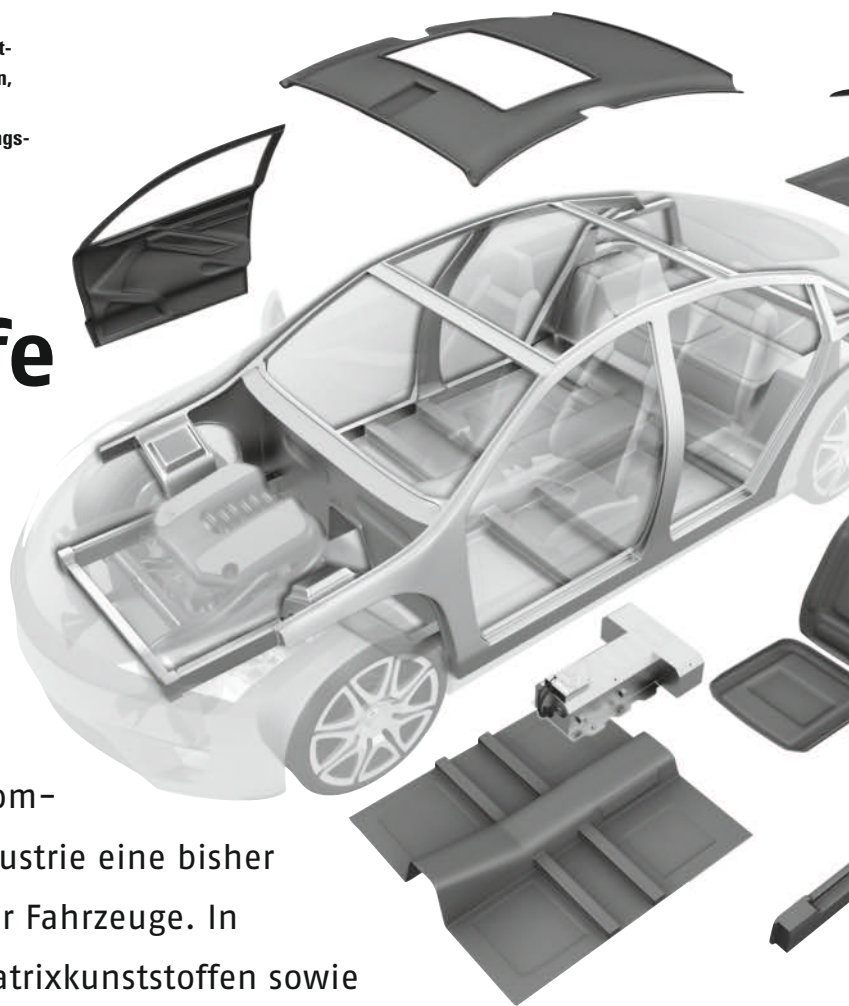


Die größte Herausforderung beim Leichtbau mit faserverstärkten Kunststoffen besteht heute darin, großflächige Karosseriebauteile wie Türen, Dachmodule oder Heckklappen und Strukturbauteile wie B-Säule, Schweller oder Unterboden mit der geforderten mechanischen Leistungsfähigkeit großserienfähig, d. h. schnell und kostengünstig herzustellen

(Bilder, außer Bild 4: BASF)

Werkstoffe für die Zukunft des Leichtbaus



Composites. Endlosfaser-verstärkte Composites ermöglichen der Automobilindustrie eine bisher nicht erreichte Gewichtsreduktion ihrer Fahrzeuge. In Kombination mit unterschiedlichen Matrixkunststoffen sowie verschiedenen Faserarten und Textilarchitekturen eröffnen sich große Gestaltungsfreiheiten für neue Bauteile. Gleichzeitig sind großserientaugliche und kosteneffiziente Prozesse die Voraussetzung für den Markterfolg.

CLAUS DALLNER U.A.

Leichtbau ist kein neues Konzept, sondern bereits seit Jahren eine wohl etablierte Strategie im Fahrzeugbau (Titelbild). Neuen Schwung hat das Thema einerseits durch die intensiven Bemühungen um alternative Antriebe, allen voran das Elektroauto, erhalten. Aber auch bei konventionellen Fahrzeugen, die Europas Straßen noch über Jahrzehnte beherrschen werden, ist Leichtbau von zentraler Bedeutung, denn auch hier zählt jedes Kilo: Die Europäische Union fordert für das Jahr 2020 von jedem europäischen Fahrzeughersteller eine durchschnittliche Flottenemission von 95 g CO₂/km, wobei der durchschnittliche Ist-Wert im November 2011 noch bei etwa 143 g CO₂/km lag. Das entspricht einer Reduk-

tion um ein Drittel innerhalb der nächsten knapp zehn Jahre. Eine Überschreitung dieser Werte wird zu hohen Geldstrafen für die Automobilindustrie führen. Neben optimierten klassischen und alternativen Antriebsarten sowie verbessertem Roll- und Luftwiderstand ist der Leichtbau einer der Hebel, um die gesteckten Ziele zu erreichen: 100 kg weniger Gewicht bedeuten 0,4 l geringeren Kraftstoffverbrauch pro 100 km Fahrstrecke oder rund 10 g weniger Kohlendioxidemission.

Nachdem mit kurzglasfaser-verstärkten Kunststoffen bereits große Leichtbaupotenziale erschlossen sind und sich auch die Vorteile langglasfaser-verstärkter Materialien im Markt etablieren, muss sich die Automobilindustrie nun den nächsten Herausforderungen zuwenden: den endlosfaser-verstärkten Composites für die Großserie. Mit dieser Material- und Bauteilgattung kann die ambitionierte Gewichts- und damit Verbrauchsreduktion der nächsten Fahrzeuggenerationen erreicht werden.

i Kontakt

BASF SE
Fachpressestelle
Performance Polymers
D-67056 Ludwigshafen
TEL+49 (0)621 60-43348
→ www.plasticsportal.eu

Kurz, lang und endlos verstärkt

Kurzglasfaser-Verstärkung: Seit Anfang der 1970er-Jahre, als das erste serienmäßige Polyamid (PA)-Saugrohr bei der Dr.-Ing. h.c. F. Porsche AG, Stuttgart, das Licht der Welt erblickte, haben kurzglasfaser-verstärkte Kunststoffe, wie PA und Polyurethan (PUR), aber auch Polyethylen

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU110992

(PE) und Polypropylen (PP), den automobilen Leichtbau in anspruchsvollen Anwendungen kontinuierlich vorangebracht. Sie werden ihn durch Multiplikation von innovativen Bauteilen in die Breite global auch weiter voranbringen. Zu den interessanten Beispielen der letzten Jahre gehört bei den technischen Thermoplasten die Substitution von Metall in Motorlagern, Pendelstützen und Getriebebrücken. Aber auch Stoßfängerabstützungen aus Polyamid sowie Frontends, B-Säuleneinleger, Öl- und Sitzwannen waren vor zehn Jahren in Kunststoff nicht machbar.

Zum Erfolg beigetragen hat nicht nur die stete Weiterentwicklung der Matrixkunststoffe, sondern auch die wachsende Fähigkeit, das Verhalten eines Kunststoffbauteils unter Belastung am Computer vorherzusagen, z. B. mit anspruchsvollen Instrumenten wie dem Simulationswerkzeug Ultrasim der BASF SE, Ludwigshafen. Und auch aktuell ist die Materialentwicklung nicht beendet: Polyamide wie die nun noch steiferen Ultramid-Endure-



Bild 1. Die Karosserie des Artega GT, Kleinseriensportwagen aus Delbrück, Westfalen, besteht überwiegend aus Polyurethan, das mit kurzen Mineral- und Kohlenstofffasern verstärkt ist

Varianten, die Dauergebrauchstemperaturen von bis zu 220°C für Bauteile nahe am turbo-aufgeladenen Motor bieten, oder noch individueller einstellbare crash-optimierte PA6-Typen wie Ultramid B3ZG10 CR zeigen, dass in den kurzglasfaser-verstärkten Materialien noch sehr viel Musik steckt. Dazu kommen alterna-

tive Rohstoffe, die neue Eigenschaftskombinationen wie hohe Chemikalien- und Hydrolysebeständigkeit bieten, beispielsweise in Ultramid Balance (PA610).

Bei den Polyurethanen hat sich die PUR-RRIM-Technologie weiterentwickelt, die 2009 einen ihrer spektakulärsten Erfolge mit der weltweit ersten komplet-





Bild 2. Das auf der IAA 2011 vorgestellte neue Konzeptfahrzeug smart forvision verfügt über die weltweit erste thermoplastische Kunststofffelge mit Potenzial für die Großserie. Das Bauteil aus langglasfaser-verstärktem Polyamid ist mit 6 kg Gewicht etwa 30 % leichter als eine serienmäßige Aluminiumfelge und reduziert das Gesamtgewicht des Fahrzeugs um 12 kg

ten PUR-Serienfahrzeugkarosserie feiern konnte (Bild 1). Die teilweise großflächigen Karosseriebauteile der Sportwagen-Kleinserie Artega GT aus dem westfälischen Delbrück entstehen im RRIM-Verfahren (Reinforced Reaction Injection Molding). Hierbei werden PUR-Ausgangskomponenten, die Kurzglasfasern enthalten, unter Hochdruck in einem Mischkopf vermischt. Anschließend wird das niedrigviskose Reaktionsgemisch im geschlossenen Verfahren innerhalb von 1 s in das Werkzeug injiziert und bereits nach 30 s als fertiges Bauteil entformt. Beim Artega GT kamen die Varianten Elastolit R8, R8HT, K4 und D der BASF Polyurethanes GmbH, Lemförde, zum Einsatz, individuell auf die Anforderungen von Türverkleidung, Kotflügel, Stoßfänger, Heckklappe oder Dachrahmen abgestimmt. Gerade bei Anbauteilen für Kleinserien, die niedrige Werkzeugkosten erfordern, können sich PUR-Systeme gegenüber metallischen oder thermoplastischen Werkstoffen durchsetzen. Denn hier schlagen die sehr guten Fließeigenschaften durch die Verarbeitung aus flüssigen Komponenten und der niedrige Formeninnendruck positiv zu Buche. Steifigkeit, Maßhaltigkeit, Zähigkeit und niedrige thermische Längenausdehnung zählen zu den Materialvorteilen. Beim Artega GT führte die PUR-Karosserie zu einem Gewichtsvorteil von rund 40 %.

Langglasfaser-Verstärkung: Gleichzeitig lässt sich jedoch für spezielle Anwendungen und Anforderungen auch ein Trend zu langglasfaser-verstärkten Kunststoffen erkennen. Die BASF bietet hier seit

2010 mit Ultramid Structure einen Werkstoff an, der bereits 2011 für das Rad des Konzeptfahrzeugs smart forvision ausgewählt wurde (Bild 2). Die Besonderheit dieses langglasfaser-verstärkten (LGF-)Polyamids besteht darin, dass sich während des Verarbeitens im Spritzgießen ein dreidimensionales Fasernetzwerk aus circa 3 bis 6 mm langen Fasern ausbildet, das eine Art Skelett des Bauteils erzeugt, hier gezeigt an einem selbst entwickelten Crash-Absorber (Bild 3, Mitte). Diese Skelettstruktur sorgt für die sehr guten mechanischen Eigenschaften: Kriechverhalten, Verzug und Energieaufnahme sind ähnlich wie bei Metall, ohne dass dabei die klassischen Vorzüge eines thermoplastischen Kunststoffs verloren gehen. Zur vollständigen Beschreibung des (Versagens-)Verhaltens von Bauteilen aus LGF-Polyamid hat die BASF ihr Simulationswerkzeug erneut erweitert: Das gezielte Versagen beim Aufprall auf den Crash-Absorber aus Ultramid Structure wird durch Ultrasim genau vorhergesagt (Bild 3, unten).

Langglasfaser-verstärkte Composite-Werkstoffe aus Polyurethan-Schaumstoffen bieten in Kombination mit thermoplastischen Folien Optionen für Dachmodule aber auch für Anbauteile von Nutzfahrzeugen, beispielsweise Kühlerblenden (Bild 4). Hier kommt Elastoflex E der BASF Polyurethanes zum Einsatz. Beim Dachmodul des smart fortwo wird eine thermogeformte Mehrschicht-Folie im Long-fiber injection (LFI)-Verfahren mit einem langglasfaser-verstärkten Polyurethan hinterschäumt. Auch hier kommt es neben dem individuell einstellbaren Steifigkeits- und Festigkeitsniveau

auf die geringe und isotrope thermische Ausdehnung des PUR-Systems an.

Endlosfaser-Composites: In all diesen kurz- oder langglasfaser-verstärkten Fahrzeugkomponenten aus Kunststoff beträgt die Gewichtsersparnis pro Bauteil gegenüber Metall zwischen 30 und 50 %. Damit lassen sich bereits hohe Steifigkeiten und Festigkeiten erzielen. Die Zukunft des Leichtbaus, insbesondere bei Karosserie und Chassis, liegt jedoch bei den endlosfaser-verstärkten Bauteilen. Diese Technologie (englisch: Continuous Fiber Reinforcement, CFR), geht bezüglich der Eigenschaften des fertigen Bauteils und der Prozesstechnik einen grundsätzlichen Schritt weiter. Sie wird daher zu einer weiteren Steigerung des Kunststoffanteils am Fahrzeug führen. Im Fall thermoplastischer Verarbeitungsverfahren verbinden sich Spritzgieß- oder Pressverfahren mit lokaler Endlosfaserverstärkung und ermöglichen dadurch deutlich erhöhte Festigkeiten, Steifigkeiten und verbesserte Energieaufnahme (Bild 5).

Auf der einen Seite steht das konventionelle Spritzgießen, das zur lokalen Verstärkung von Bauteilen leichte endlosfaser-verstärkte Kunststoff-Einleger



Bild 3. Langglasfaser-verstärkte Kunststoffe bilden während des Spritzgießens ein dreidimensionales Glasfasernetzwerk aus (Bildmitte), das dem Bauteil, z. B. einem Crash-Absorber für die Fahrzeugkarosserie, seine außergewöhnliche mechanische Leistungsfähigkeit verleiht. Auch das Verhalten solcher anspruchsvollen Bauteile lässt sich inzwischen am Computer berechnen und vorhersagen

**Bild 4. Langfaser-
verstärktes Poly-
urethan findet
bereits in Kühler-
blenden von MAN
Anwendung**

(Foto: MAN-Truck)



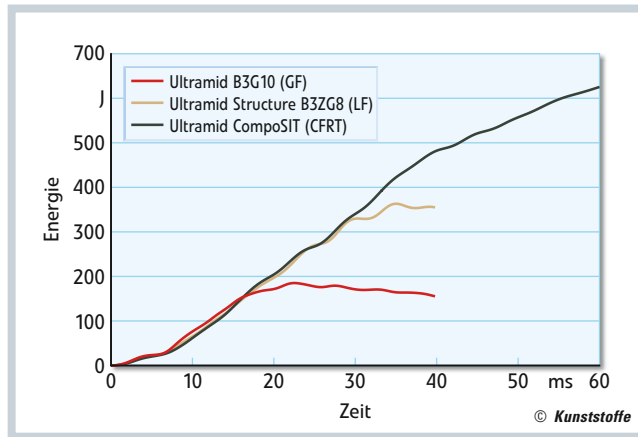
nutzt. Hier handelt es sich um mit Thermoplasten imprägnierte unidirektionale Gelege (UD-Tapes) oder um die als thermoplastische Lamine (Organobleche) bezeichneten gewebeverstärkten Halbzeuge. Während sich thermoplastische Lamine besonders für großflächige Hybridbauteile eignen, sind UD-Tapes für die lokale Verstär-

kung vorteilhaft. Mit ihrer Hilfe lassen sich die Bauteileigenschaften durch den nahezu frei wählbaren Lagenaufbau und die zugehörige Faserorientierung sehr effektiv optimieren. In beiden Fällen werden die Halbzeuge durch Thermoformen dreidimensional gestaltet, anschließend im Spritzgießprozess beispielsweise mit einem wiederum glasfa-

ser-verstärkten Polyamid überspritzt und so zu Hybridbauteilen mit hoher Steifigkeit und Festigkeit verarbeitet. Nahe am Serieneinsatz steht die von BASF zusammen mit Faurecia entwickelte Sitzlehne (**Bild 6**). Zugänglich sind aber prinzipiell auch andere Strukturbauteile wie die B-Säule oder der Schweller (s. Titelbild). Wie bei den reinen Spritzgussanwendungen ist auch bei der Endlosfaserverstärkung die Simulierbarkeit des Bauteilverhaltens inklusive Crash-Performance der erste Schritt des Entwicklungsprozesses. Auf Basis von Komponententests wurden CAE-Materialmodelle der umspritzten Endlosfaserstrukturen entwickelt.

Verfahrenstechnisch bietet das Umspritzen der bereits als Laminat vorliegenden Faserstrukturen alle Vorteile des Spritzgießens von Thermoplasten wie geringe Zykluszeit, hoher Automatisierungsgrad, Reproduzierbarkeit, Modularisierung, Integration von Funktionen sowie Rezyklierbarkeit. Die thermoplastischen Lamine spielen ihre Stärke als 2D-Komponenten aus: Sie werden bereits als Halbzeug eingesetzt, und sind während oder kurz vor dem Umspritzen thermisch umformbar. →

Bild 5. Energieaufnahme von Lehnstrukturen eines Fahrersitzes, jeweils hergestellt aus PA 6 mit Kurzglasfaserverstärkung (GF), Langglasfaserverstärkung (LF) und einem Hybrid aus Kurzglasfaserverstärkung mit UD-Tape-Einleger (CFRT): Während einer Falltestprüfung wurde die Energieabsorption der Lehnen über der Zeit ermittelt (alle Messungen bei 23°C)



Karosserie- und Strukturteile mit RTM

Durch die in der Automobilindustrie angestrebten Kunststoffanwendungen in der Karosserie und im Chassis, die den nächsten großen Sprung in Sachen Gewichtsreduktion ermöglichen sollen, werden neue Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Materialien, aber auch an ihre Prozessfähigkeit gestellt. Daher ist die BASF Mitte 2011 mit der Gründung des bereichs- und materialübergreifenden Lightweight Composite-Teams noch einen Schritt weiter gegangen. Sie unter-

Eine weitere neuartige Technologie entsteht zurzeit bei Bauteilen, die im Spritzgießprozess mit Steelcord (Stahlseil)-Verstärkung hergestellt werden (EASI-Technologie). Gemeinsam mit den Kooperationspartnern Bekaert, Kortrijk/Belgien, und voestalpine Plastics Solutions, Putte & Roosendaal/Niederlande, ist der Zugang zu strukturellen Anwendungen mit Bauteilen möglich. Durch Polyamid als Spritzgießmaterial sind sie KTL-fähig und können sowohl als Anbauteile als auch in der Rohkarosse (BIW: body in white) eingesetzt werden. Diese Bauteile verbinden die Leistungsfähigkeit für strukturelle Anforderungen wie Festigkeit und Steifigkeit mit der Duktilität hochfester Materialien, sodass auch im Crashfall eine extrem hohe Energieaufnahme und Strukturintegrität gewährleistet ist.

Für alle diese thermoplastischen Verstärkungstechnologien bietet sich die BASF als Entwicklungspartner für die Automobilindustrie an.



Bild 6. Der Prototypensitz SUSCO 1.5 von Faurecia, zusammen mit BASF entwickelt, nutzt in der Sitzlehne thermoplastische Endlosfasertapes (im Bild weiß), die in einem zweiten Schritt mit einem Spezialpolyamid (schwarzes Sitzlehrenteil) umspritzt werden. Der Ersatz der bestehenden Metallstruktur in der Sitzlehne durch die einteilige Kunststoffkomponente verringert das Gewicht der Lehne um etwa 20 %

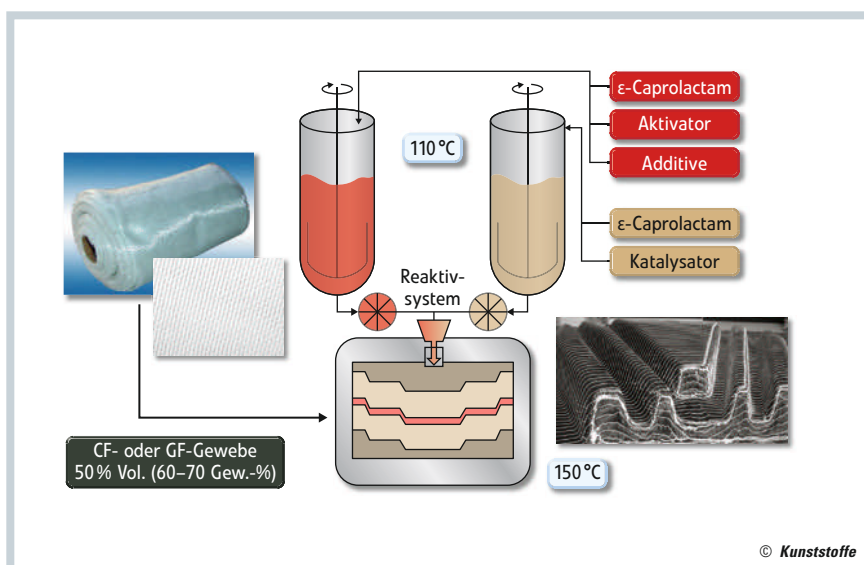
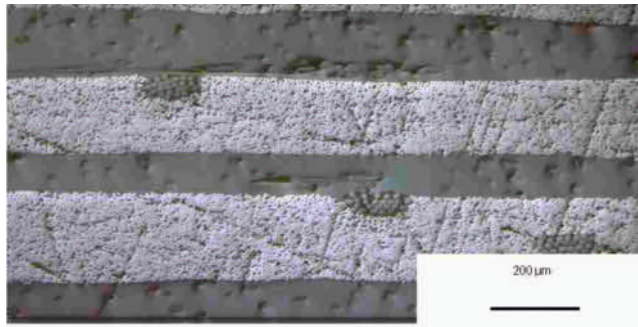


Bild 7. Ablauf des Resin-Transfer-Molding (RTM)-Verfahrens am Beispiel des Polyamids

sucht parallel das Potenzial der drei Kunststoffmatrix-Systeme Epoxidharz, Polyurethan und Polyamid bezüglich großserienfähiger Endlosfaserverstärkung für Harzinjektionsverfahren. So kann das Unternehmen sein umfangreiches Portfolio in allen drei Werkstoffklassen und das dazugehörige Verarbeitungs-Know-how in Zusammenarbeit mit verschiedenen Vertretern der Automobil-Wertschöpfungskette gezielt einsetzen und Synergien nutzen.

Faserverbundwerkstoffe per RTM: Eine der Verarbeitungstechnologien hinter den neuen Werkstoffen ist das „Resin Transfer Molding“ (RTM) genannte Verfahren, mit dessen Hilfe große und komplexe Verbundbauteile in einem Harzinjektions-Press-Form-Prozess entstehen. Dabei werden trockene

Bild 8. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme: Die Aufnahme zeigt den mehrschichtigen Aufbau eines unidirektionalen Kohlenstofffaser-Epoxidharz-Laminats. Zu erkennen sind die Schichtdickenhomogenität und die hohe Imprägnierqualität



mehrlagige Faser- oder Textilstrukturen nach dem Einlegen in ein temperiertes Werkzeug und Schließen der Kavität mit einem zunächst sehr niedrigviskosen Kunststoff imprägniert. Alle neuen Matrixsysteme zeigen aufgrund ihrer geringen Startviskosität sehr gute Imprägnier- und Benetzungseigenschaften, auch während schneller Formfüllungsprozesse. In Abhängigkeit von der gewählten Werkzeugtemperatur kommt es dann im Fall der duroplastischen Systeme zu schnellen Vernetzungsreaktionen, während das thermoplastische Polyamid in ebenfalls kurzer Zeit polymerisiert und kristallisiert (**Bild 7**). Neben der mechanischen Leistungsfähigkeit des fertigen Faserverbundbauteils sind das gute Fließvermögen der Matrixsysteme (auch bei langen Fließwegen), die Imprägniergüte und die kurze Aushärtezeit der Kunststoffkomponenten bei allen drei Materialgattungen von zentraler Bedeutung (**Bild 8**).

Unter den Markennamen Baxxodur und Elastolit R bietet die BASF bereits Lösungen auf Basis von Epoxidharz bzw. Polyurethan-Systemen an. Beide Duroplaste verfügen über neuartige Härtungsmechanismen, sodass sie innerhalb von wenigen Minuten vernetzen. Sie können auf gängigen Hoch- und Niederdruckanlagen verarbeitet werden. Die neuen Polyamid-Systeme, die sich zurzeit in der Entwicklung befinden, gehen vom sehr niedrigviskosen Caprolactam, einer Vorstufe des PA6, und weitentwickelten Aktivator- bzw. Katalysatorsystemen aus. Im Gegensatz zur klassischen PA-Verarbeitung reagieren sie erst in der Form aus. Diese thermoplastischen Verbundwerkstoffe lassen sich dann auch umformen, schweißen und recyceln. Der besondere Aufwand, den die BASF in die Entwicklung der drei Kunststoff-Matrixsysteme steckt, zielt auf weitere Verkürzung der Zykluszeiten und

verbesserte Verarbeitbarkeit. Er wird begleitet von der Erweiterung des Simulationswerkzeugs für die Vorhersage und Bauteilauslegung auch solcher komplexen Endlosfaserverbundstrukturen.

Endlosfasern für Strukturbauteile:

Endlosfasern sind heute schon im Flugzeugbau, in der Windenergiegewinnung, im Anlagenbau, im Prototypenbau und in automobilen Kleinserienanwendungen im Einsatz. Kohlenstofffasern, auch Carbonfasern genannt, bieten als Verstärkungsmaterial eine sehr hohe gewichtsspezifische Steifigkeit als auch Festigkeit und sind daher von besonderem Interesse. Demgegenüber bieten Glasfasern preislich und bezüglich Materialverfügbarkeit ein hohes Potenzial: Auch hier gibt es neue Systeme, die zeigen, dass die mechanische Leistungsfähigkeit dieses klassischen Verstärkungsmaterials noch lange nicht ausge-



reizt ist. Die Möglichkeit, die verschiedenen Matrixkunststoffe mit den verschiedenen Faserarten und Textilarchitekturen zu kombinieren, eröffnet insgesamt große Gestaltungsfreiheiten (**Bild 9**). Allerdings sind neben der Leistungsfähigkeit der Verstärkungsmaterialien auch großserientaugliche und kosteneffiziente Prozesse auf Basis der schnellen Matrixsysteme für den Markterfolg der endlosfaser-verstärkten Bauteile wichtig.

Im Gegensatz zu spritzgegossenen Bauteilen mit lokaler Endlosfaser-Verstärkung ist das Leistungsvermögen solcher RTM-Bauteile weiter verbessert, da sich die Endlos-Faserverstärkung über das gesamte Bauteil erstreckt. Auch lassen sich die zunächst trockenen Fasern bzw. Fasergelege zu maßgeschneiderten Preforms und zu großen 3D-Bauteilen verarbeiten. Dazu gehören hoch belastete Strukturbauteile des Fahrzeugs, aber auch Anbauteile wie Türen, Heckklappen und Dachmodule (s. Titelbild).

Eingesetzt wird die RTM-Technologie bisher bei Kleinstserien im Luxusklassensegment, z. B. bei Porsche-Spoilern oder im Dach des BMW M3 sowie in Rennwagen aber auch in Nutzfahrzeugen wie Lkw, Land- und Baumaschinen. Dort entstehen Dächer, Windbleche und Kabinenteile aus faserverstärkten 2K-Epoxidharzsystemen. Im Einsatz sind dabei Glas- und Kohlenstofffasern. Die Zykluszeit ist bei herkömmlichen Matrixsystemen, je nach Bauteilgröße, mit 10 bis 20 min jedoch noch sehr lang.

Dachmodul als Konzeptstudie: Ein erstes Demonstrator-Bauteil auf Basis der vielfältigen Werkstoffe der BASF für den RTM-Prozess ist die Konzeptstudie eines mehrteiligen Cabriolet-Dachmoduls in Sandwich-Bauweise mit carbonfaser-verstärkten Deckschichten und einem Polyurethan-Schaumstoffkern (**Bild 10**). Dieses Dachsegment bildet den vorderen Teil eines dreiteiligen RHT-Faltdach-Konzepts

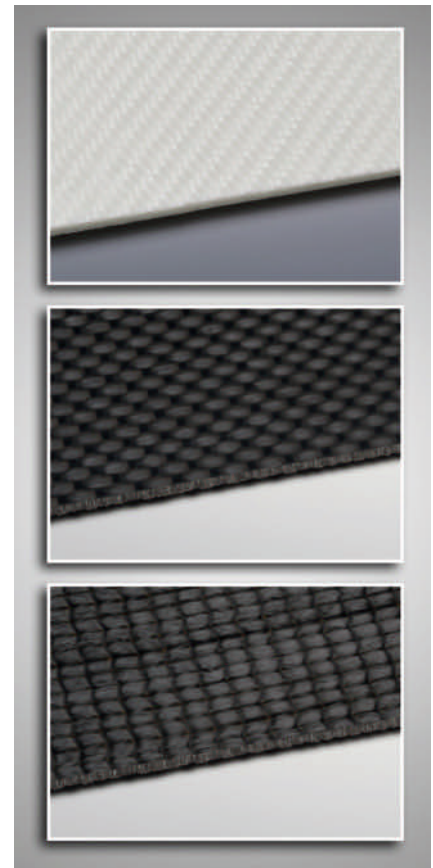
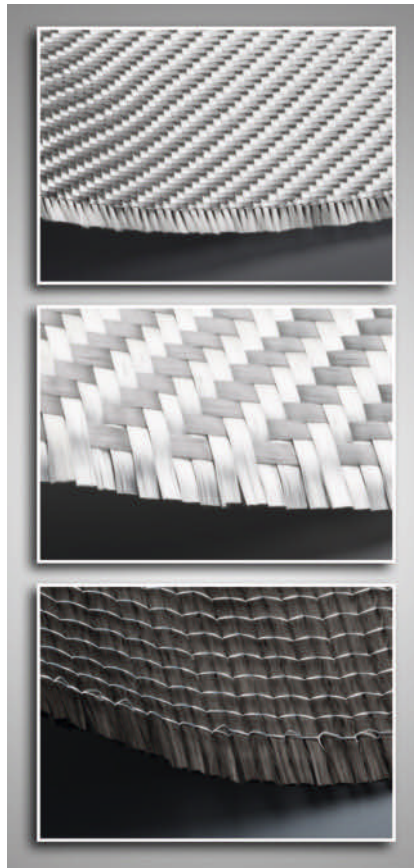


Bild 9. Unterschiedliche Glas- und Kohlenstofffaser-Textilstrukturen auf Basis von Geweben und Gelegen (links); unterschiedliche RTM-Faserverbundlamine auf Basis von Polyamid, Polyurethan und Epoxidharz (rechts)

(RHT: retractable hard top) der EDAG GmbH, Fulda, das zur Demonstration der Machbarkeit als generisches Faserverbund-Sandwich-Konzept mit aufeinander abgestimmten Systemkomponenten der BASF konzipiert, konstruiert und ausgelegt wurde.

Die zentrale Schicht der Sandwich-Struktur des Demonstrators ist ein geschlossenzelliger PUR-Strukturschaum der Marke Elastolit D. Er dient bei geringem Raumgewicht als Abstandshalter zwischen den Laminatdeckschichten und führt so zu einer äußerst hohen Bauteilsteifigkeit. Darüber hinaus ver-

leiht er dem Dachmodul gute Dämmeigenschaften. Nach außen vor UV-Strahlung und anderen Umwelteinflüssen geschützt ist das Bauteil durch einen Lack, der das BASF-Additiv Tinuvin CarboProtect enthält.

Übertragen auf ein großserientaugliches Verfahren wird ein vorgeformter und mit allen zusätzlichen Einlegern ausgestatteter Schaumstoffeinleger beidseitig mit den gewählten Textilstrukturen bestückt, in ein RTM-Werkzeug eingelegt und in einem Arbeitsgang vollständig imprägniert. Das speziell hierfür entwickelte PUR-Schaumstoffsystem der

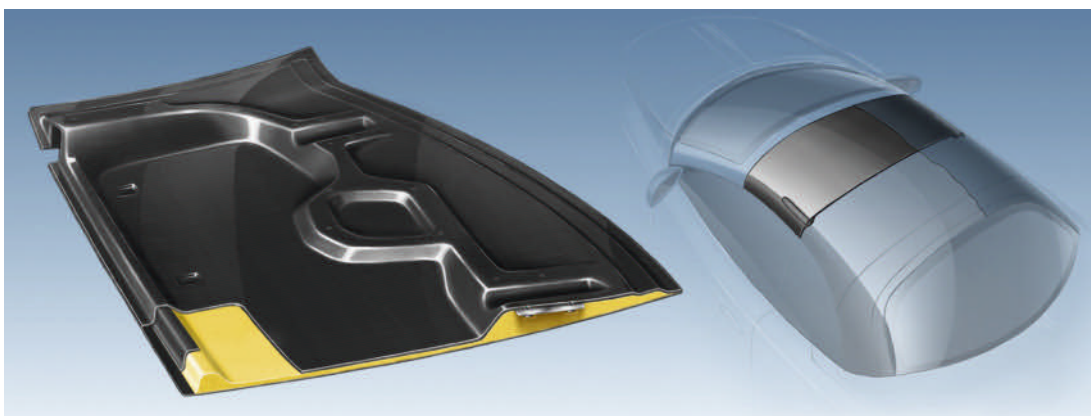


Bild 10. Demonstrator für den RTM-Prozess: Die Konzeptstudie eines Cabriolet-Dachmoduls ist in Sandwich-Bauweise mit kohlenstofffaser-verstärkten Deckschichten und einem Polyurethan-Schaumstoffkern ausgeführt

BASF zeichnet sich durch eine hohe Druckfestigkeit und Temperaturbeständigkeit bei niedriger Dichte aus. So lässt sich eine Komprimierung des Schaumkerns während der Injektionsphase vermeiden.

Das RHT-Dachsegment als Faserverbund-Sandwich-Konzept erzielt mit 2,6 kg Gesamtgewicht eine über 40 %-ige Gewichtsreduzierung im Vergleich zu einer Aluminium-Bauweise und mehr als 60 % gegenüber einer Stahlbauweise – bei vergleichbarer Belastbarkeit in allen für Fahrzeugdächer üblichen Auslegungslastfällen.

Fazit

Nur mit leichten aber anspruchsvollen Hochleistungsfaserverbund-Bauteilen und den dazu gehörigen Composite-Materialien lässt sich noch mehr Metall ersetzen, Gewicht einsparen und somit, unabhängig vom Antrieb des Fahrzeugs, Energieverbrauch und CO₂-Emission weiter vermindern. Unter Kosten-Nutzenaspekten werden zur Zeit verschiedene Matrixmaterialien, Faserarten, Verstärkungsformen, Fügetechnologien, Vorhersagemethoden und Verarbeitungsverfahren parallel beforscht, entwickelt und für den Serieneinsatz auf Herz und Nieren geprüft. Je nach Anforderungsprofil des Kunden wird die eine oder andere der Systemlösungen zur Anwendung kommen, sodass sich voraussichtlich mehrere Technologien nebeneinander im Markt etablieren werden. Rohstoffhersteller, Zulieferer und OEMs müssen sich diese Kompetenzen gemeinsam erarbeiten, um das ganze darin enthaltene Potenzial auszuschöpfen. Ohne solche Multimaterial-Systeme wird der nächste große Sprung im automobilen Leichtbau nicht möglich sein. ■

DIE AUTOREN

DR. CLAUS DALLNER leitet das bereichsübergreifende Lightweight Composites Team der BASF SE, Ludwigshafen.

JÖRG SCHNORR ist im Business Development Automobil der Geschäftseinheit Engineering Plastics Europe der BASF SE, Ludwigshafen, beschäftigt.

DR. ANDREAS WOLLNY ist im Marketing der Geschäftseinheit Engineering Plastics Europe der BASF SE, Ludwigshafen, tätig.

DR. ANDREAS RADTKE ist im Marketing der Geschäftseinheit Engineering Plastics Europe der BASF SE, Ludwigshafen, tätig.

DR. MICHAEL HENNINGSEN ist in der globalen Einheit Epoxy Systems des Unternehmensbereichs Intermediates der BASF SE, Ludwigshafen, beschäftigt.

DR. GUIDO VANDERMEULEN ist in der globalen Einheit Epoxy Systems des Unternehmensbereichs Intermediates der BASF SE, Ludwigshafen, tätig.

ANDREAS WOLF leitet innerhalb der European Business Unit Automotive das Segment Exterior/Composites bei der BASF Polyurethanes GmbH, Lemförde.

DR. JAN K.W. SANDLER ist Leiter der Werkstoff- und Systemforschung für Automobil-Faserverbundwerkstoffe in der Polymerforschung der BASF SE, Ludwigshafen.

SUMMARY

MATERIALS FOR THE FUTURE OF LIGHTWEIGHT CONSTRUCTION

COMPOSITES. Continuous fiber reinforced composites allow the automotive industry to achieve weight savings that were previously not possible. In combination with different matrix polymers as well as various types of fiber and fabric architecture they also offer a high level of design freedom for component parts. At the same time cost efficient processes that are suitable for mass production are the prerequisite for market success.

Read the complete article in our magazine

Kunststoffe international and on

www.kunststoffe-international.com