

KIOptiPack

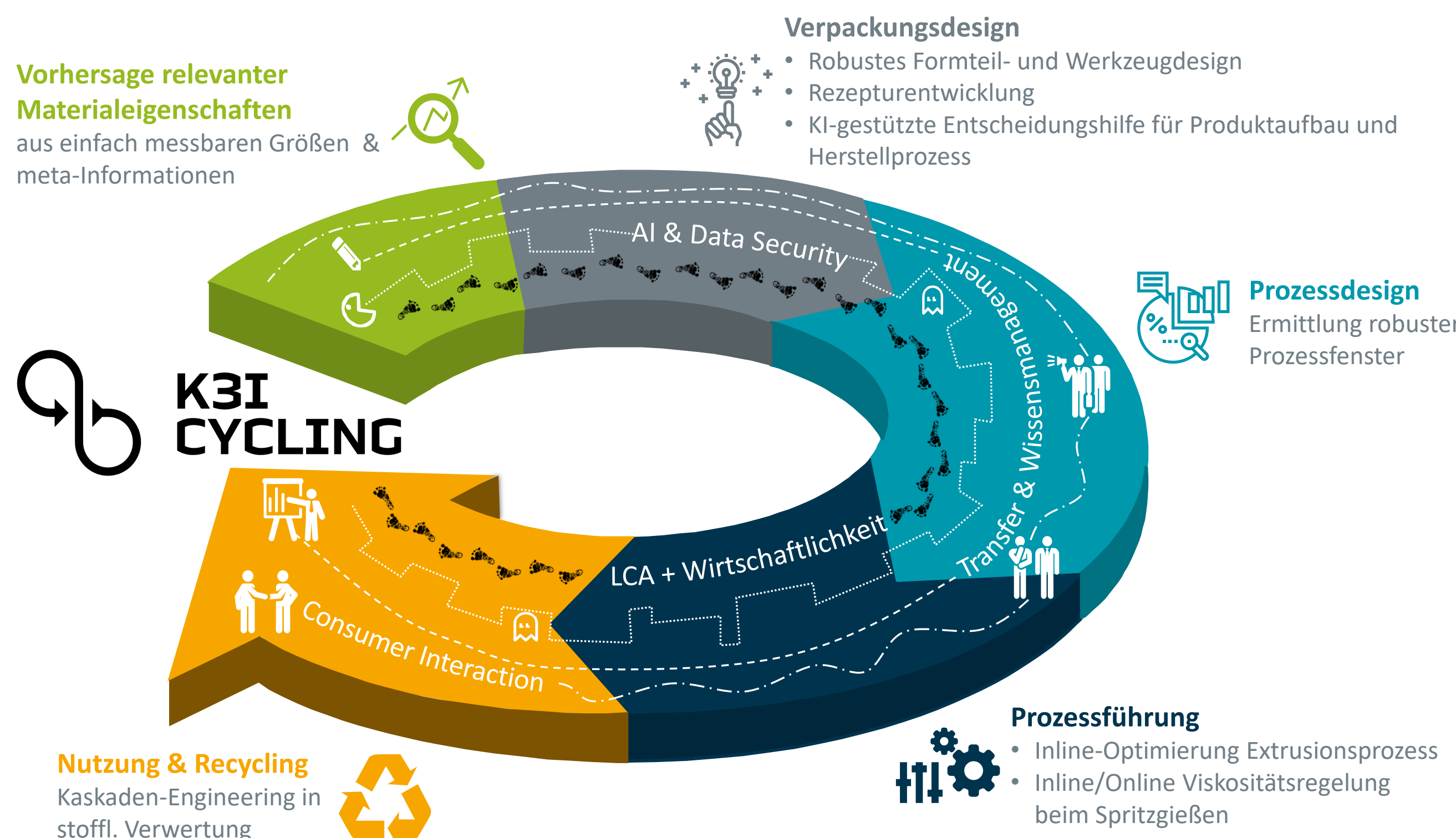
Ganzheitliche KI-basierte Optimierung von Kunststoffverpackungen mit Rezyklatanteil

-Themenkomplex Prozesscharakterisierung-

Idea

Der Einsatz von Kunststoffen als funktional unübertroffenes Verpackungsmaterial führt in Verbindung mit unzureichendem Recycling zu einem Eintrag von Abfällen in die Umwelt. Durch die konsequente Nutzung von Abfällen als Sekundärrohstoff für neue Verpackungsprodukte können Abfälle, Emissionen und der Bedarf an Primärrohstoffen drastisch reduziert werden. Derzeit werden nur ca. 11 % der Rezyklate für die Herstellung von Verpackungen eingesetzt. Um diesen Anteil auf mindestens 30 Masse-% Rezyklat pro Verpackungseinheit zu erhöhen, haben sich 51 Partner aus Industrie und Wissenschaft im KI-HUB zusammengeschlossen.

Approach

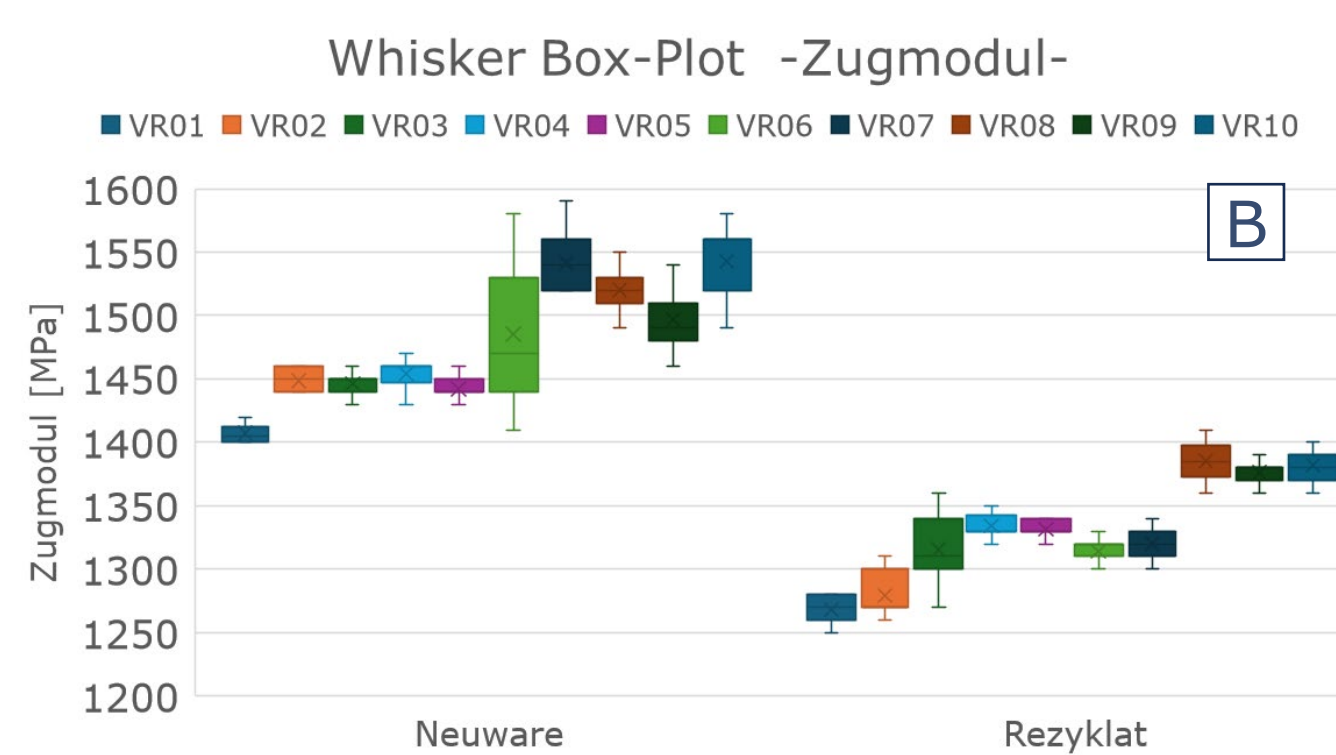


Objective

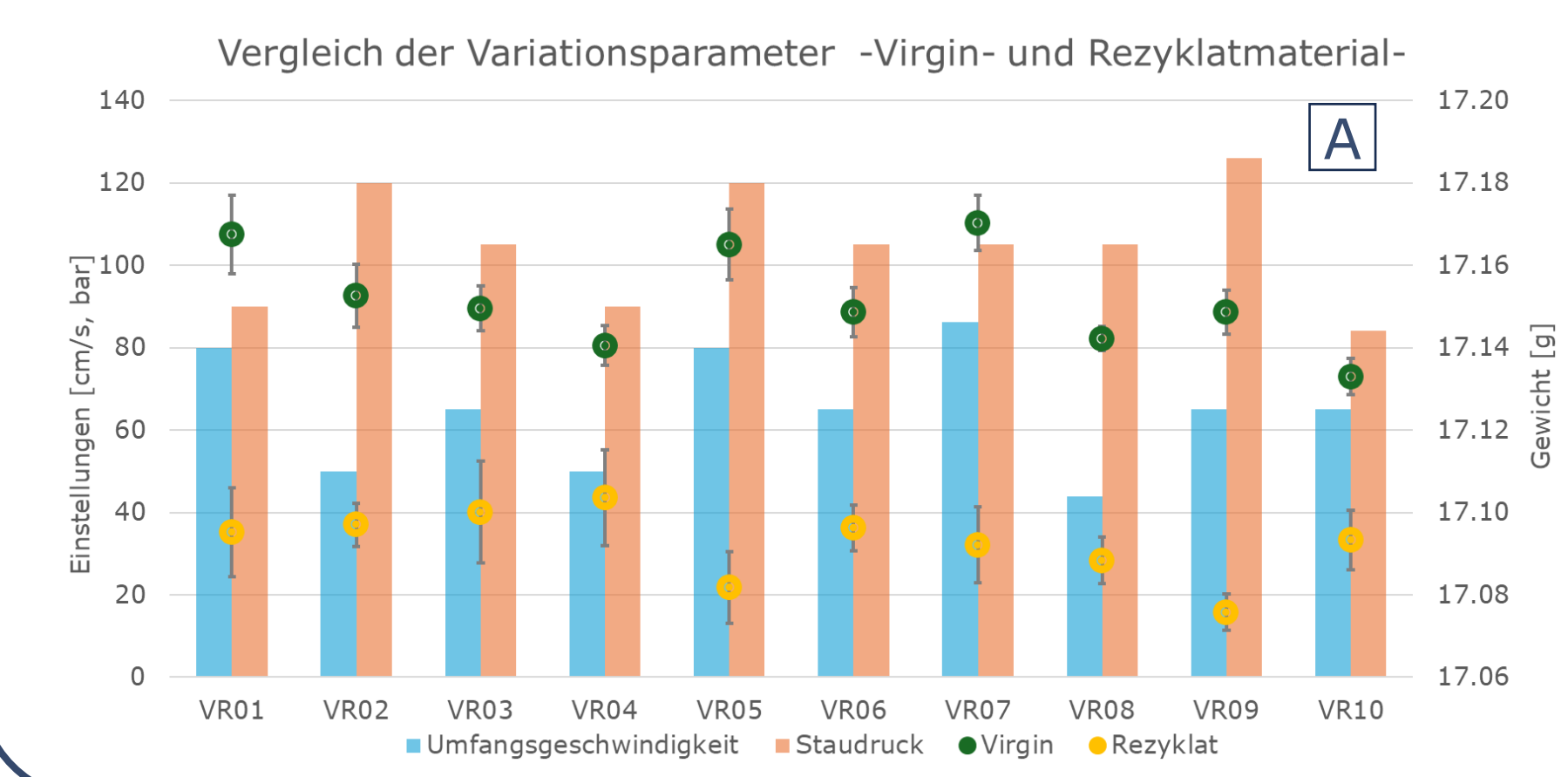
Ziel des Forschungsvorhabens ist die Bereitstellung, Validierung und der Anwendungstransfer praxisreifer KI-gestützter Werkzeuge in einem KI-Anwendungs- und Datenraum für das erfolgreiche Produktdesign sowie die qualitätsgerechte Produktion von Kunststoffverpackungen mit hohem Rezyklatanteil verbunden mit dem Aufbau einer zentralen Netzwerkplattform für das Wertschöpfungs-engineering. Mit dem Projekt und seinen Werkzeugen wird die gesamte Wertschöpfungskette vom Sekundärrohstoff über die Material- und Verpackungsentwicklung, das Prozessdesign und die Verpackungsherstellung abgedeckt.

Prozesscharakterisierung

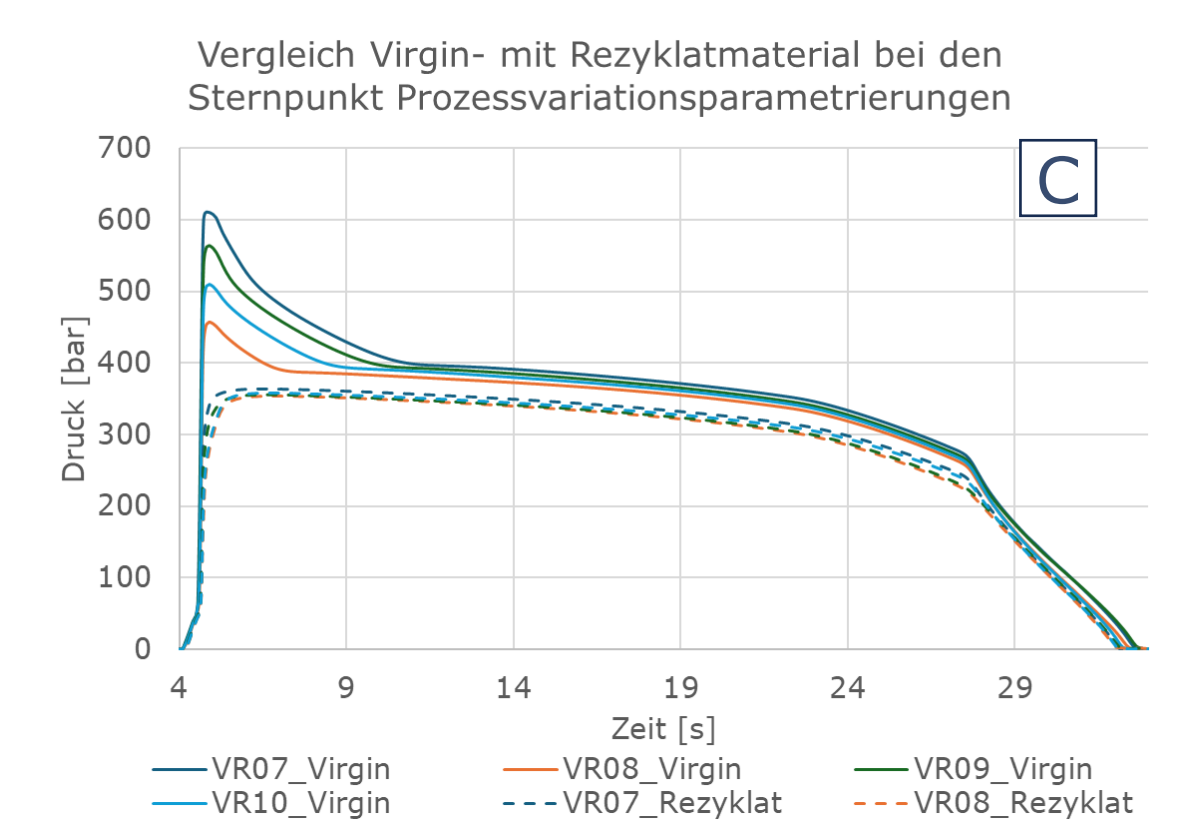
Im Rahmen des Themenkomplexes übernimmt die Hochschule Schmalkalden die Untersuchungen zum Kompaktspritzgießen. Die Charakterisierung zielt dabei darauf ab, den Kooperationspartnern Daten zur Verfügung zu stellen, die während einer Spritzgießproduktion mittels IoT-Sensoren an der Maschine sowie in der Werkzeugkavität erfasst werden können. Bei dem für die ersten Untersuchungen verwendeten Material handelt es sich um ein Polypropylen (Moplen HP548R), das mit einem Versuchswerkzeug zur Herstellung von Vielzweckprobekörpern verarbeitet wurde. Anhand eines Wirkungsflächenplans wurde der Einfluss der Plastifiziereinstellungen (Umfangsgeschwindigkeit sowie Staudruck) auf Neuware und 100 % Regranulat untersucht. Zielgrößen der Auswertung waren das Schussgewicht sowie der Zugmodul der beiden Materialien.



Neben den analytischen Ergebnissen werden auch die Sensorsignale ausgewertet, um Rückschlüsse auf die Prozessfähigkeit ziehen zu können. In den Sensorsignalen der vier Sternpunkt-versuche ist deutlich der Unterschied in Werkzeuginnendruck zu erkennen, der sich durch die beiden Materialien einstellt (C). Dabei wirkt sich die unterschiedliche Materialaufbereitung bei Neuware auch auf den Druckverlauf aus, während beim Regranulat keine eindeutige Differenzierung zwischen den einzelnen Einstellungen möglich ist. Hier helfen nur noch KI-Modelle weiter, die in der Lage sind, kleinste Unterschiede in solchen Verlaufskurven zu erkennen.

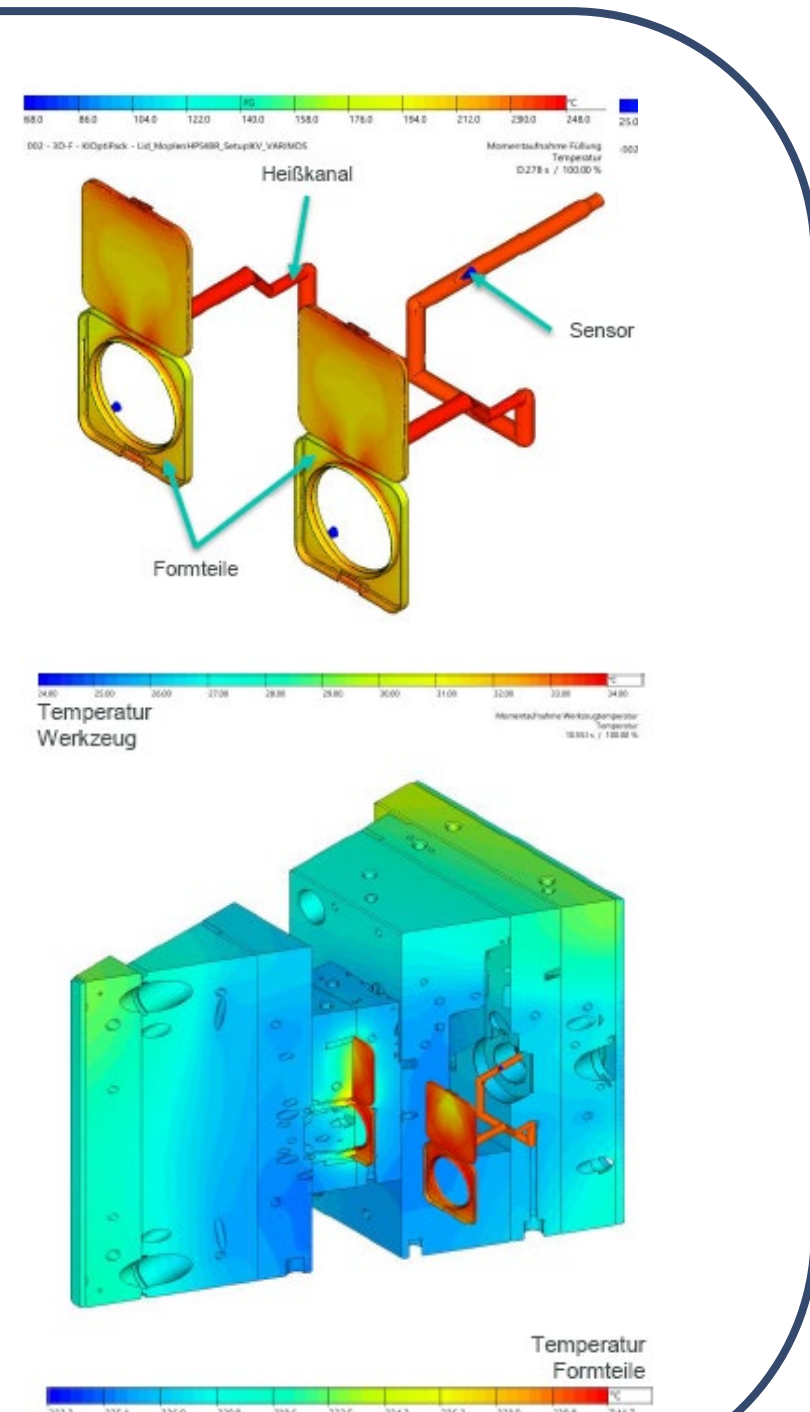


Der Vergleich der Gewichte ergab, dass diese beim Regranulat geringfügig (\varnothing 0,06 g) reduziert sind (A). Allerdings ist es bei keiner der verwendeten Plastifizierungseinstellungen möglich, ein Bauteilgewicht zu erreichen, das einer Probe entspricht, die mit Neuware hergestellt wurde. Die Auswertung des Zugmoduls zeigt ein ähnliches Bild (B). Die Einstellungen von VR09 zeigen für das Regranulat das höchste Modul, welches an der unteren Grenze der schlechtesten Versuchsdurchführung mit Neuware liegt. Im Umkehrschluss bedeutet dies aber auch, dass mit jedem Konzentrationsprozentsatz bereits Modulwerte erreicht werden können, die der Neuware entsprechen.



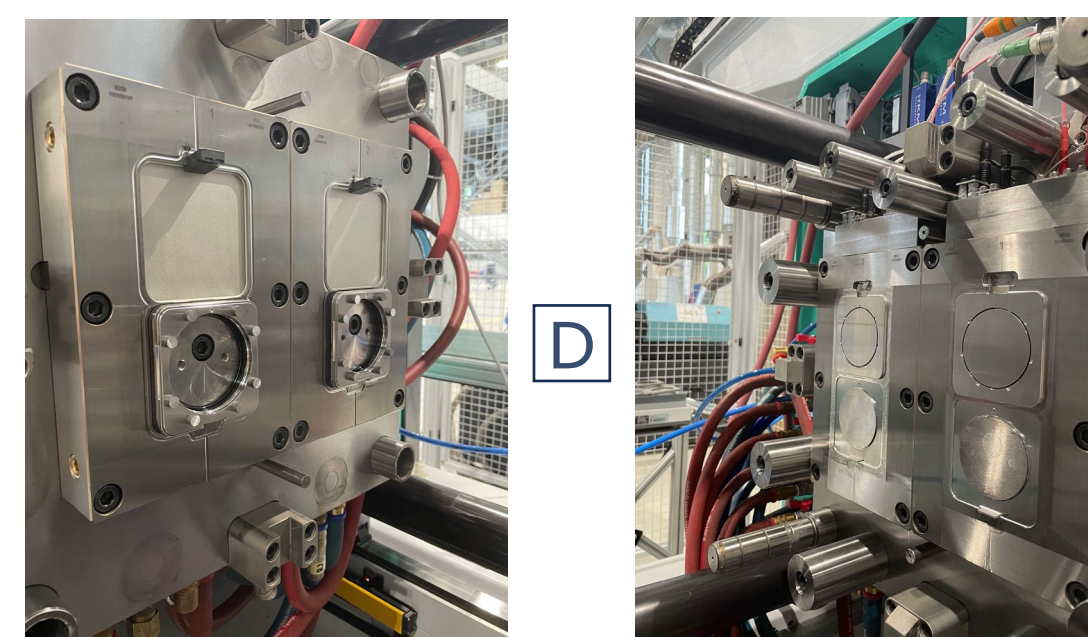
Simulation

Parallel zu den Untersuchungen übernimmt SIMCON die virtuelle Versuchsdurchführung, um Prozessparameter-einstellungen zu identifizieren, die einen signifikanten Einfluss auf die Qualitätsmerkmale haben. Dabei werden die Simulationen bereits mit dem im Projekt entwickelten Demonstratorwerkzeug unter Verwendung virtueller Sensorik durchgeführt, die sowohl in den Kavitäten als auch im Heißkanal zur inline Viskositätsmessung eingesetzt wird. Ziel ist es, einen Teil der für das KI-Training notwendigen Datenbasis durch synthetisch generierte Daten zu ersetzen.



To do

Das Demonstratorwerkzeug (D) befindet sich bereits seit Anfang dieses Jahres beim Projektkoordinator IKV, um den auf Basis der Erkenntnisse aus den Voruntersuchungen und der Simulation erarbeiteten Versuchsplan umzusetzen. Für den größeren Versuchsumfang, der sich auf drei Material-Loops (Virgin, PCI, PCR) erstreckt, verfügt das IKV über eine vollautomatische Fertigungszelle mit integrierter Wägezelle und Kamerasystem zur 2D-Geometrievermessung der Proben. Darüber hinaus werden die Daten vollautomatisch in einer Datenbank abgelegt und den KI-Experten zur Verfügung gestellt. Zur Unterstützung dieser Arbeiten werden die gesammelten Daten an der Hochschule Schmalkalden statistisch ausgewertet.



Weitere Arbeiten sind die Untersuchung von Beschichtungen, um Degradationseffekte zu reduzieren und damit das Downcycling des Materials zu verlangsamen. Eine weitere Aktivität ist die Untersuchung der Heißkanalbalancierung, da es beim Einsatz von PCI/PCR bei höheren Fachzahlen zu ungleichmäßigem Formfüllverhalten kommen kann.

M. Werner¹, T. Seul¹, M. Seefeldt², F. Block³

¹Hochschule Schmalkalden, Fakultät Maschinenbau, Blechhammer 4, 98574 Schmalkalden, Deutschland

²Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen Sefter Weg 201, 52074 Aachen, Deutschland

³SIMCON kunststofftechnische Software GmbH Schumanstr. 18 a, 52146 Wuerselen, Deutschland