

# PEEK für das Rapid Manufacturing von thermisch hochbeanspruchten Teilen – neue Anwendungsfelder für den Automobilbau und die Luftfahrt

## Maik Grebe/ Sylvia Monsheimer

Evonik Degussa GmbH  
Paul-Baumann-Strasse 1  
Building 152/15  
45764 Marl

Tel. +49 2365 49-5604  
Fax. +49 2365 49+5970  
E-Mail: maik.grebe@evonik.com

### PEEK bei Evonk Degussa

Der Geschäftsbereich High Performance Polymers der Evonik Degussa GmbH hat sich auf die Herstellung maßgeschneiderter Produkte, Systeme und Hochleistungshalbzeuge fokussiert, die auf Hochleistungspolymeren basieren. Der Geschäftsbereich mit Sitz in Marl sowie Standorten in Darmstadt, Witten, Lenzing (Österreich), Magnolia (USA), Aboshi (Japan) und Changchun (China) beschäftigt knapp 1000 Mitarbeiter. Sein Umsatz von 288 Mio € im Jahr 2005 wird sich aufgrund neuer Geschäftsgebiete 2006 beträchtlich auf ca. 400 Mio. € erhöhen.

High Performance Polymers stellt seit 35 Jahren hochwertige Hochleistungskunststoffe basierend auf Polyamid 12, transparenten Spezialpolyamiden und Polybutylenterephthalat her. Diese werden in kunden- und anforderungsgerechten Systemen verbunden mit einem exzellenten Service an die Automobilindustrie, den Apparatebau, die Elektro- und Medizintechnik sowie den Optik, Sport- und Lifestyle-Bereich geliefert.

Außerdem vermarktet der Geschäftsbereich weltweit PEEK unter dem Handelsname VESTAKEEP. Mit dem Hochtemperaturpolymer PEEK (offizielle Abkürzung für Polyetheretherketon gemäß ISO 1043) erweiterte High Performance Polymers seine Produktpalette im attraktiven Segment der Hochleistungskunststoffe, die extreme mechanische, thermische und chemische Anforderungen erfüllen müssen. Damit zielt der Geschäftsbereich auf die Endmärkte Automobilbau und Elektronik sowie insbesondere Luft- und Raumfahrt.

### PEEK

PEEK ist ein aromatischer, teilkristalliner Thermoplast aus der Gruppe der Polyaryletherketone.

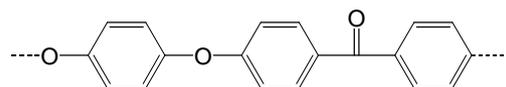


Bild 1 PEEK

Die Dauerwärmeformbeständigkeit von PEEK liegt bei 260° C.

Dies ist ein Wert, der bisher von keinem anderen Kunststoff erreicht wird. Bei 343° C lässt sich PEEK ohne Zersetzung schmelzen – das ist wichtig, um das Material in einem Spritzgieß- oder Thermoformprozess wie SLS in die richtige Gestalt zu bringen. Erst oberhalb von 400° C tritt Zersetzung ein. Das ist eine Rekordmarke, die ebenfalls bisher von anderen thermoplastischen Kunststoffen bis dato nicht erreicht wurde.

Das Potenzial des Kunststoffs erschöpft sich nicht allein in der hohen Dauergebrauchstemperatur, er ist in der Summe aller Eigenschaften unschlagbar. So zeichnet sich PEEK beispielsweise durch eine große mechanische Festigkeit und Steifheit aus. Zudem hat es gute elektrische Isoliereigenschaften in Verbindung mit einer hervorragenden Chemikalienbeständigkeit.

Ein anschauliches Beispiel liefert die wachsende Zahl an Einsatzmöglichkeiten im Automobil – angefangen von Dichtkappen in Unterdruckpumpen über Taumelscheiben in elektrischen Feststellbremsen bis hin zu Anlaufscheiben in Kupplungen und Getrieben. Da die Bauteile auf Grund des zur Verfügung stehenden Raums tendenziell schrumpfen, müssen sie große Kräfte durch immer kleinere Flächen übertragen. Das sind Herausforderungen, denen nur hoch verschleißfeste Teile aus PEEK gewachsen sind. Unabhängig davon sprechen auch technische und wirtschaftliche Gründe für dessen Einsatz. So lassen sich Zahnräder und andere Bauteile aus Polymeren im Gegensatz zu metallischen Teilen leicht im Spritzguss fertigen. Auch in der Luft- und Raumfahrt ist PEEK gefragt, beispielsweise für die Ummantelung von Kabeln. Kabelstränge werden häufig in Tragflächen verlegt und müssen dort vibrationsbedingt höchsten Anforderungen standhalten. So kann es beispielsweise zu unterschiedlichen Bewegungen der Kabel untereinander oder gegenüber dem Träger kommen. Abriebfestigkeit ist deshalb Trumpf, um ein Durchscheuern der Kabelhülle zu

verhindern. Ein weiteres Argument für den Einsatz von PEEK ist das ausgezeichnete Tieftemperaturverhalten des Polymers, welches bei minus 50° C keine Anzeichen von Versprödung zeigt. Ähnliches gilt für die Raumfahrt, in der PEEK einen wichtigen Beitrag zum Schutz elektronischer Steuerleitungen leistet. Im Flugzeugbau kommt PEEK unter anderem bei verschiedenen Airbus-Modellen als Ansaugstutzen der Kraftstoffpumpe zum Einsatz. Im Gegensatz zu anderen Thermoplasten hält das Material bei Betriebstemperaturen von minus 40° C bis plus 200° C dem Flugbenzin Kerosin stand. Auch im Bereich der Triebwerksauskleidung wird es vorteilhaft eingesetzt. Auf diese Weise lässt sich das Baugewicht moderner Flugzeuge zu Gunsten der Nutzlast erheblich reduzieren.

Darüber hinaus ist das Polymer biologisch völlig unbedenklich. So können etwa die aus einer Titanlegierung bestehenden Köpfe künstlicher Hüftgelenke mit Hilfe einer dünnen Kunststoffschicht wirksam vor Verschleiß geschützt werden. Selbst Schläuche, die in der Dialyse zum Einsatz gelangen, werden seit kurzem aus PEEK gefertigt.

### **PEEK und Selektives Lasersintern**

Vielen Anwendungsfeldern von PEEK, wie zum Beispiel in der Luftfahrt, ist gemein, dass nur geringe Stückzahlen eines Bauteils benötigt werden. Die Kosten für die Herstellung von Werkzeugformen fallen dort besonders ins Gewicht. Ein werkzeugloses Herstellungsverfahren, wie das Selektive Lasersintern, wäre bei solchen Anwendungen von großem Vorteil. Aufgrund der besonderen Eigenschaften des PEEK ist es zudem sehr schwer, dünnwandige filigrane Teile mittels Spritzgießen herzustellen. Auch unter diesem Gesichtspunkt bietet sich der Einsatz des Selektiven Lasersinterns für die Verarbeitung von PEEK an.

Eine besondere Herausforderung bei der Verarbeitung von PEEK mittels des SLS-

Verfahrens stellt der hohe Schmelzpunkt des PEEK dar. Auf kommerziell verfügbaren SLS-Maschinen können bisher nur Polymere mit einem Schmelzpunkt von maximal 210°C verarbeitet werden. Es sind daher Modifikationen an einer konventionellen SLS-Maschine notwendig, um Polymere mit einem Schmelzpunkt von deutlich über 210°C zu verarbeiten. Entsprechende Versuchsaufbauten stehen Interessierten zur Verfügung.

So ist eine deutlich verbesserte Kapselung des Bauraums durch entsprechende Isolierungen notwendig. Zudem ist die Leistung der Bauraumheizung zu erhöhen und die Temperaturführung im Baufeld zu optimieren. An geeigneten Stellen werden mittels Temperaturfühler die Temperaturen in der Maschine überwacht, um eine Schädigung der SLS-Maschine zu vermeiden. Mit den beschriebenen Modifikationen ist es möglich, auch mit einer konventionellen SLS-Maschine ein Polymer wie PEEK im Versuchsbetrieb zu verarbeiten.

Neben den Maschinenmodifikationen ist es aber ebenfalls notwendig das PEEK-Pulver an die Anforderungen anzupassen, die sich durch die Verarbeitung mittels Lasersintern ergeben. Mit dem speziell für die Verarbeitung mittels Lasersintern optimierten VESTAKEEP Versuchsprodukt ist es gelungen, diese Anforderungen zu erfüllen.

Es ist gelungen, Bauteile aus VESTAKEEP mit einer Dichte von über 1,0 g/cm<sup>3</sup> herzustellen. Dieser Wert für die Dichte liegt deutlich über den Werten, die bisher im Lasersintern erzielt werden konnten. Die E-Moduli dieser Bauteile erreichen Werte von teilweise über 4000 MPa.

### **Fazit**

Es ist gezeigt worden, dass mit einem speziell für das SLS angepassten VESTAKEEP möglich ist, Bauteile mittels SLS herzustellen, deren Eigenschaftsprofil für viele Anwendungen im Automobilbau und in der Luftfahrt hochinteressant ist.

Die hier dargestellten Ergebnisse stellen nur einen aktuellen Zwischenstand in der Entwicklung eines für SLS geeigneten PEEK-Pulvers dar. Es wird weiter intensiv daran gearbeitet, aus dem jetzigen vielversprechenden Entwicklungsprodukt ein serienreifes Material zu entwickeln.