

Spritzgießen von sensiblen Materialien und Rezyklaten

Ausschuss und Zykluszeit automatisiert optimieren

Eine **Spritzgießmaschine**, die **eigenständig** die **Verarbeitungsparameter** auf die kunststoffspezifischen **Eigenschaften**, die **Umgebungsbedingungen**

und den momentanen **Maschinen-** oder **Werkzeugzustand abstimmt**, ist die **Idealvorstellung** vieler Kunststoffverarbeiter. Diese ist **Wirklichkeit** gewor-

den, denn ein KI-Spinoff hat nach fünf Jahren anwendungsnahen Forschens ein solches autonomes Optimierungstool erarbeitet und industrialisiert.



◀ Aktueller und optimierter Prozessraum, basierend auf den Live-Inputs in das Modell. Es wird zu jedem Zeitpunkt (beim Spritzgießen für den nächsten Zyklus) ein optimierter Prozessparametervorschlag erzeugt.

Web-Tipp

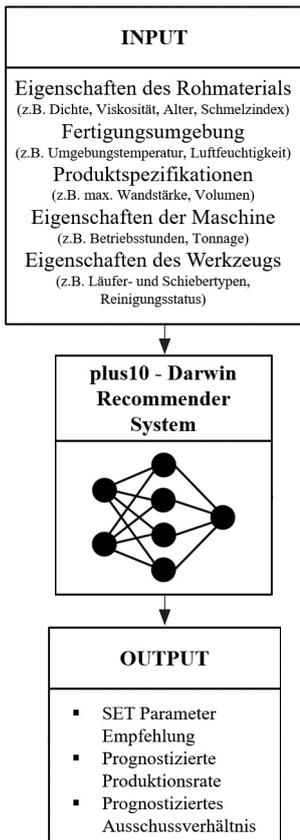
- ▶ Lückenlose Qualitätsüberwachung im Werkzeug
- ▶ Erfindungen mit Weitblick
- ▶ Short-URL:

www.plastverarbeiter.de/69646

Eine Fertigungsmaschine, die selbst die Prozessparameter auf die situativ vorliegenden Eigenschaften des Rohmaterials, den Umgebungsbedingungen und dem aktuellen Maschinen- beziehungsweise Werkzeugzustand anpasst, ist ein großer Wunsch vieler Kunststoffverarbeiter. Gerade Materialien, wie beispielsweise Elastomere, die sensibel auf veränderte Feuchte und Temperatur beim Lagern reagieren, machen eine manuelle Prozessnachführung stets nötig. Ähnliches Problem liegt beim Verarbeiten von Rezyklaten, die heterogenere Eigenschaften als das Neumaterial aufweisen. In der Praxis werden beispielsweise beim Spritzgießen in solchen Fällen die Prozessparameter zugunsten einer minimalen Ausschussquote eingestellt, um zwar langsamer aber zumindest mit konstant gutem Output zu produzieren. Hierdurch leidet die Wirtschaftlichkeit, was sich nur durch eine Automatisie-

rung der Prozessnachführung und Parameteroptimierung, basierend auf den gerade vorliegenden Rohmaterial- und Umgebungsbedingungen lösen lässt. Ziel ist es, stets den besten Kompromiss zwischen minimaler Ausschussrate und minimaler Zykluszeit zu finden und einzustellen.

Das Fraunhofer KI-Spinoff Plus10, Augsburg, hat nach fünf Jahren anwendungsnaher Forschung ein solch autonomes Optimierungstool namens Darwin-Recommend-System entwickelt und industrialisiert. Ziel ist es hierbei, die Ausschussquote in Kombination mit der Zykluszeit einer Maschine zu optimieren, um den maximalen Output an Gutteilen pro Zeiteinheit zu finden und umzusetzen. Das entwickelte Recommender-System besteht aus mehreren Machine-Learning-Modellen, die miteinander interagieren. Im Kern werden explizit Maschinenverhalten, Prozess-



▲ Gesamtkonzept des Machine Learning-Recommendation-Systems mit Input/Output für das Spritzgießen.

verhalten, Materialeigenschaften und Werkzeugzustand kontinuierlich charakterisiert, um möglichst alle Haupteinflussfaktoren, die auf Zykluszeit und Produktqualität wirken, fortlaufend im Modell abzubilden.

Natürliche Prozessstreuung und Schwarmintelligenz aktiv nutzen

Um ein Modell mit Berücksichtigung aller Einflussgrößen empirisch aufzubauen, müssten klassisch nach einem Design-of-experiments Versuchspläne aufgebaut und durchgeführt werden.

Dies ist sehr kosten- und zeitintensiv und blockiert zudem Fertigungskapazitäten. Deshalb wird bewusst hierauf verzichtet und stattdessen die natürliche Prozessschwankung von mehreren Maschinen, die

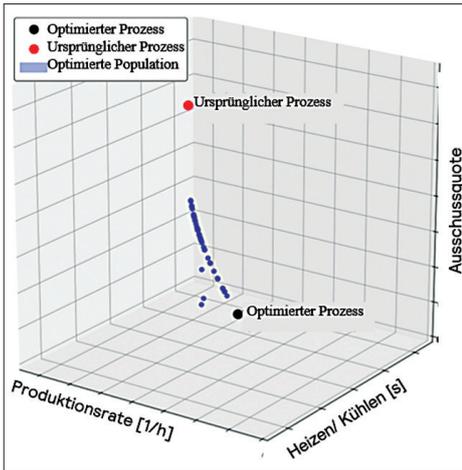
gleiche oder ähnliche Bauteile mit leicht unterschiedlichem Qualitätsergebnis produzieren, verwendet. Dies wurde in einem weiteren Schwarmintelligenzansatz umgesetzt, um aus der Gesamtmenge an angeschlossenen Maschinen Schlüsse über das Prozessverhalten ziehen zu können. Rein aus der Beobachtung heraus kann somit ein Prozessmodell gelernt und auch kontinuierlich erweitert werden.

Kontinuierlich und betriebsparallel

Aus dem kontinuierlichen Input für das Modell werden live optimierte Prozessparameter errechnet und vorgeschlagen. Die mehreren statistischen Modelle weisen während der Optimierung zudem eine Gesamtunsicherheit aus, um dem Prozessexperten ein Gefühl zu geben, wie sicher sich das System mit dem Vorschlag ist. Ziel ist es immer, die Produktionsrate von Gutteilen zu maximieren. Diese ergibt sich aus der prognostizierten Zykluszeit und dem erwarteten Risiko, mit diesen Einstellungen ein Schlechtteil zu produzieren sowie den jeweiligen Unsicherheiten für diese beiden Werte.

Industrieller Nutzen bewiesen

Das System läuft bereits bei ersten Unternehmen im industriellen Maßstab und erzielt Output-Steigerungen im Bereich von 10 bis 17 Prozent beim Spritzgießen unterschiedlicher Produk-



◀ Aktueller und optimierter Prozessraum, basierend auf den Live-Inputs in das Modell. Es wird zu jedem Zeitpunkt (beim Spritzgießen für den nächsten Zyklus) ein optimierter Prozessparameter-vorschlag erzeugt.

te, wie Reinfried Wobbe, Director Digital Business Development/Industrie 4.0 bei Freudenberg bestätigt: „Plus10 hat mit ihrer kontinuierlich lernenden Darwin-Recommend-Technologie auf mehreren Spritzgießmaschinen den praktischen Beweis erbracht, dass signifikante Produktionssteigerungen bei der Elastomerverarbeitung auch real möglich sind.“

Darüber hinaus laufen erste Tests des Systems in der Zyklatverarbeitung, um bei sehr heterogenen Materialeigenschaften automatisiert die Prozessparameter anpassen zu können. Ziel ist es, eine konstant hohe Produktqualität selbst bei schwankenden Eingangsgrößen zu erreichen. Da die Regelmäßigkeit hier wesentlich höher ist, wird ein automatisiertes Zurückschreiben auf die Steuerung bei hoher Prognosesicherheit hierfür nötig, um den Regelkreis zu schließen.

Künstliche Intelligenz greifbar und verständlich machen

Um das abstrakte Thema Künstliche Intelligenz (KI) sowie die darin beinhaltete Entscheidungsfindung und Entschei-

dungssicherheit im Produktionskontext auch für Nicht-Algorithmikentwickler greifbar und verständlich zu machen, wurde ein Demoszenario mittels einer modifizierten und mit unterschiedlichen Industriesteuerungen bestückten Fischertechnik-Lernfabrik aufgebaut. Hierbei kann der Mensch künstlich Probleme oder veränderte Materialeigenschaften provozieren und erhält als Antwort der KI einen hierauf angepassten Gegenvorschlag zur Prozessoptimierung.

Durch dieses Szenario können die KI-Tools im Kontext eines interaktiven und selbstlernenden Systems zur Fehlerbehebung veranschaulicht werden, wie auch Pablo Mayer, COO und Mitgründer von Plus10 bestätigt: „Der Demonstrator mit seinen Fischertechnik-Industrie 4.0-Komponenten macht es uns möglich, unsere doch sehr komplexe KI-Technologie für Anwender und Interessierte greifbar zu machen. Wir haben sehr gute Erfahrungen mit Fischertechnik gesammelt, um industrielle Fertigungsabläufe und die zugehörige Produktions-IT miniaturisiert zu demonstrieren.“ Beim Demoszenario werden die Fischertechnik-Komponenten durch Industriesteuerungen, wie etwa von Siemens oder Beckhoff SPS, ergänzt. Darüber hinaus wurde auch ein Industrieroboter integriert, welcher einzelne Prozessstationen im Modell be- und entlädt. ■

Autoren

Lena Kunz

leitet Marketing und Kommunikation bei Plus10 in Augsburg.

Felix Georg Müller

ist CEO und Mitgründer von Plus10 in Augsburg.

Kontakt

- ▶ Plus10, Augsburg
info@plus10.de
- ▶ Fischerwerke, Waldachtal
info@fischer.de