



Corrado Lanfranchi



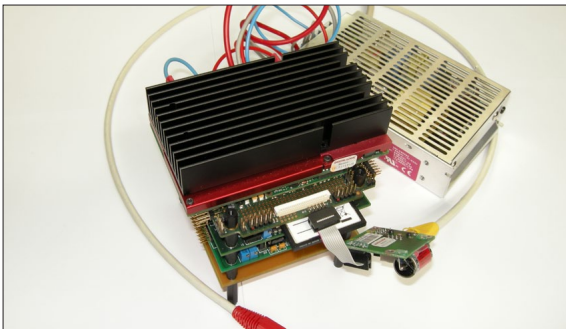
Michael Vogel

Diplomanden	Corrado Lanfranchi, Michael Vogel
Examinator	Prof. Dr. Markus Kottmann
Experte	Dr. Markus A. Müller, Frei Patentanwaltsbüro, Zollikon ZH
Themengebiet	Regelungstechnik

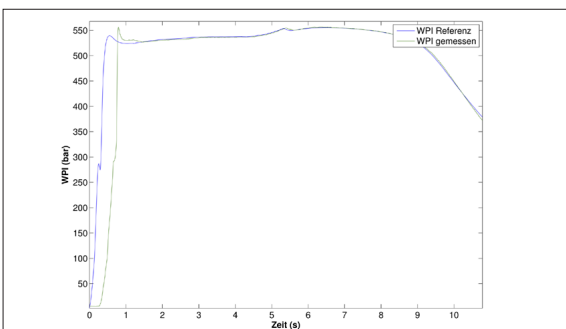
Regelung einer Spritzgiessmaschine mithilfe des Werkzeuginnendrucks



Krauss-Maffei-Spritzgiessmaschine (Typ: 100-380 CX) am Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung an der HSR



PC104-System zum Ansteuern der Maschine. Die entwickelten Regler werden auf diesem Zielsystem ausgeführt. Auch die Datenerfassung läuft darauf.



Das beste Resultat, das mit dem Umschalten zwischen zwei PID-Reglern erreicht wurde

Ausgangslage: Spritzgiessen ist ein wichtiges nichtmetallisches Verarbeitungsverfahren. Die Varianz der Bauteilqualität darf nicht zu gross sein. Deshalb ist eine Steigerung der Reproduzierbarkeit des Formteilbildungsprozesses anzustreben. Ein Werkzeuginnendruck-Profil (WPI) kann als «Fingerabdruck» für ein bestimmtes Werkzeug betrachtet werden. Bildet man dieses Profil nach, ist ein Bauteil von guter Qualität zu erwarten. Einen Regler zu entwerfen, der genau das leistet, war die Aufgabe.

Vorgehen: Das Einlesen in die bestehende Vorarbeit zur Modellierung stand am Anfang der Arbeit. Anschliessend wurden einfache Simulationen mit PID-Reglern durchgeführt und der Umgang mit xPC-Target/PC104 erarbeitet. Ein umfangreiches Simulink-Modell zur Ansteuerung der Spritzgiessmaschine stand aus einer Vorarbeit zur Verfügung; dieses musste noch angepasst werden. Erste Tests an der Maschine zeigten schon gute Resultate mit einfachen Reglern wie dem PID-Regler. Beim Spritzgiessen sind zwei Phasen wichtig: Einspritzen und Nachdruck. Kennzeichnend ist dabei eine rasche Änderung der Dynamik. Dies führte zur Idee, Systemidentifikation zur Laufzeit einzusetzen. Der entsprechende Algorithmus – «Recursive Least Square (RLS)» – führt das Modell bzw. dessen Dynamik nach. Für die zwei Phasen konnten Regler ausgelegt werden, die mittels RLS zum richtigen Zeitpunkt umgeschaltet werden. Auf Seiten der Regelkonzepte rückten Fuzzy-Regler und Zustandsregler mit Beobachter in den Fokus. Das erste Verfahren basiert auf Erfahrungen, die man in Regeln abbildet. Beim zweiten Verfahren werden die internen Systemzustände geschätzt und der Regelkreis wird über eine Zustandsrückführung geschlossen. Diese Rückführung kann man zum Beispiel mit dem «Linear Quadratic Regulator (LQR)»-Verfahren auslegen. Zum Schluss musste das Simulink-Modell zur Ansteuerung der Maschine erweitert werden. Ein GUI zur einfacheren Handhabung wurde ebenfalls umgesetzt.

Ergebnis: Umfangreiche Simulationen wurden durchgeführt. Die entwickelten Simulink-Modelle und MATLAB-Skripts können bei einer nachfolgenden Arbeit leicht übernommen, erweitert und eingesetzt werden. Die vielversprechenden Simulationen konnten nur teilweise durch Tests an der Maschine bestätigt werden. Der PID-Regler mit phasenbezogenem Umschalten war in der Lage, den Innendruck exakt genug zu reproduzieren. Beim Zustands- und beim Fuzzy-Regler ist noch eine Erweiterung zur Detektion «Werkzeug voll» notwendig.