



## Mensch-Roboter-Kollaboration – Assistenzsysteme für die berufliche Inklusion und Teilhabe

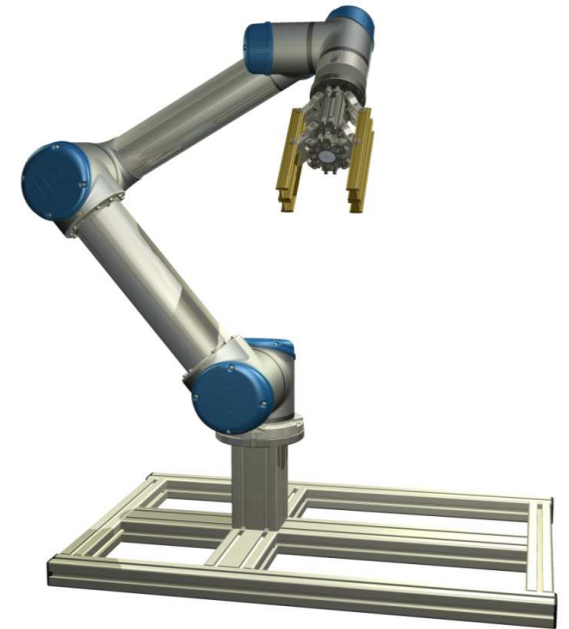
Fachtagung: Robotik – Chancen der Teilhabe – 13.09.2018



# Agenda

---

- 1 Woher komme ich ... / Was machen wir ...
- 2 Mensch-Roboter-Kollaboration
- 3 Industrie 4.0
- 4 Projekt: Inklusive Arbeitsplätze „Next Generation“
- 5 Forum II: Mensch-Roboter-Kollaboration



Universal Robot – UR5

## Woher komme ich ... / Was machen wir ...

**RWTHAACHEN**  
UNIVERSITY



### RWTH bietet 152 Studiengänge an

- **Personal:**
  - 539 Professoren
  - 7381 Mitarbeiter/innen
- **Studierende:**
  - 44.514 Studierende im WiSe 2016/17
- **Forschungsnetzwerk:**
  - 16 SFB und Beteiligungen an Transregios
  - 16 An-Institute, 4 Fraunhoferinstitute
  - 1 Graduiertenschule
  - 2 Exzellenzcluster
- **Gesamtumsatz:**
  - 897 Mio. €, davon
  - 354 Mio. € an Drittmitteln



Fakultät für  
Maschinenwesen



### Die Fakultät bietet 31 Studiengänge an.

- **Personal:**
  - 62 Professoren
  - 250 Dozenten, Lehrbeauftragte
  - 1.135 wissenschaftl. Mitarbeiter/innen
  - 607 techn.-admin. Mitarbeiter/innen
  - 713 stud. und wiss. Hilfskräfte
- **Studierende:**
  - 12.301 Studierende insgesamt
  - 2.877 Neueinschreiber (WiSe 15/16)
- **Abschlüsse und akademische Grade:**
  - 1.944 Absolventen
  - 222 Promotionen
  - 1 Habilitationen
- **Gesamtumsatz:**
  - 316 Mio. €, davon
  - 217 Mio. € an Drittmitteln

**IGMR**

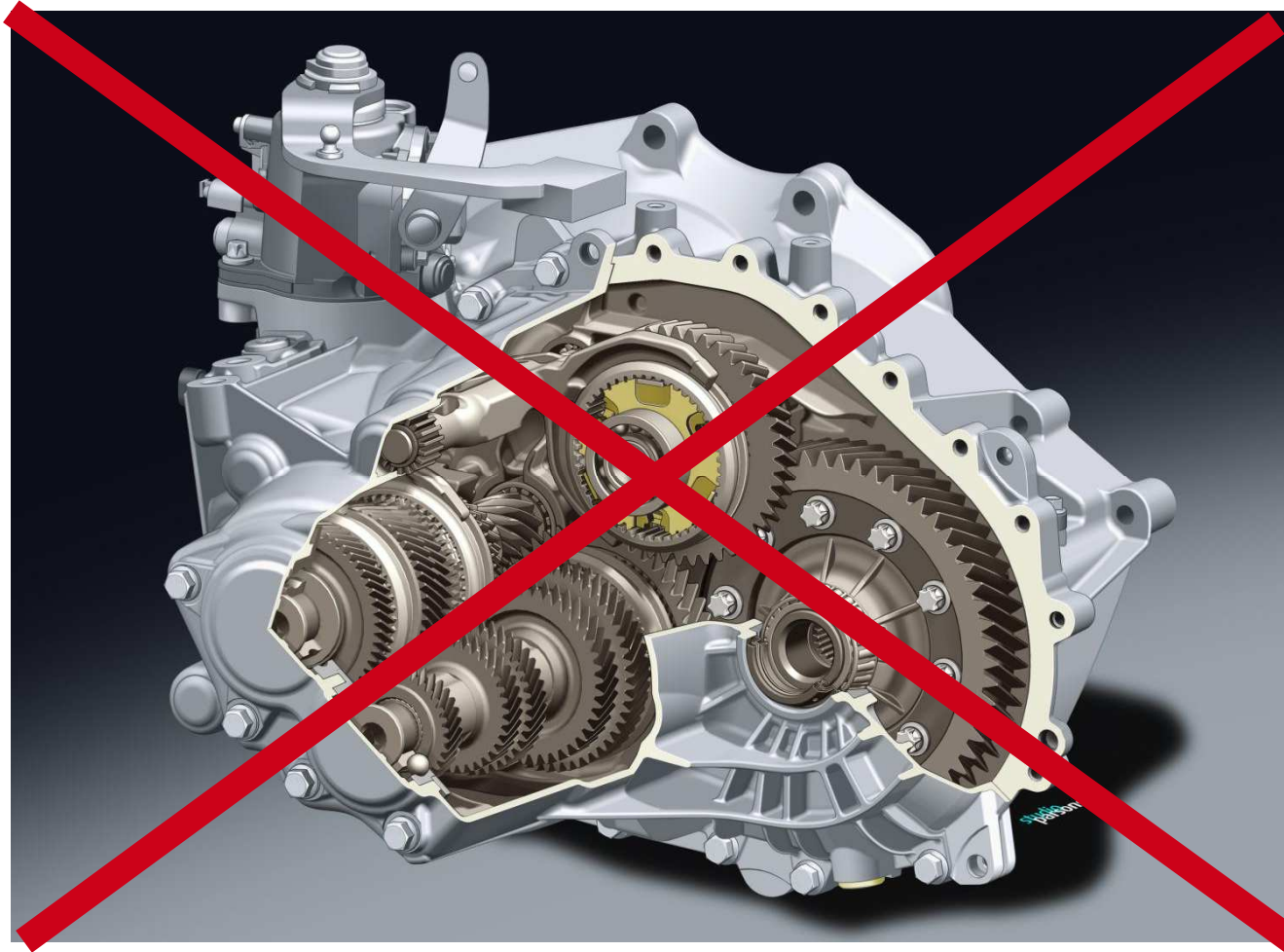
Institut für  
Getriebetechnik,  
Maschinendynamik  
und Robotik



### Institut (IGMR)

- **Personal:**
  - 2 Professoren
  - 20 Wissenschaftler
  - 5 Gastwissenschaftler
  - 7 Technische/admin. Mitarbeiter
  - 45 Studentische Hilfskräfte
- **Lehrveranstaltungen zur:**
  - Kinematik und Getriebetechnik
  - Maschinendynamik
  - Robotik
  - Maschinengestaltung
- **Studierende:**
  - ca. 2000
- **Gesamtumsatz:**
  - ca. 1 Mio €

## Arbeitsbereiche des IGMR



## Arbeitsbereiche des IGMR

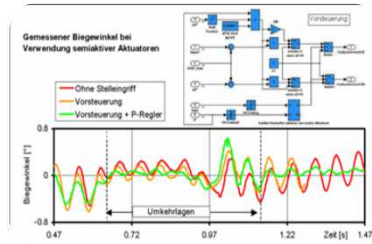




### Getriebetechnik und Kinematik

#### Erzeugung von erwünschten Bewegungen:

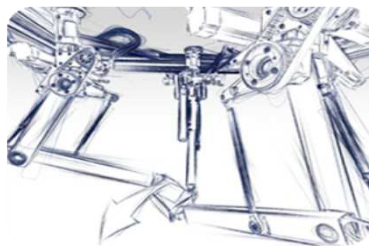
Auslegung von Bewegungseinrichtungen für bestimmte Bewegungsaufgaben, Getriebe hier im Sinne von ungleichmäßig übersetzenden Getrieben (Mechanismen bzw. Gelenkgetriebe, Kurvengetrieben, Rädergetriebe)



### Maschinendynamik und Schwingungstechnik

#### Vermeidung von unerwünschten Bewegungen:

Modellierung von Mehrkörpersystemen und Schwingungsanalyse, Maßnahmen zur Schwingungsminimierung, experimentelle Schwingungs- und Beanspruchungsmesstechnik, Rotordynamik, Auswuchttechnik



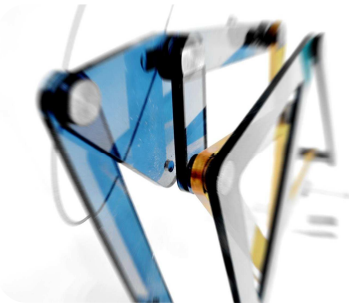
### Robotik und Mechatronik

#### Entwicklung, Analyse und Steuerung von robotischen Systemen:

Serielle, parallele und hybride Systeme  
Synthese, Steuerung, Vorsteuermodelle, Parameteridentifikation und Greifersysteme  
Redundanz, Rekonfiguration, Modularität und Mikromanipulation

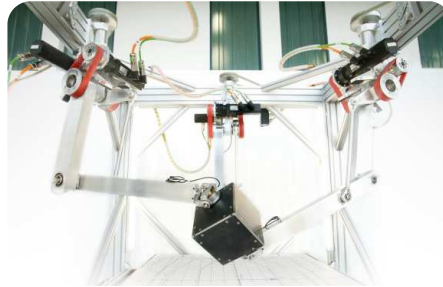
## Arbeitsbereiche des IGMR

### Lehre



- Elektromechanische Antriebstechnik
- Bewegungstechnik
- Kinematik, Dynamik und Anwendungen in der Robotik
- Maschinendynamik starrer Systeme
- Maschinen- und Strukturdynamik
- Dynamik der Mehrkörpersysteme
- Schwingungsmesstechnik
- Maschinengestaltung III

### Grundlagenforschung



- Getriebetechnik und Kinematik
- Maschinendynamik und Schwingungstechnik
- Robotik, Mechatronik, Handhabungstechnik und Automatisierungstechnik

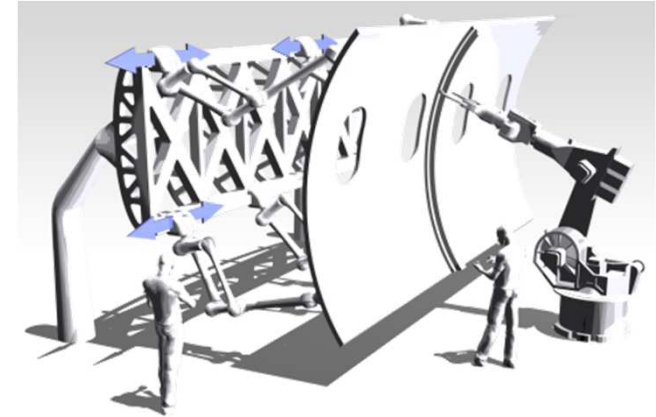
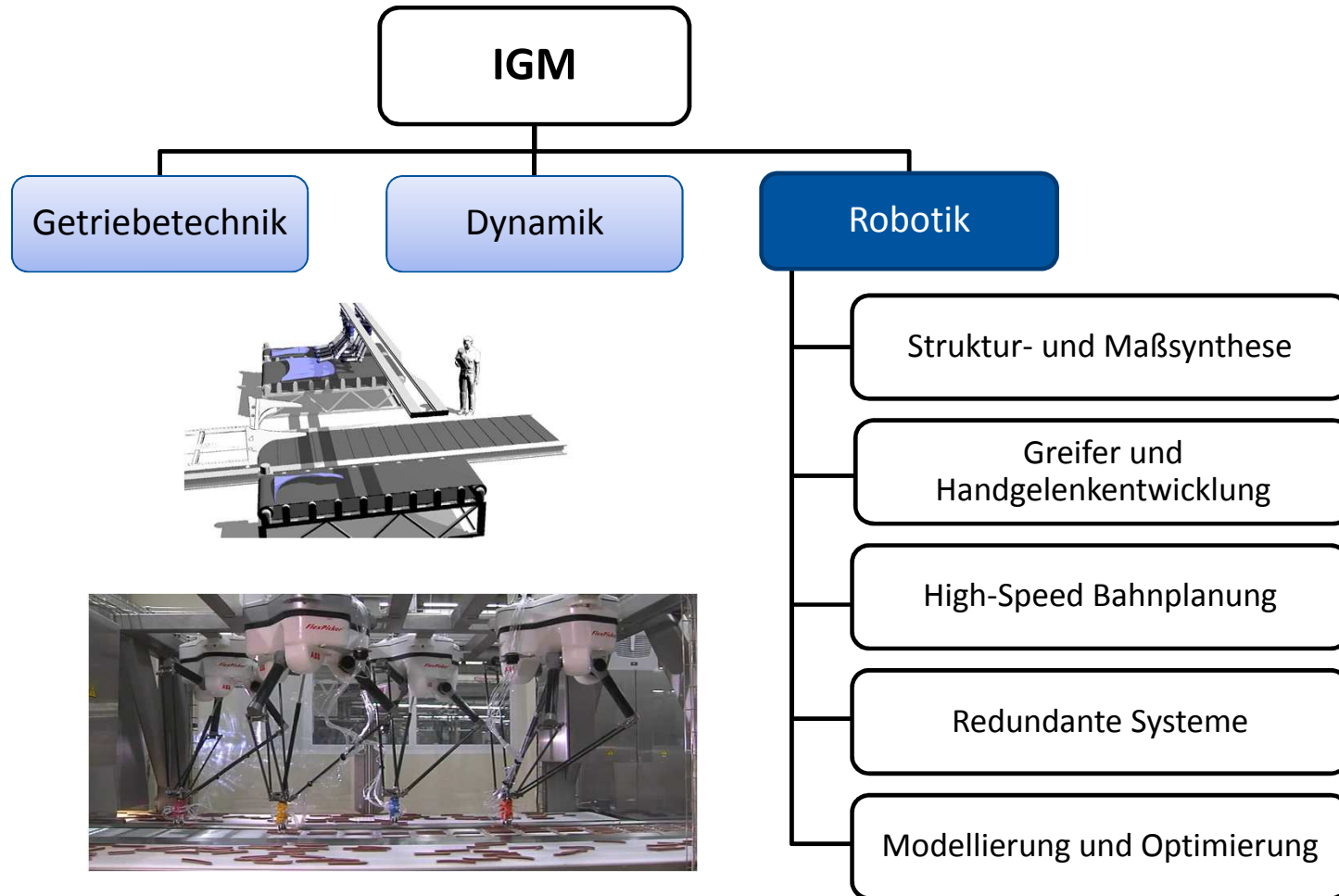
### Industrieprojekte



- Konzeptentwicklung
- Produktentwicklung
- Produkt- und Prozessoptimierung
- Berechnungen / Gutachten
- Modellierung / Simulation



## Arbeitsbereiche



# Arbeitsbereiche – Robotik und Mechatronik

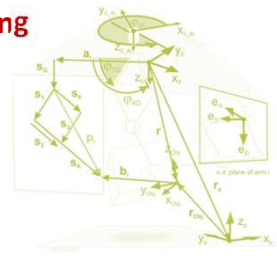
Kernkompetenzbereich

Kompetenzbereich

Kooperationen

## Roboter: Konstruktion & Mechanik

- **Auslegung (Synthese):**  
Strukturen und Abmessungen
- **Analyse:** Kinematik und Dynamik
- **Parameteridentifikation**
- **Bahnplanung**



**Greiftechnik & Endeffektoren**



**Bewegungsmesstechnik**



**Steuerung & Regelung**



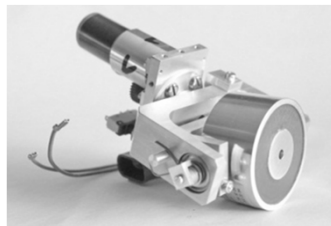
**Interaktive Bedienung**



**Interaktion und  
Haptische Systeme**



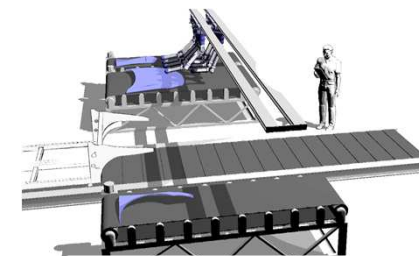
Regelungstechnik  
Informatik  
Anwendungstechnik  
Prozesstechnik/ -planung  
Elektrotechnik  
...



Greiferentwicklung



Automatisierung in der  
Leichtbaurobotik

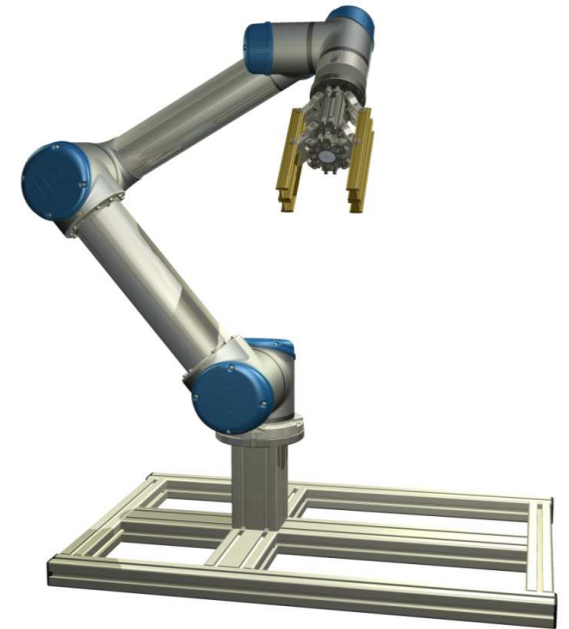


Modulare  
Baukastenkonzepte

## Agenda

---

- 1 Woher komme ich ... / Was machen wir ...
- 2 Mensch-Roboter-Kollaboration
- 3 Industrie 4.0
- 4 Projekt: Inklusive Arbeitsplätze „Next Generation“
- 5 Forum II: Mensch-Roboter-Kollaboration



Universal Robot – UR5

## Mensch-Roboter-Kollaboration: Gegenüberstellung MRK – konventionelles Handhabungsgerät



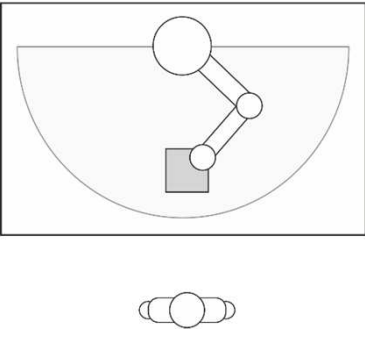
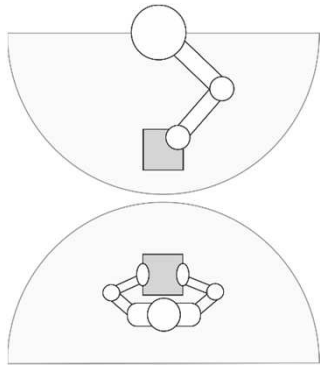
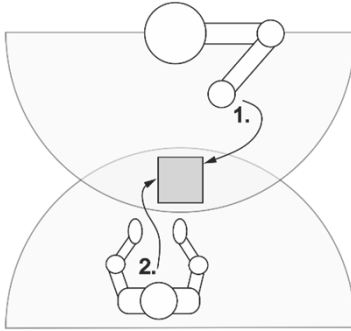
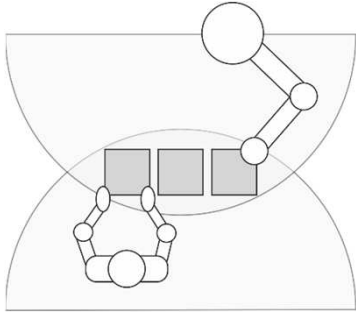
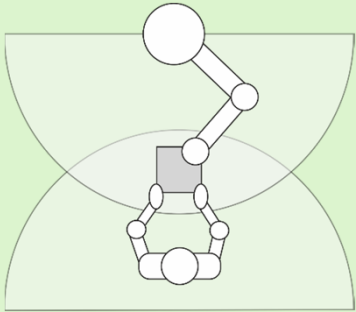
## Mensch-Roboter-Kollaboration: Anwendungsbeispiele



# Mensch-Roboter-Kollaboration: Entwicklung des industriellen Robotereinsatzes

Automatische, programmierbare  
Fertigungsmaschine

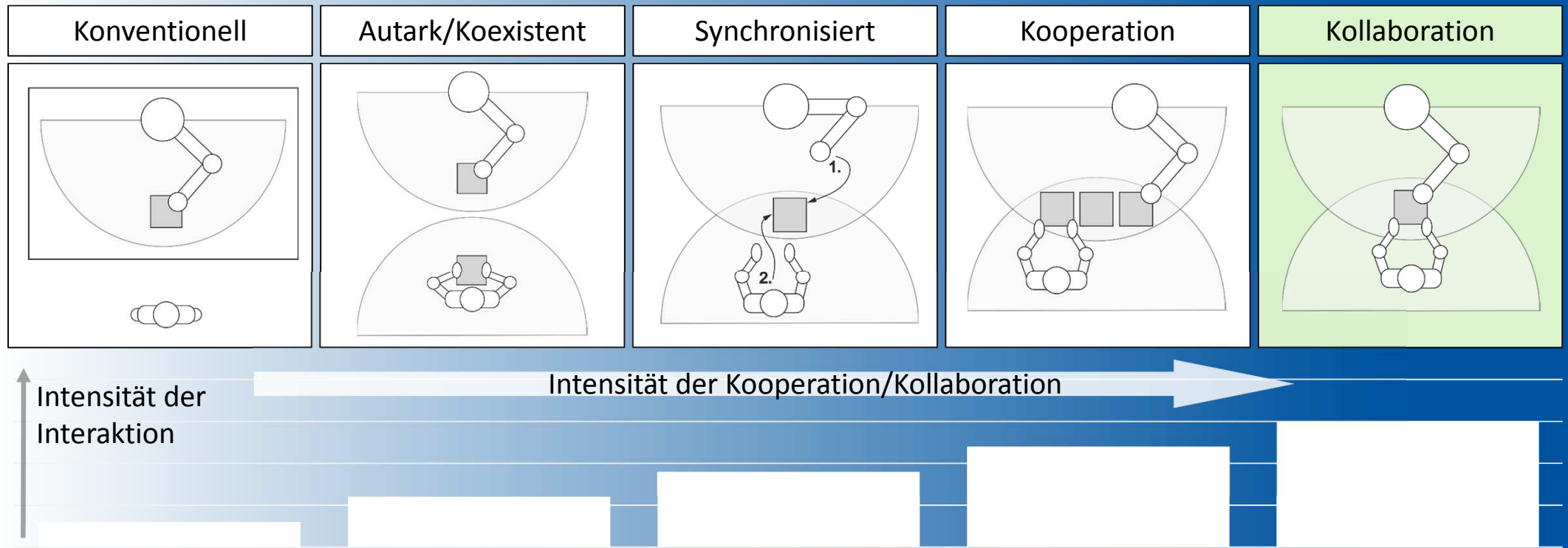
Flexiblere Fertigung durch  
Mensch-Roboter-Interaktion

Konventionell	Autark/Koexistent	Synchronisiert	Kooperation	Kollaboration
				
Industrieroboter mit Schutzzaun	Industrieroboter ohne Schutzzaun	Mensch-Roboter-Kooperation mit getrenntem Wirkungs-/Arbeitsbereich (Sicherheitsabstand)	Mensch-Roboter-Kooperation mit sich überschneidendem Wirkungs-/Arbeitsbereich	Reale Mensch-Roboter-Kollaboration

# Mensch-Roboter-Kollaboration: Grad der Mensch-Roboter-Kollaboration

Automatische, programmierbare  
Fertigungsmaschine

Flexiblere Fertigung durch  
Mensch-Roboter-Interaktion



## Mensch-Roboter-Kollaboration: Normen zum Einsatz MRK-fähiger Roboter

Sicherheitsanforderungen mit dem Ziel der Minimierung des Verletzungsrisikos anhand von biomechanischen Grenzwerten für die zulässigen Kontakte zwischen Mensch und Roboter



- Geschwindigkeit für kollaborierende Roboter beschränkt auf 250 mm/s, für Industrieroboter auf 10 m/s nach ISO 10218
- max. zulässige Stoßkraft für den Bereich des Kopfes nach BG/BGIS-Empfehlung bei 90N
- Grenzwert bei der Flächenpressung 20 N/cm<sup>2</sup>

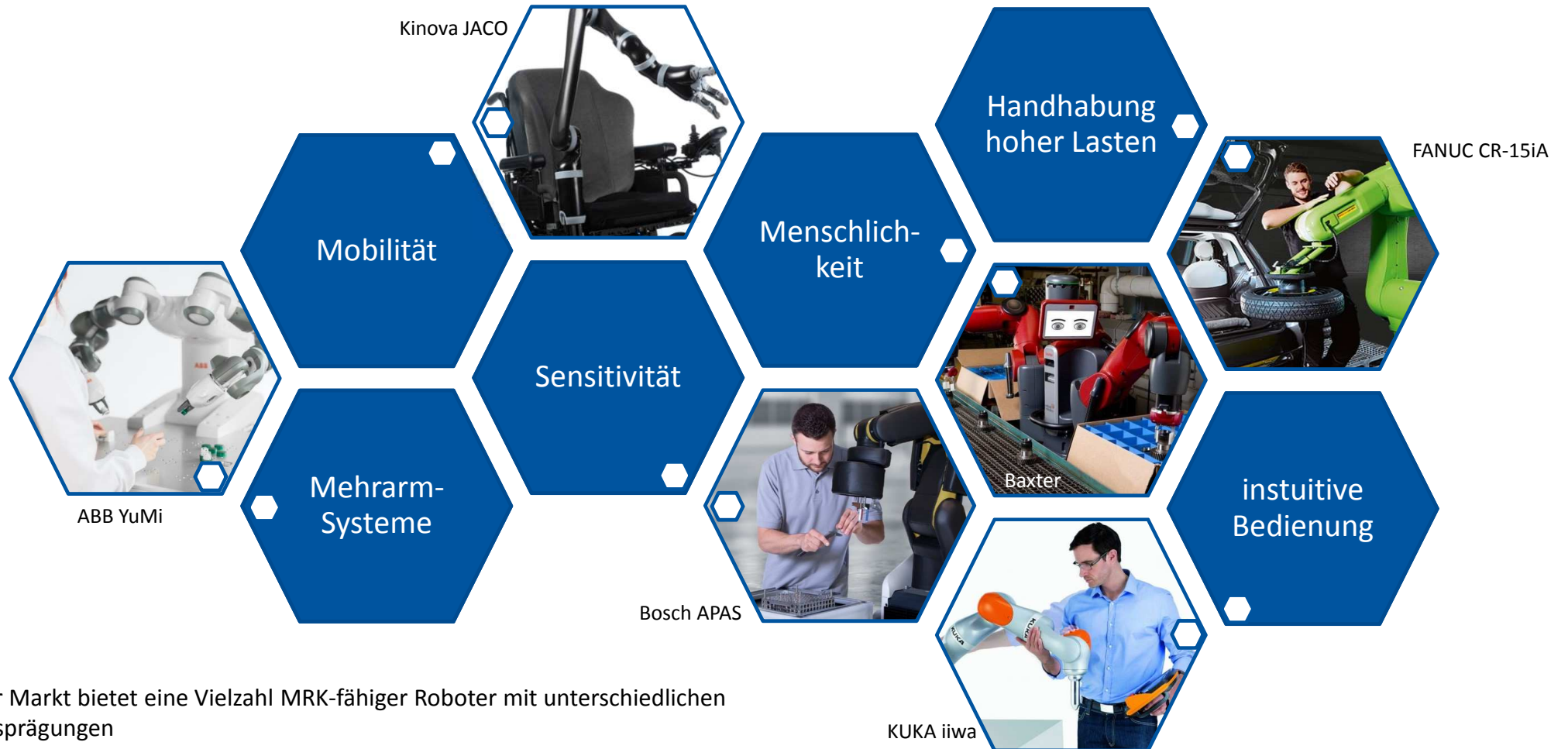
### Sicherheitsaspekte:

- Teilumhausung (Schutzzaun)
- Reduktion der Geschwindigkeit bzw. Vergrößerung der Aufschlagsfläche
- kapazitive oder taktile Sensorik
- Kraft-/Momentenerkennung in den Gelenken/ in der Steuerung zum Detektieren von Hindernissen
- Messung der Kollisionskraft





## Mensch-Roboter-Kollaboration: Beispiele MRK-geeigneter Roboter

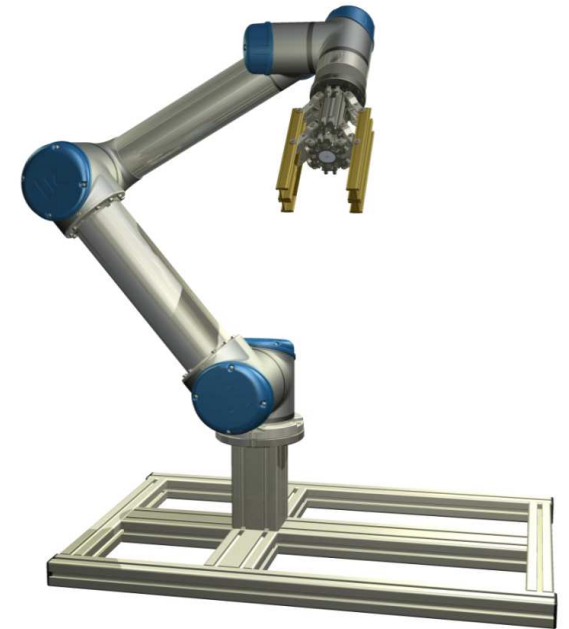


- Der Markt bietet eine Vielzahl MRK-fähiger Roboter mit unterschiedlichen Ausprägungen

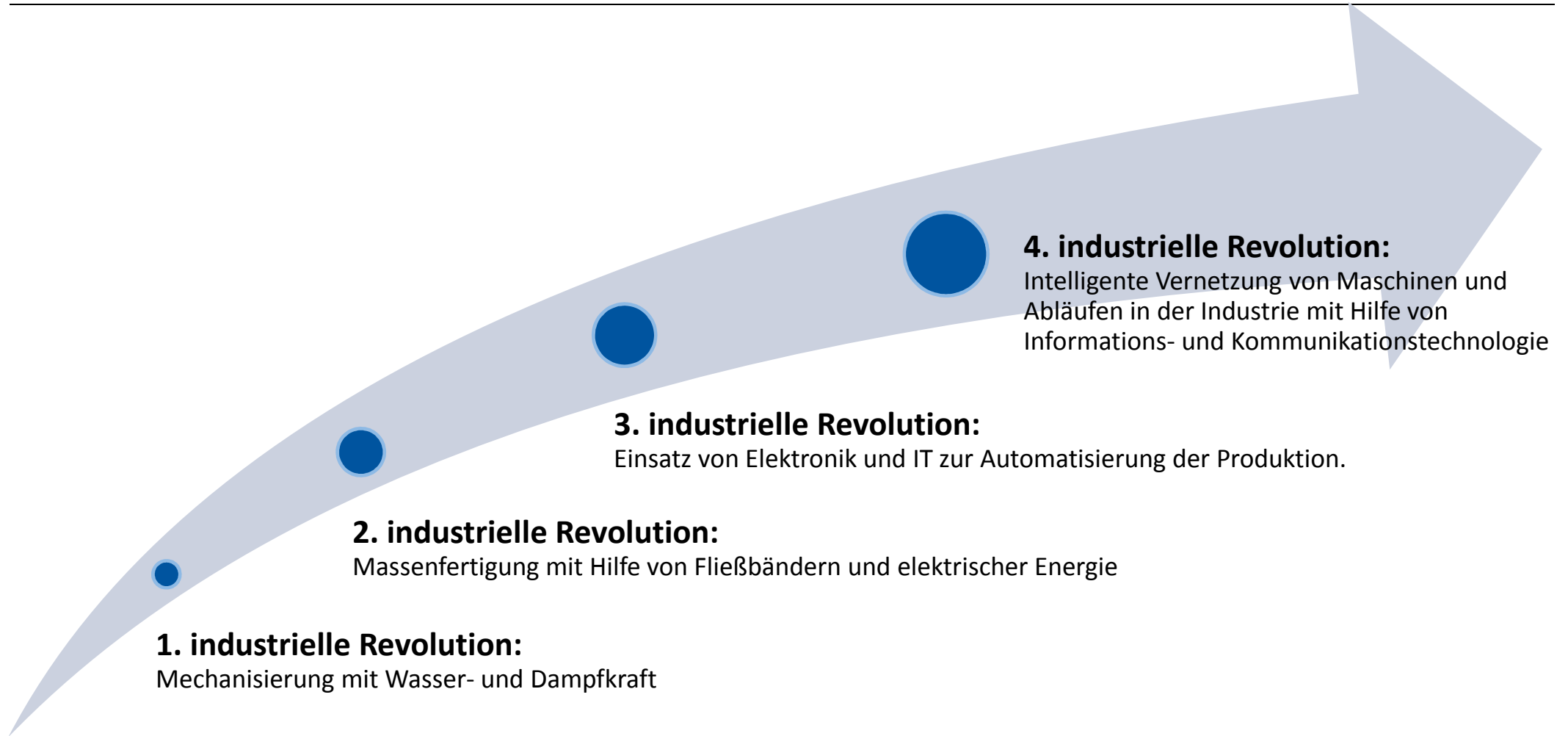
## Agenda

---

- 1 Woher komme ich ... / Was machen wir ...
- 2 Mensch-Roboter-Kollaboration
- 3 **Industrie 4.0**
- 4 Projekt: Inklusive Arbeitsplätze „Next Generation“
- 5 Forum II: Mensch-Roboter-Kollaboration



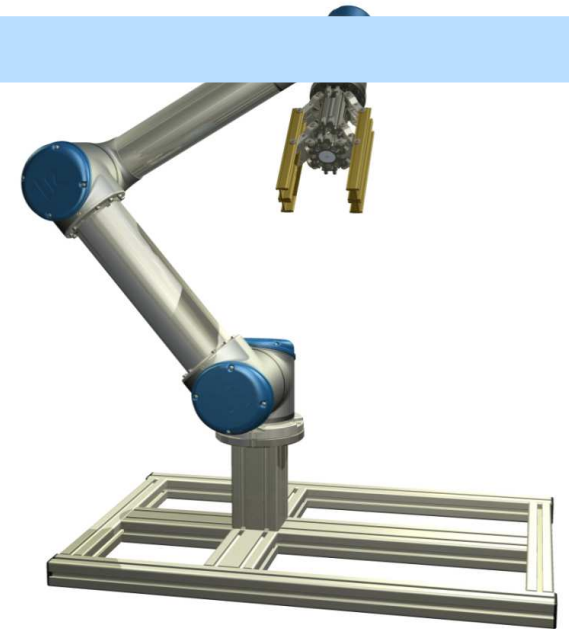
Universal Robot – UR5



## Agenda

---

- 1 Woher komme ich ... / Was machen wir ...
- 2 Mensch-Roboter-Kollaboration
- 3 Industrie 4.0
- 4 Projekt: Inklusive Arbeitsplätze „Next Generation“
- 5 Forum II: Mensch-Roboter-Kollaboration



Universal Robot – UR5

## Berufliche Teilhabe durch Mensch-Roboter-Kollaboration: aktuelle Projekte

# AQUIAS

Teilhabe durch Robotik



Der Einsatz der Roboter in die Produktionshallen deutscher Unternehmen ist bereits in vollem Gange. Die neueste Generation von Sicherheitssensoren in Robotern ermöglicht eine völlig neue Organisation der Produktionsarbeit ohne Schutzzaun. Doch wie kann die Arbeitsteilung zwischen Mensch und Roboter so gestaltet werden, dass Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter attraktive Aufgaben erhalten? Das Verbundprojekt AQUIAS (Arbeitsqualität durch individuell angepasste Arbeitsteilung zwischen Servicerobotern und schwer-/nichtbehinderten Produktionsmitarbeitern) geht diese Fragen im Spannungsfeld zwischen Wirtschaftlichkeit und Teilhabe an attraktiver Arbeit an.

Wie die neuen Chancen der barrierefreien Mensch-Roboter-Kooperation speziell für schwerbehinderte Personen genutzt werden können, ist ein weiterer Schwerpunkt des Projekts AQUIAS. Die individuelle Unterstützung von schwerbehinderten Produktionsmitarbeitern durch mobile Produktionsassistenten verspricht Teilhabe an Arbeit für diese Personengruppe, aber auch Lernpotenzial für die Unterstützung normal leistungsfähiger Mitarbeiter durch Robotik.

Quelle: <https://www.aquias.de/>

### SMiLE

Im Projekt SMiLE werden Konzepte und Assistenz-Anwendungen entwickelt, um sowohl Menschen mit Behinderungen als auch pflegebedürftigen Personen eine effektive Unterstützung im Alltag zu bieten. Dabei werden die notwendigen Technologien erforscht und zu einem Reifegrad gebracht, der eine Erprobung in realistischen Umgebungen (z.B. in Krankenhäusern und alters- bzw. behindertengerechten Wohnungen) ermöglicht. Im Rahmen des Projekts kommen der radbasierte, humanoide Assistenzroboter Rollin' Justin sowie der Rollstuhlassistent EDAN zum Einsatz.



VDI nachrichten

#### Justin holt das Pillendöschen

VDI Nachrichten vom 25.05.2018 / Produktion

Robotik: Assistenzroboter sollen Menschen mit körperlichen Einschränkungen künftig zu mehr Selbstständigkeit verhelfen und Pflegepersonal unterstützen. Projekt SMiLE testet zwei unterschiedliche Systeme nun in der Praxis. Von Bennet Ludwig Rollin' Justin und Edan heißen die batteriebetriebenen Helfer, die Pflegenden des Caritas-Altenheims in Garmisch-Partenkirchen derzeit die Arbeit erleichtern sollen. Noch bis Ende des Jahres testet das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) die mobilen Assistenzroboter dort im Rahmen des Projekts SMiLE kurz für

Quelle: VDI Nachrichten

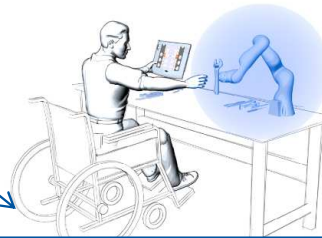
## Motivation

### Sozialgesetzbuch IX:

- Qualifikation von Menschen mit körperlichen sowie geistigen Defiziten für den allgemeinen Arbeitsmarkt

### Industrie 4.0:

- neue Technologien
- Mensch-Technik-Kommunikation



### Projektidee:

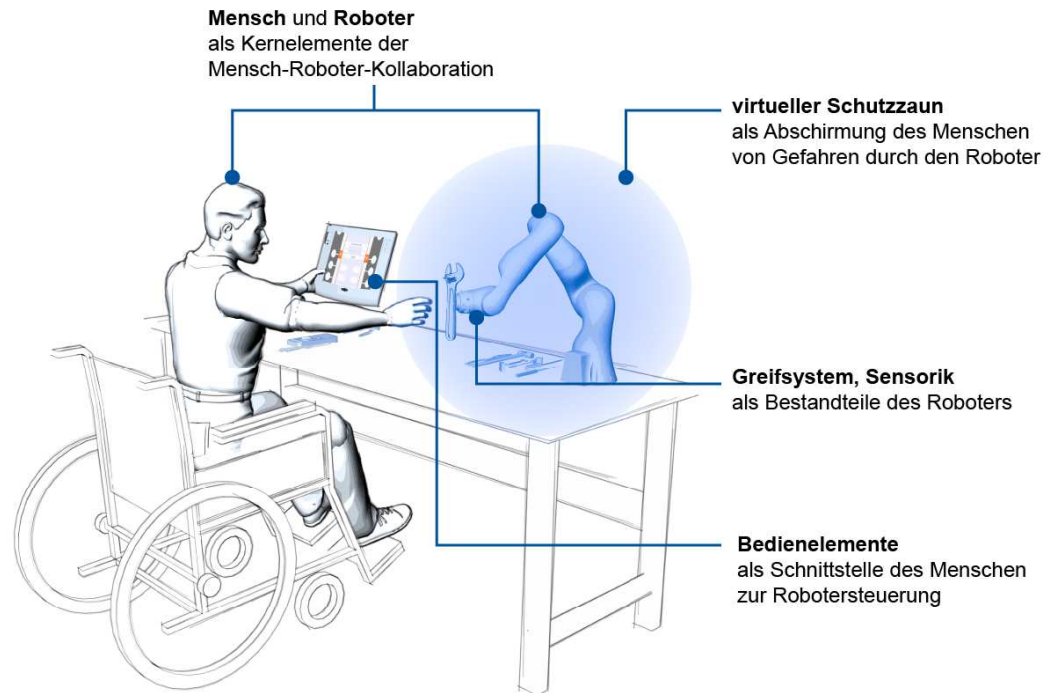
- Teilhabe am Arbeitsleben durch den Einsatz von Leichtbaurobotern
- Sicht der Teilnehmer: Selbstwahrnehmung als wichtiges Mitglied der arbeitenden Gesellschaft
- Unternehmenssicht: lukrative Beschäftigungsmöglichkeit der bislang wenig beachteten Gruppe von Menschen mit Behinderung

# Berufliche Teilhabe durch Mensch-Roboter-Kollaboration: Inklusive Arbeitsplätze „Next Generation“

gleichberechtigte Teilhabe von Menschen mit Behinderung am Arbeitsleben

Spannungsfeld  
↔

Wirtschaftlichkeit der Produktion



### Industriezweige

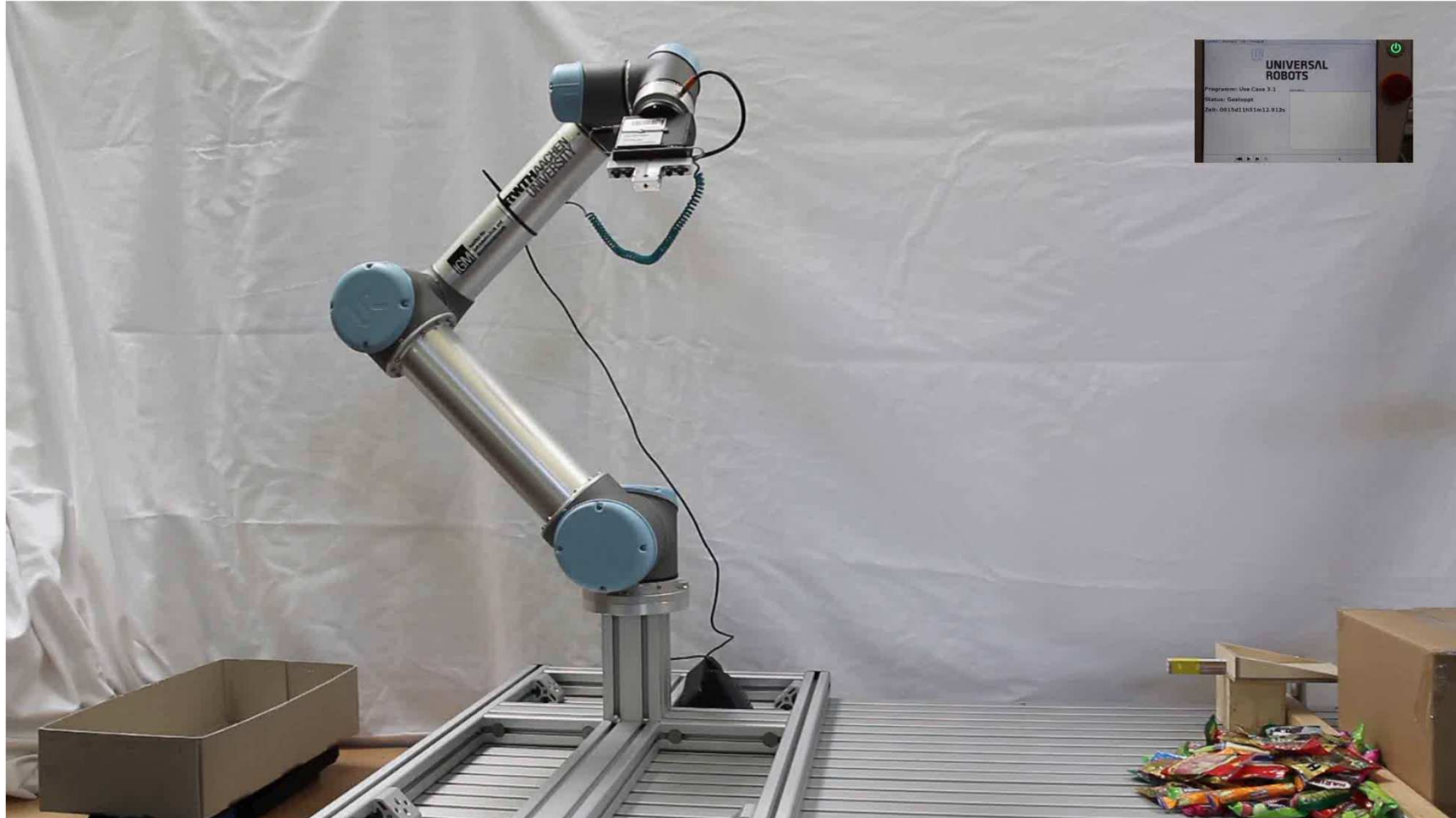
- Automobilindustrie und –zulieferer
- Lebensmittel- und Agrarindustrie
- Möbel und Einrichtung
- Elektronik und Technologie
- Metallindustrie und Gießerei
- Maschinelle Bearbeitung
- Werkzeugmaschinen
- Fördertechnik und Logistik
- Kunststoffe und Polymere
- Medizintechnik
- Pharma- und Chemieindustrie
- Wissenschaft und Forschung

### Aufgaben

- Pick & Place
- Mobile Anwendungen
- Einlegen und Bestücken
- Verpacken und Palettieren
- Handling und Montage
- Maschinenbestückung
- Schrauben
- Kleben und Schweißen
- Löten und Lasern
- Beschichten und Lackieren
- Polieren
- Spritzguss
- CNC
- Qualitätskontrolle
- Laboranalyse und Test



## Beispielszenario



## Projektbeteiligte



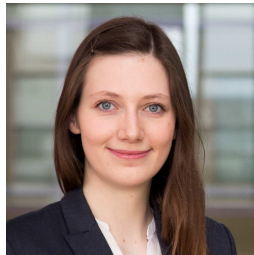
Mathias  
Hüsing



Matthias  
Grote



Thomas  
Kraus



Judith  
Merz



Michael  
Lorenz

### Finanzierung (Plan)



### Projektbegleitender Ausschuss

- beratendes Organ
- Praxisbezug



ABB Automation GmbH  
Friedberg



Amazon Logistik GmbH  
Bad Hersfeld



A. u. K. Müller GmbH & Co KG  
Düsseldorf



Ecoclean

Dürr Ecoclean GmbH  
Monschau



Ford Werke GmbH  
Köln



Kendrion GmbH  
Villingen-Schwenningen



KUKA Roboter GmbH  
Augsburg



Müller Maschinentechnik GmbH  
Düren

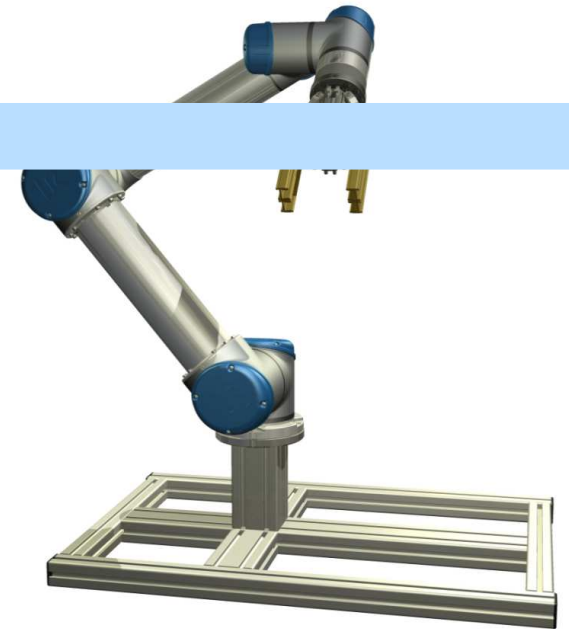


Philips Technologie GmbH  
Aachen

## Agenda

---

- 1 Woher komme ich ... / Was machen wir ...
- 2 Mensch-Roboter-Kollaboration
- 3 Industrie 4.0
- 4 Projekt: Inklusive Arbeitsplätze „Next Generation“
- 5 Forum II: Mensch-Roboter-Kollaboration

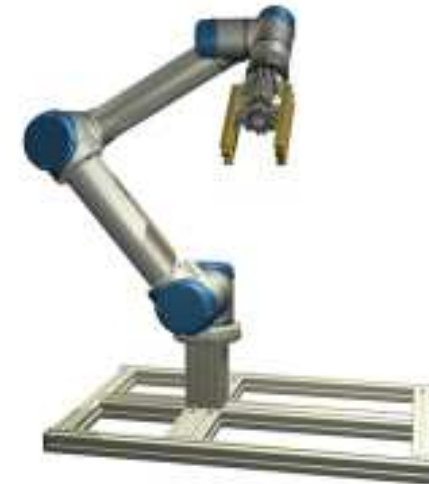


Universal Robot – UR5

## Forum II: Mensch-Roboter-Kollaboration

### Agenda

- 1 Fallstudie: praktische Einrichtung einer Handhabungsaufgabe
- 2 Plenar-Diskussion
  - 2.1 Akzeptanz robotischer Hilfssysteme
  - 2.2 technische Aspekte: Bedienung und Sicherheit
  - 2.3 Berufliche Inklusion/Teilhabe: Einsatzbereiche und Lebensqualität



Universal Robot – IRE

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

## Kontakt:

Institut für Getriebetechnik, Maschinendynamik und Robotik

RWTH Aachen

Steinbachstraße 53B

52074 Aachen

(+49)-241 80-95546

mbox@igmr.rwth-aachen.de

[www.igmr.rwth-aachen.de](http://www.igmr.rwth-aachen.de)

