

20 (1993) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

G. Babuke, D. Eckoldt, J. Kang

Akustische Eigenschaften alternativer poröser Absorber

1. Problemstellung

Um Absorptionsschalldämpfer optimieren zu können und auch ihre Anwendungsbreite zu erhöhen, muß eine den unterschiedlichen Anforderungen entsprechende Materialpalette zur Verfügung stehen. Eine wesentliche Voraussetzung ist die akustische Prüfung und Auswahl alternativer Materialien. Kriterien bei der Wahl der Materialien sind:

- Wartungsaufwand
- Chemische Beständigkeit
- Thermisches Verhalten und Grenzen der Einsatztemperatur
- Brennbarkeit und Entstehen toxischer Gase
- Physiologische Unbedenklichkeit
- Verarbeitbarkeit
- Recyclingfähigkeit
- Materialkosten.

In **Tabelle 1** sind die Eigenschaften verschiedener Absorberstoffe zusammengestellt, welche alternativ im Vergleich zu Mineralfasern in Frage kommen. Die Eigenschaften der ausgewählten Materialien wurden den Sicherheitsdatenblättern nach DIN 52 900 bzw. den Produktbeschreibungen der jeweiligen Hersteller entnommen. Diese und die ausführliche Darstellung der Untersuchungen und Ergebnisse sind in [1] enthalten. Im Impedanzrohr wurden die Schallabsorptionsgrade bei senkrechtem Schalleinfall nach [2] bestimmt. Die Materialproben mit einem quadratischen Querschnitt von 200 x 200 mm² wurden bei unterschiedlichen Materialdicken und -dichten untersucht.

2. Materialien

Von einer Vielzahl untersuchter Materialien werden einige im Vergleich zur Mineralwolle akustisch brauchbare vorgestellt:

2.1. Schaumstoffe

- Melaminharzschaum ist weichelastisch, membranfrei und offenzellig.
- Polyurethanschaum ist offenporig und kann durch Imprägnierung schwer entflammbar gemacht werden.
- anorganischer Mineralschaum ist faserhaltig, zellig und nicht brennbar.

2.2. Faserstoffe in Matten, Filzen

- Mineralwolle-Matten wurden mit einer Dichte von 25 und 40 kg/m³ als Vergleichsmaterial mituntersucht.
- Schalldämmatten aus Polypropylen sind chemisch gegenüber vielen Schadstoffen resistent.
- Keramikfasermatten aus Alu-Silikat sind ein anorganisches Material mit guter chemischer Beständigkeit. Durch Zirkonzusätze besteht eine erhöhte Beständigkeit gegenüber Alkalien.
- Aramid-Nadelfilze haben bei hoher mechanischer Festigkeit eine gute Chemikalien- und Laugenbeständigkeit.
- Nadelfilze aus Polypropylenfasern (NF-PP) sind chemisch beständig und können durch Zusätze flammhemmend gemacht werden.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Eigenschaften der untersuchten Schaum- und Faserstoffe.

- +++ sehr gut
- ++ gut
- + bedingt
-)¹ verdünnte Säuren und Laugen
-)² mit PE-Ummantelung
- +)³ indifferent

| Material | Dichte (Meßw.) [kg/m ³] | Temperaturbeständigkeit bis [C°] | Brandklasse | Strömungsresistenz [kNs/m ²] | Chemische Beständigkeit gegenüber | | | Frequenz bei Probendicke 50 mm [Hz] | | Kostenfaktor gegenüber Mineralwolle ca. |
|---------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|--|-----------------------------------|--------|----------|-------------------------------------|------------------|---|
| | | | | | Säuren | Laugen | Alkalien | f _{0,6} | f _{0,8} | |
| Schaumstoffe | | | | | | | | | | |
| Melaminharz | 10 | 150 | B 1 | 10 | +)¹ | +)¹ | ++ | 630 | 900 | 1,2 |
| Polyurethan | 35 | 120 | B 1 | | +)² | +)² | | 1250 | 2000 | 1,5 |
| Mineralschaum | 40 | 825 | A 1 | | | + | ++ | 250 | 315 | 3 |
| Faserstoffe | | | | | | | | | | |
| Mineralfasermatte | 25 | 250 | A 2 | 15 | +)³ | +)³ | +)³ | 400 | 700 | 0,9 |
| | 40 | 250 | A 2 | 40 | +)³ | +)³ | +)³ | 315 | 600 | 1 |
| Alu-Silikat | ca. 112 | 1260 | A 1 | 75.....80 | +++ | +++ | +++ | 1250 | 1600 | 6,6 |
| | ca. 113 | | | 60.....65 | | | | 1000 | 1600 | 0,9 |
| | ca. 118 | | | 60.....63 | | | | 800 | 1600 | 1,2 |
| Aramidfaser | 50 | 150 | B 1 | | ++ | ++ | ++ | 315 | 500 | 3 |
| PP-Nadelfilz | 140 | 120 | B 1 | | +++ | +++ | | 500 | 630 | 3 |
| PP-SD Vlies | 54 | 100 | B 1 | | +++ | +++ | | 800 | 1250 | 4 |

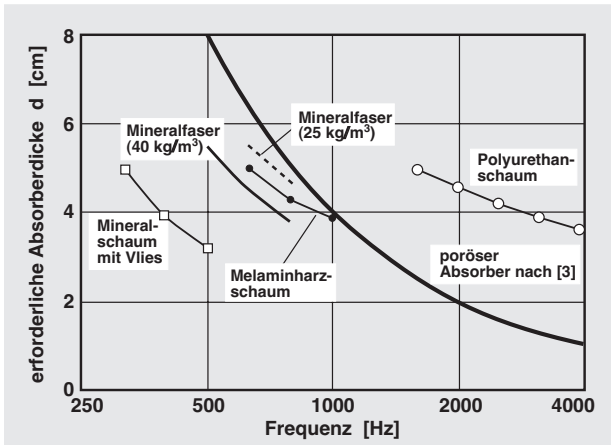


Bild 1: Erforderliche Absorberdicke für $\alpha = 80\%$ als Funktion der Frequenz für Schaumstoffe

2.3. Lose Wollen

Für spezielle Anwendungsfälle ist eine Kombination aus Plattenabsorber und porösem Absorber notwendig. Es werden dafür gleiche Ausgangsmaterialien aus Gründen der Recyclingmöglichkeit und Entsorgungsfreundlichkeit angestrebt. Es wurden in verschiedenen Stopfdichten untersucht:

- Wolle aus PP-Kunststoffasern,
- Edelstahlwolle in verschiedenen Feinheiten,
- Wolle aus Aluminiumfasern.

3. Ergebnisse

Für eine Beurteilung unter gleichen Bedingungen bietet sich eine normierte Darstellung der gemessenen Schallabsorptionsgrade α_0 nach [3] an. Parameter sind die Proben-

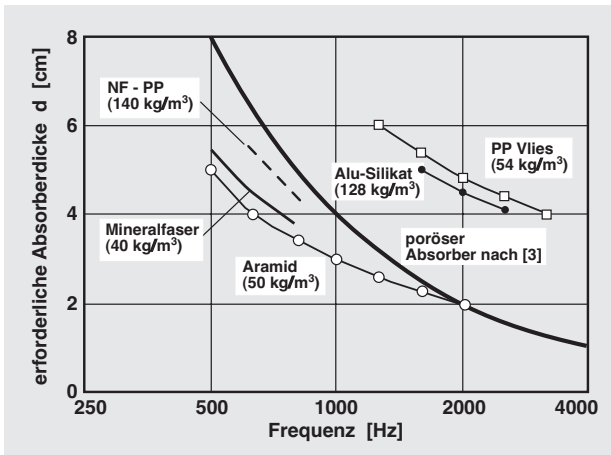


Bild 2: Erforderliche Absorberdicke für $\alpha = 80\%$ als Funktion der Frequenz für Faserstoffe

dicke und die Frequenz. Für einen guten Absorptionsgrad ist beim porösen Absorber eine bestimmte Schichtdicke d_{erf} notwendig, wenn er direkt auf einer schallharten Wand angeordnet ist. Üblich ist, die Schichtdicke anzugeben, bei der der Schallabsorptionsgrad bei einer bestimmten Fre-

quenz gerade 80 % beträgt ($f_{0,8}$). Mit herkömmlichen porösen Absorbentien, deren Strömungswiderstand im Bereich von 10 bis 30 kNs/m⁴ liegt, wird d_{erf} bestimmt zu

$$d_{\text{erf}} > 4000/f_{0,8}.$$

Außer dieser Bezugskurve sind in den Bildern 1 bis 3 die gemessenen Probenbinden und die zugehörigen $f_{0,8}$ -Werte jeweils für die Materialgruppe Schaumstoffe, Faserstoffe und Wolle dargestellt. Die Materialien, deren Werte unterhalb der Bezugskurve liegen, sind bessere Tiefen-Absorber als die herkömmlichen. Umgekehrt benötigt man größere Schichtdicken für den gleichen Schallabsorptionsgrad bei tiefen Frequenzen bei den Materialien, deren Meßwerte oberhalb der Bezugskurve liegen. Eine Aussage über Absorptionsgrade bei höheren Frequenzen als $f_{0,8}$ enthalten die Bilder nicht.

Die Frequenzen $f_{0,6}$ und $f_{0,8}$ sind für die untersuchten Stoffe in **Tabelle 1** mit angegeben. An Hand dieser Angaben lassen sich für spezielle Anforderungen geeignete alternative Absorptions-Materialien auswählen. Für den Schalldämpfer-Bau ergeben sich dadurch Vorteile bezüglich höherer Standzeiten und günstigerer Betriebskosten.

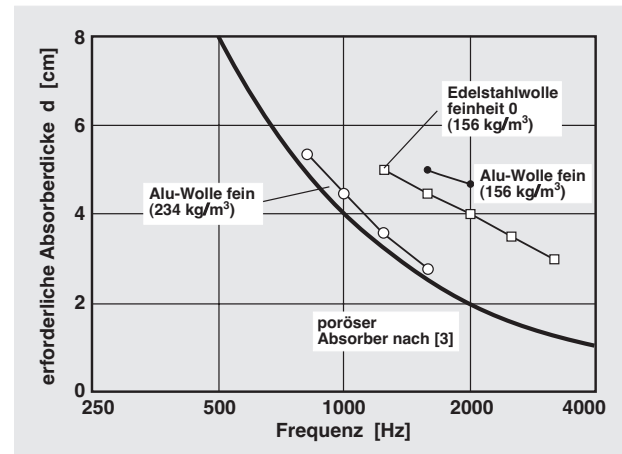


Bild 3: Erforderliche Absorberdicke für $\alpha = 80\%$ als Funktion der Frequenz für Metallwollen

Literatur

- [1] "Verbesserung des Schallschutzes in lufttechnischen Anlagen". Bericht aus dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik B-TA 1/1993.
- [2] Frommhold, W.; Hunecke, J.: Verbesserung der Impedanzmessungen im Rohr. IBP-Mitteilung 20 (1993), Nr. 227
- [3] Fasold, W. u.a.: Bauphysikalische Entwurfslehre, Bau- und Raumakustik. Kap. 6 "Wirkungsweise und Ausführung von Schallabsorbentien". VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1987

Die Arbeit wurde gefördert vom Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie des Landes Baden-Württemberg als Verbundprojekt "Verbesserung des Schallschutzes bei lufttechnischen Anlagen", das von den Projektpartnern Josef Gartner & Co., Werkstätten für Metall- und Stahlkonstruktionen, Gundelfingen, Gebrüder Raichle Schalldämpfungsanlagen GmbH, Lenningen, Waldner Laboreinrichtungen GmbH, Wangen, Gütegemeinschaft Schalldämpfer e.V., Stuttgart, finanziell und materiell unterstützt wurde.



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