Leichter ans Ziel

PP-Compounds für den Automobilleichtbau

Gewichtsreduktion ist eine der großen Anforderungen an Automobilbauteile – unabhängig davon, in welchen Fahrzeugen sie genutzt werden. Einer der leichtesten infrage kommenden Werkstoffe ist Polypropylen (PP). Mit den passenden Verstärkungen eignet er sich auch für anspruchsvolle Fahrzeugbauteile. Das zeigt beispielsweise der Einsatz als Mittelkonsolenträger im Elektrofahrzeug NIO ES8.

Der chinesische Hersteller NIO setzt bei dem Elektro-SUV ES8 für den Mittelkonsolenträger carbonfaserverstärkte PP-Compounds ein

(© NIO)

Vernetzte Fahrzeuge, die Elektrifizierung des Antriebs, autonomes Fahren und Carsharing stellen Automobilhersteller und die Zulieferindustrie vor die Herausforderung, bisherige Geschäftsmodelle zu überdenken und veränderte Mobilitätskonzepte zu entwickeln. Diese Trends bringen teilweise gänzlich neue Technologien in das Fahrzeug.

Während sich diese Entwicklungen meist nur auf bestimmte Fahrzeugklassen oder Segmente im Automobil beziehen, durchdringt eine Anforderung praktisch alle Bereiche: Gewichtsminimierung zur Effizienzsteigerung.

Bei Automobilen mit Verbrennungsmotor führt eine Gewichtsreduktion um 100 kg zu einer Verringerung des Spritverbrauchs um 0,2 bis 0,3 l/100 km. Umgerechnet sind das bis zu 8 g CO_2/km. Die tatsächliche Einsparung hängt allerdings stark vom Fahrverhalten ab. Bei konstanter Fahrt, z. B. auf der Autobahn, spielt das Gewicht eine untergeordnete Rolle für den Energieverbrauch. In diesem Fall beeinflusst der Luftwiderstand maßgeblich die Energiebilanz. Beim Anfahren und Bremsen ist es genau umgekehrt.

Gleiches gilt für E-Fahrzeuge: Bei ihnen kann zwar durch Rekuperation ein Teil der Bremsenergie als elektrische Energie zurückgewonnen werden. Dieser Prozess ist aber nicht verlustfrei. Elektrofahrzeuge sind außerdem meist schwerer als vergleichbare Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Bei gleichen Modellen kommen sie durchschnittlich auf ein 15 % höheres Gewicht. Obwohl im elektrischen Antriebsstrang viele Komponenten weg-

fallen, führen die schweren Batterien zu einem Gewichtsanstieg. Die Energiedichte von Akkus steigt zwar stetig, dennoch sind die Reichweiten von E-Automobilen immer noch deutlich geringer als jene konventionell betriebener Fahrzeuge. Leichtbau bleibt deshalb eine der entscheidenden Anforderungen.

Polypropylen (PP) ist mit einer Dichte von 0,9 g/cm³ leichter als Wasser und somit einer der leichtesten Werkstoffe, die in Fahrzeugen genutzt werden. Die hohen Anforderungen im Automobilbereich erlauben es üblicherweise nicht, reines PP einzusetzen. In den meisten Fällen werden PP-Compounds verwendet. Deren Dichte steigt zwar durch die Verwendung von Verstärkungsstoffen wie Talkum, Glasfasern oder auch Carbonfasern etwas an, bewegt sich aber immer noch in einem Bereich von 1,05 g/cm³ (±0,1).

Bild 1. Das PP-Compound Daplen EE001AI besitzt trotz seiner geringen Materialdichte von 0,95 g/cm³ eine gute Kratzfestigkeit und Oberflächengüte. Deshalb setzt Skoda im Innenraum seines Scala auf das Material, etwa bei der Türverkleidung (© Skoda)

Füllstoffanteil reduziert auf unter 10 %

Bei mineralisch verstärkten PP-Compounds arbeitet die Borealis AG, Wien, in den letzten Jahren intensiv an einer Reduktion des Verstärkungsstoffanteils. Durch gezielte Optimierung des Polymerdesigns konnte bei Beibehaltung der Mechanik und Verbesserung der Verarbeitbarkeit eine deutliche Dichtereduzierung der Compounds erzielt werden. Anstatt der früher verwendeten PP-Compounds mit einem Füllstoffanteil von 20 % und mehr sind jetzt Materialien mit einem Anteil von 10 % und weniger in Gebrauch. Aktuelle Türverkleidungsmaterialien weisen Dichten von um die 1 g/cm³ auf. Ein Beispiel dafür ist das sehr schlagzähe PP-Compound Daplen EE001AI. Es kommt auf eine Dichte von nur 0,95 g/cm³, besitzt dennoch eine sehr hohe Oberflächengüte und Kratzfestigkeit. Neben der Erfüllung ästhetischer Anforderungen müssen Innenraummaterialien auch emissionsarm und geruchsneutral sein und den OEM-Standards nach den Normen VDA 278 und VDA 270 entsprechen. Daplen EE001AI erreicht beides und ermöglicht im Vergleich zu üblichen PP-Compounds eine Reduktion des Bauteilgewichts um bis zu 6 %. Das Material kommt in diversen Modellen verschiedener Fahrzeughersteller zum Einsatz, unter anderem im Skoda Scala (**Bild 1**), und soll auch in künftigen E-Fahrzeugen eine wichtige Rolle spielen.

Im Außenbereich der Fahrzeuge liegt einer der Schwerpunkte auf der Integration von unterschiedlichen Sensoren und diverser Messtechnik, die für Fahrassistenzsysteme und in weiterer Folge das autonome Fahren erforderlich sind. Die Hersteller erwarten, dass sich das ohne Einschränkungen bei der Optik oder der Luftführung (cw-Wert) umsetzen lässt. Durch diese funktionalisierte Vollintegration sind Materialien mit bekannten Eigenschaften, aber höherer Fließfähigkeit und geringerem Längenausdehnungskoeffizienten notwendig. Erreicht wird diese Kombination z. B. durch das PP-Compound Daplen EH227AE, das gleichzeitig noch eine sehr gute Oberflächengüte für nicht lackierte Anwendungen bietet. »

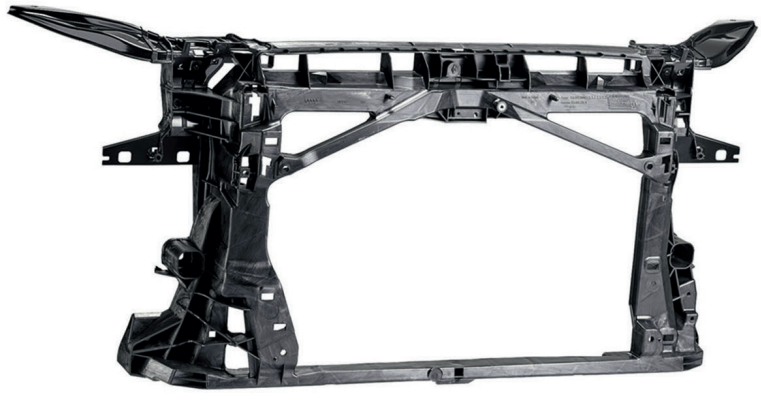

Bild 2. Glasfaserverstärktes PP eignet sich als PA-Ersatz und kommt gegenwärtig etwa bei Front-End-Modulen aktueller Fahrzeugmodelle zum Einsatz (© Borealis)

Die Autoren

Georg Grestenberger ist Application Marketing Manager bei der Borealis AG; georg.grestenberger@borealisgroup.com
Markus Kralicek arbeitet als Business Development Manager für Borealis.

Service

Digitalversion

- Ein PDF des Artikels finden Sie unter *www.kunststoffe.de/2020-03*

English Version

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

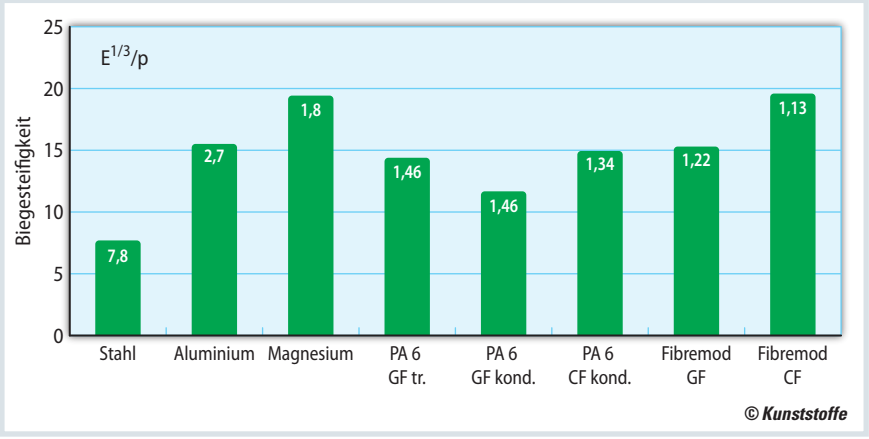

Bild 3. Vergleich der Biegesteifigkeit ($E^{1/3}/p$) von Leichtbaumaterialien (Zahl in den Balken gibt die Dichte in g/cm³ an): Der Füllstoffgehalt beträgt bei den Kunststoffen 40 % (Quelle: Borealis)

Neben den klassischen Einsatzgebieten von Polyolefinen wie Stoßfänger, Schweller und Spoiler werden auch ganze Heckklappenmodule aus PP hergestellt. Dafür kommen unterschiedliche Konzepte zum Einsatz, etwa dreischalige Lösung mit Verkleidungsteilen oder zweischalige Lösung mit sichtbarer Trägerstruktur. Der bis dato übliche metallische Träger wird durch eine Rahmenstruktur aus faserverstärktem PP ersetzt.

PA ersetzen durch GF-verstärktes PP

Wenn wie bei Heckklappen verbesserte mechanische Eigenschaften und Festigkeitswerte gefordert sind, um etwa Polyamid (PA) oder Metall zu ersetzen, dann bleiben Glasfasern weiterhin der Standard in der Verstärkung von PP. Solche Werkstoffe kommen auch für stark belastete Träger und für Bauteile unter der Motorhaube zum Einsatz. Ein Beispiel dafür ist das mit 40 Gew.-% kurzglasfaserverstärkte PP Fibremod GB477HP von Borealis. Es wird gegenwärtig unter anderem für Front-End-Module verwendet (**Bild 2**).

Ähnlich hohe Festigkeiten wie glasfaserverstärktes weist carbonfaserverstärktes PP auf (**Bild 3**). Es besitzt darüber hinaus eine extrem niedrige Dichte, gute Verarbeitbarkeit und sehr geringe thermische Längenausdehnung und Verzugsneigung. Fibremod CB201SY, ein PP-Compound mit 20 Gew.-% Carbonfaseranteil, erreicht ein Biegemodulniveau von knapp 10000 MPa bei einer Dichte von 1 g/cm³. Dieses Material setzt beispielsweise der chinesische Automobilhersteller NIO in den Mittelkonsolenträger seiner Elektrofahrzeuge NIO ES8 (**Bild 4**) und NIO ES 6 ein. Neben der komplexen Bauteilgeometrie, die mit glasfaserverstärktem PP nur schwer realisiert werden könnte, ergibt sich durch CB201SY eine Gewichtsersparnis von 20 % gegenüber einem zu 40 Gew.-% langglasfaserverstärkten PP mit ähnlicher Steifigkeit.

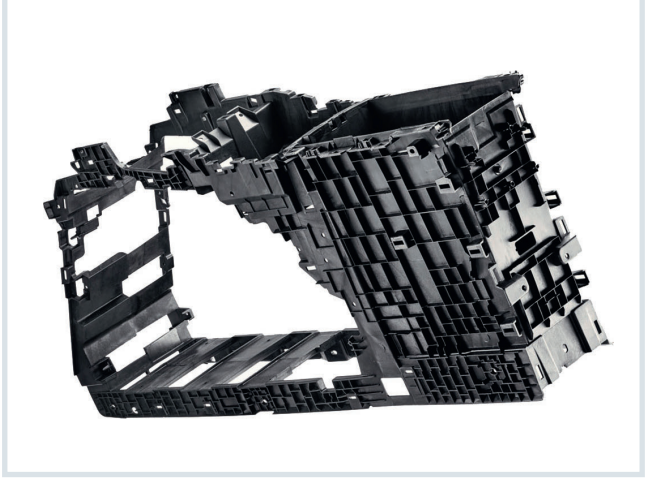

Bild 4. Die Mittelkonsole des Elektrofahrzeugs NIO ES8 besteht aus einem 20 Gew.-% carbonfaserverstärkten PP. Die komplexe Geometrie lässt sich mit Carbon- einfacher als mit Glasfasern umsetzen (© Borealis)

Eine reine Materialsubstitution ist in vielen Fällen aber nicht zielführend. Für die Umsetzung komplexer Strukturbauteile ist fundiertes Basiswissen in der Simulation erforderlich, das neben den Materialmodellen für die Berechnung und Vorhersage auch Materialkenntnisse im Hinblick auf die Verarbeitung beinhaltet. Die Entwicklung immer präziserer Simulations- und Modellierungstools ermöglicht eine materialgerechte Bauteilauslegung und eröffnet weiteres Einsparungspotenzial. Das erfordert seitens der Materialhersteller aber die Erstellung umfassender Materialmodelle. Um komplexe Lastfälle bis hin zu Crashsimulationen durchführen zu können, bedarf es ständiger Weiterentwicklungen im Bereich der Materialcharakterisierung (**Bild 5**). Das statische und dynamische Verhalten, aber auch das Ermüdungsverhalten des Materials, muss über einen breiten Temperaturbereich bestimmt werden. Auch Verarbeitungseinflüsse wie Orientierungen, Bindenähte etc. sind zu berücksichtigen.

PP-Schäume: 60 % weniger Gewicht

Neben dem Fahrzeuggewicht besteht auch bei der Klimatisierung von E-Fahrzeugen großes Potenzial für eine Steigerung der Energieeffizienz. Studien haben gezeigt, dass mehr als ein Drittel der Batterieladung für die Klimatisierung eines E-Autos verwendet wird. Verbesserungen im Temperaturmanagement von E-Fahrzeugen, etwa durch eine stärkere Isolation des Fahrzeuginnenraums, sind daher ein Schlüssel für mehr Reichweite.

Eine Möglichkeit dafür stellen PP-Schäume dar. Borealis hat dafür das langkettenverzweigte PP Daploy entwickelt. Es kombiniert hohe Schmelzesteifigkeit (High Melt Strength, HMS) und eine große Ausziehfähigkeit im geschmolzenen Zustand. Deshalb lassen sich daraus PP-Schäume mit niedriger Dichte herstellen. Neben der Gewichtsersparnis bieten diese Schäume die gewohnten Vorzüge von PP: eine hohe Temperaturbeständigkeit, ausgezeichnete chemische Beständigkeit und einfache Rezyklierbarkeit. Im Automobilsektor werden bereits Dachhimmel, Wasserdampfsperren in Türen und Luftführungskanäle und diverse andere Teile aus leichten PP-Schäumen hergestellt.

Eine Konzeptstudie für einen Luftführungskanal aus extrusionsblasgeformtem, geschäumtem PP zeigt, wie durch die

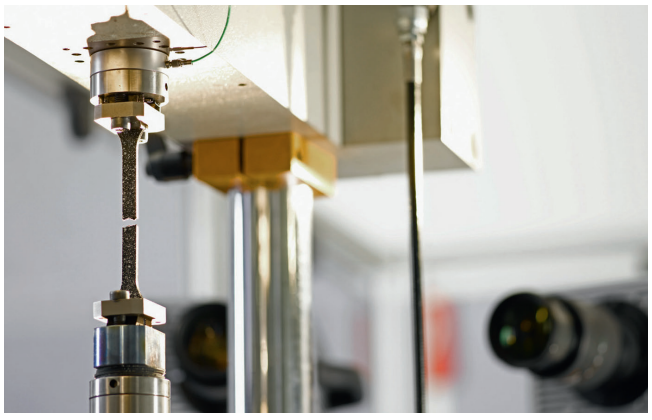

Bild 5. Um Bauteile sinnvoll simulieren zu können, ist eine umfassende Materialcharakterisierung durch die Hersteller notwendig. Dafür sind Werkstoffprüfungen wie Zugversuchtests notwendig (© Borealis)

Kombination von Verarbeitungsverfahren und den passenden Materialien Bauteilgewicht und Energieverbrauch gesenkt werden können (**Bild 6**). Die geschäumten Luftführungskanäle weisen im Vergleich zu Referenzmodellen ein um 20 bis 60 % geringeres Gewicht bei einer deutlich verbesserten akustischen und thermischen Isolationswirkung auf.

Gesamten CO_2-Fußabdruck des Fahrzeugs berücksichtigen

PP-Compounds bieten vielfältige Möglichkeiten, die Energieeffizienz von Fahrzeugen zu verbessern. Die Reduktion des CO_2-Ausstoßes ist aber nicht mehr ausreichend. Stattdessen muss die Energiebilanz von der Rohstoffgewinnung, Produktion, Nutzungsphase bis hin zur Wiederverwertung der Materialien am Ende des Fahrzeuglebens berücksichtigt werden. Der gesamte CO_2-Fußabdruck des Fahrzeugs rückt immer stärker in den Fokus.

Einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung des CO_2-Ausstoßes leisten recycelte Kunststoffe. Borealis hat deshalb Compounds aus Post-Consumer-Rezyklat (PCR) entwickelt. Die Materialien Borcycle ME2220SY, MD2550SY und MD3230SY enthalten z.B. zwischen 25 und 50 Gew.-% PCR-Anteil. PP-Compounds können helfen, eine effizientere Mobilität umzusetzen. Aufgrund geringer Dichte, einfacher Formgebung, niedrigen CO_2-Fußabdrucks und vergleichsweise einfacher Rezyklierbarkeit reduzieren PP und PP-Compounds als Ersatz für andere Materialien häufig die emittierte Menge an Treibhausgasen. ■

Bild 6. Geschäumte Bauteile reduzieren das Gewicht und somit auch den Energieverbrauch der Fahrzeuge. Deshalb ist das Schäumen gerade für Elektrofahrzeuge eine interessante Option (© Borealis/Trexel)

Visit us at:
interpack
Hall 8a, booth D65
EQUIPLAST
The International Plastics and Rubber Event
Hall P3, booth E80

Macchi S.p.A.
Via Papa Paolo VI, 5
21040 Venegono I. (VA) Italy

Tel. +39 0331 827 717
E-mail: macchi@macchi.it
www.macchi.it

Macchi