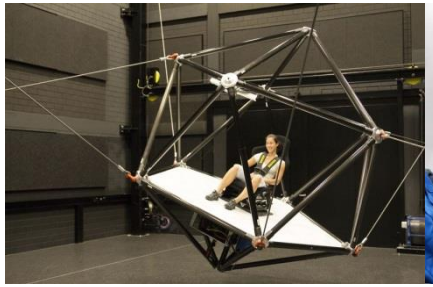
MRK – GESTERN, HEUTE UND MORGEN

Hannover, 26. Juni 2019

Forum Robotik 1, Der Arbeitsplatz der Zukunft



Dr. Werner Kraus

Abteilungsleiter „Roboter- und Assistenzsysteme“

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
Werner.Kraus@ipa.fraunhofer.de; +49 711 970 1049

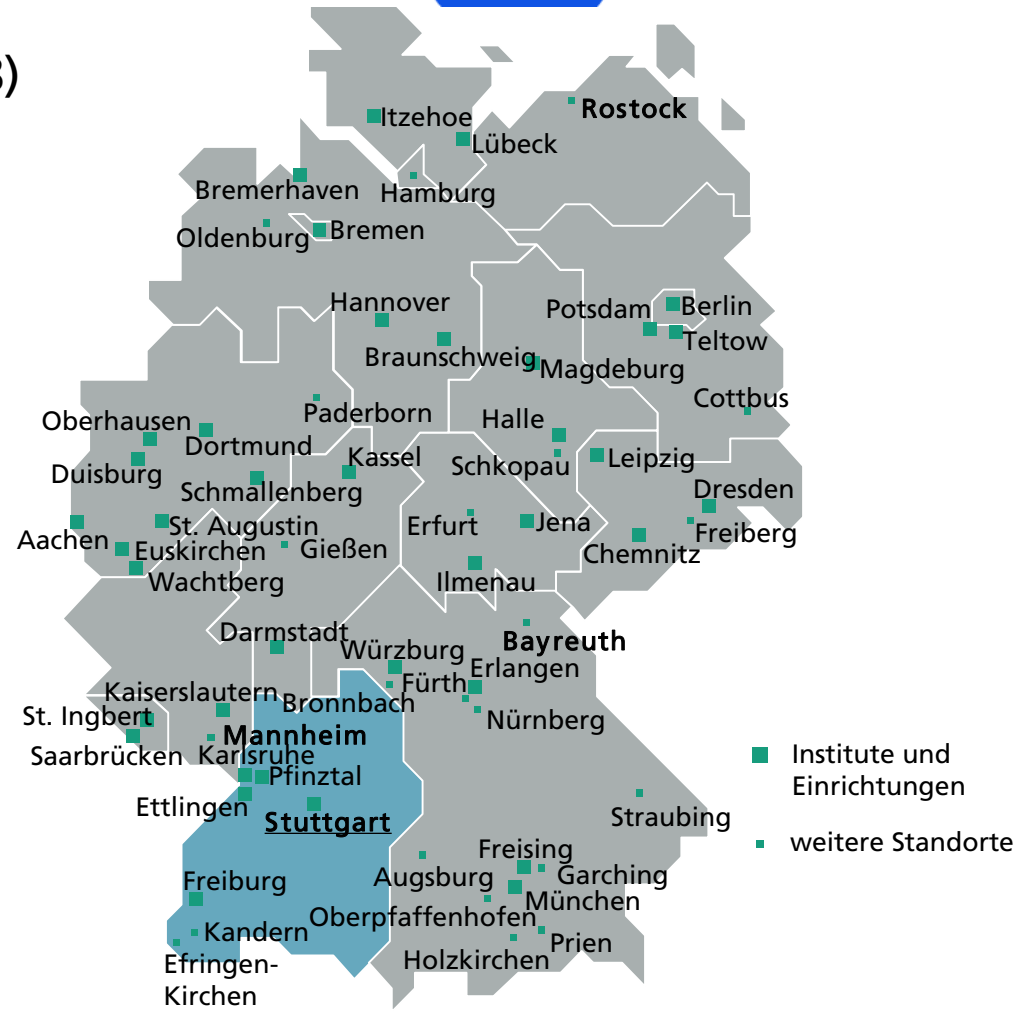
https://www.ipa.fraunhofer.de/de/Kompetenzen/roboter--und-assistenzsysteme.html

Quelle: Fraunhofer IPA, Audi

© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

Das Fraunhofer IPA
in der Fraunhofer-Gesellschaft

- Eines der größten Fraunhofer-Institute (2018)
  - 74 M€ Haushalt
  - 28 M€ Industrie-Erlöse
  - 450 Wiss. Mitarbeiter
- 60 Jahre Erfahrung in Produktions-technik und Automatisierung; https://die-uebermorgen-macher.de/
- Kompetent in der Umsetzung von Innovationen in die Praxis
- Patentneuanmeldungen: 25
- Laufende Start-up-Aktivitäten: 18
- Veröffentlichungen: >780



© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

Fraunhofer IPA

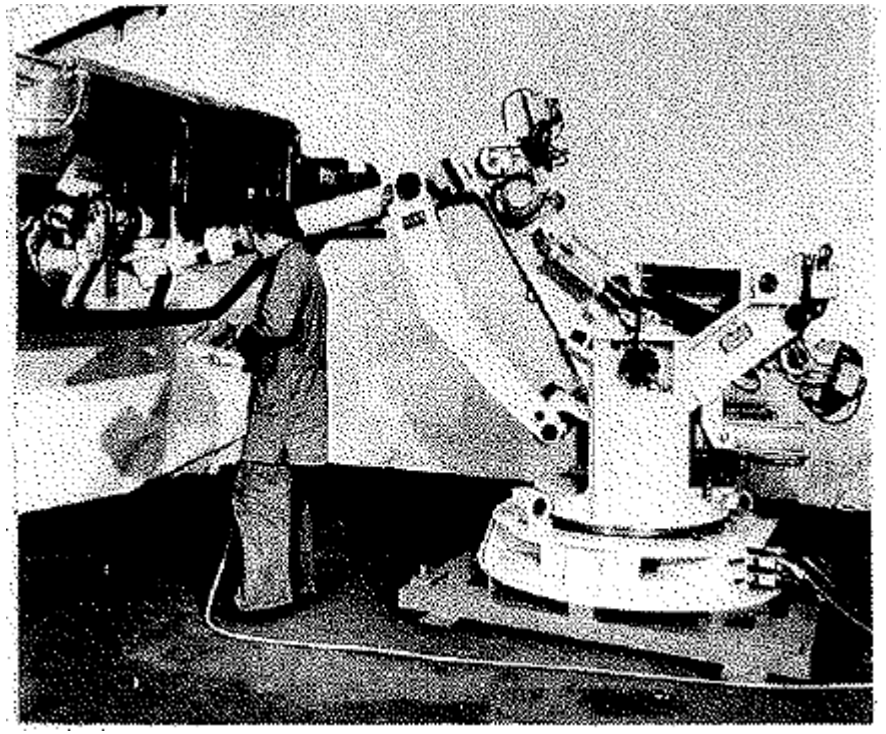
Beispiele von Roboter-Endeffektor-Entwicklungen seit 1973 (>150)

→Ausstellung Meilensteine der Robotik am IPA

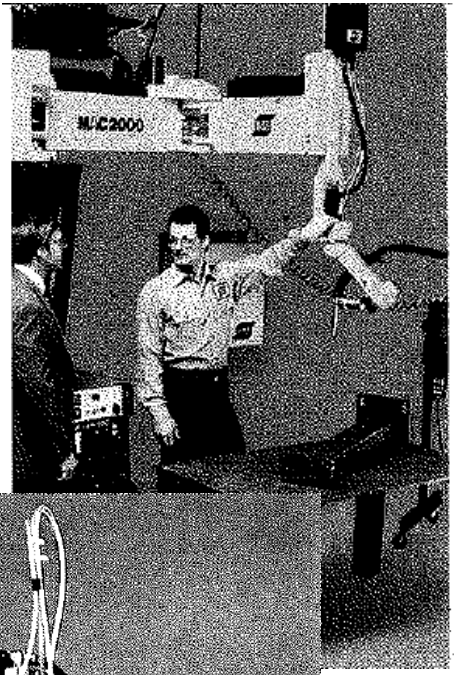
© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

Fraunhofer IPA

Mensch-Roboter-Kooperation: Aktuell seit 1984



Problempunkte der Arbeitssicherheit:
Programmierung von Industrieroboter

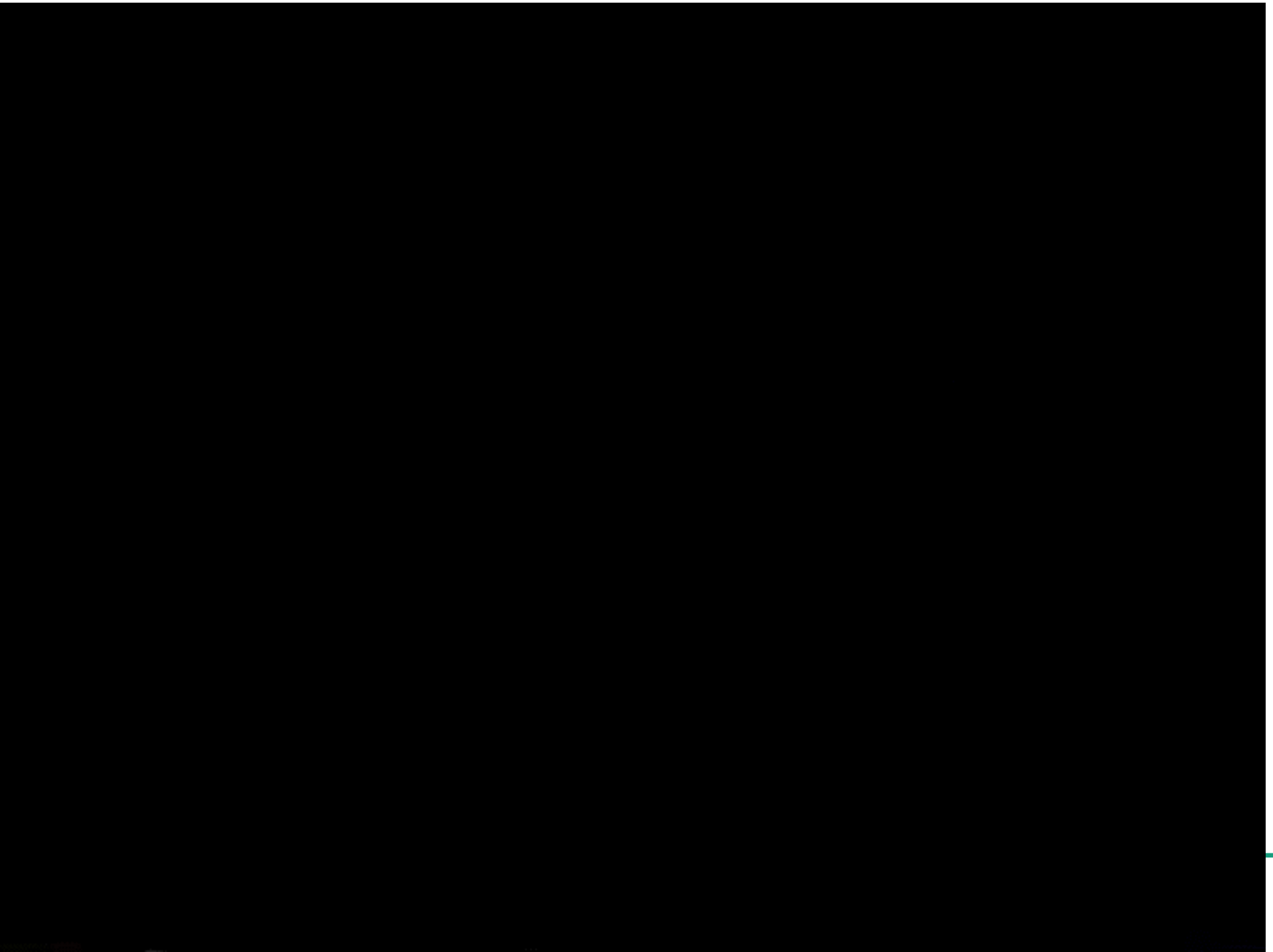


Werkbild
Esab-Masing)
ca. 1985)

Werkbild Kopperschmidt, ca. 1984

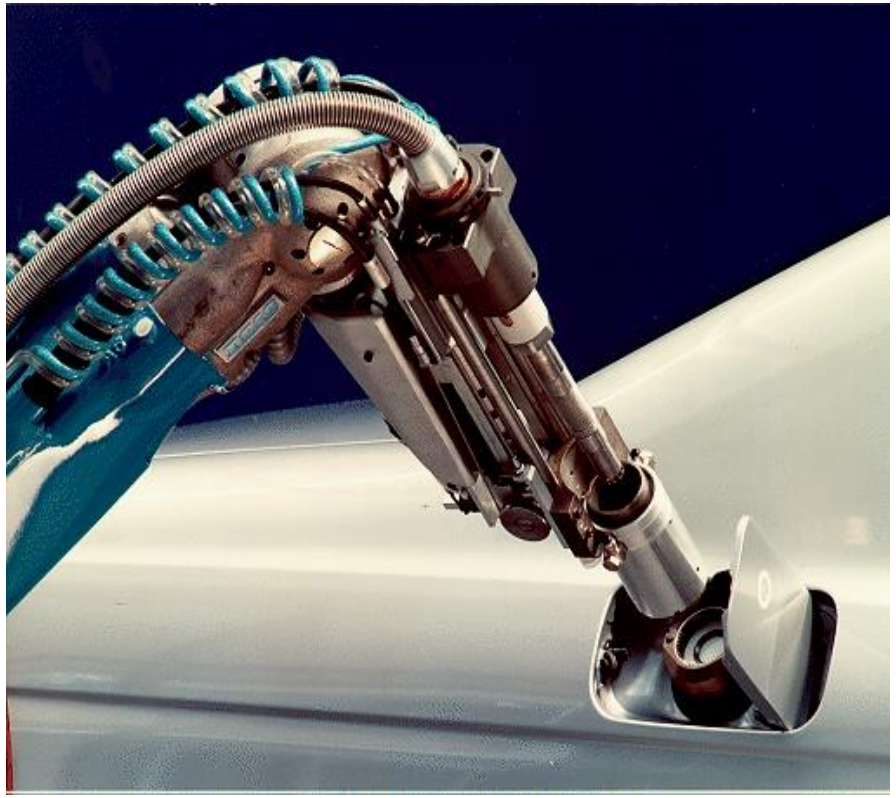
© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

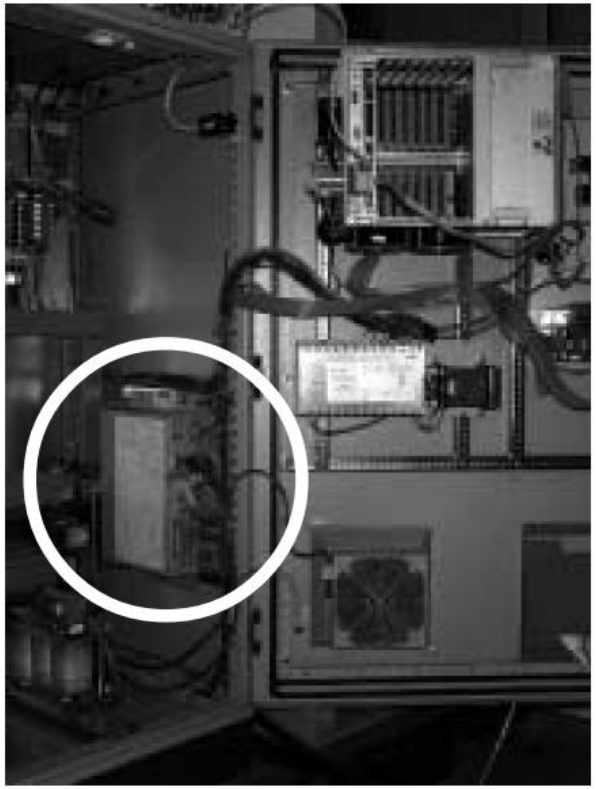
Fraunhofer IPA



Fraunhofer
IPA

Robottanken (1995)





Meilenstein der MRK: ein zusätzlicher Safety-Controller ermöglicht sichere begrenzte Position und Geschwindigkeit von Industrierobotern
→diese Lösung ist bis heute Quasi-Standard für Industrieroboter (z.B. KUKA, ABB, Dürr)

© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

Fraunhofer IPA

Entwicklung Schwerlastrobotik

PowerMate (2005)

Future Work Lab (2016)

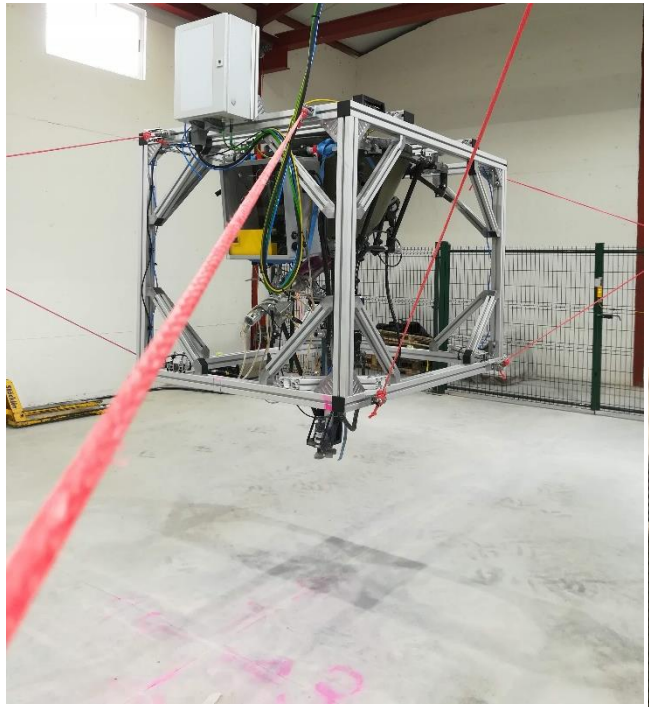
© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

Fraunhofer IPA

MRK – wenn es sein muss, lassen sich beeindruckende Applikationen realisieren

Seilroboter als Flugsimulator im täglichen Betrieb mit sicherer Steuerung, Antriebstechnik:

Seilroboter zum 3D-Betondruck mit trennender Schutzeinrichtung:

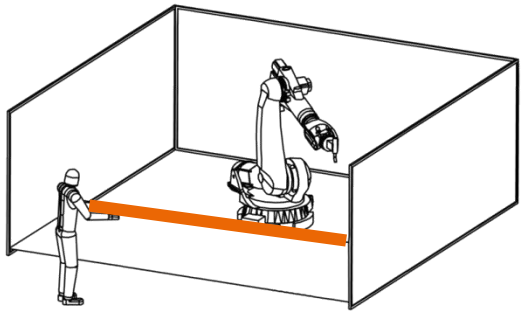


© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

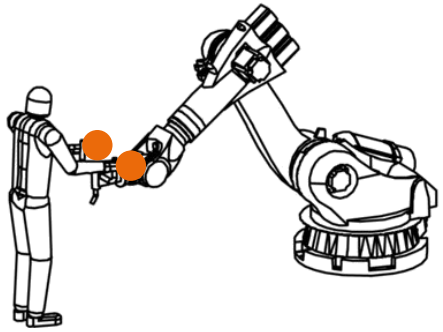
Fraunhofer IPA

Was ist Mensch-Roboter-Kooperation (MRK)?

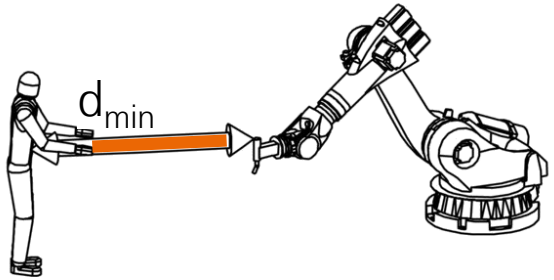
1 Wenn Zutritt,
Roboterspeed = 0.



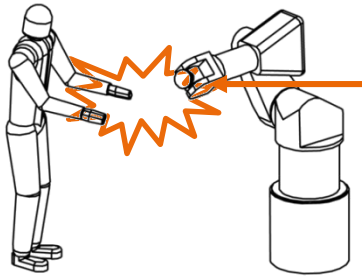
2 Wenn Sicherheitsschalter gedrückt,
Roboterspeed reduziert, sonst = 0.



3 Wenn Sicherheitsabstand
unterschritten, stop.



4 Möglicher Impakt durch
Roboter < Grenzwerte.



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

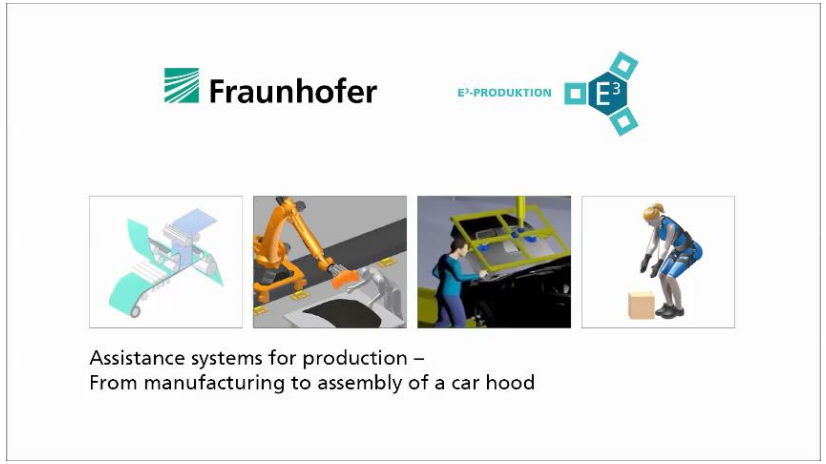
© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

Fraunhofer IPA

Heute: Sicherheitszertifizierte Komponenten für die MRK verfügbar

„Sichere“ Roboter

Sichere Sensormatte (Fraunhofer IFF)

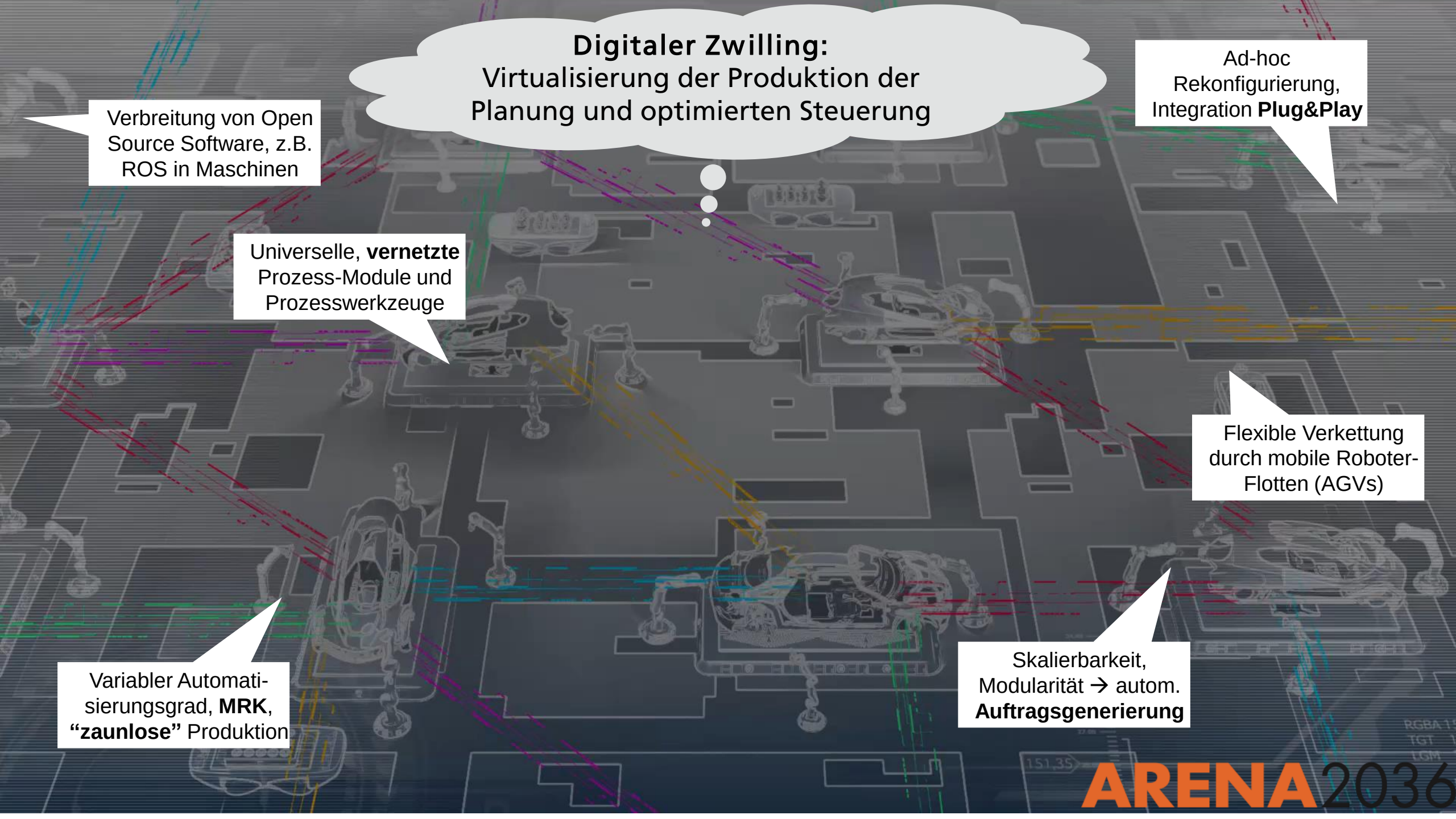


Sichere Sensorhaut (Blue Danube Robotics)

Schunk MRK-Greifer mit Kräften >120 N:

© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

Fraunhofer IPA


Digitaler Zwilling:
Virtualisierung der Produktion der Planung und optimierten Steuerung
Verbreitung von Open Source Software, z.B. ROS in Maschinen
Ad-hoc Rekonfigurierung, Integration **Plug&Play**
Universelle, **vernetzte** Prozess-Module und Prozesswerkzeuge
Flexible Verkettung durch mobile Roboter-Flotten (AGVs)
Variabler Automatisierungsgrad, **MRK**, **“zaunlose”** Produktion
Skalierbarkeit, Modularität → autom. **Auftragsgenerierung**
ARENA2036

Beispiele für die Wandlungsfähige Fabrik

Quelle: https://igp-ag.com/projects/audi-r8-manufaktur-heilbronn/

© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

Fraunhofer IPA

MRK neu gedacht: Als Einheit von Safety, Security, Privacy

Safety:

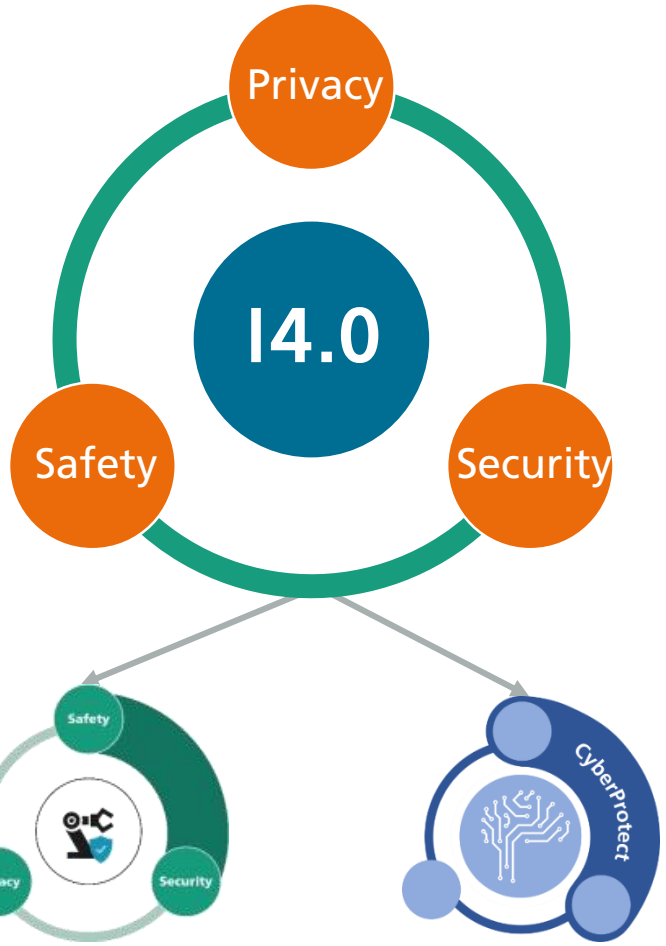
- **Schutz eines Menschen vor Gefährdungen** durch Funktion und Fehlfunktion eines technischen Systems

Security,

- **Schutz eines Systems vor absichtlichen Angriffen** durch Menschen

Privacy

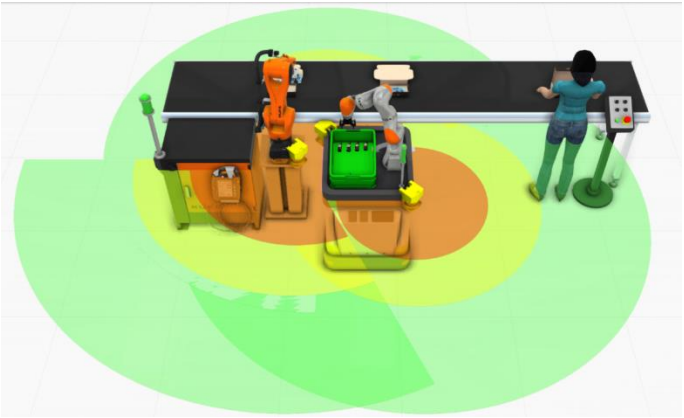
- **Schutz eines Systems vor Fehlverhalten,** die die informationelle Selbstbestimmung von Menschen gefährden.



© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

Fraunhofer IOSB · KIT Karlsruher Institut für Technologie · Baden-Württemberg Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau · FZI · Fraunhofer IPA

Wandlungsfähige Produktion mit MRK durch Flexibilisierung der Sicherheitskonzepte



Aufgabe

- Sicherheitskonzepte für flexible und zugleich wirtschaftliche Produktionsanlagen

Lösung

  - Sichere, drahtlose Kommunikation und sichere Lokalisierung über redundante Kanäle an Roboterstation mit mobiler Plattform
  - Flexible Nutzung und Sharing integrierter Sicherheitsfunktionen unterschiedlicher Anlagenkomponenten

Ergebnis

- Intelligente Integration und Vernetzung sicherheitstechnisch abgenommener Komponenten und Funktionsbausteine mit dezentraler Sicherheitslogik
- Dezentralisierung der Sicherheitslogik

Ausblick

- Methode zur automatischen Konfiguration von Sicherheitsprogrammen Plug&Safe
- Digitaler Sicherheitsschatten durch Austausch und Archivierung sicherheitsrelevanter Daten

Theo Jacobs / Thomas Koch
+49 711 970 1339 / 1247
theo.jacobs@ipa.fraunhofer.de
thomas.koch@ipa.fraunhofer.de

© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU

Fraunhofer IPA

Sichere, wiederverwendbare Open Source Software – FZI

Aufgabe

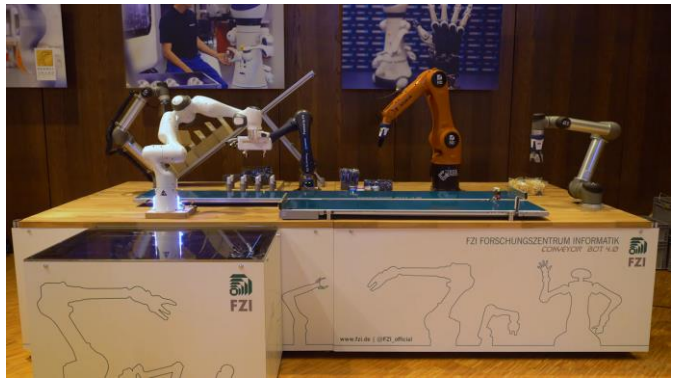
- Absicherung von leicht wiederverwendbarer Open Source Software für den industriellen Einsatz

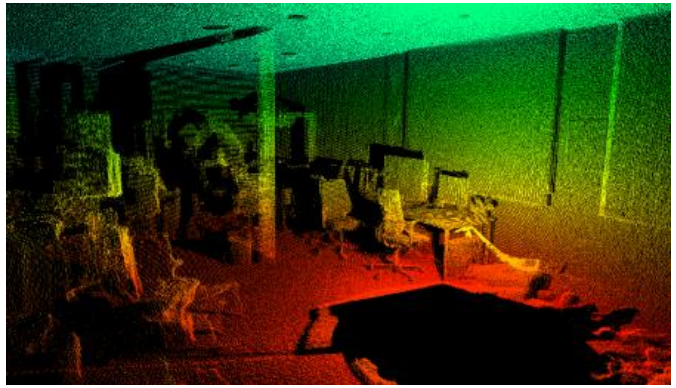
Lösung

- Open Source z.B. ROS Sicherheitsrisiken Analysen und Awareness schaffen
- ROS2 als sicherere Alternative für die Industrie verfügbar machen
- Weiterentwicklung von Absicherungs-mechanismen für ROS / ROS2

Ergebnis

- Potentiale von ROS2 in Demonstrator zeigen und geeignete Schulungsangebote entwickeln





ROS industrial consortium europe

Arne Rönnau
+49 721 9654-228
roennau@fzi.de

© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU

FZI

Fraunhofer IPA

Computer-Aided Risk Assessment (CARA)

Aufgabe

Unterstützung von System-Integratoren/Endanwender bei der Risiko-/Gefährdungsbeurteilung von MRK-Applikationen

Lösung

Expertensystem zur automatischen Identifizierung von Gefährdungen in MRK-Applikationen

Expertensystem zum Vorschlagen geeigneter Schutzmaßnahmen

Priorisierung der Schutzmaßnahmen gemäß Auswirkungen auf Kosten, Zykluszeit und Flexibilität

Ergebnis

Softwaretool zur Konzeptualisierung von MRK-Applikationen mit integrierter Funktionen zur Risiko-/Gefährdungsbeurteilung

Ausblick

Überführung der Expertensysteme in Simulationstools (Visual Components 4.0)

Guidelines and Procedures: ISO 12100

Robot and Robot Systems:

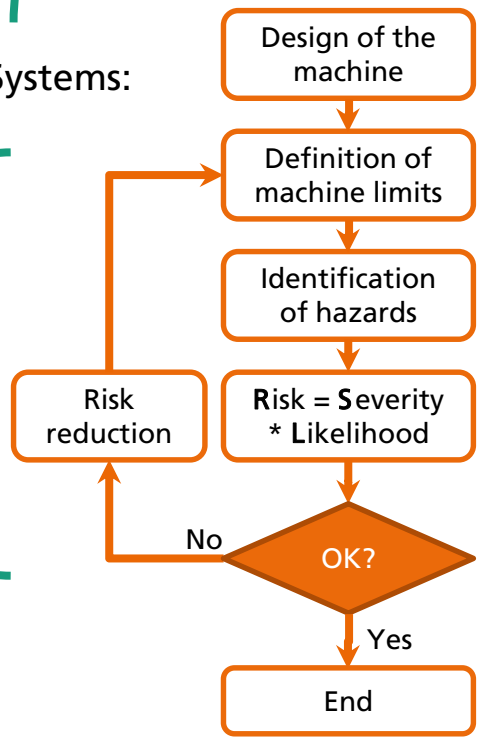
- ISO 10218-1
- ISO 10218-2

Control:

- ISO 13849
- IEC 62061

Safety Distances

- ISO 13855
- ISO 13857



Ramez Awad
+49 711 970 1844
ramez.awad@ipa.fraunhofer.de

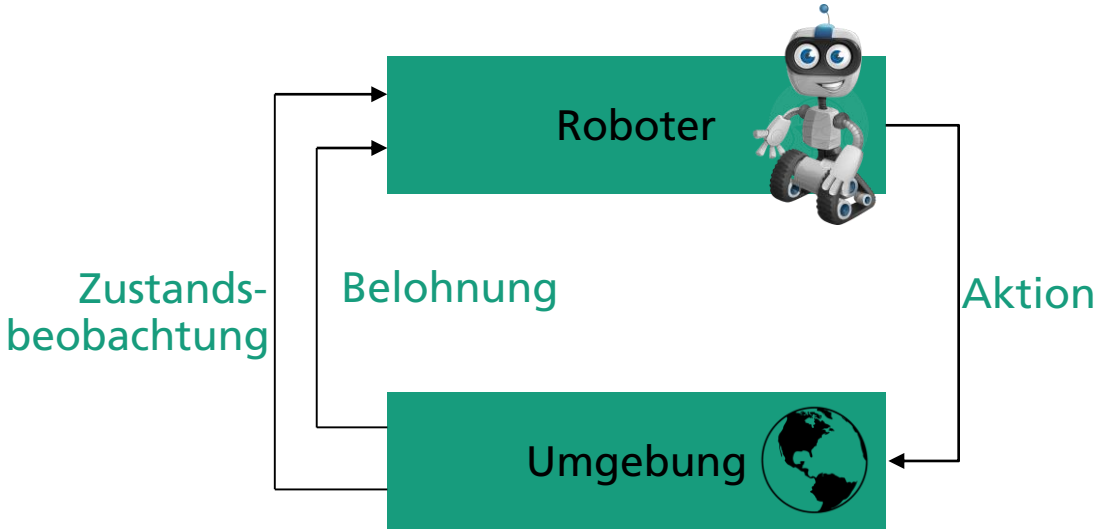
© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU

Fraunhofer IPA

Ausblick auf übermorgen: Reinforcement Learning für Safety?

Framework

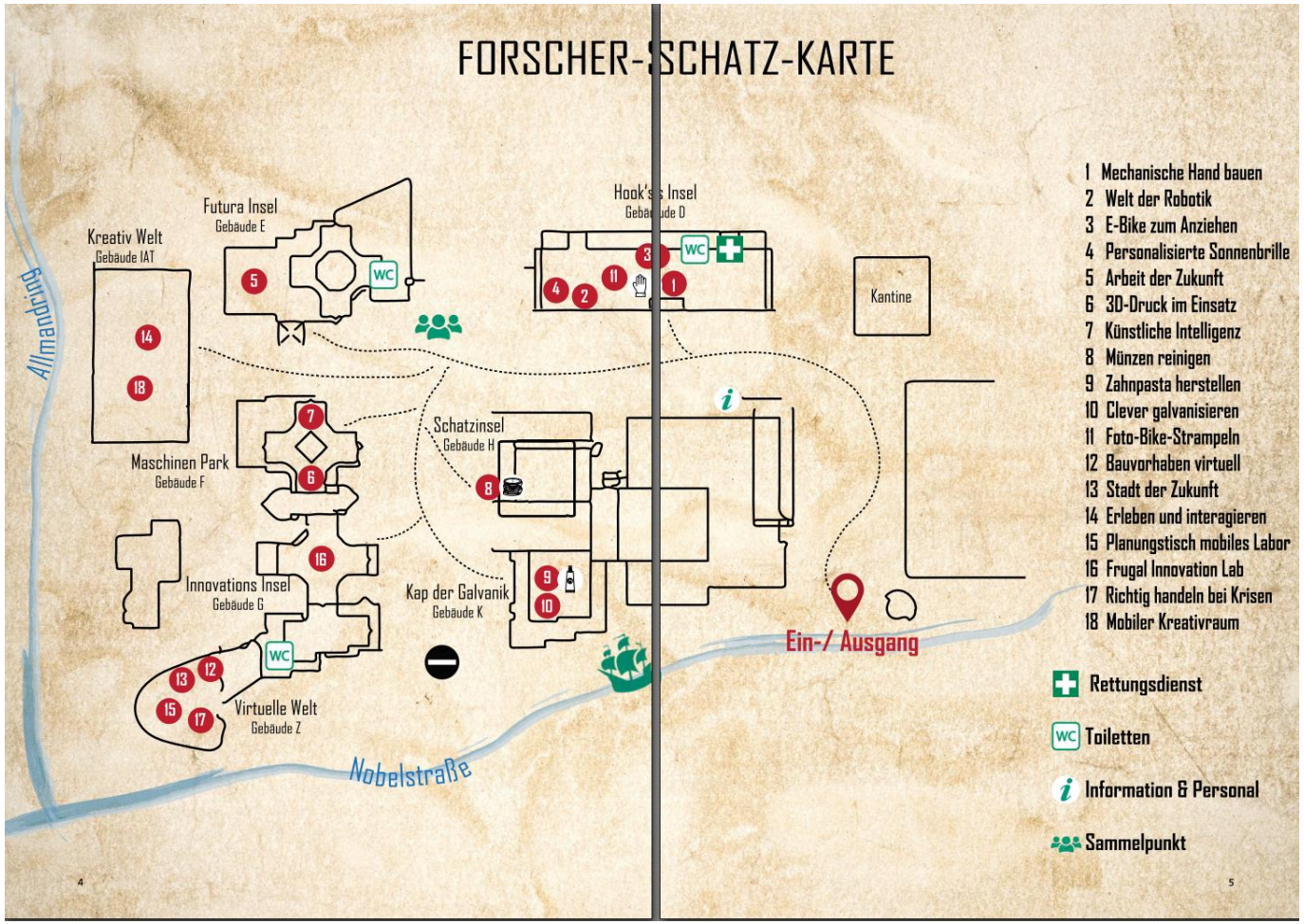


- Roboter entscheidet sich auf Basis des Zustands (Input) für eine Aktion (Output)
- Die Aktion des Roboters führt zu einer Änderung des Zustands der Umgebung
- <u>Ziel des Roboter / Agenten</u>: Maximiere die numerische Belohnung (reward)

© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

Fraunhofer IPA

Besuchen Sie uns in Stuttgart, z.B. kommenden Samstag 29. Juni zum Tag der offenen Tür oder auf unseren Veranstaltungen



Es gibt viel zu entdecken…

© Fraunhofer IPA | Juni 2019 | Werner Kraus | wek@ipa.fhg.de

Werner.Kraus@ipa.fraunhofer.de; +49 711 970 1049

Fraunhofer IPA