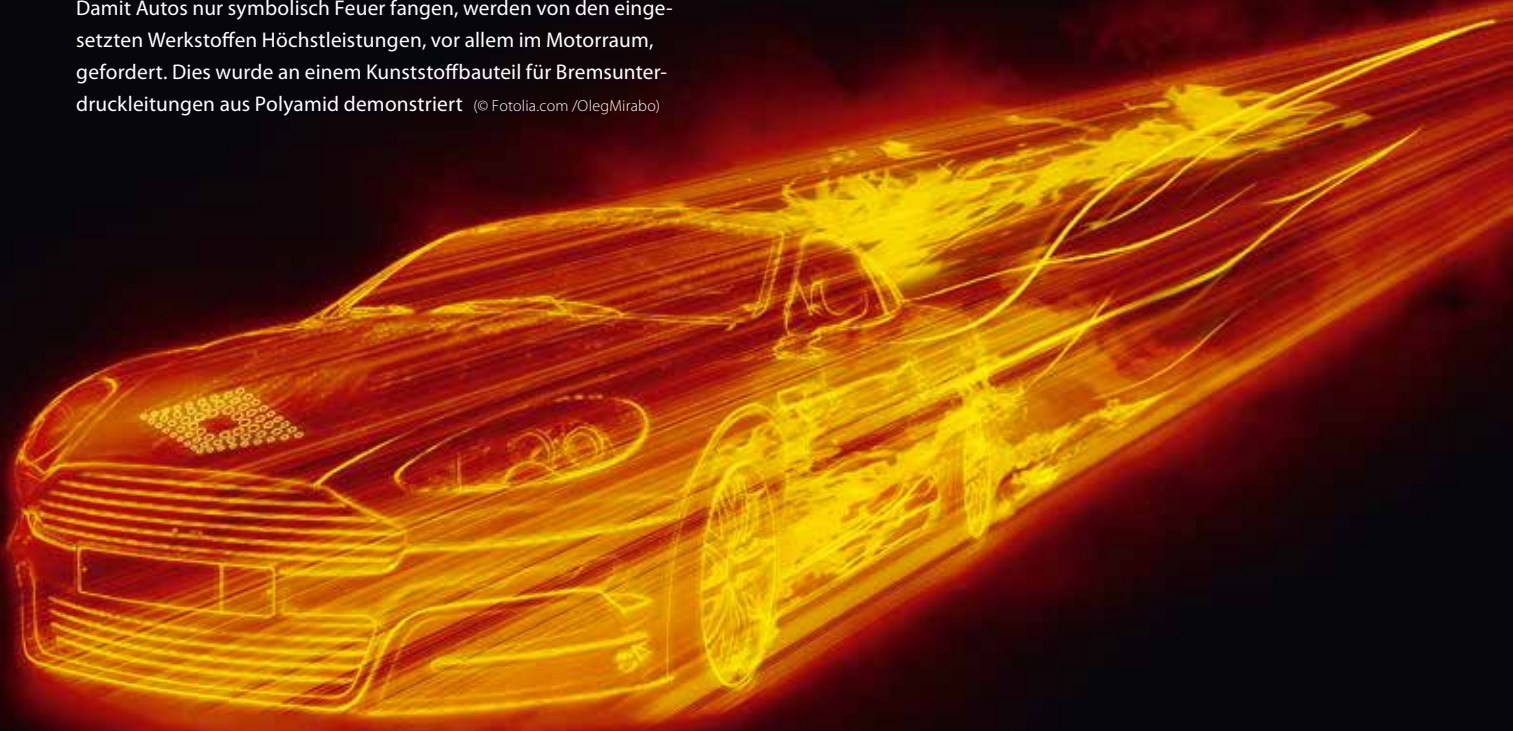


Damit Autos nur symbolisch Feuer fangen, werden von den eingesetzten Werkstoffen Höchstleistungen, vor allem im Motorraum, gefordert. Dies wurde an einem Kunststoffbauteil für Bremsunterdruckleitungen aus Polyamid demonstriert (© Fotolia.com /OlegMirabo)



## Auch Polyamide mögen es heiß

*Quick-Konnektoren für Bremsunterdruckleitungen aus wärmestabilisiertem Polyamid trotzten erhöhten Temperaturanforderungen im Motorraum*

Durch leichtere, leisere und leistungsfähigere Antriebe im Automobil steigt auch die Temperatur für Komponenten im Motorraum. Kunststoffe müssen hier über Tausende von Stunden Hochleistungen erbringen. Am Beispiel von Quick-Konnektoren für Bremsunterdruckleitungen konnten Polyamide durch eine neuartige Wärmestabilisierung diese Herausforderungen erfüllen.

Die CO<sub>2</sub>-Reduzierung bei Fahrzeugen steht nach wie vor im Fokus vieler Neuentwicklungen. Dafür wird unter anderem durch massives Downsizing der Motoren bei gleichzeitiger Leistungserhöhung Gewicht reduziert. Gleichzeitig müssen die Antriebe besser isoliert werden, um Geräusche zu reduzieren und den Fahrern ein angenehmes Fahrgefühl zu bieten. All diese Maßnahmen lassen jedoch die Temperaturen im Motorraum steigen, was neue und leistungsfähigere

Werkstoffe in diesen Anwendungen herausfordert (**Titelbild**).

Begleitet oder sogar verstärkt wird dieser Temperaturanstieg durch die geänderte Einbaulage des Turboladers, um bessere Abgaswerte zu erzielen. In der Vergangenheit wurden die meisten Komponenten der Nebenaggregate im Motorraum mit Dauergebrauchstemperaturen von 120°C und 1500 h sowie Temperaturspitzen von bis zu 150°C ausgelegt. Jüngste Motorenentwicklungen

bedürfen jedoch Dauergebrauchstemperaturen von 160°C über 3000 h sowie Temperaturspitzen von 190 oder sogar 210°C.

### *Quick-Konnektoren für Bremsunterdruckleitungen*

Die AFT Automotive GmbH, Greven, wurde beauftragt, Quick-Konnektoren für Bremsunterdruckleitungen zu entwickeln, die dieses Temperaturniveau »

aushalten. Insbesondere für Komponenten, die für Wartungsarbeiten wiederholt betätigt werden müssen, entspricht dies einem hohen Anforderungsprofil, denn diese Bauteile müssen nach der Wärmealterung auch eine hohe Randfaserdehnung ohne Rissbildung überstehen.

Auf der Suche nach Materialien, die diesen hohen Temperaturbelastungen standhalten, wurden zunächst Polyphthalamid (PPA)- und Polyphenylsulfid (PPS)-Werkstofftypen getestet. Beide Polymere zeichnen sich durch ein sehr gutes Wärmealterungsverhalten aus. Ebenso erfüllen sie die Anforderungen an eine Oberflächenrauigkeit  $<RZ\ 6,3\ \mu\text{m}$  im Dichtungsbereich. Dennoch reichte sowohl die Bruchdehnung der Bauteile für die lösbare Verbindung dieser Quick-Konnectoren als auch die Bindenahtfestigkeiten bereits vor der Alterung nicht aus.

**Polyamide mit Wärmestabilisatoren im Test**

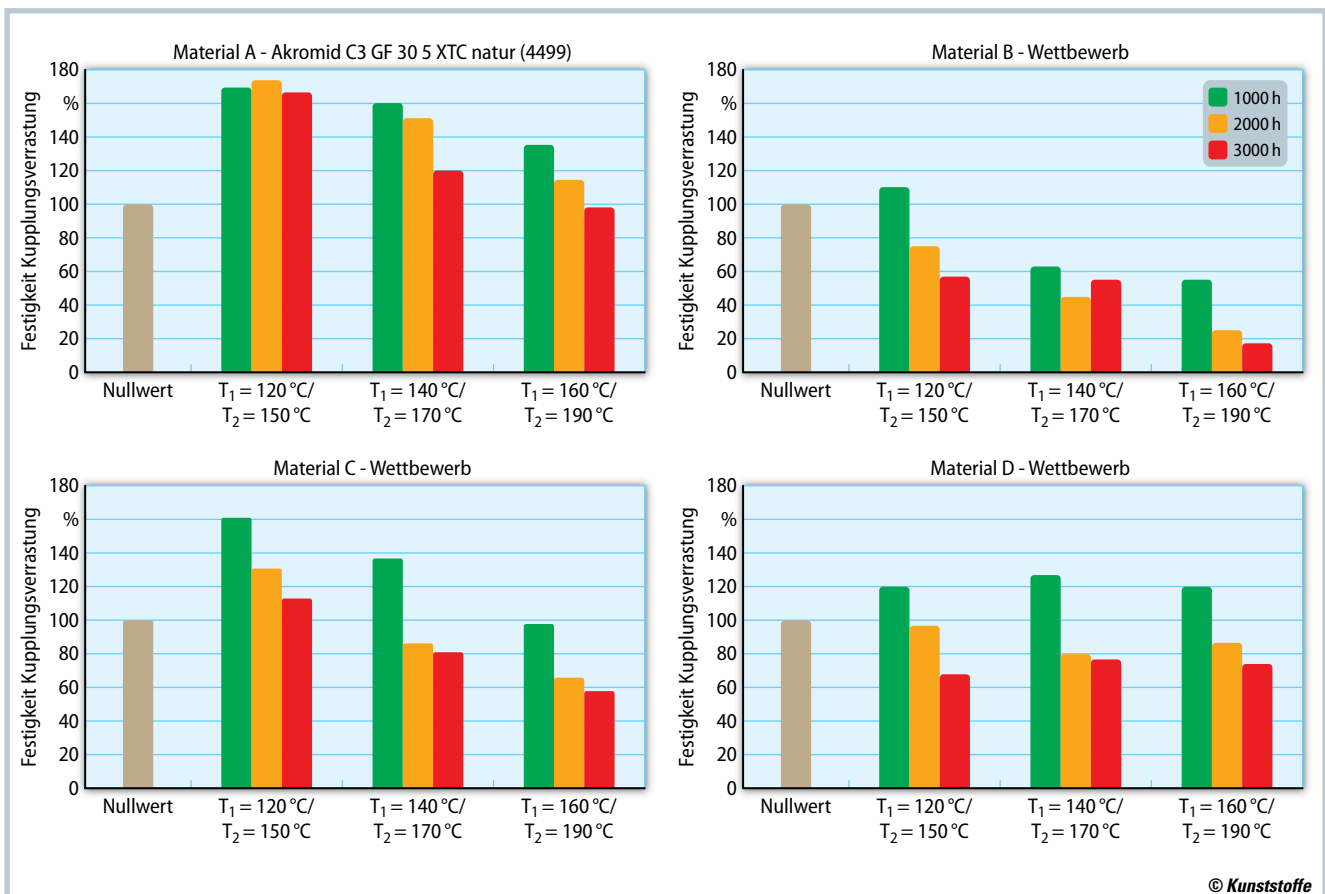
Daraufhin wurden verschiedene Polyamid (PA) 66+6-Rezepturen auf Basis neu-



**Bild 1.** Quick-Konnectork für Bremsunterdruckleitung  
(© AFT Automotive)

er Wärmestabilisatoren mittels Shielding-Technologie getestet. Diese verfügen sowohl über gute Bindenahtfestigkeiten als auch über eine hohe Bruchdehnung. Vier unterschiedliche, auf dem Markt vorhandene Polyamid-Compounds wurden hierbei untersucht. Alle vier Materialien sind in der Lage, die Bauteilgeometrie und insbesondere den dünnwan-

digen Bereich des Verschlussmechanismus zu füllen (**Bild 1**). Dabei fallen die PA66+6-Blends positiv auf, da sie beim Füllen der Kavitäten etwas geringere Drücke benötigen und somit bei niedrigeren Masse- und Werkzeugtemperaturen verarbeitet werden können. Die Werkstoffe wurden anschließend auf ihr Wärmealterungsverhalten untersucht. Um die »



**Bild 2.** Auszug der beim Verarbeiter AFT Automotive gemessenen Festigkeiten an der Kupplungsverrastung nach Auslagerung bei unterschiedlichen Temperaturzyklen (Quelle: Akro-Plastic)



**Bild 3.** Zugstab aus Akromid C3 GF 30 5 XTC natur (4499) nach 1000 h bei 210 °C (© Akro-Plastic)



**Bild 4.** Zugstab aus Akromid C3 GF 30 1 natur nach 700 h bei 210 °C (© Akro-Plastic)

Grenzen zu ermitteln wurde wie folgt getestet:

Jedes Material durchlief im Test drei Zyklen à 900h ( $T_1$ ) und 100h ( $T_2$ ) mit folgenden Temperaturvarianten:

- $T_1 = 120^\circ\text{C}$       $T_2 = 150^\circ\text{C}$
- $T_1 = 140^\circ\text{C}$       $T_2 = 170^\circ\text{C}$
- $T_1 = 160^\circ\text{C}$       $T_2 = 190^\circ\text{C}$

Wie in **Bild 2** dargestellt, zeigt sich bei allen Materialien nach dem ersten Wärmezyklus bei niedrigerer Temperatur eine steigende Festigkeit der Kupplungsverrastung. Dies lässt sich sowohl durch weniger Spannungen im Spritzgießprozess als auch durch eine Nachkristallisation der Werkstoffe erklären. Bei der höheren Temperatur zeigen sich bereits im ersten Prüfzyklus deutliche Unterschiede zwischen den Werkstoffen. Material A, C und D (PA66+6 GF30) weisen den geringsten Abbau auf, bei Material B (PA66 GF30) verschlechtern sich allerdings bereits beim Intervall 160°C und 190°C nach einem Drittel der Testdauer die Eigenschaften signifikant.

Nach drei durchgeführten Zyklen mit dem oben genannten Temperaturprofil stellt sich Material A vom Typ Akromid C3 GF 30 5 XTC (4499) des Herstellers Akro-Plastic GmbH, Niederzissen, als das am besten geeignete Material heraus. Der Kunststoff ist ein elektrisch neutral stabilisiertes Polyamid 66+6 mit 30% Glasfaserverstärkung. Die aus diesem Werkstoff hergestellten Konnektoren zeigen nach den 3000h noch die gleiche Festigkeit wie zu Beginn. Der größte Vorteil liegt dabei in der hohen Bruchdehnung nach der Alterung. Als einziges getestetes Material

konnte das Bauteil nach der Lagerung bei höchster Temperatur ohne Rissbildung noch mehrfach betätigt werden. Bei allen anderen getesteten Materialien brachen die Verschlussringe nach dem Alterungstest. Dies ist nicht nur auf die guten Werkstoffeigenschaften zurückzuführen, sondern auch auf die in einem CAD-Modell optimierte Geometrie des Öffnungsmechanismus.

### *Wärmestabilisierender Shielding-Effekt an der Oberfläche des Bauteils*

Neuartige Stabilisatoren erlauben die Herstellung von Polyamiden mit einem enormen Wärmealterungsverhalten. Eine davon geht auf den Shielding-Effekt zurück (**Bilder 3 und 4**). Dabei bildet der organische Stabilisator eine Art Patina auf der Oberfläche des Kunststoffbauteils aus, die für Sauerstoff nahezu undurchlässig ist. Somit wird eine weitere Oxidation des Materials verhindert. Dieser Effekt startet bei einer Aktivierungstemperatur, die je nach Additivierung unterschiedlich ist. Im Falle der XTC-Stabilisierung der Akro-Plastic erfolgt die Aktivierung zwischen 170 und 180°C. Bis zu dieser Temperatur schützt ein weiterer Stabilisator die Rezeptur, sodass die Materialien einen Einsatztemperaturbereich von bis zu 230°C abdecken. Zur Absicherung unterschiedlicher Temperaturbereiche wurde die Rezeptur bei 150°C, 180°C, 210°C und 230°C 3000h gealtert. Des Weiteren wurde das Material zwischen 150°C und 210°C mit unterschiedlichen Intervallen gealtert, um zu belegen, dass die Stabilisierung

## Die Autoren

**Herman Cichorek** ist Leiter der Entwicklung bei der AFT Automotive GmbH, Greven

**Dirk Kramer** ist Geschäftsführer der AFT Automotive GmbH, Greven

**Thilo Stier** ist Bereichsleiter Vertrieb und Innovation der Akro-Plastic GmbH, Niederzissen; thilo.stier@akro-plastic.com

## Service

### Digitalversion

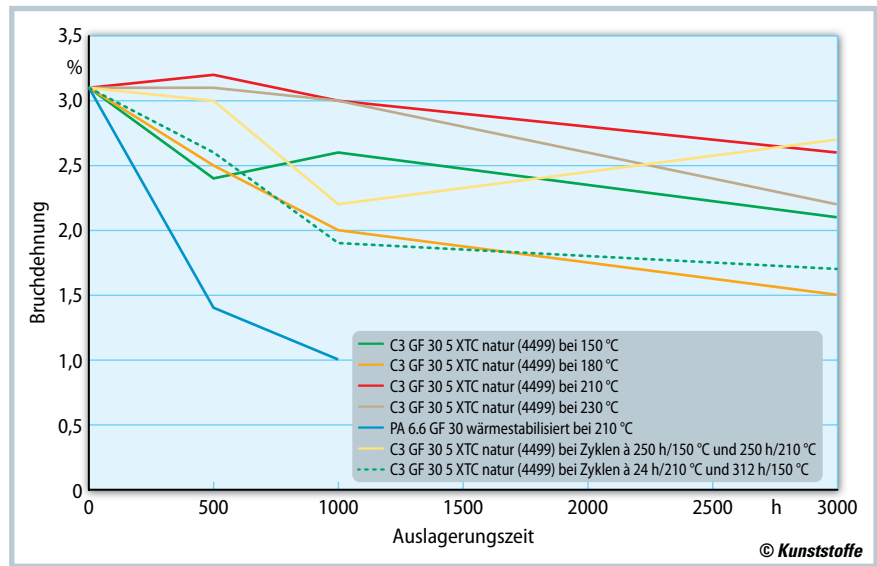
- » Ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/1290420](http://www.kunststoffe.de/1290420)

### 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)

unter den verschiedenen vorstellbaren Belastungen im Produktionsalltag eines Automobilherstellers funktioniert. Die in **Bild 5** gezeigten Bruchdehnungen nach Alterungen zeigen im besonderen Maße das Potenzial dieser neuen Materialreihe. Bei allen Temperaturvariationen bleibt die resultierende Bruchdehnung oberhalb von 1,5% (trocken), nach konstanter Lagerung bei 210 °C liegt sie nach 3000 h auf beachtlichen 2,7%.

Der Montageprozess der Quick-Konnectoren speziell unter dem Gesichtspunkt, dass die Bauteile in sicherheitsrelevante Systeme verbaut werden, erfolgt beim Verarbeiter AFT ausschließlich auf vollautomatischen Anlagen. Die Bauteile werden abschließend einer 100%igen Dichtheitsprüfung unterzogen, per Kamerasystem optisch überwacht und die bauteilspezifischen Prüfergebnisse dokumentiert. Der Verarbeiter konnte trotz der sehr hohen Temperaturanforderungen Produkte der PA66-Materialgruppe einsetzen. Dadurch blieben die Montage- und Prüfprozesse bestehen und mussten nicht etwa durch geänderte Materialan-



**Bild 5.** Bruchdehnung in Abhängigkeit der Auslagerungszeit unterschiedlicher Materialien bei unterschiedlichen Temperaturen (© Akro-Plastic)

forderungen oder Konstruktionsveränderungen angepasst werden. Das gewährleistet eine hohe Prozessstabilität. Sowohl die AFT Automotive als auch die Akro-Plastic arbeiten daran, jederzeit eine op-

timale Produktqualität sicherzustellen. Daher werden in jeder Stufe der Produktion in beiden Unternehmen umfangreiche Qualitätssicherungsprüfungen vorgenommen. ■