

Mit der steigenden Sensibilisierung und dem Umweltbewußtsein der Bevölkerung hat auch die Bedeutung des Lärmschutzes stark zugenommen. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn die Nachfrage nach gut schalldämmenden Bauteilen gestiegen ist. Daß insbesondere bei leichten Bau-

tellen die Schall-Längsleitung der flankierenden Bauteile eine große Rolle spielt, wird oft vergessen oder zuwenig berücksichtigt. Im folgenden Beitrag gibt das Institut für Lärmschutz, Kühn + Blickle, Unterägeri, Tips und zeigt das Problem der Nebenwegübertragung am Beispiel von Leichtbauwänden auf.

Um die verschiedenen Bauteile schalltechnisch zu beschreiben, wurde das bewertete Schalldämm-Maß  $R_w$  nach DIN 52 210 eingeführt. Es wird dort verwendet, wo die Luftschalldämmung eines Trennelementes zwischen zwei aneinandergrenzenden Räumen beschrieben werden soll. Mit dem Schall-Längsdämm-Maß  $R_{Lw}$  nach DIN 52 217 wird die Schalldämmung verstanden, die sich dann ergibt, wenn sich

## Schallschutz mit Leichtbauwänden

# Leicht, aber fein

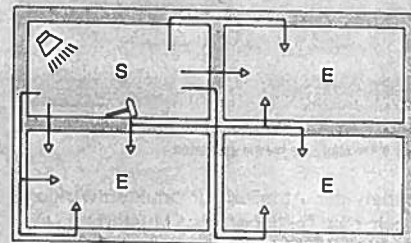
### Allgemeines zur Luftschallübertragung zwischen Räumen

Die im Senderaum erzeugte Luftschallenergie regt die raumbegrenzenden Flächen zu Schwingungen an. Die Stärke dieser Schwingungen hängt vom Luftschallpegel im Senderaum und von den physikalischen Eigenschaften der raumbegrenzenden Bauteile ab (siehe Abb. 1). Bei dieser Betrachtungsweise wird klar, daß bei der Schallübertragung zwischen zwei Räumen nicht nur die gemeinsame Trennwand als „Leiter“ wirkt. Die flankierenden Wände, Fassade, Decke, Fußboden und eventuell durchgehende Klimakanäle usw. sind ebenfalls „Leiter“, welche

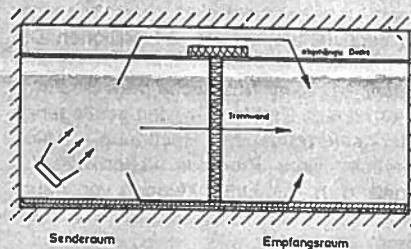
einen bestimmten Schallenergieanteil in den Nachbarraum übertragen.

Bei geforderten Schalldämmwerten über  $R_w = 40$  dB ist es vielfach so, daß die flankierenden Bauteile einen ebenso großen oder sogar größeren Schallenergieanteil übertragen als die gemeinsame Trennwand zwischen den beiden Räumen.

Durch eine akustisch richtige Ausführung der flankierenden Bauteile kann ihr Einfluß auf die Schallübertragung stark reduziert werden. Dabei spielen vor allem die Biegesteife und Masse der einzelnen Bauteile sowie die Verbindungsart Trennwand zu flankierenden Bauteilen eine sehr große Rolle.



1 Schematische Darstellung der möglichen Schallübertragungswege; S = Senderaum (Ort der Schallerzeugung), E = Empfänger (Ort der Schalleinwirkung)



2 Schematische Darstellung der Situation zum Berechnungsbeispiel für eine resultierende Gesamtschalldämmung zwischen zwei Räumen

Tabelle 1: Mögliche Schalldämmwerte sowie die jeweiligen Schalllängsdämmwerte verschiedener Bauteile

Bauteil	$R_w$ -Wert	$R_{Lw}$ -Wert	Verbesserungsmaßnahmen
a: einschalige, gemauerte Wände aus Backsteinen, Gips, Kalksandsteinen usw., flächenbezogene Masse 80–300 kg/m <sup>2</sup>	34–50 dB	36–50 dB	vertikale Trennfuge der flankierenden Wand im Trennwandbereich; Erhöhung der Verzweigungsdämmung; Verkleiden der flankierenden Wand mit Vorsatzschalen siehe a
b: zweischalige Wände mit ca. 30–50 mm Mineralfaserfilz zwischen den Schalen; flächenbezogene Masse je Schale: 80–300 kg/m <sup>2</sup> ; flankierende Wände gemauert, von einem Raum zum anderen durchgehend	42–56 dB	36–50 dB	
c: wie b, jedoch flankierende Wände im Bereich des zweischaligen Mauerwerks getrennt	52–67 dB	–	–
d: doppelschalige, demontable Trennwand in Leichtbauweise, Schalen aus 13–18-mm-Platten aus Holz, Gips o. ä.; zwischen den Schalen 50–60 mm Mineralfaserfilz. Schalen an gemeinsames Holzständerwerk geschraubt oder geklebt	38–44 dB	45–52 dB	hohlraumseitiges Beschweren der Wandschalen; vertikale Trennfuge zwischen den flankierenden Wandschalen
e: wie d, jedoch Ständerwerk aus dünnen Stahlblechprofilen oder akustisch günstige Befestigung der Schalen an Holzständerwerk	44–50 dB	45–52 dB	siehe d
f: normale Durchgangstür in Trennwand eingebaut	25–30 dB	–	–
g: schwere Durchgangstür mit Falz- und Schwellendichtung	34–40 dB	–	–
h: Leichtmetallfassade mit Isolierverglasung; Falzdichtung	36–45 dB	50–55 dB	–
i: abgehängte Decke aus dünnen Platten aus gepreßten Mineralfasern, Gips o. ä. ohne Abschottung im Deckenhohlraum	–	30–40 dB	Einbringen einer vertikalen Abschottung oder hohlraumseitiges Auflegen von 30–50 mm dicken Mineralwollebahnen
k: schwimmend verlegter, 40–50 mm dicker Estrich	–	40–44 dB	Durchschneiden des Estrichs im Trennwandbereich
l: schwimmend verlegter Asphaltestrich	–	42–46 dB	siehe k
m: gemeinsamer Klimakanal aus Stahlblech o. ä. zwischen zwei Räumen	–	34–46 dB	Einfügen von Schalldämpfern ins Leitungssystem
n: durchgehende Kabelkanäle entlang Fassade usw. mit einwandfreier Dichtung der Fugen beim Trennwanddurchbruch	–	50–54 dB	Ausstopfen mit Mineralfaserfilz im Trennwandbereich

Aus dem Diagramm 1 ist ersichtlich, daß die zwischalige Leichtbauwand erst oberhalb einer Resonanzfrequenz  $f_0$  eine höhere Luftschalldämmung  $R$  aufweist als eine einschalige Trennwand gleicher Masse. Die Frequenz  $f_0$  wird als Doppelwandresonanz bezeichnet. Die Masse der Schalen und die Luftpolsterdicke sind nun so zu dimensionieren, daß die daraus resultierende Resonanzfrequenz  $f_0$  unter 100 Hz liegt. Diese Forderung wird bei symmetrischem Aufbau erfüllt, wenn  $d \cdot m \geq 80$  (kg cm/m<sup>2</sup>);  $d$  bedeutet dabei die Luftpolsterdicke zwischen den beiden Schalen in Zentimetern, und  $m$  ist die flächenbezogene Masse einer Schale in kg/m<sup>2</sup>. Bei dieser Bedingung wird vorausgesetzt, daß der Hohlraum mit einem offenporösen, schallabsorbierenden Material gefüllt ist. Am besten eignen sich dazu Mineralfaserfilze mit einer Dichte zwischen 40 und 80 kg/m<sup>3</sup>.

Der Schalldämmverlauf im Mittelton- und auch im überwiegenden Teil des Hochtonbereichs wird durch die Art der Schalenbefestigung am gemeinsamen Rahmen und durch die flächenbezogene Masse der Schalen bestimmt. Es spielt dabei eine entscheidende Rolle, ob die Schalen vollflächig oder punktförmig am gemeinsamen Rahmen befestigt sind. Der Einfluß der Befestigungsart auf den Schalldämmverlauf wird anhand des Diagramms 2 erläutert.

Das untersuchte Trennwandelement bestand aus einem umlaufenden Holzrahmen, an den beidseitig Schalen aus je 22 mm dicken Holzspanplatten geschraubt wurden. Der Hohlraum zwischen den beiden Schalen war 50 mm dick und mit 40 mm dickem Mineralfaserfilz bedämpft. Die

Größe des untersuchten Elements betrug 850 x 1990 mm. Die Kurve A im Diagramm 2 stellt den gemessenen Schalldämmverlauf des Trennwandelements dar. Daraus errechnet sich ein bewertetetes Schalldämm-Maß von  $R_w = 41$  dB.

Bei einem weiteren Versuch wurde der umlaufende Holzrahmen des Elements entfernt und durch insgesamt zehn Top-Roc-Distanzschrauben, welche in regelmäßigen Abständen umlaufend angeordnet waren, ersetzt. Der gemessene Schalldämmverlauf dieser Trennwandanordnung ist als Kurve B im Diagramm 2 aufgetragen. Der daraus resultierende Schalldämmwert ergibt sich zu  $R_w = 47$  dB. Die ermittelte Verbesserung der Schalldämmung von 41 dB auf 47 dB ist einzig und allein auf die schalltechnisch wesentlich günstigere, punktförmige Verbindung der beiden Trennwandschalen zurückzuführen.

Bei einer punktwisen Verbindung ist darauf zu achten, daß die Anzahl der Schraubenverbindungen nicht zu groß wird, da ja jede Schraube im akustischen Sinn eine Schallbrücke darstellt. Optimal sind umlaufend zwischen den Elementschalen angeordnete Schrauben mit einem mittleren Achsabstand zwischen 550 und 600 mm. Eine weitere Verbesserung der Schalldämmung des untersuchten Elements – ohne die Schalen zu verändern – wäre dabei nur noch möglich, indem die Schraubenverbindungen durch elastische Verbindungen, zum Beispiel Gummizylinder o. ä., ersetzt würden. Eine derartige Trennwandausführung ist jedoch aus statischen Gründen in der Praxis kaum anwendbar.

Als letztes sei noch der Hochtonbereich erwähnt (siehe Diagramm 1). Er wird in er-

ster Linie durch einen Schalldämmeinbruch im Bereich der Grenzfrequenz  $f_g$  gekennzeichnet. Die Tiefe des Schalldämmeinbruchs hängt sehr stark von der Bedämpfung und der Randverbindung der Trennwandschalen ab. Zur Vermeidung eines störenden Schalldämmeinbruchs im Bereich der Grenzfrequenz des Schalenmaterials – sie liegt bei den üblichen zur Anwendung kommenden, 12 bis 20 mm dicken Holz- und Gipsbauplatten zwischen 1600 und 4000 Hz – empfiehlt sich ein punktwises Anbringen von 3 bis 4 mm dicken Holzfaserverstärkungen auf die Trennwandschalen. Die Befestigung der Holzfaserverstärkungen kann mittels Klammern, Nägeln oder Leimpunkten erfolgen. Wichtig dabei ist der Achsabstand der Punktverbindungen, welcher 150 bis 200 mm zu betragen hat. Da das Aufbringen von Holzfaserverstärkungen nicht nur die Körperschalldämmung, sondern natürlich auch die flächenbezogene Masse der Schalen erhöht, kann mit dieser Maßnahme die Schalldämmung von Leichtbauwänden um weitere 3 bis 4 dB angehoben werden. Das bedeutet, daß mit dem weiter oben beschriebenen Trennwandelement, dessen Schalen umlaufend über zehn Top-Roc-Schrauben miteinander verbunden sind, mit zusätzlich beschwerten Schalen ein bewertetetes Schalldämmmaß von  $R_w = 50$  dB erreicht wird.

Zur Realisierung einer solch hohen Schalldämmung mittels Mauerwerk müßte dieses eine flächenbezogene Masse von mindestens 300 kg/m<sup>2</sup> aufweisen.

\* (Hersteller: Vereinigte Drahtwerke AG, CH-2501 Biel; Vertrieb in der Bundesrepublik Deutschland: BTI-Befestigungstechnik GmbH + Co., Postfach 40, 7118 Ingelfingen)

## Rosenheimer Fenstertage 1984

# Lamellierung von Profilen für Holzfenster

### 1. Problemstellung

Die Verleimung von größeren Holzquerschnitten aus einzelnen Lamellen ist weder für Fenster noch für Türen und andere Bauelemente neu. Im handwerklichen Bereich wird die Dickenverleimung, die auch als Lamellierung bezeichnet wird, unter Einhaltung handwerklicher Grundregeln seit Jahren eingesetzt.

Eine größere Verbreitung fand die Lamellierung im Fenster- und Außentürenbereich aber erst in den letzten Jahren, wobei sich der Weg abzeichnet, daß die Hersteller von Fenstern und Türen sowohl die Lamellierung selbst durchführen als auch die verleimten Querschnitte kaufen.

Die Einführung und Anwendung von lamellierten Querschnitten in größerem Umfang birgt die Gefahr in sich, daß sich Schwachpunkte, die sich bisher als solche nicht auswirkten, zu Schäden an Holzbauteilen entwickeln können. Es ist deshalb notwendig, in der derzeitigen Situation die Qualitätsanforderungen und die Anwendungsgrenzen festzuschreiben.

Ausgangsbasis für die Anwendung von lamellierten Querschnitten ist zur Zeit nicht die Kostenersparnis für die eingesetzten

Werkstoffe. Die bisherigen praktischen Erfahrungen haben gezeigt, daß Vollholzquerschnitte und lamellierte Querschnitte, wenn die für den Fensterbau relevanten Eigenschaften gegenübergestellt werden, auch in den Kosten vergleichbar sind. Langfristig kann sich diese Situation ändern, da bei der Verwendung lamellierter Querschnitte die Holzausnutzung günstiger ist. Bei einheimischem Nadelholz ermöglicht die Lamellierung eine den Vorstellungen des Bauherrn entgegenkommende geringere Astigkeit der sichtbaren Flächen.

### 2. Istzustand

Alle Holzarten, die für Vollholzquerschnitte geeignet sind, können auf für lamellierte Querschnitte eingesetzt werden. Dies trifft auch für die Mittellagen zu. Ein Querschnitt soll dabei mindestens aus zwei Einzelteilen zusammengeleimt werden (Abb. 1).

Die Querschnittsform dieser sogenannten „Rohkanten“ ist entweder rechteckig, wie in Abb. 1 dargestellt, oder sie ist der Querschnittsform des Fensterprofils bereits angepaßt, wie aus Abb. 2 ersichtlich ist. Diese Anpassung bringt eine Material-

einsparung und verringert den Zerspannungsaufwand bei der weiteren Bearbeitung. Bei Vorfertigung wird allerdings der Lagerumfang vergrößert. Die Entscheidung für die rechteckige oder die angepaßte Querschnittsform ist in erster Linie aus wirtschaftlichen Überlegungen zu treffen.

Die Entscheidung, ob die notwendigen Fertiglängen oder ob Stangen für Mehrfachlängen hergestellt werden, hängt von der Forderung an die Decklagen ab. Unterschiedliche Forderungen sind dabei an Profile für deckende und an Profile für lasierende Anstrichbehandlung zu stellen. Keilgezinkte Decklagen, wie sie bei der Herstellung von Stangen notwendig sind, werden bei lasierender Behandlung vom Kunden nicht immer akzeptiert.

Der Aufbau der Querschnitte ist sowohl für das Stehvermögen als auch für die Haltbarkeit der Fensterkonstruktion wichtig. Keine Leimfuge darf der direkten Bewitterung ausgesetzt sein. Dies bedeutet, daß

- Leimfugen in der Fensterebene liegen,
- die Lamellendicke mindestens 15 mm beträgt,
- der Aufbau des Querschnittes symmetrisch ist.

Von diesen Grundregeln sollte ohne ausreichende eigene Erfahrung nicht abgewichen werden.

Die Feuchtigkeit des Holzes ist neben dem Aufbau der Querschnitte wichtig für

die Schallenergie entlang eines Bauelementes ausbreitet (z. B. Flankenübertragung entlang einer Fassade, einer Korridorwand oder eines schwimmend verlegten Estrichs).

Die beiden Maße ( $R_w$  und  $R_{Lw}$ ) ein und desselben Bauteils können sehr unterschiedliche Werte annehmen und müssen getrennt betrachtet werden.

Am folgenden Zahlenbeispiel soll gezeigt werden, wie stark sich der Einfluß der flankierenden Bauteile auf die am Bau gemessene Luftschalldämmung bemerkbar machen kann (siehe Abb. 2).

Bei den angegebenen Schalldämmungen handelt es sich um die sog. Laborwerte ohne Einfluß irgendwelcher Nebenwegübertragungen.

Bewertetes Schalldämm-Maß der gemeinsamen Trennwand:  $R_w = 48$  dB;

bewertetes Schall-Längsdämm-Maß des durchgehenden schwimmenden Estrichs:  $R_{Lw} = 42$  dB;

bewertetes Schall-Längsdämm-Maß der Leichtmetallfassade:  $R_{Lw} = 55$  dB;

bewertetes Schall-Längsdämm-Maß der Korridorwand:  $R_{Lw} = 50$  dB;

bewertetes Schall-Längsdämm-Maß der abgehängten Decke:  $R_{Lw} = 45$  dB.

Die maximal erreichbare Gesamtschalldämmung beträgt  $R_w = 39$  dB, da ja alle Bauteile mehr oder weniger Schall übertragen.

Das Ergebnis ist überraschend, da man doch eine Trennwand von  $R_w = 48$  dB eingebaut hat.

Um die Schalldämmung zwischen den beiden Räumen zu erhöhen, müßte man zunächst bei dem Verursacher (Leiter) mit der geringsten Schalldämmung beginnen und entsprechende Maßnahmen ergrei-

fen. In diesem Fall wäre das der durchgehende schwimmende Estrich. Die Maßnahme besteht darin, den Estrich im Trennwandbereich durchzuschneiden. Dadurch kann die Schalldämmung zwischen beiden Räumen auf ca. 42 dB angehoben werden.

Damit solche Überraschungen am Bau nicht auftreten, muß gefordert werden, daß die Werte der Längsschalldämmung der flankierenden Bauteile um 7 bis 10 dB höher liegen als das Schalldämm-Maß der raumteilenden Trennwand. Diese erhöhten Anforderungen, welche an die flankierenden Bauteile gestellt werden, sind berechtigt, da normalerweise das Schall-Längsdämm-Maß eines Bauteils höher liegt als sein Schalldämmmaß.

Dieser Umstand ist in erster Linie auf das anormale Abstrahlverhalten von Leichtbauteilen und auf die mehr oder weniger ausgeprägte Verzweigungsdämmung beim Anschluß Trennwand zu flankierenden Bauteilen zurückzuführen. Weiter hat dieser Umstand zur Folge, daß die Luftschalldämmung eines Trennwandelementes zwischen zwei Räumen erst dann durch die flankierenden Bauteile verfälscht wird, wenn seine Dämmung mehr als 40 dB beträgt. Mit zunehmender Schalldämmung zwischen zwei Räumen fällt die Flankenübertragung immer mehr ins Gewicht, bis eine obere Grenze erreicht wird. Diese Grenze bzw. maximal erreichbare Schalldämmung hängt von der Bauweise ab. Bei der üblichen Massivbauweise mit gemauerten oder betonierten Wänden (flankierende Bauteile von einem Raum zum anderen durchgehend) liegt diese Obergrenze zwischen 54 und 56 dB. Bei der heute vielfach angewandten Ske-

## Anforderung an den Schallschutz

Die erforderliche Schalldämmung zwischen zwei Räumen hängt in erster Linie von deren Nutzung ab. Während ein bewertetes Schalldämm-Maß zwischen einem Schlafzimmer und einem angrenzenden Restaurant von  $R_w = 55$  dB bei weitem nicht ausreicht, ist dasselbe Schalldämm-Maß zwischen Büroräumen, Schulzimmern o. ä. überleben hoch.

Es ist daher sehr wichtig, wie hoch der Schallschutz überhaupt anzusetzen ist. Die Tabelle 2 zeigt, wie hoch das bewertete Schalldämm-Maß zwischen Räumen verschiedener Nutzung anzusetzen ist, um Klagen der Bewohner mit großer Wahrscheinlichkeit auszuschließen.

## Konstruktiver Aufbau von Leichtbauwänden

Die nachfolgenden Ausführungen beschränken sich auf das Problem der konstruktiven Gestaltung von Leichtbauwänden und deren Auswirkungen auf die Luftschalldämmung, wobei unter Leichtbauwänden eine aus zwei „biegewelchen“ Schalen aus Holz, Gips usw. aufgebaute Trennwand verstanden wird.

Die beiden Schalen sind dabei an einem gemeinsamen Rahmen bzw. Ständer befestigt. Der Hohlraum zwischen den Schalen ist mit einem offenporösen Material, welches üblicherweise aus Mineralfaserfilz besteht, versehen. Der Vorteil einer zweischaligen Wandkonstruktion besteht darin, daß mit ihnen – bei schalltechnisch richtigem Aufbau – eine wesentlich höhere Schalldämmung erzielt werden kann als mit einschaligen Aufbauten gleicher flächenbezogener Masse.

Luftschalldämmung zwischen	normale Anforderungen $R_w$	erhöhte Anforderungen $R_w$
Büros, Büros und Gängen	40 dB	48 dB
aneinander-grenzenden Wohnungen	55 dB	—
Zimmern in derselben Wohnung	42 dB	48 dB
Hotelzimmern, Krankenzimmern	50 dB	55 dB
Wohnungen und Gewerbebetrieben, Restaurants usw.	65 dB	70 dB
Speisesälen	35 dB	—
Seminarräumen, Veranstaltungssälen	40 dB	48 dB
Reiheneinfamilienhäusern	65 dB	70 dB

Tabelle 2: Normale und erhöhte Schalldämmungsanforderungen zwischen Räumen verschiedener Nutzung. Bemerkung: Die erhöhten Anforderungen sind in ruhigen Gegenden und überall dort, wo auf einen guten Schallschutz besonderer Wert gelegt wird, anzuwenden. Die in der Tabelle aufgeführten Werte entsprechen nicht in allen Teilen den in der DIN 4109 aufgeführten Schalldämmwerten.

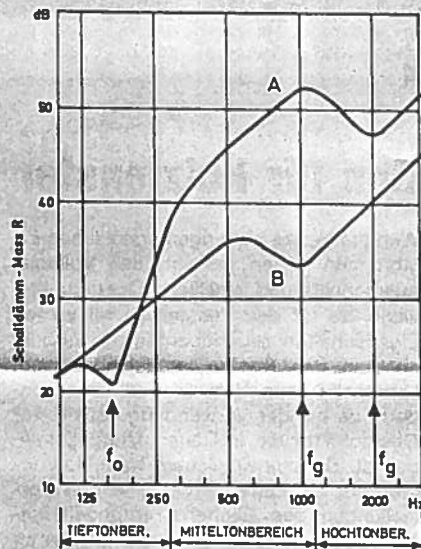


Diagramm 1: Idealisierter Schalldämmverlauf einer zweischaligen Leichtbauwand (Kurve A) und einer einschaligen Wand gleicher flächenbezogener Masse (Kurve B).

lettbauweise mit einem Ausbau aus Leichtbauelementen liegt die obere Grenze schon bei 48 bis 50 dB. Eine höhere Schalldämmung ist nur noch mit enorm großem Aufwand zu realisieren. Tabelle 1 zeigt, mit welchen  $R_w$ - bzw.  $R_{Lw}$ -Werten der einzelnen Bauteile zu rechnen ist. Neben einer kurzen Konstruktionsbeschreibung werden noch Maßnahmen zur Erhöhung der Luftschalldämmung beschrieben.

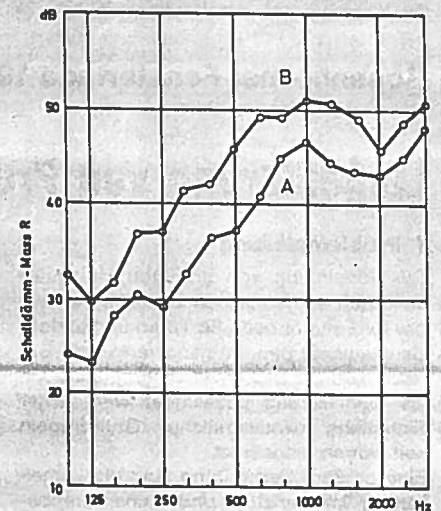


Diagramm 2: Schalldämmverlauf eines doppelschaligen Holzleichtbau-Wandelementes mit zwei verschiedenen Befestigungsarten der Schalen am gemeinsamen Rahmen. Kurve A: Schalen direkt auf Holzrahmen geschraubt; Kurve B: Schalen punktförmig miteinander verbunden.

Da zweischalige Leichtbauwände einen äußerst komplexen Schalldämm-Mechanismus aufweisen, ist bei Ihrer Auslegung eine Reihe von Punkten zu beachten. Zur Darstellung der Einflüsse der verschiedenen konstruktiven Maßnahmen wird der gesamte interessierende Frequenzbereich von 100 bis 4000 Hz in einen Tiefton- (100 bis 250 Hz), Mittelton- (315 bis 1000 Hz) und Hochtonbereich (1250 bis 4000 Hz) unterteilt.