

Akustische und mechanische Eigenschaften von Faserverbundwerkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen bei Variation des Hybridwerkstoffaufbaus und der Bauteiloberflächen

Ch. König, Prof. Dr.-Ing. D.H. Müller

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

Einleitung

Hybridvliese bestehen aus Verstärkungsfasern und Polymerfasern, die als Matrixmaterial dienen. Durch Veränderung sowohl der Stärkungs- als auch der Polymerfasern und durch Anpassung der Produktionstechnologien ist es möglich, die mechanischen Daten und akustischen Eigenschaften der Bauteile zu optimieren. Naturfasern bieten im Verbund mit polymeren Matrices durch Aufbau, Verarbeitung und Anordnung verschiedener Layer erhebliche Kombinationsmöglichkeiten bei der Bauteilgestaltung. Heimische Naturfasern, wie z.B. Flachs- und Hanffasern, zeichnen sich durch ihr geringes Gewicht und ihre ökologische Verträglichkeit aus. Polypropylen als Polymerfaser weist als thermoplastische

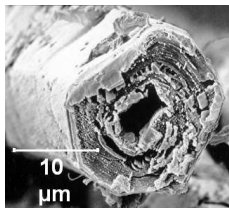


Abbildung 1: Querschnitt einer Flachsfaser - wie die meisten Naturfasern ist die Flachsfaser innen hohl (**Lumen**) [2]

Matrix gute Flies- und Verarbeitungseigenschaften auf. Durch Kombination von unverpressten Vlieslayern mit unterschiedlich stark verpressten Faserverbundlayern ist, neben der erwünschten Steifigkeit der Sandwichstruktur die Möglichkeit gegeben, die akustischen Eigenschaften entsprechend dem späteren Nutzen des Endproduktes zu modifizieren.

Einzelfasern

Es wurden die Feinheit, die Festigkeit, die Längenverteilung und die Breite der Einzelfasern untersucht. Verschieden geröstete Hanfvarianten liegen bezüglich Länge (50 mm) und Feinheit (44 µm) auf gleichem Niveau. Flachsfasern sind deutlich feiner (18 µm) und kürzer (32 mm)[1].

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 bei den Vliese die Naturfaser selbst (Mischungsverhältnis dabei jeweils 50% PP und 50% Naturfasern) und

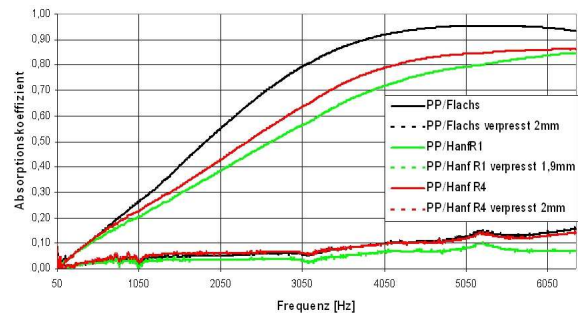


Abbildung 2: Absorptionskoeffizienten in Abhängigkeit von der Naturfaser

das Mischungsverhältnis von PP und Naturfasern (30% PP/70% NF bis 70% PP/30% NF) variiert. Der Absorptionskoeffizient wird erwartungsgemäß bei feinerer Naturfaser (Abb.2) und mit steigendem PP Anteil größer (Abb.3). Anschließend wurde das jeweilige Vlies der Ver-

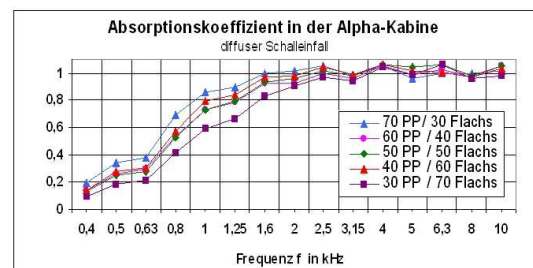


Abbildung 3: Absorptionskoeffizienten in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis von Polypropylen zur Naturfaser (Flachsfaser)

nadelung zu einem mehrschichtigen Faserfilz zugeführt. Hierbei zeigte sich, daß mit steigender Vernadelungsdichte der Absorptionskoeffizient sinkt.

Verbund

Die Verbundwerkstoffe bzw. Formteile wurden in zwei Presszyklen hergestellt. In einem ersten Heizzyklus wurde die Matrix zum Aufschmelzen gebracht, ohne die Naturfasern zu schädigen. Anschließend erfolgte der eigentliche Pressvorgang im kalten Werkzeug, um die Form und Steifigkeit des Bauteils zu gewährleisten. Abb.4 zeigt die Abhängigkeit der Prozesstemperatur auf den Absorptionskoeffizienten. Bei einer Prozesstemperatur von 180° sind noch nicht alle Polypropylenfasern aufgeschmolzen,

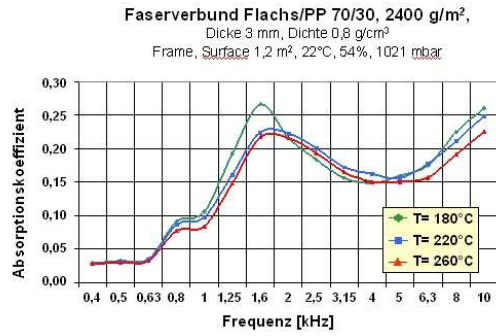


Abbildung 4: Absorptionskoeffizienten in Abhängigkeit von unterschiedlichen Mischungsverhältnissen im Verbund

der Absorptionskoeffizient ist geringfügig höher. Der Einfluss der Anteile von NF und thermoplastischer PP-Faser in einer verpressten Platte ist in Abb.5 dargestellt. Daraus zeigt sich, dass ein kleiner Anteil von thermoplastischem Material (30% PP) einen besseren Absorptionskoeffizienten aufweist als höhere PP-Anteile. Die me-

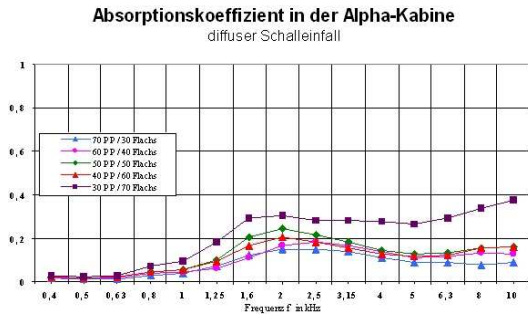


Abbildung 5: Absorptionskoeffizienten in Abhängigkeit von unterschiedlichen Mischungsverhältnissen im Verbund

chanischen 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.

Sandwichstruktur

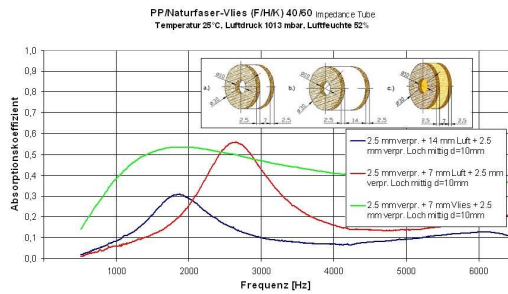


Abbildung 6: Absorptionskoeffizienten eines Resonanzabsorbers mit einem Lochflächenverhältnis von 12%. a.)7mm Luftvolumen b.)14mm Luftvolumen c.)7mm Absorbervlies

Gute akustische Eigenschaften und auch gute mechanische Parameter lassen sich durch einen Sandwichaufbau realisieren. Die vorgestellten Grundlagen dienen zur Dimensionierung und Optimierung der Einzelschichten der Sandwichstruktur. Abb.6 zeigt einen Resonanzabsorber mit einem Lochflächenverhältnis von 12% mit variiertem Luftvolumen, sowie nach Einbringung eines zusätzlichen Absorbervlieses. Abschließend wurden drei unterschied-

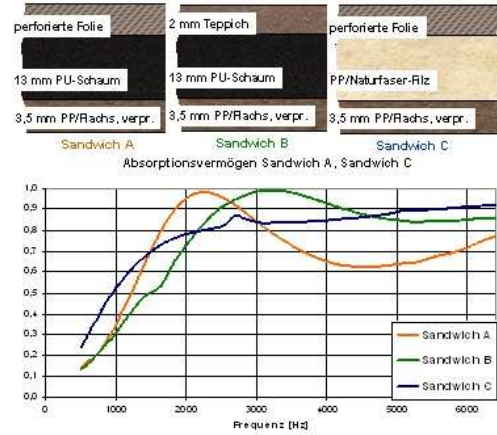


Abbildung 7: Absorptionskoeffizienten verschiedener Sandwichverbunde: Bei Sandwich A und Sandwich B besteht die Kernschicht aus einem Polyurethanschaum (13mm) bei Sandwich C aus einem Naturfaserfilz (9mm). Die Deckschicht besteht aus perforierter Folie (Sandwich A und C) bzw. aus einem 2mm dicken Teppich.

lich aufgebaute Sandwichstrukturen auf ihr akustisches Verhalten 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.7, Sandwich A und Sandwich B) kombiniert. Dabei wurden als Deckschicht zum einen eine perforierte Folie (Abb.7, Sandwich A) als auch ein Teppich (Abb.7, Sandwich B) aufgebracht. Beide Varianten weisen ein Absinken des Absorptionsvermögens im oberen Frequenzbereich auf. Bei Sandwich C wurde die Trägerschicht mit einer Kernschicht aus einem Naturfaserfilz (Abb.7) kombiniert. Der Naturfaserfilz besteht hierbei nach den vorhergehenden Untersuchungen aus einem hohen Anteil an PP (70%). Er ist gering vernadelt und nicht verpresst. Das Absorptionsvermögen wird auf den niederfrequenten Bereich ausgedehnt ohne das Absorptionsvermögen im hochfrequenten Bereich zu schmälern.

Literatur

[1] Schachtschneider, H., et al.: Beeinflussung der akustischen Eigenschaften von Bauteilen aus nachwachsenden Rohstoffen, Wien (2003)
 [2] Knothe, J., Fölster, Th.: Naturfaserverstärkte Fahrzeugteile, Kunststoffe 87, Carl Hanser Verlag, Germany, (1997), 1148-1152