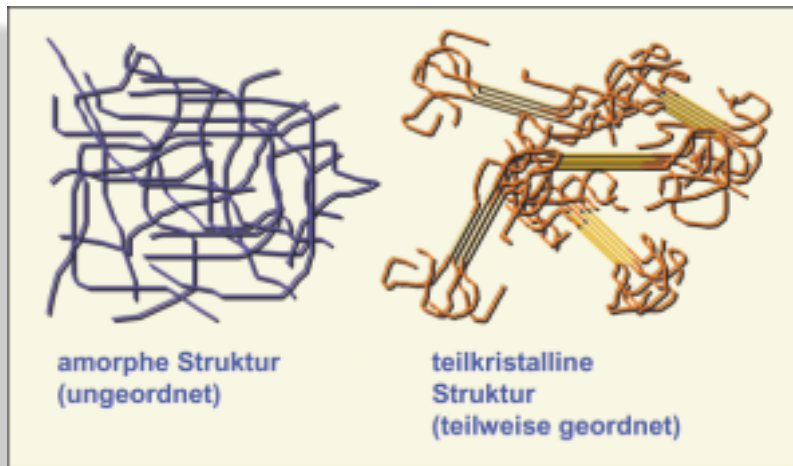


## Teilkristalline und amorphe Kunststoffe

# Deutliche Unterschiede



Bei amorphen Kunststoffen (links) haben die Makromoleküle im festen Zustand eine regellose Struktur, wogegen sich in teilkristallinen Kunststoffen beim Erstarren Kristallite bilden, in denen die Molekülketten parallelisiert sind.

Teilkristalline Kunststoffe gehen in einem engen Temperaturbereich von der Schmelze in den festen Zustand über. Daher ist das Verarbeitungsfenster kleiner als bei amorphen Kunststoffen. Ferner weisen sie eine höhere Verarbeitungsschwindigkeit auf. Diese Merkmale teilkristalliner Kunststoffe sind bei Verarbeitung und Werkzeugbau zu berücksichtigen.

Bei den thermoplastischen Kunststoffen haben Aufbau und Gestalt der Kettenmoleküle großen Einfluss auf die Struktur im festen Zustand. Wenn die Makromoleküle große Seitengruppen, zahlreiche Verzweigungen oder einen unregelmäßigen Aufbau haben, bleibt beim Abkühlen aus dem schmelzflüssigen Zustand die ungeordnete, regellose Struktur der Schmelze erhalten – diese Kunststoffe sind amorph. Beispiele dafür sind Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerisate, Polystyrol und Polycarbonat. Amorphe Kunststoffe sind glasklar (ohne Füllstoffe) und relativ spröde.

### Geordnete Mikrostruktur bei teilkristallinen Kunststoffen

Bei Kunststoffen aus glatten Makromolekülen mit regelmäßigem Aufbau bilden sich beim Abkühlen der strukturlo-

sen Schmelze in einem engen Temperaturintervall kristalline Bereiche. Dort sind die Molekülketten im Wesentlichen parallel angeordnet. Beim Kristallisationsvorgang werden Verschlaufungen und ähnliche störende Kettenstrukturen an den Rand der einzelnen Kristallite gedrängt. Deswegen bilden sich zwischen den Kristalliten ungeordnete amorphe Bereiche aus. Kunststoffe mit diesem Aufbau sind teilkristallin, Beispiele sind Polyacetale, Polyamide und die thermoplastischen Polyester (Polyethylenterephthalat, Polybutylenterephthalat).

Die Unterschiede der Struktur haben wichtige Auswirkungen auf die Eigenschaften von Kunststoffen. Generell sind teilkristalline Kunststoffe undurchsichtig oder bei geringer Schichtdicke opak (durchscheinend), und sie sind fester, härter und zäher als amorphe Kunststoffe. Sie besitzen eine höhere Wärmeformbeständigkeit sowie eine höhere Beständigkeit gegen Öle, Fette und Chemikalien und sind daher auch weniger empfindlich gegen Spannungsrissskorrosion. Die hohe kritische Dehnung wird ausgenutzt bei Schnappverbindungen und bei der Zwangsentformung von Hinterschneidungen. Der Kristallinitätsgrad teilkristalliner Kunst-

stoffe liegt meist zwischen 30 und 60%. Steigender Kristallinitätsgrad bewirkt innerhalb einer Produktfamilie

- steigende Zugfestigkeit und Steifigkeit (Elastizitätsmodul),
- steigende Beständigkeit gegen Lösemittel (die Quellung sinkt),
- steigende Sperrwirkung gegen Gase und Dämpfe,
- abnehmende Schlagzähigkeit, Bruchdehnung und Transparenz sowie
- zunehmende Verzugsneigung.

### Auswirkungen auf die Verarbeitung

Teilkristalline Kunststoffe durchlaufen beim Aufheizen oder Abkühlen im Bereich der Kristallit-Schmelztemperatur einen Phasenübergang, der bei amorphen Kunststoffen fehlt. Er ist verbunden mit einem zusätzlichen Wärmebedarf beim Aufschmelzen oder einer zusätzlich abzuführenden Wärmemenge beim Erstarren. Ferner ändert sich beim Phasenübergang die Dichte: In den kristallinen Bereichen sind die Makromoleküle eng zusammengepackt. Daher ist dort die Dichte höher als in den amorphen Bereichen. Wegen der Dichteanahme beim Kristallisieren haben teilkristalline Kunststoffe eine relativ



Bernd Schepper und Jörg Ewering arbeiten bei DuPont de Nemours (Deutschland) GmbH, Bad Homburg, im Bereich Technische Kunst-

stoffe. Sie unterstützen und betreuen Kunden bei anwendungstechnischen Problemen. Die Beispiele in dieser Serie dienen dazu, das angesprochene Problem prinzipiell aufzuzeigen und wichtige Einflussgrößen zu erläutern.



# **PLAST**VERARBEITER

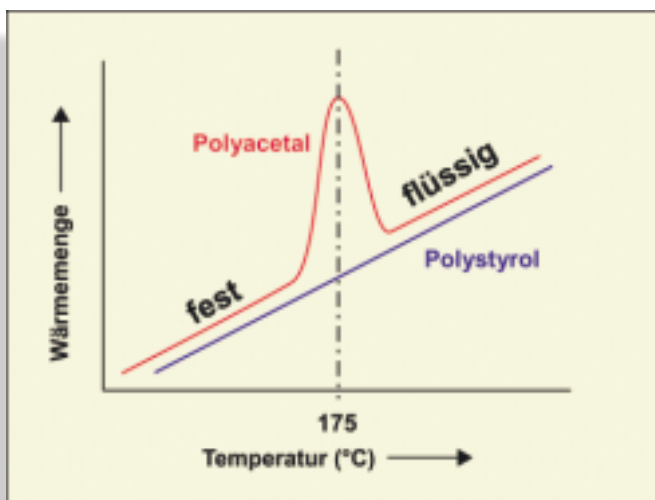
Entdecken Sie weitere interessante Artikel und News zum Thema auf [plastverarbeiter.de](http://plastverarbeiter.de)!

**Hier klicken & informieren!**



hohe Verarbeitungsschwindigkeit von 1,5 bis 2,5% (amorphe Kunststoffe: 0,4 bis 0,8%). Dazu kommt eine Nachschwindung von bis zu 1%, die bei amorphen Kunststoffen praktisch nicht auftritt. Diese Gesichtspunkte müssen beim Werkzeugbau und bei der Verarbeitung berücksichtigt werden. Bei Spritzgießwerkzeugen für teilkristalline Kunststoffe ist eine intensive Kühlung erforderlich, um eine hohe Wärmeabfuhr und damit eine kurze Zykluszeit zu erreichen. Die Temperierung muss sehr gleichmäßig sein,


der Maßhaltigkeit der Formteile zu erwarten. Beim Spritzgießen teilkristalliner Kunststoffe steht wegen des geringen Abstands zwischen der Masse- und der Erstarrungstemperatur nur ein enges Prozessfenster zur Verfügung. Daher müssen sich mit reaktionsschnellen und präzisen Temperaturregelungen die Massetemperatur im Plastifizierzylinder und im Heißkanalsystem des Werkzeugs sowie die Werkzeugtemperatur genau einhalten lassen. Wegen der Volumenabnahme beim Kristallisieren hat die Nachdruckphase gro-



Beim Phasenübergang fest – flüssig ist für das Aufschmelzen eines teilkristallinen Polyacetals wie Delrin eine höhere Wärmeenergie erforderlich als beim amorphen Polystyrol; die Werkzeugkühlung muss entsprechend mehr Wärmeenergie abtransportieren. (Bilder: DuPont)

damit das ganze Formteil einen einheitlichen Kristallisationsgrad und damit eine geringe Verzugsneigung aufweist. Ferner ist wegen der hohen Verarbeitungsschwindigkeit ein entsprechend großes Aufmaß erforderlich. Wegen des unterschiedlichen Schwindungsverhaltens ist generell Vorsicht geboten, wenn in einem für teilkristalline Kunststoffe ausgelegten Spritzgießwerkzeug amorphe Materialien verarbeitet werden sollen und umgekehrt - in jedem Fall sind Probleme mit

Ben Einfluss auf die Formteilqualität - die vom Materialhersteller empfohlenen Werte für Höhe und Dauer des Nachdrucks sollten unbedingt eingehalten werden. Zykluszeitverkürzend wirkt sich aus, dass Formteile schon dicht unter der Erstarrungstemperatur so formstabil sind, dass sie ausgeworfen oder entnommen werden können, falls nicht zur Vermeidung von Verzug eine längere Kühlzeit notwendig ist.

 [www.plastics.dupont.com](http://www.plastics.dupont.com)