

F.P. Mechel und R. Grundmann

Bestimmung der akustischen Kennwerte von Faserabsorbern

1. Aufgabenstellung

Faserabsorbermaterialien finden häufig Anwendung bei der schallabsorbierenden Auskleidung von Schalldämpfern und von Schallkapseln für Maschinen sowie bei der Hohlraumfüllung von mehrschaligen Wänden und untergehängten Decken. Für die rechnerische Dimensionierung derartiger Schallschutzmaßnahmen müssen die maßgebenden akustischen Kenngrößen der verwendeten Absorbermaterialien bekannt sein. Bisher arbeitete man meist mit Meßgrößen wie dem Schallabsorptionsgrad oder dem statischen spezifischen Strömungswiderstand. Die Kenntnis dieser Werte läßt jedoch nur näherungs-

weise Aussagen auf das tatsächliche akustische Verhalten der Absorbermaterialien zu. Daher werden Schallschutzmaßnahmen häufig entweder mit zu geringer Wirkung oder aber mit unwirtschaftlich großen Sicherheiten ausgelegt. Man kann dies vermeiden, indem man zur vollständigen Beschreibung der akustischen Eigenschaften die komplexe Ausbreitungskonstante und den komplexen Wellenwiderstand des Materials in Abhängigkeit von der Frequenz heranzieht. Um diese Größen mit ausreichender Genauigkeit bestimmen zu können, wurde ein Meß- und Auswerteverfahren von hoher Präzision entwickelt.

2. Beschreibung der Meßmethode

Die Zielgrößen der Messungen sind die Ausbreitungskonstante $\Gamma_a = \Gamma_a' + j\Gamma_a''$ und der Wellenwiderstand $Z_a = Z_a' + jZ_a''$. In ein Kundt'sches Rohr mit dem lichten Querschnitt $50 \times 50 \text{ mm}^2$ und einer Länge von ca. 3 m wird vor den schallharten Rohrabruch eine Materialschicht von 50 bis 100 cm Dicke eingebracht. Diese Materialschicht wird aus einzelnen Platten-Ausschnitten des Absorbers aufgebaut, welche mit gleichmäßiger Vorkompression hintereinander angeordnet werden. Mit einer dünnen Meßsonde werden in bis zu 20 äquidistanten Schritten Schalldruckpegel und Phase im Absorbermaterial und an ca. 30 Meßpunkten der Schalldruckpegel in dem Stehwellenfeld vor dem Absorber aufgenommen. Bild 1 zeigt schematisch den Meßaufbau und Bild 2 eine Teilansicht.

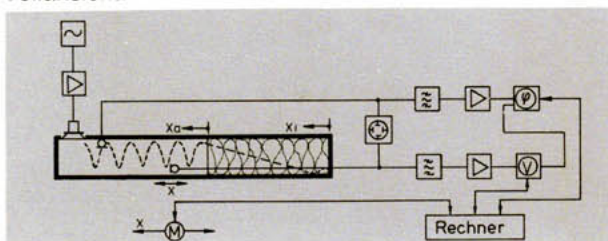


Bild 1
Blockschaltbild des Meßsystems.

Durch eine rechnergestützte Meßpunktansteuerung sowie Meßwertaufnahme und -speicherung wurde der Meßvorgang größtenteils automatisiert.

Die so gewonnenen Meßwerte werden anschließend einer Fehlerausgleichsrechnung unterworfen. Den Real- bzw. Imaginärteil der Ausbreitungskonstanten erhält man dann aus dem Abfall des Schalldruckpegels bzw. Phasenverlauf im Absorber. Aus dem Stehwellenfeld vor dem Absorber ermittelt man die Komponenten des Wellenwiderstands.



Bild 2
Meßanordnung mit Probeneinbau im Kundt'schen Rohr und Meßwagen mit Sondenmikrofon.

3. Meßergebnisse

Mit dem beschriebenen Meßverfahren wurden die akustischen Kennwerte zahlreicher Absorbermaterialien im Frequenzbereich von 100 bis 3150 Hz terzweise ermittelt. Es ergab sich eine gute Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse.

Bei der Darstellung der einzelnen Kennwert-Komponenten über der Frequenz hat es sich als zweckmäßig erwiesen, diese auf die Freifeldgrößen $k_0 = \omega/c_0 =$ Wellenzahl bzw. $Z_0 =$ Wellenwiderstand zu normieren (Γ_{an} bzw. Z_{an}). Bild 3 zeigt ein Meßbeispiel.

In Bild 4 sind für ein Basaltwolle-Material bei drei verschiedenen Raumgewichten die Komponenten der Ausbreitungskonstanten über der Frequenz aufgetragen.

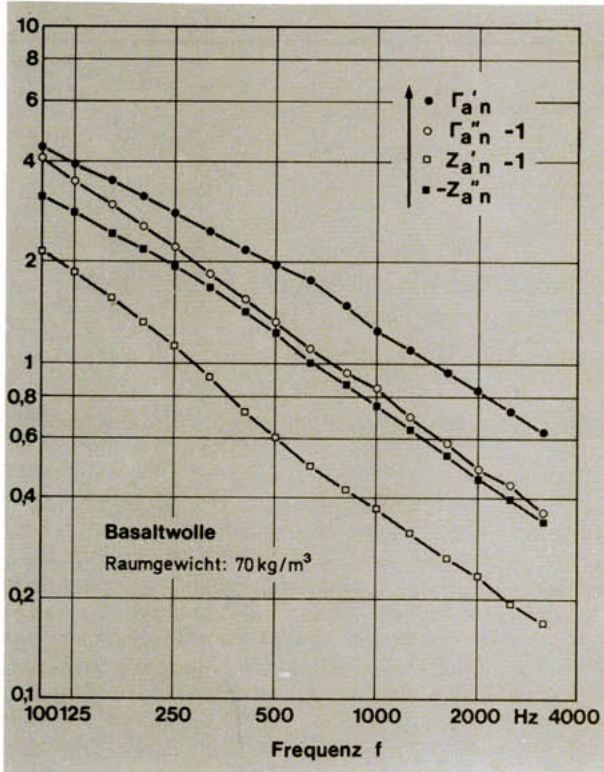


Bild 3
Verläufe der einzelnen Komponenten der normierten akustischen Kennwerte über der Frequenz.

Die Untersuchungen wurden durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie im Programm „Humanisierung des Arbeitslebens“ gefördert.

Beide Komponenten nehmen mit steigendem Raumgewicht zu.

Die Untersuchungen ergaben [2], daß die vollständigen Frequenzverläufe aller Kennwert-Komponenten aus dem Realteil der Ausbreitungskonstanten Γ'_{an} bei tiefen Frequenzen (ca. ≤ 400 Hz) mit für die Anwendung ausreichender Genauigkeit berechenbar sind. Der Realteil der Ausbreitungskonstanten einer dicken Materialschicht ist im tieffrequenten Meßbereich mit geringem Aufwand einfach und genau meßbar. Damit ergibt sich die Möglichkeit, die akustischen Kennwerte von Absorbermaterialien (Faserabsorber) in ihrem Frequenzverlauf aus einfachen Messungen zu ermitteln.

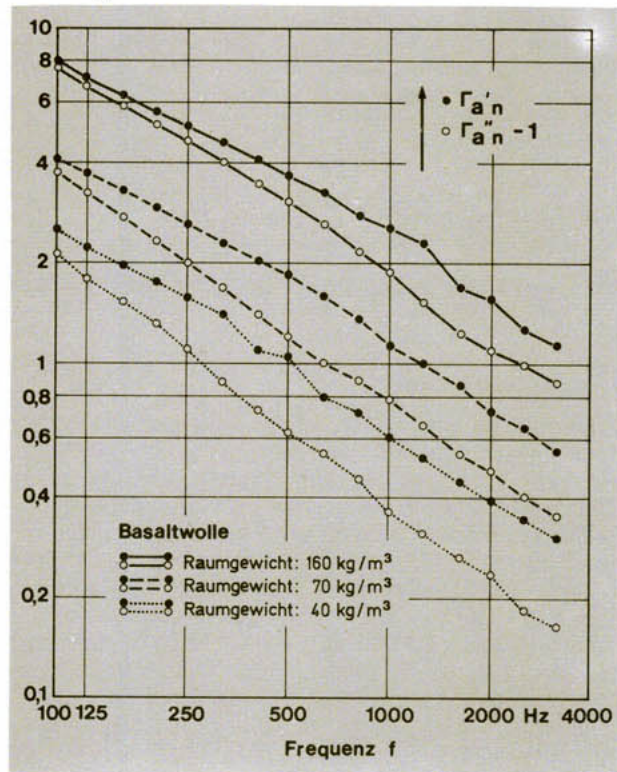


Bild 4
Verläufe der Komponenten der normierten Ausbreitungskonstanten bei verschiedenen Raumgewichten.

Literaturhinweise

- [1] Grundmann, R. und Mechel, F. P.: „Anwendung einer Impedanzmeßmethode hoher Präzision bei der Kennwertbestimmung an Faserabsorbern“.
 - [2] Mechel, F. P. und Grundmann, R.: „Akustische Kennwerte von Faserabsorbern“.
- In: Fortschritte der Akustik, VDE-Verlag, Berlin, 1981.