

# Industrie 4.0 am Beispiel einer robotergestützten Bandschleifzelle zur Fertigung von Armaturen

Mit der Firma KWC, einem regionalen Armaturenhersteller, untersucht das Institut für Automation den Prozess des robotergestützten Bandschleifens von Designwerkstücken mit komplexen Freiformflächen unter der Verwendung von Industrie 4.0 Techniken. Ziel ist es, eine Lösung zu entwerfen, mit welcher Armaturen nach einmaligem Einrichten vollautomatisch und adaptiv produziert werden können.

**Matthias Füglistner**

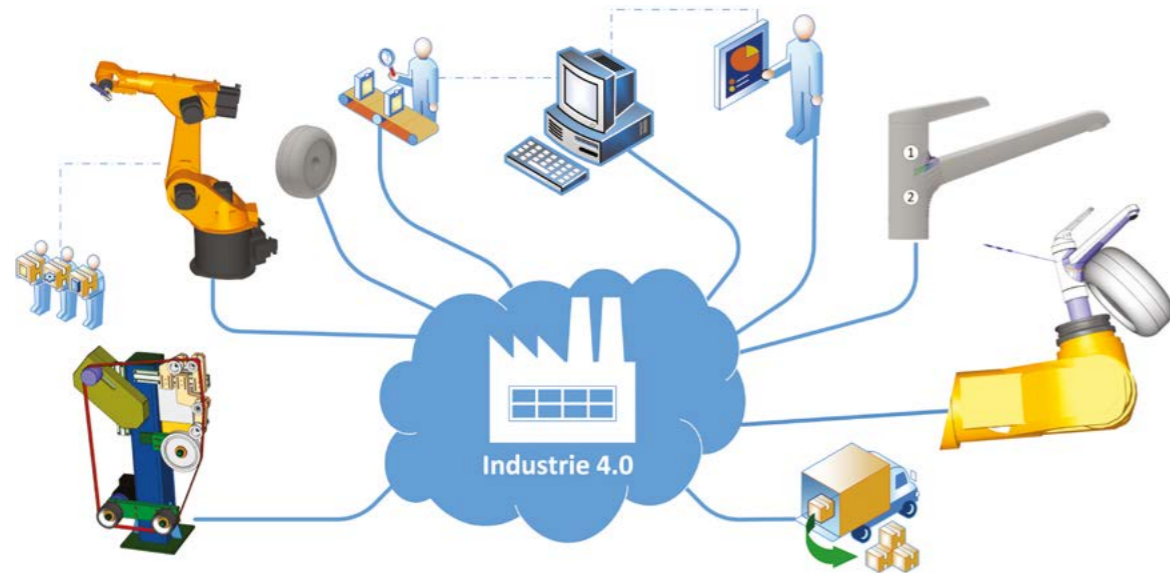


Abbildung 1: Übersicht Industrie 4.0 am Beispiel eines Schleifprozesses

Zurzeit werden neue Armaturen-Designs in einem aufwendigen Prozess erstellt, bis sie für die Produktionsstrasse optimiert sind. Um diesen Prozess zu beschleunigen und Leerläufe zu minimieren werden Softwaretools verwendet. Die Anforderungen bezüglich Qualität, Durchlaufzeiten und angegliederten Kosten nehmen ständig zu. Analysen haben gezeigt, dass speziell im Bereich des Roboterschleifens grosse Optimierungsmöglichkeiten vorhanden sind. Mit der Kooperation zwischen der KWC und dem Institut für Automation wurde dieser Punkt in Angriff genommen.

Im Verlauf des Projektes stellte sich heraus, dass neue Ansätze der Programmierung der Roboterbahn, im Sinne Industrie 4.0, Durchlaufzeiten und Initialaufwand für neue Serien verbessern können. Um ein Industrie 4.0 Prozess zu realisieren, ist die Digitalisierung aller Werkstücke, Werkzeuge, Roboter und eine Offline-Programmierung der Roboterbahn unumgänglich.

Mit einem CAD basierenden System ist eine Offline-Bahnplanung für Roboter umsetzbar und bietet darüber hinaus die Möglichkeit der Offlinesimulation. Weitere Vorteile einer Offline Programmier Software sind offene Program-

mierschnittstellen in C++ und Pascal, welche das Erstellen von PlugIns für erleichterte Bedienung oder adaptiven Reglern ermöglicht.



Abbildung 2: Informationsgewinn der Digitalisierung des Werkzeuges

Für die Implementierung einer adaptiven Reglerstruktur sind neben der digitalen Abbildung, fundierte Kenntnisse des Prozesses erforderlich. Durch eine Analyse der verwendeten Werkzeuge und einer differentialgeometrischen Untersuchung der dazugehörigen Soll-Geometrie der Armatur wird ein optimiertes digitales Werkzeug evaluiert.

Ein 3D Scan des Armaturen-Gusses lieferte das essentielle Wissen um den Ansatz einer adaptiven Bahnplanung zu implementieren. Das gescannte 3D Modell zeigt Problem-

zonen der Armatur auf. Anhand der gewonnenen Informationen entstehen zugeschnittene Lösungsvarianten für die adaptive Bahnplanung.

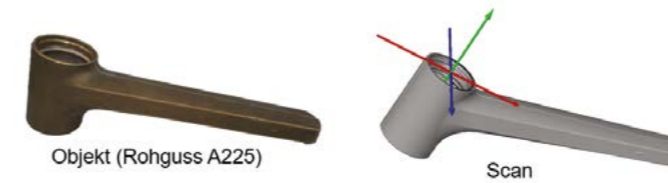


Abbildung 3: Digitalisierung des Werkstückes

**Giessschwindigkeit von geometrisch definierten Objekten**  
 Folgend wird eine dieser Lösungsvarianten als Anwendungsbeispiel für die Kombination von digitalen Werkstücken, digitalen Werkzeugen und Sensordaten zur adaptiven Bahnplanung von Armaturen aufgezeigt. Mit diesem Ansatz wird eine variable Giessschwindigkeit im Fassbereich der Armatur kompensiert.

**Problemstellung:** Beim Giessen entsteht eine ungleichmässige Schwindung im gelb markierten Bereich.



Abbildung 4: Problemstellung der Giessschwindung

**Hypothese:** Die Schwindung ist symmetrisch und kann generell in 3 Arten unterschieden werden (Konvex, Konkav, keine).

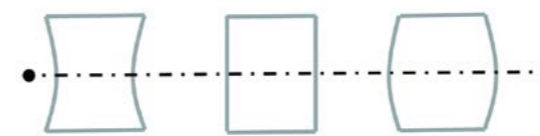


Abbildung 5: Schwindungsarten

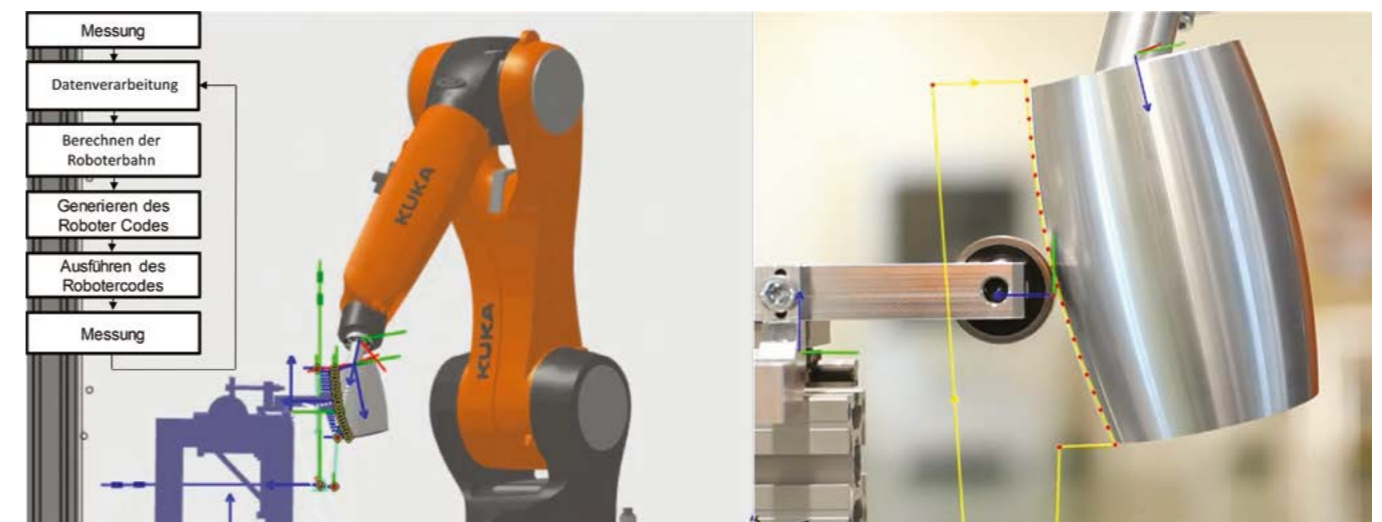


Abbildung 7: Gegenüberstellung Offline Simulation und Realität

**Abstrahierte Lösung:** Durch das Erfassen der geometrischen Oberfläche des Armaturen-Gusses entsteht ein digitales Modell. Je nach Ausmass der Schwindung werden die Parameter im Sinne eines Best-fittings angepasst. Durch das Übergeben der berechneten Parameter an das Offlineprogrammierungstool wird eine neue, massgeschneiderte Bahnplanung erstellt, um Fehler aus dem Giessverfahren zu minimieren.

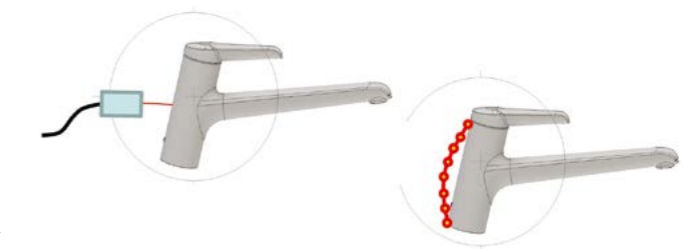


Abbildung 6: Abstrahierter Bahnplanungsentwurf

Mit der Verwendung eines Offlineprogrammierungstools und der Integration von 3D Scans und Sensordaten ist die Roboterschleifzelle in der Lage, Fehler zu kompensieren und eine konstante messbare Qualität zu liefern. Da ein Grossteil der Einrichtung für eine neue Armatur offline vollzogen wird, kann die Stillzeit der Roboterzelle minimiert werden, was zu einer besseren Auslastung der Roboterzellen führt. Nicht zu unterschätzen ist auch der Informationsgewinn und das wachsende Knowhow, welches durch die zusätzlich gewonnenen Daten generiert wird und für weitere Optimierungen genutzt werden kann.

**Projektteam**

Max Edelmann, Master of Science in Engineering, Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand, max.edelmann@fhnw.ch  
 Matthias Füglistner, BSc FHNW in Systemtechnik, Masterstudent und Wissenschaftlicher Assistent matthias.fueglistner@fhnw.ch