

Teil 10 und Schluss: Die Digitalisierung der Kunststoffverarbeitung bekommt ein Zuhause

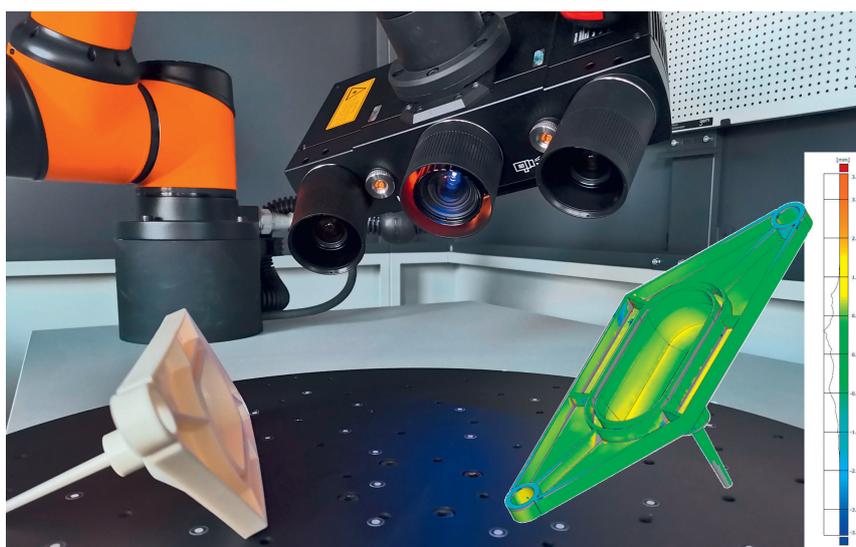
## Alles unter einem Dach

Mit Fertigstellung des Plastics Innovation Center 4.0 ist die Forschungsinfrastruktur des Instituts für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Aachen erheblich erweitert worden. In Verbindung mit dem Ausbau der digitalen Netzwerkarchitektur können sich die Forschenden in den folgenden Jahren verstärkt pragmatischen Lösungen und industrienahen Projekten zur Digitalisierung zuwenden. Der letzte Beitrag dieser Serie nimmt die technischen Möglichkeiten zur industrienahen Forschung mit Projektpartnern in den Blick.

Die neu errichtete und zu Forschungszwecken nutzbare Fläche des Plastics Innovation Center 4.0 (PIC 4.0) umfasst 4150 m<sup>2</sup>. Der zentral im PIC 4.0 verortete und insgesamt knapp 300 m<sup>2</sup> große aufteilbare Seminarraum eröffnet einen direkten Blick in das Technikum, sodass Beispielprozesse bei Projekttreffen und projektbegleitenden Ausschüssen praxisnah demonstriert und beobachtet werden können. Eine Etage tiefer befindet sich die Metallwerkstatt, sodass im modern ausgestatteten Fortbildungsraum Schulungen zu Spritzgießsimulation, Werkzeugbau und Prozesseinrichtung sowie deren digitale Vernetzung mit praktischen Inhalten angeboten werden können.

In dem Messlabor befinden sich zahlreiche Geräte zur taktilen und optischen Vermessung von Bauteilgeometrien und -oberflächen wie auch elektrotechnisches Equipment für kreative Arbeiten an neuen Sensor- und Messtechnologien. Hierzu zählt beispielsweise das O-Inspect 442 der Carl Zeiss AG zur taktilen Vermessung von Bauteildimensionen (Messraum: 400 x 400 x 200 mm<sup>3</sup>; Messgenauigkeit: 1,6 µm) oder der MicroGlider der Fries Research & Technology GmbH zur optischen Vermessung von Bauteiloberflächen (Sensorauflösung: 10 nm lokal in z-Richtung und 1 bis 2 µm in xy-Richtung).

Ergänzend ermöglicht ein GOM Scan Cobot mit Atos Q Sensorkopf der Carl Zeiss GOM Metrology GmbH die schnelle optische Vermessung von Bauteilen. Über zwei 12-Megapixel-CMOS-Kameras kann in wenigen Minuten automatisiert ein CAD-Export der vermessenen Bauteile erfolgen, um die Realgeometrie direkt



Durch optische Vermessung und CAD-Export der realen Bauteilgeometrie können Abweichungen zur Ursprungs- und Simulationsgeometrie knotenweise verglichen werden. © IKV

mit einer Füllsimulation abzugleichen (**Titelbild**). Kleinere Laborgeräte wie der Halogen Moisture Analyzer HX204 der Mettler Toledo GmbH komplettieren die Ausstattung des Messlabors. Letzteres ermöglicht die Bestimmung des Restfeuchtegehalts einer Granulatprobe auf eine Wiederholgenauigkeit von 0,01 % und liefert Trocknungskurven in Echtzeit, um in Versuchskampagnen am PIC 4.0 schnell auf Restfeuchteschwankungen reagieren zu können.

### Großes Technikum für komplexe Forschungsprozesse

Die Technikumsfläche bietet auf 1100 m<sup>2</sup> Platz für die zahlreichen Testbeds zur digitalisierten Kunststoffverarbeitung. Neben einer zentralen Materiallagerung und -trocknung finden sich Testbeds

unter anderem zur Prozesseinrichtung mithilfe künstlicher Intelligenz sowie zur Rezyklatverarbeitung [1, 2]. Die kontinuierliche Datenerfassung im PIC 4.0 unterstützt dabei sämtliche Fertigungsprozesse [3, 4]. Ein Großteil der Maschinen und Anlagen kommuniziert hierzu direkt über OPC UA oder die entsprechenden Spezifikationen der Euromap. Einige wenige müssen auch im PIC 4.0 weiterhin über ältere Schnittstellen wie Euromap 63 oder individuelle Nachrüstungen und separate Datenerfassungssysteme (beispielsweise Echtzeit-Messsysteme zu Analogsignalen) in die digitale Infrastruktur integriert werden.

Der Forschungsschwerpunkt im Technikum liegt auf Spritzgießprozessen mit derzeit zehn Spritzgießmaschinen unterschiedlicher Hersteller im Schließkraftbereich zwischen 350 und »

## Kooperation mit der Industrie

Die neue Forschungsinfrastruktur bietet zahlreiche Möglichkeiten, um potenzielle Systeme und Technologien zur Digitalisierung am IKV auszutesten und deren Mehrwert für die eigene Produktion und prozesstechnische Fragestellungen vorab zu evaluieren. Nach Kontaktaufnahme durch ein Unternehmen identifizieren die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am PIC 4.0 die jeweilige Problemstellung zu Datenerfassung, Datenanalyse oder bedienerfreundlichen Anwendungen. In gemeinsamen Projekten oder in einem Konsortium werden dann gewinnbringende Lösungen erarbeitet. Die Forschungsinfrastruktur des PIC 4.0 kann dabei bis zum Proof-of-Concept am IKV unterstützen, sodass die anschließende industrielle Umsetzung ein Erfolg wird.

[www.ikv-aachen.de/forschung/efre-pic-40/](http://www.ikv-aachen.de/forschung/efre-pic-40/)

## Info

### Text

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

**Pascal Bibow, M.Sc. RWTH** beschäftigt sich am IKV seit September 2016 mit intelligenten Produktionssystemen und ist seit Januar 2020 Geschäftsführer des Plastics Innovation Center 4.0 am IKV; [pascal.bibow@ikv.rwth-aachen.de](mailto:pascal.bibow@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).

### Ende der Serie

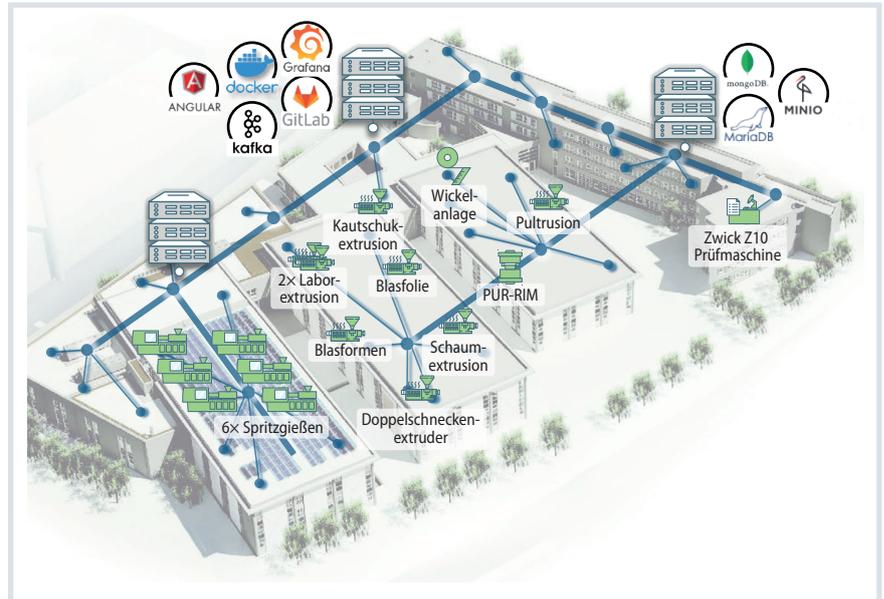
Mit diesem zehnten Teil endet die Serie über das PIC 4.0 – die neun vorangegangenen Teile sind zwischen Juni 2020 und Juli 2022 erschienen und in unserem Online-Archiv leicht durch Nennung der beiden Autoren zu finden.

### Literatur & Digitalversion

Das Literaturverzeichnis 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 1.** Die Konnektivität zu Maschinen und Anlagen am IKV wurde auch über das Technikum des PIC 4.0 hinaus ausgebaut; zahlreiche Maschinen ermöglichen datenbasierte Einblicke in das Verfahren. © IKV

2400 kN. Sechs dieser Maschinen kommunizieren via OPC UA oder Euromap 77, zwei über die ältere Euromap 63. Die notwendige Peripherie in Form von Handlingrobotern und Temperiergeräten wird entweder direkt über die Maschine in das Datennetzwerk eingebunden oder folgt ebenfalls bereits der Ethernet-basierten OPC-UA-Schnittstelle. Dezentrale Materialfördersysteme für einen transparenten und kontrollierten Materialfluss ergänzen die Infrastruktur. Ein Leitrechnersystem ermöglicht kontinuierliche Einblicke in laufende Versuche und zeigt Störgrößen auf, die unmittelbar in die Prozessteuerung einfließen können. Dadurch können im PIC 4.0 Lösungen zur Anbindung von Maschinen und Geräten sowohl hardware- als auch softwareseitig untersucht, entwickelt und bereitgestellt werden.

### Serviceorientierte Architektur für Ergebnistransfer in die Anwendung

Die Erfassung der Maschinen- und Anlagendaten bildet den zentralen Kern der serviceorientierten Informations- und Softwarearchitektur. Für sämtliche Geräte und Anlagenkomponenten werden individuelle Datenschnittstellen entwickelt (sogenannte Konnektoren), sofern nicht seitens der Hersteller solche in Form standardisierter Schnittstellen bereitstehen. Neben der Datenerfassung

von Spritzgießmaschinen im PIC-4.0-Technikum sind auch im Faserverbund- und Extrusionstechnikum Anlagen an das Netzwerk angebunden (Bild 1). Beispielsweise wurde ein Doppelschneckenextruder der Coperion GmbH mit einer OPC-UA-Schnittstelle nachgerüstet, ebenso wie die Blasformanlage BM-206 der Beckum Maschinenfabrik Traismauer Gesmbh. Dadurch können auch bei einer Vielzahl an Extrusionsprozessen kontinuierlich Daten zu Schmelztemperatur und -druck sowie zu Werkzeugtemperatur, Verfahrensgeschwindigkeit, Blasdruck und -zeit gemessen und erfasst werden, um auf dieser Basis eine Echtzeit-Prozesssteuerung und -regelung zu realisieren.

So wird die Datenerfassung unter anderem gespeist von Laborextrudern einerseits der Brabender GmbH & Co KG und andererseits der Collin Lab & Pilot Solutions GmbH sowie einem Kautschukextruder der TSM GmbH. In der Schaumextrusion werden ebenfalls Schmelzdrücke und -temperaturen, Extruderdrehzahlen, Motorströme sowie Extrudatabmessungen und -temperaturen erfasst und über die Datenerfassung des PIC 4.0 in die Datenbanken geleitet. Das Tridem-Setup besteht dazu aus einem Aufschmelzextruder der Windmüller & Hölscher KG, einem Multiple-Rotations-System der Gneuss Kunststofftechnik GmbH und einem Ausstoß- und

Kühlextruder der Oerlikon Textile GmbH & Co. KG.

Die Datenverfügbarkeit stellt somit zwar ein andauerndes Entwicklungsfeld dar, insbesondere bei der initialen Einbindung neuer Anlagen, jedoch ist dies bei modernen Maschinen nicht länger als technische Herausforderung zu betrachten. Vielmehr soll durch die Entwicklung anwendungsfall-spezifischer und modularer Services aus aktuellen und zukünftigen Forschungsprojekten ein direkter Mehrwert der verfügbaren Daten ersichtlich werden.

### Plattform für diverse Optimierungsmodule

Hierzu wurde am IKV eine Service-Plattform entwickelt, die den Zugriff auf einzelne Optimierungsmodule zur weiteren Forschung und praxisnahen Anwendung möglich macht. Über die Kombination aus

- einem webbasierten Frontend, entwickelt im Typescript-Framework Angular,
- einem Node.js-Gateway zum ebenfalls für die Datenerfassung genutzten Message-Broker Apache Kafka und
- diversen Backend-Programmen zur gezielten Datenanalyse beispielsweise in Python, Matlab oder Labview wird eine skalierbare und stetig wachsende Anwendungspalette bereitgestellt [5]. Dadurch lässt sich im Technikum des PIC 4.0 der Mehrwert der erfassten Daten an einem Leitstand visualisieren, um einen etwaigen Digitalisierungsaufwand für industrielle Prozesse vorab zu evaluieren und den Nutzen aufzuzeigen.

Erste bereits umgesetzte Service-Module betreffen die automatisierte Versuchsplanung und -analyse sowie eine softwareseitige Routine zur Verzugs-kompensation durch simulationsbasierte Geometrie-anpassung. Ein weiterer aktuell in der Entwicklung befindlicher Service soll ein einfaches Interface zum Training eines neuronalen Netzes mit anschließender KI-gestützter Empfehlung zu Prozessanpassungen umsetzen. Zwar sind die auf der Service-Plattform implementierten Optimierungs- und Analysemodule nicht mit industrietauglichen Lösungen gleichzusetzen, sie stellen jedoch einen Ausgangspunkt für weitere Entwicklungen und Demonstrationsprojekte dar.

### Die Lücke zwischen Simulation und Realität schließen

Mit der Fertigstellung und Inbetriebnahme des PIC 4.0 werden Methoden der Digitalisierung in der Kunststoffverarbeitung im Fokus stehen und die Untersuchung weiterer Prozesse durch vollständige Transparenz der Prozess- und Qualitätsdaten unterstützen. Insbesondere aus dem Exzellenzcluster „Internet of Production“ der RWTH Aachen heraus können Forschungsarbeiten zu datenbasierten Einrichtvorgängen fortgesetzt und industrienah demonstriert werden, ebenso wie solche zu „Plug & Produce“-Anwendungen durch die Industrie-4.0-Verwaltungsschale oder simulierten Abkühlstrecken in der Extrusion.

Die an vielen Spritzgießmaschinen im PIC-4.0-Technikum angebrachten Messdüsen zur Messung des Schnecken-

vorraumdrucks und der Schmelzetemperatur erlauben es zudem, das maschinenspezifische Prozessverhalten in Form eines digitalen Schattens zu charakterisieren. Durch Korrelation mit bestehenden Forschungsansätzen zur Prozessoptimierung werden somit neue Abhängigkeiten und der Mehrwert einer Nachrüstung der digitalen Signale erkennbar. Die Kopplung dieser an der Schnittstelle zwischen realem und virtuellem Prozess erfassten Messwerte mit der Füllsimulation ermöglicht es dadurch, die Lücke zwischen Simulation und Realität für verlässliche Qualitätsprognosen schließen können.

### Ausblick

Die Ausweitung der Digitalisierungsmethoden aus dem PIC 4.0 auf andere Technika des IKV ermöglicht es, Wechselwirkungen entlang des Materialflusses der Wertschöpfungskette zu analysieren. Insbesondere Forschungsfragen zur Kreislaufwirtschaft vom Compounding bis zum Spritzgießprodukt und zurück, können mithilfe der entwickelten Infrastruktur zielführend bearbeitet werden.

So profitiert beispielsweise auch das im August 2022 gestartete und vom BMBF mit einem Projektvolumen von 23 Mio. EUR geförderte Forschungsprojekt unter dem Akronym KIOptiPack von der Infrastruktur des PIC 4.0. Gemeinsam mit mehr als 40 Projektpartnern sollen anwendungsnahe KI-Methoden entlang der Wertschöpfungskette im Verpackungsbereich für eine verbesserte Kreislaufführung von Kunststoffen entwickelt und validiert werden. ■



**Danke, dass Sie uns auf der K Messe besucht haben!**



**PROMIX**  
Solutions

**MISCHEN.  
SCHÄUMEN.  
KÜHLEN.**

Schlüsselfertige Lösungen für die Kunststoffverarbeitung



**Signifikante Material- und Kosteneinsparungen**  
**Leichtere Produkte**  
**Geringerer CO<sub>2</sub>-Fußabdruck**  
**Mehr Gewinn**

[www.promix-solutions.com](http://www.promix-solutions.com)

