

# Faserverbundwerkstoffe aus Naturfasern

## Anpassung der akustischen Eigenschaften durch Variation des Aufbaus und der Oberflächen

Prof. Dr.-Ing. D.H. Müller, Ch. König, I. Gebauer

Bremer Institut für Konstruktionstechnik, Universität Bremen, 28359 Bremen, Deutschland, Email: chkoenig@uni-bremen.de

### Einleitung

Zunehmende Anforderungen an das Bauteilgewicht, sowie Umweltverträglichkeit und Recyclingfähigkeit der eingesetzten Werkstoffe erfordern innovative Lösungsansätze bei der Bauteilgestaltung. Unter diesen Gesichtspunkten wächst das Bestreben Glasfasern durch Naturfasern zu substituieren. Heimische Naturfasern (NF), wie z.B. Flachs- und Hanffasern, zeichnen sich durch ihr geringes Gewicht und ihre ökologische Verträglichkeit aus. Sie bieten im Verbund mit einer thermoplastischen Matrix erhebliche Kombinationsmöglichkeiten. Polypropylen (PP) als thermoplastische Matrix weist gute Fließ- und Verarbeitungseigenschaften auf.

### Einzelfasern

Zunächst wurden die Feinheit, die Festigkeit, die Längenverteilung und die Breite der Fasern untersucht. Die Polypropylenfasern sind mit einem Längenwert von 100,7 mm (Medianwert) und einem OFDA-Wert (Optical Fibre Diameter Analyser) von im Mittel 50  $\mu\text{m}$  die längsten und dicksten Fasern. Verschieden geröstete Hanfvarianten liegen bezüglich Länge (50 mm) und Feinheit (44  $\mu\text{m}$ ) auf gleichem Niveau. Flachfasern sind deutlich feiner (18  $\mu\text{m}$ ) und kürzer (32 mm)[1]. Abb. 1 zeigt das Absorptionsverhalten der Einzelfasern.

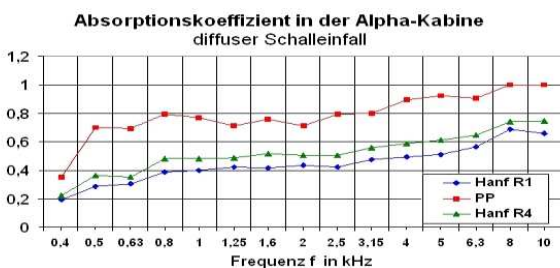


Abbildung 1: Absorptionskoeffizienten von Polypropylenfasern und Hanffasern verschiedener Röstgrade

### Vlies

Nachdem die losen Fasern in einer Krempel gemischt und parallelisiert wurden, sind sie zu Faservliesen mechanisch geordnet worden. Dann wurden mittels Querleger mehrere Lagen Faservliese gestapelt. Es wurden Vliese mit verschiedenen Mischungsverhältnissen von PP und Naturfasern (30% PP/70% NF bis 70% PP/30% NF) hergestellt. Der Absorptionskoeffizient wird erwartungsgemäß mit steigendem PP Anteil größer. Anschließend wurde

das jeweilige Vlies der Vernadelung zu einem mehrschichtigen Faserfilz zugeführt. Hierbei zeigte sich, daß mit steigender Vernadelungsdichte der Absorptionskoeffizient sinkt (Abb.2).

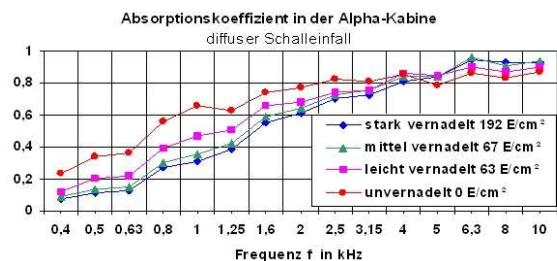


Abbildung 2: Absorptionskoeffizienten in Abhängigkeit von der Vernadelungsdichte (0-192  $\frac{\text{Einstiche}}{\text{cm}^2}$ )

### Verbund

Die Verbundwerkstoffe bzw. Formteile wurden in zwei Presszyklen hergestellt. In einem ersten Heizzyklus wurde die Matrix bei der niedrigsten Verarbeitungstemperatur von Polypropylen (140-150°C) zum Aufschmelzen gebracht, um die Naturfasern nicht zu beschädigen. Anschließend erfolgte der eigentliche Pressvorgang im kalten Werkzeug, um die Form und Steifigkeit des Bauteils zu gewährleisten.

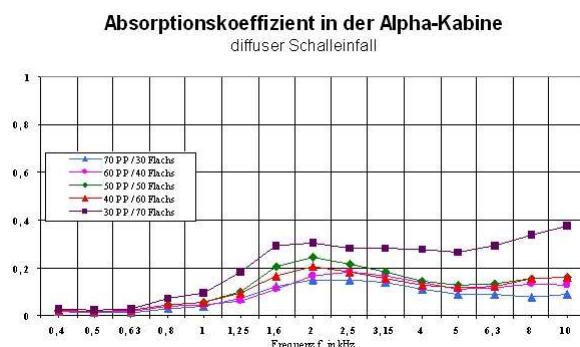
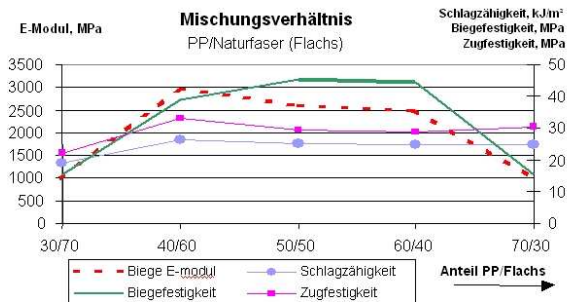


Abbildung 3: Absorptionskoeffizienten in Abhängigkeit von unterschiedlichen Mischungsverhältnissen im Verbund

Der Einfluss der Anteile von NF und thermoplastischer PP-Faser in einer verpressten Platte sind in Abb.3 und Abb.4 dargestellt. Daraus zeigt sich, dass ein kleiner Anteil von thermoplastischem Material (30% PP) einen besseren Absorptionskoeffizienten aufweist als höhere PP-



**Abbildung 4:** Ergebnisse der mechanischen Untersuchungen für unterschiedliche Mischungsverhältnisse im Verbund

Anteile. Dies resultiert aus der innigeren Verbindung des Matrixmaterials mit den Fasern bei höherem thermoplastischem Materialanteil. Die mechanischen Eigenschaften der PP-NF-Verbunde sind am höchsten in dem Mischungsverhältnisbereich von 40% PP/60% NF bis zu 60% PP/40% NF. Bei höheren PP-Anteilen ist offensichtlich der Verstärkungseffekt nicht ausreichend, bei höheren Flachsanteilen ist die Haftung zwischen den Flachsfasern mit dem Matrixmaterial nicht ausreichend.

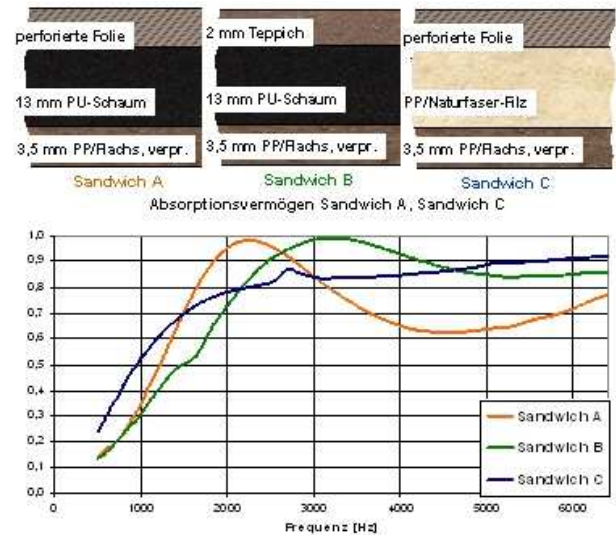
Durch ein verstärktes Vernadeln mit höherer Anzahl der Einstiche pro Flächeneinheit entsteht bereits eine Reduzierung der Dicke. Die Untersuchung auf das Absorptionsverhalten der verpressten Verbunde zeigte, dass in bestimmten Bereichen das akustische Verhalten durch verstärktes Vernadeln sogar verbessert wird.

### Sandwichstruktur

Gute akustische Eigenschaften und auch gute mechanische Parameter lassen sich durch einen Sandwichtaufbau realisieren. Die vorgestellten Grundlagen dienen zur Dimensionierung und Optimierung der Einzelschichten der Sandwichstruktur. So wurden die Fasereigenschaften und das Mischungsverhältnisse von Matrix und Naturfasern berücksichtigt. Die *Produktionsparameter* wie Vernadelungsdichte und die *Verarbeitungsparameter* wie Verdichtung der einzelnen Layer wurden ebenfalls entsprechend berücksichtigt.

Drei unterschiedlich aufgebaute Sandwichstrukturen wurden auf ihr akustisches Verhalten hin untersucht.

Die Trägerschicht enthält einen hohen Anteil an Naturfasern (70%). Sie ist stark vernadelt und von ihrer ursprünglichen Dicke (9mm) auf 3mm verpresst. Sie zeigt trotz ihrer guten mechanischen Kennwerte ein gutes Absorptionsverhalten. Die Trägerschicht wurde mit einer Kernschicht aus 13 mm dickem Polyurethanschaum (Abb.5, Sandwich A und Sandwich B) kombiniert. Dabei wurden als Deckschicht zum einen eine perforierte Folie (Abb.5, Sandwich A) als auch ein Teppich (Abb.5, Sandwich B) aufgebracht. Der Teppich weist dabei in einer Einzelmessung für seine geringe Dicke von 2 mm ein gutes Absorptionsvermögen auf. Beide Varianten weisen ein Absinken des Absorptionsvermögens im oberen Frequenzbereich auf. Da der Sandwich mit der Teppichdeckschicht um 2 mm dicker ist als der Sandwich mit der Fo-



**Abbildung 5:** Absorptionskoeffizienten verschiedener Sandwichverbunde: Die Deckschicht und die Kernschicht wird variiert. Bei Sandwich A und Sandwich B besteht die Kernschicht aus einem Polyurethanschaum (13mm) bei Sandwich C aus einem Naturfaserfilz (9mm). Die Deckschicht besteht aus perforierter Folie (Sandwich A und C) bzw. aus einem 2mm dicken Teppich.

lienabdeckung liegt das Maximum entsprechend höher. Der Sandwich mit der Folienabdeckung bewirkt zwar eine gewünschte Verschiebung der Absorberwirkung in den niederfrequenten Bereich, zeigt aber gleichzeitig noch stärkere Einbrüche im hochfrequenten Bereich. Weiterhin wurde die Trägerschicht mit einer Kernschicht aus einem Naturfaserfilz (Abb.5, Sandwich C) kombiniert. Der Naturfaserfilz besteht hierbei nach den vorhergehenden Untersuchungen aus einem hohen Anteil an PP (70%). Er ist gering vernadelt und nicht verpresst. Die Vorteile einer Kernschicht aus Naturfaserfilz zeigt Abb.5, Sandwich C. Das Absorptionsvermögen wird vorteilhaft auf den niederfrequenten Bereich ausgedehnt ohne das Absorptionsvermögen im hochfrequenten Bereich zu schmälern. Im Gegensatz zu den beiden anderen Sandwichvarianten steigt es sogar noch an. Somit stellt diese Variante aus verpresstem PP/Naturfaser-Filz als Trägerschicht, 9 mm Naturfaserfilz als Kernschicht und einer Abdeckung aus perforierter Folie die akustisch wirksamste Variante bzgl. einer breitbandigen Absorberwirkung dar.

### Literatur

- [1] Schachtschneider, H., et al.: Beeinflussung der akustischen Eigenschaften von Bauteilen aus nachwachsenden Rohstoffen, 14tes Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, Wien (2003)
- [2] Knothe, J., Fölster, Th.: Naturfaserverstärkte Fahrzeugteile, Kunststoffe 87, Carl Hanser Verlag, Germany, (1997), 1148-1152
- [3] Müller, D.H.: Car interiors of fiber reinforced composites and layered structures, Proceedings HPTEX, Coimbatore, India, (2004)