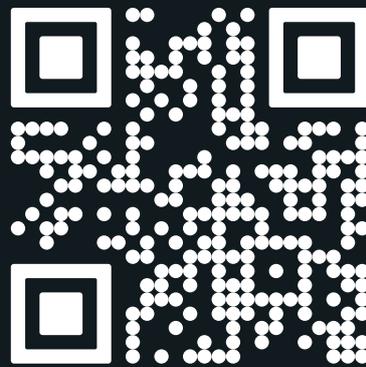


G GIESSEREI

Die Zeitschrift für Technik, Innovation und Management

**CASTING
THE FUTURE**
SINCE 1914

**Zusammen
machen wir den nächsten Schritt.**



INSIGHTFABRIX SOLUTIONS

YOUR CHALLENGE / OUR PASSION



KI-GENERIERTES BILD: REGAIN

BMWK-Verbundprojekt ReGAIN

Mit AI-gestützter Assistenz zur resilienten Gießerei

Intelligente Produktionsvernetzung für nachhaltige und effiziente Automotive-Gießereien.

VON KEVIN BOHL, NIKLAS SCHWENKE, TAMEEN KISIEH, MARTIN FEHLBIER

Die Gesamtheit der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Projektpartner sollen die Grundlagen schaffen, zukünftig für jedes Gießereiprodukt einen einheitlich definierten digitalen Produktpass in CATENA-X verfügbar zu machen. Zur Realisierung dieser Ziele werden im Projekt standardisierte konzeptionelle und logische Datenmodelle entwickelt sowie KI- und Simulationsansätze zur Optimierung verschiedener Zielgrößen eingesetzt. Zudem wird ein KI-App-Ökosystem zur förderierten maschinellen Lern- und Datenanalytik entwickelt und die Ergebnisse in eine branchenweite Standardisierung und den Technologietransfer integriert. In der Giesserei 110 (2023), [Nr. 12], S. 24-25 berichteten wir erstmals über das Projekt ReGAIN und im Heft Giesserei 111 (2024), [Nr. 7/8], S.66-70 startete eine mehr-

teilige Berichtsserie, deren zweite Teilpublikation Sie hier lesen.

Teilvorhaben des GTK

Die Arbeitspakete des Fachgebiets Gießereitechnik der Universität Kassel - GTK im Verbundprojekt ReGAIN konzentrieren sich auf die Integration von Künstlicher Intelligenz (KI) in die Schmelzaufbereitung sowie den Trennstoffauftrag im Aluminium-Druckgießverfahren. Diese Prozesse beeinflussen direkt oder indirekt den Energie- und Ressourcenbedarf sowie die Qualität der Druckgussteile erheblich. Aktuell erfolgt die Einstellung der Parameter auf der Basis von Annahmen und Erfahrungen, ohne eine Datenakquise, sodass datengetriebene Optimierungen noch nicht möglich sind. Zu Beginn des Teilprojekts werden gemeinsam mit den Projektpartnern die druckgießspezifischen Anforderungen an den Datenaustausch sowie die systemrelevanten Daten des Prozesses ermittelt.

Schmelzeoptimierung

Zur Optimierung der Schmelzebereitstellung wird der Prozess der Schmelzereinigung mittels Rotorentgasung sensorisch erfasst und digitalisiert sowie eine kontinuierliche in-situ Qualitätskontrolle der Aluminiumschmelze durch einen Wasserstoff-Analysator realisiert (Bild 2a). Mit Hilfe dieser kontinuierlich erhobenen Qualitätsdaten sollen die Parameter des Impellerprozesses, wie beispielsweise die Rotordrehzahl oder die Eintauchtiefe, mittels KI automatisiert und datenbasiert eingestellt werden (Bild 2b), um den gewünschten Wasserstoffgehalt der Aluminiumschmelze effizient regeln zu können. Die Entwicklung der entsprechenden KI erfolgt in Kooperation mit den Projektpartnern. Vorab untersucht das GTK durch CFD-Simulationen die Relevanz der Parameter des Impellerprozesses in Verbindung mit der Rotorgeometrie, dessen Position und Drehzahl sowie der Schmelzemege und -temperatur auf die Strö-

mungsverhältnisse im Schmelzaufbereitungsprozess. Ebenso werden geeignete Messmethoden für die Prozessparameter entwickelt und in das Gesamtsystem integriert. Darüber hinaus wird die Integration der visualisierten Live-Daten des Impellerprozesses in Plattformen wie CATENA-X angestrebt. Es wird eine Benutzeroberfläche für die Visualisierung des Impellerprozesses (Frontend) entwickelt, über die Gießer in Echtzeit Daten zur Schmelzequalität und zu den Prozessparametern des Impellers erhalten. Die Gießerei-Industrie zeigt ein starkes Interesse an der Implementierung eines KI-gesteuerten Verfahrens zur Prüfung und Einstellung der Aluminiumschmelzequalität. Die entwickelte KI soll herstellerunabhängig auf jeder Impeller-Anlage angewendet werden können und somit flächendeckend in allen Gießereien in bestehende Impellerprozesse integriert werden können.

Werkzeugoberflächentemperatur

Weiteres Optimierungspotenzial bietet sich beim Trennstoffauftrag sowie bei der Erfassung der Werkzeugoberflächentemperaturen. Die Qualität von Druckgießteilen hängt in hohem Maße von der Werkzeugoberflächentemperatur ab. Aufgrund der Prozessabläufe und der Anforderungen an das Werkzeug im Druckgießverfahren ist es derzeit vielerorts häufig nicht oder nur eingeschränkt möglich, die globalen Oberflächentemperaturen der Kavität zuverlässig zu erfassen. Dies ist bedingt durch die zur Verfügung stehenden ROIs (regions of interest) und die häufig verwinkelten Werkzeugoberflächen sowie

KURZFASSUNG

Im KoPa35c BMWK Verbund-Forschungsprojekt „Resiliente Automotive-Gießereien durch Einsatz AI-gestützter Assistenten“ (ReGAIN) wird der Ansatz verfolgt, die Gießereiproduktionssysteme durch die digitale Verknüpfung auf CATENA-X-Basis zu optimieren. Der Verbund setzt sich aus 26 Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus den Bereichen „Anwender und Zulieferer“, „Digitale Interoperabilität und CATENA-X“, „KI-Assistenz-Apps“ und „Standardisierung und Transfer“ zusammen (Bild 1). Das übergeordnete Ziel besteht darin, diese komplexen Produktionssysteme in ein umfassend vernetztes Wertschöpfungssystem zu integrieren. Dies soll durch die Schaffung digitaler Transparenz ermöglicht werden, um neue digitale Fertigungskonzepte umzusetzen. Nur so können die steigenden Anforderungen an Resilienz und Nachhaltigkeit in der Produktion erfüllt werden, ohne die Fertigungsflexibilität und Interoperabilität zu beeinträchtigen. Als Folge dieses ganzheitlichen digitalen Lösungsansatzes können bislang ungenutzte Potenziale zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz erschlossen werden, was eine ökologisch nachhaltige Entwicklung der Gießerei-Industrie gemäß des aktualisierten „European Green Deal“ von 2021 unterstützt.

die druckgießspezifischen Störgrößen. Hier setzt das Teilvorhaben des GTK an, das die Potenziale der Infrarot (IR)-Thermografie-Kameratechnologie nutzt. Diese hochmoderne Methodik ermöglicht es, die Auswirkungen der Störgrößen auf das Messergebnis zu ermitteln und Lösungsmethoden im realen Druckgießbetrieb zu eruiieren. Dafür wurde bereits ein erster Prüfstand zur Untersuchung der IR-Kameratechnologie für den Einsatz im Druckgießprozess entwickelt.

Für den gezielten Einsatz dieser Technologie müssen lokale Emissionskoeffizienten ermittelt und potenzielle Störgrößen wie Oberflächenbeschaffenheit, Win-

kelabhängigkeiten, Reflexionen und Trennmittleinsatz analysiert werden. Basierend auf den Prüfstandsergebnissen werden sodann Strategien zur zuverlässigen IR-Temperaturmessung im Druckgießprozess entwickelt und Emissionskoeffizienten mit ROIs des IR-Bildes verbunden. Diese Untersuchungen bilden die Grundlage für den erfolgreichen Einsatz der IR-Kameratechnologie im Druckgießprozess und die Entwicklung eines auf weitere Gießereien übertragbaren KI-Modells zur Regelung eines bedarfsgerechten Sprühprozesses zur gezielten Einstellung von Werkzeugoberflächentemperaturen.

Am GTK wird das IR-Kamerasystem sowohl an die bewegliche als auch an die feste Aufspannplatte der Druckgießzelle adaptiert. Das System erstellt nach jedem Gießzyklus ein Bild der beiden Werkzeughälften vor und nach dem Trennmittelauftrag (Bild 3a). Dafür werden Entnahme- und Sprühroboter entsprechend programmiert, Störgrößen eliminiert und das IR-Kamerasystem in den Ablauf des Druckgießprozesses integriert. Zusätzlich wird in das vorhandene Versuchswerkzeug Temperaturmesstechnik an definierten Messpositionen integriert, um das IR-Bild zu validieren. Bild 3b zeigt die strategisch verteilten ROIs, in denen die lokalen Temperaturen erfasst werden, auf einem IR-Bild einer Werkzeughälfte. Die ermittelten Temperaturdaten dienen anschließend der Anpassung des Sprühprozesses. Durch die Messung der realen Werkzeugoberflächentemperatur werden Hotspots und Temperatursenken auf der Form lokalisiert.

Das Ziel des KI-Modells ist es, einen bedarfsgerechten Formsprühprozess zur

Bild 1: Projektkonsortium BMWK Verbundprojekt ReGAIN.



FOTO: PINTER GÜSS

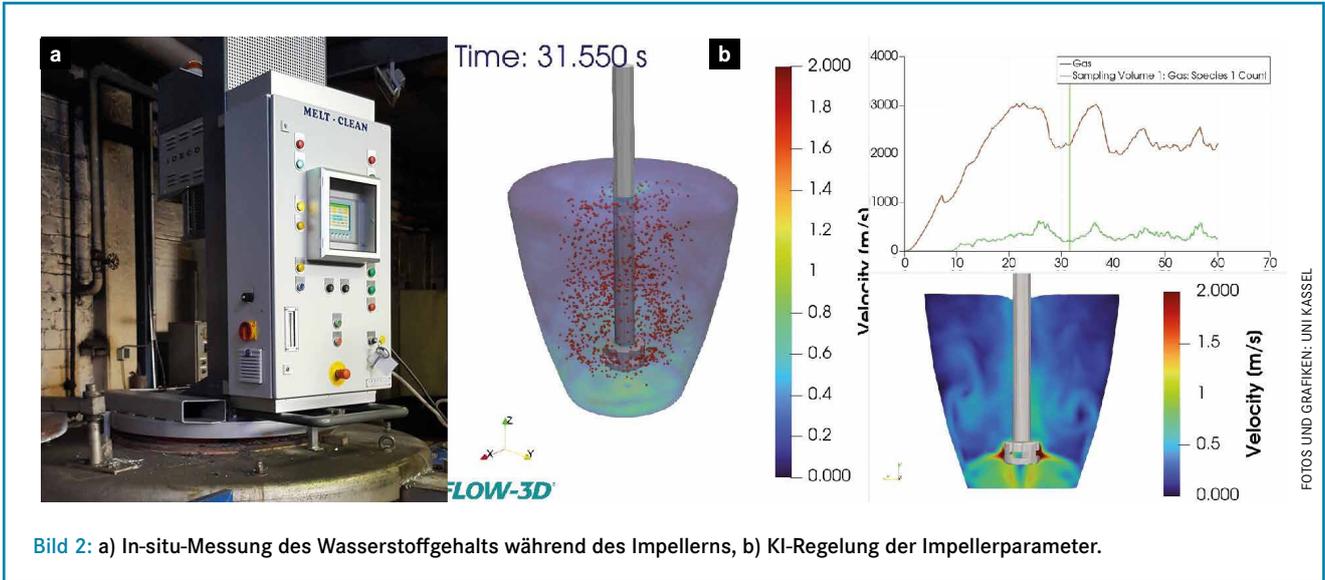


Bild 2: a) In-situ-Messung des Wasserstoffgehalts während des Impellers, b) KI-Regelung der Impellerparameter.

FOTOS UND GRAFIKEN: UNI KASSEL

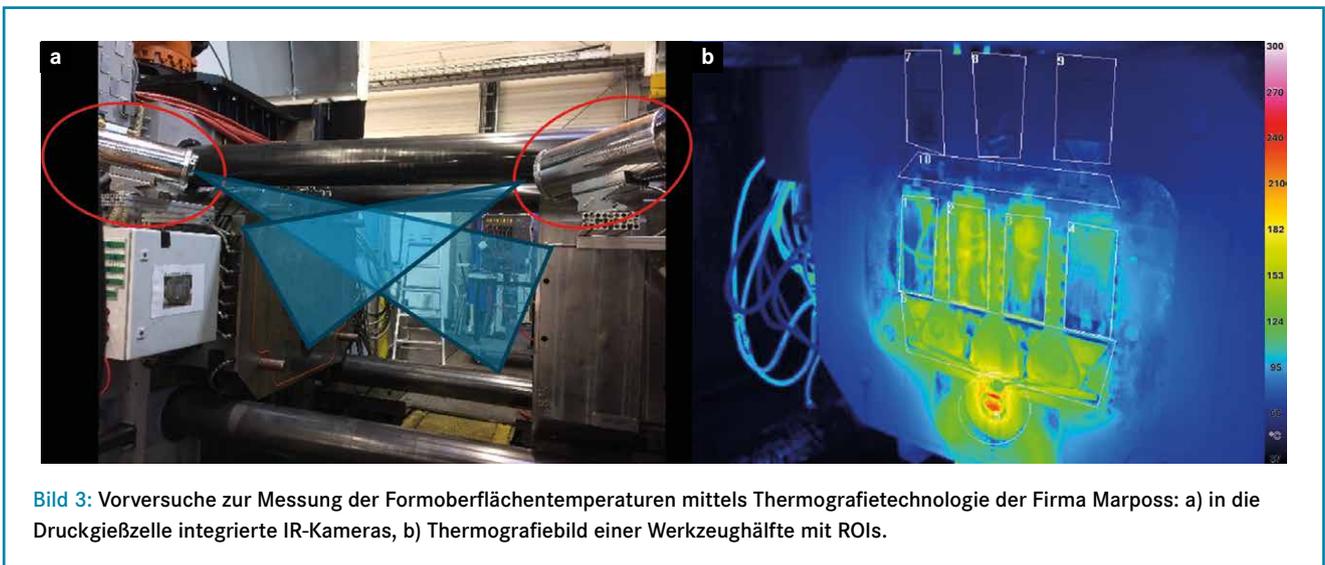


Bild 3: Vorversuche zur Messung der Formoberflächentemperaturen mittels Thermografiertechnologie der Firma Marposs: a) in die Druckgießzelle integrierte IR-Kameras, b) Thermografiebild einer Werkzeughälfte mit ROIs.

gezielten Einstellung der Werkzeugoberflächentemperatur im Seriengießprozess zu ermöglichen. Erste grundlegende Voruntersuchungen hierzu sind bereits erfolgreich am GTK durchgeführt worden (s. Bild 3a). Die Entwicklung der entsprechenden KI zur Regulierung des Sprühprozesses sowie zur Visualisierung der Live-Daten der Werkzeugtemperierung wird gemeinsam mit den Projektpartnern durchgeführt. Die Visualisierung soll dem Gießpersonal die aktuellen Oberflächentemperaturen der Kavität sowie die Temperaturen und Volumenströme in den Temperierkanälen des Werkzeugs zur Verfügung stellen. Das übergeordnete Ziel des IR-Kamerasystems ist die Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz im Bereich der Werkzeugtemperierung. Zum einen ermöglicht der bedarfsgerechte Formsprühprozess eine gezieltere Regelung des Temperaturhaushalts des Werkzeugs, um Übertemperierung zu vermeiden und die Energieeffizienz der Tem-

periergeräte zu steigern. Zum anderen trägt dies zur Ressourceneffizienz im Druckgießprozess bei, indem der Trennmittelverbrauch auf das Notwendigste beschränkt wird.

Ausblick

Im Rahmen des ReGAIN-Projekts beteiligt sich das GTK gemeinsam mit den Projektpartnern an weiteren Arbeiten, darunter die modellbasierte Optimierung von Gießsimulationen, die Erstellung eines Fehlerkatalogs sowie eines Lasten- und Pflichtenhefts für Gussteile und grundlegende Arbeiten zur dynamischen Energiesimulation für Gießprozesse. Die Fortschritte und Ergebnisse des Projekts werden in Zusammenarbeit mit dem Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie (BDG) auf Fachtagungen, in Veröffentlichungen, auf Messen sowie in universitären Kolloquien mit industriellen Teilnehmern veröffentlicht. www.gtk.uni-kassel.de

Kevin Bohl B.Sc., Junior Scientist, Niklas Schwenke M.Sc., wissenschaftlicher Mitarbeiter, Tameem Kisieh, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Prof. Dr.-Ing. Martin Fehlbier, Lehrstuhlinhaber, Lehrstuhl/Fachgebiet Gießereitechnik – GTK, Universität Kassel.

Kontakt: k.bohl@uni-kassel.de



Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages