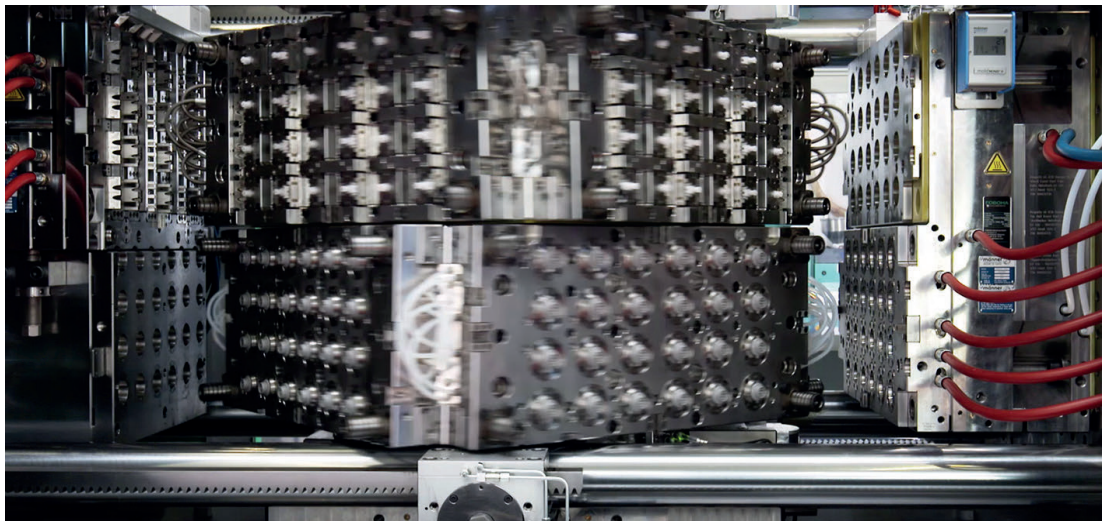


# Qualitätssicherung für viele Kavitäten

*Prozessregelung automatisiert Spritzgießprozesse – hier am Beispiel eines Würfelwerkzeugs*

Mit dem zweigeteilten Würfelwerkzeug Reversecube werden auf einer Anlage pro Jahr 60 Mio. Mehrkomponententeile produziert und im selben Prozess montiert. Dabei müssen sehr kurze Zykluszeiten eingehalten und gleichzeitig stabile Prozesse und eine hohe Teilequalität abgesichert werden. Mit Fillcontrol von Priamus wird deshalb eine sensorbasierte Überwachung und automatische Prozessregelung eingesetzt. Sie umfasst eine Heißkanalbalancierung, Viskositäts- und Kompressionsregelung sowie automatische Nachdruckumschaltung.

Die zwei übereinander angeordneten Hälften des Würfelwerkzeugs Reversecube drehen sich in 90°-Schritten gegeneinander. Unten: Einspritzen und Kühlen von Komponente 1, analog oben für Komponente 2 um 180° versetzt © Foboha



**K**unststoffteile werden technisch immer anspruchsvoller und die Anforderungen an die Funktionalität und Maßhaltigkeit steigen. Nicht spritzgießgerechtes Design oder eine schwankende Materialqualität, z. B. bei Verwendung von Rezyklaten oder Biokunststoffen, sowie allgemeine Prozessschwankungen sind weitere Herausforderungen. Gleichzeitig erhöht sich der Druck auf die Stückkosten. Deshalb werden Prozesse stärker automatisiert, Taktzeiten verkürzt und u. a. Kavitätszahlen erhöht. Die komplexer werdenden Prozesse erfordern allerdings verbesserte Überwachungs- und Kontrollmöglichkeiten.

„Wenn die Taktraten kürzer und die Spritzteile anspruchsvoller werden, die Zahl der Kavitäten steigt und Chargenschwankungen zunehmen, gibt es immer mehr Probleme mit der Teilequalität, weil z. B. nicht alle Kavitäten gleichzeitig

gefüllt werden. Unter diesen Bedingungen ist eine manuelle Überwachung und Steuerung der Prozesse nicht mehr zufriedenstellend möglich“, benennt Erwin König, Geschäftsführer der Priamus System Technologies GmbH in Salach, die aktuellen Anforderungen. Das Unternehmen hat sich auf Systeme zur Qualitätssicherung, -steuerung und -regelung in Spritzgießprozessen spezialisiert.

König beschreibt am Beispiel des inners drehenden Würfelwerkzeugs Reversecube von Foboha (**Titelbild, Infokasten**), wie komplexe Prozesse heute überwacht, gesteuert und geregelt werden: „Die Produktion beim Kunststoffverarbeiter Hermann Hauff war mit der konventionellen Fertigung von Mehrkomponententeilen stark ausgelastet. Bei dem neuen Reversecube ging es auch darum, bei den 2 x 24 Kavitäten eine gleichbleibende Formfüll-

lung zu gewährleisten und damit eine hohe Prozessstabilität und eine hohe Teilequalität abzusichern.“ Mit Fillcontrol von Priamus setzt Hauff eine sensorbasierte Überwachung und Prozessregelung ein. Werkzeugwandtemperatur- und Werkzeuginnendruck-Sensoren erfassen dafür echte Prozessdaten innerhalb des Werkzeugs. Sie detektieren die Füllzeitunterschiede in den Kavitäten, überwachen die Viskosität und die Kompression, um die Prozesse adaptiv zu optimieren.

**Heißkanalbalancierung gleicht Füllzeitunterschiede aus**

„Bei Mehrkavitäten-Werkzeugen ist es für die Teilequalität entscheidend, dass alle Kavitäten gleichzeitig befüllt werden. Mit Werkzeugwandtemperatur-Sensoren erkennen wir unterschiedliche volumetrische Füllgrade in den Kavitäten und kön-

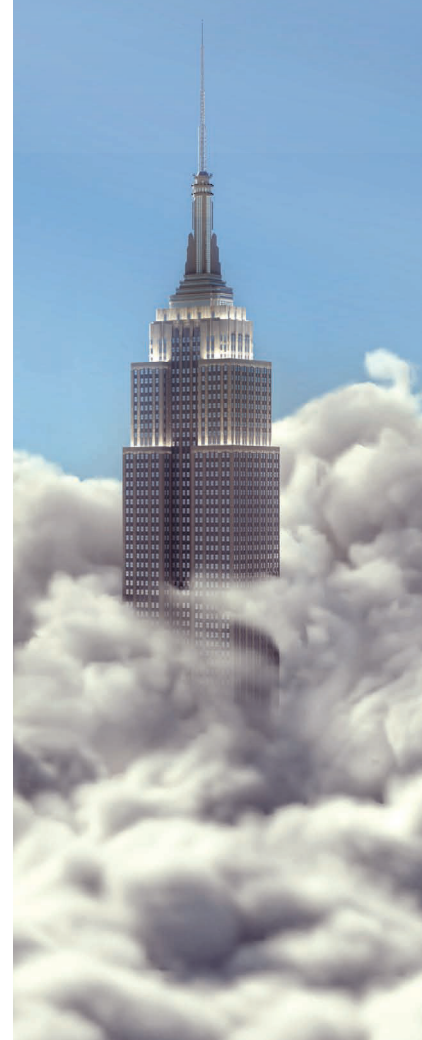
# Entdecke die Welt grenzenloser Produktentwicklung

**INNEO ermöglicht es  
Ihnen, Beeindruckendes  
zu erschaffen!**

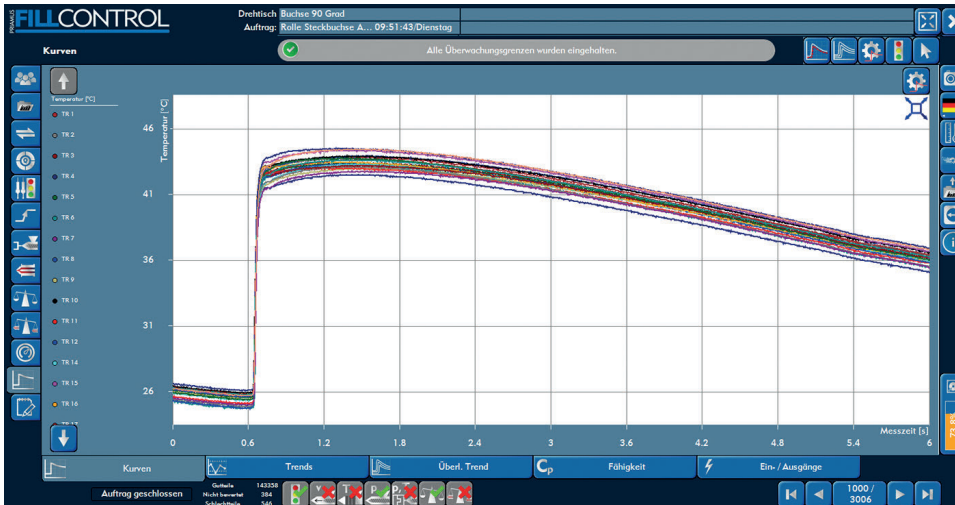
Mit unserem großartigen Spektrum für ineinandergreifende CAD/PLM/IoT-Lösungen in allen Phasen und mit allen Beteiligten erhöhen Sie Ihre Effizienz. Steigern Sie Ihre Innovationskraft!



**Jetzt mehr erfahren:  
[www.inneo.de/pe](http://www.inneo.de/pe)**



**INNEO®**  
That's IT.



**Bild 1.** Mit Werkzeugwandtemperatur-Sensoren werden unterschiedliche volumetrische Füllgrade in den Kavitäten erkannt. Diese werden abhängig vom jeweiligen Schmelzfluss durch die automatische Balancierung ausgeglichen, bis alle Kavitäten gleichzeitig gefüllt sind © Priamus

nen diese abhängig vom jeweiligen Schmelzfluss automatisiert ausgleichen, bis ein ausbalancierter Zustand vorherrscht. Nur dann passt auch der Umschaltzeitpunkt für alle Kavitäten und nicht nur für einen Teil davon“, erläutert Erwin König das Regelungsprinzip (**Bild 1**). Die Temperatursensoren am Fließwegende erkennen durch einen steilen Temperaturanstieg, wann die einzelnen Kavitäten gefüllt werden.

### *Regelkreis verringert die Viskositätsschwankungen*

„Die Füllzeitunterschiede werden durch die automatische Nachregelung der Heißkanaldüsen ausgeglichen. So erreichen wir eine gleichzeitige Füllung der Formen. Das ist ein kontinuierlicher Prozess, der auch Prozess- und Chargenschwankungen ausgleicht. Eine manuelle Angleichung bei z.B. 2 x 24 Kavitäten wäre sehr mühsam, gerade auch bei Mehrkomponenten-Anwendungen. Durch die automatische Heißkanalbalancierung verbessern wir die Füllzeitdifferenzen je nach Anwendung um circa den Faktor 10“, so König.

Eine zusätzliche Steuerung schaltet je nach Viskosität der Schmelze zum richtigen Zeitpunkt auf Nachdruck um. Das patentierte Umschaltverfahren basiert auf der Erkennung der Schmelzefront. Im Unterschied zu einer starren Umschaltung über Schnecken volumens oder Werkzeuginnendruckschwelle berücksichtigt die automatische Umschaltung auch Viskositätsschwankungen. Dadurch wird genau dann umgeschaltet, wenn die Kavität volumetrisch gefüllt ist (**Bild 2**).

Weil Schwankungen der Viskosität und des Schmelzflusses die Maßhaltigkeit und

Formteilqualität beeinflussen, wird die Viskosität mit Werkzeuginnendruck- und Werkzeugwandtemperatur-Sensoren überwacht. Dabei werden über den Druck und die Temperatur die Schubspannung und Schergeschwindigkeit ermittelt und daraus die Viskosität abgeleitet.

„Bei neuen Werkzeugen werden die Prozesse zunächst manuell eingerichtet und die dabei ermittelten Werte für Schubspannung und Schergeschwindigkeit als Referenzwerte gespeichert. Zeigen sich in der laufenden Produktion Abweichungen von diesen Werten, regelt das System automatisch nach. Dabei werden die Temperaturen im Heißkanalverteiler und in der Spritzeinheit sowie das Einspritzprofil angepasst. So können wir die Schwankungen um mehr als die Hälfte verringern“, beschreibt Erwin König die Viskositätsregelung.

### *Kompressionsregelung überwacht Verdichtung der Schmelze*

Die Festigkeit, Maßhaltigkeit und die Oberflächenqualität eines Spritzgussteils hängen u.a. davon ab, wie stark die Schmelze während des Spritzgießprozesses verdichtet wird. Bei der Bemusterung eines Bauteils werden die gewünschten Kompressionswerte deshalb als Referenz gespeichert und der Werkzeuginnendruck während der Produktion laufend überwacht.

Weicht die gemessene Kompression aufgrund von Prozessschwankungen vom Referenzwert ab, wird das Nachdruckprofil so lange angepasst, bis die optimale Kompression in der Kavität während der Nachdruckphase erreicht wird. „Erst durch die Sensorik erhal- »

## Reversecube

Das von Foboha entwickelte Werkzeugsystem [1] kann zwei und mehr Teile aus unterschiedlichen Materialien oder Farben herstellen und simultan zum Spritzzyklus montieren. Das System nutzt in zwei übereinander angeordneten Würfelhälften getrennte Werkzeugbereiche für gleichzeitig ablaufende Arbeitsvorgänge. In die Kavitäten zweier Schließebenen werden über Heißkanal-Nadelverschlussysteme gleichzeitig die Formmassen für beide Einzelteile eingespritzt. Die Würfelhälften drehen sich um 90° gegeneinander. Nach jeder Drehung erfolgt der nächste Einspritzvorgang. Mit der Drehung werden auf der Bediengenseite die gleichzeitig gefertigten einzelnen Bauteile frei zur Entnahme. Dafür ist ein Sechschachsroboter in die Anlage integriert. Er entnimmt simultan zum Spritzzyklus aus dem unteren Würfel die Teile und setzt sie in das zweite Teil ein, das sich noch in den Kavitäten der oberen Würfelhälfte befindet. Das Würfelkonzept mit den gegenläufig drehenden Hälften macht es möglich, die Fertigung und Montage von zwei (und mehr) Bauteilen auf engstem Raum und in einem kürzeren Zyklus zu realisieren.

## Der Autor

**Martin Ortgies** ist freier Technikjournalist und arbeitet für die Barnes Molding Solutions Gruppe; mails@ortgies.com

### Im Profil

Foboha und Priamus sind ebenso wie Männer, Synventive, Thermoplay und Gammaflux Unternehmen innerhalb der strategischen Geschäftseinheit „Molding Solutions“ der Barnes Group Inc. Die Sparte steht für Entwicklung und Vertrieb von Hightech-Spritzgießlösungen:

➤ [www.barnesgroupinc.de/bgi-businesses/industrial-segment/molding-solutions.aspx](http://www.barnesgroupinc.de/bgi-businesses/industrial-segment/molding-solutions.aspx)

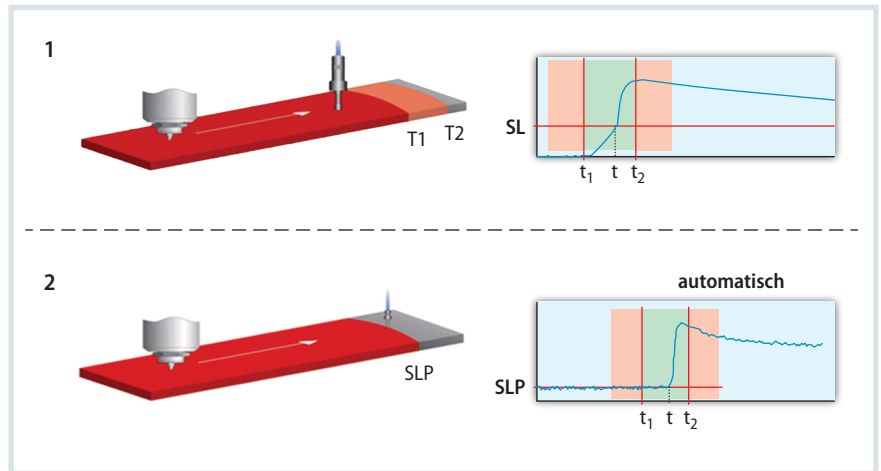
## Service

### Literatur & Digitalversion

➤ Den Literaturhinweis und ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/onlinearchiv](http://www.kunststoffe.de/onlinearchiv)

### 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)



**Bild 2.** Eine Umschaltung über fixe Werte wie Schneckenweg oder Druckschwelle verursacht bei Viskositätsschwankungen unterschiedliche Füllgrade (1). Die automatische Umschaltung über die Fließfrontposition gleicht diese aus (2). SL: Switch Level (Grenzwert beim manuellen Konfigurieren); SLP – Switch Level Point (automatisch exakt erkannter Grenzwert) Quelle: Priamus; Grafik: © Hanser

ten wir einen echten Einblick in die Prozesse. Vorher mussten wir so lange probieren, bis wir zufriedenstellende Ergebnisse erzielt haben. Jetzt erreichen wir viel schneller stabile Prozesse mit guten Ergebnissen, weil wir sehr viele prozessrelevante Informationen aus den Messdaten ablesen können“, nennt Erwin König einen Vorteil der Sensorik.

Ohne eine Online-Überwachung sei die Qualitätskontrolle auf Stichproben beschränkt und Probleme durch Prozessschwankungen blieben häufig unerkannt. Durch die sensorbasierte Überwachung könne erstmals eine 100-%ige Qualitätskontrolle aller Teile über den gesamten Produktionsprozess umgesetzt werden. Prozessabweichungen werden durch die Messung sofort erkannt und durch das System nachgeregelt. Dadurch wird der Ausschuss deutlich verringert. Falls dennoch Schlechteile entstehen, werden diese automatisch aussortiert. Durch die 100-%-Teilekontrolle sei auch eine vollständige Dokumentation des Spritzgießprozesses und eine Rückverfolgbarkeit jedes einzelnen Teils möglich.

### Sensorik senkt Prozesskosten und erhöht Teilequalität

„Technisch lassen sich Spritzgießprozesse heute ohne Korrekturen durch Anwender rund um die Uhr komplett autonom durchführen. In der Praxis führt die Automation dazu, dass die Maschinenbediener gleichzeitig mehr Maschinen als bisher betreuen können. Weniger Stillstände

sorgen für eine höhere Ausbringung. Zykluszeiten können weiter verkürzt werden, weil durch die Messung von Druck und Temperatur Prozesse optimiert werden können“, beschreibt Erwin König die verbesserten Möglichkeiten.

Mit „kleiner, leistungsfähiger, robuster und besser einsetzbar“ verweist der Geschäftsführer außerdem auf die Fortschritte der Sensortechnik. Als Beispiel nennt er die Kompaktsensorik von Priamus, die auch bei dieser Anwendung verwendet wird. Ein typischer Werkzeugwandtemperatur-Sensor hat nur noch einen Durchmesser von 1 mm, was konstruktiv meist kein Problem mehr darstellt. Er wird nicht mehr direkt mit dem Kabel, sondern über ein Distanzstück mit einer Kupplung verbunden. So entsteht eine kompakte und leicht handhabbare Lösung. Bei Reinigungs- oder Wartungsarbeiten muss das Werkzeug nicht mehr auseinandergebaut und das Kabel nicht mehr demontiert werden.

Kompaktsensoren sind sowohl als Temperatur- als auch als Drucksensoren verfügbar. Für stark abrasive Formmassen stehen spezielle verschleißfeste Sensoren zur Verfügung, die im Normalfall mindestens eine um den Faktor 10 verbesserte Standzeit haben. Die Drucksensoren sind exklusiv bei Priamus mit einer patentierten Sensor- und Empfindlichkeitserkennung (Typ: Priased) ausgestattet, welche die Handhabung enorm vereinfacht sowie Einstell- und Verwechslungsfehler vermeidet – vor allem wenn mehrere Sensoren im Werkzeug verbaut sind. ■