

# Flüssigkristalline Polymere (LCP)

## Mit speziellen Eigenschaften in wachsende Anwendungsgebiete

Flüssigkristalline Polymere (LCP) werden nach wie vor überwiegend in elektronischen Bauteilen verwendet. Doch auch in der Medizintechnik kommen LCP zunehmend zum Einsatz und überzeugen dort mit ihrem charakteristischen Eigenschaftsprofil.

Flüssigkristalline Polymere, im Englischen auch als Liquid Crystal Polymers, kurz LCP, bezeichnet, gehören zu der Werkstoffklasse der Hochleistungskunststoffe. Sie unterscheiden sich von teilkristallinen Kunststoffen durch ihre besondere Molekularstruktur, die aus starren, stabförmigen Makromolekülen besteht, welche sich in der Schmelze parallelisieren und flüssigkristalline Strukturen ausbilden.

Das charakteristische Eigenschaftsprofil und Verhalten flüssigkristalliner Polymere ist so unterschiedlich zu dem anderer Kunststoffe, dass LCP auch als eigene Polymerklasse betrachtet werden können. Dennoch sind diese Verbindungen mit allen herkömmlichen Kunststoffverarbeitungsmethoden, wie etwa Spritzgießen, Extrudieren, Coextrudieren und Tiefziehen, zu verarbeiten.

Flüssigkristalline Polymere bieten ein typisches Eigenschaftsspektrum, wie es von anderen Kunststoffen in spezifischen Anwendungen und speziellen Marktsegmenten kaum erreicht werden kann (**Tabelle 1**). Diese besonderen Eigenschaften erklären sich aus dem Aufbau und der Ordnungsstruktur der Polymergruppen. Die großen, hochgeordneten, faserförmigen, kristallinen Stränge, die sich in einer Matrix aus dem gleichen Polymer befinden, sind die Ursache der herausragenden Eigenschaften [1]. Insbesondere die gute Fließfähigkeit, die hohe Festigkeit bei dünnen Wandstärken, die Wärmeformbeständigkeit und die inhärente Flammwidrigkeit sind Eigenschaften, welche etwa die Anforderungen elektronischer Bauteile erfüllen. Eine weitere Schlüsseleigenschaft ist die Beständigkeit gegenüber Strahlung und Gasen, etwa beim Sterilisieren: das ist beispielsweise beim Einsatz in chirurgischen Instrumenten

wichtig. Ein Hersteller nadelloser medizinischer Spritzen schätzt, dass durch den Einsatz spritzgegessener LCP-Formteile 75% des Gewichts und 50% der Kosten im Ver-

derungen von dünnwandigen Präzisionsteilen hinaus. Attribute wie eine optisch ansprechende Oberfläche mit großer Farbvielfalt, gute Antihafwirkung und Bestän-



Für das OLED-Lichtelement Orbeos Air (Hersteller: Osram AG, München) kam ein LCP-Typ zum Einsatz, der für die Herstellung von Molded Interconnect Devices (MID) geeignet ist (Bild: Osram Opto Semiconductors)

gleich zu automatisch gefertigten Metallteilen eingespart werden können.

### Kurze Zykluszeiten, stabile Bauteile

Weitere Eigenschaften dieser Hochleistungskunststoffe kommen vielen Anwendungen zugute. Dazu zählen der niedrige lineare Wärmeausdehnungskoeffizient (CLTE), eine hohe Chemikalienbeständigkeit sowie gute Steifheit und Zähigkeit.

Die Leistungsfähigkeit neuerer Typen dieser Kunststoffklasse geht über die Anfor-

derungen gegen Reinigungsmittel, machen Produkte aus LCP auch für traditionelle Einsatzgebiete von Metall, wie die Herstellung von Koch- und Backgeschirr, attraktiv.

LCP eignen sich gut für die Verarbeitung im Spritzgießverfahren. Niedrige Wärmeenthalpie und Viskosität des Polymers ermöglichen durch geringe Kühl- und schnelle Einspritzzeiten kurze Zykluszeiten. Die fertigen Formteile haben eine geringe Schwindungs- und Verzugneigung und weisen daher eine hohe Dimensionsstabilität auf.

Elektronik / Elektrotechnik	Verpackung	Koch- und Backgeschirr
gute Fließfähigkeit bei geringer Wanddicke Dimensionsgenauigkeit Wärmeformbeständigkeit Flammwidrigkeit	hervorragende Barriereigenschaften Steifigkeit Festigkeit	gute Antihafteffekte Einsatztemperaturen von -196 °C bis +280 °C Steifigkeit Verzugsarm spülmaschinenfest
Technische Fasern	Automobilindustrie	Medizintechnik
hochfeste Fasern mit guten Dämpfungseigenschaften sehr gute Stich- und Schnittfestigkeit der Fasern geringe Abrasion geringe Feuchtigkeitsaufnahme	gute Fließfähigkeit bei geringer Wanddicke Kraftstoffbeständigkeit Temperaturbeständigkeit geringe Ausgasung	gute Fließfähigkeit bei geringer Wanddicke Chemikalienbeständigkeit Sterilisierbarkeit Steifigkeit, Festigkeit
Telekommunikation	Lampenindustrie	
gute Fließfähigkeit bei geringer Wanddicke Dimensionsgenauigkeit Festigkeit Steifigkeit	gute Fließfähigkeit bei geringer Wanddicke Temperaturbeständigkeit geringe Ausgasung	

**Tabelle 1.** Leistungsmerkmale nach Marktsegmenten (Quelle: Celanese Engineered Materials)

Flüssigkristalline Polymere werden somit nicht mehr nur in elektronischen Anwendungen, sondern zunehmend in verschiedenen Branchen eingesetzt, von der Medizintechnik über Konsumgüter und bis hin zu industriellen Anwendungen.

### *Kontinuierliches Wachstum erwartet*

Der Herstellermarkt für LCP ist seit Jahren stabil. Die größten Hersteller sind Sumitomo Chemical Industry Ltd., Tokio/Japan, mit der Marke Sumikasuper; Solvay S.A., Brüssel/Belgien, mit Xydar und Celanese Engineered Materials, Sulzbach, mit Vectra und Zenite sowie Polyplastics Co., Ltd., Tokio/Japan, mit Laperos. Für ein umfassendes Angebot an allen großen Märkten, wie Elektro/Elektronik, Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrtindustrie, wird eine breite

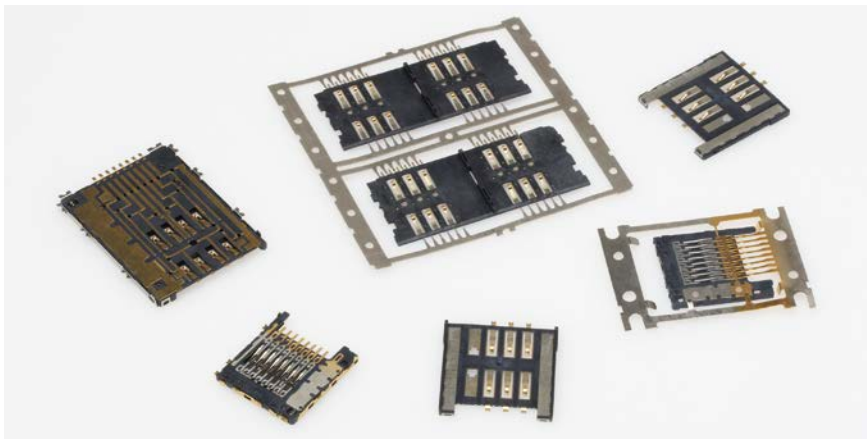
Palette unterschiedlicher Typen des Hochleistungskunststoffs angeboten. 2017 erwartet man einen weltweiten Bedarf von etwa 50000t. Als Tendenz wird ein kontinuierliches Wachstum von etwa 5–6% pro Jahr für den LCP-Markt erwartet. Der Anwendungsschwerpunkt liegt dabei weiterhin im Bereich Elektro und Elektronik.

Flüssigkristalline Polymere sind umweltfreundliche Werkstoffe. Sie sind inhärent flammwidrig, kommen daher ohne zusätzliche Flammschutzmittel wie Halogene aus. So sind für Elektronikbauteile keine Schwermetalle, Chloride oder Bromide notwendig. Das Polymer ist recycelbar und mit 50% Rezyklat von UL 94 V-0 gelistet. Durch die Zulassungen von UL kann es in den USA und Kanada und, durch die VDE Zulassungen, in Europa verwendet werden.

### *Vom Chip bis zum Auto*

Durch die niedrige Schmelzeviskosität lassen sich Bauteile mit geringen Wanddicken realisieren. Dadurch kann Material eingespart werden und weitere Minimalisierungen sind möglich. Das senkt die Produktionskosten, was beispielsweise für die Elektro- und Elektronikbranche interessant ist. LCP-Kunststoffe sind somit auch für die Herstellung von Notebooks, Mobiltelefonen, Tablets und Flachbildfernsehern, im Besonderen für Steckverbinder, Chip-Sockel und Speicherkarten und für spezielle Elektrik-Anwendungen, wie z. B. Lampenfassungen geeignet (**Bild 1**). Über 80% des weltweiten LCP-Verbrauchs findet in Asien statt.

Die stetigen Ansprüche an Komfort und Sicherheit steigern den Einsatz »



**Bild 1.** SIM-Karten-Halter aus LCP profitieren von der extremen Fließfähigkeit des Werkstoffs, der lange, dünne, komplizierte Fließwege bei minimaler Verzugsneigung ermöglicht

von Elektronikbauteilen im Auto. Erfahrungen und Anwendungen aus den LCP-Bauteilen der Elektrik/Elektronik können nun für die Autos adaptiert werden. Der Trend der Gewichtsreduktion und Miniaturisierung lässt immer mehr Hersteller auch hier auf die flüssigkristallinen Polymere zurückgreifen.

### MID für flaches Design

Die Nutzung von Hochtemperaturthermoplasten und deren strukturierte Metallisierung eröffnen der Elektronikindustrie neue Möglichkeiten der Fertigung von Schaltungsträgern (3D Molded Interconnected Devices). Die MIDs sind Formteile mit integrierter Leiterbahnstruktur.

Das LCP eignet sich für die Laser-Direktstrukturierung (LDS), für hochbeanspruchte Bauteile bei dem die techni-

schen Rationalisierungspotenziale gegenüber Leiterplatten ausgeschöpft werden können. Sensoren, Mikrofon-, Kamera- und Lichtmodule erhalten mit dem Laser sehr feine Leiterbahnstrukturen, die nach dem Metallisieren direkt mit Bauteilen bestückt werden können. Durch Strukturierung mit dem Laserstrahl erhält man sehr feine Leiterbahnstrukturen und ist beim Design derselben sehr flexibel. Aber auch für das MID-Verfahren mit zwei Komponenten (2K-MID) wird der Hochleistungskunststoff wegen des niedrigen Ausdehnungskoeffizienten und der niedrigen Schwindung eingesetzt. Mit dieser Technik hergestellte Sensorsysteme aus LCP zeigten eine deutliche Bauraumreduzierung gegenüber der konventionellen Leiterplattentechnik.

### Lichtanwendungen bleiben treibende Kraft

Mit der erhöhten Temperaturanforderung von Xenon-Licht wurde LCP erstmalig als Lagerwerkstoff in einem Scheinwerfer eingesetzt. Nun ist der Werkstoff für viele weitere Lichtanwendungen in der Automobilindustrie weiter spezifiziert worden. Zunehmend kommen LCP-Kunststoffe auch in Lichtanwendungen im Haushalt und bei Designobjekten zum Einsatz. Zum Beispiel im Bereich der organischen LED-Technik (OLED) (**Titelbild**). Die Umsetzung für ein Modul mit schlankem Design und sehr flachem Gehäuse, das vollständig durch die Integration der Elektronik über Laser-Direktstrukturierung entwickelt wurde, nutzt die einleitend beschriebenen Eigenschaften des Hochleistungskunststoffs.

### Energieeffizienter Metallsatz in der Medizintechnik

Der Hochleistungskunststoff kommt weiterhin auch in Hochtemperaturanwendungen im Bereich der Medizintechnik zunehmend zum Einsatz, wie z.B. in Form von Halterungen bei der Sterilisation von chirurgischen Instrumenten oder als Griff für Klammern, Zangen etc. Das flüssigkristalline Polymer besteht sehr hohe Gebrauchstemperaturen (240 °C) und toleriert Spitzentemperaturen und spezifischen Chemikalien wie z.B. Ethylenoxid. LCP ist daher einfach zu reinigen, oxidiert oder korrodiert nicht und kann in Farben mit hoher Temperaturbeständigkeit geliefert werden.

Für Anwendungen in der Medizintechnik erfüllen verschiedene LCP-Typen die erforderlichen Normen und Zulassungen. Für Lebensmittelkontakt, Trinkwasseranwendungen und Bedarfsgegenstände gibt es LCP-Materialvarianten, die auch länderspezifischen Anforderungen gerecht werden. Kunststofftypisch können eine Vielzahl von Farben bis hin zu Effektfarben umgesetzt werden. Damit wird der Kunststoff auch ästhetischen Ansprüchen gerecht und bietet einen weiteren Vorteil gegenüber Metall.

### Fazit

Flüssigkristalline Kunststoffe kommen vielseitig zum Einsatz. Standardtypen aber auch Spezialtypen finden ihre Anwendung in vielfältigen Marktsegmenten. Das größte Einsatzgebiet bleibt jedoch die Elektro- und Elektronikindustrie. Verschiedene Leistungsmerkmale können bei den Hochleistungskunststoffen je nach Anwendung im Fokus stehen. Die Verarbeitbarkeit beispielsweise durch Spritzgießen, Tiefziehen und Extrudieren ist vielfältig und typabhängig anwendbar. Bei extremen Temperaturen und kleinen Bauteilen zeigt LCP seine Überlegenheit. Die Einsatzgebiete wachsen, besonders im Bereich der Lichtanwendungen und im Hochtemperaturbereich. Mit neuen, extrudierbaren Typen sind zukünftig auch große dünnwandige Bauteile im Thermoformverfahren möglich. Ein jährliches Wachstum von 5 bis 6% wird aufgrund wachsender Nachfrage auch weiterhin erwartet. ■

## Die Autorin

**Dipl.-Ing. (TU) Monika Taut** ist seit 1990 in verschiedenen Funktionen im Bereich Kunststoffe für die Celanese tätig.

## Service

### Literatur & Digitalversion

➤ Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/899074](http://www.kunststoffe.de/899074)

### 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)