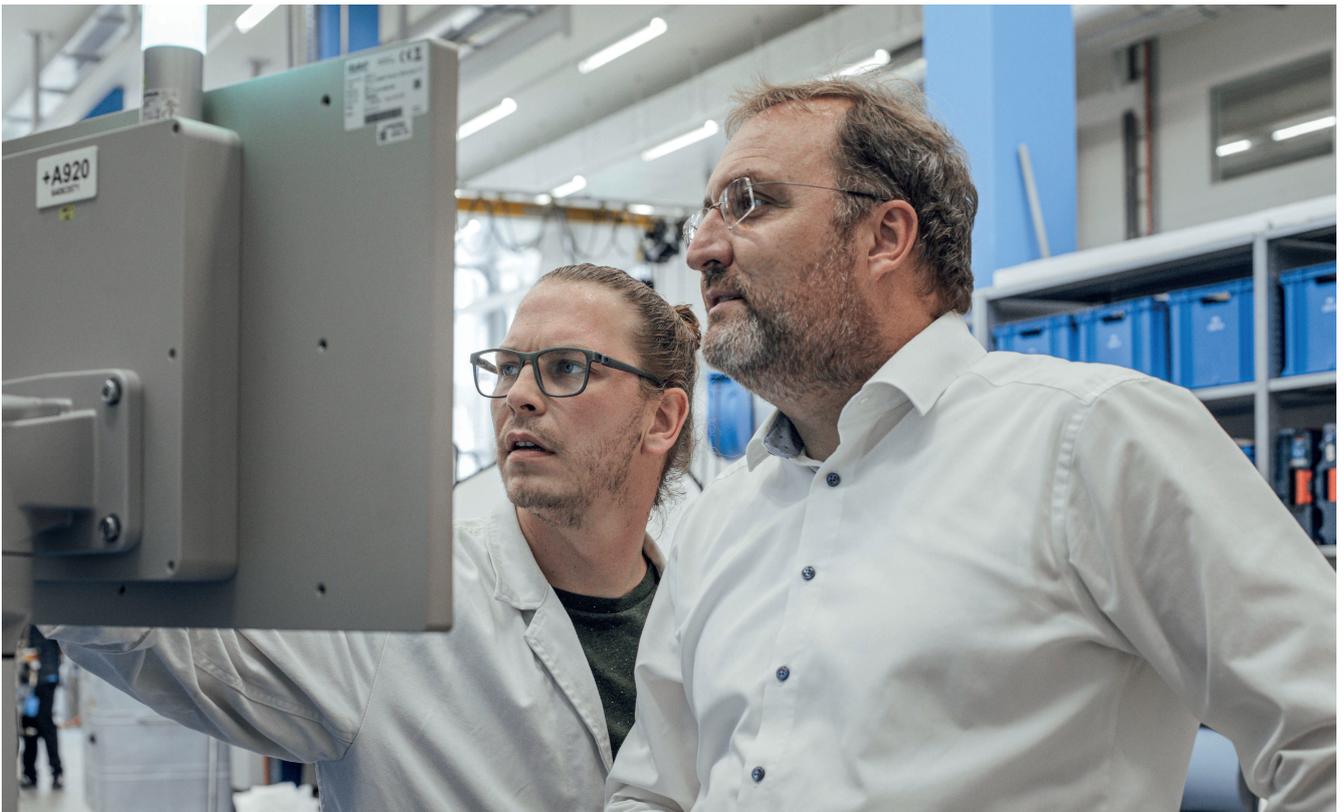


Teil 3 der Serie: Digitalisierung beim Compoundieren

Auf jede Baugruppe kommt es an

Die angewandte Digitalisierung beim Spritzgießen wurde anhand von Beispielen im zweiten Teil der Serie vorgestellt. Die Qualität des verwendeten Granulats, hergestellt im vorgelagerten Compoundierprozess, stellt dabei über die Viskosität eine wichtige Einflussgröße dar. Kann durch Einsatz von Digitalisierung beim Compoundieren eine gleichbleibende Granulatqualität erzeugt werden? Bringt eine umfassende Datenaufzeichnung weitere Use Cases mit sich und was muss bei einem kontinuierlichen Prozess besonders beachtet werden? Die Ostschweizer Fachhochschule stellt hierzu erste Ergebnisse interner Projekte vor.



Alex Ramsauer (links) und Prof. Daniel Schwendemann vom IWK werfen einen kritischen Blick auf die Datenauswertung. © OST

Die Datenerfassung entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Compoundieren bis hin zum Spritzgießen hilft, Zusammenhänge zwischen Bauteileigenschaften und den Dateninformationen aus beiden Produktionsprozessen herzustellen. Die Informationen helfen ebenfalls, Schwankungen beim Compoundieren zu reduzieren und hierdurch den Spritzgießprozess zu verbessern. Die Überwachung dieser Daten lässt Anomalien im Prozess früh-

zeitig erkennen, wie zum Beispiel sich ändernde Massetemperaturen oder Drehmomentaufnahmen. Werden diese Anomalien reduziert, kann teilweise auf kosten- und zeitintensive Qualitätskontrollprüfungen beim Wareneingang verzichtet werden.

Als Grundlage hierfür muss der Compoundierprozess zunächst einzeln betrachtet werden. Entsprechend des in Teil 2 dieser Serie vorgestellten Vorgehenskonzepts für Digitalisierung und

dem Use-Case-Framework aus Teil 1 werden im ersten Schritt sechs Use Cases mit hohem Potenzial für die Datenerfassung beim Compoundieren definiert.

Für die Betrachtung gekoppelter Prozesse ist insbesondere der Use Case „Direkte Verbesserung der Produktqualität / Prozessstabilität“ von großer Relevanz. Aus diesem Grund wird zunächst betrachtet, welche Prozessinformationen geliefert werden können und welche für den Use Case notwendig sind.

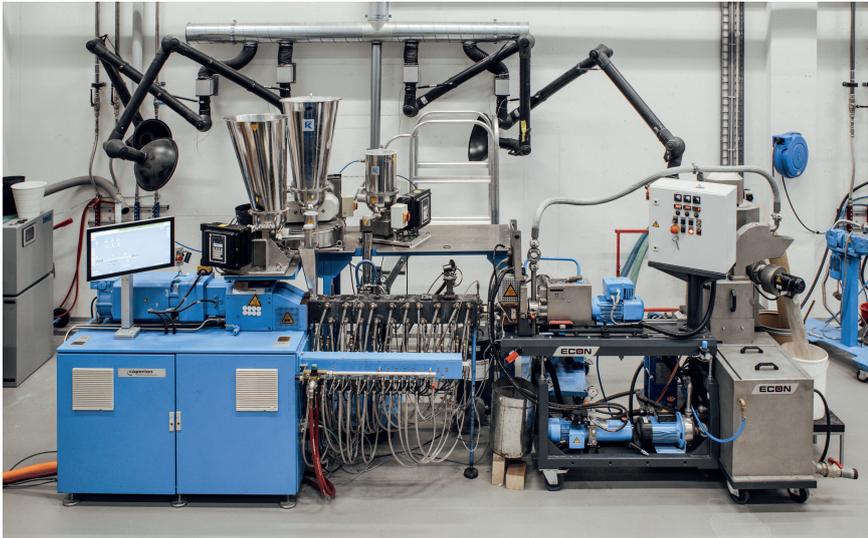


Bild 1. Die Compoundieranlage am IWK in Rapperswil war die Basis für das interne Forschungsprojekt in Sachen Digitalisierung. © OST

Herausforderung Datenerfassung beim Compoundieren

Im Gegensatz zum diskontinuierlichen Spritzgießen, handelt es sich beim Compoundieren um einen kontinuierlichen Prozess. Die Daten können somit nicht direkt einem Produkt über einen Zyklus zugeordnet werden, sondern müssen kontinuierlich aufgezeichnet und dann

unterschiedlichen Materialchargen zugewiesen werden. Die Herausforderung hierbei ist, die aufgezeichneten Prozessdaten so dem hergestellten Granulat zuzuordnen, dass bei der Weiterverarbeitung auf diese zurückgegriffen werden kann. Dies erschwert unter anderem die Modellbildung zwischen den Parametern des Compoundierprozesses und den Qualitätsdaten des her-

gestellten Granulats. Sehr gut möglich ist jedoch die konstante Überwachung des Prozesses und damit das frühzeitige Erkennen von Anomalien (Prozessschwankungen).

Eine Compoundieranlage lässt sich grundsätzlich in vier Baugruppen aufteilen, zudem wird noch die Lagerung und das fertige Granulat analog **Bild 1** und **Bild 2** berücksichtigt.

Je nach Prozessführung und Anzahl der zugeführten flüssigen und festen Zusatzstoffe ist der Prozess unterschiedlich komplex. Hierbei liefert jede Baugruppe für den Prozess wichtige Prozessinformationen, welche in **Bild 3** dargestellt sind. Die Dateninformationen sind anhand folgender Gruppen farblich gekennzeichnet: Temperaturen (rot), Drücke (blau), Drehzahlen (orange) und Drehmomente (grün). »

Info

Autoren

Die folgenden Autoren sind am Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK) an der Ostschweizer Fachhochschule Rapperswil (OST) tätig:

Prof. Daniel Schwendemann als Leiter des Fachbereichs Compoundieren und Extrusion,

Jasper Hollender, M.Sc., als Projektleiter im Fachbereich Compoundieren und Extrusion

Prof. Dr.-Ing. Frank Ehrig als Institutsleiter;

Curdin Wick, M.Sc., als Leiter des Fachbereichs Spritzgießen/PUR;

Prof. Dr. Roman Hänggi ist Partner am Institut für Produktdesign, Entwicklung und Konstruktion (IPEK) der OST.

Die Serie

Diese Beitragsreihe besteht aus drei Teilen. Teil 1 „Umsetzung von Industrie 4.0 beim Spritzgießen und Compoundieren“ erschien in der *Kunststoffe* 9/2021, Teil 2 „Auf dem Weg zur smarten Spritzgießfabrik“ in Ausgabe 11/2021.

Digitalversion

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

Use Case	Beschreibung
Direkte Verbesserung der Produktqualität/Prozessstabilität	Durch Echtzeit-Zugriff auf die Daten und Informationen während des Prozesses können die Materialkennwerte konstant gehalten werden. Anhand der historischen Daten können durch maschinelles Lernen Störungsmuster erkannt werden.
Indirekte Verbesserung der Produktqualität	Eine Erhöhung der Produktqualität kann auch nach dem Prozess erreicht werden. Dabei werden verschiedenen Qualitäten / Materialeigenschaften produziert, um in einem weiteren Schritt die verschiedenen Batches so miteinander zu vermischen, dass beispielsweise die gewünschte Viskosität erreicht wird.
Ferngesteuerter Zugriff	Der Bediener kann online in Echtzeit auf die wichtigsten Prozessparameter der kompletten Anlage zugreifen. Zudem werden die wichtigsten Informationen und spezifisch gewünschte Daten beispielsweise auf Monitoren an den gewünschten Orten bereitgestellt.
Prädiktive Instandhaltung	Durch den gezielten Einbau von Sensoren und die Erfassung in einer zentralen Datenbasis kann der Verschleiß der Anlage überwacht und optimiert werden. Dies ermöglicht zudem Zugriff von externen Experten und somit frühzeitige Instandhaltungsmaßnahmen und eventuell eine vereinfachte Wartung.
Logistik	Die kompletten Lagerinformationen der verwendeten Materialien werden aufgezeichnet und als vorgelagerter Prozess in die Datenstruktur eingepflegt. Dies ermöglicht die Rückverfolgbarkeit bei Prozessschwankungen und eine Überwachung und Optimierung der Lagerung.
Optimierung der Energieeffizienz	Zentral erfasste Daten der gesamten Anlage inklusive aller Peripherieeinheiten ermöglichen eine Übersicht über den aktuellen und vergangenen Energieverbrauch für verschiedene Prozesse und Konfigurationen. Diese Daten sind die Grundlage zur Optimierung der Energieeffizienz.

Tabelle. Mögliche Use Cases für den Compoundierprozess. Quelle: OST

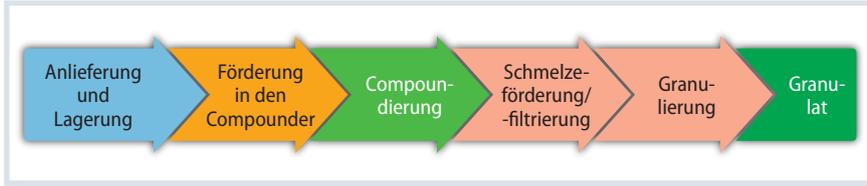


Bild 2. Hauptprozessschritte während des Compoundierens Quelle: OST; Grafik: © Hanser

Ziel ist es nun, diese Informationen des Compounders und seiner Peripheriegeräte sowie weiterer Sensoren zu erfassen und auszuwerten. Allerdings werden bei Compoundieranlagen selten normierte Schnittstellen wie Euromap und OPC-UA verwendet, wodurch die Datenaufzeichnung erschwert wird. Eine Compoundieranlage besteht, wie im **Bild 3**

gezeigt, aus vielen Peripherieeinheiten verschiedener Firmen, welche oft nur mit Hauptfunktionen (An, Aus und Freigabe) zentral in einer Steuerung zusammengeführt werden. Die Hersteller benutzen üblicherweise ihre eigenen Steuerungen und Schnittstellen. Aufgrund der Diversität der Schnittstellen wird die Datenaufzeichnung deutlich erschwert – oft sind

auch keine Daten für den Energieverbrauch und die exakten Betriebsdaten der Peripherieanlagen abgreifbar. Dies führt in der Praxis zu Insellösungen, die keine Gesamterfassung, Auswertung und Optimierung erlauben.

Am Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK) wird eine zentrale Datenerfassung eingerichtet, welche die Daten aus **Bild 3** erfasst, zusammenführt und über einen gemeinsamen Zeitstempel speichert. Entscheidend ist dabei die Wahl der Abtastfrequenz der einzelnen Signale. Anders als beim Spritzgießen, muss diese beim Compoundieren meist nicht hochfrequent sein, da die Prozesse oftmals eingefahren sind und sich nicht kurz-

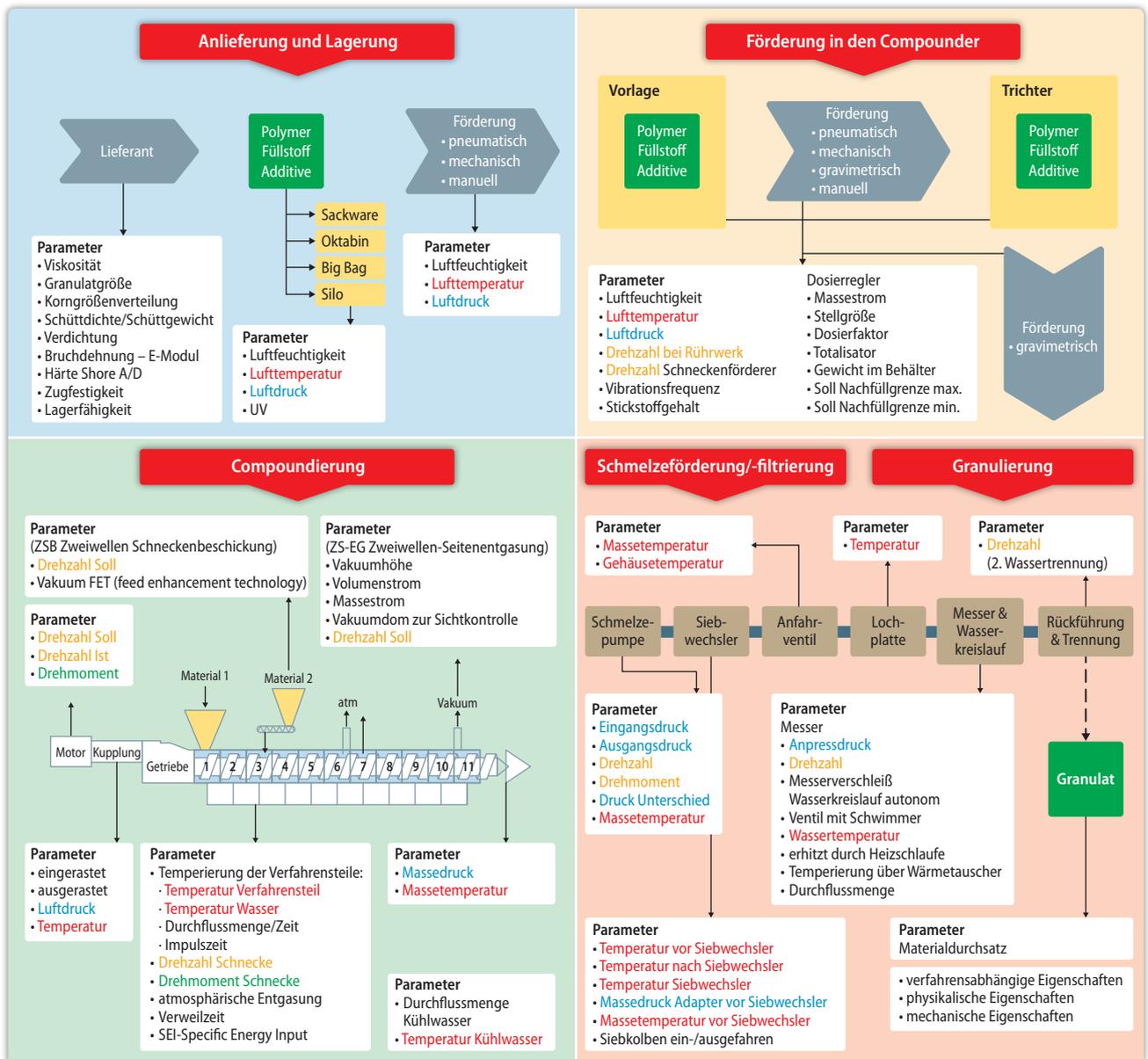


Bild 3. Übersicht der Haupteinflussgrößen des Compoundierprozesses – vereinfacht und gegliedert in die Prozessschritte Quelle: OST; Grafik: © Hanser

fristig ändern. Trotzdem müssen signifikante Prozessschwankungen erkannt und geeignete Kennwerte ohne zu großen Informationsverlust gebildet werden können. Hierbei spielt auch der für die Daten benötigte Speicherplatz eine entscheidende Rolle.

Versuchsaufbau und erste Nutzung der Datenerfassung

Der Compounder ZSK-26 am IWK ist mit einer Siemens-S7-Steuerung ausgerüstet und kann gut in die Datenaufzeichnung integriert werden, ebenso ohne größeren Mehraufwand einzelne Peripherieeinheiten mit neuartigen Steuerungen und Standardschnittstellen. Für andere Einheiten, welche keine verbreiteten Schnittstellen besitzen, müssen jeweils individuelle Lösungen ausgearbeitet werden. Zusätzliche Sensoren, welche im Compounder oder in diversen Peripherieeinheiten verbaut sind, können direkt in die Datenaufzeichnung integriert werden. Dazu wird ein I/O-System verwendet, bei welchem analoge und digitale Stromschnittstellen über spezifische Klemmen angeschlossen und aufgezeichnet werden können.

Den im Prozess aufgezeichneten Daten müssen zusätzlich weitere Daten von vor- und nachgelagerten Prozessen, welche nicht in Echtzeit aufgenommen werden, zugeordnet werden können. Zu den vorgelagerten Prozessen gehören hierbei beispielsweise die Materialtrocknung und zu den nachgelagerten Prozessen die Bestimmung der Granulateigenschaften, wie beispielsweise die Viskositätsmessung im Labor. Für die vorgelagerten Prozesse ist dies keine einfache Fragestellung, weshalb die konkrete Umsetzung noch in Bearbeitung ist. Bei den nachgelagerten Prozessen wird die Information chargenweise den bereits gespeicherten Daten hinzugefügt.

Die aufgebaute Datenerfassung wird bereits für Forschungsprojekte am IWK eingesetzt. Ein zentrales und für die Zukunft immens wichtiges Thema ist hierbei die Optimie-

rung der Energieeffizienz der Compoundieranlage, denn diese kann nur durch die Vernetzung der kompletten Anlage optimiert werden.

Weitere Themen sind die Verbesserung des Prozessverständnisses bei Zugabe von auf Wasserbasis flüssigdosierten Füllstoffen und die Überwachung der Prozessstabilität. In einem Projekt konnten dabei durch die Kombination der Signale von eingebauten Sensoren und Parametern des Compounders sowie der Peripherien wichtige Erkenntnisse gewonnen werden und die

Prozessstabilität auch bei hoch reaktiven Additiven gewährleistet werden. Zudem konnte durch ein vertieftes Projektverständnis der kritische Punkt bei Zudosierung von flüssigen Füllstoffen identifiziert werden.

Der Erkenntnisgewinn im Bereich des Compoundierens lässt sich auch für die Extrusion nutzen. Eine Korrelation mit dem Endprodukt ist hier einfacher. Denn im Bereich der Extrusion können die aufgezeichneten Daten dem Extrudat beispielsweise über die Laufmeter des Profils zugeordnet werden. ■



*a Family Company
since 1957, made in Italy*

**QUALITY
IS CAPITAL**

The creation of a gearbox to drive an extruder demands very high quality standards, in order to guarantee first-rate performances and the utmost level of reliability.

For this reason we constantly improve our production through structural and technological investments, aimed at upgrading our industrial processes.

The absolute and inimitable quality of our gearboxes is the result of these efforts.

We are a Company based on quality, because *quality is the real capital.*



**WORK
WITHOUT
WORRY**

Gearboxes of excellence for plastics machinery

ZAMBELLO group
Advanced technology for extruders