



1 Extrusionsanlage

## PROZESSANALYSE MITTELS MACHINE-LEARNING

### Datenanalyse sichert Produktqualität

Den Zusammenhang zwischen der Qualität eines Produkts und den verschiedenen Einflussfaktoren im Herstellungsprozess zu verstehen, stellt in der modernen Produktion eine große Herausforderung dar: Die Kombination physikalisch-technischer oder chemischer Prozesse mit ökonomischen Rahmenbedingungen etwa führt zu einer Vielzahl von relevanten Prozessparametern und Abhängigkeiten zwischen denselben.

Zur Optimierung des Herstellungsprozesses ist es nötig, das Verhalten von Qualitäts- und Performancegrößen bei Änderungen einzelner Prozessparameter quantitativ zu beschreiben. Grundlegend hierfür ist die Möglichkeit, Qualitätsgrößen aus Prozessparametern zu prognostizieren. Hierzu dienen Prozessmodelle, die aus

- Expertenwissen über den Herstellungsprozess und
- theoretischem Wissen

gewonnen werden. Fehlendes theoretisches Wissen kann und muss dabei durch mehr und qualitativ hochwertigere Messdaten ausgeglichen werden.

Gerade bei komplexen Prozessen stößt die Modellierung auf der Grundlage theoretischer Einsichten in die Prozessstruktur schnell an ihre Grenzen. Die teilweise oder vollständig datenbasierte Erstellung von Modellen ist hier eine leistungsfähige Alternative, sofern hinreichend umfangreiche Messdaten beispielsweise aus systematischen Versuchsreihen vorliegen.

- Messdaten aus dem realen Herstellungsprozess

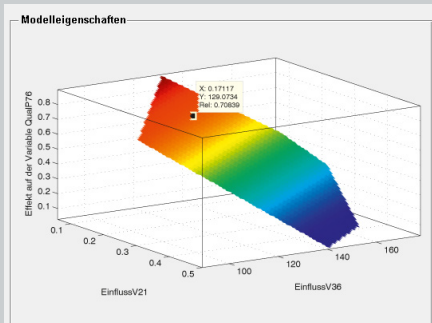
#### Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

Fraunhofer-Platz 1  
67663 Kaiserslautern

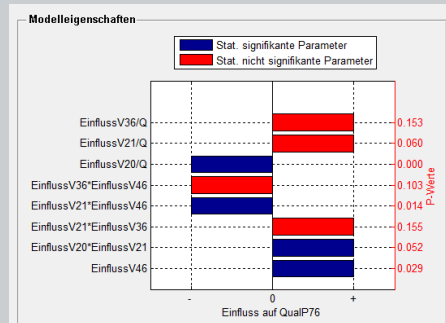
#### Kontakt

Dr. Alex Sarishvili  
Telefon +49 631 31600-4683  
alex.sarishvili@itwm.fraunhofer.de

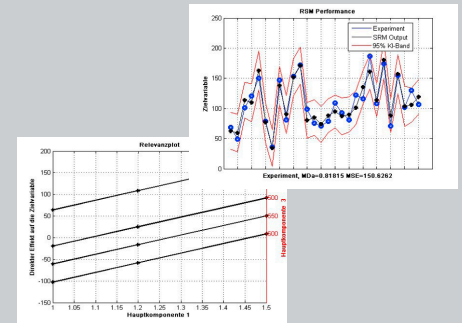
[www.itwm.fraunhofer.de](http://www.itwm.fraunhofer.de)



1



2



3

## Prognosemodell

Ein gutes Prognosemodell kann prinzipiell für folgende Zwecke eingesetzt werden:

- Simulation des Prozessverhaltens bei Variation der Einflussfaktoren
- Bestimmung besserer/optimaler Prozessparameter
- Systematisches Produktdesign
- Online-Unterstützung beim Fahren einer Produktionsanlage

Abhängig davon, ob die Modellgleichungen explizit zugänglich sind und welche Struktur sie besitzen, ergibt sich als weiterer, für den Spezialisten interessanter Nutzen ein besseres theoretisches Verständnis des Herstellungsprozesses.

## Design

»Design« ist ein Werkzeug, das alle wesentlichen Funktionen zur Erstellung datenbasierter Modelle aus Messdaten und Expertenwissen sowie zur Analyse der ermittelten Modelle zur Verfügung stellt. Dabei werden die notwendigen mathematisch-statistischen Arbeitsschritte zur Entlastung des Anwenders bewusst im Hintergrund gehalten und soweit möglich automatisch durchgeführt.

Als Datenbasis benötigt »Design« die tabellarisierten Messwerte einer Reihe von Merkmalen des zu analysierenden Prozesses und

Angaben zum Merkmalstyp. Als Datenformat für die Messdaten können verschiedene Standardformate verwendet werden. Die Anbindung an einen OPC HDA-Server ist möglich. Die Eingabe von Expertenwissen zum Beispiel über Interaktionen erfolgt über Excel spreadsheets.

Mit Hilfe von Matrixplots, in denen die Werte der Einflussfaktoren paarweise gegenübergestellt werden, kann man sich einen Überblick und ein intuitives Verständnis der vorliegenden Daten verschaffen. Insbesondere können hier Ausreißer in den Daten erkannt werden.

## Maßgeschneiderte Anwendung

Aufgrund langjähriger Erfahrungen mit der Anwendung von Software zur Datenanalyse in Produktion und Fertigung setzen wir auf Maßarbeit. Unser Angebot für den Einsatz von »Design« setzt sich daher aus drei Bausteinen zusammen:

- Ermittlung der beim Kunden vorliegenden Datensituation und spezifischer Anforderungen; Umsetzung derselben etwa im Datenimport/-export oder in der Nutzeroberfläche
- Auslieferung der maßgeschneiderten Version von »Design« und Installation beim Kunden
- Schulungs-/Consultingangebot in Bezug auf theoretische und praktische Grundlagen der Nutzung von »Design«

## Machine-Learning Algorithmen

- Deep Learning
  - Deep Belief Nets
  - Deep Neural Nets
- Bayesian Nets, Chow-Liu Nets, Markov Random fields.
- Random Forests, Lasso
- Subspace Clustering
- Neural Nets

1 Screenshot von »Design«, mit 3D-Relevanzdiagramm.

2 Signifikanzanalyse der Modellparameter

3 (von oben nach unten): Prognoseperformanz, 2D Relevanzdiagramm