

# Polyamide (PA)

## Die Problemlöser für Leichtbau und zahlreiche hochspezialisierte Fälle

Polyamide haben in den vergangenen Jahren eine bemerkenswerte Entwicklung durchgemacht. So geraten sie einerseits durch andere Polymerwerkstoffe unter Druck, die immer tiefer in Domänen der technischen Kunststoffe eindringen. Andererseits erschließen sich neuen, hochspezialisierten PA-Typen Einsatzbereiche, die bislang Hochleistungswerkstoffen vorbehalten waren. Endlosfaser-Verbundwerkstoffe erleben derzeit eine dynamische Entwicklung, Polyamide aus nachwachsenden Rohstoffen nehmen stetig zu.

Die Rückenlehnen des Fahrer- und Beifahrersitzes im BMW i3 enthalten spritzgegossene Sitzstrukturen aus einem speziellen Polyamid. Die Sichtbauteile müssen aufgrund ihrer hohen Oberflächenqualität nicht mehr lackiert werden

(Bilder: BASF)



Polyamide gehören auch 2014 zu den wichtigsten technischen Kunststoffen. Das Feld der größten Compound-Anbieter hat sich in den vergangenen drei Jahren allerdings wenig verändert: Der Markt für PA6 wird von der BASF SE, Ludwigshafen, DSM Engineering Plastics B.V., Sittard/Niederlande, und der Lanxess AG, Köln, dominiert. Bei PA66 gehören DuPont, Wilmington, DE/USA, Solvay (ehemals Rhodia S.A.), Saint-Fons/Frankreich, und ebenfalls die BASF zu den führenden Anbietern. Bei den teilaromatischen Polyamiden (Polyphthalamid, PPA) sind DuPont de Nemours, Genf/Schweiz, Solvay sowie Ems-Chemie AG, Domat/Schweiz, als wichtigste Anbieter zu nennen. Langkettige Polyamide (z.B. PA12) werden hauptsächlich von Evonik Industries AG, Marl, Arkema SA, Colombes/Frankreich, und Ems-Chemie hergestellt.

### Global und lokal

Ein Trend, der sich seit einiger Zeit abzeichnet und aktuell kräftig Fahrt aufnimmt, ist die Errichtung lokaler Entwicklungszentren, die damit der Produktion folgen, deren Verlagerung bereits vor Jahren begann. Praktisch alle großen Polyamidhersteller verstärken ihre Aktivitäten außerhalb Europas, vor allem in den chinesischen Metropolen Hongkong und Wuxi (Lanxess) sowie Schanghai (BASF, DSM, DuPont und Solvay), um mit den Kunden vor Ort im weltweit dynamischsten Marktumfeld zeitnah innovative Materialien zu entwickeln.

Alle Polyamid-Compoundhersteller verfügen in den wichtigsten Industrieregionen und Wachstumsmärkten inzwischen über lokale Standorte mit signifikanten Produktionsvolumina.



**Bild 1. Metallersatz im Automobil: Das Dämpfungselement aus einem Polyamid mit 60% Glasfasergehalt (rechts) wiegt rund 50% weniger als die bisherige Ausführung in Zink (links)**

Die BASF beispielsweise hat kürzlich die Kapazität ihrer Compoundieranlage in Pudong bei Schanghai erweitert. Mit diesem Projekt und einer neuen Anlage in Yesan/Korea, die die bestehenden Kapazitäten der BASF für technische Kunststoffe in Korea ab 2015 mehr als verdoppeln soll, will die BASF ihre Compoundierkapazität in Asien von derzeit 130 000 t auf 225 000 t erhöhen. Wie die BASF setzt Lanxess neben Indien und China auch auf Südamerika. Kürzlich wurde am Standort Porto Feliz, Sao Paulo/Brasilien, eine Anlage mit einer Jahreskapazität von 20 000 t für u.a. PA6- und PA66-Compounds in Betrieb genommen.

Die Nachfrage nach weltweit einheitlichen Produkten kann als weiterer Trend bezeichnet werden. Motor hierfür ist der Wunsch der global agierenden OEMs nach Kostensenkungen. Durch identische Spezifikationen und Rezepturen lassen sich Freigabeprozesse verschlanken, wenn ein Werkstoff nur noch einmal zentral geprüft bzw. freigegeben und dann weltweit aus lokalen Quellen in gleichbleibend hoher Qualität geliefert wird. Dem steht entgegen, dass die Einrichtung einheitlicher Qualitätsstandards über alle Regionen hinweg mit erheblichem Aufwand verbunden ist: Hierbei müssen zum Beispiel lokal differierende Rohstoffquellen, andere Klimata oder die von Standort zu Standort teilweise abweichende Anlagentechnik berücksichtigt werden. Große Anbieter wie die BASF

bieten bereits Produkte, die diese Anforderungen erfüllen, und arbeiten intensiv an der Erweiterung ihres globalen Produktportfolios.

### *Metallersatz mit weniger Material*

Weiterhin wichtigster Treiber für den Polyamidabsatz ist der Ersatz von Metall: Durch die damit verbundene Reduktion von Gewicht, durch die Integration von Funktionen sowie eine leichtere Montage und den Verzicht auf aufwendige Nachbearbeitung können die Kosten signifikant gesenkt werden. Gerade in jüngerer Zeit haben viele Anbieter weiter verbesserte, hochspezialisierte Produkte vorgestellt, die den Leichtbau vereinfachen. Allerdings sind einfache Metallbauteile inzwischen substituiert und Fortschritte liegen hier meist im Detail. Beispiele für den »



**Bild 2.** Ein Beispiel für Polyamid, das sich aufgrund der guten Chemikalien- und Hydrolysebeständigkeit für Bauteile mit Kontakt zu Trinkwasser eignet, ist Ultramid D3EG10 FC Aqua. Die Aqua-Varianten eignen sich zum Beispiel für den Ersatz bleihaltiger Legierungen in Wasserzählergehäusen

Stand der Technik sind Ladeluftverteiler, Zylinderkopfhäuben, Wasserkästen und Ölwanne im Auto.

Der Trend geht zu noch höheren Festigkeiten und Steifigkeiten, um Wanddicken und damit die Menge des einzusetzenden Materials weiter reduzieren zu können. Realisieren lässt sich das durch die Steigerung des Fasergehalts auf Konzentrationen von 60% und mehr sowie den Wechsel von Glas- zu Carbonfasern. Lanxess hat mit Durethan DP BKV 60 EF einen hochglasfaserverstärkten Werkstoff für dünnwandige und zugleich hochsteife Bauteile im Rennen, während mit Durethan BCF 30 H2.0 EF auf Basis von Carbonfasern ein dazu vergleichbares Eigenschaftsprofil bei einer um 30% niedrigeren Dichte erzielt wird. Ähnliche Entwicklungen stellte die Epic Polymers Ltd., Kaiserslautern, jüngst mit Strator XC (PA66- und PPA-Compounds) vor, das dank einer neuen Carbonfaserverstärkung mit Magnesium-ähnlichen Steifigkeiten (45 GPa) und Zugfestigkeiten auf dem Niveau von Stahl (350 MPa) aufwartet. Auch Technyl Star AFX, ein PA66 mit bis zu 60% Glasfaserverstärkung von Solvay, bietet hohe Steifigkeiten.

Ein Polyamid, das entwickelt wurde, um mit Zink- und Aluminium-Druckguss zu konkurrieren, ist Ultramid D3EG12 HMG (High Modulus Grade) von BASF. Das teilaromatische, kriechbeständi-

ge Polyamid zeichnet sich durch einen E-Modul im trockenen und konditionierten Zustand von über 20 GPa aus. Es eignet sich trotz des hohen Glasfasergehalts von 60% auch für den Einsatz in Sichtbereichen etwa von Möbeln. Dichtflächen von Bauteilen aus diesem Produkt sind glatt genug, sodass keine weitere Bearbeitung nötig ist.

Ems-Grivory, der Bereich für Hochleistungspolyamide von Ems-Chemie, hat seine Langglasfaser-Polyamide weiterentwickelt: Mit Grivory GVL-6H HP ist dem Unternehmen nach eigenen Angaben erstmals ohne den Einsatz von Carbonfasern, sondern durch die hohe Konzentration spezieller Glasfasern, eine Bruchspannung von 300 MPa gelungen. Das wurde kombiniert mit einer optimierten Oberfläche, die auf den nicht runden Querschnitt der eingesetzten Faser zurückzuführen ist.

Ein Anwendungsbeispiel für die Stärken, die aktuelle PA-Typen im Detail entfalten können, ist ein Dämpfungselement für Automobilsitze, das die BASF gemeinsam mit dem japanischen Automobilzulieferer Somic Ishikawa Inc., Hamamatsu-Shi, entwickelt hat (**Bild 1**). Das Ultramid-Bauteil (60% GF-Gehalt) hat nicht nur herausragende mechanische Kennwerte wie einen hohen E-Modul. Es zeichnet sich aufgrund der geringen Wasseraufnahme durch eine hohe Dimensionsstabilität aus. Das Polyamid konkurriert in dieser Anwendung mit Zink, wiegt im Vergleich zur Metallausführung aber rund 50% weniger.

Metallersatz ist aber nicht nur in der Automobilbranche ein Thema. Das zeigt die Diskussion um Wasserzählergehäuse, die bislang meist aus Messing gefertigt werden. Messing enthält große Mengen Kupfer und – zur besseren Bearbeitung – wenige Prozent Blei. Nachdem seit Dezember 2013 die Blei-Grenzwerte für Trinkwasser in der EU drastisch gesenkt wurden, kommt Polyamiden mit Trinkwasserzulassung wie Ultramid D3EG10 Aqua der BASF wachsende Bedeutung zu: Dieses teilaromatische Polyamid zeichnet sich unter anderem durch eine reduzierte Wasseraufnahme, große Hydrolysebeständigkeit und eine hohe Steifigkeit aus (**Bild 2**).

### Verbundwerkstoffe und Service

Mit den Erfahrungen der vergangenen Jahre kann die Branche sich vermehrt dem Ersatz von Metallen in tragenden Strukturen zuwenden. Das sind oft sicherheitsrelevante, semi-strukturelle Bauteile mit hohen Anforderungen an die Auslegung. An die Seite kurz- oder langglasfaserverstärkter Bauteile treten nun Produkte, die mit Endlosfaserstrukturen optimiert werden. Zu solchen Materialien gehören unidirektional- oder gewebeverstärkte Endlosfasertapes bzw. Lamine. Sofern es gelingt, kurze Zykluszeiten auch in der Verarbeitung dieser Materialien zu erreichen, können Thermoplaste gegenüber duromeren Polymermatrices nicht nur bei Schweiß- und Umformbarkeit sowie Reparatur- und Recyclingfähigkeit punkten, sondern auch in wirtschaftlicher Hinsicht.

Die Markteinführung von unidirektional- bzw. gewebeverstärkten Endlosfaserbauteilen gewinnt erst langsam an Dynamik, da sich die Wertschöpfungskette vom Polymer bis zum Bauteil noch im Aufbau befindet. Es ist nicht mehr damit getan, Granulat zu liefern. Zwischen Rohstofflieferant und Bauteilhersteller sind neue Arbeitsschritte hinzugekommen, wie die Produktion von Halbzeugen bzw. Prepregs sowie das Zuschneiden und Umformen der Gelege vor dem Umspritzen. Die Materialan-



**Bild 3.** Mit Laminaten und Tapes lassen sich im Spritzgießen komplexe Bauteile fertigen, die an genau definierten Stellen über eine sehr hohe mechanische Verstärkung durch Endlosfasern verfügen. Im Bild ein multifunktionaler, 360 mm x 360 mm großer Testkörper, mit dem sich zahlreiche Merkmale und Probleme der Composite-Herstellung nachstellen lassen

bieter verfolgen dabei verschiedene Ansätze: Lanxess hat mit Bond-Laminates einen Hersteller von endlosfaserverstärkten Gewebehaltbezeugen (Tepex) übernommen.

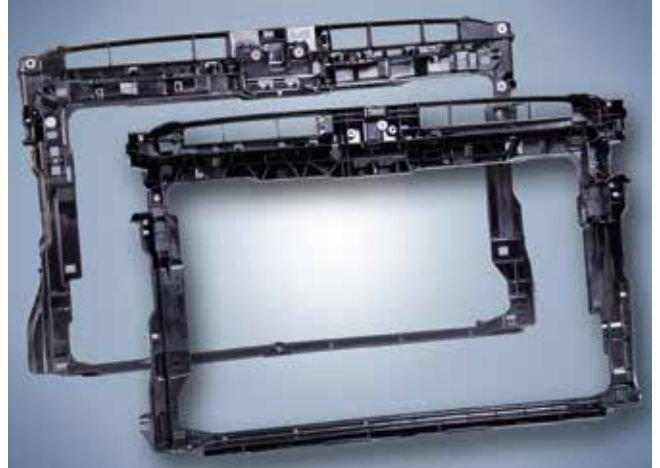
Die BASF hat sich das notwendige Know-how selbständig erarbeitet, ihr Technikum um entsprechende Kompetenzen erweitert und unter dem Markennamen Ultracom ein neues Produkt- und Serviceangebot auf der K2013 präsentiert. Es umfasst Halbzeuge, darauf individuell abgestimmte thermoplastische Umspritzmaterialien und darüber hinaus ein umfangreiches Serviceangebot der BASF-Anwendungsentwicklung, einschließlich Bauteilprüfung, Simulation mittels Ultrasim (**Bild 3**) und Verarbeitung in einer vollautomatischen Fertigungszelle.

Du Pont arbeitet an ähnlichen Technologien, die als Vizilon vermarktet werden.

### Interpolymerer Wettbewerb

In den vergangenen Jahren haben Ingenieure auch mit anderen Werkstoffen wie Polypropylen diverse Anwendungen erschlossen, die bisher Polyamiden vorbehalten waren. Es geht aber auch umgekehrt, wie etwa beim Frontend-Montageträger im neuen Golf 7, einem der weltweit ersten Frontend-Montageträger ohne Metallverstärkung (**Bild 4**). Das Bauteil, das das Gewicht des gesamten Frontendmoduls im Vergleich zum Vorgängermodell erheblich senkt, besteht aus dem hochverstärkten Ultramid B3WG8 der BASF. Es ersetzt ein Hybridbauteil aus Polypropylen, das nachträglich mit Stahlblechen stabilisiert werden musste. Schlüssel für den Erfolg war auch hier der Einsatz des Simulationswerkzeugs Ultrasim, mit dessen Hilfe aus den Hauptlastfällen eine optimierte Topologie abgeleitet wurde, die bis zum Serienbauteil nur noch geringe Veränderungen erfuhr.

Anspruchsvoller, aber (noch) attraktiver ist der Ersatz höherwertiger Kunststoffe. Die PA-Anbieter dringen mit immer leistungsfähigeren Polyamiden in Bereiche vor, die bislang von anderen polymeren Werkstoffen dominiert wurden. So hat z.B. Evonik eine Substitutionsmöglichkeit für Polysulfon (PSU) »



**Bild 4.** Der Frontend-Montageträger des neuen Golf 7 besteht vollständig aus Ultramid B3WG8. Eine Metallverstärkung ist, anders als im Vorgängerbauteil aus Polypropylen, nicht notwendig

gefunden, da Trogamid RS6121 als ein transparentes und dampfsterilisierbares Polyamid gegenüber PSU eine um 20 % niedrigere Dichte besitzt. Eine ähnliche Stoßrichtung verfolgt Ems mit Grilamid TR, das ähnliche Transparenzeigenschaften wie Polycarbonat aufweist, bei allerdings gleichzeitig deutlich verbesserter Spannungsrisssbeständigkeit. Ein weiterer Vorteil dieses Werkstoffs zeigt sich, wenn dieser mit Schwarzpigmenten versehen wird, denn dann bildet das Material die Grundlage für die Produktion von Hochglanzbauteilen.

### *Vielfältiger Flammenschutz*

Polyamid kommt bei anspruchsvollen Kunststoffbauteilen im Bereich Elektrotechnik und Elektronik zum Einsatz, wenn eine gute elektrische Isolierwirkung, hohe chemische und Temperaturbeständigkeiten sowie besondere mechanische Eigenschaften gefordert sind. Müssen diese Bauteile zudem anspruchsvolle Sicherheits- und Brandschutzvorgaben erfüllen, wie sie elektrotechnische Anlagen für Industrie- und Gebäudeinstallationen, Photovoltaik, Consumer-Elektronik und vor allem unbeaufsichtigte Haushaltsgeräte fordern, ist eine FlammSchutzausrüstung essenziell.

Im Vergleich zu anderen Werkstoffklassen haben sich bei Polyamiden viele verschiedene FlammSchutzmittel etabliert. Gängige Systeme basieren neben Halogen-/Antimonverbindungen auf rotem Phosphor, Organophosphor- oder stickstoffhaltigen Additiven sowie Metallhydroxiden. Eines der bedeutendsten FlammSchutzsysteme für Polyamid 66 stellt dabei der rote Phosphor dar. Aufgrund seiner hohen Wirksamkeit kann er schon bei vergleichsweise geringen Füllgraden ein sehr gutes Brandverhalten sowie hervorragende mechanische Eigenschaften bewirken (**Bild 5**). Die BASF baut ihr Portfolio in diesem Bereich weiter aus. So ist mittlerweile eine langglasfasergefüllte A3X-Type für hohe Zähigkeit selbst bei niedrigen Temperaturen und mit geringem Kriechen auch bei hohen Temperaturen verfügbar.

Für den Einsatz in hell eingefärbten Kunststoffprodukten eignet sich der rote Phosphor aufgrund seiner Eigenfarbe allerdings nicht, sodass hier die meisten Polyamidhersteller weitere Lösungen anbieten.

Werden eine freie Einfärbbarkeit sowie eine gute Eignung für moderne Lötverfahren mit bleifreiem Lot bei erhöhten Temperaturen gefordert, bieten teilaromatische Polyamide wie Ultramid T KR 4340 G6 der BASF auf Basis farbneutraler Organophosphorverbindungen eine Lösung. Das Material erreicht V-0 nach UL94 ab 0,4 mm Wanddicke sowie 5VA ab 1 mm. Zudem erfüllt es hohe Anforderungen an Glühdraht- und Kriechstromeigenschaften.

DSM hat sein hitzebeständiges Polyamid 4T ebenfalls mit einem geeigneten Flammschutzmittel ausgerüstet, um es für die Norm UL94-V0 fit zu machen (Stanyl ForTii), und erreicht diese Klassifizierung sogar bei 0,2 mm Wanddicke.

### **Nachwachsende Rohstoffe**

In der jüngeren Vergangenheit haben vor allem biobasierte Polyamide einiges Interesse in der Fachöffentlichkeit erregt. Mittlerweile haben zahlreiche Anbieter, darunter Arma, DuPont, Ems, Evonik, Radici Group, Gandino/Italien, und BASF unterschiedliche Polyamide im Portfolio, die auf Rizinusöl basieren, aus dem Sebacinsäure bzw. das entsprechende Diamin gewonnen wird.

Auch wenn die grundsätzliche Stoßrichtung des Trends, von fossilen Rohstoffquellen unabhängiger zu werden, in der heutigen Zeit gut nachvollziehbar ist, hinkt bei den biobasierten Polyamiden die praktische Bedeutung ihrer Aufmerksamkeit aktuell noch hinterher. Aufgrund noch immer vergleichsweise kleiner Produktionsvolumina sind biobasierte Polyamide meist teurer als ihre Pendants auf Basis von Erdöl. Oft ist nicht klar oder nur recht schwer zu ermitteln, ob Polyamide auf Basis nachwachsender Rohstoffe tatsächlich nachhaltiger sind – besonders, wenn Faktoren wie Landschaftsverbrauch, Dünger- und Wassereinsatz, Transportaufwand, Arbeitsbedingungen und möglicherweise die Konkurrenz mit Lebensmitteln berücksichtigt werden. Schwankende Rohstoffqualitäten von Naturprodukten können bei der Herstellung der Polymere zu Schwierigkeiten und in Abhängigkeit vom Ernteertrag auch zu starken Schwankungen bei den Rohstoffkosten führen. Zum Teil werden etablierte Werkstoffe ersetzt, die sich über Jahre in anspruchsvollen Anwendungen bewährt haben. Schließlich müssen Kunden von den neuen Produkten überzeugt wer-

den, wobei bestehende Normen und Pflichtenhefte für diese neue Werkstoffklasse eine enorme Eintrittsbarriere darstellen können.

Trotzdem kann es sinnvoll sein, die Rohstoffbasis für die Polyamidherstellung zu verbreitern und auf nachwachsende Rohstoffe zu setzen, da neben einer verbesserten Versorgungssicherheit auch neue Polyamide mit interessanten Eigenschaften realisiert werden können. So hat Evonik kürzlich eine Pilotanlage zur Herstellung der PA12-Vorstufe Aminolaurinsäure (ALS) aus Palmkernöl in Betrieb genommen. Mehrere Anbieter haben ein vollständig aus Rizinusöl gewonnenes PA1010 zu ihrem Portfolio hinzugefügt, das bezüglich seines Eigenschaftsprofils die Lücke zwischen PA12 und PA6 bzw. PA66 schließt. »



**Bild 5.** Schaltgeräte aus Ultramid A3X gewährleisten eine dauerhaft hohe Sicherheit der elektrischen Funktion

Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe ist überdies besonders dann gerechtfertigt, wenn es keinen anderen petrochemischen Zugang zum Monomer gibt oder auch spezifische technische Anforderungen wie eine reduzierte Wasseraufnahme oder eine verbesserte Spannungsrissbeständigkeit ihren Einsatz notwendig machen. Ein Beispiel für eine Anwendung, bei der vor allem das Eigenschaftsprofil ausschlaggebend für die Auswahl des Werkstoffs war, ist die Kraftstoffschnellkupplung (**Bild 6**) der A. Raymond SCS, Grenoble/Frankreich, aus Ultramid S3WG6 Balance der BASF, das aufgrund seiner guten Spannungsriss- und Kraftstoffbeständigkeit die für Automobilanwendungen typischen anspruchsvollen Prüfungen, gewöhnlich eine Domäne von PA12-basierten Bauteilen, ohne Probleme besteht.

### *Konzept für Nachhaltigkeit*

Die BASF ergänzt den mit Ultramid Balance und vielen anderen Produkten auf Basis nachwachsender Rohstoffe eingeschlagenen Weg durch einen komplett neuen Ansatz, dem Mass-



**Bild 6.** Biobasierte Polyamide helfen, die Rohstoffbasis zu erweitern, und ergänzen das bestehende PA-Portfolio. Ein Beispiel für eine erfolgreiche Anwendung sind Schnellkupplungen von A. Raymond

Balance-Verfahren. Gemeinsam mit dem TÜV Süd, München, hat die BASF dieses Konzept für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Produktionsverbund entwickelt, das für viele Produkte unmittelbar zur Verfügung steht und Kundenwünschen flexibel angepasst werden kann. Dabei wird die Biomasse bereits bei der Herstellung von Grundprodukten in vorhandenen Anlagen als Rohstoff eingesetzt. Dieser biobasierte Anteil wird dann mithilfe des neuen zertifizierten Verfahrens den vorgesehenen Verkaufsprodukten auf der Grundlage ihrer jeweiligen Rezeptur zugeordnet. Die Qualität der Produkte ist davon nicht berührt.

Die auf diese Weise massenbilanzierten Produkte sparen fossile Rohstoffe ein, verringern Treibhausgasemissionen und können damit zur nachhaltigen Entwicklung beitragen. Dabei können bis zu 100 % der fossilen Rohstoffe für ein Endprodukt ersetzt werden, das entsprechend vermarktet werden kann. Vorhandene Anlagen und Technologien entlang der Wertschöpfungskette können weiter eingesetzt werden, die Produktrezepturen und -spezifikationen der Kunden bleiben unverändert.



**Bild 7.** Eines der ersten Serienprodukte aus dem Sichtpolyamid-Portfolio der BASF ist der Bürodrehstuhl MOVYis3 des Möbelherstellers Interstuhl. Die Rückenlehne besteht aus Ultramid B3EG4 SI, das wertige Oberflächenanmutung, schlankes Bauteildesign und hohe Tragfähigkeit zusammenführt

### *Hochwertige Oberflächen*

In den vergangenen Jahren sind Bauteiloberflächen verstärkt in den Fokus der Entwickler und Produktdesigner geraten. So gibt es eine größere Nachfrage nach Kunststoffen, die nach der Entformung nicht mehr weiter behandelt werden müssen. Auch hier können neuere Polyamidvarianten zur Kostensenkung beitragen – etwa im Falle der Rückenlehne des Fahrer- und Beifahrersitzes des BMW i3 (**Titelbild**). Dieses ca. 2 kg schwere Hybridbauteil besteht aus einem UV-stabilen PA6-Compound der BASF (Ultramid B3ZG8 UV): Der Werkstoff bringt nicht nur die nötige Dehnung und Zähigkeit mit, sondern verfügt auch über eine ansprechende, kratzfeste Oberfläche, die nicht mehr lackiert werden muss.

Für erweiterte Gestaltungsspielräume bei Ästhetik, Stabilität und Oberflächenqualität hat die BASF ein Sichtpolyamid-Portfolio aus vier speziellen Ultramid-Typen entwickelt: Ultramid SI (Surface Improved). Dieses neuartige Polyamid vereint die für PA typischen technischen Eigenschaften mit einer besonders wertigen Oberflächenanmutung und erfüllt damit höchste Anforderungen in der Möbelherstellung. Die vier Typen sind mit unterschiedlichen Eigenschaften, z.B. Flammenschutz, ausgerüstet. Eines der ersten Serienprodukte aus der Ultramid SI-Reihe ist der Bürodrehstuhl MOVYis3, den die BASF zusammen mit dem Möbelhersteller Interstuhl entwickelt hat (**Bild 7**). »



Ems-Grivory hat ebenfalls eine Produktreihe für Sichtbauteile auf dem Markt: Das hochgefüllte Grivory GVX (bis zu 70 % GF-Anteil) wartet als Metallerersatz-Werkstoff nicht nur mit einer verringerten Verzugsneigung auf, sondern soll durch eine gesteigerte Fließfähigkeit auch gute Oberflächenqualitäten ohne Schlieren hervorbringen. Mit Leona 90G60 hat auch Asahi Kasei Plastics, Fowlerville, MI/USA, ein oberflächenoptimiertes Polyamid herausgebracht: Das ebenfalls glasfaserverstärkte, teilaromatische Polyamid (66/6I) zeichnet sich durch ein verzögertes Kristallisationsverhalten aus. Dadurch lassen sich trotz hoher Fasergehalte hochwertige Oberflächen erzielen, die Class A-Qualität erreichen. DSM hat kürzlich zwei UV-stabilisierte PA6-Typen (Akulon) für die Herstellung von Außenspiegel-Gehäusen und Automobil-Türgriffen vorgestellt, die nicht mehr lackiert werden müssen.

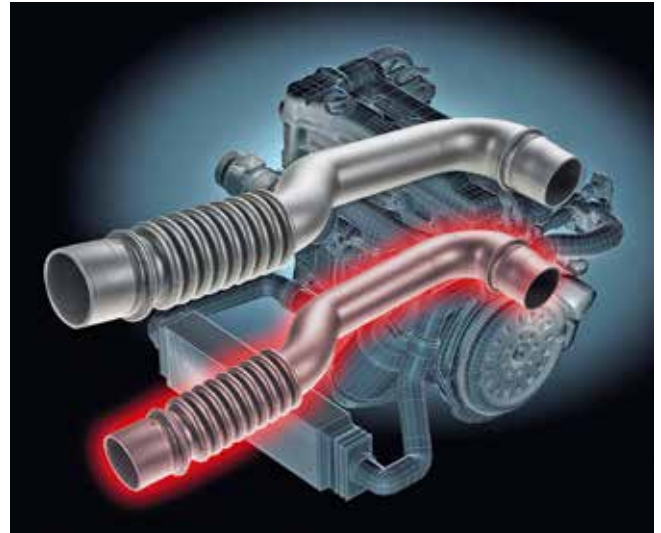
### Anwendungen bei hohen Temperaturen

Hier erobern sich Polyamide Einsatzbereiche, die bislang von hitzebeständigen Hochleistungskunststoffen dominiert wurden. Die Ladelufttemperaturen leistungsfähiger Motoren bewegen sich langsam aber sicher auf die 230 °C-Marke zu – vor zehn Jahren waren noch Temperaturen um 200 °C üblich. Es ist zu erwarten, dass die Euro 6-Norm weitere Temperatursteigerungen mit sich bringt. Spätestens damit stoßen aliphatische Polyamide an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit. Vor allem Werkstoffe auf Basis modifizierter Polyphthalamide haben daher die Aufgabe, sich gegenüber anderen Hochtemperatur-Kunststoffen wie PPS zu bewähren.

Solvay hat seine Polyphthalamid-Palette um zwei neue hochtemperaturbeständige Typen für den Einsatz unter der Motorhaube erweitert: Die beiden neuen PPA-Varianten schneiden bei Wärmealterungstests besser ab als PPS. Mit Grivory HT2VS-HH hat Ems-Grivory eine modifizierte PPA-Variante entwickelt, die bei 250 °C über 3000 h eine nahezu konstante Bruchspannung aufweist und sich beim Spannungs-Dehnungs-Verhalten auf Augenhöhe mit PPS befindet.

Doch auch mit aliphatischen Polyamiden lässt sich bei Dauergebrauchstemperaturen bis 220 °C einiges erreichen. Ein gutes Beispiel ist ein Hitzeschild, das in den Ladeluftverteilern der Vier-Zylinder-Motoren von Daimler zum Einsatz kommt. Das bisher verwendete Aluminiumblech wurde durch ein entsprechendes Bauteil aus Ultramid Endure D3G7 der BASF ersetzt. Der Werkstoff, der sich ähnlich wie PA66 verarbeiten lässt, ist aufgrund einer speziellen Stabilisierungstechnologie gegenüber vorzeitiger Wärmealterung durch Reaktion mit Luftsauerstoff stabilisiert und hält so Dauerbelastungen von 220 °C und Spitzenbelastungen bis 240 °C stand. Damit gilt er als eines der hitzebeständigsten, auf PA basierenden Spritzgussmaterialien.

Mit Ultramid Endure D5G3 BM hat die BASF mittlerweile auch eine Blasformtype mit entsprechender Tempe-



**Bild 8.** Eines der hitzebeständigsten, auf Polyamid basierenden Spritzgießmaterialien, das zurzeit im Markt verfügbar ist, gibt es jetzt auch als Blasformtype: Ultramid Endure D5G3 BM übersteht im Dauereinsatz Temperaturen von 220 °C

raturstabilität auf dem Markt (**Bild 8**). Damit können künftig auch Rohre in der Ladeluftstrecke zwischen Turbolader und Ladeluftkühler effizient hergestellt werden. Auch DSM hat mit Stanyl Diablo OCD 2305 BM ein Polyamid 46 vorgestellt, das für das Blasformverfahren geeignet sein und Dauergebrauchstemperaturen bis zu 230 °C standhalten soll. Durch seine geringere Dichte helfen Heißluftführungen aus diesem Material, gegenüber PPS weiteres Gewicht einzusparen.

### Fazit

Der Trend zu immer weiter verfeinerten und leistungsfähigeren Polyamid-Compounds wird sich in den kommenden Jahren fortsetzen. Auch der (automobile) Leichtbau wird durch Polyamide weitere Impulse erhalten, wobei vor allem langglasfaserverstärkte Bauteile und endlosfaserverstärkte Struk-

turen noch für Überraschungen gut sein werden. Leichtbau wird in Zukunft zur Domäne smarterer Materialkombinationen, wobei thermoplastische Werkstoffe wie Polyamide gegenüber Duroplasten zahlreiche Vorteile haben. Interessante Entwicklungen finden auch bei hitzebeständigen Polyamiden statt. Teilaromatische Polyamide dürften hier eine Zukunft haben.

Die kommenden Jahre werden zeigen, welche der aktuell in der Einführungsphase befindlichen PA-Typen das Rennen machen oder sich sogar zu neuen Standards entwickeln werden. Die Materialklasse der Polyamide wird auch weiterhin von immenser Bedeutung für die Kunststoffwelt bleiben. ■

## Die Autoren

**Dr. Matthias Scheibitz** ist Teamleiter Produktentwicklung Ultramid bei der BASF SE, Ludwigshafen.

**Dr. Jens Cremer** ist Produktentwickler Ultramid bei der BASF SE, Ludwigshafen.

## Service

### Digitalversion

- Ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/899275](http://www.kunststoffe.de/899275)

### 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)