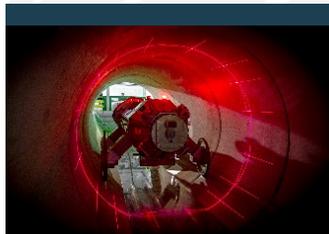


Robotik Kongress, Hannover Messe, Februar 12, 2025

Kognitive Robotik: Paradigmenwechsel am Beispiel der automatisierten Demontage von Elektroschrott

We Are Fraunhofer IFF, Robotics Systems

Research Fields



**Service Robots
for Inspection
and Maintenance**



**Industrial Robot
Applications**



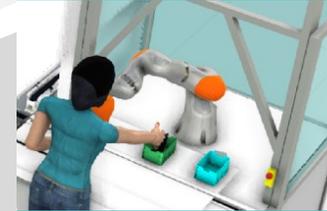
**Human-Robot
Interaction**



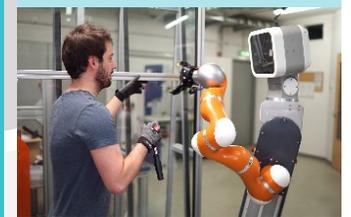
**Sensors for Safe
Human-Robot
Collaboration**



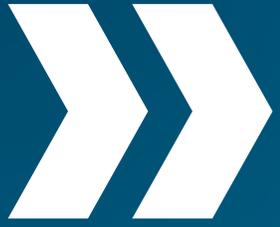
**Intelligent
Assembly and
Machine Tending**



**Design and
Validation
Methods**



**Autonomous
Robot Assistant**



The greatest danger in times of turbulence is not the turbulence itself, but to act with yesterday's logic.«

Peter Drucker

Pionier der modernen Managementlehre

Kognitive Robotik

Agenda

Paradigmenwechsel am Beispiel der automatisierten Demontage von Elektroschrott

Motivation – warum KI in der Automatisierung?

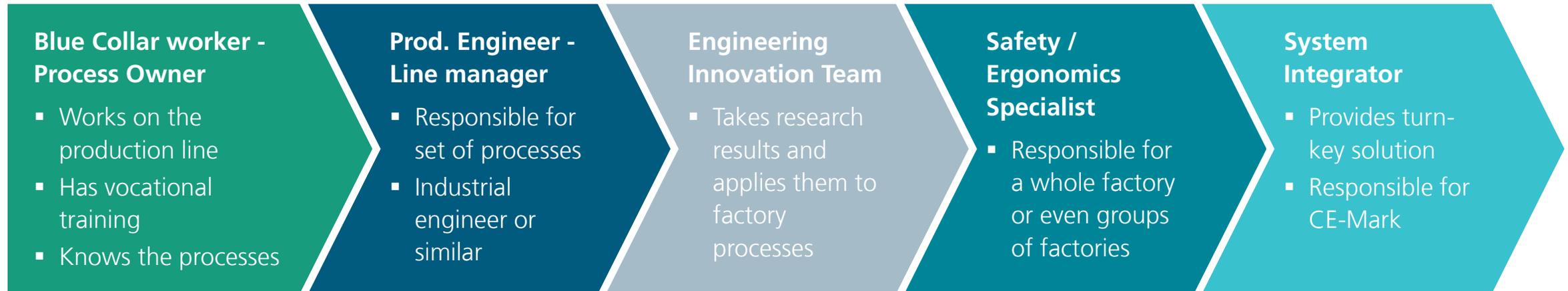
Technologische Ansätze und Beispiele

Workshop Challenge

Zusammenfassung

Kognitive Robotik

Automatisierung heute



* Highly generalized overview of stakeholder roles and engineering processes based on experiences and anecdotes from various industries

Kognitive Robotik

Datenlage – „Perfekte Datenlage“ gegen „In The Wild“

Full digitalization

Complete digital models of all parts, processes. Programming can take place via simulation / offline programming methods.

Advantages include ability to incorporate AI into workflow for perception tasks

Challenges include fidelity of digital models, computing power and software (skills) necessary to maintain and understand the workflow.



In The Wild

Using programming by demonstration or teach-in techniques, a worker can quickly implement simple programs.

Advantages include ability to work with parts without available CAD models

Challenges include safety, scalability and non-ability to leverage AI or other „game changers“ into the workflow.

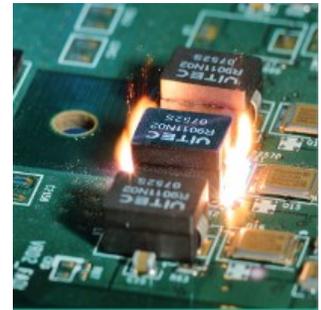


Kognitive Robotik

Einführung iDEAR Projekt – automatisierte Demontage

Der Druck auf die produzierenden Unternehmen steigt.

- Steigende Energiepreise
- Steigender Bedarfe gegenüber endliche Rohstoffe
- Abhängigkeit von Critical Raw Materials (CRM)
- Regulierung fordert Reparierbarkeit, Demontierbarkeit, und Nachverfolgbarkeit
- Fachkräftemangel



Kognitive Robotik

Einführung iDEAR Projekt – automatisierte Demontage

Der Druck auf die produzierenden Unternehmen steigt.

- Steigende Energiepreise
- Steigender Bedarfe gegenüber endliche Rohstoffe
- Abhängigkeit von Critical Raw Materials (CRM)
- Regulierung fordert Reparierbarkeit, Demontierbarkeit, und Nachverfolgbarkeit
- Fachkräftemangel



Zentrale Forschungsfrage

*Wie können wir
für hochwertige Elektroartikel
durch automatisierte Demontage
die Vision der Kreislaufwirtschaft
wirtschaftlich mit Leben füllen?*

Kognitive Robotik

iDEAR Projekt – Motivation

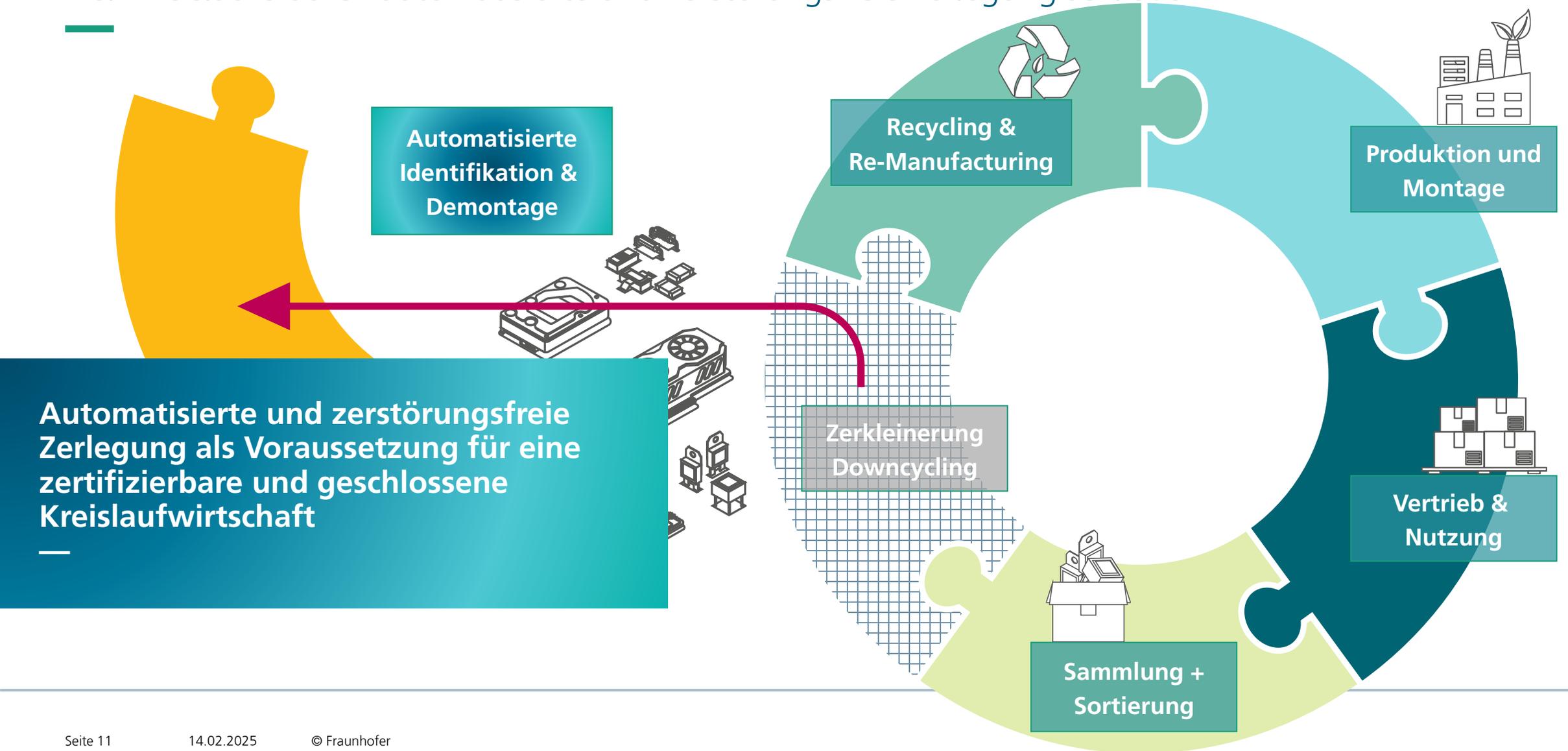
- Elektroschrott ist der am schnellsten wachsende Abfallstrom
- Weltweit 53,6 Mio. t Elektroschrott jährlich – nur 17,4% weltweit recycelt
- ~ 50 Mrd. € Werte in Elektroschrott jährlich
- Re-Manufacturing v. a. in Luftfahrt, Automotive, elektrisches und elektronisches Equipment sowie Maschinenbau: wachsender Markt
- Recycling als Schlüssel für produzierenden Unternehmen, um Zugang zu Rohstoffen zu sichern



Recycling und Remanufacturing können den Energiebedarf insbesondere bei Metallen wie Al und Cu um über 90% reduzieren!

Kognitive Robotik

Ziel: Kreisläufe durch automatisierte und zerstörungsfreie Zerlegung schließen



Kognitive Robotik

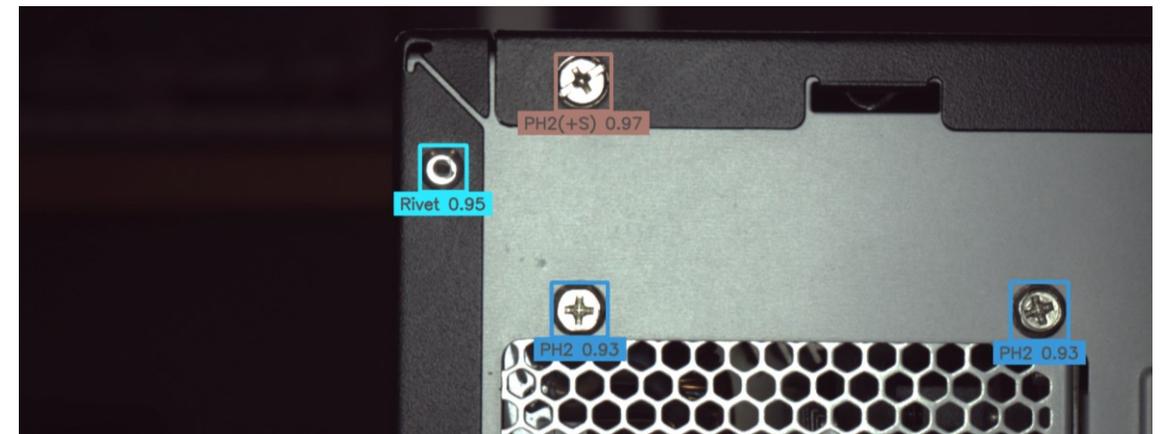
iDEAR – Produktidentifikation und Befundung

Produktidentifikation

- Optische Erfassung des Produkts + OCR-basierte Schrifterkennung
- Auswertung detektierter Aufschriften + Abgleich detektierter IDs mit Daten im Erfahrungswissen
- Bei Verfügbarkeit eines passenden Produkt-Zwillings → Laden der Produkttyp-Sequenz

Befundung

- Optische Erfassung des Produkts + KI-basierte Detektion und Lagebestimmung von Komponenten (z.B. Verbinder wie Schrauben)
- Abgleich detektierte Komponenten mit in Typ-Sequenz hinterlegten Daten
- Übergabe von Befundungsdaten an die Sequenz → Produktinstanz-Sequenz
- Befundung als iterativer Prozess nach Teildemontagen



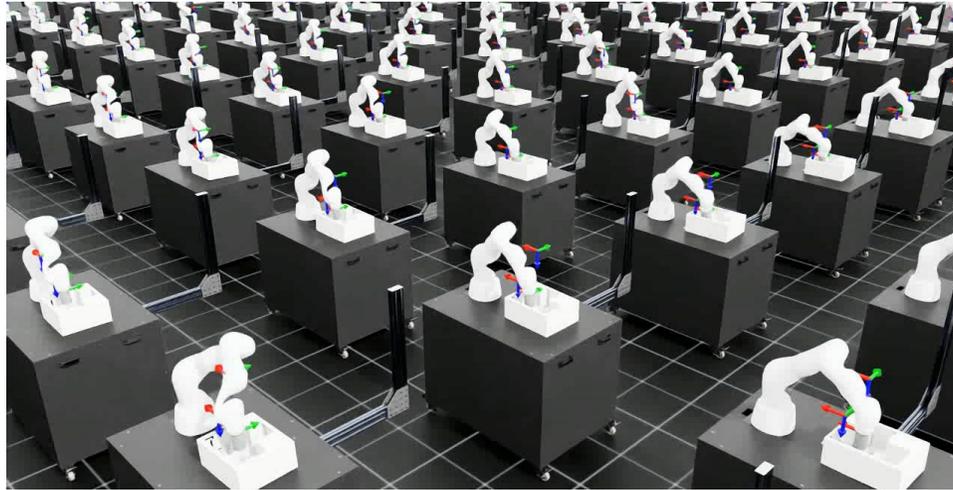
Kognitive Robotik

iDEAR – Produktidentifikation und Befundung



Kognitive Robotik

Mainboard Demontage



Kognitive Robotik

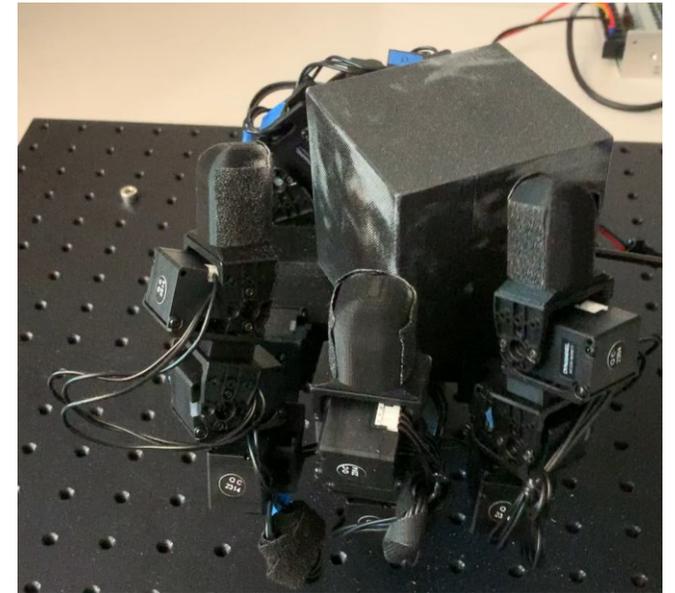
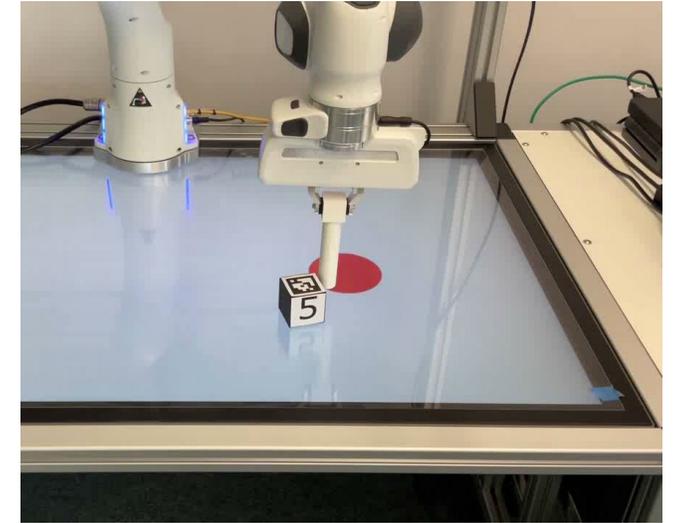
Handhabungsstrategien

▪ Problemstellung:

- Hoher Integrations- und Programmieraufwand für spezifische Handhabungssequenzen z.B.
 - Handhabung von Verpackungsmaterial
 - Trennen ineinander verhakter Bauteile
 - Umorientierung von Bauteilen
- Entnahme von schwer zugänglichen Bauteilen oft nicht möglich
→ keine vollständige Entleerung
- Keine Adaptionfähigkeit bei unerwarteten Situationen oder Störungen

▪ Lösungsansatz:

- Entwicklung adaptiver Handhabungsstrategien mittels maschinellem Lernen z.B.
 - Gezieltes verschieben von schwer erreichbaren Bauteilen
 - In-Hand-Manipulation zur flexiblen Bauteilumorientierung
 - Kontrolliertes Trennen und Vereinzeln komplexer Bauteilanordnungen
- Nutzung physikbasierter Simulation zum Training komplexer Manipulationsaufgaben
- Integration von Expertenwissen durch Imitation Learning



AI-based robot motion control

Industrial Applications

“AI-based motion control makes it possible to model the problem rather than having to program the solution. It has great potential to solve the remaining challenges in robotic automation, but has not yet been adopted in industrial applications.”

Obstacle 1:

- Industrial robot controllers are unable to use AI-models for motion control.



Robot Control Box



Obstacle 2:

- AI-based motion control requires a lot of expert knowledge



Visual Touch Up

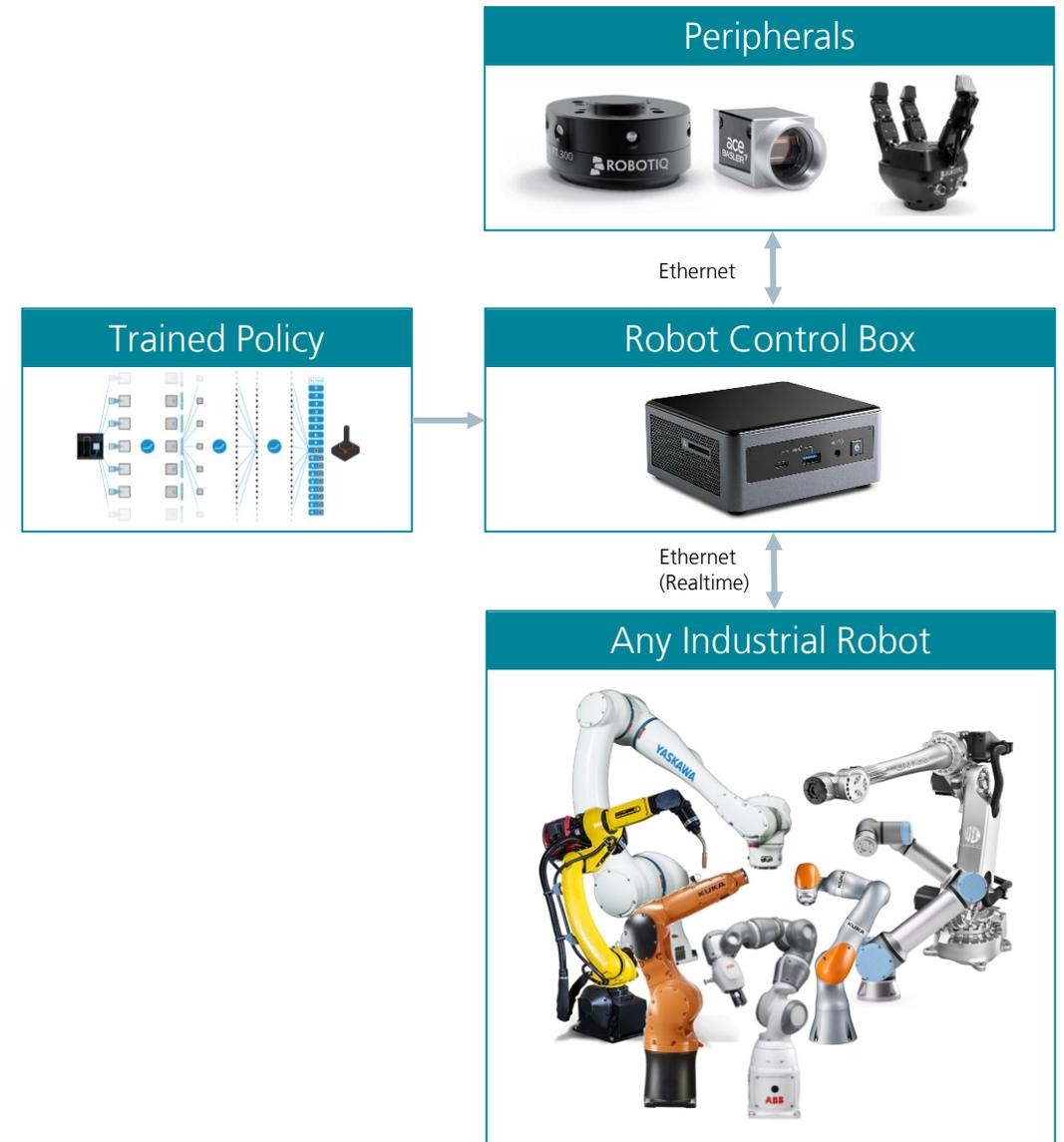


AI-based robot motion control

Robot Control Box

External realtime-controller developed by Fraunhofer IFF as Plug'n'Play extension for industrial robots

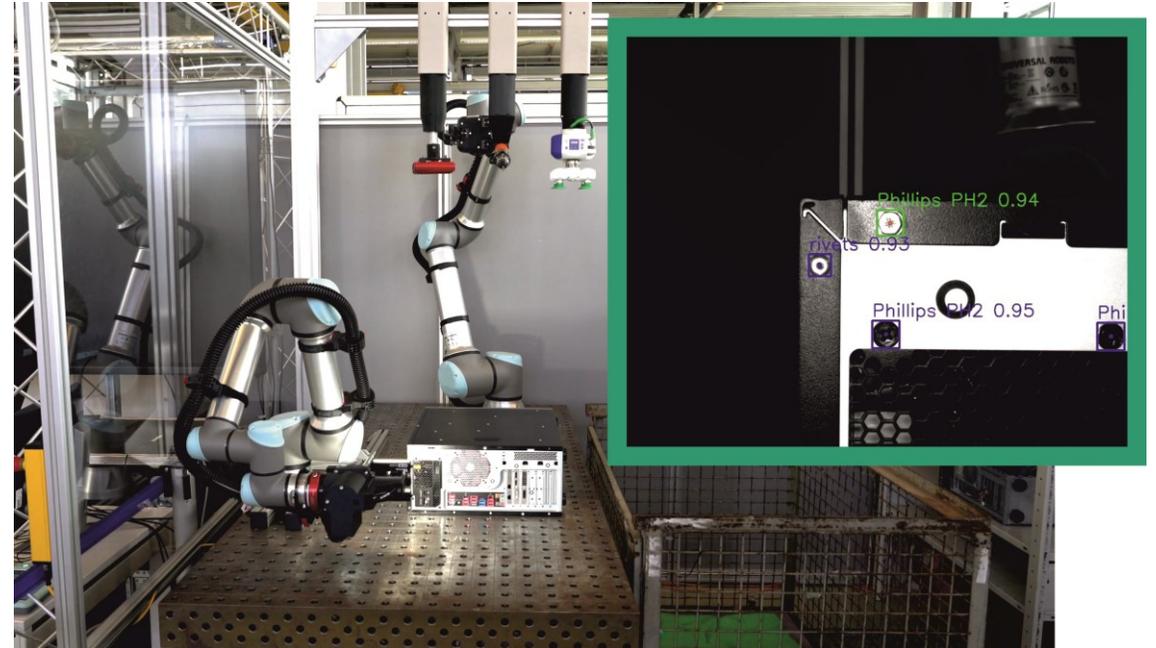
- Makes AI-Based Motion Control usable with industrial robots
- Extend the functionality of industrial robots with state of the art planning and control algorithm
 - Collision-free path planning
 - Force/Vision based adaptive motions
 - ...
- Manufacturer-independent programming of robots
- Easy integration of external sensors and actors



Kognitive Robotik

Chancen und Risiken

- Engineeringaufwand reduzieren:
 - Kosten für Inbetriebnahme,
 - Verlagerung von Engineeringaufwand keine Lösung!
- Eröffnung neue Anwendungsfelder:
 - Prozesse, die bisher nicht automatisierbar waren, wegen:
 - Hoher Varianz
 - Wirtschaftlichkeit
 - Komplexität
- KI – Nutzung
 - EU AI Act
 - AI und Sicherheit?



Roboterapplikationen effizient umsetzen

Kurzvorstellung und LTA-Übersicht

Themenvorstellung

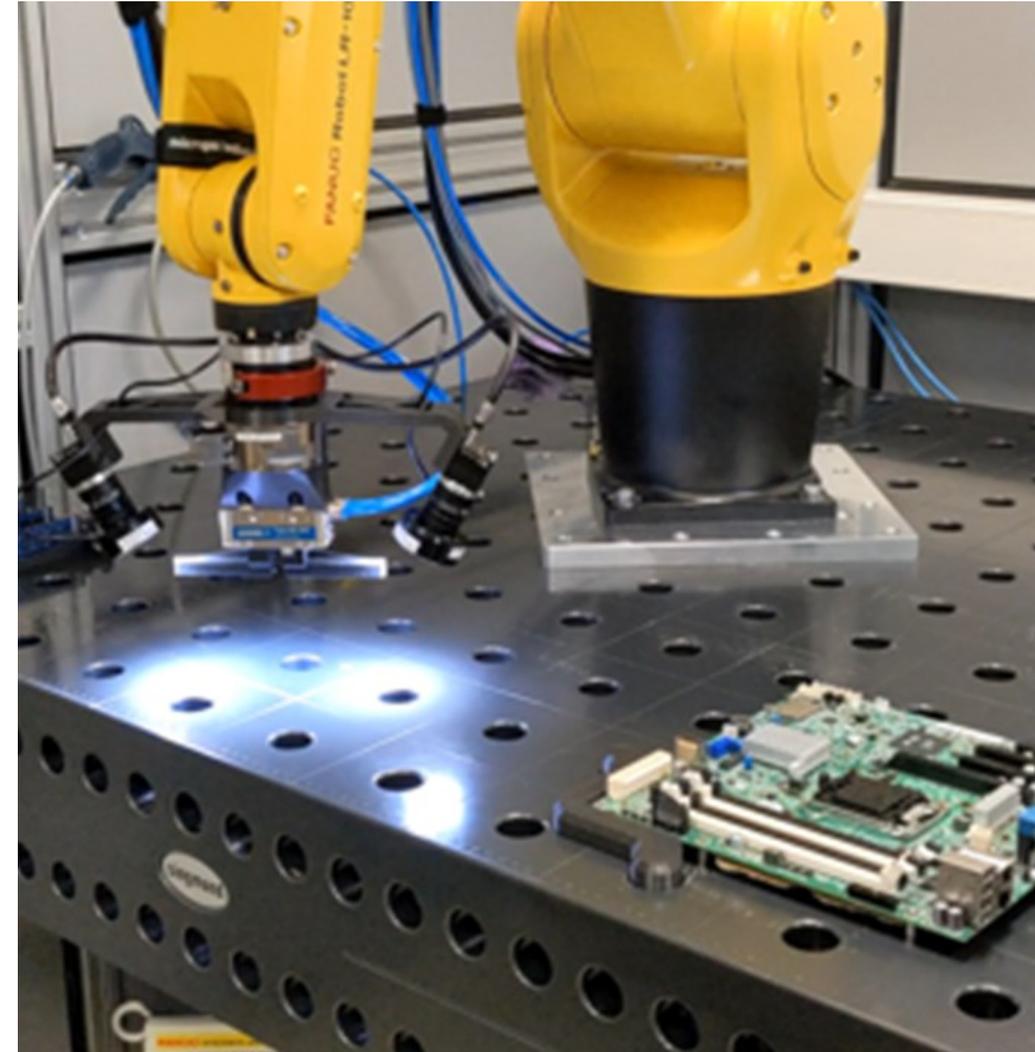
- Entwicklung spezifischer Roboterapplikationen nach den präzisen Vorgaben (Randbedingungen) des Auftraggebers
- Fokus auf Applikationen mit besonderen Herausforderungen

Forschungsfragen

- Wie kann die Integration verbessert werden?
- Wie kann der Engineeringaufwand für Robotiklösungen reduziert werden?

Unsere Leistungs- und Technologieangebote

- Konzeption, Konzeptbewertung
- Prototypenentwicklung und -evaluierung (Konstruktion, Sensorik, Steuerung, IT); (in Ausnahmen): Instandhaltung, Betrieb
- Systemintegration, Softwareentwicklung
- Entwicklung Basistechnologien für Handhabungsaufgaben
- Use-Case Lab



Use-Case Lab

Von der Idee zum Proof-of-Concept



Unser Ansatz

- Zusammen mit Ihrer Technologie bieten wir Dritten Machbarkeitsstudien in Form von Experimenten für konkreten Use-Cases
- Nutzung vorhandener Infrastruktur, Roboter und Peripherie sowie Messtechnik, um schnelle Proof-of-Concept Experimente durchzuführen

Ihr Nutzen

- Reduktion der Zeit und Kosten für Beantwortung Kernfragen bei einer Machbarkeitsstudie
- Evaluation und Produktverbesserungsvorschläge
- Zugriff auf verschiedenen Expertisen mit langjähriger Erfahrung aus dem Bereich Robotersysteme (Elektrik/Elektronik, Maschinenbau/Mechatronik, Informatik/KI)
- Roboterhersteller und Komponentenanbieter unabhängig

Workshop – Austausch und Diskussion

Gruppenarbeit: Herausforderungen Identifizieren

Aktueller Stand

- Welche Automatisierungslösungen (z.B. im Bereich Bin-Picking/Handling) sind in Ihrem Unternehmen bereits im Einsatz?
- Welche Aufgaben werden derzeit noch manuell erledigt, obwohl sie theoretisch automatisierbar wären?
- Auf welcher Basis entscheiden sie, ob ein Arbeitsplatz automatisiert werden soll?

Erfahrungen mit Herausforderungen

- Gab es Herausforderungen bei Pilotprojekten? Wie sind Sie mit etwaigen Störungen umgegangen?
- Könnten Sie ein konkretes Beispiel für eine Herausforderung nennen, die während eines Pilotprojekts auftrat?
- Gab es Strategien oder Lösungen, die sich in dieser Situation als besonders effektiv erwiesen haben?

Feedback zum vorgestellten Ansatz

- Wie bewerten Sie den vorgestellten Lösungsansatz?
- Welche Aspekte fehlen aus Ihrer Sicht?
- Welche Risiken sehen Sie?
- Unter welchen Bedingungen wäre die Lösung für Sie interessant?

Kontakt

Dr. José Saenz
**Geschäftsfeld Robotersysteme | Leiter Assistenz-,
Service- und Industrieroboter**
Tel. +49 0391 4090-227
jose.saenz@iff.fraunhofer.de

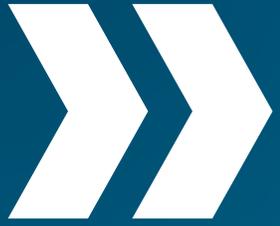
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung
Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg
www.iff.fraunhofer.de

Kontakt

Dipl.-Vw. Kay Matzner
Internationale Geschäftsentwicklung
Tel. +49 172 3010 112
kay.matzner@iff.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung
Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg
www.iff.fraunhofer.de

Questions?
Thanks for your attention!



**The best way to predict the future is to
create it.«**

Peter Drucker

Pionier der modernen Managementlehre