

Detaillierte Ergebnisse – Teilprojekt

Intelligente Werkzeugsysteme

AUSWAHL DES REFERENZBAUTEILS

FORSCHUNGSINTERESSE:

Welches Bauteil ist geeignet, um die Prozessschritte des Aluminiumdruckgusses beispielhaft zu durchlaufen und als Referenz für das Zukunftslabor Produktion zu dienen?

VORGEHEN:

Die Wissenschaftler*innen prüften, welche Anforderungen an Druckgussteile gestellt werden, um für ihre Forschung ein Referenzbauteil mit möglichst realistischem Bezug auszuwählen.

ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Zunächst entschieden sich die Wissenschaftler*innen für eine Trägerstruktur, die für ausklappbare Tische in einem Passagierflugzeug verwendet werden. Diese Trägerstruktur sollte folgenden Anforderungen gerecht werden: Oberfläche mit hohen optischen Ansprüchen, keine unerwünschten Verformungen.
- Aus wirtschaftlichen Gründen entschieden sich die Wissenschaftler*innen jedoch dazu, ein anderes Bauteil zu wählen: das „Knotenelement“, ein Strukturbauteil mithilfe dessen mehrere Strangpressprofile verbunden werden können. Aufgrund seiner Geometrie und seines Einsatzgebietes stellt es diverse Herausforderungen an den Druckgießprozess. Da es sich beim Knotenelement um eine Bestandsform handelt, sparten sich die Wissenschaftler*innen Zeit und Kosten für Fertigung und Bemusterung eines neuen Werkzeuges.
- Im weiteren Verlauf der Forschung entschieden sich die Wissenschaftler*innen dazu, noch ein zweites Referenzbauteil zu nutzen: eine Verstärkungssäule, die in Personenkraftwagen verbaut wird. Dieses Bauteil muss nach dem Abguss z. B. Fügeigenschaften wie Schweißbarkeit sowie mechanische Eigenschaften wie Duktilität (Verformbarkeit vor Bruch) und Festigkeit erfüllen. Insbesondere diese Eigenschaften entscheiden später bei einem Verkehrsunfall über die Sicherheit der Insassen. Die Gießform für dieses Industriebauteil wurde dem Zukunftslabor Produktion von einem namhaften Automobilhersteller vorübergehend zu Forschungszwecken zur Verfügung gestellt.

INTEGRATION VON SENSOREN

FORSCHUNGSINTERESSE:

Welche Prozesswerte müssen erfasst werden, um den Gießprozess möglichst genau beschreiben zu können?

VORGEHEN:

- Die Wissenschaftler*innen prüften anhand der Gießsimulation, welche Sensoren an welchen Positionen im Formwerkzeug nachgerüstet werden sollten, um qualitätsrelevante Größen erfassen zu können.
- Die Gießformen des Knotenelementes und der Verstärkungssäule wurden entsprechend mit Temperatur- und Kraftsensoren ausgestattet.
- Zusätzlich wurden die Druckgießmaschine und die meisten Peripheriegeräte mit weiterer Sensorik ausgestattet. Zu den Peripheriegeräten gehören u.a. die Entlüftungseinheit (sog. Vakuumanlage), der Schmelz- bzw. Warmhalteofen sowie die Heiz- und Kühlgeräte (sog. Temperiergeräte). Beispielsweise das Temperiergerät, das den Wärmehaushalt der Gießform regelt, erhielt Temperatur- und Drucksensoren sowie einen Mikrocontroller (zur Erfassung und Vorverarbeitung der Daten). Dadurch können die Temperatur, der Druck und der Volumenstrom der Flüssigkeit, die die Form erwärmt bzw. kühlt, sowohl in Vorlauf als auch im Rücklauf erfasst werden.
- Zudem rüsteten die Wissenschaftler*innen eine OPCUA-Schnittstelle (Schnittstelle mit einem standardisierten Kommunikationsprotokoll) in das Trennstoff-Sprühsystem der Druckgießanlagen nach: Flüssiges Aluminium ist aggressiv gegenüber Stahl, aus dem das Druckgießwerkzeug besteht. Insbesondere aus diesem Grund trägt ein Sprühroboter Trennmittel auf die Formoberfläche auf, um der Schädigung des Stahls durch das flüssige Aluminium vorzubeugen. Auch beim Schmelzedosierroboter wurde eine OPCUA-Schnittstelle nachgerüstet.
- Darüber hinaus brachten die Wissenschaftler*innen Sensorik zur Leistungsmessung an allen Geräten der Druckgießanlage an, um den Energieverbräuche zu erfassen.

ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Die Sensorik in den Gießformen der Referenzbauteile erfasst Daten während des Druckgießprozesses, sind jedoch gelegentlich durch hohe Temperaturen und Kräfte störanfällig.
- Durch die Integration der Sensorik und Nachrüstung der OPCUA-Schnittstellen in das bestehende Anlagentechnik (Retrofit) ist es möglich, die wichtigen Daten aus dem Druckgießprozess digital zu erfassen, um diese zu speichern, zu visualisieren und zu analysieren.
- Die Daten aus den Leistungsmessgeräten ermöglichen es, den Zusammenhang zwischen der Energieaufnahme der jeweiligen Geräte und der Qualität des produzierten Gussteils zu untersuchen.

ERPROBUNG DER MESSTECHNIK

FORSCHUNGSINTERESSE:

- Funktionieren die Sensoren kurz-, mittel- und langfristig einwandfrei?
- Sind die erfassten Messwerte plausibel?

VORGEHEN:

- Die Wissenschaftler*innen verglichen im laufenden Prozessbetrieb die Funktionsweise und die Messwerte mit anderen Sensoren und Verarbeitungseinheiten, die sich als zuverlässig erwiesen haben.
- Zudem testeten und verglichen die Wissenschaftler*innen preiswerte Messtechnik, die insbesondere für Unternehmen wichtig sind, die sich neue und teure Anlagentechnik nicht leisten können.

ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

Sämtliche Messtechnik wurde überprüft. Auch günstigere Messtechnik kann wichtige Prozessgrößen sehr zuverlässig erfassen, wenn diese richtig angewendet wird.

DATENSPEICHERUNG UND -ÜBERTRAGUNG

FORSCHUNGSINTERESSE:

Wie können die Daten, die mithilfe der nachgerüsteten Messtechnik erfasst werden, langfristig gespeichert und ein unternehmensintern bzw. unternehmensextern ausgetauscht werden?

VORGEHEN:

- Die Wissenschaftler*innen bauten mithilfe von Ethernet-Switchen, Ethernet-Kabeln und einem zentralen Computer ein internes Netzwerk innerhalb der Druckgießanlage auf.
- Des Weiteren wurde ein Python-Quellcode zur Datenspeicherung verfasst und eine Open Source Datenbank (PostgreSQL mit einem TimescaleDB-Plugin) auf dem zentralen Computer installiert.
- Durch die Einrichtung eines VPN-Tunnels (Virtual Private Network) und eine sichere Anbindung an das Internet wurde die Basis für Transfer der Daten geschaffen.

ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

Die Übertragung der Daten funktionierte sowohl unternehmensintern als auch unternehmensextern über VPN einwandfrei. Darüber soll zukünftig soll die Anbindung zur Datenplattform erfolgen.

DASHBOARD AN DER DRUCKGIEßANLAGE

FORSCHUNGSINTERESSE:

Wie können Anlagenbediener*innen auf Qualitätsmängel während des Druckgießprozesses rechtzeitig aufmerksam gemacht werden?

VORGEHEN:

- Sollten bereits während des Druckgießprozesses Qualitätsmängel auftreten, ist es wichtig, die Bediener*innen der Anlagen frühzeitig darauf aufmerksam zu machen. Dann können sie gegensteuern oder den Prozess unterbrechen, um Ressourcen einzusparen. Um die Anlagenbediener*innen zu informieren, entwickelten die Wissenschaftler*innen ein prototypisches Dashboard, das auf einem Bildschirm an der Anlage die wichtigsten aktuellen Prozessdaten echtzeitnah anzeigt.
- Die Wissenschaftler*innen nutzten für die Erstellung des prototypischen Dashboards eine Open Source Software „Grafana“, nahmen den Prototyp anschließend in Betrieb und optimierten ihn in mehreren Stufen.

ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Auf dem Dashboard werden alle wichtigen Informationen aus dem Druckgießprozesses zusammengeführt und anwendergerecht dargestellt. In Form eines Ampelsystems (grün = alles in Ordnung; gelb = etwas stimmt nicht, bitte prüfen; rot = anhalten!) erhalten die Mitarbeiter*innen entsprechende Empfehlungen.
- Bei der Optimierung des Dashboards profitieren die Wissenschaftler*innen von der Kooperation mit einem Praxispartner: Sie testeten es im industriellen Umfeld und erlebten die Probleme der Anlagenbediener*innen in realer Umgebung. Diese Erkenntnisse ließen sie ebenfalls in die Optimierung des Dashboards einfließen.

REFERENZPLATTFORM INDUSTRIEAUTOMATISIERUNG

FORSCHUNGSINTERESSE:

Wie können komplexe Datenverarbeitungsanforderungen in komplexen Anlagensteuerungen entworfen und umgesetzt werden?

VORGEHEN:

- Basis ist das Hardwarekonzept FAVIA, das im Vorfeld des Projektes entworfen wurde
- Modernes Software-Engineering für Produktionssysteme benötigt moderne Entwurfssprachen. IEC 61499 ist eine solche Sprache aus dem Umfeld der Industrieautomatisierung. Konkret wurde die Open-Source-Implementation „Eclipse 4diac“ genutzt und um neue Aspekte erweitert.
- Aufbauend auf IEC 61499 wurden neue Konzepte entworfen und erprobt, die Fähigkeiten der flexiblen Hardwareplattform ausnutzen zu können und Industriesteuerung mit Robotik-System integrieren zu können.
- Zur Sicherstellung der Robustheit und Zeittreue wurde Contract-Based Design auf IEC 61499 angepasst und der Standard um notwendige Modellelemente erweitert, um auch Echtzeitkommunikation schon in der Entwurfsphase berücksichtigen zu können.

ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Das Open-Source-Werkzeug Eclipse 4diac erhielt durch die Arbeiten integrierte Unterstützung für Contract-Based Design.
- Es wurde demonstriert, wie Contracts genutzt werden können, um Annahmen über das Verhalten eines Cyber-Physikalischen Produktionssystems automatisiert und kontinuierlich zu überwachen.
- Eine Standardisierung explizit modellierter Echtzeit-Kommunikation in IEC 61499 ist in Vorbereitung.
- Es wurde demonstriert, wie robotische Systeme für das Robot Operating System (ROS) mit IEC 61499 modelliert, implementiert und mit klassischer Industrieautomatisierung integriert werden können.