

Bauteilqualität direkt aus Prozessdaten — eine modulare ML-Pipeline im Vergleich Real / Simulation / Hybrid



Dr. Amirhossein Zargar

Ausgangslage: Die Bauteilqualität beim Spritzgiessen wird üblicherweise messtechnisch geprüft, was den ressourcenintensivsten Weg darstellt. Zunehmend besteht das Interesse, die Qualität stattdessen mittels Machine Learning direkt aus den Prozessdaten zu präzisieren, um mehrere Anlagen parallel betreiben zu können, ohne jedes Bauteil vollständig zu prüfen. Auch dieser Ansatz ist mit Aufwand verbunden, da umfangreiche Versuchsreihen erforderlich sind, damit die Modelle den Zusammenhang zwischen Prozess und Bauteilqualität erlernen. Aufbauend auf der Projektarbeit 1, in der die Daten für einen identischen Versuchsplan real, simuliert und skriptbasiert vorliegen, wird daher eine Pipeline entwickelt, die diese grosse Datenmenge verarbeitet und eine Prädiktion ermöglicht.

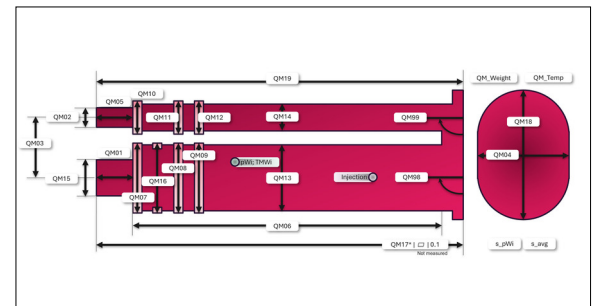
Vorgehen: Es wird eine modulare ML-Pipeline aufgebaut, in der Feature Engineering, Feature-Selektion, Training und Auswertung zusammengeführt werden. Aus einer umgesetzten Versuchsreihe werden Features abgeleitet, die in acht verschiedene Modelle überführt und getestet werden. Die Ansätze werden dabei real an der Maschine sowie in der Simulation durchgeführt und zusätzlich als hybride Kombination analysiert. Das gesamte Vorgehen erfolgt automatisiert, von der Versuchserstellung über das Matching bis zur Durchführung.

Ergebnis: Die Pipeline funktioniert durchgängig und ermöglicht eine halbwegs zuverlässige Prädiktion der Qualitätsmerkmale bei hohem R^2 test (realer Ansatz $\varnothing$ 0.70 bis 0.83). Die Modelle lernen die Daten sinnvoll und generalisieren auf ungesehene Testdaten; der reale und der hybride Ansatz schneiden stabil ab, während die reine Simulation stärker streut. Eine Varianzzerlegung in Signal-, Prozess- und Messanteil

Heatmap Real-Versuche, R2_Test
Eigene Darstellung

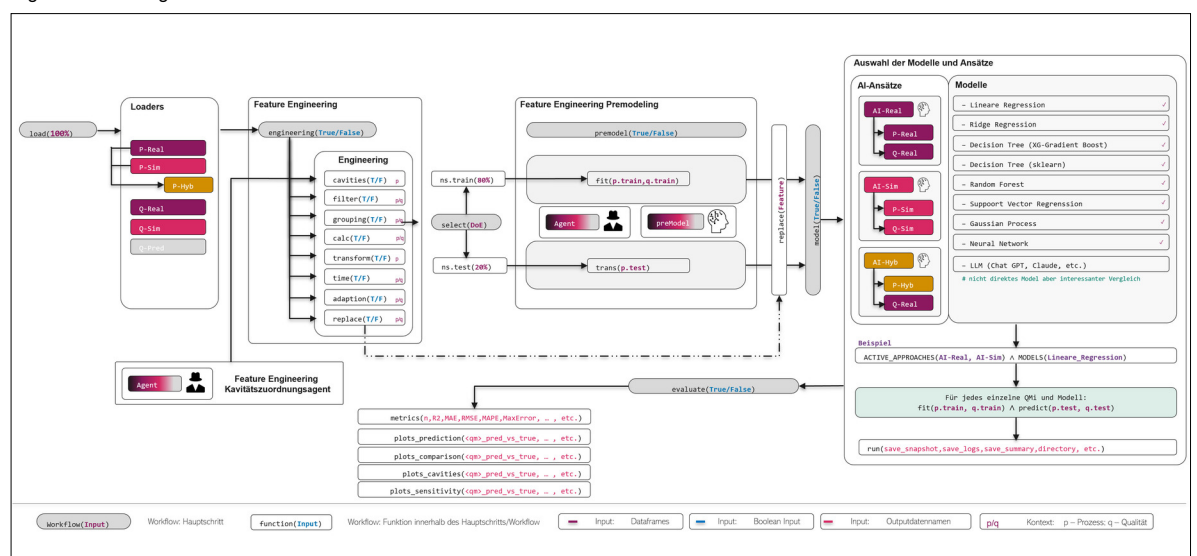


Verwendetes Bauteil: medmix-Stoessel-15ml
Eigene Darstellung



Ablaufstruktur der ML-Pipeline

Eigene Darstellung



Themengebiet
Data Science, Plastics
Technology,
Mechanical
Engineering