

Ein AI Innovation Seed des KI-Fortschrittszentrums

# Cognitive Robotic Welding

## Ausgangssituation

Industrieroboter nehmen seit Jahrzehnten eine Schlüsselrolle in der Fertigungsautomatisierung ein, während die Verkaufszahlen stetig wachsen. Im Jahr 2021 hatten Schweißroboter mit rund 20 Prozent der verkauften Einheiten einen hohen Anteil daran. Während sie in der Großserie etabliert sind, gilt dies noch nicht für kleine Losgrößen. Zwar könnten sie in Zeiten des Fachkräftemangels dazu beitragen, Produktionskapazitäten aufrechtzuerhalten, diese sogar zu erhöhen oder auch zur Qualitätsverbesserung beizutragen, allerdings steht die Frage der Wirtschaftlichkeit all diesen Mehrwerten noch oft gegenüber. Dies ist vor allem deshalb der Grund, da neben der Investition in das Robotersystem auch Aufwände für das Programmieren, Einrichten und gegebenenfalls Umrüsten für spezifische, toleranz-behaftete Baugruppen anfallen.

Im Rahmen dieses AI Innovation Seed sollen die beschriebenen zusätzlichen Aufwände durch Sensorik minimiert und dadurch ein breiterer Einsatz von Robotik im Anwendungsgebiet Schweißen ermöglicht werden.

Dabei wird in vier Teilprojekten an der Vorbereitung (Programmierung), der Durchführung (Prozessregelung) und der Nachbereitung (Qualitätskontrolle) geforscht, um den Schweißprozess ganzheitlich zu verbessern.

## Projektziele

### Teilprojekt 1: Supervised Autonomous Welding

Sortiertöpfe liefern Schüttgut in hoher Stückzahl in gewünschter Orientierung für produzierende Maschinen, wie beispielsweise Abfüllmaschinen für COVID-Vakzine. Da die zu sortierenden Bauteile stets unterschiedlich sind, werden die Sortiertöpfe unter hohem manuellen Arbeitsaufwand gefertigt. Durch einen Mangel an Fachkräften, sowie einer langen Einarbeitungszeit im Bereich der Fertigung für pharmazeutische Produkte und hohen körperlichen Belastungen beim Schweißen und Schleifen, wächst die Notwendigkeit der Automatisierung. Ziel ist es, zu prüfen, ob ein pharmagerechtes Schweißen solcher Sortiertöpfe mit geringem Programmieraufwand durch Roboter möglich ist.

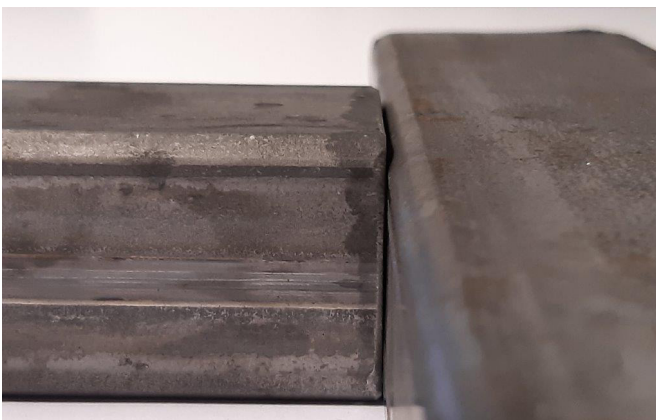


**Abbildung 2: Verschleißener kegelförmiger Sortiertopf in Edelstahl mit Gang**

Quelle: E+K Sortiersysteme GmbH

### Teilprojekt 2: Adaptives Roboterschweißen von Rohr-Rohr Verbindungen

Schweißverbindungen von aufeinander senkrecht stehenden Vierkantrohren mit Eckradien sind mit momentaner Technologie nicht in hoher Qualität automatisierbar. Ursächlich hierfür ist, dass die Längsnaht eine komplexe Geometrie aufweist. Dieser Typ Rohrverbindung wird in hohen Stückzahlen benötigt, jedoch in verschiedenen Dimensionen und bei variabler Losgröße. Insbesondere für KMU liegt hier ein großes Potenzial für Produktivitätssteigerung durch Automatisierung. In diesem Projekt soll gezeigt werden, dass ein adaptives Robotersystem in der Lage ist, die beschriebenen Rohr-Rohr Schweißverbindungen in hoher Qualität zu schweißen.

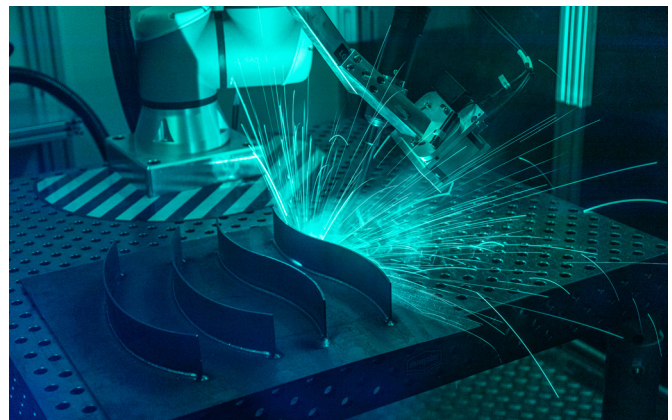


**Abbildung 3: Nahtgeometrien bei Rohr-Rohr Verbindungen**

Quelle: Piccolo K+L Behältertechnik

### Teilprojekt 3: Sensorbasierte Adaption der Schweißparameter

Schweiß-Cobots ermöglichen durch ihre schnelle und einfache Programmierung eine Automatisierung von Schweißaufgaben auch bei einer High Mix Low Volume Produktion. In diesem Teilprojekt soll ermittelt werden, inwieweit sich die Sensorinformationen, welche durch die neuentwickelte sensorbasierte Programmierung des Fraunhofer IPA erzeugt werden, nutzen lassen, um Schweißparameter an das vorliegende Bauteil anzupassen. Als konkreter Anwendungsfall soll das Schweißen um Ecken herum untersucht werden. Dabei müssen die Schweißparameter im Eckbereich stark angepasst werden, um eine kontinuierliche Streckenenergie und damit eine hohe Schweißnahtqualität zu erreichen. Ziel des Projekts ist es, die Schweißparameter sensorbasiert auf die zunächst unbekannte Bahn anzupassen.



**Abbildung 4: Adaption der Schweißparameter während dem Schweißprozess**

Quelle: Fraunhofer IPA

### Teilprojekt 4: Künstliche Intelligenz Schweißnahtkontrolle

Hydraulische Zylinder müssen öldicht sein. Es werden immer wieder Zylinder ausgeliefert, die undichte Schweißnähte haben und durch Dichtheitsprüfung mit Hydrauliköl nicht erkannt wurden. Die Aufgabe ist es nun, eine weitere Prüfung zu etablieren, um möglichst nur noch dichte Zylinder auszuliefern. Die Prüflinge sind dabei keine fertigen Zylinder, sondern Halbfabrikate. Die Dichtheitsprüfungen mit Druckdifferenz oder Helium

ist sehr schwierig und teuer. Das Abdichten der Prüflinge ist sehr aufwendig und es werden sehr viele Prüfadapter benötigt. Ziel ist die Untersuchung von KI-basierten optischen Methoden zur Analyse der Schweißnahtqualität. Insbesondere werden Bilder von den Schweißnähten gemacht. Die Auswertung der Bilder übernimmt die KI. Anschließend werden die schlecht geschweißten Schweißnähte markiert.



**Abbildung 5: KI-basierte optische Prüfung der Schweißqualität**  
Quelle: Weber-Hydraulik GmbH

## Kontakt

Sie sind an einer Teilnahme interessiert?  
Sprechen Sie uns gerne an!

**Max Daiber-Huppert**  
+49 711 970-1869  
max.daiber-huppert@ipa.fraunhofer.de

**Omar De Mitri**  
+49 711 970-3657  
omar.de.mitri@ipa.fraunhofer.de

**Christian Landgraf**  
+49 711 970-1092  
christian.landgraf@ipa.fraunhofer.de

**Udo Paschke**  
+49 711 970-1582  
udo.paschke@ipa.fraunhofer.de

**Kontakt:**  
info@ki-fortschrittszentrum.de

Weitere Informationen unter:  
[www.ki-fortschrittszentrum.de](http://www.ki-fortschrittszentrum.de)

Fraunhofer-Institut für  
Produktionstechnik und  
Automatisierung IPA  
Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

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