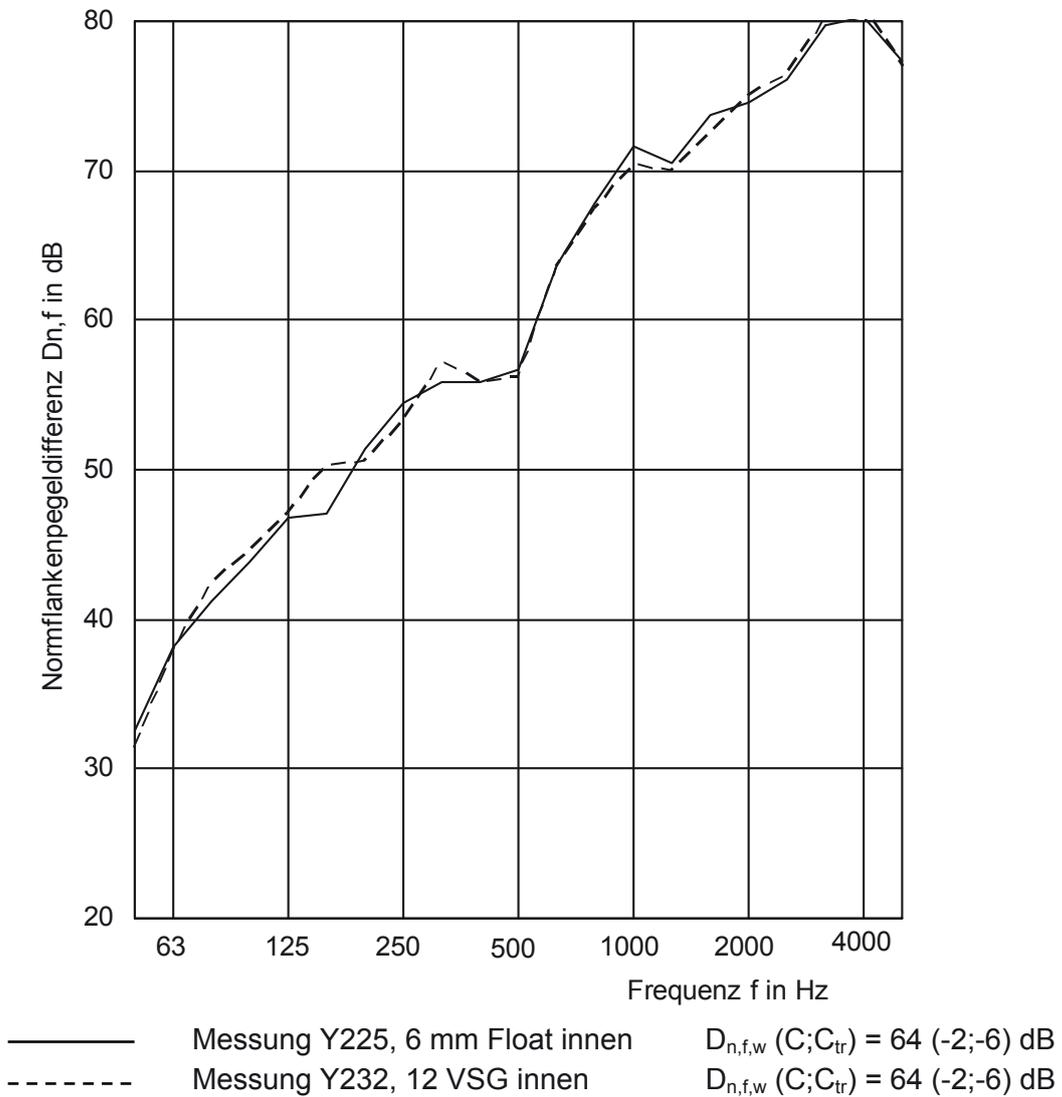
**Bild A 85** Zwei Riegel im Deckenanschluss, Varianten in der Dämmung im Deckenanschluss (Pfosten getrennt)



Weitere Randbedingungen bei der Messung:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Mineralfaserdämmung im Deckenanschluss (liegende Faser)
- Riegelprofile mit 5 mm Schwerfolie und 3 mm Stahlblech beklebt

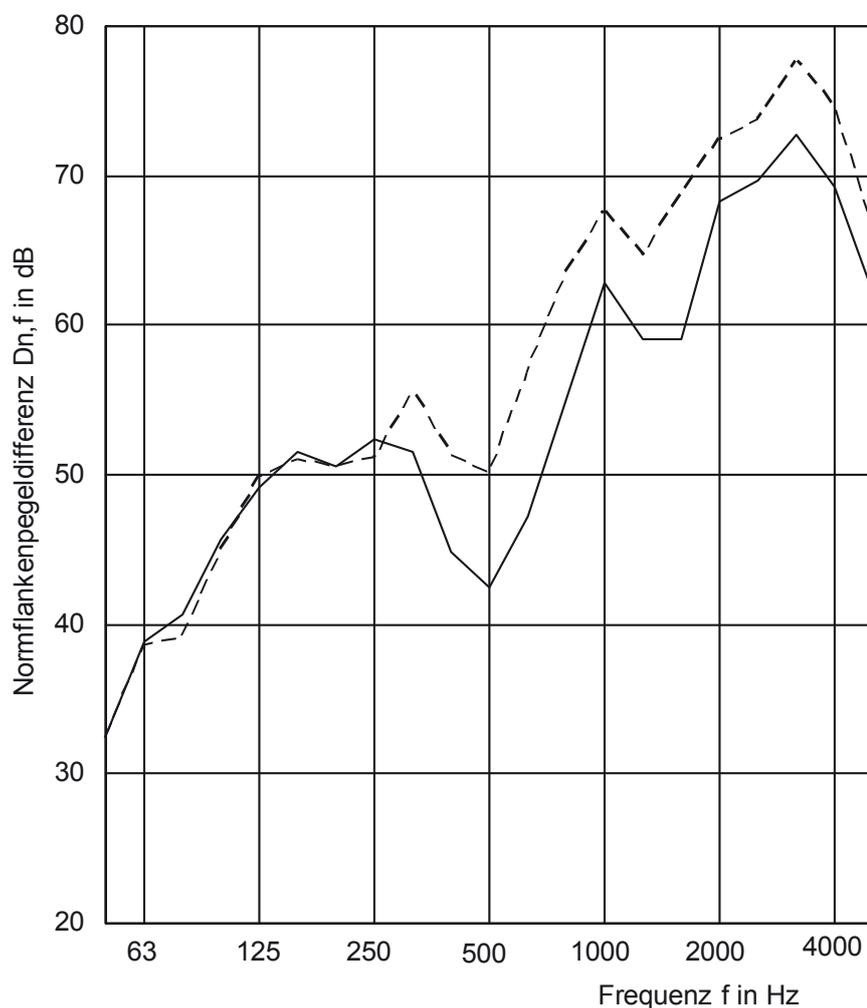
**Bild A 86** Zwei Riegel im Deckenanschluss, Einfluss der Deckschalen



Weitere Randbedingungen bei der Messung:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Mineralfaserdämmung im Deckenanschluss (liegende Faser)
- Riegelprofile mit 5 mm Schwerfolie und 3 mm Stahlblech beklebt

**Bild A 87** Zwei Riegel im Deckenanschluss, Einfluss der raumseitigen Glasfüllung



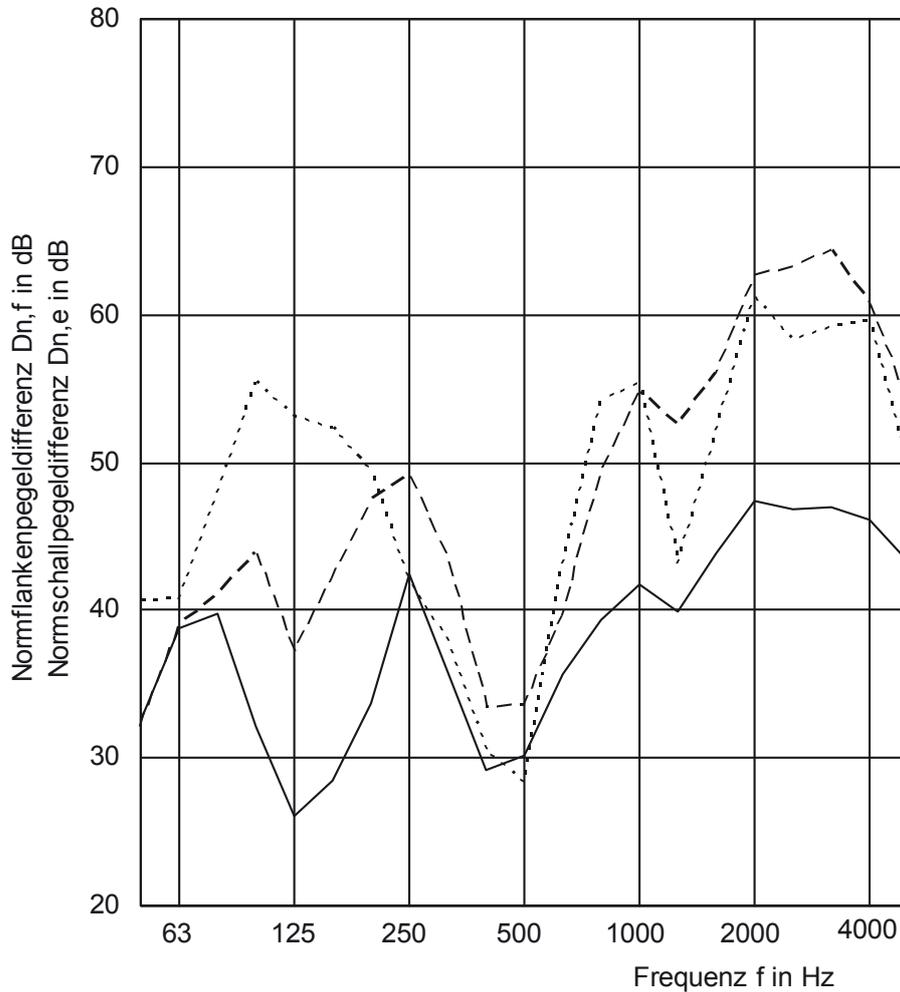
————— Messung Y240, Systemeinschub  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 54 (-2;-3) \text{ dB}$   
 - - - - - Messung Y241, Systemeinschub, Schaumstopfen  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 61 (-2;-5) \text{ dB}$

Weitere Randbedingungen:

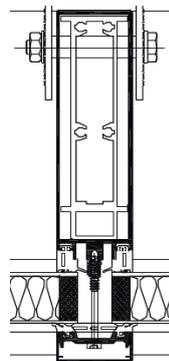
- Kein Bodenaufbau simuliert
- Mineralfaserdämmung im Deckenanschluss (liegende Faser)
- Riegelprofile mit 5 mm Schwerfolie und 3 mm Stahlblech beklebt

**Bild A 88** Zwei Riegel im Deckenanschluss, Varianten am Einschiebling (Pfosten getrennt)

### 13.13 Profilschalldämmung und Längsschalldämmung vertikal, Pfosten-Riegel-Fassade

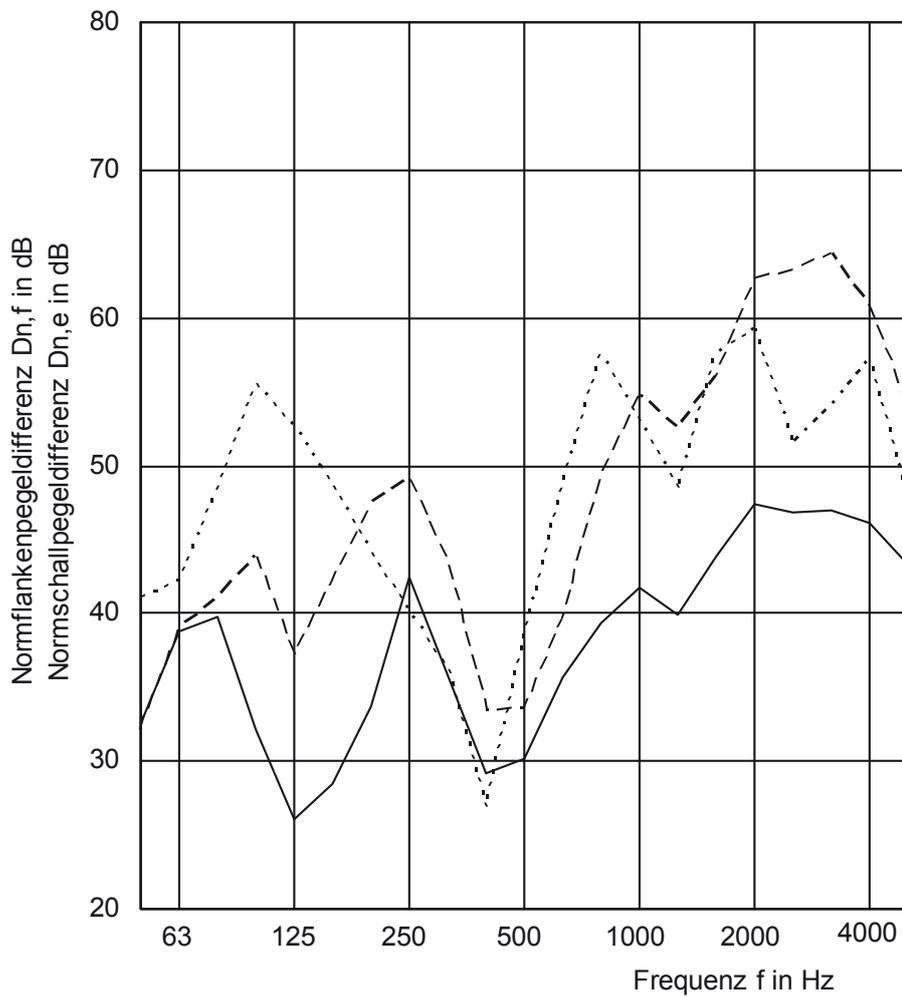


—	Messung 184 (ein Riegel)	$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 39 (-1;-3) \text{ dB}$
- - -	Messung 188 (zwei Riegel)	$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 46 (-3;-4) \text{ dB}$
.....	Messung Z242 (Pfosten)	$D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 42 (-3;-4) \text{ dB}$



Pfosten-Profilquerschnitt

**Bild A 89** Profilschalldämmung und vertikale Längsschalldämmung im Vergleich, 160 mm Mittelpfosten der Elementfassade, durchlaufender Riegel, ohne Maßnahme

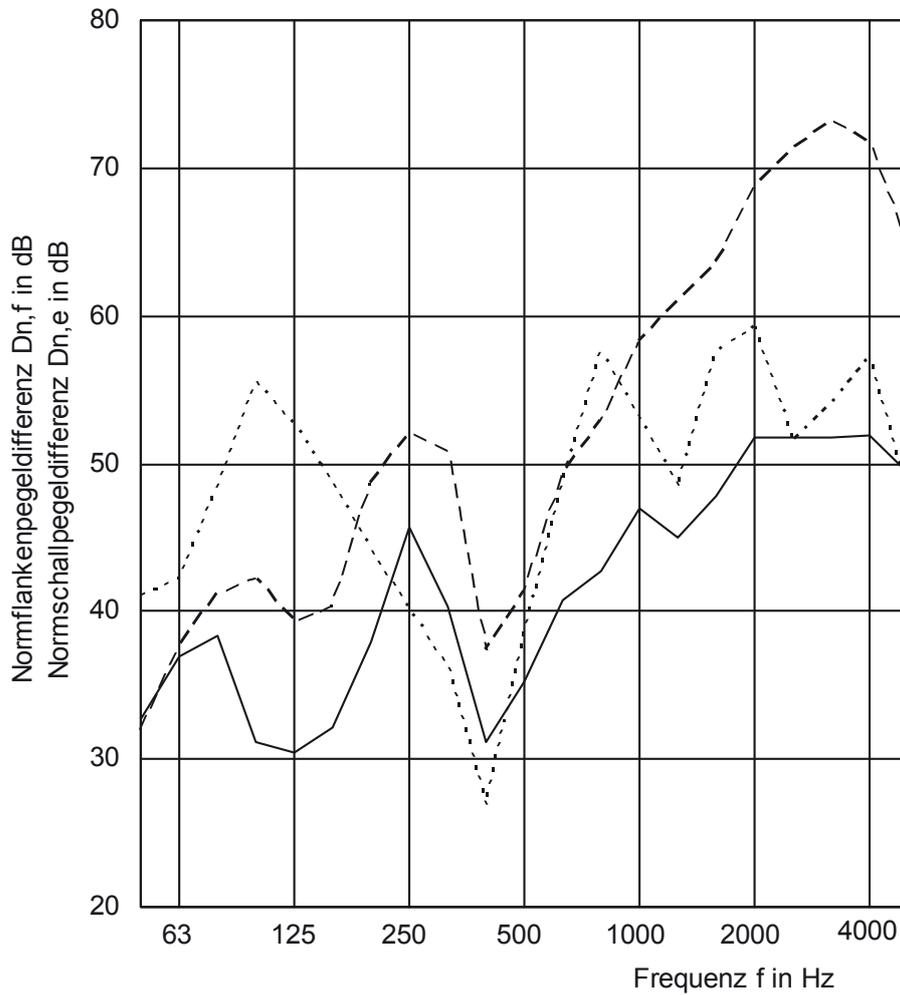


—	Messung 184 (ein Riegel)	$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 39 (-1;-3) \text{ dB}$
- - -	Messung 188 (zwei Riegel)	$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 46 (-3;-4) \text{ dB}$
⋯	Messung Z243 (Riegel)	$D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 45 (-4;-6) \text{ dB}$

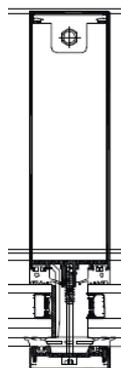


Riegel-Profilquerschnitt

**Bild A 90** Profilschalldämmung und vertikale Längsschalldämmung im Vergleich, 160 mm Pfosten und Riegel, Pfosten getrennt mit Systemeinschub ohne Maßnahme



—	Messung 210 (ein Riegel)	$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 44 (-2;-5) \text{ dB}$
- - -	Messung 211 (zwei Riegel)	$D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 52 (-3;-5) \text{ dB}$
.....	Messung Z243 (Riegel)	$D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 45 (-4;-6) \text{ dB}$



Riegel-Profilquerschnitt

**Bild A 91** Profilschalldämmung und vertikale Längsschalldämmung im Vergleich, 160 mm Pfosten und Riegel, Pfosten getrennt, 2 Auflager, Pfostenprofil abgedeckt



Für diese Zeichnung behalten wir uns alle Rechte vor. Vervielfältigung, Verwertung und Weitergabe an Dritte ist nicht gestattet und kann zivil- bzw. strafrechtlich geahndet werden.  
For this drawing, we reserve all rights. Reproduction, utilisation and disclosure to third parties is prohibited and may result in civil or criminal proceedings.

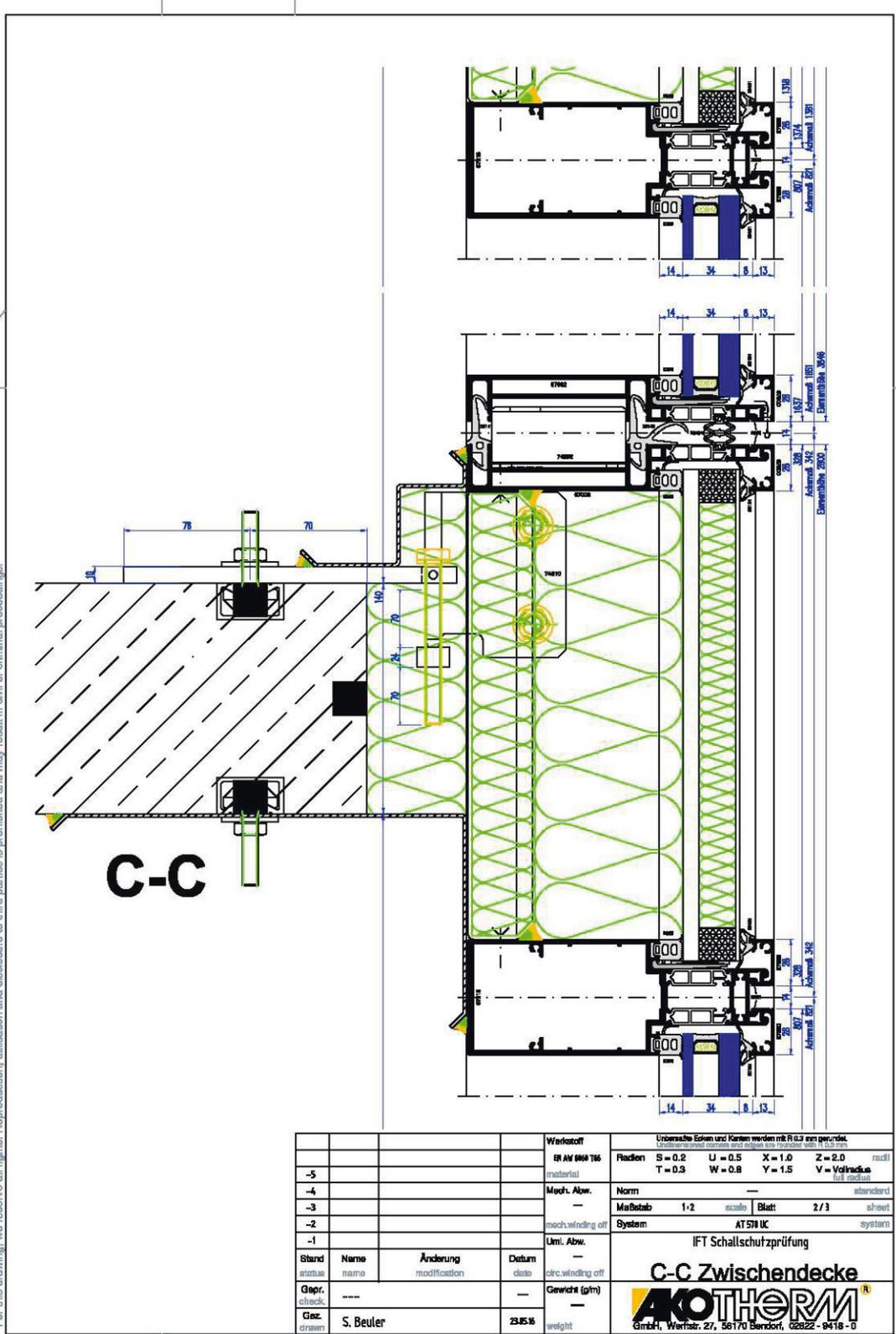


Bild A 93 Deckenanschlussdetail der Elementfassade, Aufbau 1

Für diese Zeichnung behalten wir uns alle Rechte vor. Vervielfältigung, Verwertung und Weitergabe an Dritte ist nicht gestattet und kann zivil- bzw. strafrechtlich gesondert werden.  
For this drawing, we reserve all rights. Reproduction, utilisation and disclosure to third parties is prohibited and may result in civil or criminal proceedings.

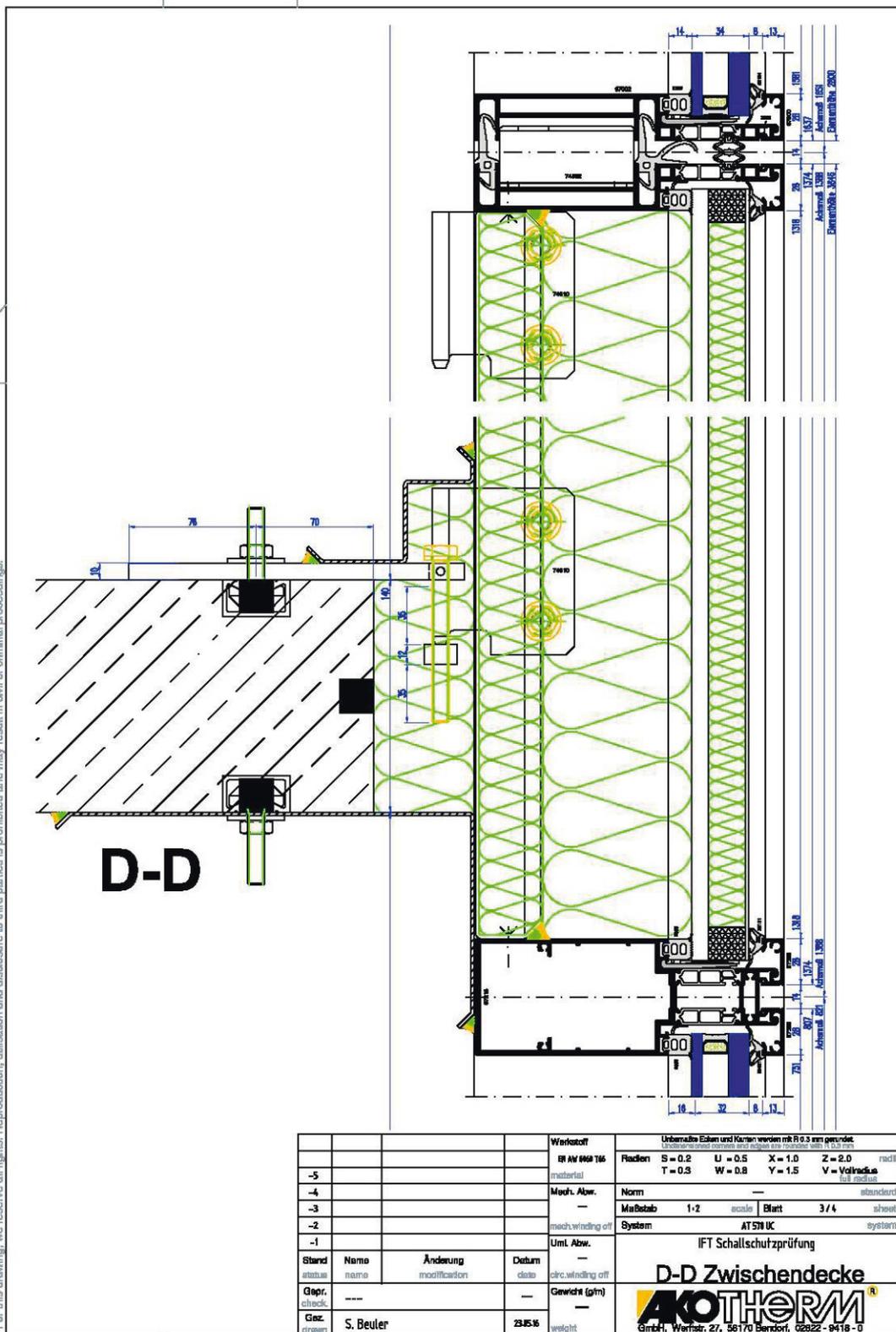


Bild A 94 Deckenanschlussdetail der Elementfassade, Aufbau 2



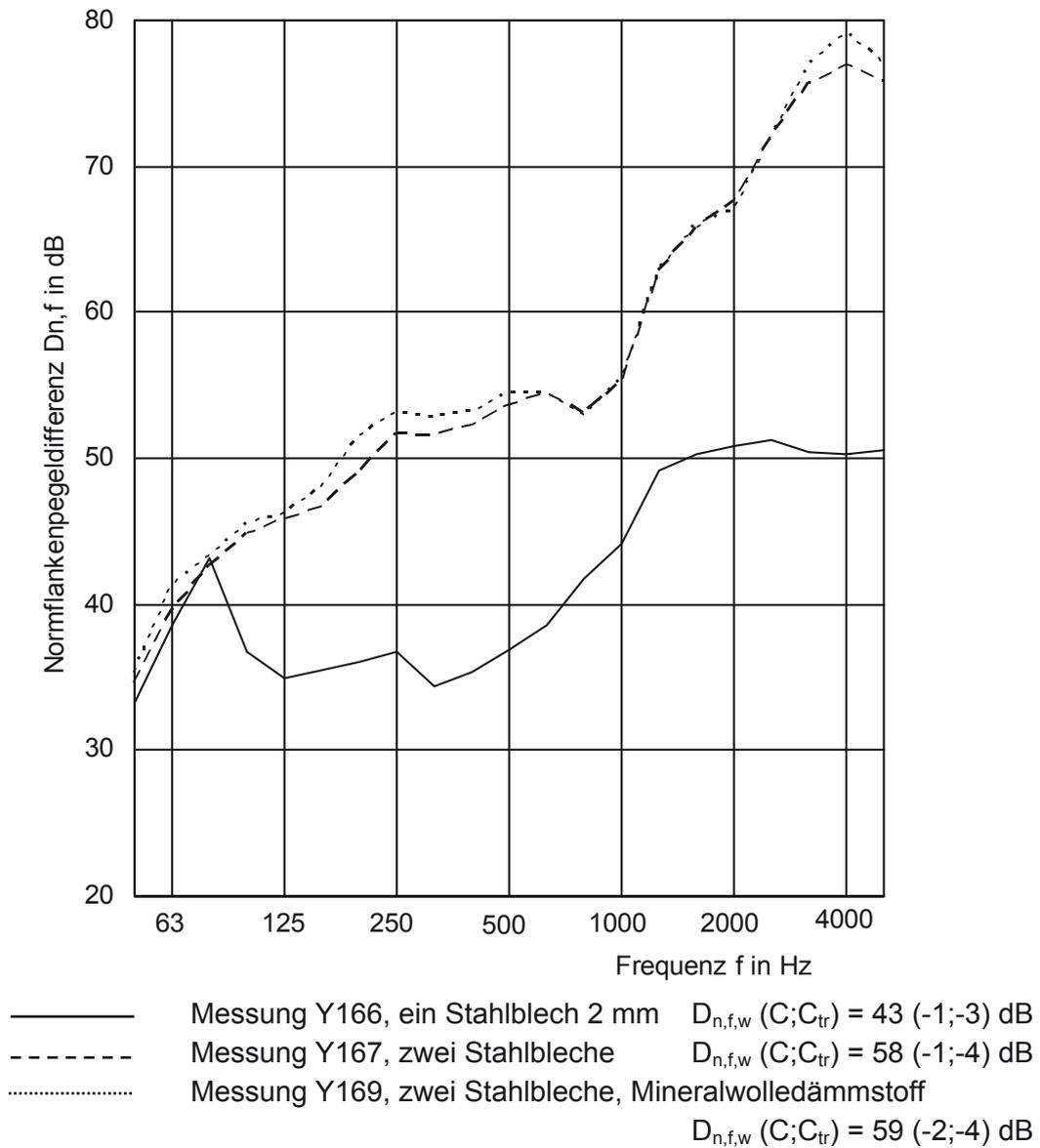
**Bild A 95** Ansicht der geprüften Elementfassade (Aufbau 1)

**Tabelle A 11** Ergebnis der Messungen der vertikalen Längsschalldämmung von Elementfassaden, Glasfüllung 12 VSG/16/6

Messung Nr.	Glas Raumseitig	Lage der Elementstoßfuge	Deckenanschluss, Dämmung	Abdichtung Deckenanschluss	Hohlraumdämmung	Bodenaufbau	Riegelprofil	$D_{n,f,w}$ (C;C <sub>tr</sub> ) dB	$D_{n,f,l0,w}$ (C;C <sub>tr</sub> ) dB			
Y165	6 mm Float	100 mm oberhalb des Deckenanschlusses	2 mm Stahlblech unten	Ohne	Ohne	Ohne	Keine Maßnahme	41 (-1;-2)	38 (0;-1)			
Y166			2 mm Stahlblech unten, und oben	Dichtband und Dichtstoff				Mineralwolle	43 (-1;-3)	41 (-1;-3)		
Y167									58 (-1;-4)	55 (-1;-3)		
Y168			2 mm Stahlblech unten	Dichtband und Dichtstoff	Mineralwolle			Mit	54 (0;-3)	52 (-1;-3)		
Y169			2 mm Stahlblech unten, und oben						59 (-2;-4)	56 (-1;-4)		
Y170			2 mm Stahlblech unten, und oben					Mit	60 (-2;-4)	57 (-1;-4)		
Y171									VS SR	63 (-2;-5)	61 (-2;-6)	
Y172			VS SR+ER	64 (-2;-6)	61 (-2;-6)							
Y173			1100 mm oberhalb des Deckenanschlusses	2 mm Stahlblech unten	Ohne			Ohne	Ohne	Keine Maßnahme	35 (0;0)	33 (-1;-1)
Y174				2 mm Stahlblech unten, und oben	Dichtband und Dichtstoff						Mineralwolle	42 (-1;-3)
Y175 (WDH)	43 (-1;-3)	40 (-1;-3)										
Y176	2 mm Stahlblech unten, und oben	Dichtband und Dichtstoff		Mineralwolle	Mit	60 (-2;-5)	57 (-1;-4)					
Y177	2 mm Stahlblech unten					55 (-1;-4)	52 (-1;-4)					
Y178	2 mm Stahlblech unten, und oben				Mit	60 (-1;-4)	58 (-2;-4)					
Y179						62 (-2;-5)	59 (-1;-5)					

VS Vorsatzschale beidseitig vor dem Profil  
WDH Wiederholungsmessung

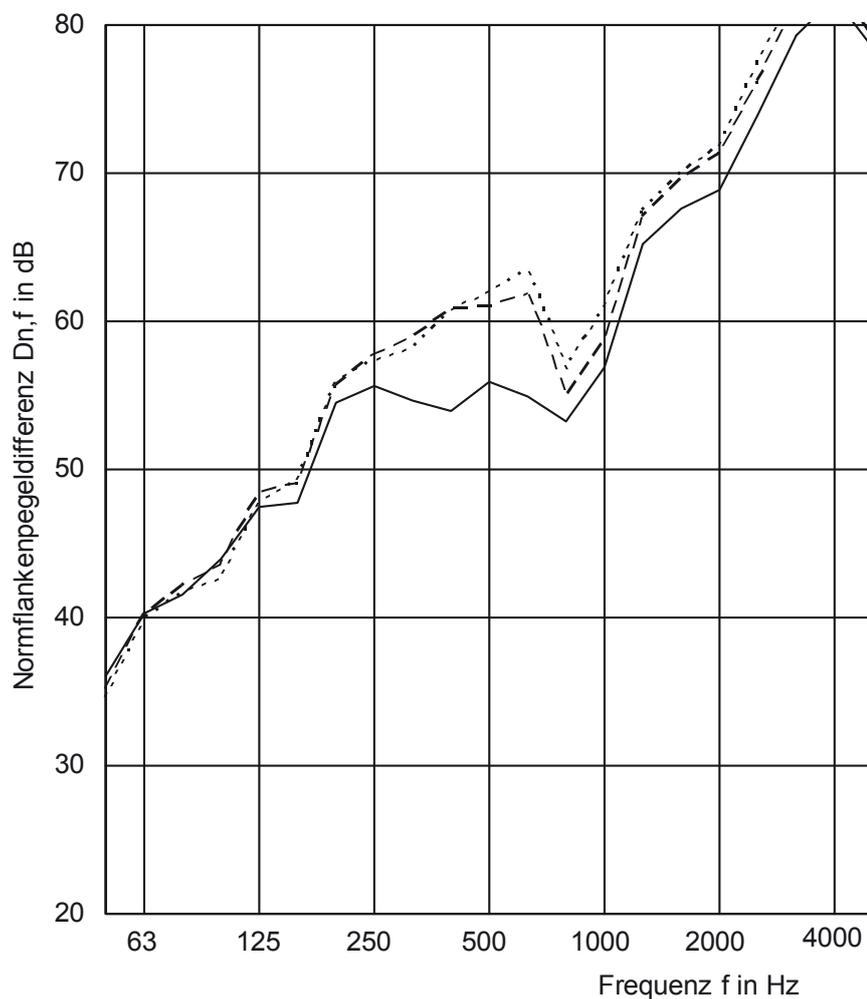
SR Senderraum  
ER Empfangsraum



Weitere Randbedingungen:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Deckenanschlussbleche abgedichtet zu Prüfstand und zur Fassade

**Bild A 96** Variation im Deckenanschluss

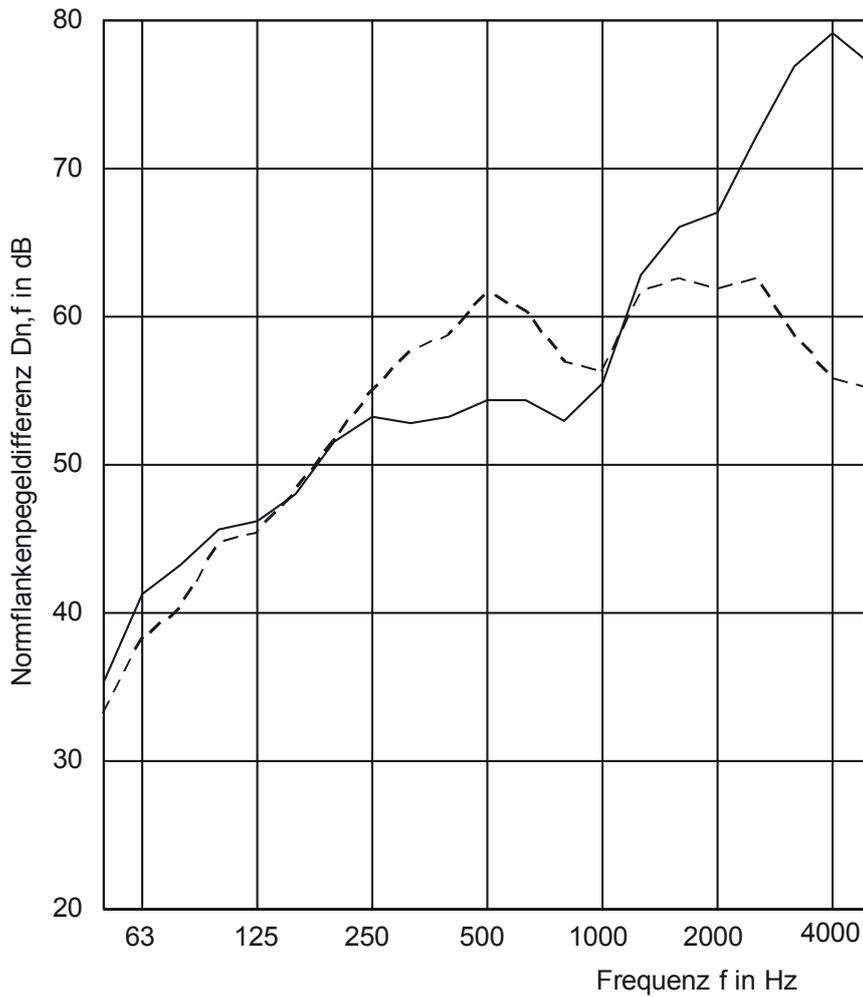


- Messung Y170, ohne Maßnahme  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 60 (-2;-4) \text{ dB}$   
 - - - Messung Y171, Rahmen oben mit Vorsatzschale  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 63 (-2;-5) \text{ dB}$   
 ..... Messung Y172, Rahmen oben und unten mit Vorsatzschale  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 64 (-2;-6) \text{ dB}$

Weitere Randbedingungen:

- Bodenaufbau simuliert
- Deckenanschlussbleche abgedichtet zu Prüfstand und zur Fassade
- Füllung des Deckenanschlusses mit Mineralwolle

**Bild A 97** Riegelprofile modifiziert

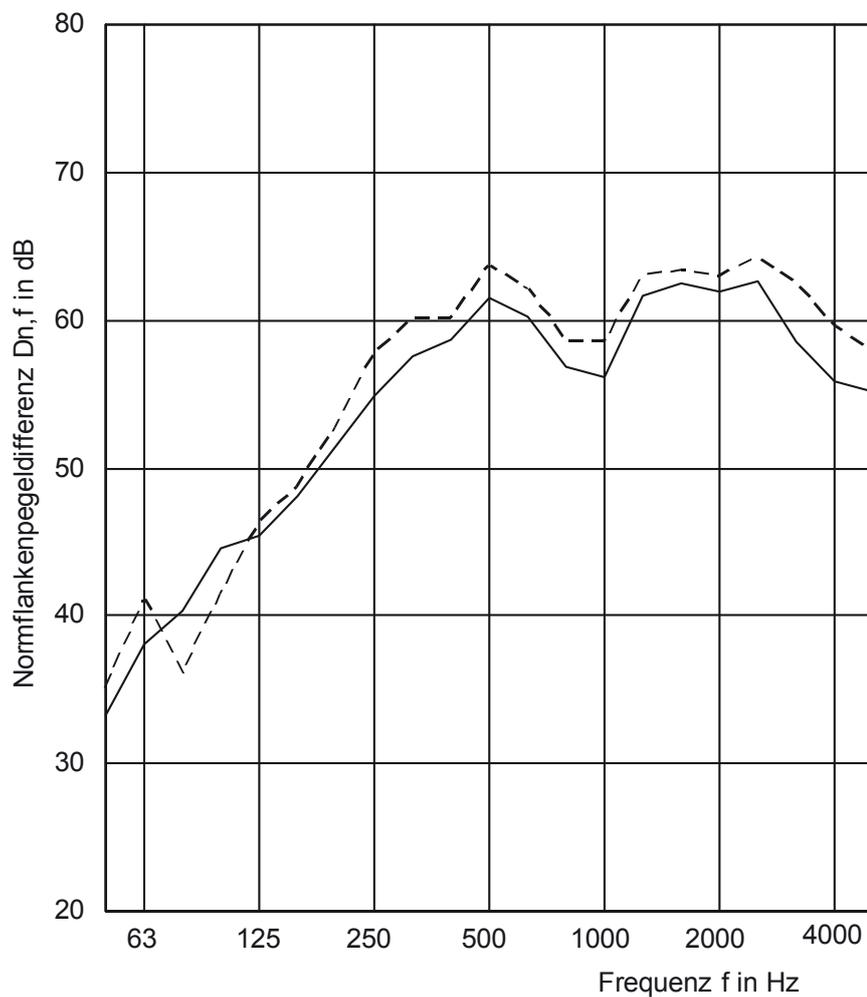


- Messung Y169, Elementstoßfuge 100 mm oberhalb des Deckenanschlusses  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 59 (-2;-4) \text{ dB}$
- - - Messung Y178, Elementstoßfuge 1100 mm oberhalb des Deckenanschlusses  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 60 (-1;-4) \text{ dB}$

Weitere Randbedingungen:

- Kein Bodenaufbau simuliert
- Deckenanschlussbleche abgedichtet zu Prüfstand und zur Fassade
- Füllung des Deckenanschlusses mit Mineralwolle

**Bild A 98** Lage des Elementstoßes



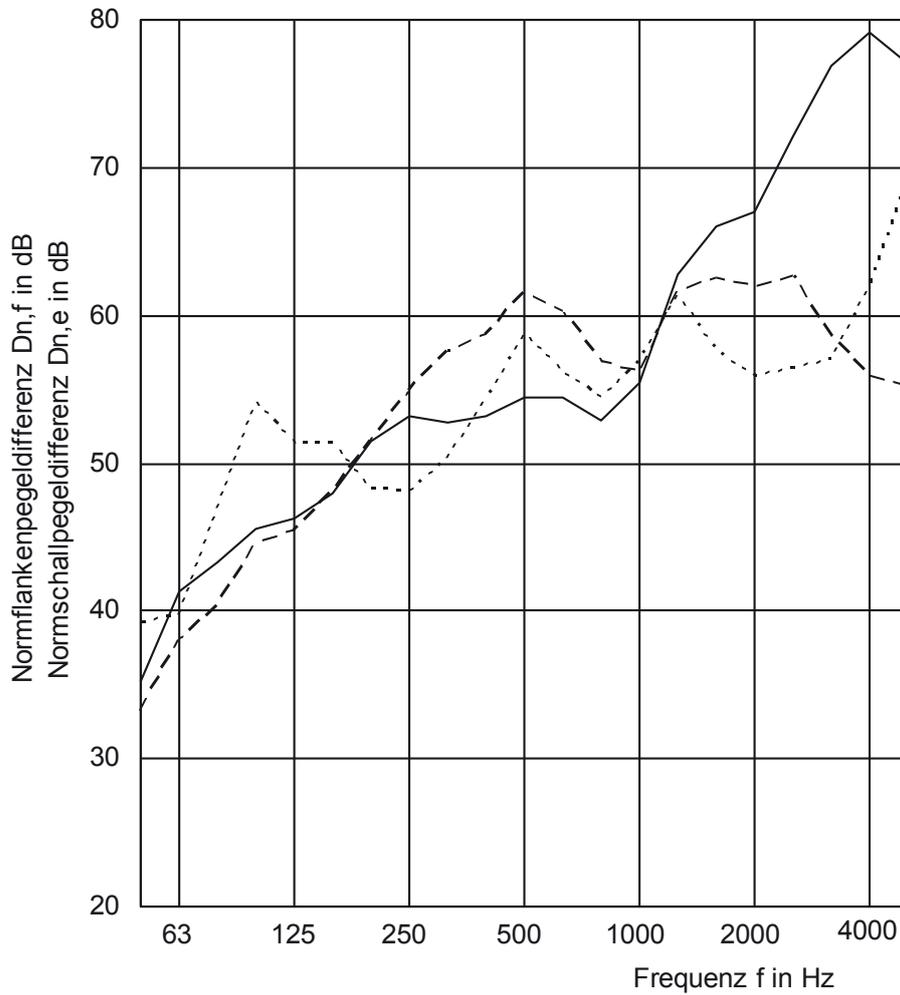
———— Messung Y178, ohne Bodenanschluss,  $D_{n,f,w}(C;C_{tr}) = 60 (-1;-4)$  dB  
 - - - - - Messung Y179, mit Bodenanschluss,  $D_{n,f,w}(C;C_{tr}) = 62 (-2;-5)$  dB

Weitere Randbedingungen:

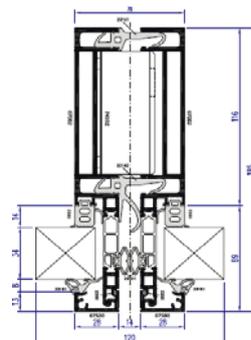
- Deckenanschlussbleche abgedichtet zu Prüfstand und zur Fassade
- Füllung des Deckenanschlusses mit Mineralwolle

**Bild A 99** Elementstoßfuge im Brüstungsbereich, Bodenanschluss simuliert

### 13.15 Profilschalldämmung und Längsschalldämmung vertikal, Elementfassade

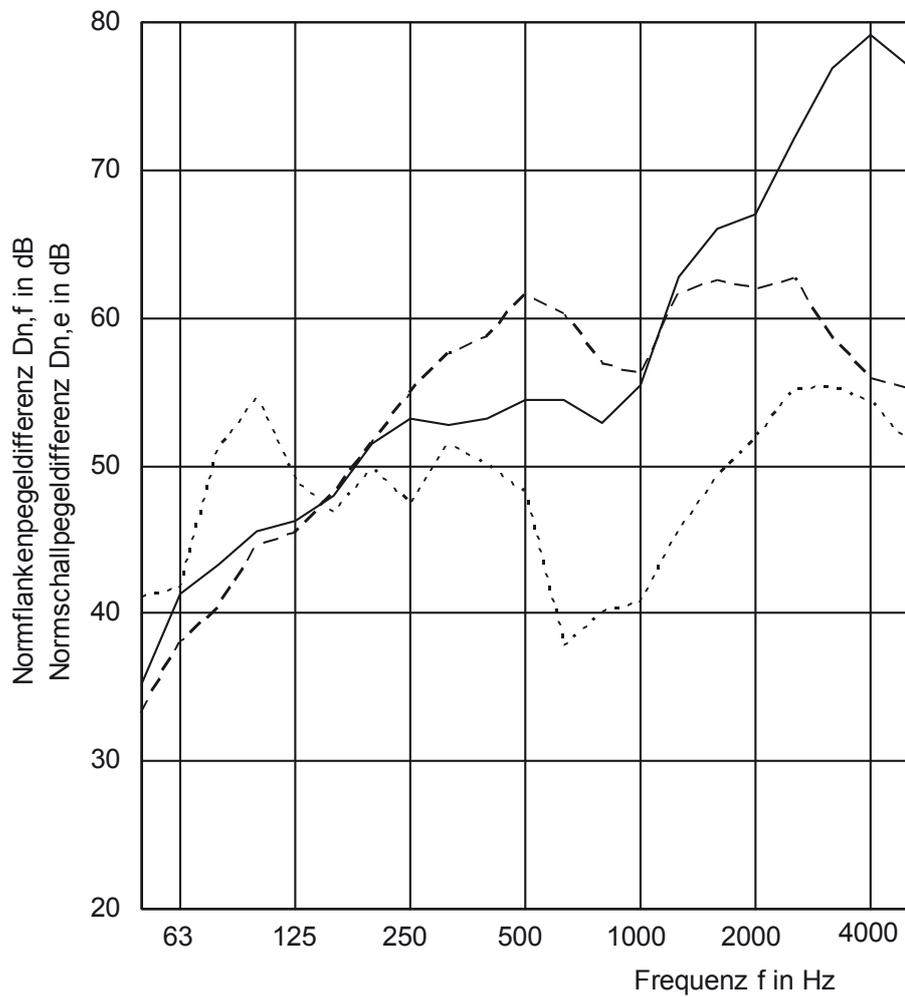


- Messung Y169 (100 mm Deckenabstand)  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 59 (-2;-4) \text{ dB}$
- - - - - Messung Y178 (1100 mm Deckenabstand)  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 60 (-1;-4) \text{ dB}$
- ..... Messung Z249 (Elementrahmen)  $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 56 (0;-1) \text{ dB}$

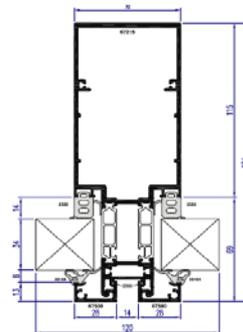


Elementrahmen-Profilquerschnitt

**Bild A 100** Profilschalldämmung und vertikale Längsschalldämmung im Vergleich



- Messung Y169 (100 mm Deckenabstand)  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 59 (-2;-4) \text{ dB}$   
 - - - Messung Y178 (1100 mm Deckenabstand)  $D_{n,f,w} (C;C_{tr}) = 60 (-1;-4) \text{ dB}$   
 ..... Messung Z246 (Mittelsprosse)  $D_{n,e,w} (C;C_{tr}) = 46 (-1;-3) \text{ dB}$



Mittelsprosse-Profilquerschnitt

**Bild A 101** Profilschalldämmung und vertikale Längsschalldämmung im Vergleich



ift Rosenheim  
Theodor-Gietl-Straße 7-9  
83026 Rosenheim

Tel.: +49 (0) 80 31 / 261-0  
Fax: +49 (0) 80 31 / 261-290  
E-Mail: [info@ift-rosenheim.de](mailto:info@ift-rosenheim.de)  
[www.ift-rosenheim.de](http://www.ift-rosenheim.de)

© ift Rosenheim 2017