

# Filigrane Bauteile wirtschaftlich herstellen



Lenkwinkelsensor  
aus fließverbessertem PBT

**Automobilelektronik.** Durch Zugabe eines speziell entwickelten Nanopartikel-Systems lässt sich das Fließverhalten von Polybutylenterephthalat (PBT) signifikant verbessern. Das Produkt reduziert in der Spritzgießverarbeitung Einspritzdrücke und Zykluszeiten erheblich und erreicht so deutliche Kostenvorteile. Diese kommen besonders bei der Herstellung von Bauteilen für die Automobilelektronik zum Tragen.

**ANDREAS EIPPER  
MARK VÖLKEL**

**P**olybutylenterephthalat (PBT) ist bereits in seiner konventionellen Form ein breit einsetzbarer technischer Thermoplast: Der Werkstoff ist teilkristallin, hat eine hohe Formbeständigkeit in der Wärme, geringe Wasseraufnahme, hohe Dimensionsstabilität sowie eine gute Widerstandsfähigkeit gegen zahlreiche Chemikalien. Entscheidender Faktor bei seiner Verarbeitung ist – wie bei den meisten Thermoplasten – seine Schmelzeviskosität. Eine Optimierung dieser Eigenschaft sollte also Zykluszeiten verkürzen, Verarbeitungsaufwand verringern und damit für Hersteller wie für Verarbeiter zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit beitragen.

Mit Hilfe eines speziell entwickelten Nanopartikel-Systems gelang es der BASF, die Schmelzeviskosität des PBT signifikant abzusenken (Bild 1). Je nach Glasfasergehalt fließt das neue PBT-Compound Ultradur High Speed mindestens doppelt so weit wie vergleichbare Standard Ultradur-Typen. Die mechanischen Eigenschaften Steifigkeit und Festigkeit, das Schwindungsverhalten und die Wärmeformbeständigkeit werden durch die Modifizierung nicht beeinflusst, so dass das neu entwickelte Produkt in der Lage ist, die stetig steigenden Anforderungen im Bereich technischer Thermoplaste zu erfüllen. Das breitere Verarbeitungsfenster ermöglicht Verarbeitern und Konstrukteuren hohe Designfreiheit bei der Arbeit mit PBT.

## Nanotechnologie als Schlüssel

Der Forschungszweig Nanotechnologie beschäftigt sich mit Strukturen und Anwendungen in der Größenordnung von Milliardstel Metern (Nanometern), was dem Durchmesser von bis zu zehn Atomen entspricht. Bei Anwendungen in Polymeren spricht man auch von Nanocomposites: Im Polymer dispergierte, kleinste Teilchen, die die Eigenschaften eines Werkstoffs stark beeinflussen können. Der Schlüssel für die Innovation beim fließverbesserten PBT liegt in der Zugabe eines Additivs in Form von feinverteilten Nanopartikeln. Dabei war es nicht nur entscheidend, die optimale Partikelgröße zu ermitteln, sondern die Nanoteilchen im Polymer auch gleichmäßig zu verteilen. Die Teilchengröße der Additiv- ▶

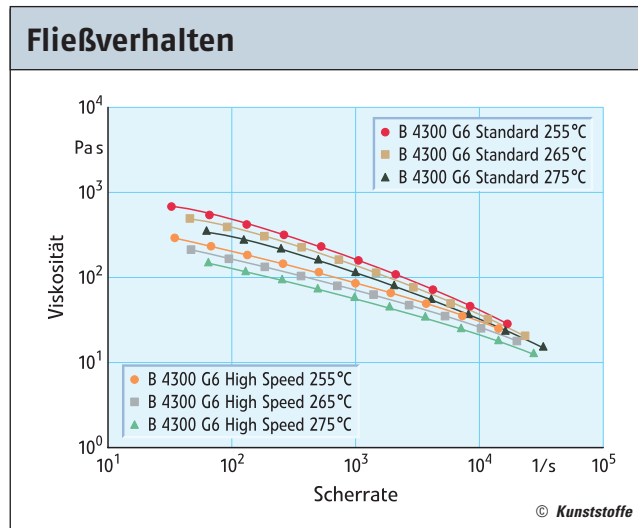
KU103753

partikel beträgt im Fall des neuen Ultradur 50 bis 300 nm. Dieses Additiv sowie die spezielle Art seiner Zumischung verändern die Rheologie des Basispolymeren grundlegend: Bei gleich bleibender Strukturviskosität nimmt die Schmelzeviskosität stark ab: Bei einem PBT mit 30 % Glasfasern um etwa 50 % (Schmelzetemperatur: ca. 260°C).

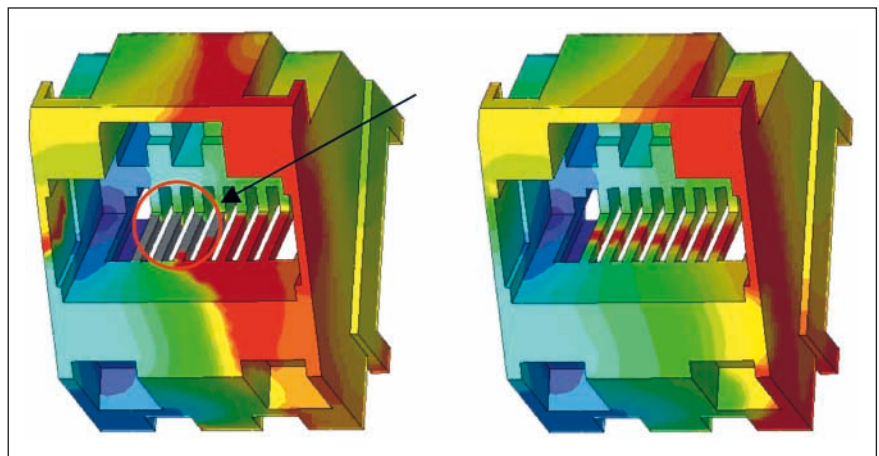
### Vorteile für Verarbeiter und Konstrukteure

Für den Verarbeiter bringt das verbesserte Fließverhalten eine Reihe von Vorteilen: So reichen aufgrund der niedrigeren Schmelzeviskosität geringere Einspritz- und Nachdrücke aus. Beim Spritzgießprozess lässt sich durch Absenkung der Masstemperatur die Kühlzeit reduzieren und damit die Gesamtzykluszeit erniedrigen.

Neue Perspektiven ergeben sich auch bei dünnwandigen Bauteilen: Das niederviskosere Ultradur High Speed kann in noch feinere Formen fließen und so für die Herstellung ganz neuer Bauteile verwendet werden. Aus diesem Grund lassen sich aus PBT nun filigrane Komponenten fertigen, die bisher nur mit teuren Hochleistungskunststoffen zugänglich waren. Bild 2 zeigt eine Füllstudie, in der erkennbar ist, dass die sehr dünnen Stege des kleinen, 1,5 g leichten Steckers mit Standard-PBT nicht gefüllt werden (linke Seite), mit dem leichter fließenden Ultradur High Speed jedoch sehr gut (rechts). In diesem Fall überzeugte den Kunden die besonders gute Fließfähigkeit, mit deren Hilfe er die Fertigungsprobleme an seinem komplexen Werkzeug mit acht Kavitäten lösen konnte: Die Menge an Ausschuss nahm ab und die Zy-



**Bild 1.** Bei gleicher Scherung hat das fließverbesserte PBT Ultradur High Speed eine deutlich niedrigere Viskosität als konventionelles PBT



**Bild 2.** Während Standard-PBT (links) das Bauteil nicht komplett ausfüllt, konnten mit fließverbessertem PBT die filigranen Stege vollständig gefüllt werden (rechts)

kluszeit konnte um 20 bis 25 % reduziert werden.

Auch dünnwandige Artikel mit einem größeren Anteil an Verstärkungstoffen, wie Glasfasern oder mineralischen Füllstoffen, sind beim leicht fließenden neu-

en PBT möglich. Gleichzeitig lassen sich bessere mechanische Eigenschaften bei verringerter Wanddicke erzielen. Die gesamte Maschinenkonfiguration kann schlanker werden: Kleinere Spritzgießeinheiten sowie Werkzeuge mit weniger Anspritzpunkten – also weniger teure Heißkanaldüsen – sind möglich und die Anzahl an kritischen Bindenähten nimmt ab.

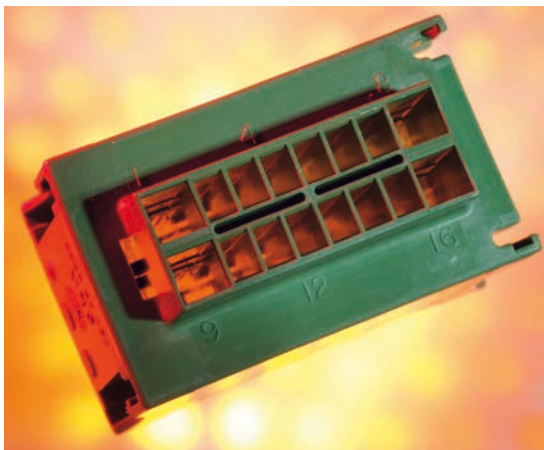
### Bevorzugte Anwendungen: Automobilelektronik

Nachdem das erste Serienbauteil (Bild 2) aus dem Bereich Telekommunikation kam, hat das neue PBT inzwischen zahlreiche interessante Anwendungen in der Automobilelektronik gefunden. Dazu gehören beispielsweise der neunpolige Stecker, den die Firma Tyco, Bensheim, für den Motorraum entwickelt hat (Bild 3), aber auch der Lenkwinkelsensor, bei dem Bosch, Abstadt, gerade Ultradur High Speed einsetzt (Titelbild). Der Sensor, der an der Lenksäule sitzt,



**Bild 3.** Neunpoliger Automobilstecker der Firma Tyco aus fließverbessertem PBT





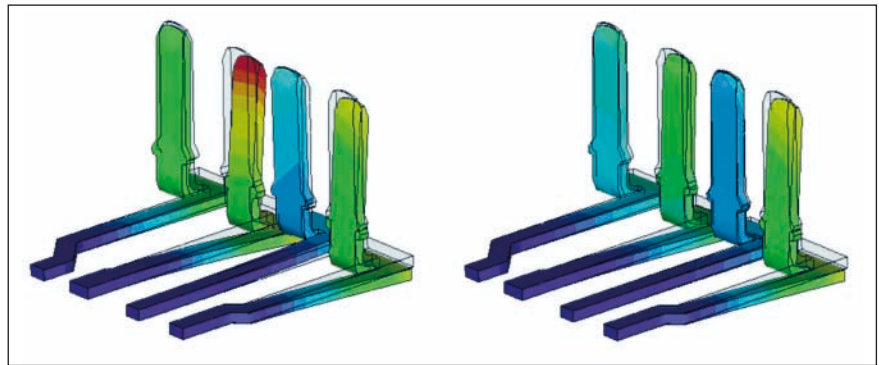
**Bild 4. 16-poliger Hybrid-Stecker der Firma Molex für Sicherungs- und Relaisboxen im Fahrzeuginnenraum aus fließverbessertem PBT**

leitet die aktuelle Position des Lenkrads direkt an die elektronische Stabilitätskontrolle (ESP) weiter. In dieser Anwendung hat sich die kontrastreiche Laserbeschriftung als weiterer Vorteil des Materials ausgezeichnet. Auch der von der Firma Molex, Ettlingen, entwickelte neue 16-polige Stecker für Sicherungs- und Relaiskästen kommt im Automobilinnenraum zum Einsatz. Der so genannte Sicma-Hybrid-Stecker konnte durch die gute Fließfähigkeit des Materials so materialschonend gefüllt werden, dass die ausgewogenen mechanischen Eigenschaften des Kunststoffs erhalten bleiben. So ist die Elastizität des Bauteils hoch genug, um selbst große Kabelquerschnitte aufzunehmen (Bild 4).

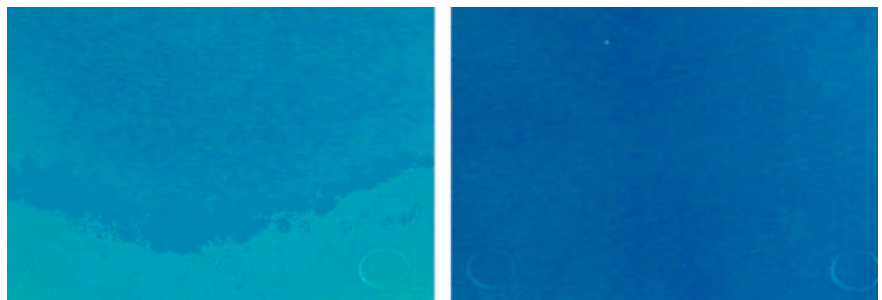
Einige Elektronikbauteile im Auto, z. B. ABS-Gehäuse, werden hergestellt, indem metallische Leiterbahnen mit Kunststoff umspritzt werden. Je höher der Druck ist, der dabei auf die Leiterbahnen wirkt, desto größer ist die Gefahr, dass sie verbogen oder zusammengedrückt werden und ihre Funktion verlieren. Ultradur High Speed vermindert durch seine verbesserte Fließfähigkeit den Druck, der beim Einspritzen auf die Leiterbahnen wirkt und reduziert ihre Deformation (Bild 5).

## Leichte Einfärbbarkeit und verbesserte Haftung

Gleichmäßig verteilte Nanopartikel sind auch der Grund dafür, dass sich das fließverbesserte PBT mit weniger Farbbatch homogen einfärben lässt. Wie Bild 6 verdeutlicht, erreicht man eine homogene Einfärbung bereits mit 0,1 % eines blauen PE-basierten Masterbatch. Um die gleiche Farbtiefe zu erreichen, lässt sich beim Übergang von konventionellem PBT zu Ultradur High Speed bis zu 50 % Masterbatch einsparen. Farbpigmente werden besser dispergiert und die Farbverteilung ist gleichmäßiger. Für den Verarbeiter ergeben sich dadurch deutlich niedrigere Gesamtkosten beim Selbsteinfärben.



**Bild 5. Auch bei umspritzten Leiterbahnen hat ein leicht fließendes Material Vorteile: Durch den verringerten Spritzdruck wird der unerwünschte Versatz der Leiterbahnen weitgehend unterdrückt (links: konventionelles PBT mit 30 % Glasfasern, rechts: die High-Speed-Variante)**



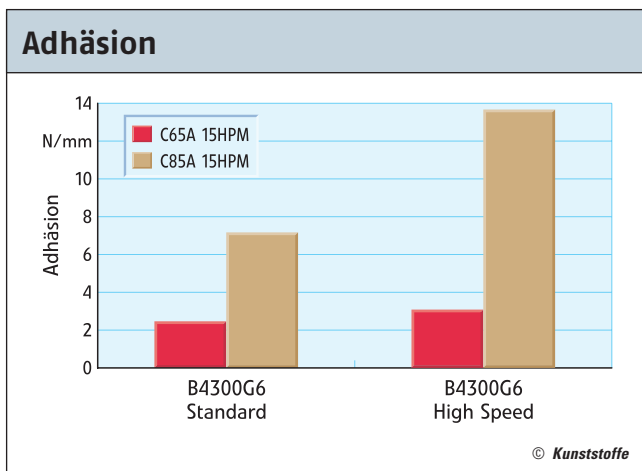
**Bild 6. Einfärben von PBT: Die Pigmente werden bei Verwendung von Ultradur High Speed deutlich gleichmäßiger dispergiert und führen zu einer besseren Farbverteilung (links: 0,1 % blaues Farbbatch (Eupolen) in Standard-PBT, rechts: in Ultradur High Speed)**



**Bild 7. Metallisierter Zugstab nach dem Schälversuch nach DIN 53494**

stitut für neue Materialien in Fürth gemäß DIN 53494 mit einem Abzugtest bestimmt (Bild 7). Im Fall des Ultradur High Speed ergab sich eine um fast 50 % verbesserte Haftung zwischen Metall und Kunststoff.

Die Adhäsion zu Weichkomponenten ermittelten die Anwendungsentwickler über das Zweikomponenten-Spritzgießen von Formteilen aus Standard-Ultradur B4300 G6 und Ultradur B4300 G6 High Speed mit Elastollan C65A und C85A. Hierbei handelt es sich um zwei thermo-



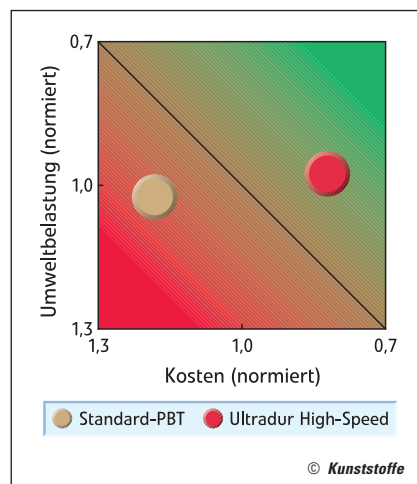
**Bild 8. Haftung von Standard- (links) und High Speed-PBT (rechts) gegenüber TPU mit Härten von 65 bzw. 85 Shore A**

plastische Polyurethan-Elastomere (TPU) der BASF-Tochter Elastogran mit einer Härte von 65 bzw. 85 Shore A. Die Adhäsion in N/mm ist im Fall der Materialkombination Ultradur High Speed/TPU fast doppelt so hoch wie mit konventionellem PBT (Bild 8).

### Ökologisch und ökonomisch vorteilhaft

Inzwischen hat die ETH Zürich nicht nur die ökonomischen, sondern auch die damit verbundenen ökologischen Vorteile des neuen Werkstoffs quantifiziert. Aufgrund der guten Fließfähigkeit ist die Herstellung von spritzgegossenen Bauteilen nicht nur kostengünstiger, sondern hilft auch dabei, Energie einzusparen und damit die Umwelt zu schonen. Mit Hilfe der Ökoeffizienzanalyse können verschiedene alternative Produkte oder Verfahren, die zum selben Ziel führen, einer Lebenszyklusbetrachtung unterzogen, also von der Wiege bis zur Bahre durchgerechnet werden. So lassen sich individu-

ell für jeden Kunden oder Anwendungsfall die Energie-, Material- und Kosteneinsparung durch den Einsatz von Ultradur High Speed ermitteln (Bild 9). Heute sind die meisten Produkte im PBT-



**Bild 9. Die Ökoeffizienzanalyse von Ultradur High Speed und Standard-PBT vergleicht ökologische und ökonomische Vorteile zweier Alternativen mit gleichem Kundennutzen**

Sortiment der BASF auch in einer High-Speed-Variante verfügbar, darunter die klassischen Spritzgusstypen, die besonders verzugsarmen (PBT+ASA)-Blends und die Varianten B4040 mit optimierten Oberflächeneigenschaften. Bald kommt auch ein halogenfrei flammgeschütztes Ultradur High Speed hinzu. Alle schwarz eingefärbten High-Speed-Typen sind darüber hinaus laserbeschriftbar. Zurzeit wächst das Interesse an Ultradur High Speed besonders bei Anwendern in Asien und Amerika, denn es trägt dazu bei, den enormen Kostendruck abzufangen. ■

### DIE AUTOREN

DR. ANDREAS EIPPER, geb. 1974, ist im Technischen Marketing Ultradur der BASF AG, Ludwigshafen, tätig.

DIPL-ING. MARK VÖLKEL, geb. 1961, arbeitet im gleichen Bereich der BASF AG, Ludwigshafen. Kontakt: [ultraplaste.infopoint@basf.com](mailto:ultraplaste.infopoint@basf.com)

### SUMMARY KUNSTSTOFFE INTERNATIONAL

## Producing Intricate Parts Economically

**CAR ELECTRONICS.** By adding a specially developed nanoparticle system the flow properties of polybutylene terephthalate (PBT) can be distinctly improved. In processing by injection moulding the product considerably reduces injection pressures and cycle times and in this way affords marked cost advantages. These come to the fore especially in the production of components for motor car electronics.

NOTE: You can read the complete article by entering the document number **PE103753** on our website at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)