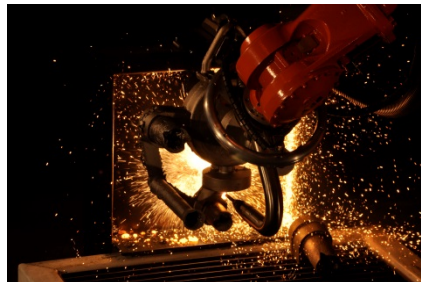
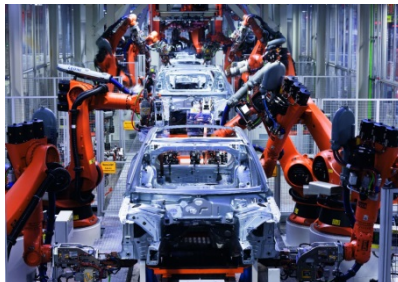

Zukunft der Arbeit. Die neuen Roboter kommen.

Die Mensch-Roboter-Kooperation in der betrieblichen Praxis



Martin Hägele

Fraunhofer Institut für Produktionstechnik
und Automatisierung IPA

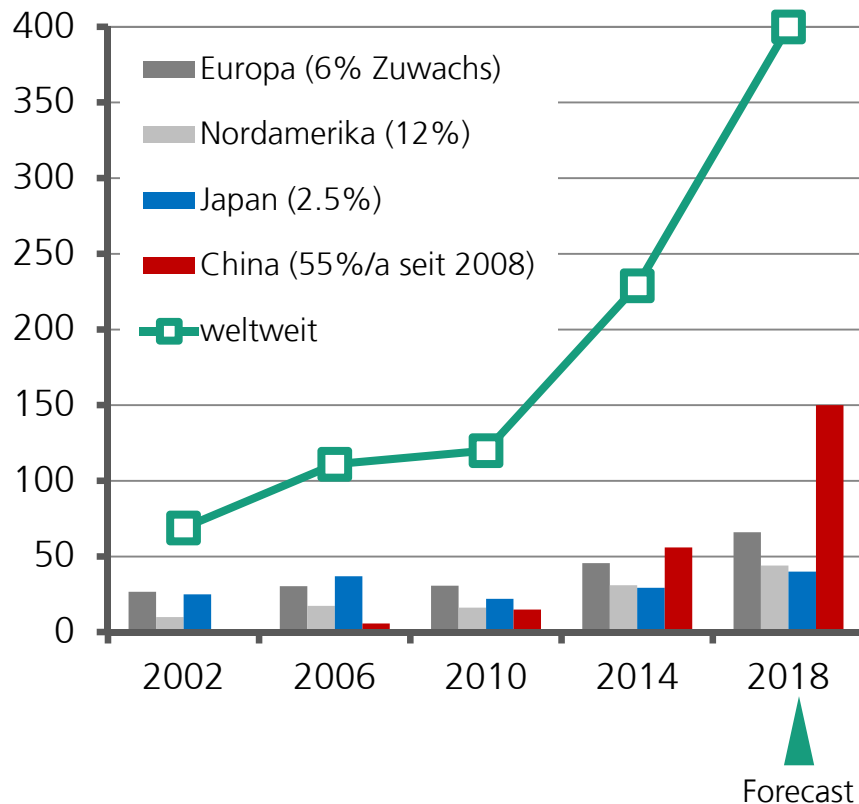
Leiter Abteilung „Roboter- und Assistenzsysteme“

mmh@ipa.fhg.de; 0711 970 1203

Industrieroboterzahlen:

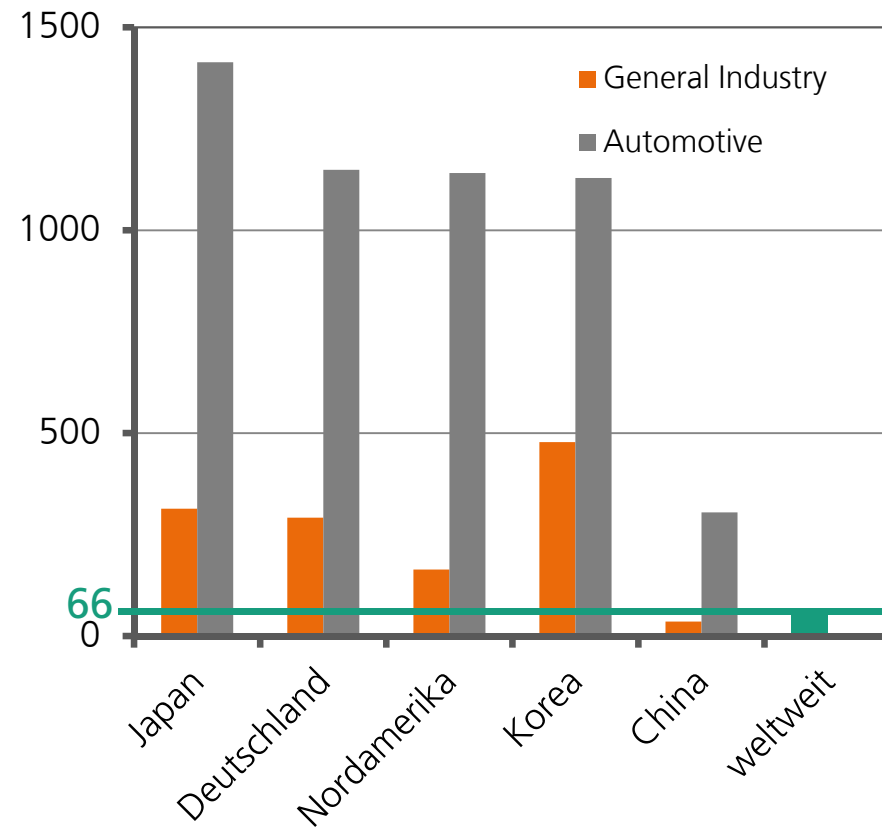
Alljahreshoch 2014 und positiver Ausblick

Jahresinstallationen von Industrierobotern
[in 1.000] weltweit seit 2002



Quelle: World Robotics 2015;
www.worldrobotics.org, 30.09.2015

Roboterichte (Industrieroboter pro
10.000 Werker) in ausgewählten Ländern



Industrieroboter: das Produktionswerkzeug der Zukunft

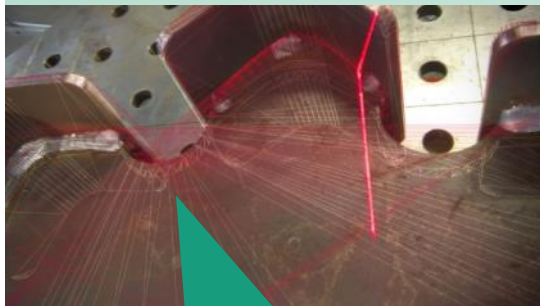
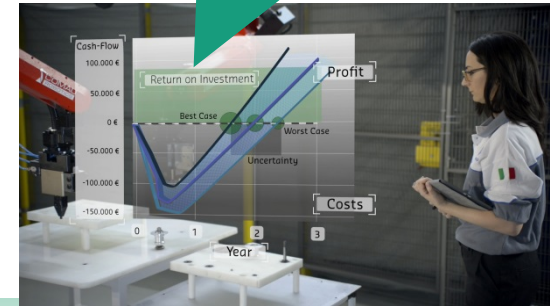
Mensch-Roboter
Kooperation MRK



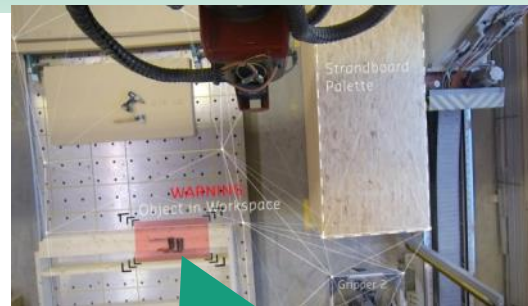
Vernetzung mit
CAD/CAM-Daten



Wirtschaftlichkeit



Sensorik



Kognitive Funktionen

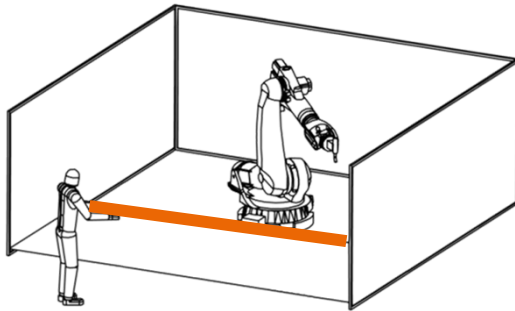


Programmierung nach
Fähigkeiten (Skills)

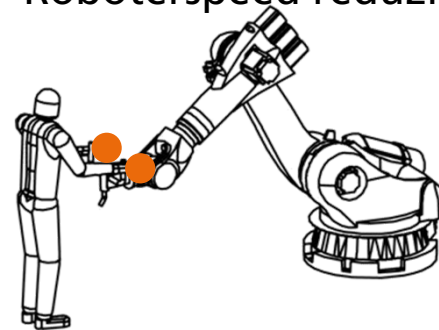
Source: video.smerobotics.org, "SMERobotics in 100 seconds"

Was ist MRK?

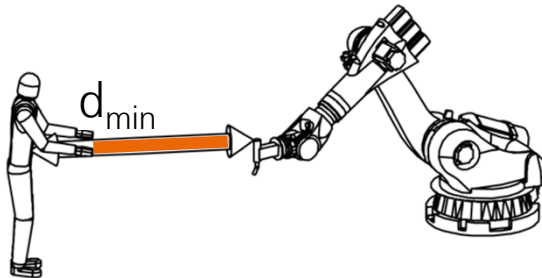
1 Wenn Zutritt,
Roboterspeed = 0.



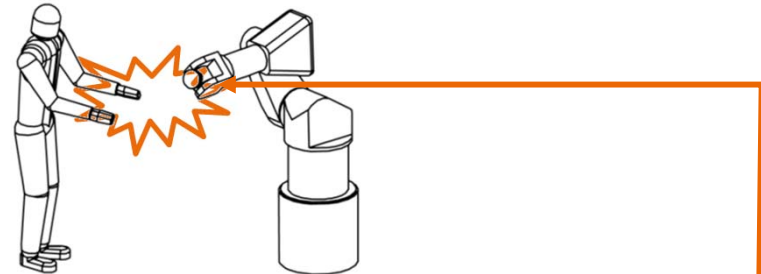
2 Wenn Sicherheitsschalter gedrückt,
Roboterspeed reduziert, sonst = 0.



3 Wenn Sicherheitsabstand
unterschritten $\rightarrow$ stop.



4 Möglicher Impakt durch
Roboter $<$ Grenzwerte.



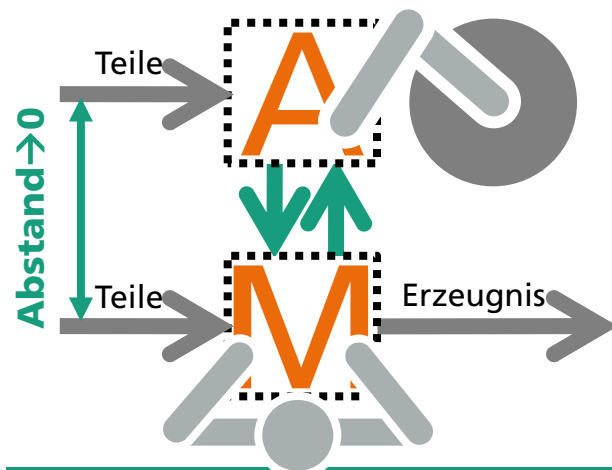
- ISO 10218-1/-2 : Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen
- ISO TS 15066: Mensch-Roboter-Kollaboration (Ende 2015); Risikobewertung für MRK-Systeme/Anwendungen. Informativ, nicht normativ.

Nutzen 1 der Mensch-Roboter-Kooperation

Kombination Arbeitsplatz und Roboter zu einem MRK System

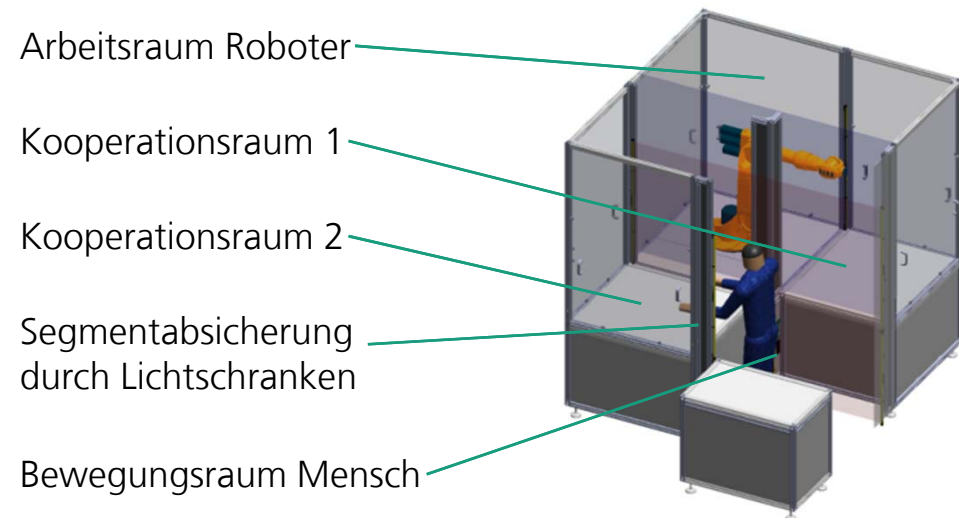
Abstand bewirkt zusätzlich:

- Flächenbedarf
- Materialfluss und Zuführtechnik
- Teilevereinzelnung
- Unproduktive Nebenzeiten



= Abstand ↓

Beispiel: kooperierende Batteriepack-Montage



A man with grey hair and glasses, wearing a plaid shirt, is seen from the back, working in a factory. He is positioned in front of a large industrial machine with a glass enclosure. Inside the enclosure, an orange robotic arm is visible, positioned over a work area. The machine has yellow safety bars and a green light is visible on the left. The background shows a typical industrial environment with various equipment and structures.

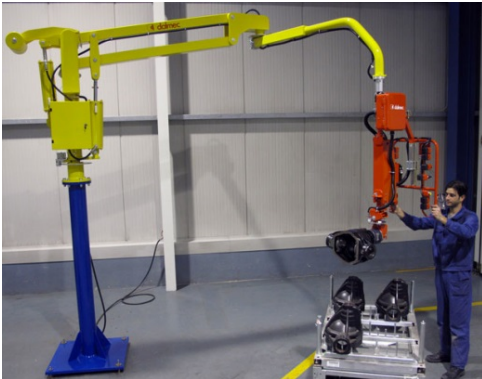
**PARALLELES ARBEITEN
IN ZWEI
KOOPERATIONSBEREICHEN**

Nutzen 2 der Mensch-Roboter-Kooperation

MRK: Kombination der Stärken von Mensch und Maschine

Teilverrichtungen nach Stärken aufteilen:

- **Roboter:** Ausdauer, Präzision, konstante Kraft-, Positions- und Geschwindigkeitsregelung
- **Mensch:** sensorische, kognitive Fähigkeiten, Erfahrung, Ad-hoc-Entscheidung, Lernkurve etc.



Quelle: dalmec S.p.A., <http://www.dalmec.com/>

= Ergonomie↑

Beispiel: Gefühlvolle Montage (PowerMate)

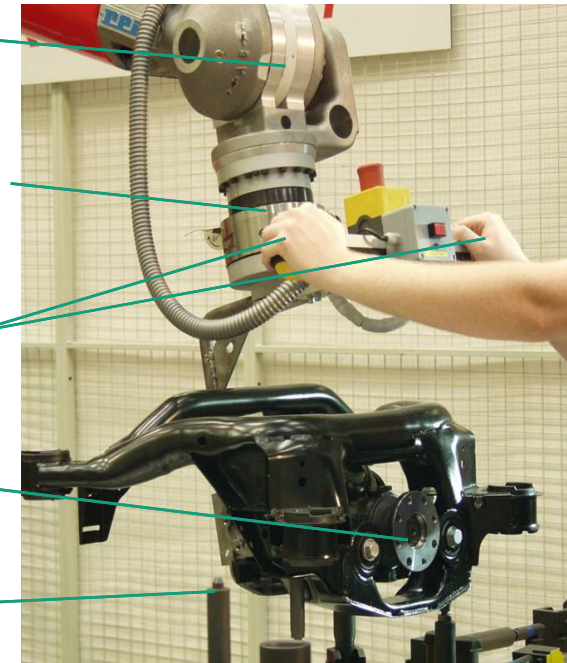
„sicherer“ Roboter

Kraft-Momenten-Sensor
Kraft → Bewegungen

Zwei Zustimmschalter

Getriebe

Vorrichtung/
Aufspannung





Nutzen 3 der Mensch-Roboter-Kooperation

Reduzierung der Zäune für wandlungsfähige Produktionen

Entfall der Zäune als „technische Monumente“ in der Produktion:

- Erleichtert Konfigurationsänderungen von Maschinen, Anlagen und Logistik
- Reduziert Trennung zwischen automatisierten und manuellen Fertigungsbereichen



Bilder: Bosch (APAS), SEW Eurodrive

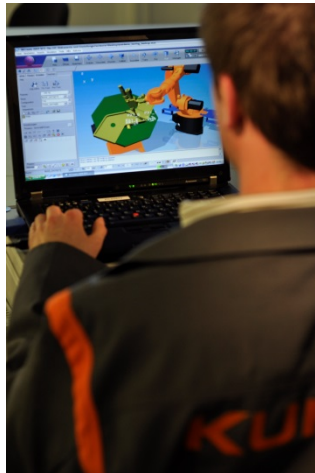
= Ortsflexibilität↑



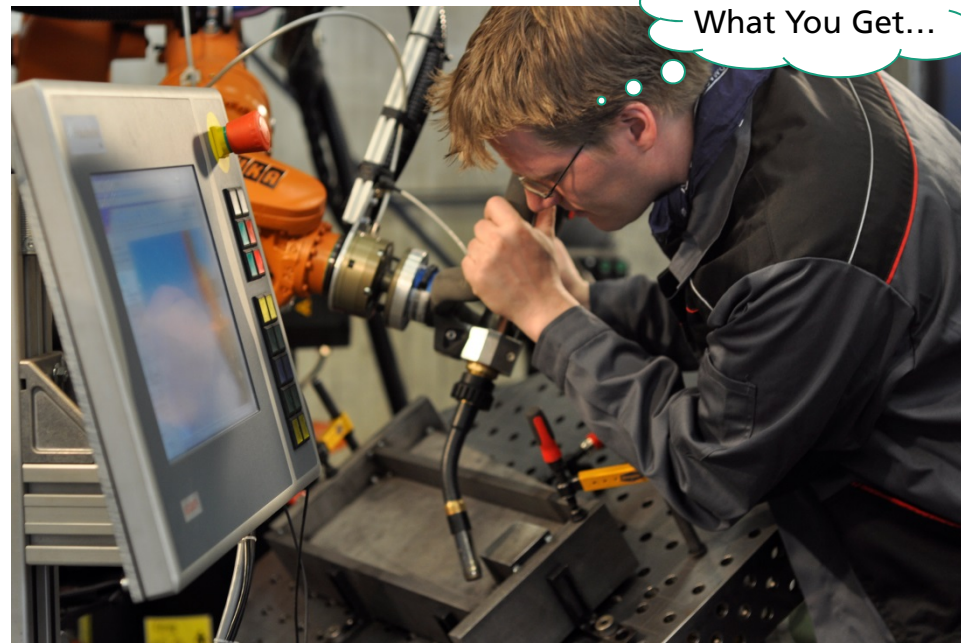
Nutzen 4 der Mensch-Roboter-Kooperation

Effiziente, verlässliche Programmierung von Robotern

- Programmieren durch Vormachen: Zeitersparnis bis 70% versus konventionellem Panel/6D Maus
- Bediensicherheit durch WYSIWYG
- Verknüpfung mit Grafik, Sprache



= Intuitivität ↑





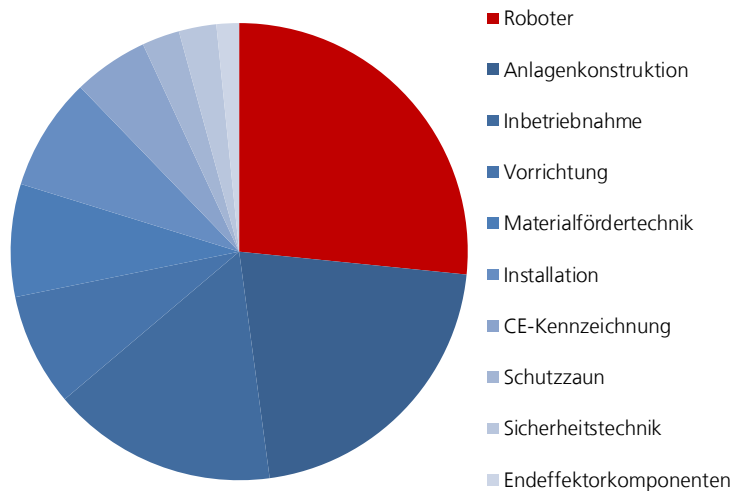
Nutzen 5 der Mensch-Roboter-Kooperation

Integration in schlanke,
manuelle Arbeitssysteme

Maximale Reduktion durch:

- Konzentration der Steuerung und Sensorik auf den Roboter
- Nutzung manueller Arbeitsplätze und –Ressourcen

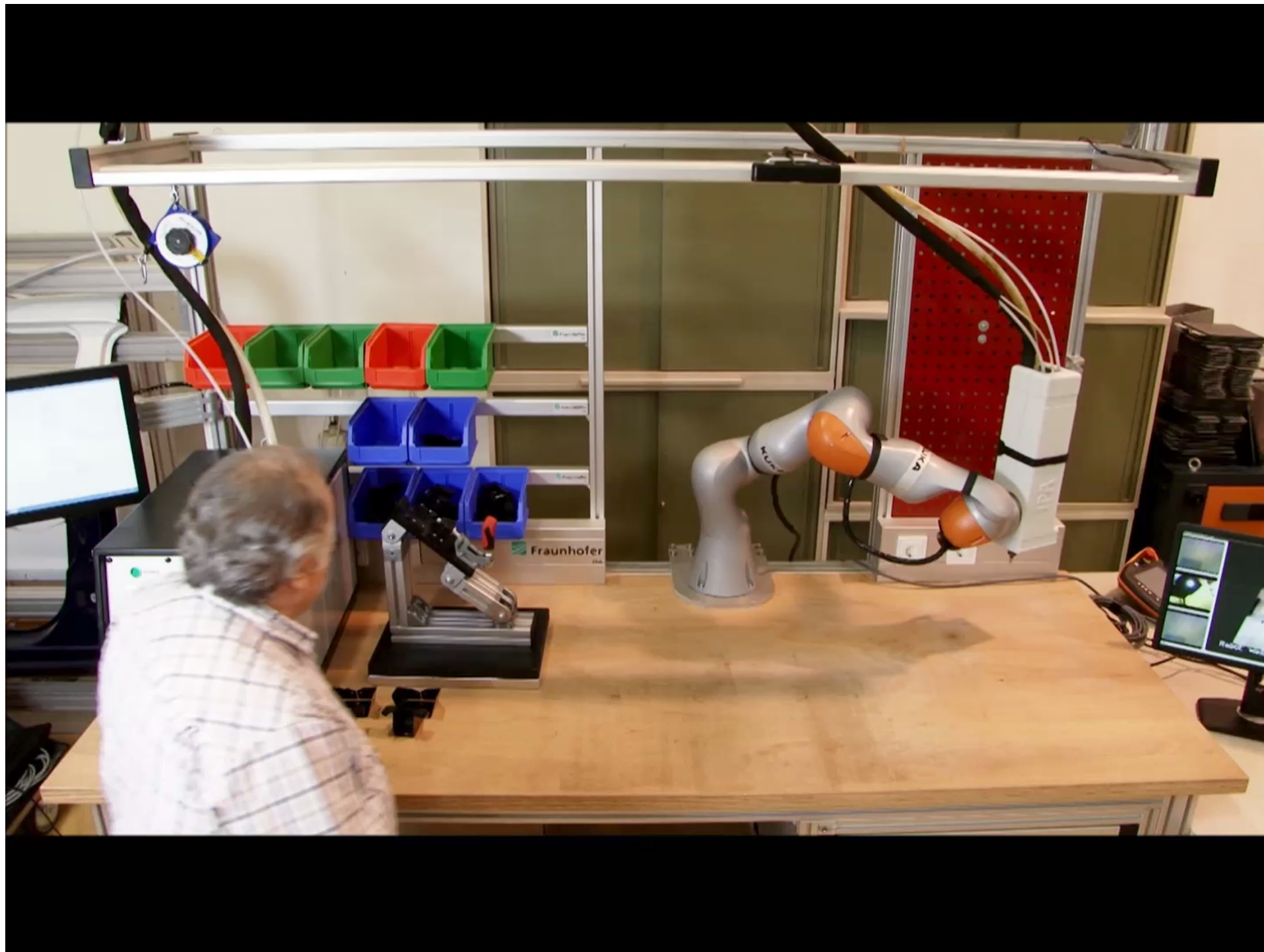
Durchschnittskosten Industrierobotersystem



= Peripherie ↓

Beispiel: Kooperierendes Nieten





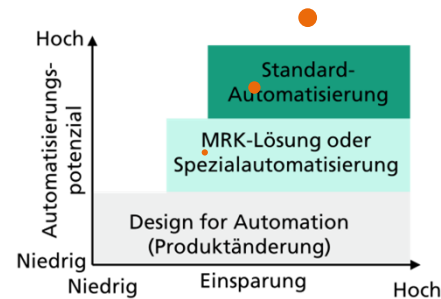
MRK-Einsatzplanung in Phasen

→ 5 Nutzen?

1. Potenzialanalyse

Ergebnis:

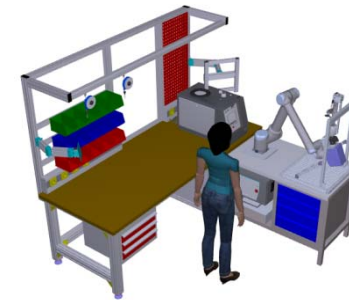
Identifizierte Prozesse mit technischem und wirtschaftlichem MRK-Potenzial



2. Konzeption

Ergebnis:

Szenario-Varianten
Ausgearbeitetes MRK-Szenario inkl. Sicherheitskonzept



4. Realisierung

Ergebnis:

Umgesetztes MRK-Szenario



3. Machbarkeitsuntersuchung

Ergebnis:

Prozess-, Sicherheitskritische Teilfunktionen sind durch Versuche abgesichert



Zertifizierungsprozess für kollaborierende Roboter

