



Foto: Krauss Maffei

Dr. Stefan Kruppa, Leiter Maschinentechologie bei Krauss Maffei, sieht großes Potenzial für die Verbesserung der Qualität von Spritzgussbauteilen durch Inline-Tools wie APC plus. Die Software reagiert im Zyklus auf Störungen im Prozess, indem die Umschaltposition von der Einspritz- in die Nachdruckphase sowie die Nachdruckhöhe für jeden Einspritzvorgang individuell angepasst wird.

„Stabilere Prozesse sorgen für höhere Produktqualität“

Experten von Krauss Maffei sprechen über Inline-Tools, die die Prozessqualität beim Spritzgießen automatisch steigern helfen – und damit auch die Qualität der produzierten Bauteile erhöhen.

SABINE KOLL

Die Anforderungen an die Qualität der Produkte, die Spritzgießer fertigen, steigen. Hohen Ausschuss kann und will sich niemand mehr leisten. Mess- und Prüftechnik reicht längst nicht mehr aus, um diese Anforderungen zu erfüllen. Die Tendenz geht vielmehr dahin, die Prozessqualität zu erhöhen – etwa durch intelligente Tools, welche die Spritzgießmaschine überwachen. Das K-MAGAZIN sprach darüber mit Dr. Stefan Kruppa, Nicolina Topic und Anna-Catharina Kaiss, alle Krauss Maffei.

Hat sich die Bedeutung der Prozessqualität beim Spritzgießen in den vergangenen Jahren gewandelt?

» **Dr. Stefan Kruppa:** Die Komplexität der Kunststoffprodukte ist durch die zunehmende Funktionsintegration und die Vielzahl an Hochleistungsanwendungen gestiegen. Ein großer Anteil solcher Bauteile hat hohe Anforderungen an spezifische Eigenschaften etwa optischer oder mechanischer Art, welche zumeist eng toleriert werden. Eine Prozessstabilität trägt maßgeblich zum Erhalt dieser Toleranzgrenzen bei, so dass diese insbesondere bei sicherheitsrelevanten oder medizintechnischen Bauteilen von grundlegender Bedeutung ist und durch umfangreiche Qualitätskontrollen überprüft wird. Daneben können aber auch bei einfachen Artikeln die Sortier- und Qualitätskosten enorm sein. Hier steht dann eine Null-Fehler-Produktion im Vordergrund beziehungsweise die Sicherheit, dass die Bauteile IO sind.

Immer mehr Spritzgießmaschinenbauer bieten aber intelligente Tools an, mit denen Schwankungen im Spritzgießprozess automatisch ausgeglichen werden. Warum diese Entwicklung?

» **Dr. Stefan Kruppa:** Viele Störgrößen und Schwankungen im Prozess treten schleichend oder nicht direkt quantifizierbar ein wie beispielsweise eine Temperaturänderung oder das schwankende Schließen der Rückstromsperre. Das manuelle Nachstellen der Prozessparameter durch den Einrichter kompensiert in vielen Fällen solche Störungen zu spät oder nicht hinreichend. Eine automatische Prozessführung bietet die Möglichkeit, sofort und im richtigen Maß auf Störeffekte zu reagieren und somit die Prozessqualität zu stabilisieren. Auch sind viele der Tools nicht ganz neu. Allerdings haben sich Systeme mit aufwendiger Sensorik oder Versuchsplänen bisher nicht durchsetzen können.

Bei Ihnen heißt diese Maschinenfunktion Adaptive Process Control, kurz APC. Sie haben sie 2014 auf dem Markt eingeführt und seitdem kontinuierlich weiterentwickelt, mittlerweile ist ihr Name APC plus. Wie funktioniert das genau?

» **Nicolina Topic:** Die Prozessführung APC plus reagiert wie auch ihr Vorgänger APC inline im aktuellen Zyklus auf Störungen im Prozess, indem die Umschaltposition von der Einspritz- in die Nachdruckphase sowie die Nachdruckhöhe für jeden Einspritzvorgang individuell angepasst wird. Auf diese Weise werden die Viskositätsänderung des Materials sowie ein schwankendes Schließverhalten der Rückstromsperre kompensiert, um eine konstante volumetrische Füllung der Kavität für jeden einzelnen Formfüllvorgang zu gewährleisten. APC plus prognostiziert hierbei auf Basis von materialspezifischen Kennzahlen das in die Kavität eingebrachte Schmelzevolumen und charakterisiert somit die viskositätsabhängige Fließfront der Schmelze im Werkzeug. Dies ermöglicht auch die optimale Anpassung der Kaskadenöffnungspunkte, wenn vorhanden. Durch diesen physikalischen Hintergrund bietet APC plus eine erhöhte Präzision im Vergleich zu seinem Vorgänger.

Was waren und sind die Herausforderungen für Sie in der Entwicklung des Tools?

» **Dr. Stefan Kruppa:** Für die Ermittlung der materialspezifischen Eigenschaften der Kunststoffschmelze, welche die Basis für die Volumenprognose des APC plus sind, ist ein grundlegendes Verständnis des physikalischen Materialverhaltens der Schmelze während der Spritzgießverarbeitung vonnöten. Dieses Know-how haben wir uns in vielen Versuchsreihen mit verschiedenen Kunststofftypen erarbeitet.

„Viele der Tools am Markt sind nicht ganz neu. Allerdings haben sich Systeme mit aufwendiger Sensorik oder Versuchsplänen bisher nicht durchsetzen können.“

Dr. Stefan Kruppa

Welche Sensoren nutzen Sie?

» **Nicolina Topic:** Die Prozessführung bedient sich lediglich der bereits vorhandenen maschineninternen Signale wie des Massedrucks und der Schneckenposition, so dass der Einbau keiner weiteren Sensorik im Werkzeug oder in der Maschine notwendig ist. Dadurch werden weitere Kosten und der zusätzliche Wartungsaufwand dieser Hardware vermieden.

APC plus verfügt über eine Funktion, über die die Maschine Störungen materialspezifisch ausgleichen kann. Wie viele Materialien und Füllstoffe sind in der Software heute hinterlegt?

» **Dr. Stefan Kruppa:** Die Materialdatenbank umfasst aktuell 22 Polymertypen und neun Füllstoffarten. Neben den gängigen Kunststofftypen wie einem PS oder PA sind auch Hochleistungsthermoplaste wie ein PPA und PPS vertreten. Der Füllstoffgehalt ist individuell einstellbar, so dass eine Vielzahl an Werkstoffarten abgedeckt wird. Auch Nichtthermoplaste wie Silikone, rieselfähige Duroplaste und BMC-Formmassen wurden untersucht und sind in die Datenbank eingepflegt. Weiterhin besteht die Möglichkeit, einzelne Materialien individuell vermessen und als Custom-Werte anlegen zu lassen. Somit ist die Spritzgießmaschine bestmöglich auf den zu verarbeitenden Kunststoff eingestellt.

Und wie agiert APC plus hier?

» **Nicolina Topic:** APC plus verwendet die druckabhängige Kompressionskurve des verwendeten Polymers zur Kalkulation des in die Kavität eingebrachten Schmelzevolumens. Diese Größe charakterisiert die volumetrische Änderung der Schmelze bei Druck- und Temperaturänderungen, die beispielsweise durch Viskositätsschwankungen initiiert werden. Weitere materialspezifische Kennzahlen zur Adaption der Nachdruckhöhe sind ebenfalls hinterlegt.

Welche weiteren Features sind hilfreich für den Verarbeiter?

» **Nicolina Topic:** Neben dem eingebrachten Schmelzevolumen wird die Viskosität der Schmelze durch den Viskositätsindex charakterisiert. Dieser ist wie bereits beim APC im Istwert-Protokoll hinterlegt und kann zur Analyse der Viskositätsänderungen herangezogen werden. Auf diese Weise können beispielsweise Chargenänderungen detektiert werden. Diese Messfunktion wird standardmäßig mit jeder neuen Krauss Maffei Maschine ausgeliefert.

Inwieweit ist die Funktion für Sonderanwendungen geeignet?

» **Dr. Stefan Kruppa:** APC plus ist ideal geeignet für Zweikomponenten-Anwendungen oder stellt ▶



Nicolina Topic, Entwicklungsingenieurin Maschinentechnologie bei Krauss Maffei, betont, dass APC plus sich bereits vorhandener maschineninterner Signale wie Massedruck und Schneckenposition bedient, so dass keine weitere Sensorik eingebaut werden muss.

Fotos: Krauss Maffei



Anna-Catharina Kaiss, Project Manager Plastics 4.0 bei Krauss Maffei, sagt, dass Systeme für die Prozessverbesserung die Bedienung einfacher machen müssen.

beispielsweise auch bei der Fiberform-Technologie ein konstantes Schussvolumen zum Hinterspritzen des Organoblechs bereit. Auch im Bereich des Silikonspritzgießens kommt es zur Anwendung und hält demnächst auch in die restlichen Nichtthermoplastanwendungen Einzug.

Unterstützt APC plus auch Cellform-Maschinen für das physikalische Schäumen? Oder ist dies geplant für die Zukunft?

» **Dr. Stefan Kruppa:** Für die Cellform-Technologie ist APC plus geplant und wird aktuell getestet.

Worin liegt die Besonderheit von APC plus im Vergleich zu den intelligenten Tools Ihrer Mitbewerber?

» **Dr. Stefan Kruppa:** Durch das Abbilden des materialspezifischen physikalischen Verhaltens der Schmelze während des Einspritz- und Nachdruckvorgangs arbeitet APC plus sehr präzise und berücksichtigt auch die Eigenschaften einzelner Polymertypen. Somit ist es universell einsetzbar und verursacht durch den Wegfall externer Sensorik und Hardware keinen zusätzlichen Aufwand hinsichtlich Kosten und Wartung. Weiterhin kann im Gegensatz zu anderen Tools am Markt auf zeitaufwendige Versuchspläne oder auf die Einrichtung externer Hardware verzichtet werden. Bei APC plus handelt es sich um eine Maschinenfunktion, die aktiv in jedem Zyklus regelnd in den Prozess eingreift, wenn es notwendig ist – ob in laufender Produktion oder bei Anfahrprozessen.

Software macht eine Maschine zunächst einmal komplexer. Wie schwierig ist es

„Für die Spritzgießer ist es zu Beginn eine Herausforderung, mit einer solchen Datenmenge und -vielfalt umzugehen und konkrete Rückschlüsse daraus zu ziehen.“

Dr. Stefan Kruppa

für den Mann an der Maschine, das Tool zu nutzen? Braucht er eine gesonderte Schulung?

» **Nicolina Topic:** APC plus agiert ausgehend von einem Referenzzyklus, in welchem die optimalen Qualitätseigenschaften des Bauteils erzielt werden. Somit muss der Einrichter zunächst diese Referenz setzen, indem er sein Material auswählt und bei dem gewünschten Zyklus den Button zum Referenzieren anwählt. Danach muss lediglich APC aktiviert werden und die Prozessführung passt die Parameter autonom an. Die Software ist somit einfach und bedienerfreundlich ausgelegt. Allerdings müssen sich Einrichter und Bediener daran gewöhnen, dass die Maschine nun auch autonom eingreift und ein Überschreiben einzelner Parameter während des Betriebs nicht mehr direkt möglich ist.

Wie viel Prozent Ihrer Maschinen liefern Sie heute mit APC plus aus?

» **Dr. Stefan Kruppa:** APC plus wird aktuell mit circa 50 Prozent der Neumaschinen ausgeliefert, was ein beträchtlicher Anteil ist.

Für welche Art von Anwendungen rechnet sich APC vor allem?

» **Dr. Stefan Kruppa:** APC kann insbesondere bei stark schwankenden Prozessen einen Mehrwert generieren. Beispiele hierfür sind die Rezyklat- und Mahlgutverarbeitung, Mehrkomponenten- und Einlegeranwendungen sowie die Verarbeitung temperaturempfindlicher Materialien.

Welche weiteren Entwicklungen haben Sie bei APC plus in der Pipeline?

» **Nicolina Topic:** In nächster Zeit wird das APC plus auch für Nichtthermoplaste angeboten, so dass dieses für LSR- und HTV-Anwendung im Silikonbereich sowie für rieselfähige Duroplaste und BMC-Formmassen für eine Vielzahl an Harztypen im Duroplastbereich angewendet werden kann.

Mit dem Data Xplorer haben Sie eine weitere Lösung im Programm, die dazu beitragen kann, die Bauteilqualität beim Spritzgießen zu erhöhen. Was ist damit on top möglich?

» **Dr. Stefan Kruppa:** Der Data Xplorer ermöglicht dem Kunden, seine Prozessdaten im Detail und in einer Tiefe, die bislang nicht möglich war, zu analysieren und diese mit seiner Bauteilqualität zu korrelieren. Auf diese Weise können individuell die maßgeblichen Einflussgrößen auf die Bauteilqualität detektiert werden, woraus wiederum Optimierungsmaßnahmen zur Prozessstabilisierung abgeleitet werden können.

Wie hoch ist die Anzahl der Sensoren, von denen Data Xplorer Daten abgreift? Muss die Maschine dafür nachgerüstet werden – oder greift die Software auf bereits vorhandene Sensoren zu?

» **Anna-Catharina Kaiss:** Der Data Xplorer greift auf die bereits vorhandene Sensorik zu und kann somit bis zu 500 Signale direkt am Maschinenbus aufzeichnen, welche abhängig von der Maschinenausstattung sind. Dementsprechend muss außer dem Data Xplorer PC keine zusätzliche Sensorik verbaut werden.

Data Xplorer wurde 2016 vorgestellt. Welches Feedback von Ihren Kunden gibt es seitdem?

» **Dr. Stefan Kruppa:** Die Kunden schätzen die uneingeschränkte Freiheit der Datenauswertung und

22

POLYMERTYPEN

und neun Füllstoffarten umfasst die Materialdatenbank von APC plus derzeit.

die damit verbundenen Möglichkeiten der Prozessüberwachung. Zu Beginn ist es jedoch auch eine Herausforderungen, mit einer solchen Datenmenge und -vielfalt umzugehen und konkrete Rückschlüsse daraus zu ziehen.

Welche Entwicklungen planen Sie hier in Zukunft?

» **Anna-Catharina Kaiss:** Softwareseitig generieren wir aktuell Auswertevorlagen, um das Datenhandling für den Kunden zu erleichtern. Auch arbeiten wir an Services und digitalen Werkzeugen, die das Leben der Einrichter, Produktionsverantwortlichen und Anwendungstechniker erleichtern sollen. Insgesamt muss die Bedienung einfach sein und den Bedienern Zeit sparen, statt zusätzlich Zeit zu kosten.

Weiter in die Zukunft gedacht: Werden die Spritzgießmaschine und die Spritzgießfertigung von morgen durch solche intelligenten Tools in der Lage sein, die Prozess- und Bauteilqualität im Sinne eines Closed Loops komplett selbst zu optimieren – und ein Eingreifen eines Maschinenbedieners wird damit nicht mehr notwendig sein?

» **Dr. Stefan Kruppa:** Langfristig gesehen sind solche intelligenten Maschinenfunktionen der erste Schritt in Richtung einer selbstoptimierenden Maschine, die Maschineneinstellungen anpasst und Störungen autonom kompensiert. Für spezielle Anwendungen und komplexe Teile ist jedoch im Einzelfall das Fachwissen eines Einrichters gefragt. Skalierbare Lösungen zu finden, die immer anwendbar sind, ist daher eine große Herausforderung. Die intelligente Spritzgießproduktion ist aber Teil unserer Vision für die Zukunft. ■

» **Web-Wegweiser**
kraussmaffei.com

K MAGAZIN

DAS THEMENMAGAZIN FÜR DIE KUNSTSTOFFINDUSTRIE

www.k-magazin.eu

Mehr über Kunststoffe finden Sie **hier**

