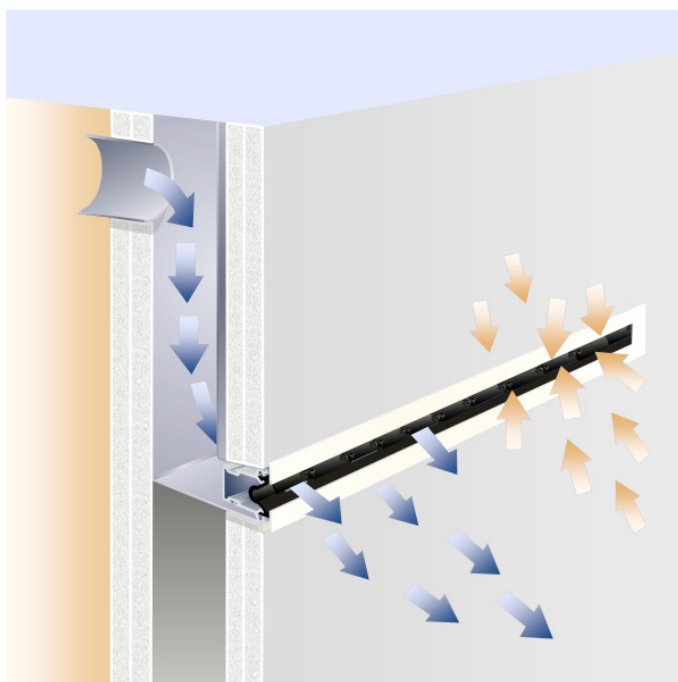




Seit 1877

Kiefer

Luft- und Klimatechnik



Luftschalldämpfung von Wand-Luftdurchlässen

von
Dipl.-Ing. (FH) Uwe Nawrat
Forschung und Entwicklung
Maschinenfabrik Gg. Kiefer GmbH
Stuttgart, den 26. Februar 2007

Luftschalldämpfung von Wand-Luftdurchlässen

Einleitung

Bereits im Jahre 2002 wurde von der Firma Kiefer der Wand-Luftdurchlass INDULSNAP vorgestellt, der hervorragende Eigenschaften besitzt. Zum einen ist er so schmal, dass er sich problemlos in eine Trockenbauwand integrieren lässt und zum anderen weist er außergewöhnlich hohe Schalldämpfungswerte auf. Das spart Platz in der Flurdecke und auch Geld, da auf die Telefoneschalldämpfer in den meisten Fällen verzichtet werden kann.

Von einem Wettbewerber wurde die Frage aufgeworfen, ob die hohen Dämpfungswerte überhaupt realistisch sind [6]. Um der allgemeinen Verunsicherung entgegen zu wirken, haben wir nachfolgende technische Information ausgearbeitet. Sie soll den Hintergrund erläutern, warum wir davon überzeugt sind, dass unsere Messmethode und die daraus von einem unabhängigen Institut (ILK, Dresden) gemessenen Werte, korrekt und glaubhaft sind.

Gegenüberstellung der Messverfahren

Während die Firma Kiefer nach dem sogenannten Direktverfahren misst, arbeiten einige Wettbewerber nach einem Verfahren, das im folgenden Text als „vereinfachtes Substitutionsverfahren“ bezeichnet wird. Die Anwender dieses vereinfachten Substitutionsverfahrens berufen sich auf die DIN EN ISO 7235. Diese Norm trägt jedoch die Überschrift: „Labormessungen an Schalldämpfern in Kanälen..“ [2]

Zur Begriffsbestimmung lohnt sich die Lektüre der Norm DIN EN ISO 11820 [3]. Hier werden zwei Dämpfungsmaße definiert, die auf zwei unterschiedlichen Messverfahren basieren.

1. Das Durchgangsdämpfungsmaß: „Die Differenz,...., der Pegel der auf den Schalldämpfer auftreffenden und der von diesem durchgelassenen Schalleistung.“ [1]

2. Das Einfügungsdämpfungsmaß: „Die Differenz,...., der durchtretenden Schalleistung mit und ohne Schalldämpfer“ [1]

Bei dem ersten Verfahren handelt es sich um das Direktverfahren, da direkt und zeitgleich vor und nach dem Schalldämpfer gemessen wird.

Bei der Bestimmung der Einfügungsdämpfung wird nur hinter dem Schalldämpfer gemessen, weswegen der Schalldämpfer ein und ausgebaut werden muß. Dieses Verfahren ist bei den Nutzern von Hallräumen sehr beliebt, da so alle Schallpegelmessungen im Hallraum durchgeführt werden können.

Genauere Messvorschriften hierfür finden sich in der bereits angeführten DIN EN ISO 7235 [2] und in der DIN EN ISO 11691[3].

Die folgende Skizze soll schematisch den in diesen beiden Normen festgelegten Messaufbau beschreiben.

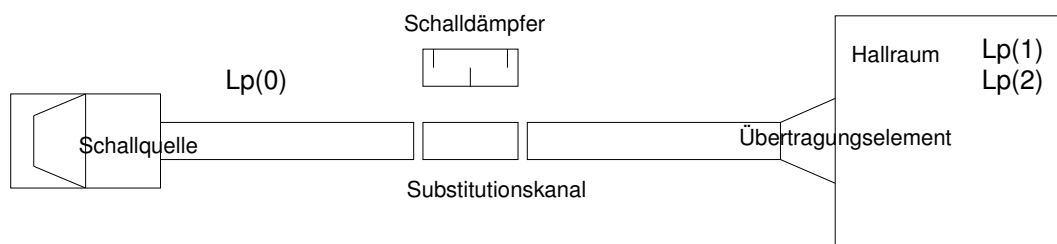


Bild-1 : Schematischer Messaufbau

$L_p(i)$ ist dabei ein Schalldruckpegel an einem bestimmten Ort und während einer bestimmten Messung.

Es werden bei diesem Verfahren zwei Messungen durchgeführt. Bei der ersten Messung ist der Schalldämpfer in die Messstrecke eingebaut. Bei der zweiten Messung wird er durch einen Substitutionskanal ersetzt. Deshalb spricht man hier auch von einem Substitutionsverfahren. Bei den Messungen wird jeweils der Schalldruckpegel im Hallraum gemessen. Durch die Differenzbildung wird das Einfügungsdämpfungsmaß berechnet.

Da sich viele Wettbewerber auf die DIN EN ISO 7235 berufen, möchten wir hier kurz ins Gedächtnis rufen, unter welchen Bedingungen dieses Messverfahren anwendbar ist:

- 1.) Das Quellsignal muß bei beiden Messungen die gleichen Terzpegel besitzen.
- 2.) Das zu messende Produkt muß durch einen sinnvollen (aus akustischer Sicht) Substitutionskanal ersetzbar sein.
- 3.) Bei Messungen über einen Hallraum muß ein geeignetes Übertragungselement eingesetzt werden.
- 4.) Bei beiden Messungen muß das gleiche Übertragungselement verwendet werden.

Das Übertragungselement ist deswegen so wichtig, weil abhängig von dessen Ausbildung beim Eintritt in den Hallraum eine Schalleistungsreduzierung stattfindet. Diese wird auch als Mündungsreflexion bezeichnet [5].

Keine dieser Bedingungen läßt sich jedoch bei der Vermessung eines Luftdurchlasses erfüllen.

Um dieses Problem pragmatisch zu lösen, wurde in der Neufassung der EN ISO 7235 aus dem Jahr 2004 unter Kapitel 6.3. [2] das hier als „vereinfachtes Substitutionsverfahren“ bezeichnete Kurzverfahren für die Messung der Schalldämpfung von Luftdurchlässen aufgenommen.

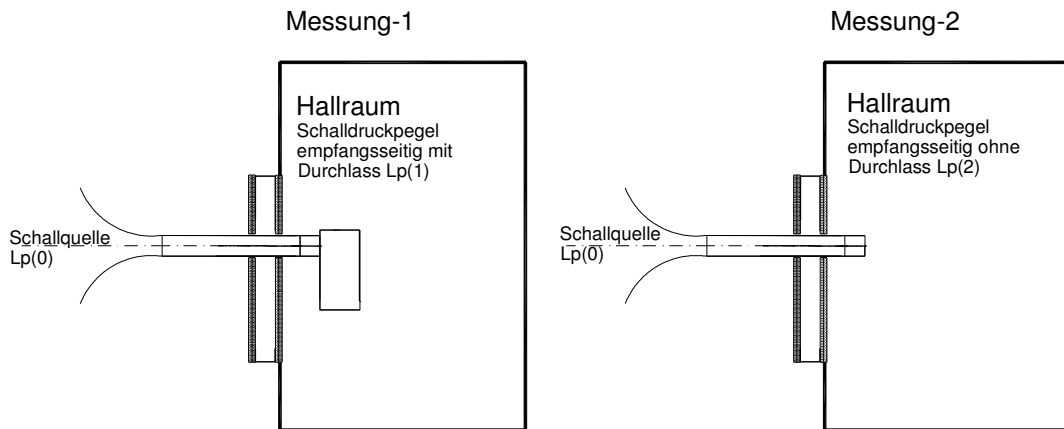


Bild-2 : Mess-Schema für das vereinfachte Substitutionsverfahren

Es gibt jedoch kein Substitutionselement. Der Durchlass, der in Messung-1 selbst das Übertragungselement ist, wird einfach entfernt. Dadurch wird das Rohrende in Messung-2 zum Übertragungselement und zum Durchlass. Um den entstehenden Messfehler zu kompensieren, sollen die „theoretischen Werte des Durchgangsdämpfungsmaßes des offenen Endes des Messgegenstandes“ [2] zu der gemessenen Pegeldifferenz addiert werden.

Das als Durchgangsdämpfungsmaß (D_t) bezeichnete Resultat bestimmt sich wie folgt: $D_t = L_p(2) - L_p(1) + \text{Korrektur}$, wobei die Korrektur in Anlehnung an die VDI 2081 über die „theoretische“ Mündungsreflexion berechnet wird.

Wir halten das Verfahren für nicht geeignet, weil Mess- und Rechenverfahren kombiniert werden, es steht auch im Widerspruch zu der Definition des Durchgangsdämpfungsmaßes in DIN EN ISO 11820. Per Definition ist es ein mit Messfehlern behaftetes Einfügungsdämpfungsmaß.

Ein weiterer gravierender Messfehler entsteht, wenn die sendeseitigen Zuleitungen und der Schalldämpfer (Durchlass) ungedämmt im Hallraum eingebaut werden [6].

Die Schallemissionen der Zuleitungen wie auch des Durchlassgehäuses begrenzen die meßbaren Schalldämpfungswerte nach oben. Hochwertige Schalldämpfer können so nicht vermessen werden.

Die EN ISO 7235 definiert deshalb ein sogenanntes Grenzdämpfungsmaß. Es handelt sich hierbei um das größtmögliche Einfügungsdämpfungsmaß, das in einem Prüfaufbau ermittelt werden kann [2]. Je besser der Schalldämpfer, um so besser muß der Prüfaufbau sein.

Ergebnisse von Vergleichsmessungen

Um die Problematik mit Messwerten zu untermauern, werden nachfolgend zwei Durchgangsdämpfungen eines Musterdurchlasses verglichen, die in zwei unterschiedlichen Messanordnungen ermittelt wurden.

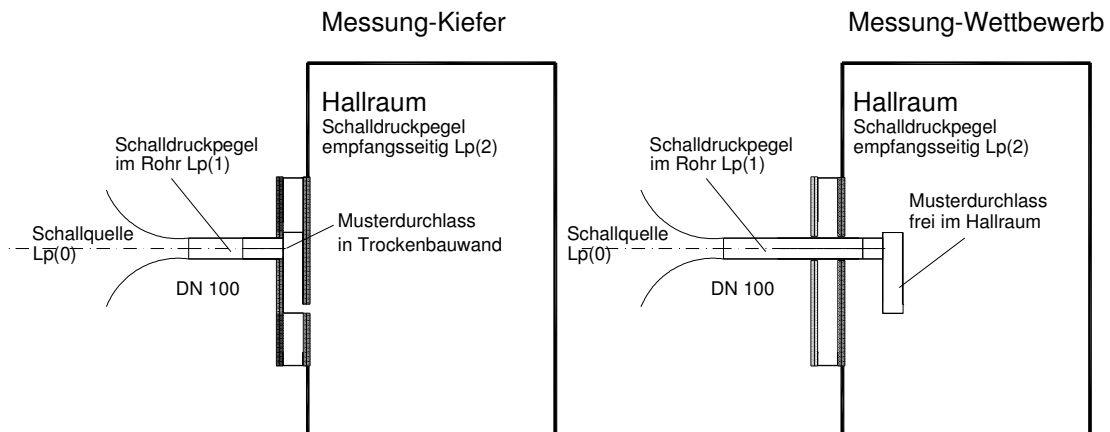


Bild-3: Schematische Darstellung der beiden Messanordnungen

Abweichungen zwischen den Durchgangsdämpfungen (D) aus Messung-Kiefer und Messung-Wettbewerb

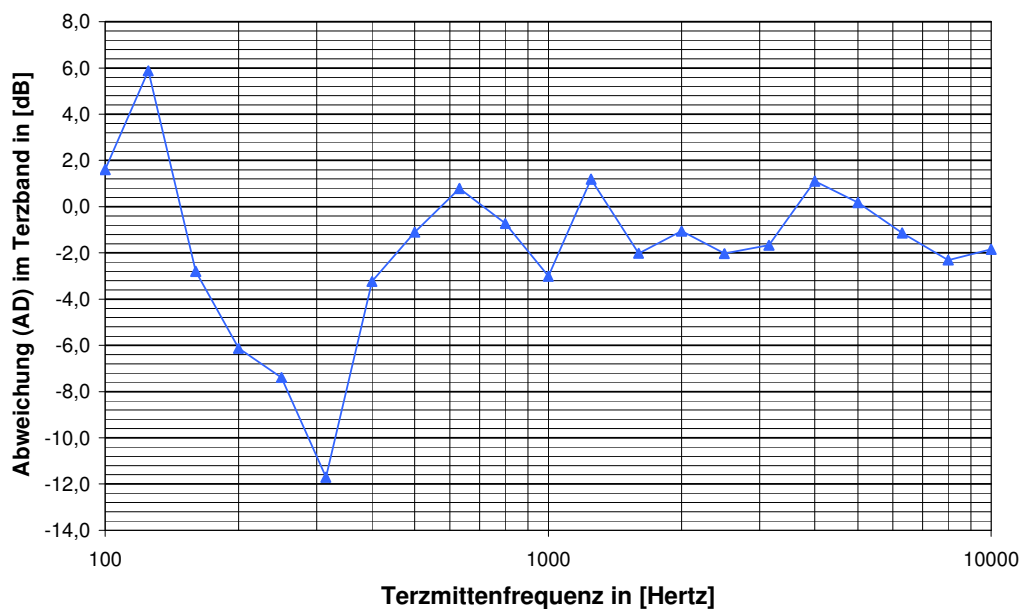


Bild-4 : Ermittelte Abweichungen ; $AD = D(\text{Messung-Wettbewerb}) - D(\text{Messung-Kiefer})$

Unter 500 Hertz zeigen sich bereits erhebliche Abweichungen. Der Einfluß der Abstrahlgeräusche ist um so größer, je länger die im Hallraum liegende Messtrecke und um so höher die Luftschalldämpfung des Durchlasses selbst ist.

Um die Abweichungen zwischen dem von uns verwendeten Direktverfahren und dem „vereinfachten Substitutionsverfahren“ aufzuzeigen, haben wir den selben Musterdurchlass auch noch nach der in Bild-2 skizzierten Messanordnung vermessen.

Gegenüber dem Direktverfahren ergeben sich Abweichungen von bis zu 10 dB.

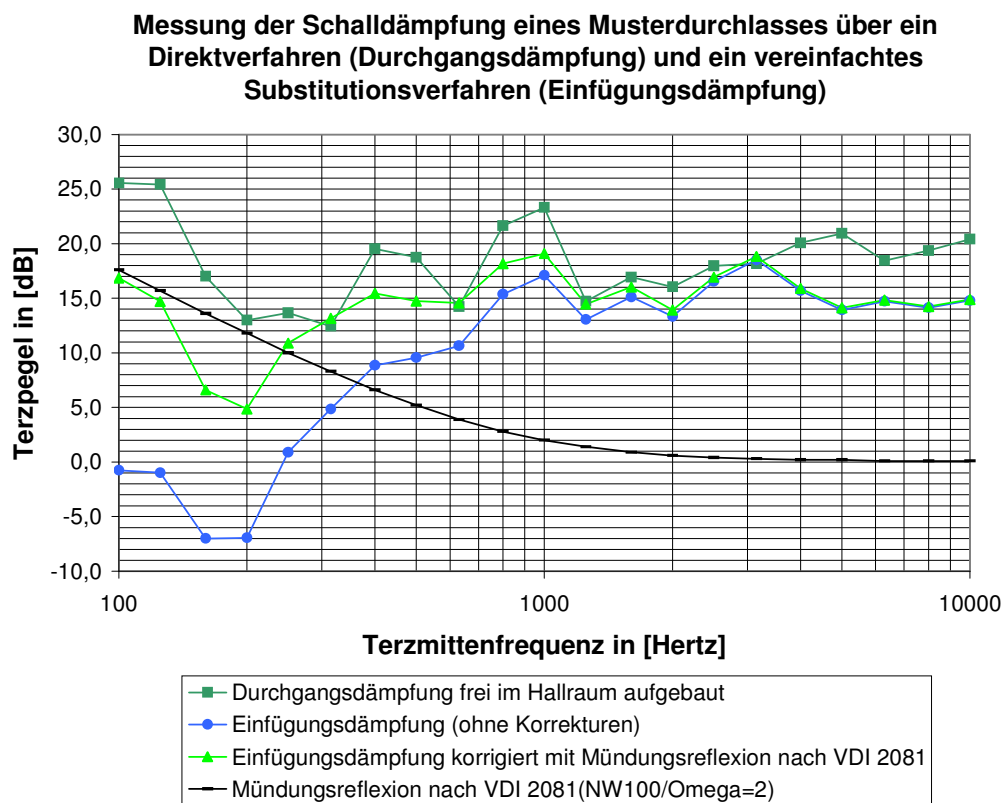


Bild-5 : Luftschalldämpfungen , jeweils als Schalleistungspegeldifferenz ausgewertet.

In einem Buch von Walter Lips findet sich die folgende These:
„In normgerechten Prüfständen sind Einfügungsdämpfung und Durchgangsdämpfung identisch“ [4].

Das ist nur für ein richtig angewendetes Substitutionsverfahren zu erwarten.

Schlussbemerkung:

Die DIN EN ISO 7235 lässt sich für die Messung der Luftschalldämpfung von Wand-Luftdurchlässen mit integriertem Schalldämpfer nicht folgerichtig umsetzen.

Bei Anwendung des „vereinfachten Substitutionsverfahrens“ tritt ein systematischer Messfehler auf. Eine Korrektur über die berechnete Mündungsreflexion stellt keine akzeptable Lösung dar.

Zu einer akzeptablen Korrektur käme man aber über die Vermessung der tatsächlichen Schalleistungsminderung an der Rohrmündung. Wie der nachfolgende Korrekturalgorithmus zeigt, führt dies jedoch wieder zu einem Direktverfahren.

Terminologie für den Korrekturalgorithmus:

De^* = Einfügungsdämpfung über das vereinfachte Substitutionsverfahren ermittelt.

De = Einfügungsdämpfung mit Korrektur

Dd = Durchgangsdämpfung im Direktverfahren ermittelt

$Lw(\text{Rohr})$ = Schalleistungspegel vor der Rohrmündung

$Lw(\text{Durchlass})$ = Schalleistungspegel im Hallraum mit Durchlass

$Lw(\text{Rohrmündung})$ = Schalleistungspegel im Hallraum ohne Durchlass

Beschreibung des Korrekturalgorithmus:

$De^* = Lw(\text{Rohrmündung}) - Lw(\text{Durchlass})$

$De = De^* + \text{Korrektur}$

$\text{Korrektur} = Lw(\text{Rohr}) - Lw(\text{Rohrmündung})$

$De = Lw(\text{Rohrmündung}) - Lw(\text{Durchlass}) + Lw(\text{Rohr}) - Lw(\text{Rohrmündung})$

$De = Lw(\text{Rohr}) - Lw(\text{Durchlass}) = Dd$

Man endet nicht nur wieder bei einem Direktverfahren, auch die These von Walter Lips wäre somit erfüllt.

Wir werden also weiter ein Direktverfahren anwenden und die Wand-Luftdurchlässe hierzu in Trockenbauwände einbauen. Dazu sind sie entwickelt worden.

Quellenverzeichnis:

- [1] DIN EN ISO 11820 / 1997-4: Messungen an Schalldämpfern im Einsatzfall
- [2] DIN EN ISO 7235 / 2004-2: Akustik – Labormessungen an Schalldämpfern in Kanälen – Einfügungsdämpfung, Strömungsgeräusch und Gesamtdruckverlust
- [3] DIN EN ISO 11691 / 1996-2: Messungen des Einfügungsdämpfungsmaßes von Schalldämpfern in Kanälen ohne Strömung
- [4] Walter Lips: Strömungsakustik in Theorie und Praxis / 3.Auflage-2001
- [5] VDI 2081 / 2001-7: Geräuscherzeugung und Lärminderung in Raumlufotechnischen Anlagen
- [6] Thomas Wolters von Firma Trox: „Telefoniedämpfung von Luftdurchlässen“; HLH-Sonderdruck aus Heft 8 (2005)