

# Herstellung und Eigenschaften von akustisch optimierten Sandwich-Strukturen aus naturfaserverstärktem Kunststoff

Lars Frommann<sup>1</sup>, Nicole Aisenbrey<sup>1</sup>, Waldemar Maysenhölder<sup>2</sup>, Ivo Haltenorth<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Produktionstechnik (WHZ) 08056 Zwickau, Deutschland, Email: lars.frommann@fh-zwickau.de

<sup>2</sup> Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP), 70569 Stuttgart, Deutschland, Email: maysenhoelder@ibp.fraunhofer.de

## Einleitung

Der Einsatz von natürlichen Rohstoffen wie z. B. Naturfasern nimmt in allen Bereichen des täglichen Lebens immer weiter zu. Der Ausbau dieser Anwendung erfordert die Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten durch kostenneutrale Integration von weiteren Funktionen. Besonders eine verbesserte akustische Dämmung und Dämpfung wäre z. B. im Transportwesen von größtem Interesse. Hierfür eignen sich Sandwichelemente besonders gut. Vielfältige Einsatzmöglichkeiten in der Automobilindustrie sind denkbar, etwa bei Stoßfänger, Dachhimmel und Türverkleidungen. Als weitere Anwendungsbeispiele seien Gerätegehäuse für Computer und Lüfter sowie im Bauwesen etwa Laminatböden genannt.

## Faserverbund-Kunststoffe (FVK)

Eine polymere Matrix und hochfeste Verstärkungsfasern bilden einen Verbund, der die Vorteile beider Komponenten vereint. Die Fasern geben dem Verbund seine Festigkeit und nehmen die auftretenden Kräfte auf. Meist werden synthetische Fasern wie Glas-, Karbon- oder Aramidfasern eingesetzt. Die Matrix schützt die Fasern vor Umwelteinflüssen, überträgt die Kräfte zwischen den Fasern und gibt dem Verbund seine Form. Eine thermoplastische Matrix bietet den Vorteil, durch Einschmelzen recyclebar zu sein; eine duromere Matrix hält höheren Belastungen sowie aggressiveren Umweltbedingungen stand.

## Naturfasern

Neben den synthetischen Fasern stellen Naturfasern aufgrund der sehr guten spezifischen mechanischen Eigenschaften, der geringen Dichte, aber auch wegen ihrer CO<sub>2</sub>-Neutralität sowie des guten Dämpfungsverhaltens interessante Verstärkungsfasern dar. Das im Vortrag vorgestellte Forschungsvorhaben widmet sich der Frage, inwieweit sich die Dämpfungseigenschaften von Naturfasern mit dem Einsatz in Sandwich-Strukturen kombinieren und optimieren lassen. Es wird insbesondere untersucht, ob Naturfasernadelvliese (z. B. aus Flachs, Hanf, Sisal, Nessel oder Jute) zur besseren akustischen Dämmung in Sandwichelementen eingesetzt werden können. Durch Variation des Aufbaus und der Eigenschaften der verschiedenen Schichten können die akustischen und mechanischen Eigenschaften des Sandwichs für unterschiedliche Anwendungen eingestellt werden, wobei generell eine hohe Steifigkeit und ein großer Verlustfaktor anzustreben sind.

## Sandwichelemente

Sandwichstrukturen setzt die Natur schon seit Millionen von Jahren ein, z. B. im Aufbau von Knochen oder als tragendes Gerüstmaterial von Pflanzen. Es sind Bauteile mit hoher Steifigkeit sowie geringem Gewicht und bestehen in der Regel aus einem leichten, schubsteifen Kern mit hochfesten und steifen Deckschichten. Gegenüber der Massivbauweise bieten diese Bauteile – außer der Gewichtseinsparung – weitere Vorteile wie z. B. Schallisolation, Wärmedämmung oder hohe Durchstoßfestigkeit.

## Messung der mechanischen Belastbarkeit

Um möglichst leichte und dünne Plattenelemente für die Schalldämmung verwenden zu können, muss ihre Steifigkeit erhöht werden. Im Projekt konnten sehr gute Biegefestigkeiten von über 120 MPa, bei Erhöhung des Fasergehalts sogar über 140 MPa, erzielt werden (siehe Abb. 1). Dabei wurden die Fasern Hanf, Flachs und Jute verwendet, sowie verschiedene Epoxidharze.

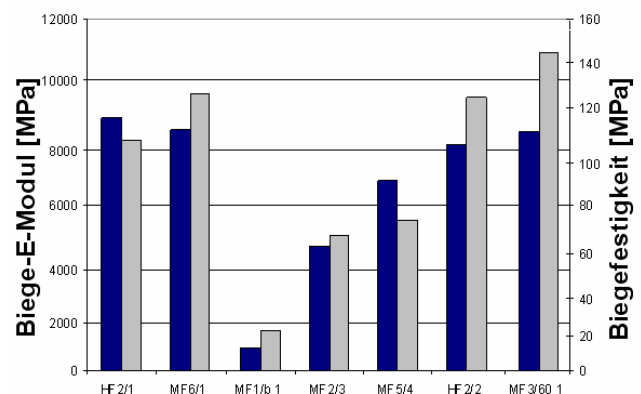


Abbildung 1: Biegefestigkeiten und Biege-E-Module verschiedener naturfaserverstärkter Platten

Werden diese Platten als Deckschichten in Sandwichelementen eingesetzt, werden interessante akustische Ergebnisse erzielt. Die relativ biegeweiche Platte MF1/b1 ist durch einen hohen Luftanteil sehr leicht, bietet aber im Gegensatz zu einem Nadelvlies ohne Matrix eine erhöhte Festigkeit und ist daher sehr gut als Kernmaterial geeignet.

## Akustische Eigenschaften

Von den akustischen Eigenschaften ist – neben der Schallabsorption poröser Platten – die Schalldämmung von besonderem Interesse. Für die 30 x 40 cm<sup>2</sup> großen Platten wurde im Fensterprüfstand des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik eine hochschalldämmende Maske gebaut. Ihre Grenzdämmung ist in Abb. 2 dargestellt. Außerdem sind die Ergebnisse für die Dämmung der leeren Öffnung sowie

einer 1 mm dicken Aluminiumplatte und der zugehörige Verlauf des Massegesetzes eingezeichnet. Aus dem Vergleich der beiden letztgenannten Kurven schließen wir, dass die Prüfanordnung zwischen 315 Hz und 5 kHz einigemaßen verlässliche Werte liefert.

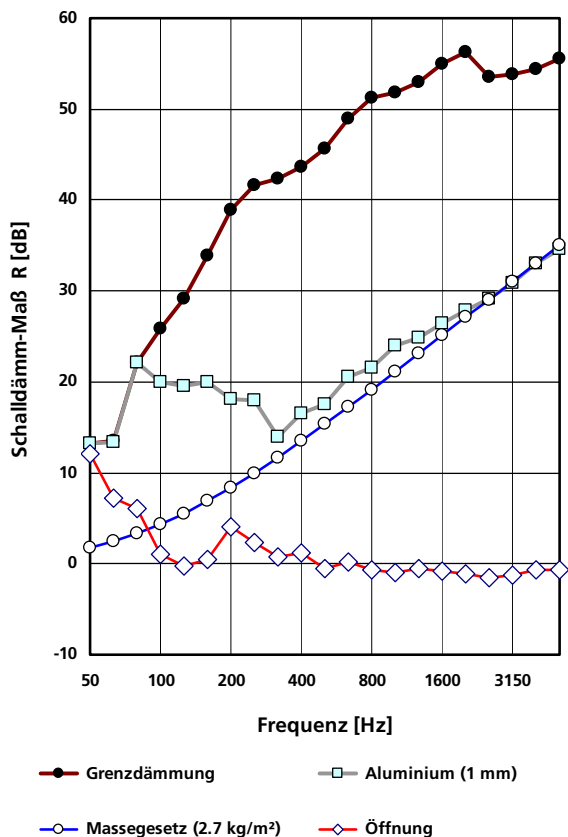


Abbildung 2: Mit der Prüfmaske für 30 x 40 cm<sup>2</sup> große Platten gemessene Schalldämmungen.

Aus der Vielzahl der Platten sei die Sandwichplatte S106 herausgegriffen. Nach einer ersten Schalldämmungsmessung wurden sechs Löcher mit 10 mm Durchmesser in die Platte gebohrt, passgenaue, 30 mm lange Metallstifte in die Löcher gesteckt (siehe Abb. 3) und die Schalldämmung ein zweites Mal gemessen. Die Stifte behindern offenbar die Dickenresonanz der Platte bei 1 kHz deutlich (Abb. 4).



Abbildung 3: Sandwichplatte S106 (Dicke: 14 mm, Masse pro Fläche: 10 kg/m<sup>2</sup>, Deckschichten: Hanf/Epoxid 40/60, Kernschicht: Flachs/Jute 30/70).

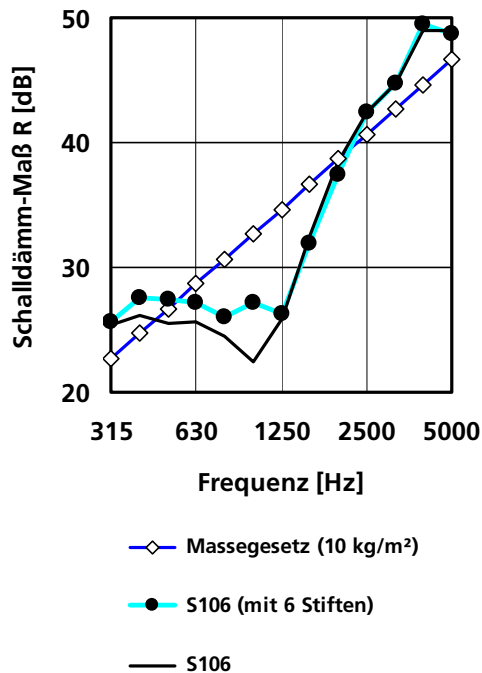


Abbildung 4: Schalldämmung der Platte S106 mit und ohne Metallstifte im Vergleich zum Massegesetz.

Die gemessenen bewerteten Schalldämm-Maße  $R_w$  aller Sandwichplatten liegen, sofern sie luftdicht sind, in der Nähe des bewerteten Schalldämm-Maßes, das aus dem Massegesetz bei diffusem Schalleinfall mit maximalem Einfallswinkel 78° folgt:

$$R_w \approx 20 \lg(1 + 3.4m) \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

Die größte gemessene Überschreitung beträgt 4 dB, die größte Unterschreitung 3 dB.

### Ausblick

Nach der Auslotung der Variationsmöglichkeiten bei der Herstellung der Sandwichplatten und der messtechnischen mechanischen und akustischen Bestandsaufnahme folgen eine detaillierte Analyse und die rechnerische Nachbildung der akustischen Messergebnisse sowie Maßnahmen zur akustischen Optimierung. Zusätzlich werden Untersuchungen an Formteilen aus industrieller Fertigung stattfinden.

### Danksagung

Die Autoren danken der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) für die finanzielle Förderung im Projekt "Schallisolierende Sandwich-Strukturen aus naturfaserverstärktem Kunststoff", den Firmen Alwomotive, Invent, Rudolf Rost, Stadur für die Bereitstellung von Material, Olivier Doré für die Mitarbeit bei den mechanischen Messungen sowie Dieter Brandstetter, Ting Zhang, Xiaoru Zhou und Igor Duric für die Mitarbeit bei den akustischen Messungen.