

AKUSTIK KOMPAKT (36)

Akustik bei Faserabsorbern

Schalldämmung | Unser Akustik-Experte Prof. Dr. Ivar Veit beschreibt in kompakter Form die akustischen Kenngrößen, die die Absorptionsvorgänge innerhalb von Faserabsorbern eindeutig beschreiben und verständlich machen.

Faserdämmstoffe werden in der Bauakustik sowohl zur Schalldämmung als auch zur Schalldämpfung verwendet [1]. Bekannte Verwendungsbeispiele dafür sind Hohlraumausfüllungen bei mehrschaligen Wänden, schallschluckende Auskleidungen von Schallschutzkabinen, Auditorien und anderen Aufenthaltsräumen sowie Auflagen auf abgehängte Decken. Des Weiteren findet man Faserabsorber als Körperschall isolierende Zwischenschicht bei schwimmenden Estrichen [2]. Aber auch zur Auskleidung von Schalldämpfern, die teilweise sogar

durchströmt werden [3], finden Schall absorbierende Fasermaterialien Verwendung.

Zur Kennzeichnung der Absorptionseigenschaften beschränken sich die Hersteller von Faserdämmstoffen im Allgemeinen auf die Angabe des Schallabsorptionsgrades α in Abhängigkeit von der Frequenz und ggf. noch in Abhängigkeit von der Materialdicke d [7]. Bei den üblicherweise verwendeten Plattendicken von etwa 30 ... 60 mm genügt die Angabe des **Schallabsorptionsgrades α** auch in aller Regel, um damit ein geeignetes Material auszuwählen.

Die Bestimmung des Schallabsorptionsgrades α erfolgt in der Praxis mithilfe eines Impedanz-Messrohres (auch unter der Bezeichnung Kundt'sches Rohr bekannt). Die zu messende Absorberprobe befindet sich dabei am Ende eines „schallhart“ abgeschlossenen Messrohres; siehe dazu auch [7]. Vom gegenüberliegenden Ende des Rohres her erfolgt die Beschallung, und zwar in aller Regel mit Terzbandrauschen. Das sich dabei ausbildende Stehwellenfeld kann dann mithilfe eines verschiebbaren Sondenmikrofons ausgemessen werden, siehe Abbildung 1. >>

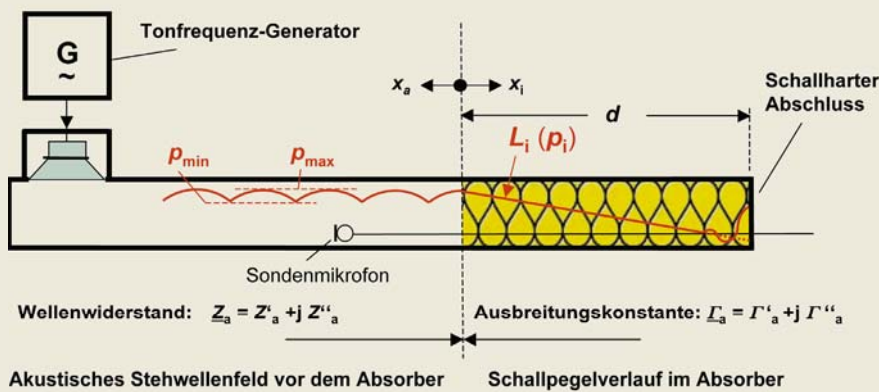


Abbildung 1 Grundsätzlicher Messaufbau zur Bestimmung der wichtigsten akustischen Kenngrößen von Faserabsorbieren in einem Impedanzmessrohr mit beweglichem Sondenmikrofon. Bei dickeren Materialproben ist die Welligkeit des Stehwellenfeldes entsprechend kleiner.



Abbildung 2 Beispiel für einen Glaswolle-Faserdämmstoff, wie er vom Hersteller (Isover, Typ TP 1, Strömungswiderstand $\Xi > 5 \text{ kNs/m}^4$) für den Innenausbau Wand/Decke angeboten wird. Links: Draufsicht; rechts: Seitenansicht; man erkennt hier deutlich die lockere Materialschichtung. (Die Materialprobe wurde dem Autor von der Firma Saint-Gobain Isover G+H AG zur Verfügung gestellt)

Aus dem Verhältnis der maximalen und minimalen Schalldruckwerte erhält man das **Stehwellenverhältnis**

$$n = \frac{p_{\max}}{p_{\min}} = \frac{1}{s} \quad (1)$$

und damit schließlich den Schallabsorptionsgrad $\alpha(0)$ für senkrechten (!) Schalleinfall:

$$\alpha(0) = 1 - r^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2 = 1 - \left(\frac{1-s}{1+s}\right)^2 \quad (2)$$

Beide Beschreibungen des Stehwellenverhältnisses, mit n und mit s , sind in der Praxis üblich. Man muss nur Obacht geben, welchen Teil der Gleichung 2 man zur α -Bestimmung benutzt. Der Klammerausdruck stellt in beiden Fällen den **Reflexionsfaktor** $r (= |r| \cdot e^{j\varphi})$ dar.

Eine weitere Materialkenngröße von Faserabsorbieren ist der **statische längenspezifische Strömungswiderstand** Ξ [Einheit: Ns/m^4]; siehe auch [4]. Darunter versteht man den Quotienten aus der Druckdifferenz Δp zwischen beiden Seiten einer Δx dicken Materialprobe zur Strömungsgeschwindigkeit v innerhalb des durchströmten Materials:

$$\Xi = - \frac{\Delta p}{\Delta x} \cdot \frac{1}{v} \quad (3)$$

Das recht ausgefallene Symbol Ξ erinnert grafisch auch etwas an das Rayleigh-Modell einer porösen Wand. Ist $\Xi < 100 \text{ Ns/m}^4$, so kann die dynamische Steifigkeit s'_l der im Fasermaterial eingeschlossenen Luft gegenüber der dynamischen Gerüststeifigkeit s'_c des Dämmmaterials vernachlässigt werden, z. B. bei

der Berechnung der Resonanzfrequenz f_0 des gesamten Masse-Feder-Systems eines schwimmenden Estrichs. In diesem Falle errechnet sich die Resonanzfrequenz somit nach der Formel

$$f_0 \approx \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{s'_G}{m'_{\text{Estrich}}}} \quad (4)$$

In einem früheren Beitrag dieser Aufsatzreihe wurde der Begriff der dynamischen Steifigkeit bereits behandelt [5]. Von Dämmstoffen, wie sie zur Schalldämmung in zweischaligen Wand- und Deckenhohlräumen verwendet werden, erwartet man, dass sie offenporig sind und dass ihr längenspezifischer Strömungswiderstand Ξ zahlenmäßig nach Möglichkeit zwischen etwa 5 ... 20 kNs/m^4 liegt [6].

Neben dem Schallabsorptionsgrad α und dem statischen längenspezifischen Strömungswiderstand Ξ gibt es noch zwei weitere Kenngrößen, die zur vollständigen Beschreibung der akustischen Eigenschaften von Faserabsorbieren dazugehören, nämlich die komplexe, spezifische Schallimpedanz (= Wellenwiderstand) Z_a

$$Z_a = Z'_a + j Z''_a, \quad [\text{Einheit: Ns/m}^3] \quad (5)$$

sowie die ebenfalls komplexe **Ausbreitungskonstante** L_a

$$L_a = L'_a + j L''_a \quad [\text{Einheit: dB/m}] \quad (6)$$

des Absorber-Materials [8]. Beide Größen sind frequenzabhängig; sie nehmen mit steigender Frequenz ab. Die Ausbreitungskonstante beschreibt den örtlichen Verlauf der in die Probe eindringenden Schallwelle, wobei der Realteil das **Dämpfungsmaß** L'_a und der Imaginärteil das **Phasenmaß** L''_a darstellen. Beide Größen vermitteln einen anschaulichen Eindruck davon, wie der Pegelabfall ΔL_i und die Phasendrehung $\Delta \varphi_i$ entlang des Weges x_i in die Materialprobe hinein verlaufen:

$$L'_a = \frac{\ln 10}{20} \cdot \frac{\Delta L_i}{\Delta x_i} = 0,115 \cdot \frac{\Delta L_i}{\Delta x_i} \quad (7a)$$

$$L''_a = \frac{\Delta \varphi_i}{\Delta x_i} \quad (7b)$$

Abbildung 1 zeigt diese Änderungen auch noch einmal grafisch sehr deutlich. Der Schallabsorptionsgrad von Faserabsorbieren ist bekanntlich sehr stark abhän-

gig von der Dicke d des Materials, siehe auch [2]. Die in der Abbildung dargestellte Materialprobe hat eine relativ große Dicke d , sodass die am „schallharten“ Ende des Messrohres reflektierte Schallwelle kaum noch einen nennenswerten Effekt hat und die Welligkeit im Stehwellenfeld vor dem Absorber entsprechend gering ist.

Der Schallabsorptionsgrad $\alpha(0)$ gilt, wie weiter oben vermerkt, nur für senkrechten Schalleinfall. Dieses α ist nicht unbedingt identisch mit dem Schallabsorptionsgrad bei schrägem Schalleinfall, vor allem bei endlicher Schichtdicke d vor schallharter Wand [9]. Abbildung 2 zeigt als Beispiel einen Glasfaserdämmstoff, wo man in der Seitenansicht sehr deutlich eine lockere Materialschichtung erkennt, die letztlich auch anschaulich erklärt, dass der Schallabsorptionsgrad für senkrechten und schrägen Schalleinfall nicht den gleichen Wert haben muss. \square

LITERATUR

- [1] Veit, I.: Schalldämmung – Schalldämpfung? In: Trockenbau Akustik 07/06, S. 32–33
- [2] Veit, I.: Aufbau eines Fußbodens mit einer besonders hohen Schallabsorption bei tiefen Frequenzen. In: Trockenbau Akustik 07/05, S. 28–29
- [3] Mechel, F. P. und Veit, I.: Akustische Kennwerte von luftdurchströmten Faserabsorbern, IBP-Mitteilung 77, 10(1982), Neue Forschungsergebnisse, kurz gefasst
- [4] DIN 18 165, Faserdämmstoffe für das Bauwesen, Teil 1 und 2, Ausgabe September 2001
- [5] Veit, I.: Dynamische Steifigkeit s' von Dämmstoffen, In: Trockenbau Akustik 01/07, S. 42–43
- [6] Gösele, K., Schüle, W. und Künzel, H.: Schall, Wärme, Feuchte, Bauverlag Wiesbaden-Berlin, 10. neu bearbeitete Auflage, 1997
- [7] Veit, I.: Der Schallabsorptionsgrad α . In: Trockenbau Akustik 02/07, S. 34–35
- [8] Mechel, F. P. und Grundmann, R.: Bestimmung der akustischen Kennwerte von Faserabsorbern, IBP-Mitteilung 63, 9 (1981), Neue Forschungsergebnisse, kurz gefasst
- [9] Mechel, F. P.: 18. Schallabsorption. In: Taschenbuch der Technischen Akustik, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1975

AUTOR

Prof. Dr.-Ing. Ivar Veit ist Akustiker und Sachverständiger mit Büros in Nauheim (Groß Gerau) und Riga (Lettland). An der FH Wiesbaden/Rüsselsheim hat er einen Lehrauftrag für Akustik.
E-Mail: i.veits@gmx.net

www.trockenbau-akustik.de

- › Archiv
- Schalldämmung