



Die Türtasche in der Türverkleidung eines Fahrzeugs bietet sich als biegebelastetes Verkleidungsbauteil für Leichtbauwerkstoffe an. Für die Anwendung in einem viertürigen Fahrzeug wurde am Beispiel der Türtaschen eine ökologische Bewertung des entwickelten NF-PP-Mikrosandwich durchgeführt (© Daimler)

Schlanker Materialmix für leichtes Interieur

Mikrosandwich aus faserverstärktem PP-Vlies mit PET-Schaumkern für Verkleidungsbauteile im Fahrzeuginnenraum

Das Leichtbaumaterial Mikrosandwich mit erster Serienanwendung im Jahr 2018 reduziert das Gewicht von Verkleidungsbauteilen im Fahrzeuginterieur um bis zu 50%. Die effiziente Verarbeitung im One-Shot-Verfahren bietet darüber hinaus eine wirtschaftliche Bauteilfertigung auf bestehenden Anlagen durch kurze Zykluszeiten, wie am Beispiel einer Türtasche gezeigt wurde.

Steigende Kundenanforderungen an moderne Automobile in Bezug auf Sicherheit, Komfort und Funktionalität lassen die Ausstattungsmerkmale im Fahrzeuginterieur und -exterieur kontinuierlich wachsen. Dadurch erhöht sich das Eigengewicht der Fahrzeuge, was für Automobilhersteller ein direkter Zielkonflikt ist, da sie für neue und konventionelle Antriebstechniken die

Fahrzeugmasse reduzieren müssen. Einen Lösungsansatz hierfür bieten Leichtbaumaßnahmen, u.a. im automobilen Interieur, wobei neue Werkstoffkonzepte eine Schlüsselrolle einnehmen [1, 2]. So erlaubt eine eigens entwickelte Kombination von Polypropylen (PP)-Hybridvliesstoffen und einem Polyethylenterephthalat (PET)-Schaum eine effiziente Herstellung von Interieur-Ver-

kleidungsbauteilen in schlanker Sandwichbauweise. Das PET-Schaumhalbzeug, das derzeit hauptsächlich in Rotorblättern von Windkraftanlagen Anwendung findet, bildet den Kern des 3mm dicken Flächenelements. Ein großflächiger Einsatz des dünnen Sandwichaufbaus, genannt Mikrosandwich, kann allein im Fahrzeuginnenraum in diversen Verkleidungselementen über 5kg Gewicht einsparen. Die variable Gestaltung der Einzellen gestattet dabei die maßgeschneiderte Anpassung an spezifische Bauteilanforderungen.

Schaum reduziert Flächengewicht

Für biegebelastete Verkleidungsbauteile, wie beispielsweise Hutablagen, Türverkleidungen, Kofferraumauskleidungen sowie Lehnenspannteile, kommen in vielen Fahrzeugen Nadelvliesstoffe mit einem Flächengewicht von 1200–1800 g/m² zum Einsatz. Diese bestehen häufig aus einer faserförmigen Polypropylenmatrix und mindestens einer Verstärkungskomponente, wobei in Abhängigkeit des thermomechanischen Anforderungsprofils Glasfasern (GF), Naturfasern (NF) oder Polyesterfasern (PES) eingesetzt werden. Eine angepasste Verbundbauweise von Nadelvliesstoffen mit PET-Schaum kann demgegenüber das Flächengewicht auf bis zu 660g/m² reduzieren. Der dünnwandige PET-Schaum dient dabei als Sandwichkern, wodurch sich ein funktioneller Materialaufbau für biegebelastete Bauteile ergibt (Bild 1).

Die Verarbeitung des Sandwichhalbzeugs erfolgt in einem Pressprozess, bei dem der Lagenaufbau in einem einstufigen Verfahren inklusive Dekorware zum Bauteil umgeformt wird. Hierbei können sowohl textile Oberwaren wie Gestricke als auch polymere Dekormaterialien wie Polyvinylchlorid (PVC) oder thermoplastische Elastomere (TPO) eingesetzt werden. Die thermischen Eigenschaften von PP und PET erlauben eine Verarbeitung des Halbzeugs zwischen 180°C und 220°C (Bild 2). Während das in den Deckschichten enthaltene PP in diesem Temperaturbereich im aufgeschmolzenen Zustand vorliegt, befindet sich der PET-Schaumkern zwischen der Glasübergangs- und Schmelztemperatur. Der Übergang des PET in den schmelzförmigen Zustand setzt bei Temperaturen von etwa 220°C ein. Unterhalb dieser »



Bild 1. Materialaufbau von Mikrosandwich-Verbundsystemen bestehend aus PP-Vliesstoff und einem PET-Schaumkern inklusive Dekoration (© Daimler)

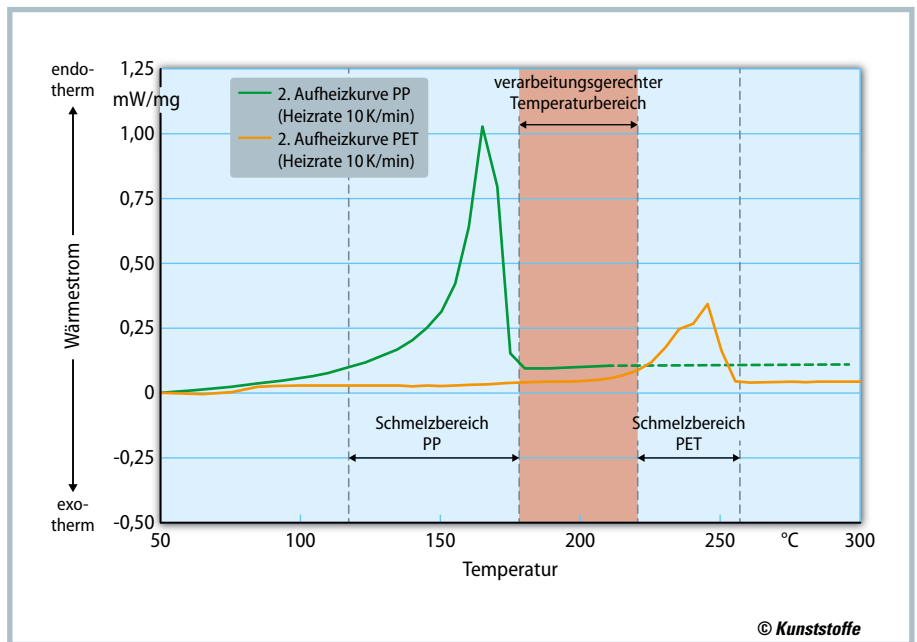


Bild 2. Ergebnisse der dynamischen Differenzkalorimetrie (DSC) der verwendeten Materialien PP und PET unter N₂-Atmosphäre (Quelle: Daimler)

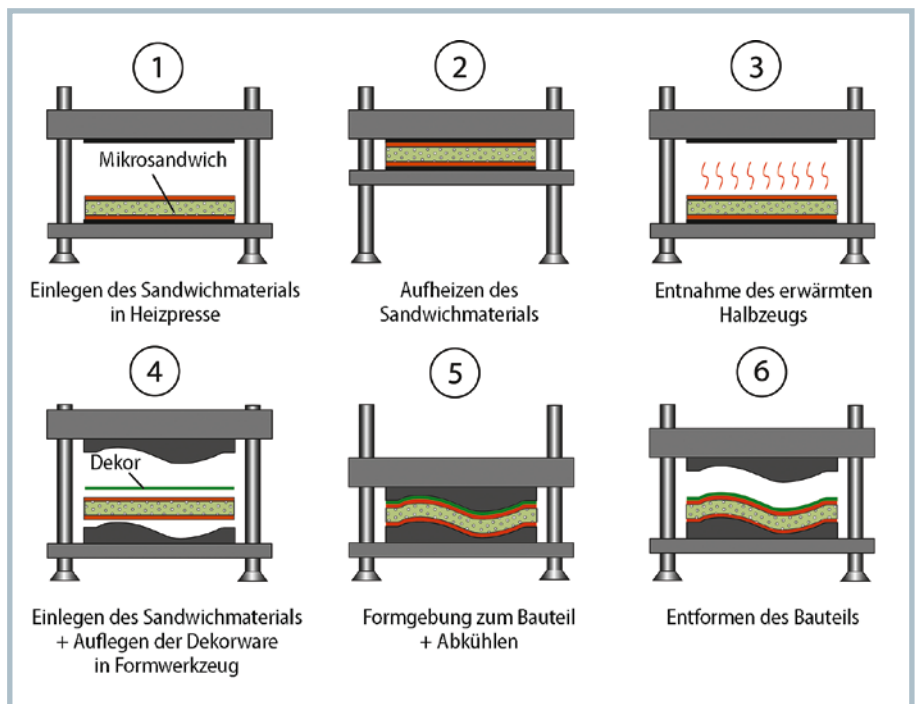


Bild 3. Verfahrensschritte bei der Herstellung von Mikrosandwich-Bauteilen (© Daimler)

Die Autoren

Christoph Menzel ist seit 2015 für die Daimler AG als Doktorand im Bereich Vorentwicklung Materialsysteme Interieur in Sindelfingen tätig; christoph.menzel@daimler.com

Dr. Benno Simon Stamp ist seit 2011 für die Daimler AG im Bereich Vorentwicklung Materialsysteme Interieur am Standort Sindelfingen tätig.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Prof. Lothar Kroll ist Direktor des Instituts für Strukturleichtbau der TU Chemnitz und des An-Instituts Cetex sowie CEO des Bundesexzellenzclusters MERGE.

Dr.-Ing. Roman Rinberg leitet seit 2012 den Forschungsbereich „Biopolymere und Naturfaserverbunde“ an der Professur Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung der TU Chemnitz.

Dr. Tobias Blumenstock ist seit 2002 für die Daimler AG und seit 2010 im Bereich Vorentwicklung Materialsysteme Interieur am Standort Sindelfingen tätig.

Hubert Bieder ist seit 1989 für die Daimler AG tätig und leitet seit 2007 die Vorentwicklung Materialsysteme Interieur am Standort Sindelfingen.

Service

Literatur & Digitalversion

- Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/3281589

English Version

- Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com

Temperatur können sonstige Prozessparameter so eingestellt werden, dass die Zellstruktur des Schaumkerns im Umformprozess nicht kollabiert, während das strukturbildende PET-Grundmaterial verformbar ist. Der Wärmeeintrag in das Sandwichhalbzeug und die erforderliche Dickenkalibrierung erfolgen in einer Kontaktheizpresse, wobei nach abgeschlossenem Schließvorgang in etwa 45s eine homogene Zieltemperatur von 200 °C im Sandwichverbundsystem erreicht wird (**Bild 3**, Schritte 1–3). Nach Transfer in das formgebende Werkzeug findet anschließend der Umformprozess zum Bauteil statt (**Bild 3**, Schritte 4–6). Die gute Thermoformbarkeit der PP-Vliesstoffe und des PET-Schaumkerns im Verbund erlauben die Realisierung komplexer Bauteilgeometrien, wodurch ein Einsatz des neuen Mikrosandwichmaterials für zahlreiche Interieur-Bauteile möglich ist. Ersichtlich wird dies beispielsweise an der in **Bild 5** dargestellten Türtasche mit komplexem Randbereich und mehreren Kontursprüngen.

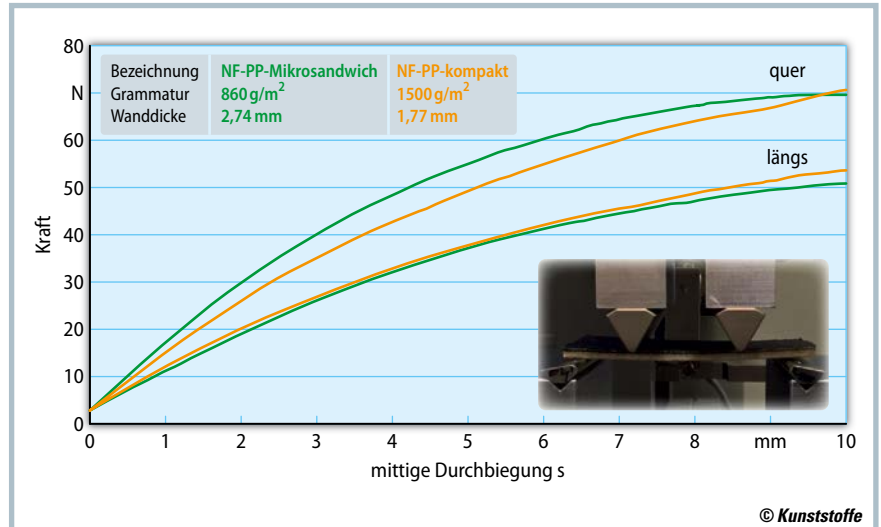


Bild 4. Ergebnisse der 4-Punkt-Biegeprüfung an Bauteilproben aus PP-NF-Kompakt bzw. NF-PP-Mikrosandwich (in Anlehnung an DIN 53293) (Quelle: Daimler)

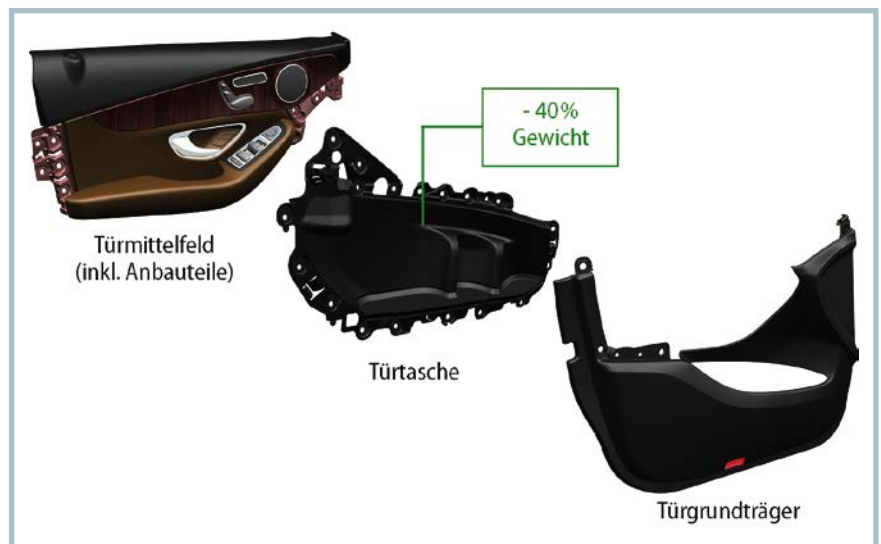


Bild 5. Aufbau einer Türverkleidung am Beispiel Mercedes-Benz GLC (X253) (© Daimler)

Kombinierte Werkstoffeigenschaften aus Deck- und Kernlage

Im Gegensatz zu kompakten Vliesstoffen resultiert die Biegesteifigkeit des Mikrosandwich aus den Eigenschaften der leichtgewichtigen Vliesstoffe in den Deckschichten und – gemäß dem Parallelachsen-Theorem [3] – aus der Sandwichdicke. Während der PET-Schaumkern den Abstand zwischen den Deckschichten gewährleistet, werden die im Falle einer Biegebelastung auftretenden Zug- und Druckbelastungen in den Deckschichten gezielt von den leichten PP-Vliesstoffen aufgenommen. Der Kraft-Weg-Verlauf eines naturfaserverstärkten Mikrosandwichverbunds mit einem Flächengewicht von 860 g/m² in **Bild 4** zeigt anhand der Steigung, dass sich die Biegesteifigkeiten wie bei einer kompakten NF-PP-Matte mit einem Flächengewicht von 1500 g/m² erzielen lassen. Die richtungsabhängigen Kraftverläufe resultieren dabei aus dem herstellungsbedingten orthotropen Materialverhal-

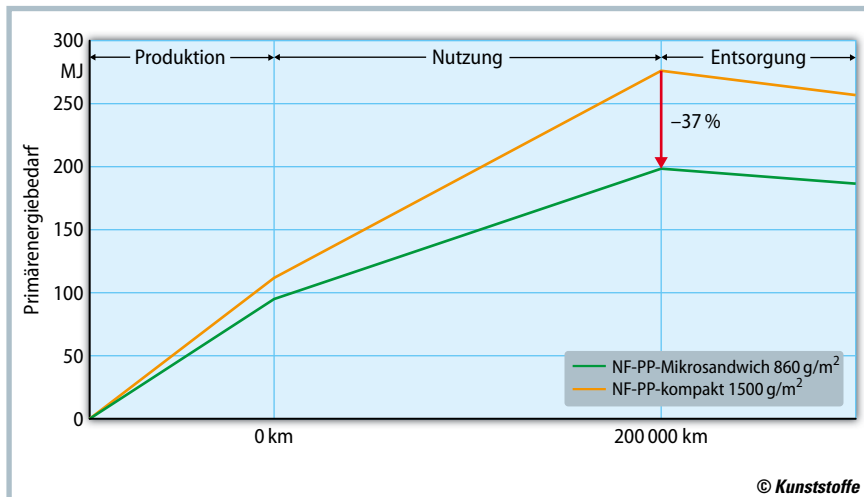


Bild 6. Primärenergiebedarf eines Türtaschensatzes in Kompakt- und Sandwichbauweise über Produktions-, Nutzungs- und Entsorgungsphase (Quelle: Daimler)

ten der Vliesstoffe. Das Flächengewicht des Trägermaterials kann so um mehr als 40 % gesenkt werden, während die Bauteildicke lediglich um etwa 1 mm zunimmt. Außerdem weist das Materialsystem bei hochdynamischen Beanspruchungen ein gutes Bruchverhalten auf, da durch die Kombination aus Schaumkern und dünnen Vliesstoffen kein Splitterbruch, sondern weiche Bruchkanten entstehen. Der geschlossenzellige Schaumkern wirkt darüber hinaus thermisch isolierend, wodurch Heizverluste in der Fahrgastzelle reduziert werden.

Anwendungsbeispiel Türtasche

Die ökologische Bewertung des PP/PET-Sandwichverbunds gegenüber konventionellen Materialsystemen erfolgt anhand der Aggregation des Primärenergiebedarfs für ein viertüriges Fahrzeug mit vier Türtaschen (**Bild 5**), die entlang des gesamten Produktlebens bilanziert werden.

Die Substitution einer kompakten Verbundstruktur aus NF-PP mit einem Flächengewicht von 1500 g/m² durch ein naturfaserbasiertes Mikrosandwich mit einem Flächengewicht von 860 g/m² führt am Beispiel von vier Referenztürtaschen zu einer Masseersparnis von 0,5 kg pro Fahrzeug. Anhand einer Bilanzierung über Produktions-, Nutzungs- und Entsorgungsphase ist in **Bild 6** ersichtlich, dass die Leichtbautürtaschen in Sandwichbauweise in jeder Phase des Produktlebenszyklus einen geringeren Primärenergiebedarf als die mit betrachteten Referenztürtaschen aufweisen. Die Produktionsphase berücksichtigt die Rohmaterialbereitstellung sowie die Halbzeug- und Bauteilherstellung. Der massenanteilig geringere Einsatz von Thermoplasten im Mikrosandwichverbund begründet den um 15 % geringeren Energiebedarf in der Produktionsphase. Den größten Einfluss auf die ökologischen Auswirkungen hat die Nutzungsphase, in der das Bauteilgewicht direkt den Energieverbrauch beeinflusst. Eine Gewichtsreduzierung um 0,5 kg führt über eine Laufleistung von 200 000 km zu einem 37 % geringeren Transportenergiebedarf der Leichtbautürtaschen, was einem Minderverbrauch von 1,5 l Kraftstoff pro Fahrzeug entspricht [4]. Bedingt durch die reduzierte Masse des NF-PP-Mikrosandwich wird am Beispiel der bilanzierten Türtaschen im Falle einer thermischen Verwertung

weniger Energie zurückgewonnen, es ist jedoch ein verminderter Ausstoß von Treibhausgasen zu verzeichnen. Da in Folge des thermischen Recyclings massenabhängig Emissionen anfallen, können durch die Leichtbauweise in der Entsorgungsphase zusätzlich 1,5 kg CO₂ pro Fahrzeug eingespart werden.

Fazit und Ausblick

Das Mikrosandwich erlaubt durch ein effizientes Fertigungsverfahren, basierend auf bestehenden Pressanlagen die großserientaugliche Produktion von Leichtbauteilen für das Fahrzeuginterieur. Die Kombination von PP-Hybridvliesstoffen und einem PET-Schaum ergibt darüber hinaus ein wirtschaftliches Leichtbaumaterial, das durch seine hohen Umformgrade in ver-

schiedensten Trägerbauteilen angewendet werden kann. Der großflächige Einsatz des Mikrosandwichmaterials für Trägerwerkstoffe im Fahrzeuginterieur bietet insgesamt ein Gewichtseinsparungspotenzial von über 5 kg, mit ökologischen Vorteilen im gesamten Produktlebenszyklus sowie positiven Sekundäreigenschaften bezüglich Isolations- und Crash-Verhaltens. ■