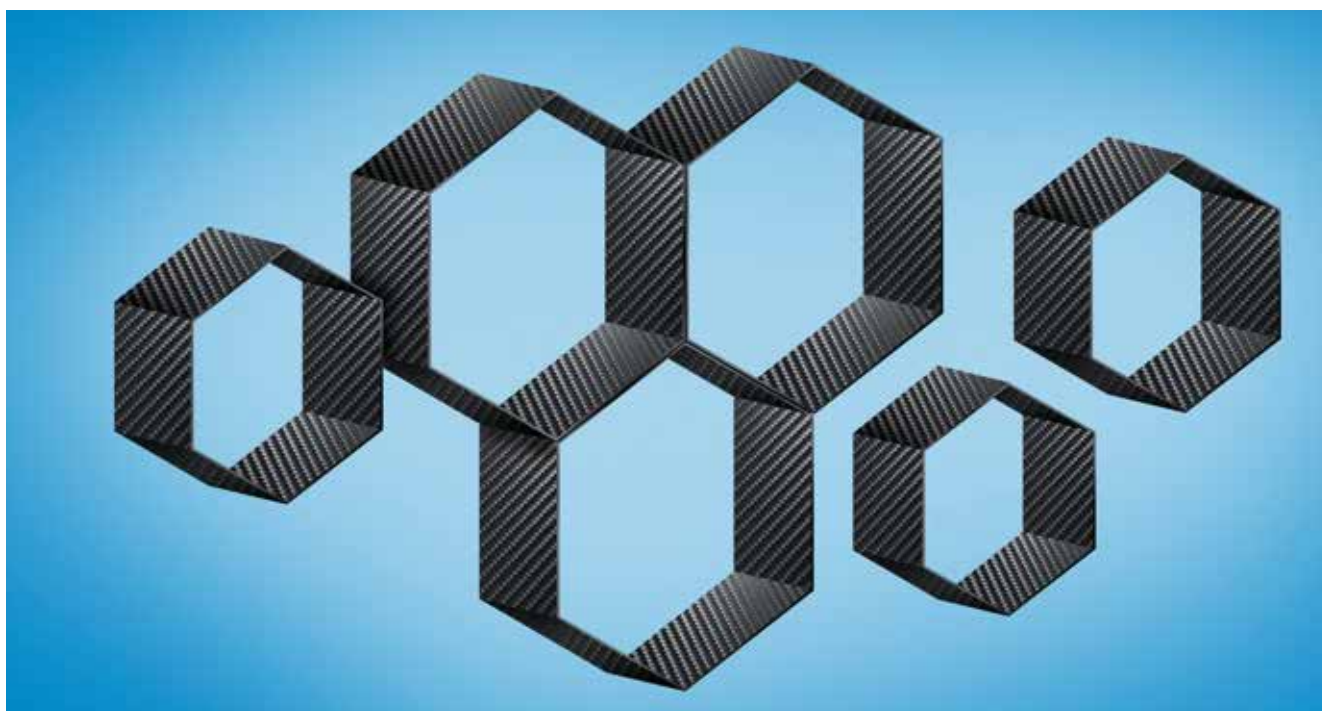


# Leicht und innovativ

## Konstruktionen aus kohlenstofffaserverstärkten Compounds

Reste trockener Kohlenstofffasergelege aus der Automobilproduktion müssen nicht in der Verbrennungsanlage landen. Sie lassen sich mit neuartigen Verfahren zu Kurzfasern aufarbeiten. Damit gefüllte Compounds ergeben leichte und hoch belastbare Bauteilkonstruktionen für das Automobil.



Trockene Kohlenstofffasergelege aus Produktionsabfällen lassen sich wiederverwerten (Bilder: Akro-Plastic)

**W**ie so oft war die Flugzeugindustrie auf dem Gebiet des Leichtbaus einer der Vorreiter. Bei diesem kostenintensiven Transportmittel macht sich Gewichtersparnis durch einen verminderten Treibstoffverbrauch sehr schnell bemerkbar. Vor einer ähnlichen Herausforderung steht aktuell auch die Automobilindustrie. Die wichtigsten Absatzmärkte Europa, USA und China streben mit ihrer CO<sub>2</sub>-Gesetzgebung ehrgeizige Klimaziele an. Europa will bis 2020 einen durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 95g CO<sub>2</sub>/km erreichen.

Die großen Automobilhersteller und deren Zulieferer investieren daher hohe Summen, um neue und bisher nicht reali-

sierte Ideen zum Thema Leichtbau in der Großserie zum Leben zu erwecken. So hat die BMW Group, München, vor einigen Jahren entschieden, einen revolutionären neuen Weg zu gehen und die gesamte Fahrgastzelle aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff zu konstruieren. Mit allen neuartigen Produktionsverfahren ist auch eine nicht unerhebliche Menge an Produktionsresten verbunden. Diese fallen hierbei als trockene Faserreste oder als nasse Abfälle an. Erste Versuche des Automobilisten konzentrierten sich darauf, aus den trockenen Resten Gelege herauszuschneiden, die für kleinere Anwendungen verwendbar waren. Die verbleibenden Restbeschnitte passten je-

doch nicht immer zu den Geometrien neuer Bauteile. Die manuelle Handhabung war zudem sehr kosten- und zeitintensiv sowie anfällig für individuelle Fehler. Eine universellere Anwendungsart musste gefunden werden.

### Faserreste schonend verwerten

Die Akro-Plastic GmbH, Niederzissen, hat einen Lösungsweg gefunden, um trockene Kohlenstofffasergelege (**Titelbild**), die noch nicht mit einer Polymermatrix in Kontakt gekommen sind, wiederzuverwerten und wertschöpfend in eine Polymerschmelze einzuarbeiten (**Bild 1**). Dazu werden die Gelege in einem mehrstufig-



**Bild 1.** Produktionsprozess von Bauteilen aus mit Kohlenstofffasern gefüllten Compounds

gen Prozess so zerkleinert, dass sie wie herkömmliche Schnittkohlefasern auf einem Extruder gravimetrisch dosiert werden können. Dabei stellte sich ein auf die Gelege aufgetragener Pulververbinder als eine große Herausforderung heraus. Dieser war ursprünglich dafür verwendet worden, um mehrere Lagen der Kohlenstofffasergelege übereinander zu fixieren, um sie so gegen ein Verrutschen während des Produktionsprozesses zu sichern.

Der Schlüssel zur optimalen Dosierung ist eine präzise Temperaturführung während der Aufbereitung. Der hierbei verwendete Doppelschneckenextruder (Hersteller: Feddem GmbH & Co. KG, Sinzig) wurde um eine neu entwickelte Seitenbeschickung ergänzt, die in der Lage ist, bis zu 40 % Kohlenstofffasern schonend in die Polymer-schmelze zu fördern. Beim gesamten Verarbeitungsprozess musste eine elektrische Kapselung der Maschine gewährleistet sein. Die hohe Leitfähigkeit der Kohlenstofffaser hätte sonst zur Zerstörung der Elektrokomponenten geführt.

**Compounds mit Gewichtsvorteil**

Die neue kohlenstoffaserverstärkte Typenreihe der Akro-Plastic mit der Bezeichnung ICF kombiniert hohe Festigkeit mit geringer Dichte bei einem absolut



**Bild 2.** Wanddickenverteilung eines Kupplungspedals aus dem mit Kohlenstofffasern gefüllten Compound Akromid B3 ICF 15 schwarz (5026)



**Bild 3.** Mittelkonsole aus dem mit Kohlenstofffasern gefüllten Compound Akromid A3 ICF 10 schwarz (5117)

konkurrenzfähigen Preis. Die Compounds können dabei mit bis zu 40 % Kohlenstofffaser ausgerüstet werden. Ziel der neuen Produktlinie ist es, eine signifikante Gewichtsreduktion vor allem bei tragenden Bauteilen zu erzielen. Die elektrische Abschirmung sowie die gute Wärmeleitfähigkeit qualifizieren die kohlenstoffaserverstärkten Compounds besonders für Anwendungen wie Aktivkohlefilter, Halterungen für Steuergeräte oder Mittelkonsolen.

Bei dem Vergleich in **Tabelle 1** zeigt sich, dass ein mit 15 % Kohlenstofffasern verstärktes Polyamid (PA) (Akromid B3 ICF 15 schwarz (5026)) im E-Modul gleich auf liegt mit einem 30 % glasfaserver-

stärkten PA6. Der etwa 20 % geringeren Biegefestigkeit steht ein Dichtevorteil von über 12 % gegenüber. Bei höheren Verstärkungsgraden zeigt sich ein deutlicher Vorteil von bis zu 42 % in der Steifigkeit bei einer nur 12 % geringeren Biegefestigkeit. Der Gewichtsvorteil beträgt dabei beachtliche 22 %.

**Leichter durch Schäumen**

Zusammen mit bestimmten Verarbeitungsverfahren lässt sich das Gewicht der Bauteile weiter reduzieren. Zwei der gängigsten und am Markt bereits etablierten Verfahren sind das Schäumen sowie die Wasser- oder Gasinjektionstechnik (WIT/GIT). Wenn die Polymer-schmelze mit Treibmitteln geschäumt wird, erhält man – je nachdem, welches Verfahren man angewendet hat – eine zusätzliche Gewichtsreduktion von 6 bis 13 %.

Bei dem in **Tabelle 2** dargestellten Versuch wurde in einem Zugstabwerkzeug das mit 20 % Kohlenstofffasern verstärkte (Polyamid+Polypropylen)-Blend mit 3,5 % chemischem Treib- ➤

Eigenschaften	Akromid B3 ICF15	Akromid B3 GF30	Akromid B3 ICF40	Akromid B3 GF60
Zug-E-Modul [MPa]	11 000	10 300	30 000	21 000
Biegefestigkeit [MPa]	210	270	320	370
Dichte [g/cm³]	1,19	1,36	1,31	1,7
Dichtevorteil ICF [%]	12,50		22,90	

**Tabelle 1.** Vergleich der Eigenschaften von mit Glasfasern und Kohlenstofffasern gefüllten Compounds

## Kontaktkorrosion

Kontaktkorrosion ist bei kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen ein nicht zu vernachlässigendes Thema. Entsprechend hergestellte Bauteile verhalten sich wie sehr edle Metalle und korrodieren im direkten Kontakt mit Schrauben oder Einlegeteilen aus Aluminium oder verzinktem Stahl in feuchter Atmosphäre. Versuche haben ergeben, dass die Typen von Akro-Plastic mit angepasster Stabilisierung (z. B. Akromid B3 ICF 15 (5026)) im Klimawechseltest keine Korrosion an verzinkten Schrauben zeigten. Dies liegt daran, dass die hier verwendete Stabilisierung des Polyamids elektrisch neutral ist. Bei höher verstärkten Polyamiden ist es nicht möglich, die Kontaktkorrosion zu unterbinden, wenn die Bauteile in feuchter Umgebung eingesetzt werden (z. B. Powertrain, Exterieur) und Einlegebauteile aus hochwertigem V4A Edelstahl verbaut werden müssen. Dieses Problem lässt sich umgehen, indem man eine Standardbuchse aus verzinktem Stahl mit hochglasfaserverstärktem Kunststoff überspritzt. Durch die so entstandene elektrisch neutrale isolierende Schicht kann das Bauteil in einer Anwendung zusammen mit kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff verwendet werden.

## Die Autoren

**Thilo Stier** ist als Bereichsleiter Vertrieb und Innovation bei der Akro-Plastic GmbH, Niederzissen, tätig.

**Thomas Raithe** ist als Key Account Manager bei der Akro-Plastic GmbH, Niederzissen, tätig.

## Service

### Digitalversion

➤ Ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/1080359](http://www.kunststoffe.de/1080359)

### English Version

➤ Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)



**Bild 4.** Schraube aus dem mit Kohlenstofffasern gefüllten Compound Akromid T1 ICF 30 schwarz (5148)

Eigenschaften	Akromid B3 ICF 20 1 L	Akromid B3 ICF 20 1 L	Akromid B3 GF 45 1 (3851)
Shot-Verfahren	Nullwert	Short Shot	
Nachdruck	mit Nachdruck	ohne Nachdruck	
Teilfüllung		Teilfüllung	
Treibmittel [%]	3,5 AF-Complex TM	3,5 AF-Complex TM	
Zug-E-Modul [MPa]	12 510 [100 %]	10 660 [85 %]	14 500 [115 %]
Biege-Modul [MPa]	12 100 [100 %]	12 240 [101 %]	12 800 [105 %]
Biegedehnung [%]	2,7	2,4	4,5
Gewichtsreduktion [%]		13	
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,10	0,96	1,5

**Tabelle 2.** Vergleich der Eigenschaften von Standard-Polyamid-Blend und geschäumtem Polyamid-Blend Akromid B3 ICF 20 1 L

mittel AF-Complex PE 990310 TM beladen. Die Dichte wurde dabei um über 13 % reduziert und lag unterhalb der Dichte von Wasser. Trotz dieser enormen Gewichtssenkung hat sich jedoch die Biegesteifigkeit nicht reduziert. Ein mit 40 % Glasfasern verstärktes Polyamid 6 besitzt annähernd die gleiche Biegesteifigkeit und ist über 50 % schwerer. Bauteile, die hauptsächlich auf Biegung belastet werden, eignen sich somit ideal zum Schäumen.

Gemeinsam mit der PME Fluidtec GmbH, Ettenheim, der Batz S. Coop., Igorre/Spainien, und der Moldetipo li Lda, Leiria/Portugal, hat Akro-Plastic ein Kupplungspedal aus Akromid B3 ICF 15 schwarz (5026) (**Bild 2**) gefertigt. Dieses Material ist ein mit 15 % Kohlenstofffasern verstärktes Polyamid 6, das für die Verwendung mit der Wasserinjektionstechnik (WIT) optimiert wurde. Dieses Pedal zeigt im Vergleich zum Serienmaterial PA6 GF30 eine um 100 N auf 1100 N erhöhte Bruchfestigkeit bei einer um 25 % höheren Steifigkeit. Das Gewicht des Pedals konnte dabei um 10 % gesenkt werden. Bei der diesjährigen Verleihung der SPE-Awards erhielt das komplette Bauteil, also Lagerblock mit Pedalen, den 1. Preis in der Kategorie Powertrain.

## Potenzielle Anwendungen

Derzeit wird eine Vielzahl potenzieller Anwendungen erprobt. Dabei wird auf Bauteile fokussiert, die eine hohe Steifigkeit benötigen und in schwarz verbaut werden. Besonders die Bauteile, die im Bereich oberhalb des Schwerpunkts des Fahrzeugs eingebaut werden, sind dabei von erhöhtem Interesse für die Fahrzeughersteller. Die hier realisierte Gewichtsreduktion wirkt sich unmittelbar positiv auf die Fahrdynamik aus.

Viel Einsparpotenzial bietet die Mittelkonsole (**Bild 3**). Gefertigt aus PA66 GF30 wies sie ein Gewicht von 1680g auf. Mit einem 10% ICF-verstärkten PA66 (Akromid A3 ICF 10 schwarz (5117)) konnte das Gewicht bei vergleichbarer Steifigkeit auf 1460g gesenkt werden.

Nicht nur bei den großen Bauteilen, auch bei Verbindungselementen wie Schrauben lässt sich einiges an Gewicht einsparen. Eine mit Akromid T1 ICF 30 schwarz hergestellte Schraube (**Bild 4**) bietet höchste Steifigkeit kombiniert mit exzellenter Chemikalienbeständigkeit und geringer Kriechneigung. So gefertigte Schrauben sind ca. 80 % leichter als herkömmliche Metallschrauben, bieten aber die gleiche Verbindungssicherheit an den verschraubten Kunststoffbauteilen. ■