

Tangentiale Vollkegeldüse aus Moldflon für die Reinigung von Kleintanks und Lagerbehältern, hergestellt im Spritzgießverfahren

(Fotos: ElringKlinger)

Die große Freiheit der

PTFE-Hochleistungskunststoff.

Chemische Beständigkeit, Temperaturresistenz bis 260 °C und hohe Gleitfähigkeit: Ein spritzgießfähiges vollfluoriertes Polymer kombiniert diese Eigenschaften mit großen Freiheiten in der Formgebung. Der PTFE-Hochleistungskunststoff und maßgeschneiderte Compounds eröffnen damit eine neue Dimension möglicher Anwendungen und wirtschaftlicher Systemlösungen.

Fluorpolymere

**CLAUDIA STERN
MARTIN MAIER**

Dichtungen und Konstruktionselemente aus Polytetrafluorethylen (PTFE) und PTFE-Compounds müssen in der Praxis härteste Anforderungen erfüllen [1]. Der neuartige Werkstoff Moldflon, eine Entwicklung der ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH, entspricht in seiner Zusammensetzung weitgehend dem herkömmlichen modifizierten PTFE, lässt sich im Gegensatz dazu jedoch aus der Schmelze verarbeiten. Dieser Umstand erweitert den Spielraum der Kunststoffverarbeiter, die sich nun neue Anwendungsmöglichkeiten erschließen und dabei auch die Prozesskette verkürzen können.

Bei klassischem PTFE sind mindestens drei Schritte – Pressen, Sintern und Zerspanen – zur Erzeugung eines Bauteils erforderlich. Die thermoplastische Verarbeitung des neuen Werkstoffs ermöglicht es, auch aufwendige, durch Zerspanung bisher nicht zugängliche Bauteilgeome-

trien in einem Schritt zu verwirklichen. Insbesondere durch die maßgeschneiderte Formgebung und die weitgehende Vermeidung von Abfall, der bei der spanabhebenden Verarbeitung von PTFE unumgänglich ist, erlaubt Moldflon nun wirtschaftliche Systemlösungen [2–4].

Die wichtigsten Märkte für den Hochleistungskunststoff sind die Automobil- und Elektronikindustrie, die Halbleiter- und Medizintechnik, die Luft- und Raumfahrt sowie andere Industrieenanwendungen (**Titelbild**). Das Einsparungspoten-

zial vor allem für die Großserienfertigung und für die Herstellung komplexer Bauteile ist beträchtlich. Die Teile lassen sich mit jedem typischen thermoplastischen Umformprozess wie Spritzgießen oder Extrudieren fertigen. Durch Extrusion können zudem beliebige schmelzbare Compounds mit maßgeschneiderten Eigenschaften aus PTFE hergestellt werden. Seit der Markteinführung von Moldflon im Jahr 2006 wurden mehrere Compounds entwickelt, um den stetig steigenden Anforderungen der Abnehmerbran-

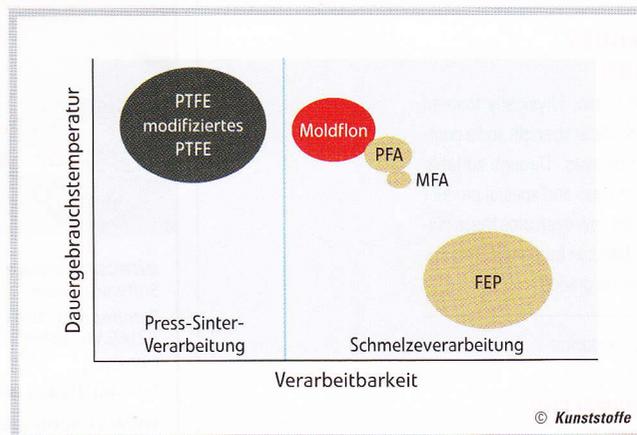


Bild 1. Die Grafik veranschaulicht die Positionierung von Moldflon innerhalb der vollfluorierten Fluorpolymere

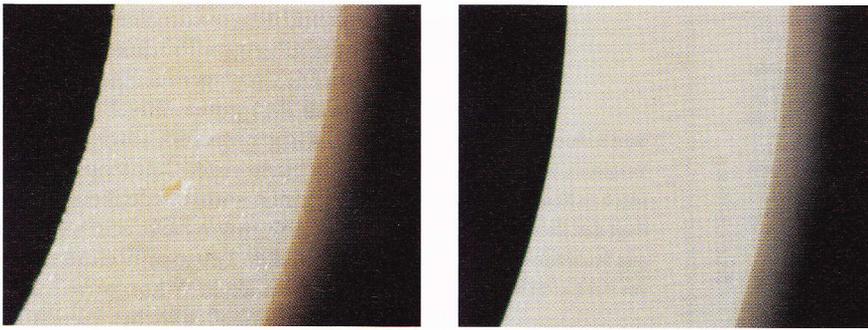


Bild 2. Der Vergleich der morphologischen Strukturen von Compounds aus PTFE+PEEK (links) und Moldflon+PEEK (rechts) mit gleicher prozentualer Zusammensetzung zeigt die größere Homogenität im zweiten Fall

chen an die Konzeption von Dichtungen und das Eigenschaftsprofil der Werkstoffe gerecht zu werden.

Im Wettbewerb mit anderen Hochleistungskunststoffen

Durch gezielte Copolymerisation von Tetrafluorethylen und Perfluorvinylpropylether kann Moldflon als Thermoplast mit den dazugehörigen guten PTFE-Eigenschaften hergestellt werden. Im Umfeld der vollfluorierten PTFE- und Thermoplastprodukte nimmt der Werkstoff einen Platz zwischen modifiziertem PTFE und Perfluoralkoxy-Polymer (PFA) ein (Bild 1). Mit einem Schmelzpunkt zwischen 324 und 315 °C schließt er unmittelbar an das modifizierte PTFE an. Dementsprechend zeichnet sich Moldflon durch ein ausgewogenes Eigenschaftsspektrum aus. Es ist hochtemperaturbeständig, nahezu universell chemikalienbeständig, anti-adhäsiv, nicht brennbar, elektrisch isolierend und verfügt über gute Gleiteigenschaften, eine hohe Kriechfestigkeit und ein sehr gutes Abrießverhalten.

Als thermoplastisch zu verarbeitendes Material steht Moldflon im Wettbewerb zu Hochleistungskunststoffen wie PEEK,

PPS und HT-Polyamiden (Tabelle 1), aber auch zu Keramiken und Metallen. Der Werkstoff zeichnet sich insbesondere durch seine hohe Dauergebrauchstemperatur aus. Eine ähnliche thermische Beständigkeit erreicht im Umfeld der langjährig im Einsatz befindlichen Thermoplaste nur PEEK. Auch die Einsatztemperaturen der traditionellen Hochtemperaturkunststoffe PPS, PSU und PA liegen deutlich niedriger. Ein weiterer Vorteil von Moldflon im Vergleich zu den genannten Kunststoffen ist der Erhalt der mechanischen Eigenschaften bis nahe an den Schmelzpunkt. Der PTFE-Abkömmling ist daher überall dort Werkstoff der Wahl, wo andere Thermoplaste aufgrund ihrer niedrigen Dauergebrauchstemperatur versagen.

Längere Nutzung tribologisch beanspruchter Bauteile

Für viele Anwendungen spielt neben einer guten Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit auch die Anpassungsfähigkeit eine bedeutende Rolle. Im Vergleich zu allen in Tabelle 1 aufgeführten Kunststoffen weist Moldflon eine sehr gute Anpassungsfähigkeit bei einachsiger Belastung auf. Dies drückt sich durch den

niedrigen Wert für den Zug-E-Modul sowie die hohe Reißdehnung aus. Viele Werkstoffe, z. B. PEEK, PPS und PSU, verhalten sich oberhalb einer Dauergebrauchstemperatur von 200 °C sehr spröde und sind somit bei Anwendungen mit einer Deformation > 5 % nicht einsetzbar. Dieser Qualitätssprung ist in dem speziellen molekularen Aufbau von Moldflon begründet [2]. Damit lassen sich konstruktiv und fertigungstechnisch bedingte Toleranzen einfacher kompensieren.

Das ausgezeichnete Gleitverhalten geht mit einer hohen Verschleißfestigkeit einher. Mit einem Reibungskoeffizienten von 0,1 bis 0,3 liegt Moldflon besser als die anderen Kunststoffe. Als unmittelbare Folge ergibt sich hieraus eine deutlich längere Nutzungsdauer tribologisch beanspruchter Bauteile. Zudem ermöglichen Füllstoffe die Anpassung der tribologischen Eigenschaften entsprechend den jeweiligen Anforderungen.

Verschleißfeste Compounds

Da sie thermoplastisch verarbeitet werden können, zeichnen sich Moldflon-Compounds durch ihre Füllstoffhomogenität aus. Dies belegt ein Vergleich zweier morphologischer Strukturen (Bild 2). Während beim PTFE-PEEK-Compound inerte Füllstoffpartikel partiell in die Matrix eingebunden sind, vermischt sich Moldflon mit PEEK in der Schmelze zu einer gleichmäßigen Masse →

i Kontakt

ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH
D-74321 Bietigheim-Bissingen
TEL +49 7142 583-140
→ www.elringklinger-kunststoff.de

Werkstoffkennwerte	Moldflon	PVDF	POM	PA6 (tr)	PA66 (tr)	PEI	PSU	PPS	PEEK
Dichte [g/cm³]	2,16	1,78	1,42	1,13	1,14	1,27	1,24	1,35	1,32
Zug-E-Modul [N/mm²]	460	2500	3000	3000	3100	2600	2600	3700	3500
Bruchspannung [N/mm²]	25	38–50	70	90	80	105	80	75	95
Bruchdehnung [%]	380	20	42	15	4	6	6	4	25
Schmelzpunkt (10°C/min) [°C]	320	172	175	220	260	–	–	285	343
Dauergebrauchstemperatur [°C]	260	150	80	90	100	160	200	220	260
rel. Dielektrizitätskonstante (1 MHz) [–]	2,1	6,4	3,7	3,5	3,6	3,0	3,1	4,1	3,2
Feuchteaufnahme (23°C/ 50% r. H.) [%]	< 0,01	~ 0,01	0,25	3,4	2,8	0,7	0,2	0,01	0,1
Gleitreibungskoeffizient (dynamisch gegen Stahl, trocken) [–]	0,1–0,3	0,2–0,4	0,32	0,3–0,35	0,3–0,35	–	0,4	–	0,30–0,45

Tabelle 1. Werkstoffkennwerte verschiedener Kunststoffe im Vergleich. Das Copolymer Moldflon ist bei einigen maßgeblichen Größen im Vorteil

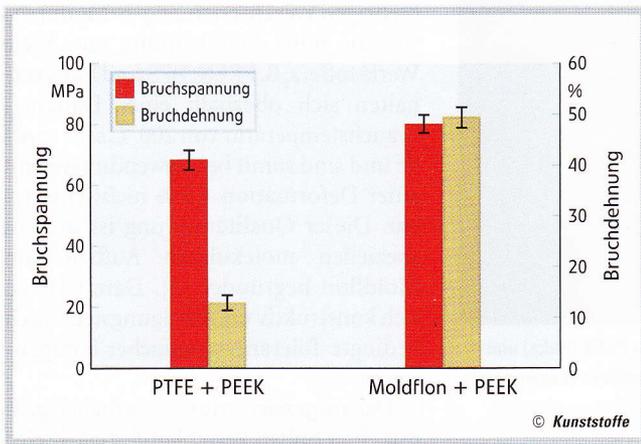


Bild 3. Auch beim Vergleich der mechanischen Kennwerte liegt das Compound aus Moldflon+PEEK vor PTFE+PEEK

und bildet in der Folge eine homogene morphologische Struktur. Aus diesem Grund zeigen Compounds auf Basis des Copolymers bei gleichem Füllstoffanteil auch einen geringeren Verschleiß als Compounds auf PTFE-Basis. Zudem weisen Moldflon-PEEK-Compounds ausgezeichnete mechanische Kennwerte auf. So ist deren Bruchdehnung um das 5-Fache höher als die der PTFE-PEEK-Compounds (**Bild 3**).

Aufgrund ihrer schlechten Fixierung bzw. Einbindung in die PEEK-Matrix wirken die PTFE-Partikel als Störelemente und beeinflussen die mechanischen Eigenschaften nachteilig. Deshalb reduziert sich beim PTFE-gefüllten PEEK die Bruchspannung um ca. 20 %, während das Moldflon-PEEK-Compound die hohe Bruchspannung des PEEKs vollkommen ausschöpfen kann. Auf diese Weise ist nun ein Hochleistungswerkstoff verfügbar, der die besten Eigenschaften der beiden Basispolymere kombiniert und ungünstige Eigenschaften ausmerzt. Somit können nun die bisher für Fluorpolymere und PEEK bestehenden Grenzen ihrer Einsatzbereiche erweitert werden.

Einsatzbereiche erweitert

Ein erstes Beispiel dafür sind Gleitlager und Führungsbuchsen für die chemische, die Lebensmittel- und die Automobilindustrie sowie für den allgemeinen Maschinenbau (**Bild 4**). Nicht zuletzt durch die sehr guten tribologischen Eigenschaften, die Chemikalienbeständigkeit und die geringe Kriechneigung sind Moldflon und dessen Compounds geeignete Kandidaten für Anwendungen in der Lagertechnik, z.B. die Lagerung rotierender Wellen und die Führung alternierender Kolben und Stangen [5]. Die Vorteile von Moldflon als Lager- und Führungswerkstoff beruhen hauptsächlich auf

- dem niedrigen Reibwert,

- den hohen Umfangsgeschwindigkeiten bis 5 m/s im Trockenlauf,
- den hervorragenden Verschleißeigenschaften,
- den hohen $p \times v$ -Werten im Trockenlauf (über 2,5 N/mm² × m/s),
- der hohen statischen Druckfestigkeit (bis zu 80 N/mm²),
- der geringen Feuchtigkeitsaufnahme (keine Korrosion) und
- den herkömmlichem PTFE entsprechenden Zulassungsmöglichkeiten (BAM, FDA, 3A etc.).

Zur Produkteinführung bietet ElringKlinger standardmäßig eine Palette von Gleitlagern aus verschiedenen Moldflon-Compounds an, die sich im Wesentlichen in der maximalen Umfangsgeschwindigkeit, der maximalen statischen Flächen-

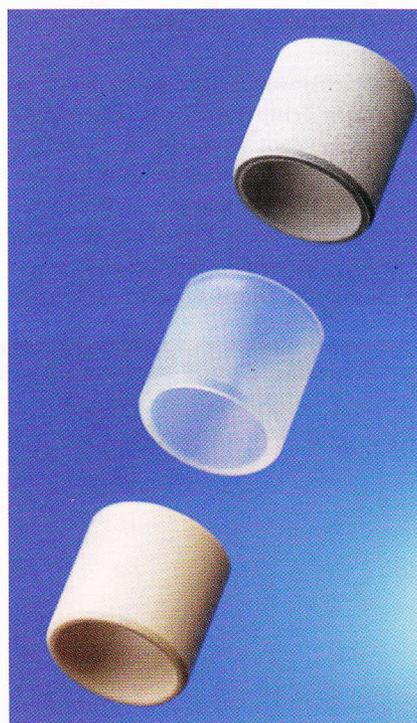


Bild 4. Die kommerziell erhältlichen Gleitlager aus verschiedenen Moldflon-Compounds verfügen über maßgeschneiderte Eigenschaften

pressung und dem maximalen $p \times v$ -Wert von marktgängigen Produkten unterscheiden. Die Gleitlager zeichnen sich zudem durch ihre guten Verschleiß- und Dämpfungseigenschaften sowie die Unempfindlichkeit gegen Kantenpressung aus. Sie können somit bedenkenlos zur beliebigen Anwendung gebracht werden. Speziell in der Lebensmittelindustrie kann Moldflon als FDA-konformer und physiologisch unbedenklicher Werkstoff eingesetzt werden.

Fazit

Moldflon versetzt Anwender in die Lage, den Einsatzbereich bisher eingesetzter Fluorthermoplaste und Hochleistungskunststoffe auszudehnen. Dadurch, dass dieser Werkstoff sich thermoplastisch verarbeiten lässt, können gezielt Compounds mit maßgeschneiderten Eigenschaften für spezifische Anforderungen hergestellt werden. Der präzisen Formgebung auch komplexer Bauteilgeometrien sind im Spritzgießverfahren kaum gestalterische Grenzen gesetzt. ■

LITERATUR

- 1 www.elringklinger-kunststoff.de
- 2 Widmann, K.; Schlipf, M.: Nur ein Schritt statt drei. *Kunststoffe* 99 (2009) 12, S. 66–69
- 3 Schlipf, M.: Viele Herausforderungen – eine Lösung. *cav* (2007) 3, S. 32–33
- 4 Stern, C.; Maier, M.; Schlipf, M.; Sich, D.; Frick, A.: Mit neuartigen PTFE-Fertigungsverfahren zu innovativen Dichtungslösungen. 16. ISC, Stuttgart 2010
- 5 Wagner, D.: Tribologisch wertvoll. *KEM* (2010) 6, S. 40–41

DIE AUTOREN

DR. CLAUDIA STERN, geb. 1975, ist als Produktmanagerin für Moldflon bei der ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH, Bietigheim-Bissingen, tätig.
 MARTIN MAIER, geb. 1967, ist als Vertriebsmitarbeiter für Moldflon bei ElringKlinger tätig.

SUMMARY

THE FREEDOM OF FLUOROPOLYMERS
 PTFE HIGH-PERFORMANCE POLYMERS. Chemical resistance, working temperatures up to 260°C and exceptional slip properties: An injection moldable fully fluorinated polymer combines these properties with a high degree of design freedom. This PTFE high-performance polymer and its customized compounds therefore open a new dimension in potential applications and cost effective system solutions.

Read the complete article in our magazine *Kunststoffe international* and on www.kunststoffe-international.com