

Gewichts- und Kostenreduzierung

Thermoplastisch bindende Deckschichten in Wabenverbundstrukturen führen zu deutlich gewichts- und kostenreduzierten Bauteilen mit guten Biegesteifigkeiten. Die Bauteilumformung und die Kaschierung erfolgen im One-Shot-Verfahren.

Bild: TITK

Sandwichstrukturen Gute Substitutionseffekte durch Thermoplaste

Thermoplastisch bindende Decklagen senken das Gewicht von Sandwichstrukturen mit Wabenkern ohne Einbruch der spezifischen Steifigkeit. Das zeigt ein Vergleich mit gängigen Sandwichmaterialien, die Decklagen auf Duroplastbasis haben. Eine Substitution senkt auch die Bauteilkosten.

RENATE LÜTZKENDORF, CARMEN KNOBELSDORF UND MAX KOLLER

Ziel innovativer Leichtbaukonzepte ist die Reduzierung des Energie- und Materialbedarfs. Dazu wird die Entwicklung konstruktiver, werkstoff- und fertigungstechnischer Mittel vorangetrieben. Dabei richtet sich der Blick nicht nur auf die Weiterentwicklung metallischer Bau-

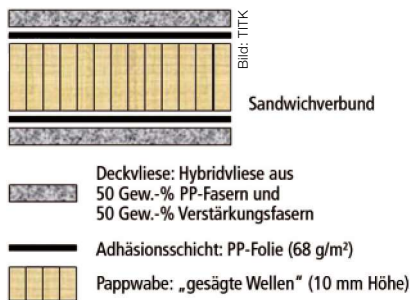
Dr. Renate Lützkendorf ist Leiterin der Abteilung Textil- und Werkstoff-Forschung des Thüringischen Institutes für Textil- und Kunststoff-Forschung e. V. (TITK) in Rudolstadt. Dipl.-Chem. Carmen Knobelsdorf ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der gleichen Abteilung am TITK. Max Koller ist Geschäftsführer der Formenbau und Kunststofftechnik Koller GmbH in Dietfurt. Weitere Informationen: Carmen Knobelsdorf, TITK, 07407 Rudolstadt, Tel. (0 36 72) 3 79-3 14, Fax (0 36 72) 3 79-3 79, knobelsdorf@titk.de

weisen und werkstofflicher Mischbauweisen, sondern zunehmend auch auf Faserverbundwerkstoffe. Sie haben ein niedriges spezifisches Gewicht und können dennoch viel Last aufnehmen. So werden für Leichtbauteile, die eine hohe Steifigkeit haben müssen, häufig Sandwichverbunde verwendet, bestehend aus Kernschicht und Decklagen.

Faserverstärkte Thermoplaste haben klare Prozessvorteile

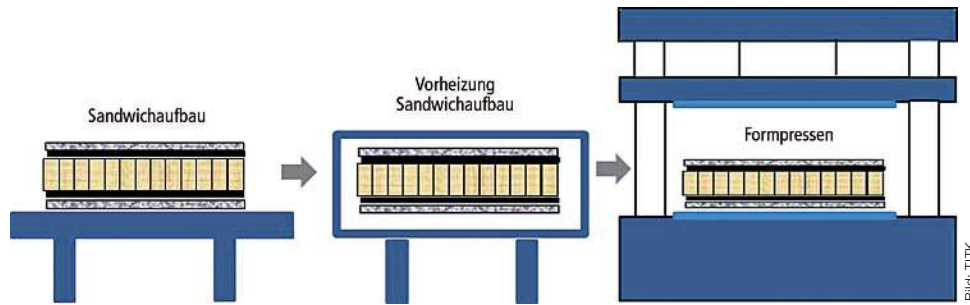
Leichtbau-Sandwichkonstruktionen haben vorrangig Decklagen auf Basis duromerer Harzsysteme. Duromere Harzsysteme bieten hohe Steifigkeiten, harte und kratzfeste Oberflächen sowie gute Lackiereigenschaften. Nachteilig sind die zeitaufwendige und

kostenintensive Bauteilherstellung sowie das Recyclingproblem. Demgegenüber stehen die klaren prozesstechnischen Vorteile der faserverstärkten Thermoplaste, die unter anderem kurze Zykluszeiten ermöglichen und ein Entstehen zusätzlicher Reaktionsprodukte vermeiden. Faserverstärkte Thermoplaste lassen sich schweißen, stanzen und werkstofflich gut recyceln. Außerdem ist die Integration zusätzlicher Funktionselemente in die Struktur von Bauteilen möglich, weil Thermoplaste als Schweißmittel genutzt werden können. Daraus ergibt sich ein Substitutionspotenzial für diese Werkstoffgruppe. Auch aus Gewichts- und Kostengründen geht der Trend zum thermoplastischen Kunststoff.



Sandwichaufbau

Weil oft nur geringe Anforderungen an den Kern gestellt werden, besteht die mittlere Schicht aus Papierwaben.



Fertigung im Formpressverfahren

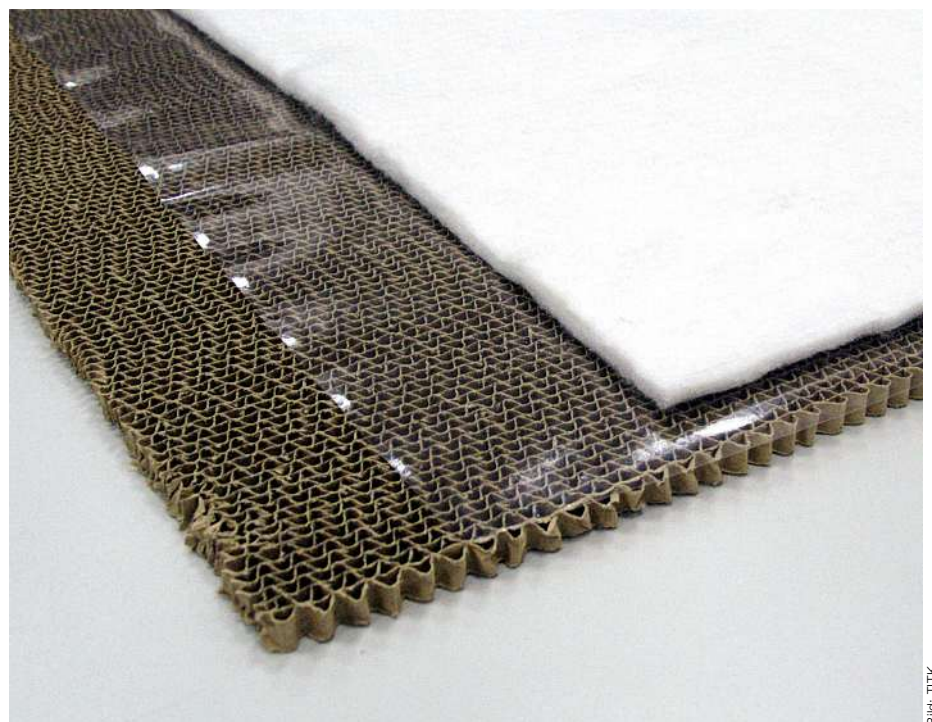
Der Sandwichverbund entsteht in einem zweistufigen Formpressverfahren. Zunächst wird das Gelege in einer Vorheizstation erwärmt und danach in einem Presswerkzeug kalt umgeformt.

Gegenstand von Entwicklungsarbeiten am Thüringischen Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e. V. in Rudolstadt ist deshalb, den industriellen Trend zu faserverstärkten Thermoplasten durch kostengünstige gewichtsreduzierte und steife Sandwichverbunde voranzutreiben. Gerade im Straßen- und Schienenfahrzeugbau werden zur Verringerung des Kraftstoffverbrauches Leichtbaukonstruktionen benötigt.

Eine Aufgabe bestand daher in der Entwicklung von Sandwichkonstruktionen, bestehend aus thermoplastisch bindenden Deckschichten und einem innen liegenden Kern. Weil viele technische Anwendungen von Sandwichkonstruktionen oft nur geringe Anforderungen an den Kernwerkstoff stellen, wurde der Kern aus Papierwaben hergestellt. Zur Herstellung der Deckschichten auf Thermoplastbasis kamen Vliesstoffe aus Glas- und Polypropylenfasern (PP) zur Anwendung. Unter dem Gesichtspunkt des Leichtbaues und unter der Maßgabe, hochsteife Verbundmaterialien zu entwickeln, wurden die Glasfasern teilweise durch Carbonfasern ersetzt. Zusätzlich wurde das Potenzial von PP-Deckschichten mit Naturfaserverstärkung untersucht. Die Entwicklungsarbeiten wurden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert (Projekt-Nr. MF 090109).

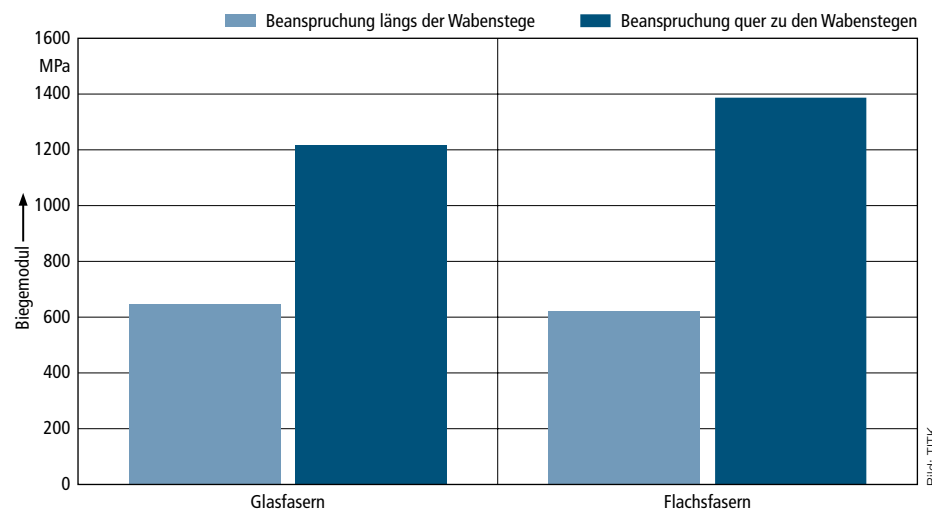
Wabensteg beeinflusst Sandweicheigenschaften

Nach dem genannten Lösungsansatz wurde ein Sandwichaufbau realisiert. Typische Kern- und Deckmaterialien sind Papierwaben (Kern), Hybridvliese aus PP-Fasern sowie Verstärkungsfasern (Decklagen). Als Deckschichten wurden Glasfaser/PP-Vliesstoffe mit 50, 60 und 70 Gew.-% Glasfaseranteil in den Grammaturen 250 bis 550 g/m² verwendet. Zur besseren Anbindung der Deckschichten an den Kern wurde eine PP-Adhäsionsschicht zwischen die einzelnen Komponenten gelegt.



Typische Sandwichmaterialien

Häufig bestehen Sandwichaufbauten aus Papierwaben und Glasfaser-PP-Deckvliesen. Aufgrund der anisotropen Eigenschaften der Papierwabe resultieren unterschiedliche Kennwerte in Längs- und Querrichtung.



Verstärkung mit Naturfasern

Werden in den Deckschichten Glasfasern gegen Flachfasern ausgetauscht, kommt es zu keinem Einbruch des Biegemoduls. Die Deckschichten der Proben bestehen aus 50 Gew.-% PP- und 50 Gew.-% Glas- oder Flachfasern. Sie haben eine Flächenmasse von je 550 g/m².

Das Verpressen des Sandwichaufbaus erfolgte in einem zweistufigen Formpressverfahren. Dazu wurde zunächst das Gelege (Vlies und Wabenkern) in einer Vorheizstation aufgeheizt und anschließend im Presswerkzeug (Prototyp) kalt umgeformt. An den gefertigten Proben wurde die Biegesteifigkeit ermittelt. Charakteristisch für die mechanischen Kennwerte ist eine hohe Abhängigkeit von der Ausrichtung der Wabenstege.

Es wurden zwei grundsätzliche Abhängigkeiten festgestellt:

- Mit zunehmendem Flächengewicht der Deckschicht steigt der Biege-E-Modul der Sandwichkonstruktion. Das Sandwichbauteil wird steifer.
- Glasfaseranteile größer als 50 Gew.-% führen zu einer geringeren Steifigkeit, weil sich die Deckschichten unzureichend konsolidieren lassen.

Die Optimierung der Deckschichten hinsichtlich des Glasfaseranteils und der Flächenmasse führte zu Maximalwerten beim Verarbeiten von Deckvliesen mit 50 Mas-

se-% Glasfasern und 550 g/m² Flächenmasse. Je nach Zusammensetzung und Flächenmasse der Deckschicht wurden Biegefestigkeiten von 3 bis 12 MPa erreicht. Der Biege-E-Modul variierte von 600 bis 1200 MPa. Auch die Haftfestigkeit zwischen Kern und Deckschichten wurde geprüft. Es zeigte sich, dass PP-Adhäsionsschichten zwischen Kern und Deckschicht eine um den Faktor 10 erhöhte Trennkraft bewirken.

Gleichwertige Biegemoduln bei Deckschichten mit Naturfasern

Auch Naturfasern bieten sich aufgrund des hohen Faser-E-Moduls zur Verstärkung von Sandwichstrukturen an und lassen sich gut zu Vliesstoffen verarbeiten. So haben Biegeversuche gezeigt, dass Sandwichstrukturen mit Flachsfaser/PP-Deckschichten gleichwertige Biegemoduln wie mit Glasfaser/PP-Deckschichten erzielen können.

Unter dem Gesichtspunkt des Leichtbaus und unter der Maßgabe, steife Verbundwerkstoffe zu entwickeln, erfolgte eine werkstoffliche Optimierung der Sandwichstrukturen. Dazu wurden Glasfaseranteile gegen Anteile von Carbonfasern ausgetauscht. Im Vergleich zu Glasfasern haben Carbonfasern bessere gewichtsspezifische Eigenschaften. Das führte dazu, dass eine zusätzliche Gewichtseinsparung von mehr als 5 % und eine signifikant höhere Sandwichsteifigkeit erreicht wurden.

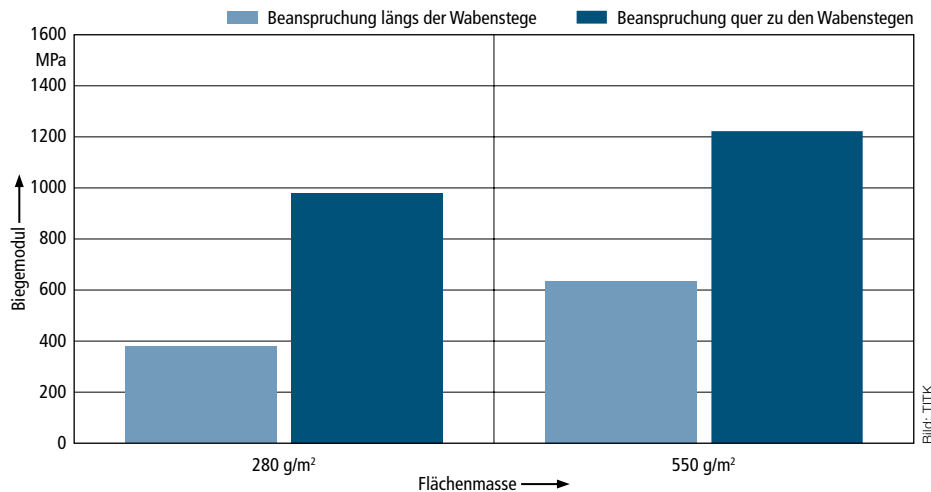
Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit wurden für die Herstellung der Deckvliese auch Recyclingfasern verwendet. Recyclingfasern fallen in großen Mengen bei der Wiederverwertung von Produktionsabfällen an und sind deutlich kostengünstiger als Primärfasern. Aus den Ergebnissen der Durchbiegeprüfung an ebenen Platten geht hervor, dass beim Einsatz von Recyclingfasern nicht mit einem Verlust an Steifigkeit gerechnet werden muss. Zusätzlich lässt sich derzeit beim Einsatz von Recyclingfasern in einem Deckvlies aus 50 Gew.-% Polypropylenfasern und 50 Gew.-% Glasfasern ein Preisvorteil von mehr als 40 % erzielen.

Sandwichstrukturen mit thermoplastisch bindenden Deckschichten stehen in direkter Konkurrenz zu den etablierten, duroplastischen Sandwichstrukturen, bei denen die Decklagen aus Glasfaservliesen und dem Matrixwerkstoff Epoxidharz oder Polyurethan hergestellt werden. Im Vergleich zu einem serienmäßigen Polyurethan-Sandwichbauteil mit Papierwabe als Kern sowie einer Glasmatte (225 g/m²) als Deckschicht mit einer Verbunddicke von 0,36 g/cm³ lassen sich durch Einsatz von Glasfaser/PP-Deckschichten mit oder ohne Carbonfaser-

Recyclingfasern senken die Kosten für Sandwichstrukturen

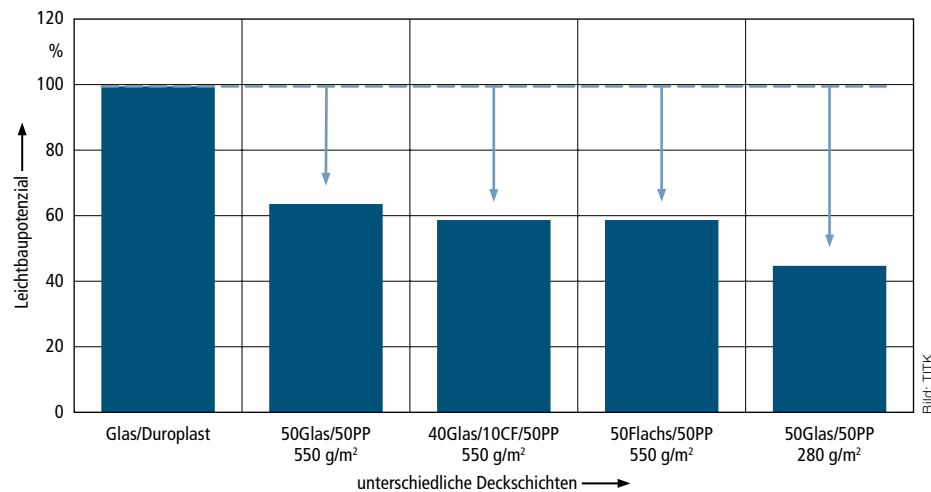
Fasermaterial	E-Glasfasern		Polypropylenfasern	
	Neuware	recycelt	Neuware	recycelt
Preis €/kg	1,50 – 1,80	0,30 – 0,60	1,30 – 1,60	1,20 – 1,40

Quelle: Februar 2012



Flächenmasse und Wabenstege beeinflussen Sandwicheigenschaften

Die Biegesteifigkeiten der Sandwichplatten erhöhen sich mit der Flächenmasse in der Deckschicht. Die Decklagen bestehen aus 50 Gew.-% PP-Fasern und 50 Gew.-% Glasfasern.



Gewichtsvorteil für Thermoplaste

Thermoplastische Deckschichten erschließen Leichtbaupotenziale für Sandwichstrukturen mit Wabenkern. Das Gewicht der Verbunde ist niedriger als bei Sandwichaufbauten mit duroplastischen Deckschichten.

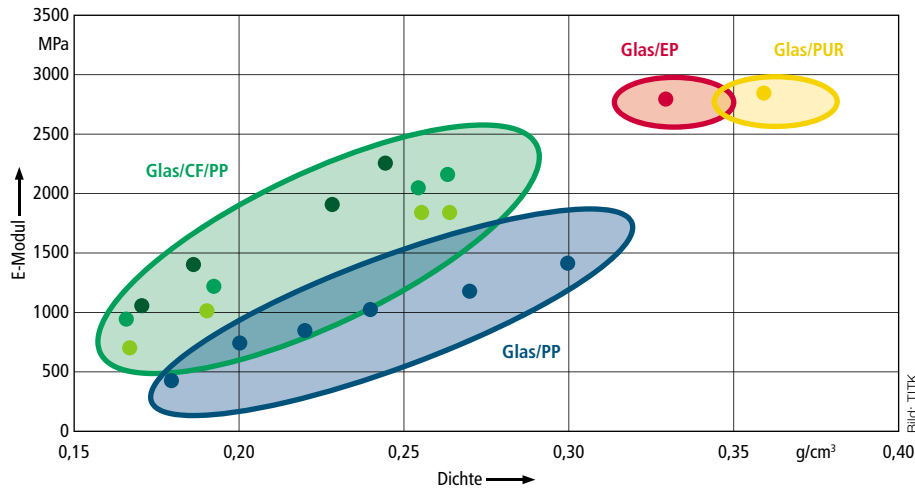


Bild: TITK

Biege-E-Modul und Sandwichdichte

Sandwichverbunde mit Wabenkern und thermoplastischen Deckschichten haben vergleichbare gewichtsspezifische Steifigkeitswerte zu duroplastischen Systemen.



Bild: TITK

Pkw-Laderaumabdeckung

Unter praxisnahen Bedingungen wurde auf Industriepressen der Formenbau und Kunststofftechnik Koller GmbH eine Pkw-Laderaumabdeckung hergestellt. Verarbeitet wurden Papierwaben (Kern), Glas- und PP-Fasern (Deckvliese) und PES-Vliesdekor im One-Shot-Verfahren.

anteil in Abhängigkeit von der Flächenmasse der Deckschicht 35 bis 55 % an Gewicht einsparen. Das Gleiche gilt für Papierwabenkern-Sandwichstrukturen mit Flachsfaser/PP-Deckvliesen. Die dichtespezifische Steifigkeit der thermoplastisch gebundenen Sandwichverbunde ist mit der von duroplastisch gebundenen Systemen vergleichbar.

Fehlerfreie Laderaumabdeckung auf Industriepressen hergestellt

In praxisnahen Versuchen wurde auf industriellen Pressen des Projektpartners Formenbau und Kunststofftechnik Koller GmbH, Dietfurt, die Prozesstauglichkeit und -stabilität sowie die Produktqualität der im Formpressverfahren hergestellten Sandwichelemente überprüft. Dazu wurde im One-Shot-

Verfahren eine Pkw-Laderaumabdeckung hergestellt. Als Sandwichmaterial kam ein Verbund aus Papierwabenkern, Deckvliesen und Oberflächendekor (Polyestervlies) zur Anwendung. Das Deckvlies bestand aus Glas- und Polypropylenfasern.

Die Umformung des Sandwichaufbaus war unproblematisch. Während des Prozesses traten keine Wabenbrüche auf. Die Kanten waren nicht porös. Alle Sandwichbauteile hatten eine gute Eigensteifigkeit, eine gute Maßhaltigkeit und zeigten keinen Bauteilverzug. Die Dekoroberflächen der Bauteile waren fehlerfrei. Die Versuche zur Überprüfung der Prozesstauglichkeit und -stabilität auf industriellen Pressen sowie der damit produzierten Qualität verliefen erfolgreich. ■