

QUALITÄTSPROGNOSEN IM DRUCKGUSS

FORSCHUNGSINTERESSE:

- Wie hängt die Qualität der Bauteile mit den erfassten Prozessdaten zusammen?
- Welches Maß ist für die Bewertung derartiger Prognosemodelle (Bewertungsmetrik) am Besten geeignet?
- Welche Algorithmen des Maschinellen Lernens (ML) liefern die beste Prognosegüte?
- Welche Gussfehler (Qualitätsmerkmale) können am Besten anhand von erfassten Prozessdaten vorhergesagt werden?
- Welches Verhältnis ist zwischen Anzahl der Gussteile zum Training der Prognosemodelle und Prognosegüte optimal?

VORGEHEN:

- Die Wissenschaftler*innen analysierten einen Beispieldatensatz eines assoziierten Praxispartners aus einer Forschungsdruckgießserie mit über 8.000 Gießzyklen.
- Es wurde eine Korrelationsanalyse zwischen den erfassten Prozessdaten und den dazugehörigen Qualitätsdaten durchgeführt.
- Als Bewertungsmetrik wurde die ausgewogene Genauigkeit gewählt.
- Diverse Algorithmen des Maschinellen Lernens wurden mit dem Ziel trainiert, unterschiedliche Qualitätsmerkmale der Gussteile anhand von erfassten Prozessdaten vorherzusagen.
- Es wurden diverse Prognosemodelle mit unterschiedlicher Anzahl an Gießzyklen trainiert und die Prognosegüte analysiert.

ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Die Daten der Sensoren in der Gießform weisen die höchste Korrelation mit den Qualitätsmerkmalen auf.
- Der ML-Algorithmus „Random-Forest“ weist die höchste Prognosegüte auf. Auch das Werkzeug AutoML von Auto-Sklearn weist eine ähnliche Prognosegüte aus.
- Gussfehler wie Aufschweißungen an der Druckgießform konnten mit einer ausgewogenen Genauigkeit von über 80 % am Zuverlässigsten vorhergesagt werden. Am Schlechtesten konnten Blasen an der Bauteiloberfläche mit einer ausgewogenen Genauigkeit von ca. 57 % prognostiziert werden.
- 1000 Gießzyklen zum Training der Prognosemodelle wurde als Optimum bestimmt.

TEILAUTOMATISIERTE GENERIERUNG DES GIEßPROGRAMMS

FORSCHUNGSINTERESSE:

Wie kann die Zeit bei der Erstellung des Gießprogramms und so die Inbetriebnahmezeit verkürzt werden?

VORGEHEN:

Die Wissenschaftler*innen entwickelten ein Programm, dass die Daten aus der Gießsimulation als Basis für ein neues Gießprogramm nutzt und durch benutzerfreundliche Eingabe noch fehlender Gießparameter ein neues Gießprogramm generiert und auf dem zentralen Computer der Druckgießanlage ablegt.

ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

Das Werkzeug zur Programmgenerierung senkt signifikant die Zeit zur Erstellung eines neuen Gießprogramms (Personalaufwand), Erhöht den Nutzungsgrad von Gießsimulationsdaten und erspart das manuelle Eintippen des Programms an der Druckgießanlage.

DRUCKGUSS UND QUALITÄTSPRÜFUNG

FORSCHUNGSINTERESSE:

- Wie kann eine ausreichende Datengrundlage für tiefgreifende Analysen des Fertigungsprozesses zu erzeugt werden?
- Wie ist die Qualität der gegossenen Bauteile?

VORGEHEN:

- Nachdem die Wissenschaftler*innen die bestehende Anlagentechnik weitestgehend digitalisiert und vernetzt hatten, begannen sie damit, die Referenzbauteile zu gießen. Ihr Ziel war es, vom Knotenelement und von der Verstärkungssäule jeweils 1.000 Bauteile zu gießen, um eine ausreichende Datengrundlage zu haben.
- Darüber hinaus überprüften die Wissenschaftler*innen die Qualität dieser gegossenen Bauteile. Die Knotenelemente wurden einer Sichtprüfung, Röntgenprüfung, Prüfung der Oberflächenrauigkeit und 3-Punkt-Biegefestigkeitsprüfung unterzogen. Bei den Verstärkungssäulen wurde einer Sicht- und Röntgenprüfung sowie Zugfestigkeits- und Bruchdehnungsprüfung durchgeführt.

ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Vom Knotenelement wurden 1103 Stück und von der Verstärkungssäule 1152 Stück gegossen.
- Die gesamten Referenzbauteile wurden der Qualitätsprüfung unterzogen und die Qualitätsdaten digital abgelegt.

QUALITÄTSPROGNOSEN MIT REFERENZBAUTEILEN

FORSCHUNGSINTERESSE:

Wie kann eine automatisierte Prognose der Bauteilqualität erfolgen?

VORGEHEN:

Die Wissenschaftler*innen nutzten die Daten aus dem Produktionsprozess, aus der Qualitätsprüfung und aus der Gießsimulation, um diverse Prognosemodelle des Maschinellen Lernens zu trainieren. Damit soll es zukünftig möglich sein, prozessbedingte Qualitätsmängel während der Produktion frühzeitig festzustellen und die Anlagenbediener*innen darauf aufmerksam zu machen.

ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

Dieser Arbeitspaket befindet sich noch in der Bearbeitung. Die Ergebnisse werden nach Abschluss der Bearbeitung veröffentlicht.

ABLEITUNG DER HANDLUNGSEMPFEHLUNG

FORSCHUNGSINTERESSE:

Lassen sich aus den erfassten Prozessdaten und daraus resultierenden Qualitätsprognosen Handlungsempfehlungen automatisiert ableiten?

VORGEHEN:

Die Wissenschaftler*innen entwickelten ein Programm, dass umfangreiches Wissen aus der Literatur nutzt, um auf Basis von erfassten Verläufen der Prozessgrößen und den daraus resultierenden Qualitätsprognosen eine Handlungsempfehlung automatisiert und echtzeitnah abzuleiten.

ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

Dieser Arbeitspaket befindet sich noch in der Bearbeitung. Die Ergebnisse werden nach Abschluss der Bearbeitung veröffentlicht.

TRANSFERMÖGLICHKEITEN AUF VERWANDTE FERTIGUNGSVERFAHREN

FORSCHUNGSINTERESSE:

Lassen sich die Erkenntnisse und Modelle aus dem Druckguss auf den Mikropräzisionsspritzguss übertragen?

VORGEHEN:

Die Hochschule Emden/Leer erprobt die Erkenntnisse mit Hilfe von verschiedenen selbst gefertigten Formen und wird versuchen die Prognosegenauigkeit von Fehlteilen anhand der Zeitreihendaten zu verbessern, die die Anlage liefert. Hierbei soll die Dimensionsreduktion aus dem Aluminiumdruckguss übernommen werden.

ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

Noch keine endgültigen Ergebnisse vorliegend (deshalb kostenneutrale Verlängerung um 6 Monate)