

Den Anwendernutzen ins Visier genommen

Teil 5 der Serie: Praxisnahe Demonstratoren für das Plastics Innovation Center 4.0

Im Rahmen einer Online-Befragung haben Vertreter der Kunststoffindustrie ihre Erwartungen an das Plastics Innovation Center 4.0 (PIC 4.0) formuliert. Neben besseren Möglichkeiten, die Forschungsergebnisse in die industrielle Praxis zu übertragen, erwarten die Befragten vor allen Dingen Fortschritte im Bereich der Qualitätssicherung, Prozessoptimierung, Simulation und Verknüpfung von Prozessketten. Um diese Fragestellungen zu ergründen, werden im PIC 4.0 praxisnahe Demonstratoren aufgebaut.

Am Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) an der RWTH Aachen entsteht mit dem Plastics Innovation Center 4.0 eine Technologie- und Demonstrationsplattform für Unternehmen der Kunststoffverarbeitung, die Lösungen für industriell dringliche und relevante Fragestellungen in der Produktion bietet. Um die Forschungsumgebung bestmöglich an die Bedürfnisse der Industrie anzupassen, haben 44 Industrievertreter die wichtigsten Anwendungsfelder zwischen Oktober 2020 und Januar 2021 im Rahmen einer Online-Umfrage priorisiert.

Auf die offene Frage nach ihren Erwartungen wünschen sich die Befragten vom PIC 4.0 einen starken Praxisbezug und Lösungen, die mehrere Prozessschritte miteinander verknüpfen und dadurch beispielsweise eine verbesserte Rückverfolgbarkeit ermöglichen. Auch die datenbasierte Prozessoptimierung steht

besonders im Interessensfokus. Einige Befragte erwarten darüber hinaus die Entwicklung und Anwendung von Industrie-4.0-Standards oder die Untersuchung eines speziellen Sonderverfahrens.

Im weiteren Verlauf der Umfrage bewerteten die Teilnehmer 23 Anwendungsfelder (Use Cases) zunächst qualitativ hinsichtlich ihrer Relevanz. Abschließend wurden die fünf wichtigsten Anwendungsfelder jeweils noch einmal durch die Vergabe von ein bis fünf Punkten hervorgehoben (Bild 1).

Inline-Datenerfassung für eine bessere Prozess- und Bauteilqualität

Aus der Umfrage geht die *Inline-Qualitätssicherung* als wichtigstes Anwendungsfeld für die Anwendung digitaler Methoden hervor. Das ebenfalls hoch bewertete Anwendungsfeld *Prozessanpas-*

sung und -optimierung ist eng damit verknüpft: Ein instabiler Prozess führt gemeinhin zu einer nicht ausreichenden Bauteilqualität. Insbesondere beim Spritzgießen ist bekannt, dass eine bloße Regelung der Maschinenparameter Schwankungen im Rohmaterial und in den Umgebungsbedingungen nicht ausgleichen kann.

Fortgeschrittene adaptive Regelkonzepte, wie die am IKV entwickelte pvT-Regelung [1], erlauben zwar eine Reduktion der Varianz gegenüber der klassischen Regelung der Maschinenparameter, lassen aber keinen direkten Rückschluss auf die Bauteilqualität zu. Ähnliches gilt für kommerziell verfügbare Produkte wie APC plus von KraussMaffei [2] und iQ weight control von Engel [3], die materialbedingte Viskositätsschwankungen an einer Veränderung des Einspritzdruckprofils erkennen und über eine Anpassung des

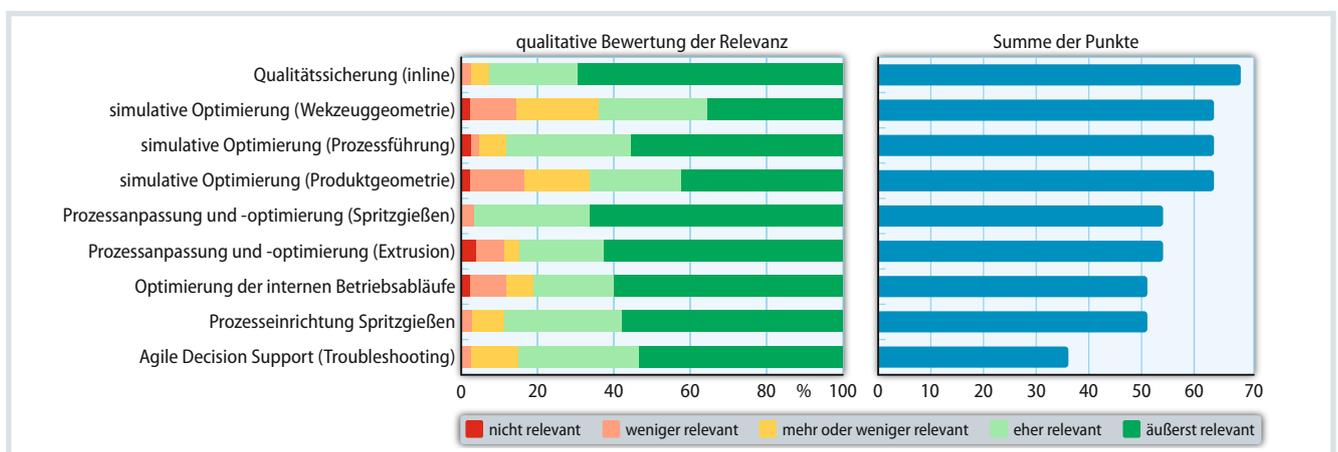


Bild 1. Umfrageergebnis (Auszug): Für wie relevant halten Sie die aufgelisteten Use Cases (links)? Welche Use Cases möchten Sie als besonders relevant hervorheben (rechts)? Quelle: IKV; Grafik: © Hanser

Umschaltpunkts ausgleichen. Da hier die Bauteilqualität nicht direkt gemessen wird, sind diese Regelungskonzepte immer nur so gut wie die zuvor festgelegte Referenzkurve.

Das gleiche Problem trifft auch auf eine Anomalieerkennung, beispielsweise mittels unüberwachtem maschinellem Lernen, zu: Diese ist nur dann hilfreich, wenn „normal“ auch gleichbedeutend mit „gut“ ist. Eine 100%-Prüfung der hergestellten Bauteile ist allerdings meist zu teuer. Wenn die Prüfung lediglich an zufälligen Stichproben erfolgt, kann die gemessene Bauteilqualität in der Regel nicht mehr den genauen Herstellparametern des geprüften Bauteils zugeordnet werden. Dieser Umstand erschwert auch das Training von Qualitätsvorhersagemodellen, da diese für den Lernprozess eine große Menge mit dem Prüfergebnis annotierter Prozessdaten erfordern und daher zumindest für einen gewissen Zeitraum eine 100%-Prüfung erfordern [4].

Das Qualitätsdilemma entschärfen

Um das Qualitätsdilemma zu entschärfen, wird im PIC 4.0 eine modulare Prüfzelle für Spritzgussbauteile aufgebaut. Über eine definierte Verbindung zwischen Spritzgießmaschine und Bauteilprüfung, etwa über ein Handlingsystem, wird die Zuordnung der Qualitätsdaten zu den Prozessdaten und Maschinenparametern vereinfacht und automatisiert. Dadurch werden über unterschiedliche Messtechnik (z. B. bildgebende Prüfverfahren, Waage) aufgenommene Qualitätsdaten direkt in das cyber-physische Produktionssystem eingebunden und stehen als fertig annotierte Datensätze für das Training von Vorhersagemodellen und die Entwicklung neuer Regelungskonzepte zur Verfügung.

Wie vom IKV auf der K 2019 gezeigt [5], kann ein solches Setup darüber hinaus auch genutzt werden, um die Prozesseinrichtung beim Spritzgießen erheblich zu beschleunigen: Zusammen mit Simulationen ermöglichte das direkte Feedback zu Bauteilgewicht und -verzug das zügige Erlernen eines Vorhersagemodells für die Bauteilqualität in Abhängigkeit der Einstellparameter. Eine basierend auf dem erlernten Modell durchgeführte Optimierungsrechnung lieferte bereits nach wenigen Versuchspunkten einen funktionierenden Einstelldatensatz.

Prozesskette aus einem Guss

Eine weitere vielfach formulierte Erwartung ist die datentechnische Verknüpfung entlang der Prozesskette. Dies spiegelt sich auch in der hohen Bewertung des Anwendungsfelds *Rückführung von Prozessdaten* wider.

Nicht nur der Formgebungsprozess, sondern auch die Zusammensetzung und das Molekulargewicht des Materials sowie dessen Feuchtegehalt und Vorbehandlung beeinflussen die Eigenschaften des fertigen Formteils [6, 7]. Insbesondere aufgrund der zunehmenden Bedeutung von Rezyklaten im Sinne der Kreislaufwirtschaft ist es daher wichtig, Daten zur Materialbeschaffenheit und Verarbeitungshistorie entlang der Wertschöpfungskette weiterzugeben und mit den resultierenden Prozess- und Qualitätsdaten zu korrelieren.

Sofern sich hier signifikante Zusammenhänge nachweisen lassen, könnten Schwankungen in der Materialqualität in Zukunft im Verarbeitungsprozess kompensiert werden, um dadurch den Einsatz von Rezyklaten in weiteren Anwendungs- »

” In jedem Prozess sind wir Perfektionist: unser Know-how für jedes Produkt.

Maik Herrmann
Service



SERVICELISTUNGEN

Die kontinuierliche Unterstützung der Entwicklungs- und Konstruktionsprozesse unserer Kunden liegt uns sehr am Herzen. Neben der umfangreichen Anwendungsdatenbank und zahlreichen praxisorientierten Seminaren stehen vor allem unsere Konstruktions- und Berechnungsprogramme für Ihre Entwicklungs- oder Fertigungsprozesse im Fokus.

Das nennen wir Service.

Die PIC Umfrage

Eine ausführliche Darstellung aller Umfrageergebnisse finden Sie unter

➤ <https://share.ikv.rwth-aachen.de/s/P79YXGMkQdKEKLIK>

Die Autoren

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Hopmann ist seit 2011 Inhaber des Lehrstuhls für Kunststoffverarbeitung und Leiter des Instituts für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen.

Pascal Bibow, M.Sc. ist Geschäftsführer des Plastics Innovation Center 4.0 am IKV.

Judith Weber, M.Sc. beschäftigt sich am IKV mit intelligenten Produktionssystemen. Im Rahmen des PIC 4.0 ist sie verantwortlich für die Ausarbeitung der Use Cases und Definition der Testbeds;
judith.weber@ikv.rwth-aachen.de

Dank

Die Errichtung des Plastics Innovation Center 4.0 wird gefördert durch Mittel des Landes NRW und aus dem Europäischen Fond für Regionale Entwicklung (EFRE).

Die Serie geht weiter

Neben den physisch im Technikum sichtbaren Testbeds betrachtet das PIC 4.0 auch die virtuelle Prozesskette im digitalen Engineering, die aus der Umfrage als zweitwichtigster Anwendungsfall hervorgeht. Im folgenden Beitrag berichten die Autoren über die Tools des Digital Engineering, um eine konsistente Datenweitergabe zwischen Produktion und Entwicklung sicherzustellen. Er erscheint in Heft 9/2021. Die zuvor erschienenen Teile der Serie finden sich in den Ausgaben 6/2020, 9/2020, 12/2020 und 3/2021.

Service

Literatur & Digitalversion

➤ Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/onlinearchiv

English Version

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

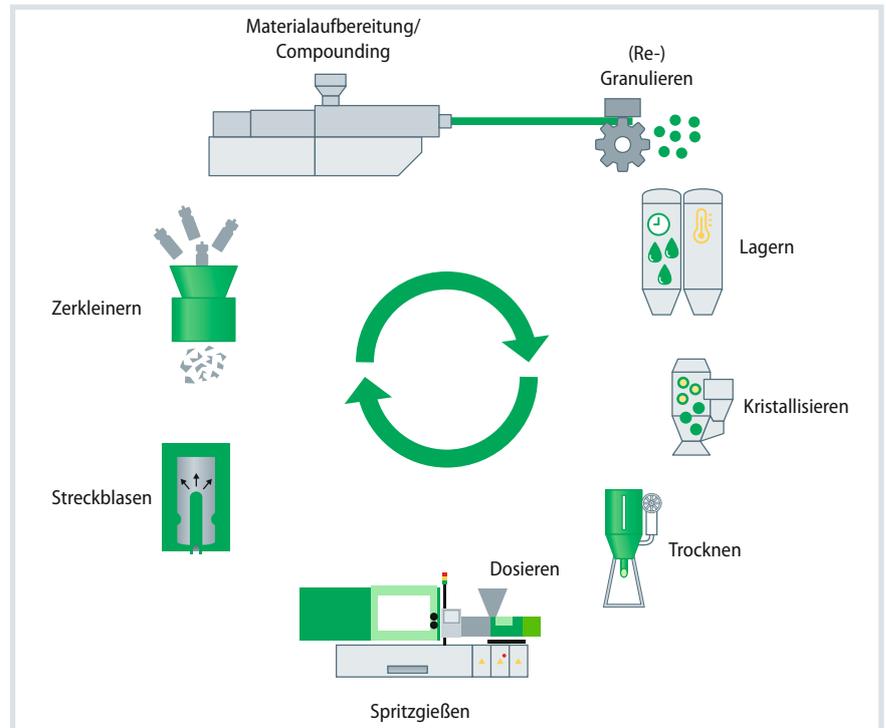


Bild 2. Das Recycling von PET-Flaschen bietet einen geeigneten Anwendungsfall als Demonstrator für geschlossene Stoffkreisläufe Quelle: IKV; Grafik: © Hanser

feldern möglich und wirtschaftlich rentabel zu machen.

Das Recycling von PET-Flaschen bietet einen geeigneten Anwendungsfall, um die Komplexität aufgrund verketteter Prozessschritte im Labormaßstab abzubilden, und legt daher die Basis für einen Demonstrator für geschlossene Stoffkreisläufe (Bild 2). Eine standardisierte Datenerfassung via OPC UA und eine zentrale semantische Datenablage ermöglichen es, die Qualitätsdaten des fertigen Bauteils mit den Prozessparametern und Messwerten aus allen vorgelagerten Verarbeitungsschritten zu verknüpfen. Beispielsweise werden der mechanische Energieeintrag und die thermische Historie des Materials über die gesamte Verarbeitungskette überwacht und die Verarbeitung daraufhin optimiert.

Je nach Anfälligkeit und Vorschädigung des Materials können Betriebe somit einen optimalen Prozesspunkt hinsichtlich der Parametereinstellungen der einzelnen Verarbeitungsstufen ermitteln und die wirtschaftlich und verarbeitungstechnisch sinnvollsten Aufbereitungsschritte auswählen. Solche gezielten Untersuchungen sollen beispielsweise verhindern, dass sich das Material zwar noch zu Preforms spritzgießen, aber später nicht mehr zu Flaschen ausformen lässt.

Um dem vielfach geäußerten Wunsch nach einem konkreten Praxisbezug und einer besseren Abschätzbarkeit des Nutzens von Digitalisierungslösungen nachzukommen, entstehen für das PIC 4.0 zusätzlich digitale Services für Shopfloor und Produktionsplanung. Diese sollen konsequent auch im Alltagsgeschäft des IKV eingesetzt werden, insbesondere auch von Mitarbeitern, die sich in ihrer eigenen Forschung nicht explizit mit Digitalisierung befassen. Konkret entstehen ein Assistenzsystem zur Versuchsdurchführung und ein System zur Buchung von Maschinen und Geräten, das später auch als Grundlage für eine automatisierte Produktionsplanung dienen kann.

Digitalisierung zum Anfassen

Durch diese praxisnahen Services soll bei den Digitalisierungsforschern am IKV einerseits ein besseres Verständnis für Fragen der Ergonomie und Usability geschaffen werden; andererseits entstehen für Industriekunden im Technikum erlebbar Demo-Anwendungen. Mit den Demonstratoren für Qualitätssicherung und Kreislaufwirtschaft bietet das Plastics Innovation Center 4.0 somit einen praxisnahen Einblick in die Möglichkeiten einer digitalisierten Kunststoffverarbeitung. ■