



## IBP-MITTEILUNG

517

### 38 (2011) NEUE FORSCHUNGSERGEBNISSE, KURZ GEFASST

Wolfgang Herget, Karlheinz Bay,  
Peter Brandstät

#### Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart  
Telefon +49 711 970-00  
info@ibp.fraunhofer.de

Standort Holzkirchen  
Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley  
Telefon +49 8024 643-0  
info@hoki.ibp.fraunhofer.de

Standort Kassel  
Gottschalkstraße 28a, 34127 Kassel  
Telefon +49 561 804-1870  
info-ks@ibp.fraunhofer.de

[www.ibp.fraunhofer.de](http://www.ibp.fraunhofer.de)

#### Literatur

[1] DIN EN ISO 10534-2:2001: Akustik-Bestimmung des Schallabsorptionsgrades und der Impedanz in Impedanzrohren – Teil 2: Verfahren mit Übertragungsfunktion.

[2] IBP-Mitteilung 293 – Impedanzmessung mit einer verbesserten 1-Mikrofon-FFT-Methode; 1996.

[3] DIN EN ISO 5135:1999: Akustik-Bestimmung des Schalleistungspegels von Geräuschen von Luftdurchlässen, Volumendurchflussreglern, Drossel- und Absperr-elementen durch Messungen im Hallraum.

© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP  
Nachdruck oder Verwendung von Textteilen oder Abbildungen nur mit unserer schriftlichen Genehmigung

## MESSTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR DURCHGANGSDÄMPFUNG VON LUFTAUSLÄSSEN

### HINTERGRUND

Ausgangspunkt ist die Verbindung zwischen Räumen durch gemeinsame »Raumlufttechnische Anlagen RLTA«. Diese bilden einen Übertragungsweg für Luftschall von einem Raum zum nächsten oder über mehrere Räume hinweg, auch bekannt als »Telefonie«. Oft sind die Platzverhältnisse nicht ausreichend, um die Pegel durch schalldämpfende Maßnahmen so weit abzusenken, dass Beeinträchtigungen und Belästigungen vermieden werden. Zusätzlich ist bei der Bestimmung der Durchgangsdämpfung in Verbindung mit Standard-Luftauslässen eine messtechnische Unsicherheit vorhanden. Daher sollen mit Hilfe zweier Messverfahren Aussagen über den Einfluss der Luftauslässe auf die Reflexionsdämpfung gewonnen werden. Grundlage bildet das Impedanzmessverfahren zur Bestimmung der Schalleistung der vorwärts laufenden Welle in einem Kanal und die jeweilige Messnorm zur Bestimmung der abgestrahlten Schalleistung in einen Messraum. Ziel ist es, vergleichbare Ergebnisse bei verschiedenen akustischen Raumbedingungen zu erhalten.

### MESSANORDNUNG

Für eine Vergleichbarkeit der Messergebnisse unter verschiedenen akustischen Randbedingungen (Freifeldraum, Hallraum) wurde ein transportabler Funktions-

träger gewählt (Abb. 1). Dieser besteht quelseitig aus zwei Lautsprechern, angeschlossen an einen Doppel-T-Abzweig mit reflexionsarmem Abschluss, und einer Kanalstrecke definierter Länge mit integrierten Mikrofon-Messpositionen. Die in den Raum abgestrahlte Schalleistung wird für den Freifeldraum nach DIN EN ISO 3745 (Hüllflächenverfahren) und für den Hallraum nach dem Direktverfahren, beschrieben in EN ISO 3741, ermittelt.

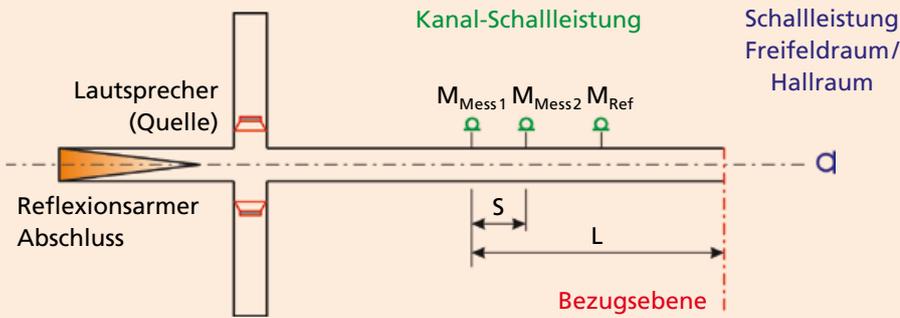
### BESTIMMUNG KANALSCHALLEISTUNG

Auf Grund der Reflexion am offenen Kanalende bzw. am Luftauslass und der damit verbundenen stehenden Wellen im Kanal muss eine Trennung der reflektierten Schalleistung und der vorwärts, auf den Luftauslass zulaufenden Schalleistung erfolgen. Dies kann mit Hilfe des Impedanzmessverfahrens nach [1,2] durchgeführt werden.

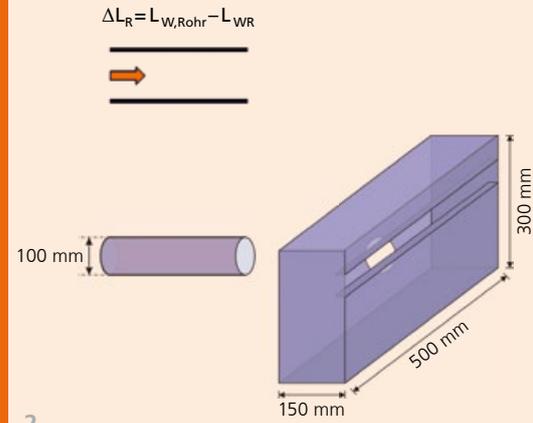
Dafür wird die Übertragungsfunktion  $H_{12}$  zwischen zwei Messpunkten im Abstand  $s$  ermittelt und daraus der komplexe Reflektionsfaktor gemäß

$$r = \frac{H_{12} - e^{-jks}}{e^{+jks} - H_{12}} \cdot e^{+jk2L}$$

berechnet. Dabei entspricht  $k$  der Wellenzahl und  $L$  dem Abstand des Messpunktes zur Bezugsebene, dem Eingang des Luftauslasses.



1



2

Nach [2] folgt für den Schalldruckpegel der vorwärts laufenden Welle

$$L_{p+} = 10 \lg \left( \frac{10^{L_p/10}}{|e^{-jk(L-s)} + r \cdot e^{+jk(L-s)}|^2} \right)$$

mit dem komplexen Reflektionsfaktor  $r$  und dem gemessenen Schalldruckpegel  $L_p$  im Abstand  $L$ . Unter Annahme eines mittleren Schalldruckpegels über den Rohrquerschnitt und in Verbindung mit der Querschnittsfläche  $S$  folgt für die Kanalschallleistung der vorwärts laufenden Welle

$$L_{W,Rohr} = L_{p+} + 10 \lg(S)$$

### KANAL-RAUM-VERFAHREN

Hierbei wird die Schallleistung der vorwärts laufenden Welle im Rohr  $L_{W,Rohr}$  und die in den Raum (Freifeld- bzw. Hallraum) abgestrahlte Schallleistung  $L_{WR}$  ermittelt. Die Reflexionsverluste  $\Delta L_R$  am beliebigen Luftauslass ergeben sich dann aus der Differenz beider Schallleistungen (Abb. 2 oben).

### RAUM-RAUM-VERFAHREN

Bei diesem Verfahren wird zunächst die in den Raum abgestrahlte Schallleistung  $L_{WR}$  für das frei stehende Rohrende ermittelt. In einer zweiten Messung wird dann die in den Raum abgestrahlte Schallleistung  $L_{WAus}$  mit dem Luftauslass bei unveränderter Quellenregung bestimmt. Aus der im Raum ermittelten Schallleistung für das frei stehende Rohrende wird unter Berücksichtigung der nach DIN EN ISO 5135 [3] berechneten Reflexionsverluste  $\Delta L_r$  die Kanalschallleistung  $L_{W,Rohr} = L_{WR} + \Delta L_r$  ermittelt. Die Durchgangsdämpfung für den Luftauslass  $\Delta L_{Aus}$  folgt aus der Differenz beider Schallleistungsmessungen im Raum, korrigiert um die Reflexionsverluste der Rohröffnung, zu

$$\Delta L_{Aus} = L_{WR} + \Delta L_r - L_{WAus}$$

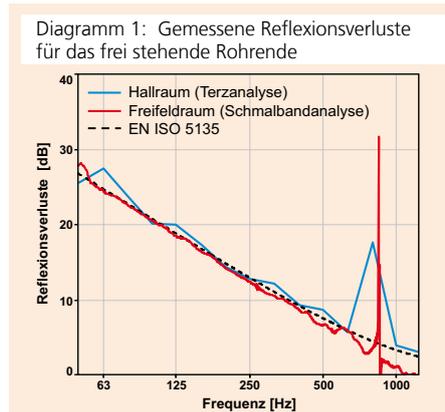
### VERSUCHSMODELLE

Die Untersuchungen im Freifeldraum sowie im Hallraum wurden für das frei stehende Rohrende und an verschiedenen generischen Luftauslasskästen (Abb. 2 unten) durchgeführt. Das frei stehende Rohrende dient als Referenz für die berechneten Werte der Reflexionsverluste nach [3].

### MESSERGEBNISSE

In einem ersten Schritt wurden Messungen am frei stehenden Rohrende durchgeführt, um Vergleichswerte zur Berechnung nach [3] zu erhalten. Die Messungen erfolgten im Hallraum und im Freifeldraum (Diagramm 1).

Berechnung und Messung nach dem Kanal-Raum-Verfahren weisen in beiden Messräumen gute Übereinstimmung auf. Die Pegelspitze bei 800 Hz ist auf die Position des Referenzmikrofons zurückzuführen.



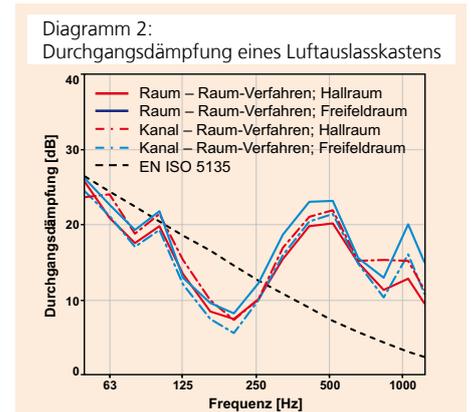
Anschließend wurden Untersuchungen an einem Luftauslasskasten durchgeführt. Hierbei wurden ebenfalls beide Verfahren sowohl im Freifeldraum als auch im Hallraum angewandt. Die ermittelten Durchgangsdämpfungen sind in Diagramm 2 in Abhängigkeit der Frequenz aufgetragen.

Die ermittelten Durchgangsdämpfungen des untersuchten Luftauslasskastens weisen für beide Verfahren im Hallraum und im Freifeldraum gute Übereinstimmung auf.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Reflexionsverluste eines frei stehenden Rohrendes und die Durchgangsdämpfung eines generischen Luftauslasskastens wurden messtechnisch mit zwei verschiedenen Verfahren im Hallraum und im Freifeldraum bestimmt. Beide Messverfahren liefern eine gute Übereinstimmung. Im Fall des frei stehenden Rohrendes konnte die theoretische Kurve nach DIN EN ISO 5135 abgebildet werden.

Die Untersuchungen wurden als Bestandteil des Projekts »Schallübertragung RLTA« durchgeführt. Das Vorhaben der Forschungsvereinigung für Luft- und Trocknungstechnik e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



- 1 Aufbau des Funktionsträgers.
- 2 Oben: Prinzipskizze Kanal-Raum-Verfahren. Unten: Schematische Darstellung der Einbausituation.