

Metallersatz durch verbesserte Polyamide

Spezielle Polyamide 6 erreichen die Eigenschaften von Polyamid 66

Der Ersatz von Metall durch Polyamide (PA) kann nicht nur Gewicht und Kosten von Bauteilen senken, sondern bietet Entwicklern auch weitere Freiheiten im Design. Dafür sind allerdings Werkstoffe mit verbesserten mechanischen Eigenschaften notwendig. Eine neue Reihe von PA 6 mit höherer Steifigkeit und Festigkeit erfüllt diese Anforderungen. Sie bietet sich nicht nur für die Substitution von Metallen an, sondern kann auch PA 66 ersetzen.

Aufgrund ihrer sehr guten mechanischen Eigenschaften und ihrer Kosteneffizienz kommen die Polyamide (PA) 6 und 66 im Automobilbereich und auf anderen Feldern häufig zum Einsatz. Durch die Substitution von Metallen mittels PA 6 und 66 ergeben sich oftmals zusätzliche Freiheiten in der geometrischen Gestaltung von Bauteilen; Funktionsintegrationen sind realisierbar, Gewichtseinsparungen möglich und Kosten lassen sich reduzieren. Im Hinblick auf Downsizing und eine voranschreitende Elektrifizierung des Antriebsstrangs kommen weitere Vorteile der PA wie eine verbesserte NVH-Leistung (Noise, Vibration, Harshness) hinzu.

Für die weitere Substitution von Metallbauteilen und die technische Realisie-

rung zukünftiger Innovationen sind allerdings PA mit höheren Festigkeiten und Steifigkeiten notwendig. Solche Werkstoffe hat die BASF SE, Ludwigshafen, unter dem Markennamen Ultramid XP entwickelt. Sie beruhen auf PA 6 und sind für höherwertige strukturelle Bauteile vorgesehen. Die Werkstoffe weisen bei gleichem Glasfasergehalt ein nahezu identisches mechanisches Eigenschaftsprofil auf wie entsprechende glasfaserverstärkte PA 66.

Das mit 35 % Glasfasern verstärkte PA 6 (PA-6-GF35) B3WG7 XP besitzt beispielsweise im Vergleich mit einem Standard-PA-6-GF35 eine höhere Steifigkeit über den gesamten Temperaturbereich, unabhängig von trockenem oder konditioniertem Zustand. Vergleicht man es

mit einem Standard-PA-66-GF35, liegen beide Produkte in weiten Teilen des Temperaturbereichs auf einem ähnlichen Eigenschaftsniveau (**Bild 1**). Die verbesserten Eigenschaften des Werkstoffs zeigen sich ebenfalls bei der Zugfestigkeit über den gesamten Temperaturbereich. Sie ist deutlich höher als die des Standard-PA-6-GF35 und liegt etwa auf dem Niveau eines PA-66-GF35. Bei Zugfestigkeitsversuchen waren die Kurvenverläufe über den gesamten Temperaturbereich nahezu deckungsgleich (**Bild 2**).

Die Vorteile von PA 6 und PA 66 verbinden

Im direkten Vergleich verfügen glasfaserverstärkte PA 6 gegenüber entsprechen-

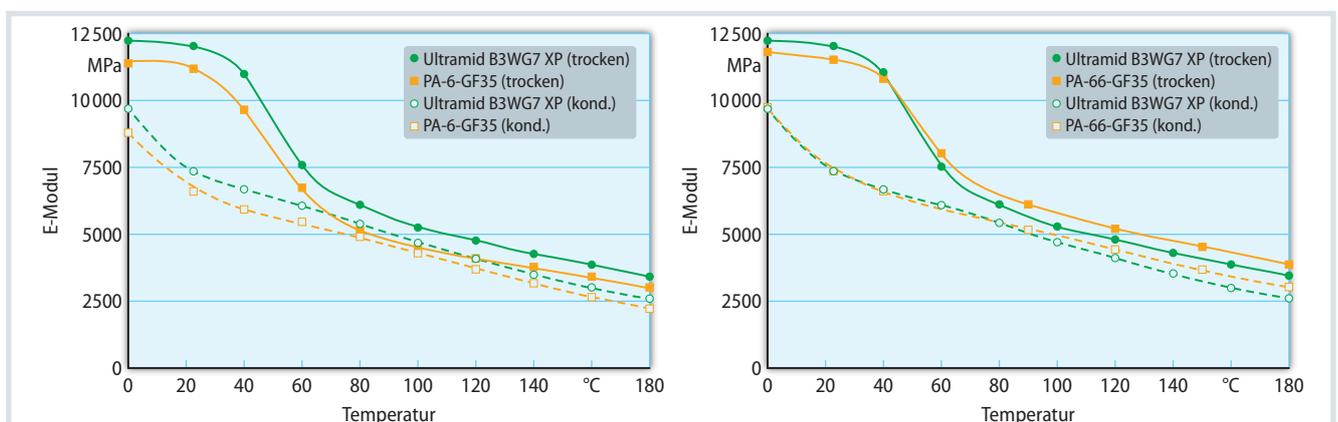


Bild 1. Verlauf des E-Moduls über der Temperatur des PA 6 Ultramid B3WG7 XP SW23346 im Vergleich mit einem PA-6-GF35 (links) und einem PA-66-GF35 (rechts) im trockenen und konditionierten Zustand: Der Werkstoff erreicht über den gesamten Temperaturbereich ähnliche Werte wie ein PA 66. Quelle: BASF; Grafik: © Hanser

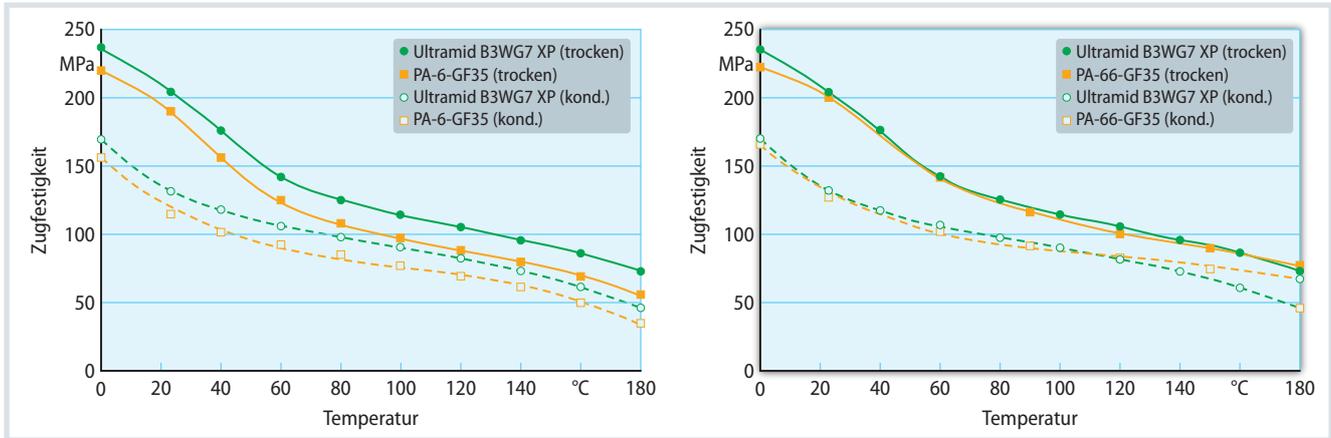


Bild 2. Zugfestigkeit über der Temperatur des PA 6 Ultramid B3WG7 XP SW23346 im Vergleich mit einem PA-6-GF35 (links) und einem PA-66-GF35 (rechts) im trocknen und konditionierten Zustand: Die Zugfestigkeit liegt deutlich über der des PA 6 und ist mit der des PA 66 vergleichbar

Quelle: BASF; Grafik: © Hanser

den PA-66-GF-Typen mit gleichem Glasfasergehalt zwar über geringere Festigkeits- und Steifigkeitswerte, sind aber die Werkstoffe der Wahl, sobald eine höhere Zähigkeit gefordert ist. Die Ultramid-XP-Typen verbinden diese Eigenschaften. Sie erreichen das mechanische Niveau von PA-66-GF-Produkten mit gleichem Glasfasergehalt und verfügen gegenüber diesen über eine höhere Schlagzähigkeit. Durch die erhöhte Schlagzähigkeit stellen sie für verschiedene Anwendungen eine Alternative zu schlagzähmodifizierten PA-Compounds dar.

Weitere sehr gute mechanische Eigenschaften der Ultramid-XP-Typen konnten in Bauteilprüfungen nachgewiesen werden. Zur Evaluierung der Bauteileigenschaften wurde ein 3-Punkt-Biegeversuch an einem dafür entwickelten verrippten Bauteil durchgeführt. Bei der Ausführung dieses Tests wird der Probekörper an den Außenkanten aufgelegt und mittig mit einem Stempel bis zum Bruch eingedrückt, wobei die Weglänge des Stempels und die jeweilige Kraft gemessen werden (**Bild 3**).

Dabei zeigte sich, dass die maximal aufzubringende Brucharbeit bei dem PA-6-

GF50 Ultramid B3WG10 XP SW23346 sowohl den Wert der entsprechenden Standard-PA-6- und -66-Compounds mit jeweils 50 Gew.-% Glasfaserverstärkung sowie ebenfalls den eines höhergefüllten PA-6-GF60 übersteigt (**Tabelle**). Letzteres Material wird teilweise als Alternative zu einem PA-66-GF50 in Betracht gezogen und von verschiedenen Herstellern, etwa BASF, angeboten. In Bezug auf die mechanischen Kenndaten ist es einem PA-66-GF50 nahezu ebenbürtig. Jedoch führt der hohe Glasfaseranteil zu Nachteilen beim Bauteilgewicht, der Bruchdehnung sowie der Binde- und Dauerschwingfestigkeit. Das lässt sich u.a. ebenfalls mit dem oben beschriebenen 3-Punkt-Biegeversuch nachweisen. Die maximale Durchbiegung des Bauteils als Maß für die Elastizität ist dabei deutlich reduziert.

Alternative zu PA-66-GF50

Diese Nachteile treten bei dem Ultramid B3WG10 XP nicht auf. Es stellt somit eine passende Alternative zu einem PA-66-GF50-Produkt dar. Im direkten Vergleich mit einem PA-6-GF60 lässt es sich auf-

grund des geringeren Glasfasergehalts deutlich besser im Spritzgießen verarbeiten und bietet bessere Bauteileigenschaften. Erfahrungsgemäß erhöht sich der Abrieb im Spritzgießwerkzeug noch einmal deutlich bei Verstärkungsgraden oberhalb von 50 Gew.-%, während gleichzeitig die Fließfähigkeit und die Bindehaftfestigkeit im Bauteil stark abfallen. Ultramid B3WG10 XP kann deshalb auch in der Gesamtkostenbetrachtung eines Bauteils Vorteile gegenüber PA-6-GF60 und PA-66-GF50 bieten.

Im weiteren Verlauf der Produktentwicklung wurde die XP-Technologie ebenfalls auf PA 66 erweitert, mit dem Ziel die verbesserten Produkteigenschaften zu übertragen. Das PA-66-GF50 Ultramid A3WG10 XP SW23346 stellt »

	PA-6-GF50	Ultramid B3WG10 XP	PA-66-GF50	PA-6-GF60
Durchbiegung [%]	5,4	5,8	5,2	4,7
maximale Kraft [kN]	9,5	9,8	9,2	9,8
Gesamtarbeit [J]	28,8	32,0	25,8	25,8
Bauteilgewicht [g]	138	139	138	152

Tabelle. Charakteristische Werte des 3-Punkt-Biegeversuchs am Bauteil Quelle: BASF

Die Autoren

Jens Cremer ist Produktentwickler im Bereich R&D Ultramid bei BASF; jens.cremer@basf.com

Andreas Stockheim ist Segment Marketing Manager Powertrain & Chassis bei BASF; andreas.stockheim@basf.com

Service

Digitalversion

» Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/2020-12

English Version

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

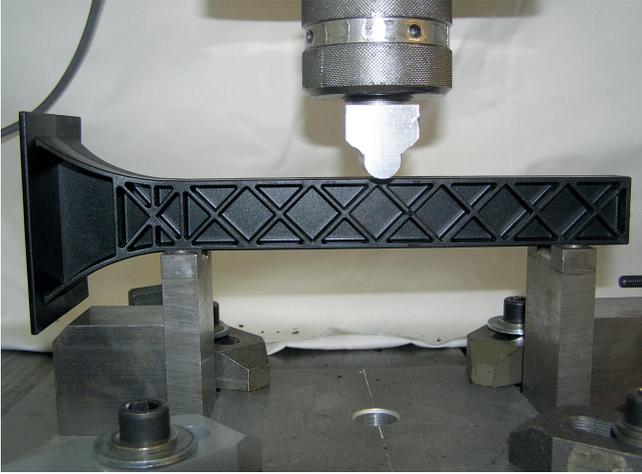


Bild 3. Ein 3-Punkt-Biegeversuch zeigte, dass die maximal notwendige Brucharbeit bei den Ultramid-XP-Typen die von vergleichbaren PA-6- und PA-66-Typen übersteigt © BASF

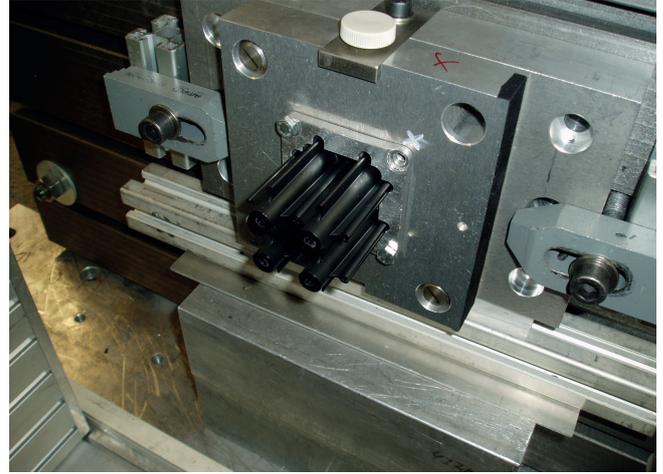


Bild 4. Für Crashtests wurden Crashdome auf Schlitzen montiert und mit 8,5 m/s gegen eine Metallwand gefahren. Die aus Ultramid XP gefertigten Dome erreichten dabei hohe Energieabsorptionwerte © BASF

eine Alternative zu bereits erhältlichen PA-66-GF50 und PA-66-GF60 dar. Gegenüber einem PA-66-GF50 bietet es eine in allen Bereichen erhöhte Mechanik und besitzt gegenüber einem PA-66-GF60 eine bessere Bindenaftfestigkeit, eine leichtere und schonendere Verarbeitung, sowie ein geringeres Bauteilgewicht und eine höhere Dauerschwingfestigkeit. Es stellt somit eine gute Möglichkeit für den Metallsatz dar, falls die Anforderungen an das Bauteil so hoch sind, dass sie mit einem üblichen glasfaserverstärkten PA 66 nicht erfüllt werden können.

20 % höhere Energieabsorption bei Crashes

Da die Ultramid-XP-Produkte über sehr hohe Schlagzähigkeitswerte verfügen, wurde außerdem das Verhalten dieser Materialien unter der hohen dynamischen Belastung eines Crashfalls untersucht. Dazu wurden für interne Versuche bei BASF eigens entwickelte Crashdome hergestellt und danach auf einen Schlitzen montiert. Für die Durchführung der Crashtests wurden diese anschließend mit einer Geschwindigkeit von 8,5 m/s gegen eine Metallwand gefahren (**Bild 4**).

Beim Aufprall wurde jeweils die absorbierte Energie in Relation zur Weglänge aufgezeichnet. Bei der Auswertung der Crashversuche zeigte sich, dass die sehr hohe Schlagzähigkeit der Materialien zu einer signifikant höheren Energieaufnahme im Crashfall führt. Im Vergleich mit entsprechenden Standardprodukten

wurde bei den PA-6- und PA-66-Typen eine um jeweils ungefähr 20 % höhere Energieabsorption gemessen (**Bild 5**). Dabei bestätigte sich, dass bei Temperaturen unterhalb des Glasübergangspunkts der Polymermatrix, eine PA-6-Type nochmals leicht höhere Energieabsorptionswerte als eine vergleichbare PA-66-Type aufweist.

Verbessertes Eigenschaftsprofil bei guter Alterungsbeständigkeit

Aufgrund ihrer Eigenschaften bieten sich die Ultramid-XP-Produkte besonders für Anwendungen an, bei denen Standard-PA-6 und -PA-66 an ihre Leistungsgrenze stoßen. Sie verfügen über ein durchweg verbessertes Eigenschaftsprofil hinsichtlich Festigkeit, Steifigkeit und Schlagzähigkeit. Gleichzeitig weisen sie weiterhin die sehr gute Alterungsbeständigkeit der Ultramid-Reihe auf und besitzen leicht verbesserte Kriech- und Ermüdungsei-

genschaften. Sie eignen sich deshalb sehr gut für den Metallsatz in verschiedenen Anwendungen.

Die möglichen Einsatzgebiete der Ultramid-XP-Reihe sind vielfältig. Da die auf PA 6 basierenden XP-Produkte das mechanische Eigenschaftsniveau verstärkter PA-66-Typen bei gleichem Glasfasergehalt erreichen, stellen sie eine gute Alternative zu diesen dar. Mit den hochverstärkten Ultramid-XP-Produkten lassen sich außerdem Metalls substitutionen angehen, die bisher aufgrund mangelnder mechanischer Eigenschaften mit dem am Markt verfügbarer Compounds nicht denkbar waren. Auch beim Design und der Entwicklung neuer Crash-relevanter Bauteile verfügt die Serie über zusätzliches Anwendungspotenzial aufgrund der signifikant höheren Energieaufnahme im dynamischen Lastfall. Bei der Auslegung entsprechender Bauteile bietet BASF bei Bedarf Unterstützung mit der Simulationssoftware Ultrasim an. ■

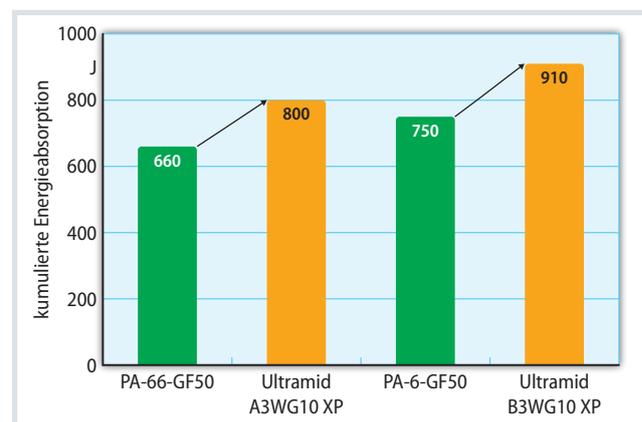


Bild 5. Bei den Crashversuchen zeigten die Ultramid-XP-Teile jeweils eine etwa 20 % höhere Energieaufnahme im Vergleich zu entsprechenden Standardprodukten Quelle: BASF; Grafik: © Hanser