

24 (1997) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

W. Maysenhölder, W. Scholl, S. Koch, M. Nicolai

Wie soll man die Schalldämmung bei tiefen Frequenzen unterhalb 100 Hz messen?

Fragestellung

Im bauakustischen Frequenzbereich von 100 Hz bis 3150 Hz ist die Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen durch nationale und internationale Normen geregelt, wobei die ISO 140-3 [1] als europäische Norm EN ISO 140-3 die entsprechenden Passagen in der deutschen Norm DIN 52 210 ablösen wird. Eine Ausdehnung des Meßbereichs zu höheren Frequenzen bis 5 kHz ist - was das Meßverfahren angeht - unproblematisch und wird bereits vielerorts praktiziert. Dagegen stößt eine Erweiterung zu tiefen Frequenzen auf erhebliche Schwierigkeiten, weil eine Grundvoraussetzung des genormten Meßverfahrens, nämlich diffuse Schallfelder in Sende- und Empfangsraum, bei den üblichen Prüfständen mit Raumvolumina zwischen 50 m³ und 70 m³ mit abnehmender Frequenz immer schlechter erfüllt ist. Das

Prüfobjekt wird nicht mehr »statistisch gleichmäßig«, sondern durch einzelne Moden mit ausgeprägter Schallfeldstruktur angeregt. Da diese Raummoden von den Abmessungen der Prüfräume abhängen, muß damit gerechnet werden, daß in verschiedenen Prüfständen verschiedene Werte für das Schalldämmmaß bei tiefen Frequenzen ermittelt werden. Dieser betrübliche Umstand ist wohlbekannt und mit Hilfe der sogenannten Vergleichsgrenze R [1] (Bild 1) zum Ausdruck gebracht worden: Bildet man den Betrag der Differenz zweier Schalldämmungsmessungen eines Prüfobjekts in unterschiedlichen Laboratorien, überschreitet er die Vergleichsgrenze R im Durchschnitt nicht häufiger als einmal (d.h. in einem Terzband). Äquivalent dazu ist die Formulierung, daß die Standardabweichung zwischen zahlreichen Messungen am selben Prüfobjekt, multipliziert mit dem Faktor 2,83, die Vergleichsgrenze R ergibt. Bei 100 Hz ist also ein Unterschied von 9 dB zwischen zwei Messungen am selben Objekt, jedoch in verschiedenen Prüfständen, nicht als Indiz für einen Meßfehler, sondern als typisch anzusehen! Eine Ausdehnung des Meßbereichs zu tieferen Frequenzen läßt noch größere Unterschiede erwarten, da die Anzahl der Moden pro Terzband weiter stark abnimmt. Unter dem Aspekt der Vergleichbarkeit von Meßergebnissen erscheint dies kaum noch akzeptabel, zudem der Schallschutz bei tiefen Frequenzen eine stetig wachsende Bedeutung erhält.

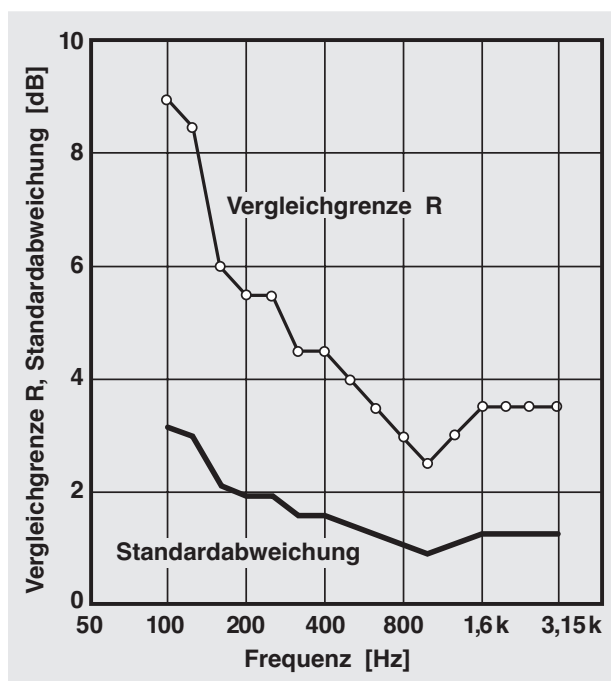


Bild 1: Vergleichsgrenze R für Luftschalldämmmaße nach ISO 140-2 und zugehörige Standardabweichung in Abhängigkeit von der Frequenz.

Ein europäisches Projekt

Im Rahmen eines Projekts [2], das von der Europäischen Kommission getragen wurde, haben sich vier Forschungseinrichtungen mit der Angelegenheit befaßt: DELTA Acoustics & Vibration (Dänemark), das Centre Scientifique et Technique du Batiment (Frankreich), die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Braunschweig) und das Fraunhofer-Institut für Bauphysik. Die Aufgabe war, ein Meßverfahren für bestehende Prüfstände zu entwickeln, das im Frequenzbereich von 50 Hz bis 80 Hz zu einer Vergleichbarkeit führt, die nicht schlechter ist als diejenige der ISO 140-Methode bei 100 Hz.

Alternativen

Zwei Möglichkeiten wurden eingehend untersucht: eine Verbesserung des traditionellen Verfahrens nach ISO 140-3, insbesondere durch eine erhöhte Zahl von Lautsprecher-

und Mikrofonpositionen, und ein neues Verfahren. Nach ISO 140-3 wird das Schalldämmmaß R nach

$$R = L_{p,S} - L_{p,R} + 10 \lg \frac{S}{A}$$

bestimmt ($L_{p,S}$, $L_{p,R}$: mittlerer Schallpegel im diffusen Feld des Sende- bzw. Empfangsraums; S: Fläche des Prüflings; A: Absorptionsfläche des Empfangsraums). Dagegen gilt für das Schalldämmmaß R_1 , das nach dem neuen Verfahren ermittelt wird,

$$R_1 = L_{p,S,o} - 9 - L_{In,R} - 10 \lg \frac{S_m}{S}$$

Statt dem mittleren Senderraumpegel wird hier der mittlere anregende Schalldruckpegel an der Oberfläche des Prüflings, $L_{p,S,o}$, gemessen und der mittlere Empfangsraumpegel durch den Intensitätspegel $L_{In,R}$ ersetzt, der über eine Meßfläche S_m in der Nähe des Prüflings gemittelt wurde. Dazu muß die dem Prüfling gegenüberliegende Wand im Empfangsraum schallabsorbierend verkleidet werden. Als Anregung wird entweder ein Ecklautsprecher oder ein bewegter Lautsprecher verwendet. Theoretische Untersuchungen in der ersten Phase des Projekts wiesen bereits deutlich darauf hin, daß sich mit den geplanten Modifikationen der ISO-Methode die Vergleichbarkeit nicht wesentlich verbessern läßt. Dagegen stimmten die Simulationen zur neuen Methode zuversichtlich, daß das gesteckte Ziel erreicht werden kann.

Meßergebnisse

Nach ersten Versuchen mit dem neuen Meßverfahren bei DELTA Acoustics & Vibration wurden von allen vier beteiligten Instituten eine Vielzahl von Messungen an nominell gleichen Objekten durchgeführt: an einem Fenster und an einer zweischaligen Gipskarton-Ständerwand (Bild 2). Abgesehen von einem »Ausreißer« beim Fenster (PTB, 80 Hz), der mit einer nicht ganz optimalen Konditionierung des Prüfstandes zusammenhängt, liegt die Standardabweichung überall deutlich unterhalb der Vorgabe von Bild 1. Bei den Messungen in Anlehnung an ISO 140-3 ist dies eindeutig nicht der Fall (Standardabweichungen ungefähr 4 dB bis 6 dB).

Schlußbemerkungen

Mit dem beschriebenen neuen Meßverfahren lassen sich im Gegensatz zum herkömmlichen ISO-Verfahren auch im Frequenzbereich zwischen 50 Hz und 80 Hz Schalldämmmaße mit akzeptabler Vergleichbarkeit ermitteln. Für höhere Frequenzen, z.B. ab 200 Hz, scheinen sich die Ergebnisse nach dem ISO-Verfahren ziemlich nahtlos anzuschließen. Ein weiterer Vorteil des neuen Verfahrens ist seine geringere Empfindlichkeit gegenüber Flankenübertragung. Die Eignung eines Prüfstands für derartige Messungen kann in einer Qualifikationsprozedur nachgewiesen werden. Es ist geplant, das Verfahren in weiteren Prüfständen anzuwenden und parallel dazu den entsprechenden europäischen und internationalen Normungsausschüssen vorzulegen. Nachteilig erscheint bei dem Verfahren der mit der Intensitätsmessung verknüpfte vergleichsweise hohe Aufwand. Am Fraunhofer-Institut für Bauphysik wird deshalb untersucht, ob für spezifische Fragestellungen Alternativen denkbar sind.

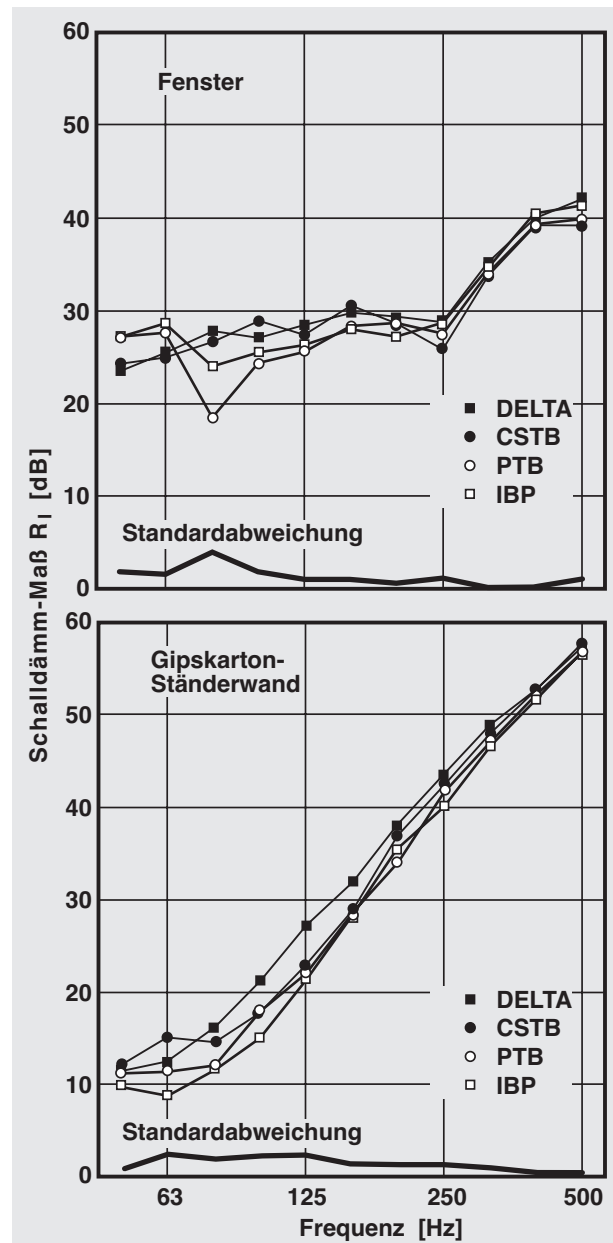


Bild 2: Schalldämm-Maße und Standardabweichung in Abhängigkeit von der Frequenz, ermittelt nach dem neuen Verfahren in vier Labors.

Literatur

- [1] ISO 140 - 3. Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 2: Determination, verification and application of precision data, 1991. Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements, 1995.
- [2] D.B. Pedersen: Measurement of the low-frequency sound insulation of building components. Synthesis report for Contract No. Mat 1-CT-930027. DELTA Acoustics & Vibration, Aarhus, 1997.

Die Untersuchungen wurden mit zusätzlicher Unterstützung des Deutschen Instituts für Bautechnik durchgeführt.



Fraunhofer
Institut
Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis
D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00
D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0