

Grundlagen, Hallraum- und Realraum-Messungen

Thomas Wolters,  
Neukirchen-Vluyn

# Telefoniedämpfung von Luftdurchlässen

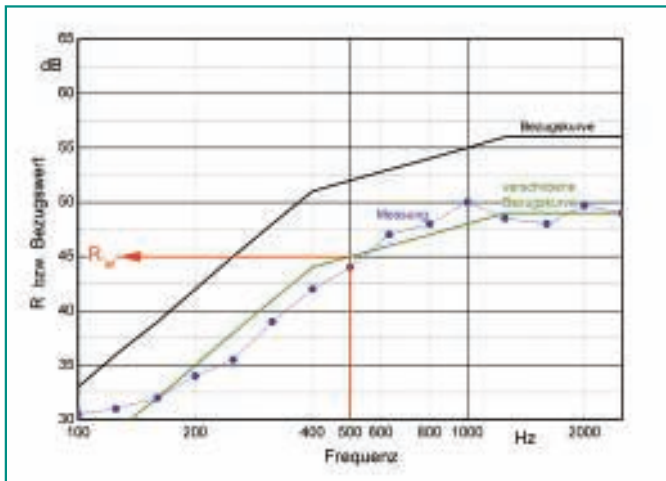


Bild 1

Bezugskurve für Luftschall-Terzbänder nach ISO717-1 [5]

Im vorliegenden Beitrag wird ein Überblick über die verwendeten Begriffe bei der Messung und Bewertung der Luftschalldämmung gegeben. Die Herkunft und Anwendung dieser Kennwerte wird erklärt und die Bewertung d.h. die Ermittlung von Einzalangaben beschrieben.

Die für eine Telefonie-Berechnung nötigen Dämpfungswerte verschiedener Luftdurchlässe werden gemäß ISO7235 im Hallraum ermittelt und in Diagrammform dargestellt. Geometrisch ähnliche Luftdurchlässe haben danach ähnliche Dämpfungswerte. Ein Vergleich zwischen Katalogangaben verschiedener Hersteller und normgerechten Messungen wird ebenfalls angestellt. Diese Ergebnisse zeigen keinerlei Übereinstimmung mit Herstellerangaben, die offensichtlich nach einer nicht normgerechten Methode bestimmt wurden. Hier besteht Bedarf, sich auf eine einheitliche Messvorschrift zu einigen.

Die Übertragung der Schallenergie über luftführende Rohrleitungen wird unter Verwendung verschiedener Luftdurchlässe in zwei realen Besprechungsräumen messtechnisch untersucht. Die Wirkung von Anbauschalldämpfern konnte nachgewiesen und eine Schwächung des Trennwandsystems durch den Luftweg auf gezeigt werden.

## Einleitung

Einfügungsdämpfung  $D_e$ , Durchgangsdämpfung  $D_d$ , Schallpegeldifferenz  $D$ , Norm-Schallpegeldifferenz  $D_n$ , bewertete Norm-Schallpegeldifferenz  $D_{nw}$ , (Bau-)Schalldämmmaß ( $R'$ )  $R$ , bewertetes (Bau-)Schalldämmmaß ( $R'_w$ )  $R_w$ , Luftschalldämmung, Flankenübertragung und Telefonie bzw. cross-talk sind Begriffe, die im Zusammenhang mit der akustischen Auslegung einer Klimaanlage bzw. eines Gebäudes immer wieder auftauchen und deren Bedeutung oft missverstanden wird. So werden z.B. in Ausschreibungstexten Forderungen gestellt, die dem fachkundigen Leser zeigen, dass hier einiges im Argen liegt.

Dieser Beitrag soll Abhilfe schaffen. Sinn und Zweck der einzelnen Begriffe sollen dargestellt und ein Gefühl für die Größe der erreichbaren Dämpfungen entwickelt werden. Auch die Messverfahren mit den jeweiligen beschreibenden Normen werden aufgezeigt.

## Begriffe und Messverfahren

Hier ist nach dem Anwendungsgebiet zu unterscheiden. Finden das Einfü-

gungsmaß sowie das Durchgangsdämpfungsmaß zur Spezifikation oder Bewertung von z.B. Schalldämpfern bei der akustischen Kanalnetzrechnung von Klimaanlage Anwendung (VDI 2081 [1]), so sind alle anderen Begriffe in der Bauakustik zu Hause und werden in der DIN 4109 [2] – Anhang A definiert.

□ Einfügungsdämpfung oder Einfügungsdämpfungsmaß  $D_e$  resp. static insertion loss  $D_i$ . Unter dem Einfügungsdämpfungsmaß ist die Differenz von Schalleistungspegeln zu verstehen, die mit und ohne Schalldämpfer durch eine Luftleitung oder eine Öffnung hindurch treten. Die normgerechte Messung der Einfügungsdämpfungsspektren wird in Terzbändern durchgeführt. Bei der Messung ohne Schalldämpfer wird nach ISO 7235 [3] ein Substitutions-Kanalstück in die Mess-Strecke eingesetzt.

□ Das Durchgangsdämpfungsmaß  $D_d$  resp. transmission loss  $D_t$  ist die Differenz der Pegel der auf den Schalldämpfer auftreffenden und der von diesem durchgelassenen Schalleistung. Es wird bei eingebauten Schalldämpfern dann verwendet, wenn kein Substitutions-Kanalstück in die Mess-Strecke eingesetzt

## Autor



Dipl.-Ing. Thomas Wolters, Jahrgang 1965, Studium Versorgungstechnik an der Fachhochschule Köln. Seit 1991 bei Gebr. Trox GmbH in Neukirchen-Vluyn als Entwicklungsingenieur tätig. Ab 2004 verantwortlich für die technische Akustik innerhalb der Trox F&E.

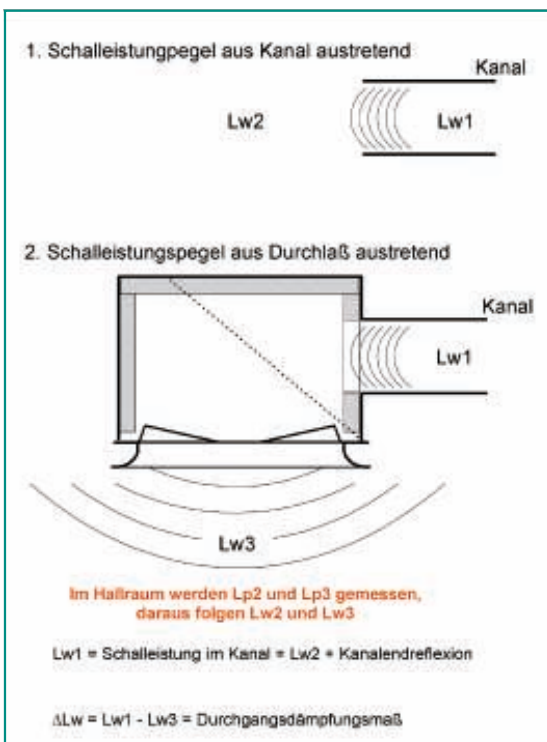


Bild 2

Messung des Durchgangsdämpfungsmaßes gemäß ISO 7235

mit:

- S Anströmflächen
- $A_3$  äquivalente Schallabsorptionsfläche des Empfangsraumes
- L Schalldruckpegel im Raum
- $\Delta L_w$  Pegelsenkung durch das Kanalnetz (inkl. Reflexionsdämpfung)

Aufgabenstellung

Es werden immer mehr Luftdurchlässe im Markt angeboten, die einen Telefonie-Schalldämpfer direkt „an Bord“ haben. Glaubt man den Druckschriften einiger Hersteller dieser Komponenten, ersetzt dieser integrierte Schalldämpfer einen ausgewachsenen Rohrschalldämpfer von 1,5 bis 2 m Länge. DAS IST UNMÖGLICH. Um dies zu beweisen hat Trox mehrere auf dem Markt erhältliche Luftdurchlässe unter Labor- und Praxisbedingungen geprüft. Diese Messergebnisse werden in diesem Beitrag dargestellt. Im Trox Labor wurde dazu in Anlehnung an die ISO 7235 das Durchgangsdämpfungsmaß bestimmt (siehe Bild 2). Nur mit dieser Methode sind solche Messungen normgerecht durchzuführen.

Ein Vergleich verschiedener Durchlass-Typen und Durchlassfabrikate ist hiermit möglich.

Für die in der späteren Einbausituation erreichbare Luftschalldämmung ist jedoch das gesamte System aus Wand, einer eventuellen Tür und dem luftführenden System maßgeblich. Um bewerten zu können, inwieweit der „Luftweg“ das Trennwandssystem schwächt, kann ein „resultierendes“ Schalldämmmaß unter Berücksichtigung der Einzelschalldämmmaße von Wand, Luftdurchlass und z.B. Tür und deren Flächen gerechnet werden (siehe Gl. (3)). Um den zuvor beschriebenen Ansatz zu prüfen, wurden neben der in Bild 2 beschriebenen und im TROX Hallraum nach ISO7235 durchgeführten Messung weitere Messungen in zwei nebeneinander liegenden realen Besprechungsräumen durchgeführt.

Versuchsaufbau

Messungen im Hallraum

Das Messprinzip wird ausreichend in Bild 2 dargestellt. Bilder 3 und 4 zeigen beispielhaft den Lautsprecher im Hallraum-Vorraum (Bild 3) sowie einen Luftdurchlass im Hallraum (Bild 4).

Für die Messungen im Hallraum standen folgende Luftdurchlässe zur Verfügung:

werden kann. Die Messung wird in ISO 11820 [4] beschrieben.

□ Die Schallpegeldifferenz  $D$  nach DIN 4109 ist die Differenz zwischen dem Schallpegel  $L_1$  im Senderaum und dem Schallpegel  $L_2$  im Empfangsraum. Da diese Differenz auch davon abhängt, wie groß die Schallabsorption im Empfangsraum ist, bestimmt man die äquivalente Schallabsorptionsfläche des Empfangsraumes  $A$  und bezieht sich auf eine vereinbarte Bezugs Absorptionsfläche  $A_0$  (meist  $10m^2$  Sabine) und erhält so die Norm-Schallpegeldifferenz  $D_n$ .

$$D_n = L_1 - L_2 - 10 \lg \frac{A}{A_0} \text{ dB} \quad (1)$$

□ Das Schall-Dämmmaß  $R$  kennzeichnet die Luftschalldämmung von Bauteilen. Es wird aus der Schallpegeldifferenz, der äquivalenten Schallabsorptionsfläche des Empfangsraumes  $A$  und der Prüffläche des Bauteils  $S$  berechnet:

$$R = D + 10 \lg \frac{S}{A} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} \text{ dB} \quad (2)$$

Je nachdem ob eine Nebenwegübertragung vorliegt, unterscheidet man zwischen dem „Labor-Schalldämm-Maß“  $R$  und dem „Bau-Schalldämm-Maß“  $R'$ .

□ Zur Bewertung der frequenzabhängigen Werte für die Normschallpegeldifferenz  $D_n$  und des Schalldämm-Maßes  $R$  bzw.  $R'$  dienen Bezugskurven (Beispiel in Bild 1) mit deren Hilfe Einzahlangaben ermittelt werden. Eine Verschiebung der Bezugskurve in Y-Achsen-Richtung zeigt bei einer mittleren Abweichung von 2 dB zum gemessenen Spektrum bei 500 Hz das Ergebnis. Diese Ergebnisse werden dann bewertete Normschallpegeldifferenz  $D_{n,w}$  bzw. bewertetes Schalldämm-Maß  $R_w$  oder  $R'_w$  genannt und sind immer auf ganze dB auf- bzw. abzurunden. □ Besteht ein Bauteil aus mehreren, verschiedenen Komponenten, z.B. Wand

mit Tür oder Wand mit Lüftungsgitter, kann ein resultierendes Schalldämm-Maß  $R'_{w,R, \text{res}}$  für das ganze System gerechnet werden. Im Bedarfsfall kann dies auch frequenzabhängig geschehen ( $R'_{R, \text{res}}$ ).

$$R'_{w,R, \text{res}} = -10 \lg \left( \frac{1}{S_{\text{ges}}} \sum_{i=1}^n S_i 10^{\frac{-R_{w,R,i}}{10}} \right) \text{ dB} \quad (3)$$

mit:

- $S_{\text{ges}}$  Fläche des gesamten Bauteils
- $S_i$  Fläche des i-ten Elements des Bauteils

$R_{w,R,i}$  bewertetes Schalldämm-Maß des i-ten Bauteils

□ Der Begriff Telefonie bzw. cross-talk bezeichnet die Schallübertragung zwischen zwei Räumen, die durch eine beiderseits offene Luftleitung (Luftdurchlass) miteinander verbunden sind. Meist sind zwei Luftwege (Zu- und Abluftleitung) bei der Schallübertragung aktiv, und müssen bedämpft werden. Dazu werden z.B. Rohrschalldämpfer benutzt, die in jede Zu- und Abluftleitung für jeden Raum eingebaut werden. Die erreichbare Luftschalldämmung des Lüftungssystems kann nach folgender Gleichung nach VDI 2081 abgeschätzt werden:

$$L_3 = L_1 + 10 \lg \frac{S_1 S_2 S_3}{(S_0 + S_2)(S_3 + S_4) A_3} + 6 - \Delta L_w \text{ dB} \quad (4)$$

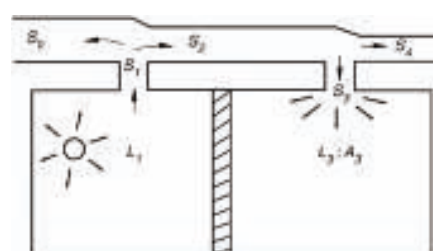
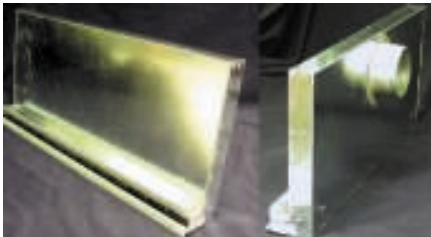




Bild 3

### Lautsprecher im Vorraum Hallraum

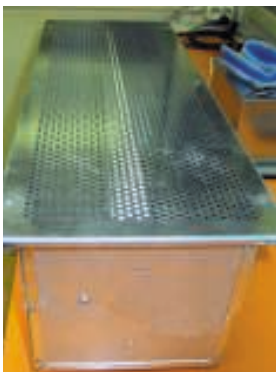
- a. Trox VSD 35-1-LT, 600 mm mit schalldämmtem L-förmigem Anschlusskasten, 100 mm Anschluss-Stutzen-Durchmesser.



- b. Trox VSD 50-1-LT, 600 mm mit schalldämmtem L-förmigem Anschlusskasten, 80 mm Anschluss-Stutzen-Durchmesser.  
c. Trox VSD35-3-AZ Zu- Abluftkombination, 600 mm lang mit Anbau-Schalldämpfer, 80 mm Anschluss-Stutzen-Durchmesser.



- d. Trox QIW-AZ Zu- Abluftkombination, 600 mm lang mit Anbau-Schalldämpfer, 100 mm Anschluss-Stutzen-Durchmesser.



- e. Hersteller A, 600 mm lang, 100 mm Anschluss-Stutzen-Durchmesser.  
f. Hersteller B, 600 mm lang, 100 mm Anschluss-Stutzen-Durchmesser.

### Messungen im Realraum

Die in den jeweils abgehängten Metalldeckensystemen verbauten, verschiedenen Trox Luftdurchlässe der Räume, waren mit einem Kanalsystem aus Wickelfalzrohr verbunden. Die **Bilder 5, 6, 7 und 8** zeigen Details des Aufbaus. Im kleineren der beiden Räume, dem Senderraum, wurde in Raummitte eine Schallquelle platziert, und im Empfangsraum der Schalldruckpegel gemessen.

- Der Empfangsraum verfügt über folgende Ausstattung:
- Akustik-Paneeldecke.
  - Teppichboden.
  - zwei verputzte und tapezierte Wände.
  - eine Schrankwand mit geschlossener Front.
  - eine Fassade mit Fenster+Heizkörper.
  - Mehrere Polsterstühle und ein (umgelegter) Besprechungstisch

Der Senderraum ist ähnlich ausgestattet, wobei eine Raumwand zum Flur abgrenzt. Diese Wand ist eine Holzständerwand mit Verglasung. Die Trennwand zwischen den Räumen ist eine Doppelständerwand mit Mineralwollfüllung und Gipskartonbeplankung.

Aus der Differenz der Schalldruckpegel im Empfangsraum zwischen verschlossenem und offenem Luftweg kann der Anteil der Schallenergie abgeleitet werden, der über den Luftweg übertragen wird. Eine weitere Messung mit Luftdurchlässen, die über eine Schalldämpfer-Funktion verfügen, ermöglicht die Abschätzung der Wirksamkeit dieser Anbau-Schalldämpfer. Diese Vergleiche wurden über die Ermittlung der Bauschalldämmmaße ( $R'$ ) des Systems aus Trennwand und Luftweg durchgeführt. Dazu musste u.a. die äquivalente Schall-

absorptionsfläche des Empfangsraumes bestimmt werden. Zur Bestimmung der Raumabsorption wurde, anders wie im Bild 5 gezeigt, Schallquelle und Mikrofon im gleichen Raum aufgebaut. Es wurden Messungen mit neun Kombinationen aus Mikrofonstandort und Schallquellenposition im Raum zur Mittelung der Messwerte herangezogen.

Die Messungen im Realraum wurden mit jeweils zwei Stück der folgenden Luftdurchlässen durchgeführt:

1. Trox VSD 35-1, 600 mm lang im Standard-Anschlusskasten.
2. Trox VSD 35-1-LT, 600 mm mit schalldämmtem L Anschlusskasten.
3. Trox VSD35-3-AZ Zu- Abluftkombination, 600 mm lang.
4. Trox VSD35-3-AZ Zu- Abluftkombination, 600 mm lang mit Anbau-Schalldämpfer.

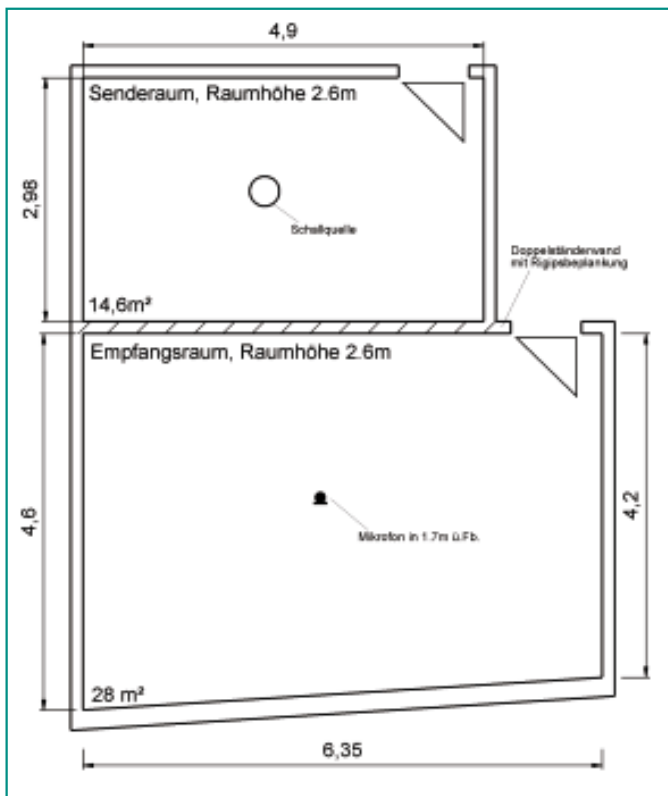
Verglichen wurden Variante 1 mit 2 sowie Variante 3 mit 4, da jeweils der gleiche Öffnungsquerschnitt zum Raum vorhanden war.

### Messergebnisse

#### Durchgangsdämpfungsmaß, Messungen im Hallraum

Die nach Bild 2 ermittelten Durchgangsdämpfungsmaße der einzelnen Luftdurchlässe sind in den Bildern 9 und 10 dargestellt. **Bild 9** zeigt die Ergebnisse der Luftdurchlässe mit Aufsatz-Schalldämpfern (Typen c + d), während in **Bild 10** Messwerte aller Schlitzdurchlässe mit L-förmigen Anschlusskasten (Typen a, b, e + f) dargestellt sind (vergl. Abschnitt „Messungen im Hallraum“).

Vergleiche der Katalogangaben der Hersteller A und B mit den gemessenen Werten werden im Bild 11 gezeigt. In den jeweiligen Druckschriften wird immer nur eine Einfügungsdämpfung angegeben. Wie gemessen wurde oder unter welchen Voraussetzungen diese Zahlen



**Bild 5**  
Raum Abmessungen mit Schallquellenposition und Messpunkt



**Bild 6**  
Sende(oben)- und Empfangsraum

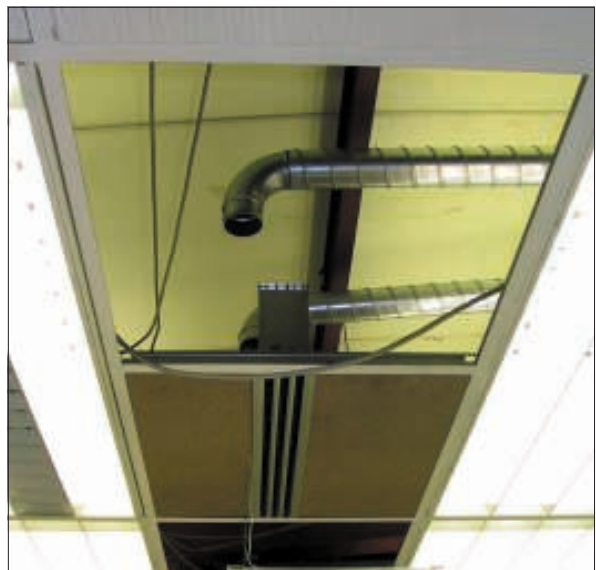
gelten wird dort nicht erwähnt. Es wurde offensichtlich zur Bestimmung des Dämpfungsspektrums ein von der ISO7235 abweichendes Messverfahren eingesetzt. Anders sind diese Unterschiede Messung zu Katalog nicht zu erklären.

#### Schalldämmmaß, Messungen im Realraum

Wie schon in Abschnitt „Messungen im Realraum“ beschrieben, werden Vergleiche über die Ermittlung der Bauschalldämmmaße ( $R'$ ) des Systems aus



**Bild 7**  
Anschluss der Luftdurchlässe im Deckenhohlraum



**Bild 8**  
Luftdurchlass Trox VSD35-3-AZ in (noch) offener Decke

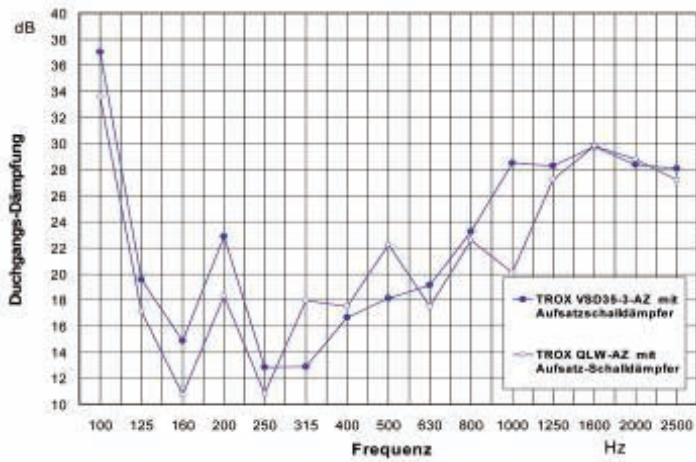


Bild 9

Durchgangsdämpfungsmaß verschiedener Luftdurchlässe

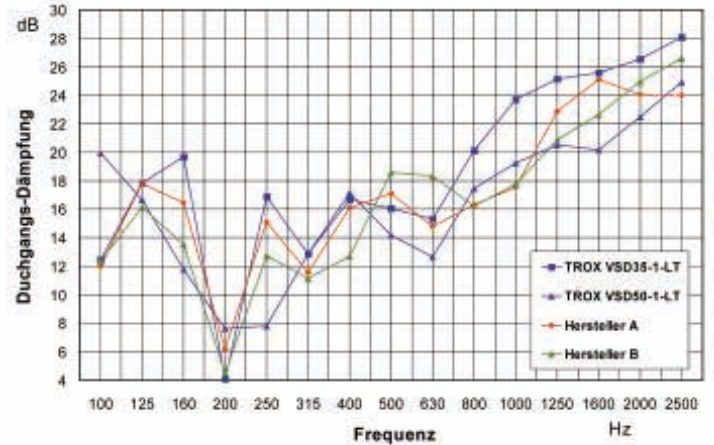


Bild 10

Durchgangsdämpfungsmaß verschiedener Luftdurchlässe

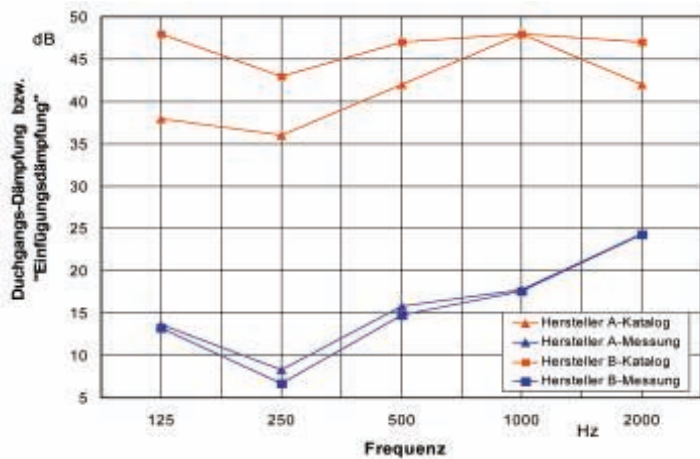


Bild 11

Vergleich Messung – Katalog

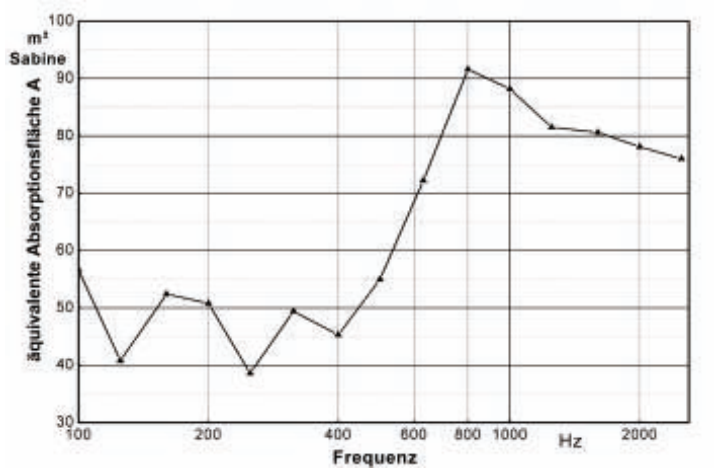


Bild 12

äquivalente Schallabsorptionsfläche A des Empfangsraumes

Trennwand und Luftweg durchgeführt. Die dazu nötige äquivalente Schallabsorptionsfläche des Empfangsraumes ist in **Bild 12** dargestellt. Aufgrund der beschriebenen Ausstattung des Raums sind die Dämpfungswerte durchaus realistisch.

Mit diesen Dämpfungswerten werden Bauschalldämmmaße ( $R'$ ) des Systems berechnet und in den Bildern 13 und 14 gezeigt. **Bild 13** zeigt die Ergebnisse des Vergleichs der Varianten 1 und 2 sowie das Schalldämmmaß ohne Luftwegübertragung. In **Bild 14** ist der Vergleich der Varianten 3 und 4 dargestellt. Die Verbesserung durch schalldämmte

Anschlusskästen bzw. durch Verwendung von Anbauschalldämpfer ist in den Graphen als schraffierte Fläche gekennzeichnet.

**Zusammenfassung**

Die Messung des Durchgangsdämpfungsmaßes im Hallraum zeigt eine Dämpfungscharakteristik, die bei allen getesteten Durchlässen ähnlich verläuft. Der Einfluss der Durchlassgeometrie ist unverkennbar. Liegen alle Schlitzdurchlässe mit L-förmigen Anschlusskästen nahezu gleichauf (Durchlässe a, b, e, f), so ist bei den Durchlässen

mit Anbauschalldämpfer (Varianten c,d) eine deutlich bessere Dämpfung, insbesondere bei 200 Hz, zu beobachten.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass natürlich durch noch schmalere und längere Luftwege im Durchlass noch bessere Dämpfungen erreicht werden könnten, dies aber zu nicht akzeptablen Strömungsgeräuschen und Druckverlusten führt. Hier muss bei der Entwicklung ein Kompromiss zwischen der Dämpfung und den anderen Eigenschaften wie Druckverlust und Strömungsgeräuschen gefunden werden.

Dämpfungsverläufe wie in den Katalogen der Hersteller A und B veröffent-

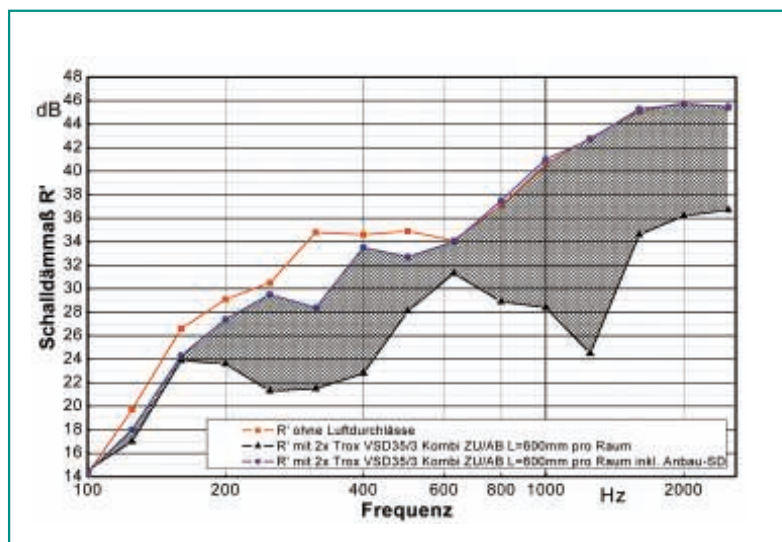
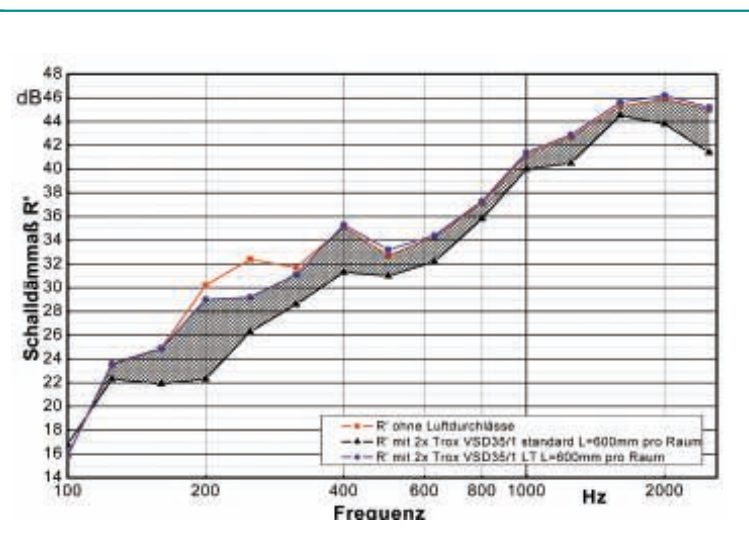


Bild 13

Schalldämmmaß R' für Trennwandsystem ohne und mit Trox VSD35-1 bzw. VSD35-1-LT

Bild 14

Schalldämmmaß R' für Trennwandsystem ohne und mit Trox VSD35-3-AZ bzw. VSD35-3-AZ-SD

licht, konnten weder in der Höhe noch in der Form bestätigt werden. Hier werden entweder Schalldämmmaße inklusive einer Trennwand oder Dämpfungswerte, gemessen nach einer nicht genormten Mess-Konfiguration, angegeben. Hier besteht Bedarf, sich auf eine einheitliche Messvorschrift zu einigen. Ansonsten kann der Planer nicht objektiv zwischen den Produkten verschiedener Hersteller vergleichen.

Die Ergebnisse der Messungen im Realaum zeigen deutlich eine Differenz zwischen dem Spektrum ohne und mit Luftweg. Dass die Größe, die über den Luftweg übertragenen Schallenergie natürlich auch von der freien Öffnungsfläche der Luftdurchlässe abhängig ist,

zeigt der Vergleich zwischen den Diagrammen in Bild 13 und 14. Sind im ersten Fall zwei einschlitzzige Schlitzdurchlässe verbaut, werden im Diagramm Bild 14 dreischlitzzige Durchlässe verglichen. Die Schwächung des Trennwandsystems ist daher in Bild 14 wesentlich größer. Nach Anbau eines Schalldämpfers (Bild 14) bzw. nach Tausch der Luftdurchlässe in schallgedämmte Ausführungen (Bild 13) schwächt der Luftweg das Gesamtsystem nur noch minimal. Eine bessere Trennwand hätte zwar differenziertere Ergebnisse ergeben, die gemachten Messungen zeigen aber eine klare Tendenz. Die schallgedämmten Luftdurchlässe verbessern eindeutig die Luftschalldämmung zwischen den beiden Räumen.

## Literatur

- [1] VDI2081 – Geräuscherzeugung und Lärmmin-  
derung in Raumluftechnischen Anlagen Blatt 1 / Noise  
generation and noise reduction in air-conditioning sys-  
tems. Part 1 – 07/2001
- [2] DIN 4109 Schallschutz im Hochbau – 11/1989
- [3] DIN EN ISO 7235 – Labormessungen an Schall-  
dämpfern in Kanälen, Einfügungsdämpfung, Strö-  
mungsgeräusch und Gesamtdruckverlust / Laboratory  
measurement procedures for ducted silencers and  
air-terminal units, Insertion loss, flow noise and total  
pressure loss – 2003
- [4] DIN EN ISO 11820 – Akustik – Messungen an  
Schalldämpfern im Einsatzfall / Acoustics – Measure-  
ments on silencers in situ – 1996
- [5] DIN EN ISO 717-1 – Akustik – Bewertung der  
Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil  
1: Luftschalldämmung / Acoustics – Rating of sound in-  
sulation in buildings and of building elements – Part 1:  
Airborne sound insulation – 1996

© Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf 2005

**TROX<sup>®</sup> TECHNIK**  
The art of handling air

Gebrüder Trox GmbH

Heinrich-Trox-Platz  
47504 Neukirchen-Vluyn

Telefon +49(0)28 45 / 2 02-0

Telefax +49(0)28 45 / 2 02-2 65

e-mail trox@trox.de

www.trox.de