

Modellbasierte Roboterprogrammierung

Dipl.-Inform. Rebecca Hollmann

Modellbasierte Roboterprogrammierung



Technologieseminar Mensch-Roboter-Interaktion

28.11.2013

Dipl.-Inform. Rebecca Hollmann

Email: Hollmann@ipa.fhg.de

Seite 1

© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Gliederung

- Motivation
 - Flexible Roboterzellen für den Mittelstand
 - Kognitive Industrierobotik
- Modellierung der Roboterzelle
 - Ansatz nach dem PPR Konzept
- Umsetzung
 - Anwendungsfall MAG-Schweißen
- Möglichkeiten
 - Auf Basis der Modell-Architektur
- Zusammenfassung

Seite 2

© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Motivation

Automatisierung in Europa



Seite 3

© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Motivation

Robotersysteme in der mittelständischen Produktion

- Robotertechnologie in der Produktion ist erwünscht
 - Qualitätsanforderungen
 - Wettbewerbsfähigkeit
 - Häufig fehlt qualifizierter Nachwuchs
- Problem
 - Häufige Neuprogrammierung notwendig bedingt durch geringe Stückzahlen und eine hohe Anzahl an Varianten
 - Gleichzeitig: kein Roboterexperte vor Ort, sodass Programmierung durch Prozessexperten erfolgen muss
- Ergebnis
 - Robotersystem ist vorhanden, kann aber nicht wirtschaftlich eingesetzt werden

Seite 4

© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Motivation

Anforderungen an das Robotersystem

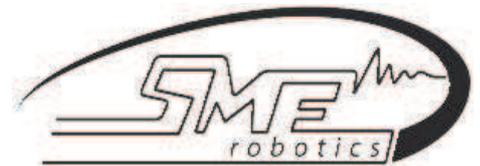
- Robustheit
 - Umgang mit Ungenauigkeiten
 - Fähigkeit, Schlussfolgerungen über die Umgebung zu ziehen
- Schnelle Programmerstellung
 - Soweit möglich automatisiert
 - Wiederverwertbarkeit von Programmcode
- Intuitive Mensch-Roboter Interaktion
 - Geeignete Bediener-Schnittstellen
 - Sinnvolle Fehlermeldungen
 - Alternative Eingabemöglichkeiten



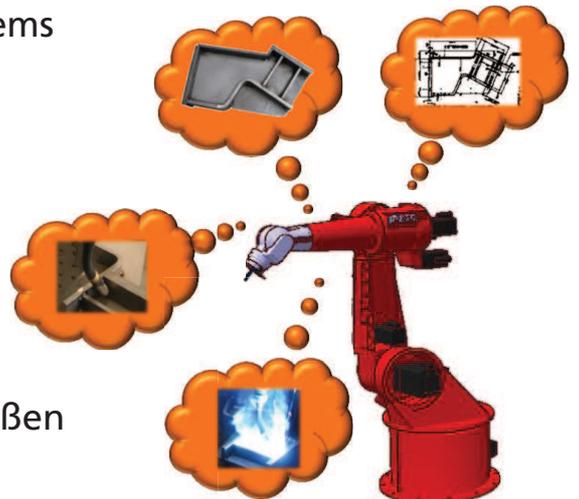
Robotersystem benötigt umfassende Informationen über die Aufgabe sowie die verfügbaren Komponenten

Motivation

Kognitive Industrierobotik

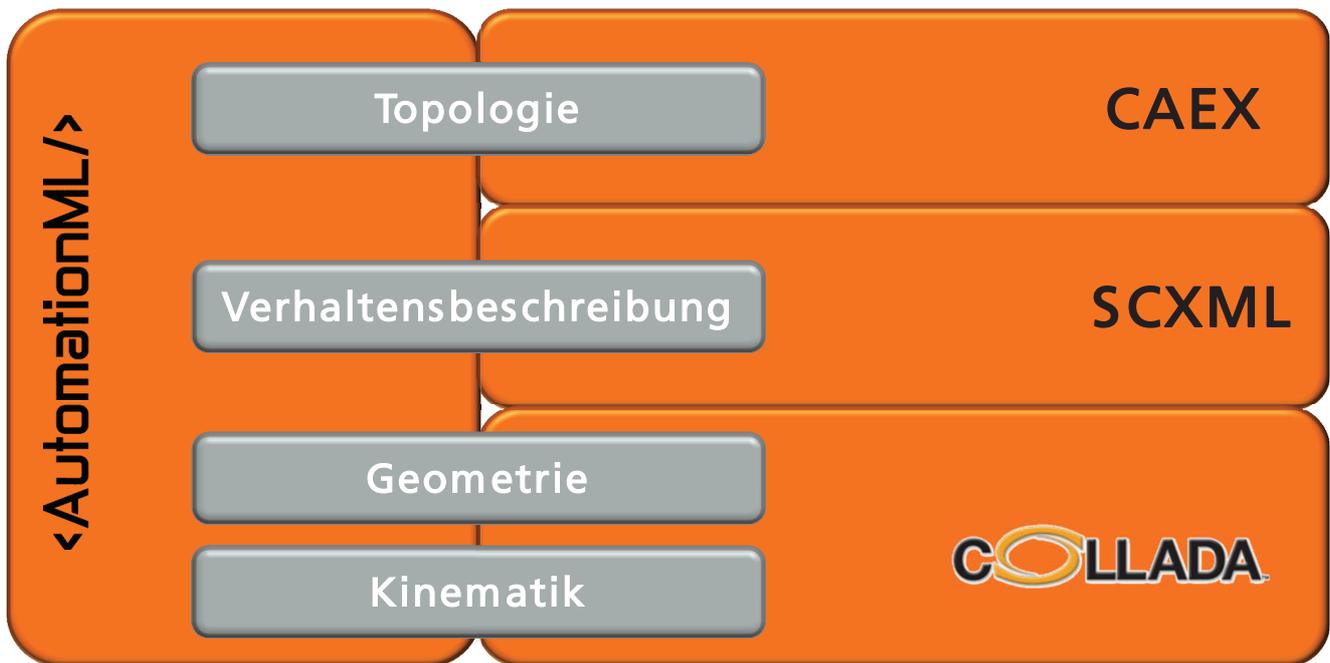


- Projekt SMERobotics
 - Ziel: wirtschaftlicher Einsatz kognitiver Robotik in der KMU-Produktion
- Ansatz Fraunhofer IPA
 - Einheitliche Modellierung des Gesamtsystems
 - Ermöglicht
 - flexible Konfiguration
 - Automatische Planung des Roboterprogramms
 - Adäquate Reaktion auf unvorhergesehene Situationen
 - Erste Realisierung im Bereich MAG-Schweißen



Modellierung der Roboterzelle

Datenformate

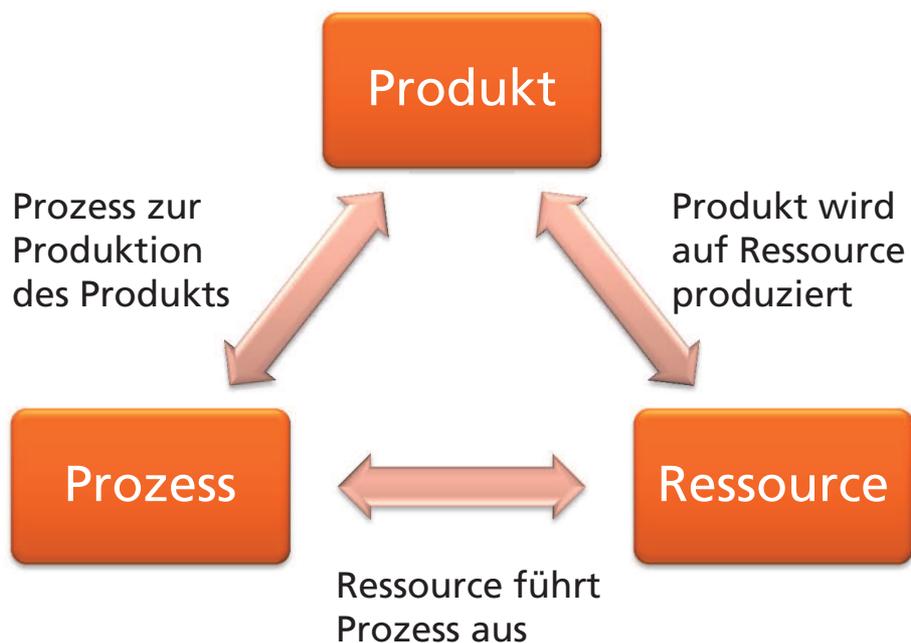


Seite 7

© Fraunhofer

Modellierung der Roboterzelle

Das PPR-Konzept

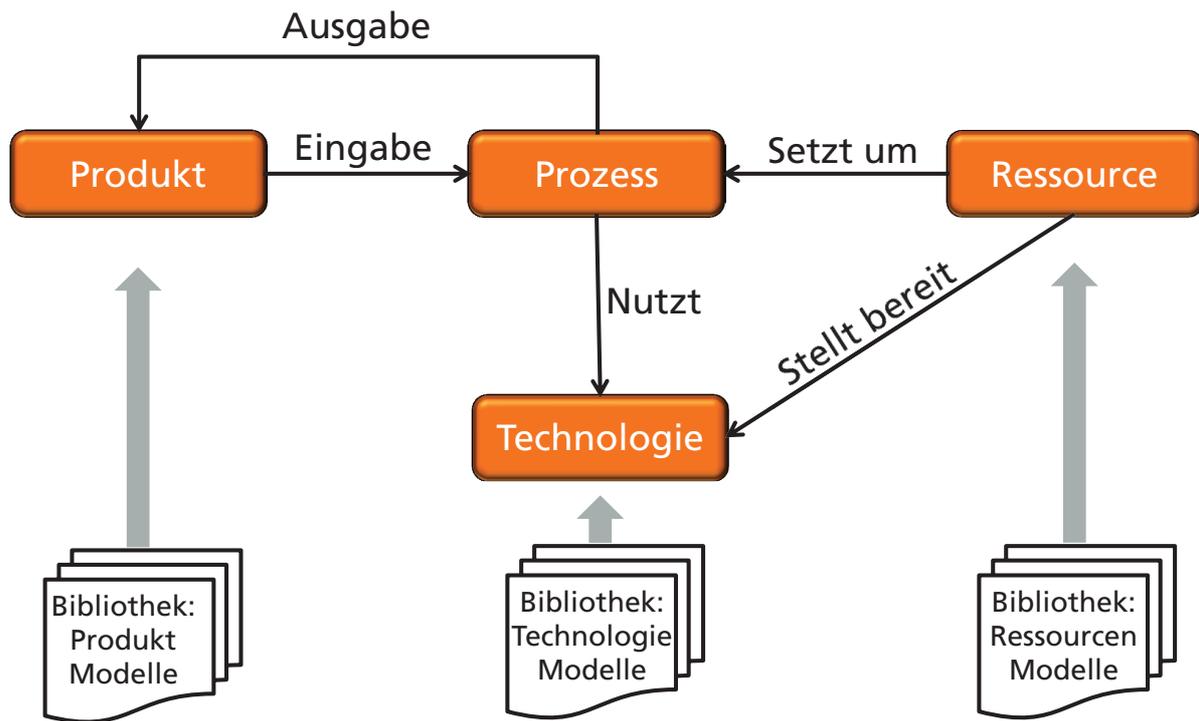


Seite 8

© Fraunhofer

Modellierung der Roboterzelle

Modellierungsansatz Fraunhofer IPA



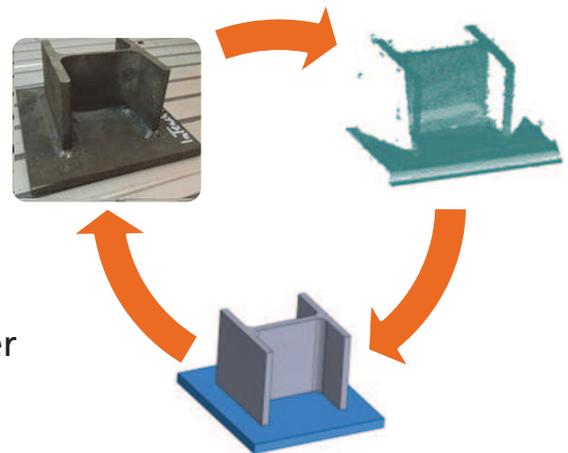
Seite 9

© Fraunhofer

Fraunhofer
IPA

Modellierung der Roboterzelle

Produkt



- Datenformat: COLLADA
- Speicherung und Verknüpfung verschiedener Produkt-Zustände, etwa
 - CAD-Daten
 - Durch Sensor erzeugte Punktwolke
 - Bauteil-Verzug nach dem Schweißen einzelner Nähte
- Ermöglicht
 - Planung der Schweißnähte anhand der Geometrie
 - Referenzierung des Bauteils durch Abgleich mit Sensordaten
 - Ausgleich von Verzug aufgrund des Wärmeeintrags beim Schweißen

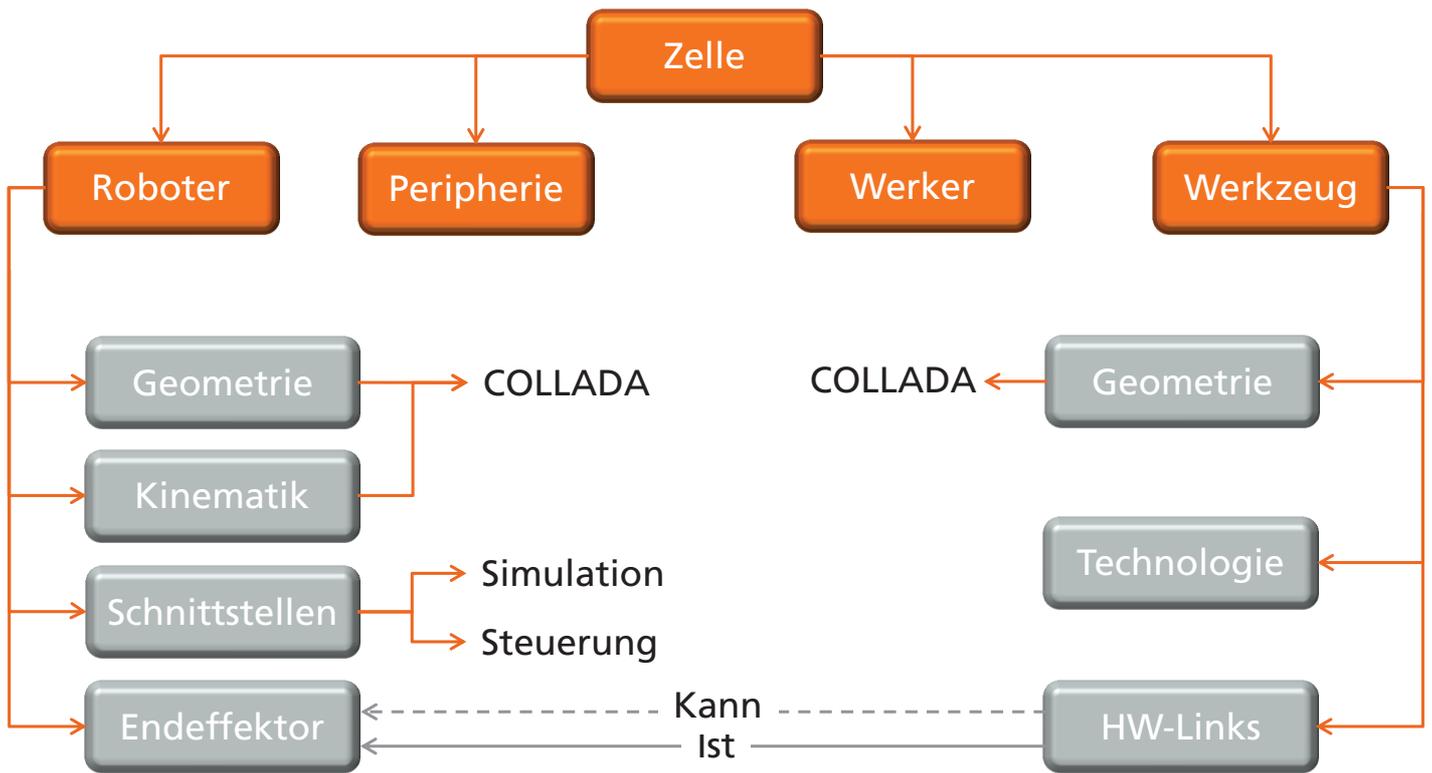
Seite 10

© Fraunhofer

Fraunhofer
IPA

Modellierung der Roboterzelle

Ressourcen

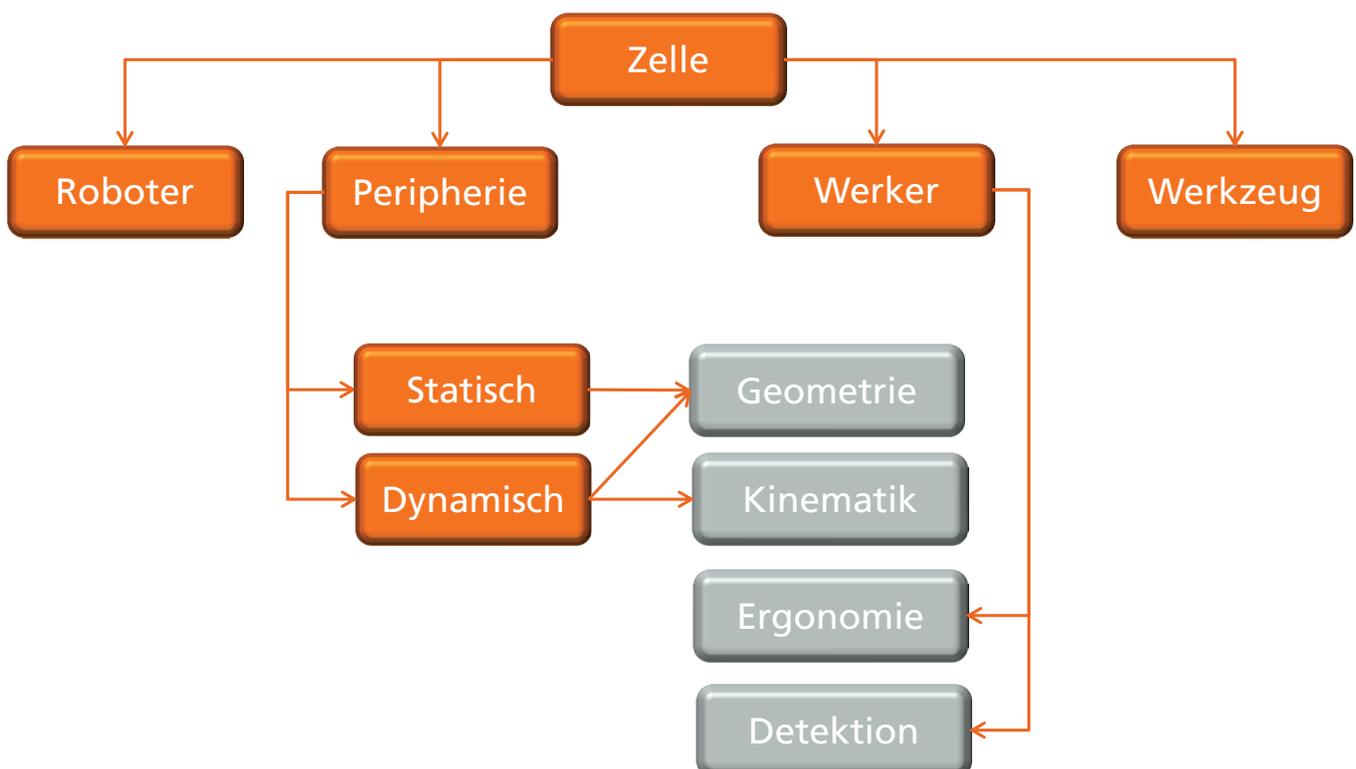


Seite 11

© Fraunhofer

Modellierung der Roboterzelle

Ressourcen



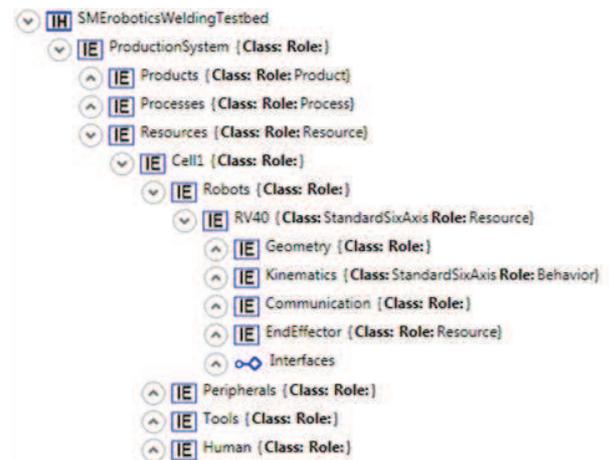
Seite 12

© Fraunhofer

Modellierung der Roboterzelle

Ressourcen

- Datenformate:
 - Hierarchie und Verknüpfungen: CAEX
 - Geometrie: COLLADA
 - Kinematik: COLLADA
- Ermöglicht
 - Flexible Konfiguration der Roboterzelle
 - Einfachen Komponentenaustausch
- Spezifikation und Verhaltensbeschreibung von Werkzeugen (Prozess-spezifisch bzw. Sensoren) sind in den zugehörigen Technologiemoellen abgelegt

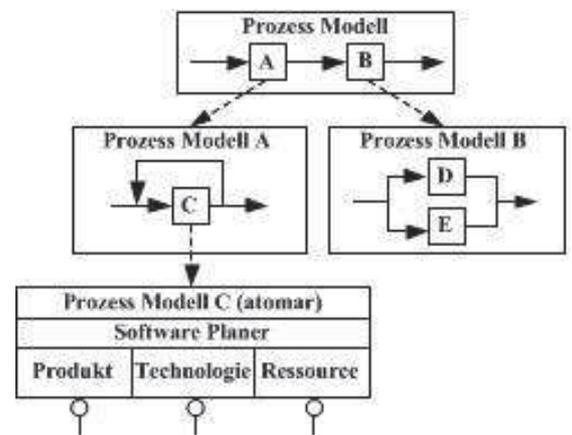


Modellierung der Roboterzelle

Technologie

- Enthält detaillierte Informationen zu der von einer Systemkomponenten zur Verfügung gestellten Technologie
- Grundlage zur automatischen Planung von Roboterprogrammen
- Ermöglicht
 - Automatische Anpassung des Programmcodes bei Austausch von Systemkomponenten
 - Automatische Überprüfung, ob geplanter Prozess mit zur Verfügung stehenden Komponenten durchführbar ist
 - Lernen geeigneter Prozessparameter-Sätze

Modellierung der Roboterzelle Prozess

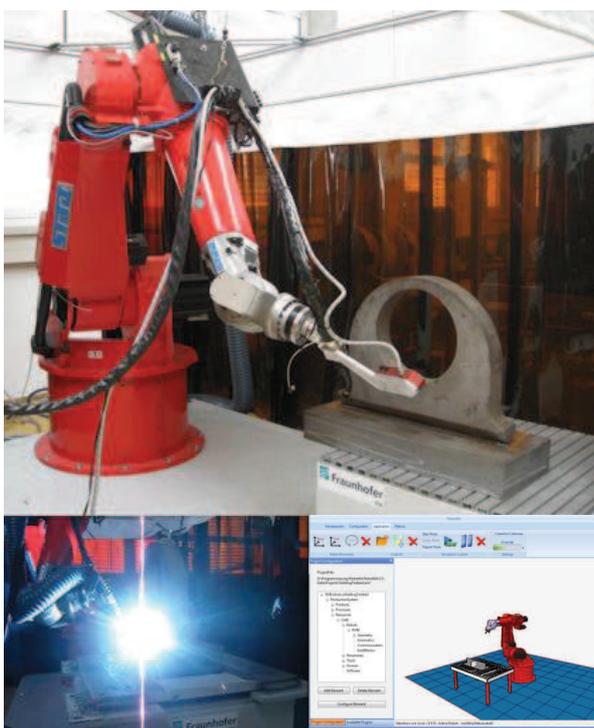


- Prozessmodell enthält Planungsschritte und Alternativen in Anlagen- und Prozessspezifischer Form
- Speicherung als ausführbarer Zustands-Automat
- Ermöglicht
 - Automatisches Planen des Roboterprogramms auf Basis der zur Verfügung stehenden Systemkomponenten
 - Ausweichen auf Alternativen im Fehlerfall (z.B. unvollständige Daten)
 - Einfacher Wechsel zwischen unterschiedlichen Bearbeitungsprozessen möglich

Seite 15

© Fraunhofer

Umsetzung Realisierung für MAG-Schweißen



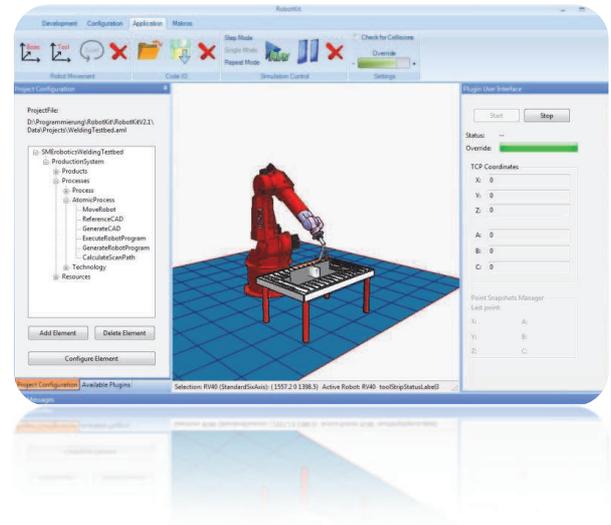
- Aktuell: Labor-Aufbau
- Roboter: Reis RV40
- Fronius Schweißquelle
- Sensor zur Erfassung von Nahtlage sowie Ausgleich lokaler Abweichungen
- Datenverarbeitung auf externem Rechner
- Kommunikation über XML-Schnittstelle

Seite 16

© Fraunhofer

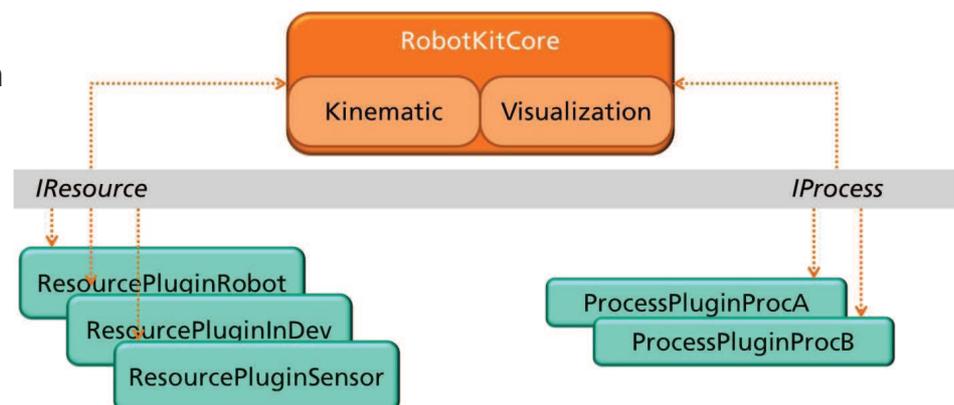
Umsetzung Software-Framework RobotKit

- Koordiniert
 - Anlagenkonfiguration
 - Prozessausführung
 - Nutzereingaben
- 3D-Graphik
 - Darstellung der Ressourcen sowie des Produktmodells (CAD, Punktwolken)
 - Visualisierung generierter Roboterbahnen
 - Simulation der Roboterbewegungen



Umsetzung Software-Framework RobotKit

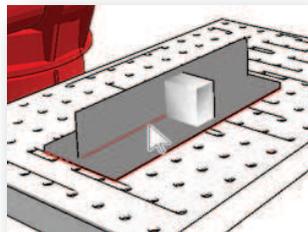
- Modularer Aufbau
 - Flexible Konfiguration der Roboterzelle durch einheitlichen Mechanismus zum Laden von Roboterschnittstelle, Sensorschnittstellen sowie Schnittstellen zu Eingabegeräten
- Datenverarbeitungs-Kern
 - Ausführung von Prozessmodellen



Umsetzung

Intuitive Eingabemöglichkeiten

- Einbringen von Wissen und Erfahrung des Bedieners
- Bieten Alternative, falls automatische Planung aufgrund von unvollständigen Daten fehlschlägt
- Erhöhen Akzeptanz des Roboters
- Bewährte Interaktionsmodi
 - Bewegen des Roboters durch Handführen / Joystick
 - Graphische Nutzeroberfläche



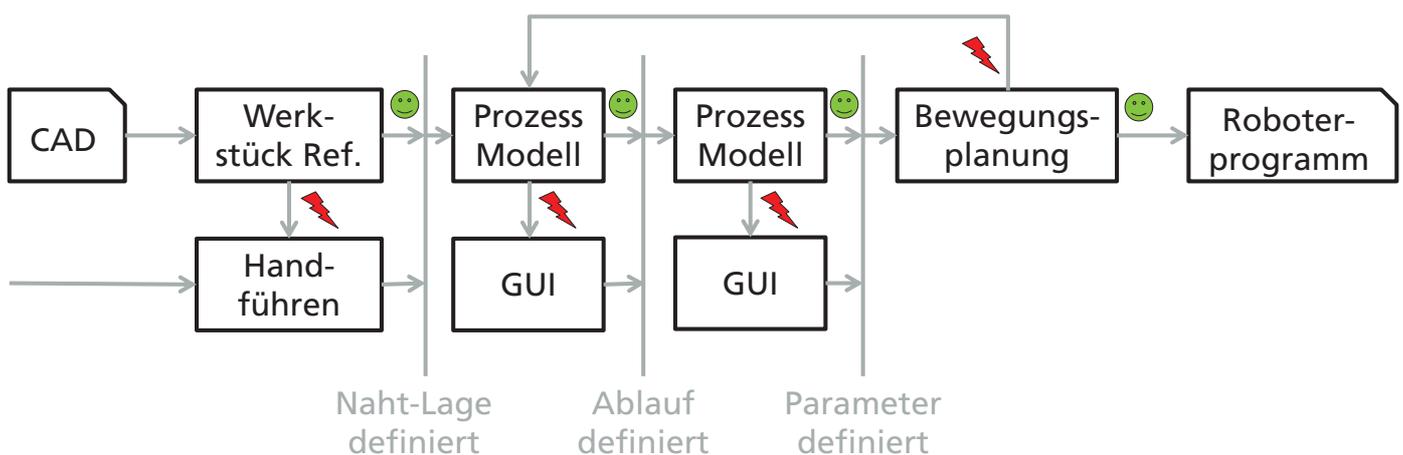
Seite 19

© Fraunhofer

Fraunhofer
IPA

Möglichkeiten

Beispiel-Ablauf einer Planung



- ✓ Möglichkeit, das Wissen des Bedieners einzubringen
- ✓ Fehlermeldungen sind spezifisch
- ✓ Möglichkeit, im Fehlerfall Einzelschritte manuell auszuführen

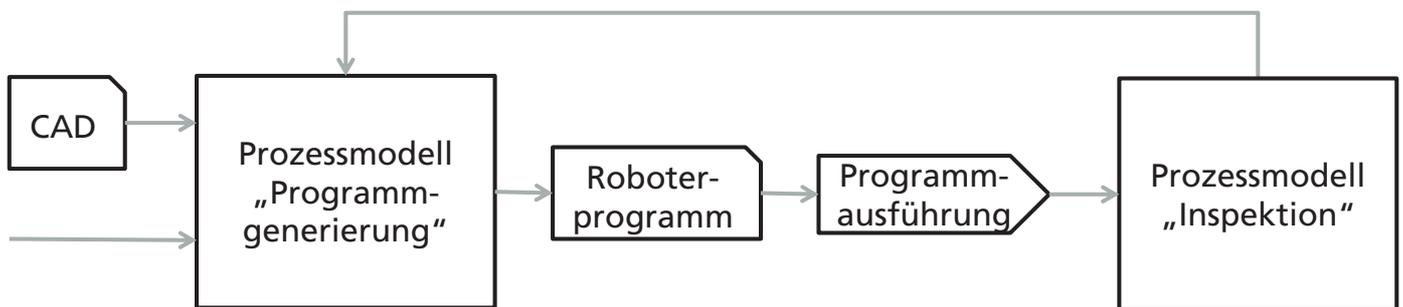
Seite 20

© Fraunhofer

Fraunhofer
IPA

Möglichkeiten

Lernen aus Beispielen



- ✓ Erfahrung fließt in Prozessmodell ein
- ✓ Kontinuierliche Optimierung der Prozessmodelle

Zusammenfassung

Modellbasierte Roboterprogrammierung

- Anforderungen an Robotik für mittelständische Produktionen:
 - Geringer Programmieraufwand
 - Intuitive Bedienfunktionen
 - Flexible Konfiguration
 - Robuste Prozessausführung
- Vorgestellter Lösungsansatz bietet:
 - Einheitliche Modellierung der Komponenten des Robotersystems
 - Dadurch umfassendes Wissen über die Einzelkomponenten verfügbar
 - Aufbauend auf Modell:
 - Flexibles Programmier- und Bediensystem zur teilautomatischen Programmgenerierung mit Möglichkeiten zur direkten Interaktion

MENSCH - ROBOTER- INTERAKTION

SICHERER UND INTUITIVER UMGANG MIT
INDUSTRIEROBOTERN



Seminar **SPA 040**
28. November 2013
Stuttgart