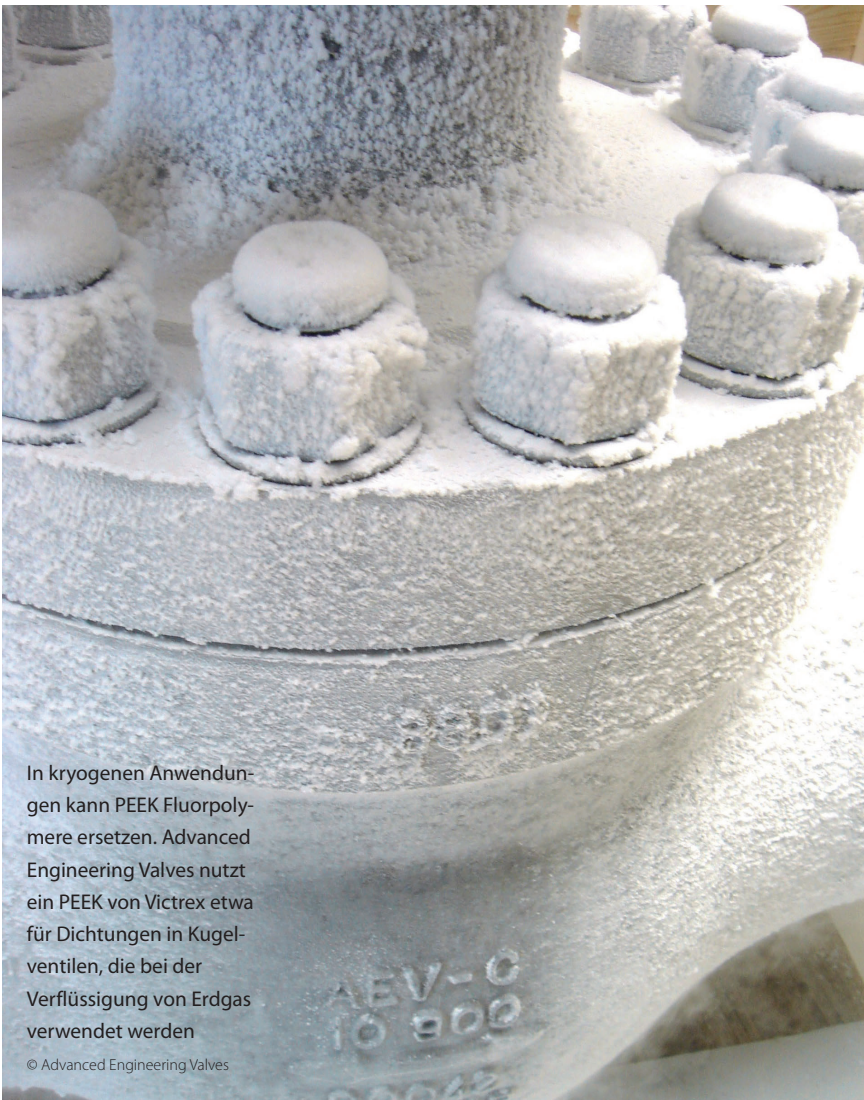


Effizient auch in rauen Umgebungen

Polyetheretherketon (PEEK): Leistungssteigerender Ersatz für Metalle und andere Polymere

Viele Branchen treibt die Suche nach Materialien für gestiegene Leistungsanforderungen und verbesserte Kosteneffizienz an. Gleichzeitig rücken gesellschaftliche und ökologische Trends in den Vordergrund. Dazu zählen die Reduzierung der CO₂-Emissionen und die Unterstützung einer alternden Bevölkerung. Wegen seiner Eigenschaften kommt dafür immer öfter der Hochleistungskunststoff Polyetheretherketon zum Einsatz.



In kryogenen Anwendungen kann PEEK Fluorpolymere ersetzen. Advanced Engineering Valves nutzt ein PEEK von Victrex etwa für Dichtungen in Kugelventilen, die bei der Verflüssigung von Erdgas verwendet werden

© Advanced Engineering Valves

Anders als die Standard- und technischen Kunststoffe sind Polyetheretherketone (PEEK) Hochleistungspolymere, die sich an der Spitze der Polymerpyramide befinden und sich sehr gut für anspruchsvolle Umgebungen eignen, in denen typischerweise Metalle ersetzt werden. Das liegt an ihrem besonderen

Eigenschaftsprofil wie geringem Gewicht, hoher Festigkeit und sehr guter Dimensionsstabilität. Hinzu kommen hohe Widerstandsfähigkeit gegen Verschleiß, hohe Temperaturen, Ermüdung und aggressive Chemikalien.

PEEK kann deshalb eine Vielzahl wichtiger technischer Anforderungen gleich-

zeitig unterstützen. Z.B. wird in der Öl- und Gasindustrie der Zugang zu neuen und unkonventionellen Ressourcen immer schwieriger und anspruchsvoller. Die Exploration und Förderung dieser Rohstoffe müssen sicher sein. Im Betrieb der Anlagen sind Beständigkeit gegen aggressive Chemikalien, hohe Festigkeit und Leistungsfähigkeit auch bei extremen Temperaturen erforderlich. Dafür sind Materialien notwendig, die diese Anforderungen erfüllen, sonst müssen Kompromisse im Leistungsumfang oder der Lebensdauer der technischen Komponenten eingegangen werden. Bei medizinischen Implantaten gehören Biokompatibilität, Verschleißfestigkeit und ein Elastizitätsmodul ähnlich dem von Knochen zu den wichtigsten Leistungskriterien.

Der PEEK-Hersteller mit der weltweit höchsten Produktionskapazität von mehr als 7000 t/a ist Victrex, Thornton-Cleveleys/Großbritannien. Die Unternehmensgruppe konzentriert sich auf PEEK-Produkte für den industriellen Bereich und PEEK-Polymerlösungen für implantierbare Medizinanwendungen. Sie entwickelt nicht nur neue Kunststofftypen, sondern auch Produktformen und Bauteile für ausgewählte Branchen und Anwendungen, die von den industriellen Lieferketten ansonsten nicht oder nur in sehr begrenztem Umfang abgedeckt werden.

Die Transportindustrie ist einem grundlegenden Wandel unterworfen. Die zuständigen Behörden fordern CO₂-effizientere Lösungen und das Umweltbewusstsein der Kunden wächst. In der Folge gab es viele Neueinführungen von batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen (BEV), Plug-in-Hybrid-Fahrzeugen (PHEV), Hybrid-Elektrofahrzeugen (HEV), eVTOL (Electric Vertical Take-off and Landing, also elektrisch angetriebene Fluggeräte, die senk-

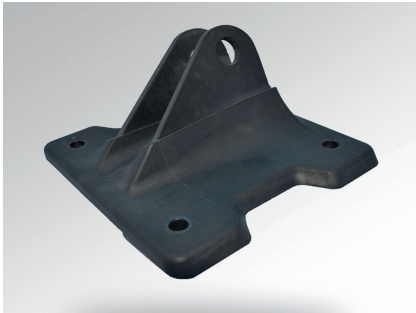


Bild 1. Prototyp einer Halterung für Flugzeugkabinen: Das Bauteil wurde im Hybrid-Overmolding-Verfahren hergestellt und spart im Vergleich zu dem ursprünglichen Bauteil aus Aluminium 50 % an Gewicht ein © Victrex

recht starten und landen können) und Elektrobussen, E-Scootern und E-Bikes.

In einer Vielzahl von Anwendungen im Motorraum wird PEEK bereits von OEM und Tier-1-Lieferanten als Material eingesetzt, um die Effizienz zu steigern. In Antrieben kann z. B. eine elektrische Isolierung auf Basis von PEEK dazu beitragen, das Wärmemanagement zu verbessern, einen zuverlässigeren Betrieb zu ermöglichen und die Systemgesamtkosten zu senken. Bei tribologischen Anwendungen wie Dichtringen oder Anlaufscheiben bietet PEEK aufgrund seiner Beständigkeit gegenüber aggressiven Medien und seiner sehr guten Verschleißfestigkeit eine längere Lebensdauer der Komponenten und übertrifft nicht nur Metalle, sondern auch andere Polymere. Funktionsintegration und Miniaturisierung auf kleinerem Raum trotz hoher Belastungen und Temperaturen sind mit PEEK möglich.

NVH-Schwierigkeiten (Noise, Vibration, Harshness), etwa das Rasseln und Heulen von Metallzahnradern in Massenausgleichssystemen, Kurbelantrieben, Pumpen- und Zusatzantrieben, lassen sich z. B. mit passenden Polymeren um bis zu 50 % reduzieren. Im Vergleich zu verspannten Zahnradern aus Sintermetall weisen in enger Zusammenarbeit mit Kunden entwickelte Zahnradern aus dem PEEK Victrex HPG (High-Performance Gears) ein geringeres Gewicht und Trägheitsmoment auf, was zu einer verbesserten Systemeffizienz beiträgt und die Gesamtsystemkosten senkt. Darüber hinaus haben umfangreiche Tests zur Dauerfestigkeit gezeigt, dass diese Polymerzahnradern die hohen und dynamischen Belastungen von Massenausgleichssystemen verkraften können und gleichzeitig die bereits erwähnten Vorteile für ein Fahrzeug bieten. Die deutliche Gewichtsersparnis beim Wechsel von einem Metall zu einem solchen Polymer ist ein zusätzlicher Vorteil.

Hybrid-Overmolding-Verfahren

Auch in der Luftfahrtindustrie kommt PEEK zum Einsatz. Reduziertes Gewicht, standardisierte Teile, optimierte Fertigung und potenzielle Einsparungen bei der Installation waren etwa die Ziele von Safran Cabin, Huntington Beach/Kalifornien/USA, und Victrex bei der Entwicklung von thermoplastischen Verbundteilen für Flugzeuge. Dafür wurde der thermoplastische Verbundstoff Victrex AE 250 mit PEEK umspritzt. Dieses Hybrid-Overmolding-Verfahren ist eine skalierbare

und reproduzierbare Technologie. Sie soll Kunden im kommerziellen Flugzeugbau helfen niedrigere Ausschussraten, schnellere Zykluszeiten, Teilekonsolidierung und eine Reduzierung der sekundären Fertigungsschritte zu erreichen. Aufwendige Prüfverfahren und strenge Qualifizierungsprogramme zeigen, dass entsprechende Strukturbauteile aus Victrex AE 250 den hohen mechanischen Belastungen in Flugzeugen standhalten können. Eine flexible Plattform wurde entwickelt, um die Planungs- und die Markteinführungszeit verschiedener Halterungen (Brackets) zu verkürzen. Im Vergleich zum ursprünglichen Aluminiumbauteil konnten beim Prototyp einer Halterung für die Flugzeugkabine (**Bild 1**) z. B. bis zu 50 % Gewichtsersparnis, 20 % Kosteneinsparungen und ein etwa fünffach besseres Buy-to-Fly-Verhältnis erzielt werden. »

Die Autorin

Beate Sauer ist PR & Marketing Communications Manager bei Victrex in Deutschland; bsauer@victrex.com

Service

Digitalversion

» Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/2020-10

English Version

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

KÖPP
experts in foam



ZELLPOLYETHYLEN

direkt vom Hersteller

- » sehr geringe Emissionen
- » Automotive Qualitäten
- » Selbstverlöschende Qualitäten
- » Halogenfreie Qualitäten
- » 8 verschiedene Farben
- » Leitfähig
- » Ableitfähig
- » EVA

Dichten • Dämmen • Isolieren • Filtern

KOEPPcell®

KONTAKT

Tel.: +49 241 16605-0
E-Mail: sales@koep.de
Web: www.koep.de



Your solutions
in foam





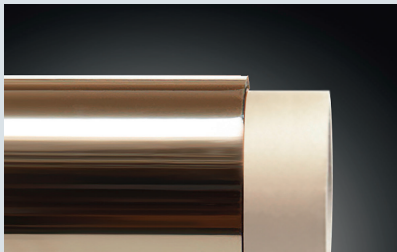
Bild 2. CMP-Ringe werden in der Halbleiterfertigung eingesetzt. Aus PEEK gefertigte Ringe können deutlich länger verwendet werden

© Victrex



Bild 3. FOUP-Behälter schützen in der Halbleiterfertigung Wafer vor Kontaminationen. Wegen der hohen Beständigkeit von PEEK gegenüber Chemikalien und hohen Temperaturen eignet es sich dafür sehr gut © Mirai

Ultradünne Membranen



© Victrex

Speziell für die Mikrolautsprecher in Mobilgeräten wie Smartphones sowie für Kopfhörer hat Victrex eine Produktreihe ultradünner APTIV-DBX-Folien aus PEEK entwickelt. Die Folien besitzen eine engere Dicktoleranz und erreichen dadurch eine gleichmäßigere Foliendicke. Das versetzt sowohl Laminierer als auch Lautsprecherhersteller und OEMs in die Lage, die Produktionskonsistenz und den Durchsatz zu verbessern, und hilft dabei, die Anforderungen an Qualität, Zuverlässigkeit und Leistung zu erfüllen. Die Folien sind in Dicken von 3 bis 6 µm erhältlich und können sowohl das Klangerlebnis als auch die Zuverlässigkeit von Mikrolautsprechern deutlich verbessern.

Die Luftfahrtindustrie investiert seit einigen Jahren außerdem verstärkt in die Entwicklung fliegender Taxis oder eVTOL-Flugzeuge für den urbanen Verkehr. Für Strukturelemente von eVTOL werden leichte Verbundwerkstoffe in Betracht gezogen. Im Gegensatz zu duroplastischen Verbundstoffen haben thermoplastische Verbundprodukte, die z.B. auf Kompositen aus Victrex AE 250 basieren, ein ähnliches Gewicht wie Duroplaste, bieten jedoch zusätzliche Vorteile. Sie können schneller produziert werden, benötigen weniger Infrastruktur für die Herstellung, sind recycelbar, verwenden keine Lösungsmittel und können vor der Verarbeitung bis zu zehn Jahre gelagert werden.

In der Halbleiterindustrie ist die Entwicklung und Produktion kleinerer und schnellerer Chips mit mehr Datenspeicher und höherer Funktionalität ein allgegenwärtiger Trend. Hohe Stückzahlen in der Serienproduktion und eine kürzere Markteinführungszeit sind zusätzliche Anforderungen. Die Miniaturisierung führt zu bis zu 5 nm kleinen Knotenpunkten und kann Chips anfälliger für Beschädigungen während der Verarbeitung machen. Eine längere Betriebszeit, weniger Ausfallzeiten und eine Produktivitätsstei-

gerung von bis zu 3 % können z.B. durch die Verwendung von CMP-Ringen aus PEEK erreicht werden (**Bild 2**). Das Material ist im Vergleich zu Polyphenylsulfid (PPS) ca. doppelt so verschleißfest. CMP-Ringe aus PEEK funktionieren nachweislich bis zu zweimal länger als solche aus PPS, bevor ein Austausch erforderlich ist.

Reduzierte Abkühlzeit bei Halbleitern

Darüber hinaus ermöglicht die hohe Temperaturbeständigkeit von PEEK den hohen Temperaturen von bis zu 260 °C bei der Herstellung von Halbleitern und anderen elektronischen Komponenten standzuhalten, und das potenziell im Kontakt mit aggressiven Chemikalien. Physikalische Gasphasenabscheidungs- (PVD) und Anodisierungsprozesse können dadurch dieselben Prozesswerkzeuge verwenden, ohne dass ein ermüdender Verschleiß zu befürchten ist. Das kann wiederum die Fertigungsproduktivität verbessern, indem die Abkühlzeit verkürzt wird.

Konstrukteure der Halbleiterindustrie greifen auch zu PEEK, um Ertragsverbesserungen bei der Herstellung zu erzielen. Sie setzen den Kunststoff u. a. für spezielle Behälter ein, sogenannte Front Opening

Durch den Vergleich von Realität und Simulation führen virtuelle Optimierungen an Formteil, Werkzeug und Spritzprozess zu minimalsten Formteilabweichungen.

SIMULATION

ENGINEERING

INDUSTRIELLE MESSTECHNIK

www.units.ch

units[®]
DIE EINHEIT FÜR IHREN ERFOLG



Bild 4. PEEK sorgt bei Retikeln für eine geringere Ionenverunreinigung und verhindert die Trübungsbildung © Gudeng



Bild 5. Lüfterlaufrad für Staubsauger: Durch die Eigenschaften von PEEK behält dieses auch bei sehr hohen Drehzahlen seine Form © Victrex

Unified Pods (FOUP), die dazu dienen Wafer von der Reinraumluft isoliert zu halten, wegen der unterschiedlichen Reinheitsklassen inner- und außerhalb der FOUP, und die Wafer sicher in einer kontrollierten Umgebung zu halten (**Bild 3**). Wafer sind Scheiben auf denen in der Halbleiterfertigung die integrierten Schaltkreise, die Mikrochips, hergestellt werden. Die FOUP werden auch genutzt, um Wafer sicher zwischen Fertigung und Vermessung zu transferieren.

Kontaminationen bei Wafern vermeiden

Neben herkömmlichen Präventionsmaßnahmen zur Vermeidung von Partikelkontamination verwenden FOUP und Waferträgern PEEK, um die SECC (Surface Environment Contamination Control) der Wafer sicherzustellen. SECC bezeichnet eine Kontrollanforderung, die Kontaminationen durch organische und anorganische Stoffe selbst auf molekularer Ebene ausschließen soll. Aufgrund seiner inerten Eigenschaften, Langlebigkeit und hohen chemischen Beständigkeit kann PEEK dazu beitragen, diese Herausforderungen effizient zu lösen. Darüber hinaus ermöglicht die Temperaturbeständigkeit von PEEK die Handhabung heißer Wafer. Das trägt zu kürzeren Abkühlzeiten der Wafer bei und erhöht durch die effizientere Nutzung der Anlage die Produktivität der Halbleiterherstellung. Bei der Handhabung von Retikeln (Fotomasken) führt PEEK zu einer geringeren Ionenverunreinigung und zur Verhinderung der Trübungsbildung auf den Retikeln (**Bild 4**). Die geringere Ausgasung ermöglicht zudem, dass diese auch in einer Mini-Umgebung mit geringem Kontaminationsrisiko gelagert werden können.

Immer mehr Menschen nutzen audiovisuelle Medien wie Videos, Musik und

Spiele auf ihren Smartphones und anderen Mobilgeräten. Die Elektronikindustrie steht in diesem hart umkämpften Markt daher vor der Herausforderung, verbesserte Mikrolautsprecher mit höherer Qualität und Leistung herzustellen. Sie sollen eine bessere Tonwiedergabe und einen breiteren Frequenzbereich unterstützen, um ein lauterer und satterer Klangerlebnis zu bieten, ohne die Funktionalität des Geräts zu beeinträchtigen. Um hervorragende Klangergebnisse von Mikrolautsprechern zu erzielen, spielen Membranen mit einer Dicke von wenigen Mikrometern eine Schlüsselrolle. Allerdings kann schon eine geringfügige Variabilität der Folien- und Membrandicke zu Beeinträchtigungen der akustischen Leistung und Zuverlässigkeit führen. Eine verbesserte Materialqualität und ein umfassendes Know-how in Bezug auf Konstruktion und Verarbeitung sind z.B. erforderlich, um solche Defekte zu vermeiden. Gefertigt werden solche Membranen mittlerweile ebenfalls aus PEEK (**siehe Kasten**).

In Haushaltsgeräten ermöglicht PEEK leichtere und kleinere Bauteil-Designs und kann als Ersatz für Metalle die Kosten der Bauteile senken. Das zeigen z.B. Fortschritte bei Staubsaugern, um die Anforderungen bezüglich Effizienz und Geräuschemission zu erfüllen. Die Flexibilität bei der Verarbeitung der Spritzgieß-PEEK-Polymere von Victrex hat es den Staubsaugerdesignern ermöglicht, sehr dünnwandige Komponenten mit dennoch sehr hoher Dimensionsstabilität herzustellen, um neue Ansätze für das Design kleinerer und dennoch leistungsstarker Staubsaugerkomponenten zu erforschen.

Durch PEEK sind etwa Laufräder für Staubsauger möglich, die in einigen Fällen Drehzahlen von über 100.000 U/min erreichen (**Bild 5**). Düsentriebwerke zum »



Fakuma
VIRTUELL 2020

VISIT US
ONLINE AT OUR
FAKUMA-VIRTUAL
SHOWROOM:

[fakuma-messe.de/
fakuma-virtuell](http://fakuma-messe.de/fakuma-virtuell)

Laser Plastic Welding



Evosys Laser GmbH, Germany
www.evosys-group.com

WIR SETZEN STANDARDS:
DAS ORIGINAL UNTER DEN NORMALIEN.



/ SIND IHRE NORMALIEN
VON GESTERN?
JETZT WECHSELN
UND SPAREN!



WECHSELEINSÄTZE AB 2,50 EUR*

Profitieren Sie jetzt von unserer traditionellen Sonderaktion vom 12.10.2020 – 28.02.2021 und stellen Sie Ihre Normalien auf 2021 um.

Bestellen Sie jetzt telefonisch unter **06021 8 00 88**, per Fax unter **06021 451 181 8** oder im Web auf: www.opitz-gmbh.de/aktion

*Gültig für Deutschland und ab einer Bestellung von mindestens 10 Wechseleinsätzen.

IM AKTIONSZEITRAUM
Stelleinsätze für Raster ab 6,90 €*

Opitz GmbH | Magnolienweg 34 | 63741 Aschaffenburg
info@opitz-gmbh.de | www.opitz-gmbh.de



EJS

YOUR GO-TO
MANUFACTURER AND
PARTNER FOR SCREW BARREL

Schnecken
und
Zylinder



E.J.S INDUSTRY CO., LTD

Haishu District, Ningbo, China 315000
+86-574 8306 5911
+86-137 3615 8017
+86-574 8306 5601
sales@ejchina.com
echo@ejchina.com

www.ejchina.com

PUT EJS
TO THE CHALLENGE FOR YOUR
SINGLE AND TWIN
SCREWS BARRELS

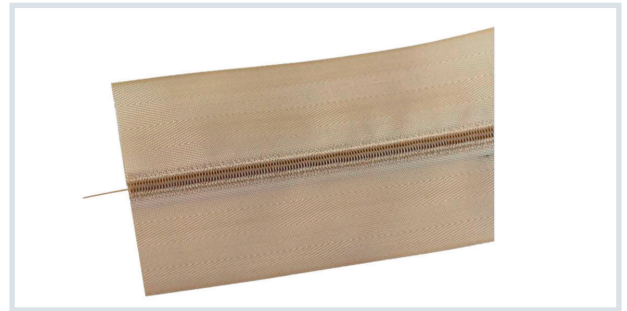


Bild 6. Spiralverschlussystem für Förderbänder aus Zyex-Fasern von Victrex: Der Einsatz von PEEK trägt zur längeren Lebensdauer der Bänder bei © Victrex

Vergleich drehen nur mit ca. 15 000 U/min. Das Verhältnis von Steifigkeit zu Gewicht des Materials ermöglicht es dem Laufrad, seine Form bei diesen hohen Drehzahlen beizubehalten, was zu einer stärkeren Saugleistung im Vergleich zu duktileren Materialien führen kann. Außerdem ist das Hochleistungspolymer beständig gegen eine Vielzahl von Haushaltschemikalien, Feuchtigkeit und Hitze und kann das Gewicht von Teilen und die Größe der benötigten Motoren und Komponenten reduzieren. Das Spritzgießen trägt zu potenziellen Kosteneinsparungen für Hersteller im Vergleich zur Bearbeitung von Teilen aus Metall bei. Es ermöglicht außerdem eine schnelle Skalierung neuer Konstruktionen, eine kürzere Zeit bis zur Produkteinführung und eine schnellere, weniger kapitalintensive Skalierung der Fertigung.

In der Öl- und Gasindustrie trägt PEEK z.B. zur Herstellung von zuverlässigen Dichtungen bei. Advanced Engineering Valves (AEV), Verviers/Belgien, suchte etwa nach zuverlässigeren Dichtungen, um den Anforderungen bei extrem kalten Temperaturen beim Komprimieren und Verflüssigen von Erdgas gerecht zu werden. Nach erfolgreichem Bestehen des Design Validation

Testing (DVT), das gemäß den „Shell Material- und Ausrüstungsstandards und -codes (MES) bei AEV durchgeführt wurde, entschied sich das Unternehmen, das kryogene Polymer Victrex CT 100 in seinen Kugelventilen der Klasse 900 einzusetzen (**Titelbild**). Die 2XC genannten Kugelventile erfüllen sehr strenge Anforderungen und können die Betriebskosten aufgrund ihrer hohen Zuverlässigkeit im kryogenen Betrieb senken.

Viele Dichtungsanwendungen in kryogenen Temperaturbereichen wurden bisher mit Fluorpolymeren umgesetzt. Die kryogene PEEK-Serie von Victrex verfügt allerdings über ein Eigenschaftsprofil im Temperaturbereich von -196 bis 200 °C, das Fluorpolymere nicht bieten können. In diesem Temperaturbereich ist die chemische Beständigkeit zwar weiterhin wichtig, aber andere Aspekte wie Kriechbeständigkeit, Zähigkeit bei niedrigen Temperaturen und tribologische Leistung sowie thermische Eigenschaften wie Leitfähigkeit und Ausdehnung sind für Anwendungen wie Ventilsitze und Packungen wichtiger und sprechen für den Einsatz des kryogenen PEEK.

In der Lebensmittelverarbeitung sind Materialien notwendig, die für den Kon-

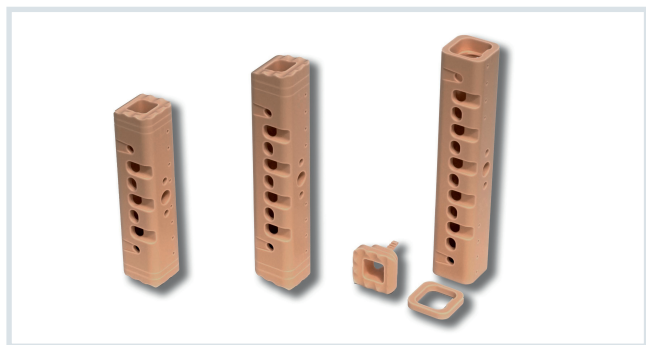


Bild 7. Boxcar-Implantate ersetzen gebrochene Halswirbel. Die Hydroxylapatit-Komponente in dem verwendeten PEEK fördert die Bildung von Knochen und kann dadurch die Heilung verbessern

© Jalex Medical

takt mit Lebensmitteln und Wasser zertifiziert sind. Lippert International, Nassau/Bahamas/USA, entschied sich für Zyex Fasern aus PEEK von Victrex für seine Spiralverschlussysteme für Förderbänder (Bild 6). Das hochreine Material ist gemäß den Vorschriften der US-amerikanischen Food and Drug Administration (FDA), der Europäischen Union (EU) und der Kunststoff-Trinkwasser-Verordnung (KTW) des Umweltbundesamts für Hygieneartikel und Lebensmittel zertifiziert.

Beständig gegen Abrieb und Hydrolyse

Es verfügt über die Festigkeit und Zuverlässigkeit, die für den Einsatz in Anwendungen unter sehr harten Bedingungen erforderlich sind, einschließlich thermischer Beständigkeit mit einem kontinuierlichen Einsatzbereich von -60 bis 260 °C sowie hoher chemischer Beständigkeit auch bei sehr hohen Temperaturen. Darüber hinaus kriecht das Material nur sehr wenig und verfügt über eine hohe Abrieb- und Hydrolysebeständigkeit. Diese Eigenschaften ermöglichen eine verlängerte Lebensdauer des Bands, während ein abnehmbares Stiftdesign bei jeder Reinigung stundenlange Ausfallzeiten erspart. Das PEEK-Befestigungssystem ist zu 100 % nichtmetallisch. Das ermöglicht beim Röntgenscan potenzielle metallische Verunreinigungen in der Lebensmittelverarbeitung aufzuspüren und zu vermeiden.

Weltweit wurden über neun Millionen medizinische Implantate aus Polymeren der PEEK-Optima-Serie implantiert. Allein in den USA hat die FDA mehr als 500 medizinische Implantate aus dem Kunststoff zugelassen. Das Material von Invibio Biomaterial Solutions, Thornton-Cleveleys/Großbritannien, einem zur Victrex-Gruppe gehörenden Unternehmen, wird u. a. für Wirbelsäulen-, Trauma-, or-

thopädische und zahnmedizinische Anwendungen eingesetzt.

Knochenwachstum unterstützen

Eine davon ist das VBR-System (Vertebral Body Replacement) „Boxcar“ (Bild 7) von Omnia Medical, Morgantown/West Virginia/USA. Das System wurde für die Verwendung bei Verfahren zur zervikalen Korpektomie entwickelt, d.h. als Ersatz für einen kollabierten, beschädigten oder instabilen Wirbelkörper in der Halswirbelsäule. Das Implantat ist in zwei Größen erhältlich und ermöglicht die Feineinstellung von Höhe und Lordose durch Abstandhalter und Endplatten. Das spezifische Design kann außerdem die Bildung von neuem Knochen fördern. Die Hydroxylapatit-Komponente (HA) in dem PEEK Optima HA Enhanced ist ein osteokonduktives Material, d.h. es verbessert die Knochenanlagerung. Das Polymer bietet im Gegensatz zu den früher eingesetzten Metall- oder Netzkäfigen ein Elastizitätsmodul ähnlich dem von Knochen. Es erlaubt außerdem eine gute Bildgebung, die eine ungehinderte Sicht während und nach dem Eingriff ermöglicht.

In Zukunft könnte PEEK in der Medizintechnik für vernetzte elektronische Medikamentenverabreichungssysteme interessant werden. Diese haben das Potenzial, die Behandlungskosten zu senken und die Behandlungsergebnisse zu verbessern.

Industrieübergreifend wird die Suche nach den richtigen Materialien, um mehrere Anforderungen gleichzeitig zu erfüllen, weitergehen. Als robuste Alternative zu anderen Polymeren und vor allem zu Metallen stellen leistungsstarke thermoplastische Lösungen auf PEEK-Basis für viele Anwendungen und Branchen eine entsprechende Lösung dar. Aufgrund ihrer sehr guten Eigenschaften werden sie bei vielen Produkten der nächsten Generation eine wichtige Rolle spielen. ■

Konjunkturpaket

NEU, BESSER & GÜNSTIGER:

**Einzeldüse
Basic DB-R**



- › Hochwertiges Titangehäuse
- › Energieeffiziente Direktbeheizung
- › Spitzentyp & Material konfigurierbar
- › Werktags 24 h Lieferung möglich
- › Ab 599,00 EURO

**Jetzt entdecken & anfragen:
witosa.de/#online-anfrage**

witosa
www.witosa.de