

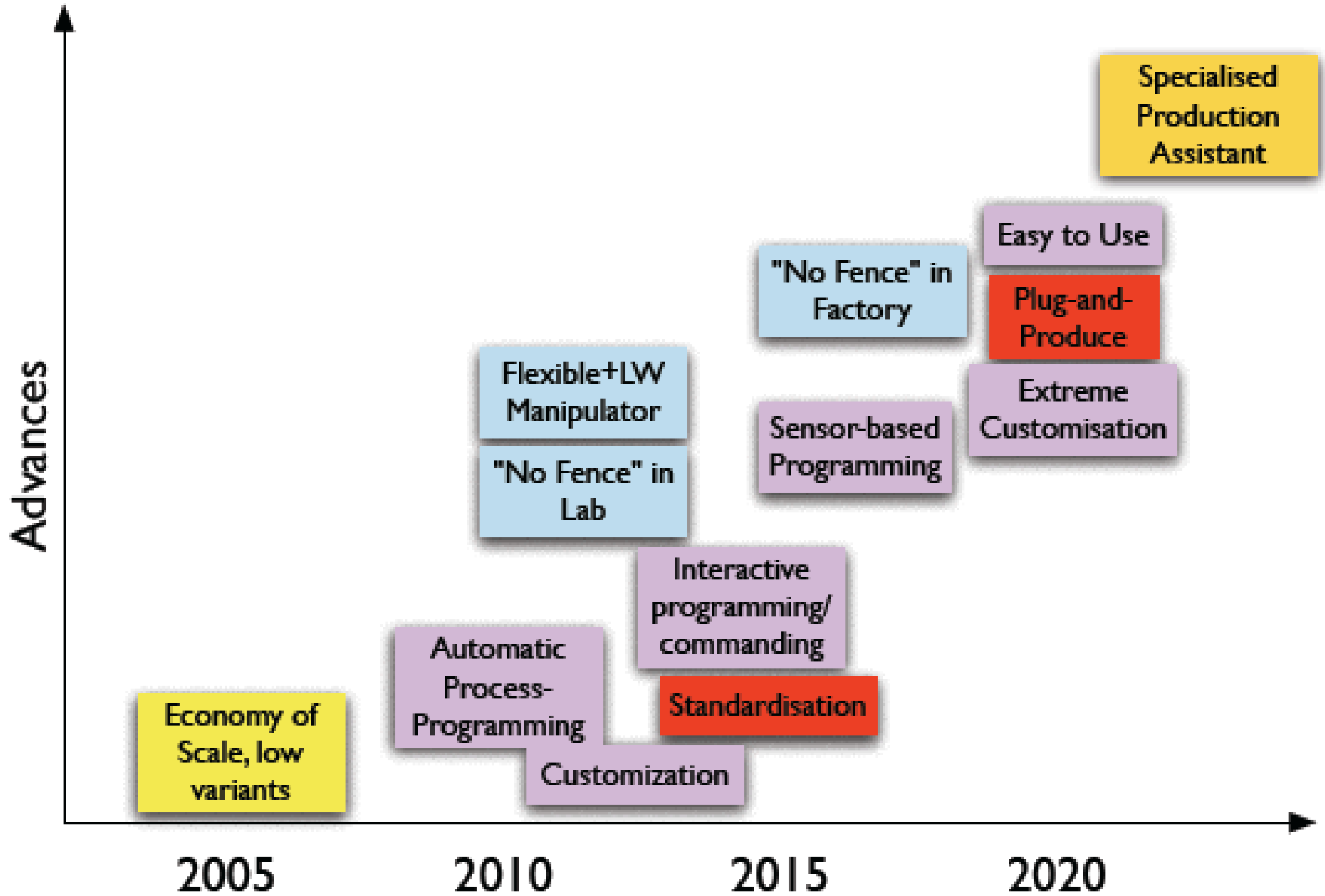
# **Mensch-Maschine Interaktion für intuitive Programmierung lernender Roboter**

**Jochen Steil & Dr. C. Emmerich**

Universität Bielefeld

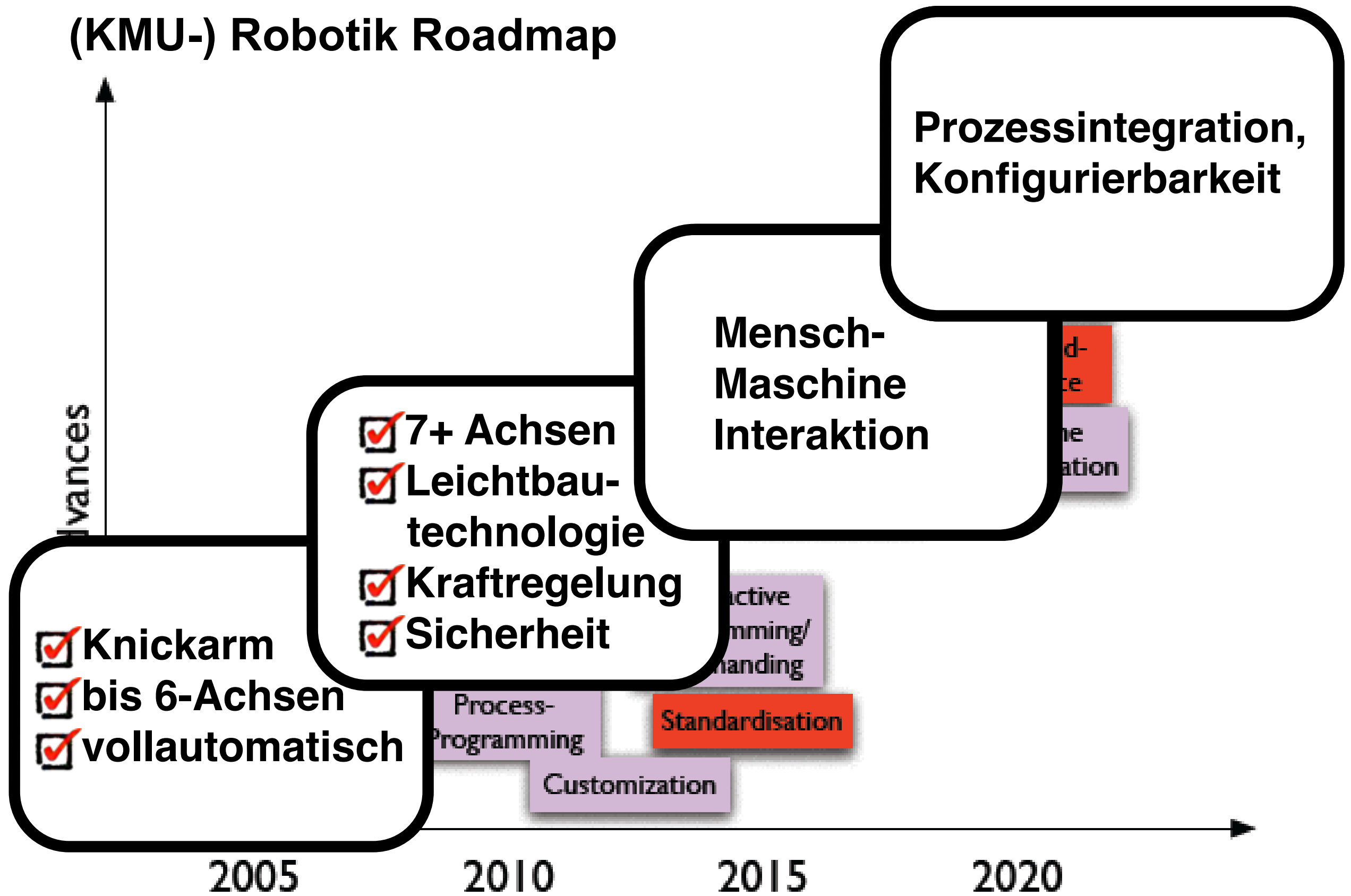
**Forschungsinstitut für Kognition und Robotik (CoR-Lab) &  
Exzellenzcluster Kognitive Interaktionstechnologie &  
Spitzencluster Intelligente Technische Systeme it's-OWL**

# (KMU-) Robotik Roadmap



Quelle: EUron strategic research agenda

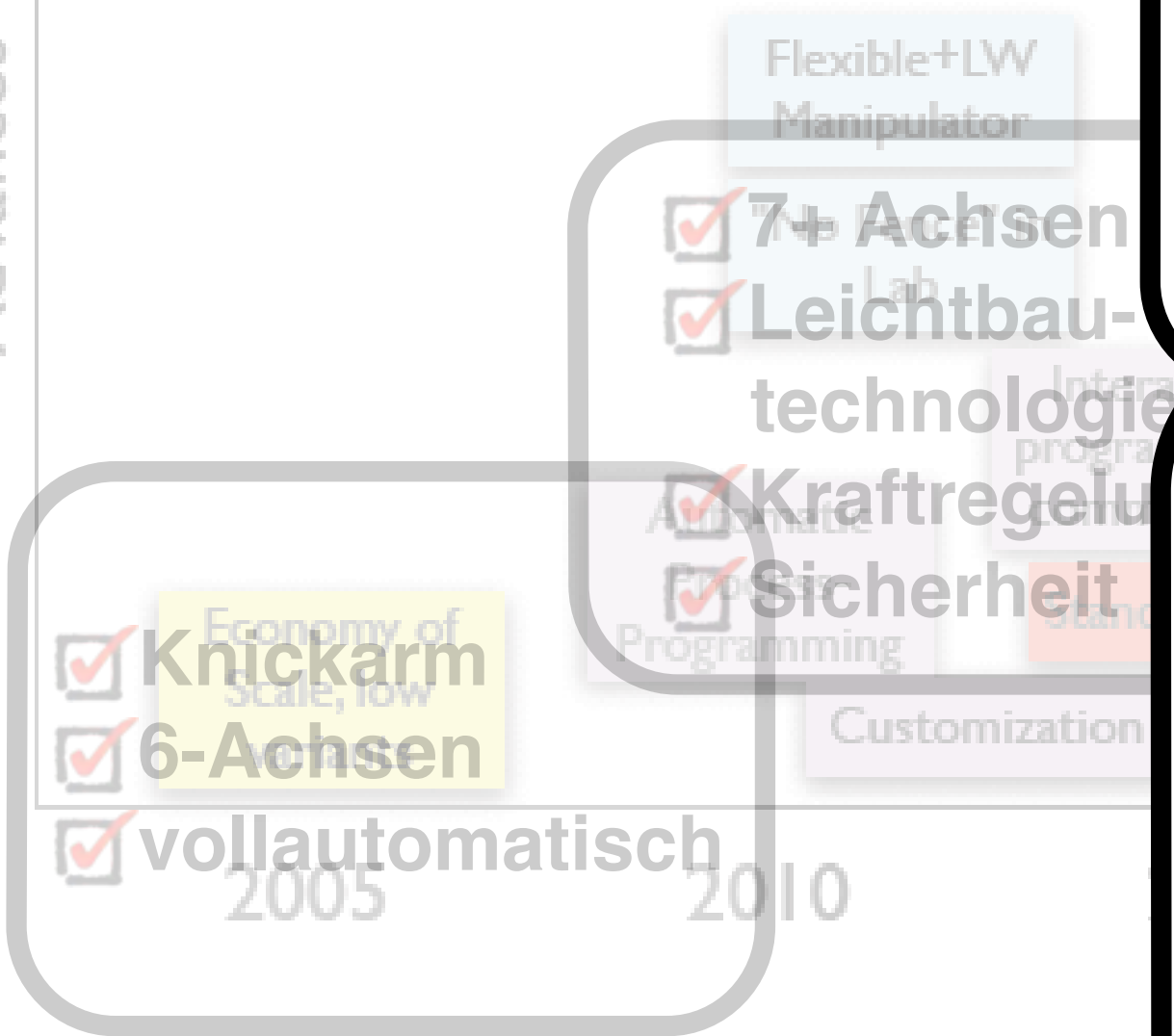
# (KMU-) Robotik Roadmap



Quelle: Euron strategic research agenda

# Robotik Roadmap

Advances



**Prozessintegration,  
Konfigurierbarkeit**

**Mensch-  
Maschine  
Interaktion**

**Technolgietreiber  
für die  
digitalisierte  
Industrie (4.0)**

Quelle:

# Die Vision: SME- und kollaborative Robotik



Quelle: Kuka



Quelle: Fanuc



Quelle: CoR-Lab



Quelle: CoR-Lab/Harting, FlexIMon



# Drei Perspektiven: Bedienung, Programmierung, Engineering

Perspektive	MMI/Lernen	Target	Projekt/System
Nutzer/in, Mitarbeiter/in	Intuitive Bedienung, Adaptivität im Betrieb	Personalisierung, Ergonomie, Wissensweitergabe	
Programmier-er/ in	Intuitive Interfaces, "vor-Ort" Programmierung durch Nicht-Experten	einfache Konfiguration, flexibler Einsatz	
Applikations - entwickler/in, Integrator	Assistenz im Systemdesign, durchgängige Modellierung,	wandlungsfähige Produktion Applikation	

# Drei Perspektiven: Bedienung, Programmierung, Engineering

Perspektive	MMI/Lernen	Target	Projekt/System
<b>Nutzer Mitarbeiter/in</b>	<b>Intuitive Bedienung, Adaptivität im Betrieb</b>	<b>Personalisierung, Ergonomie</b>	
Programmierung	Intuitive Interfaces, "vor-Ort" Programmierung durch Nicht-Experten	einfache Konfiguration, flexibler Einsatz	
Engineering, Integration	Assistenz im Systemdesign, durchgängige Modellierung,	wandlungsfähige <del>Produktion</del> Applikation	

# Welche Roboter brauchen wir ?

intuitiv damit "teaching, Kommunikation"  
einfach möglich wird ...

Humanoide Form (Arm, Torso):

- bessere Kommunikation
- besseres Verständnis der Bewegung
- Unterstützt durch Nutzerstudien







## Interaktionsstudie mit Harting Mitarbeitern

”Für HARTING erwies sich die Studie als Erfolg, da die Mitarbeitenden den Leichtbauroboter mit seinen intelligenten Assistenzfunktionen als Bereicherung ihres Arbeitsalltages wahrgenommen haben und nicht als Bedrohung für ihre Arbeitswelt.”




D. Harting & P. Harting, Digitales Neuland, 2015

# Welche Interaktion brauchen wir ?

## Forschungsstand:

- **Modellprojekte (insb. in Autoindustrie)**
- **mehr nutzerorientierte Evaluation notwendig**
- **Nutzer verstehen Aufgaben intuitiv**
- **Nutzer verstehen Roboters nicht intuitiv**  
**=> führt zu “Fehlbedienungen” !**
- **bessere, intuitivere MMI notwendig !**

# Drei Perspektiven: Bedienung, Programmierung, Engineering

Perspektive	MMI/Lernen	Target	Projekt/System
Nutzer Mitarbeiter/in	Intuitive Bedienung, Adaptivität im Betrieb	Personalisierung, Ergonomie	
<b>Program- mierung</b>	<b>Intuitive Interfaces, “vor-Ort” Programmierung durch Nicht-Experten</b>	<b>einfache Konfiguration, flexibler Einsatz</b>	
Applikations - entwicklung, Integration	Assistenz im Systemdesign, durchgängige Modellierung,	wandlungsfähige <del>Produktion</del> Applikation	

Perspektive

Nutzer  
Mitarbeiter/in

Program-  
mierung

Applikations -  
entwicklung,  
Integration

# Mensch-Maschine Interaktion für Roboterprogrammierung: Forschung

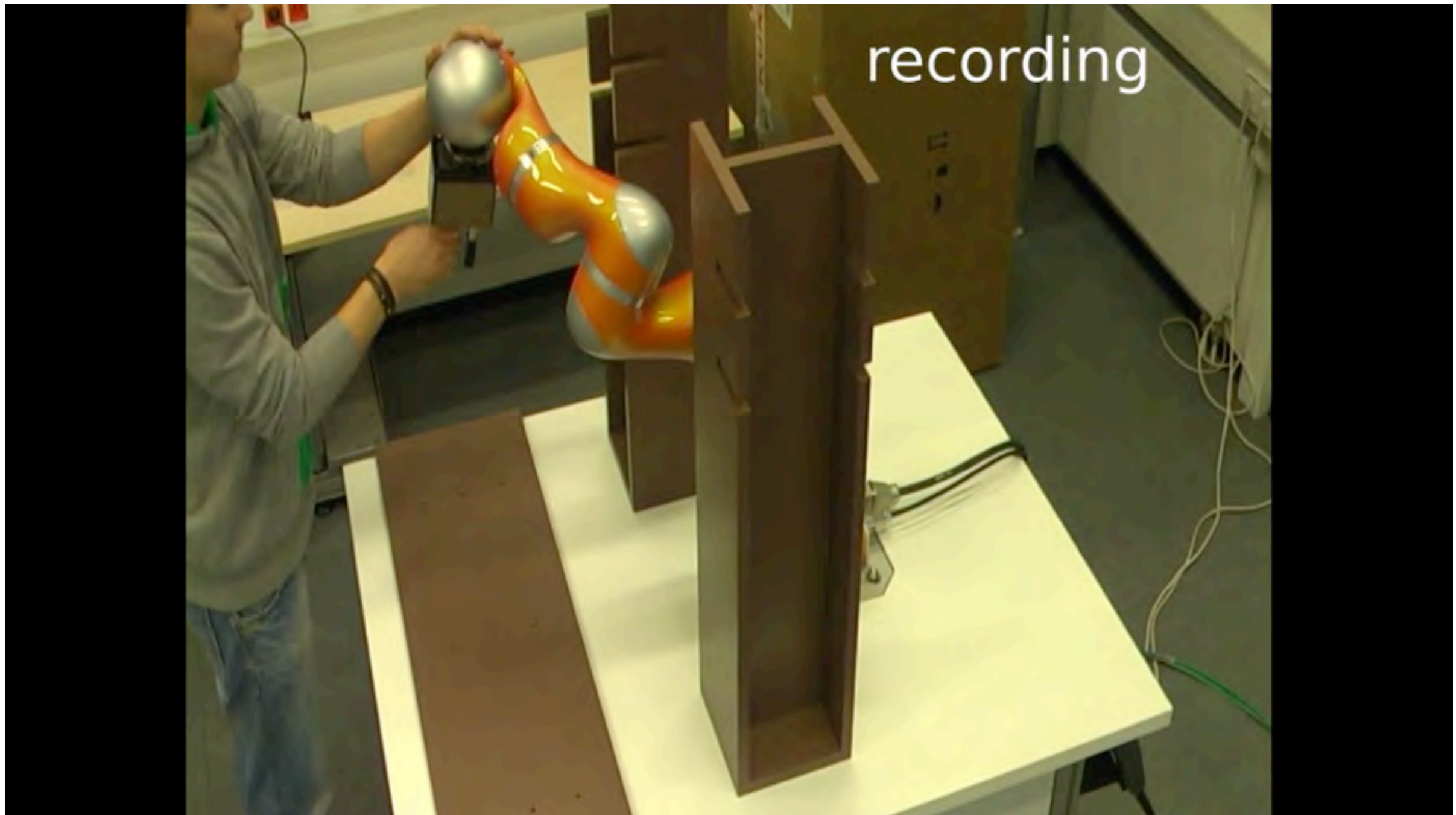


©Jochen Steil, 2015

*Learning Movement Primitives for Force Interaction Tasks. J. Kober, M. Gienger, J. Steil, ICRA, 2015*



# Mensch-Maschine Interaktion für Roboterprogrammierung

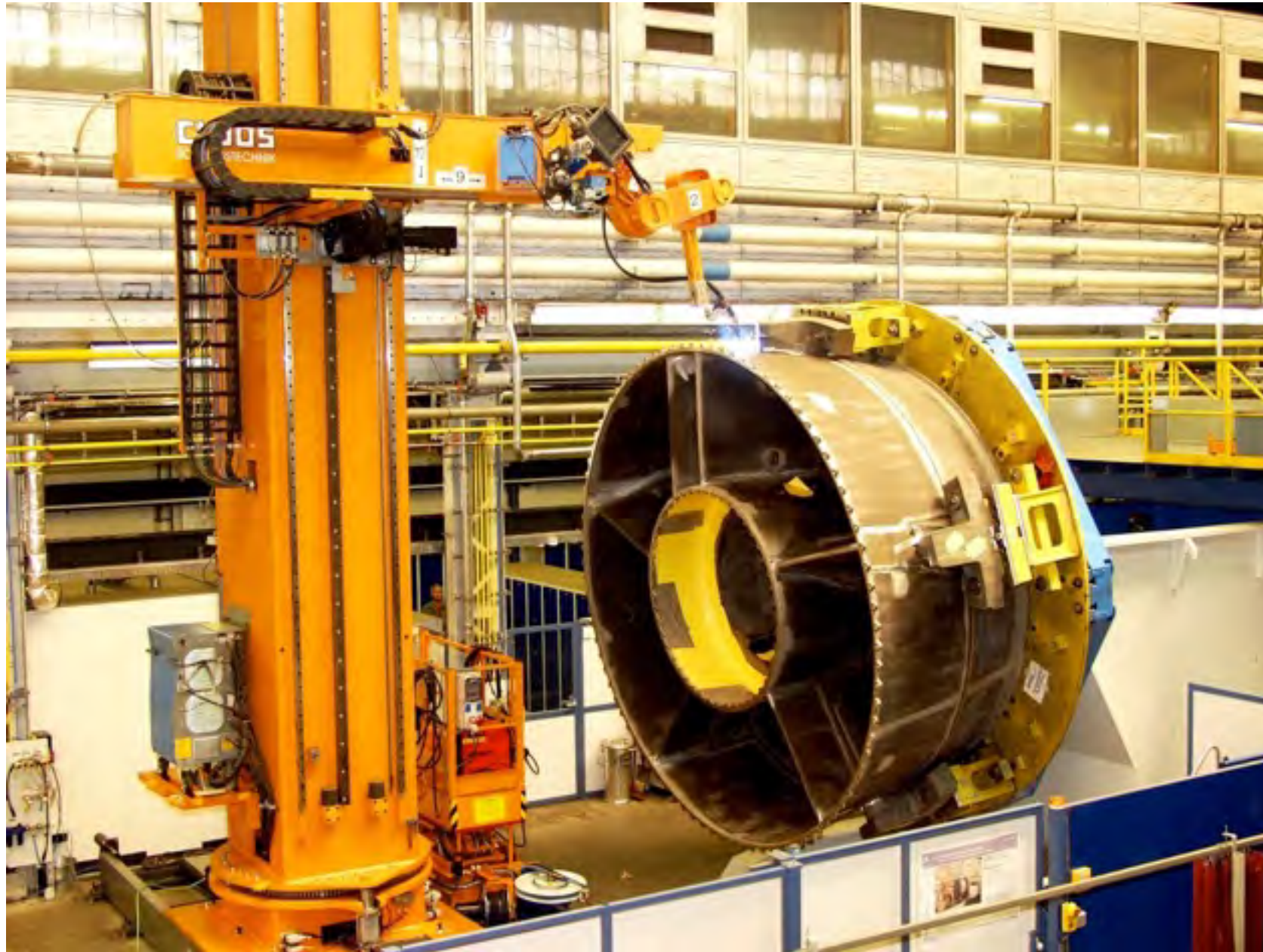


©Jochen Steil, 2015

*Model-free Path Planning for Redundant Robots using Sparse Data from Kinesthetic Teaching, D. Seidel, C.Emmerich, J. Steil, IROS, 2014*

# Mensch-Maschine Interaktion für Roboterprogrammierung

## Programmierung hoch-redundanter Roboter



ECHORD++

CLOOS

**Carl Cloos  
Schweisstechnik  
GmbH**

©Jochen Steil, 2015



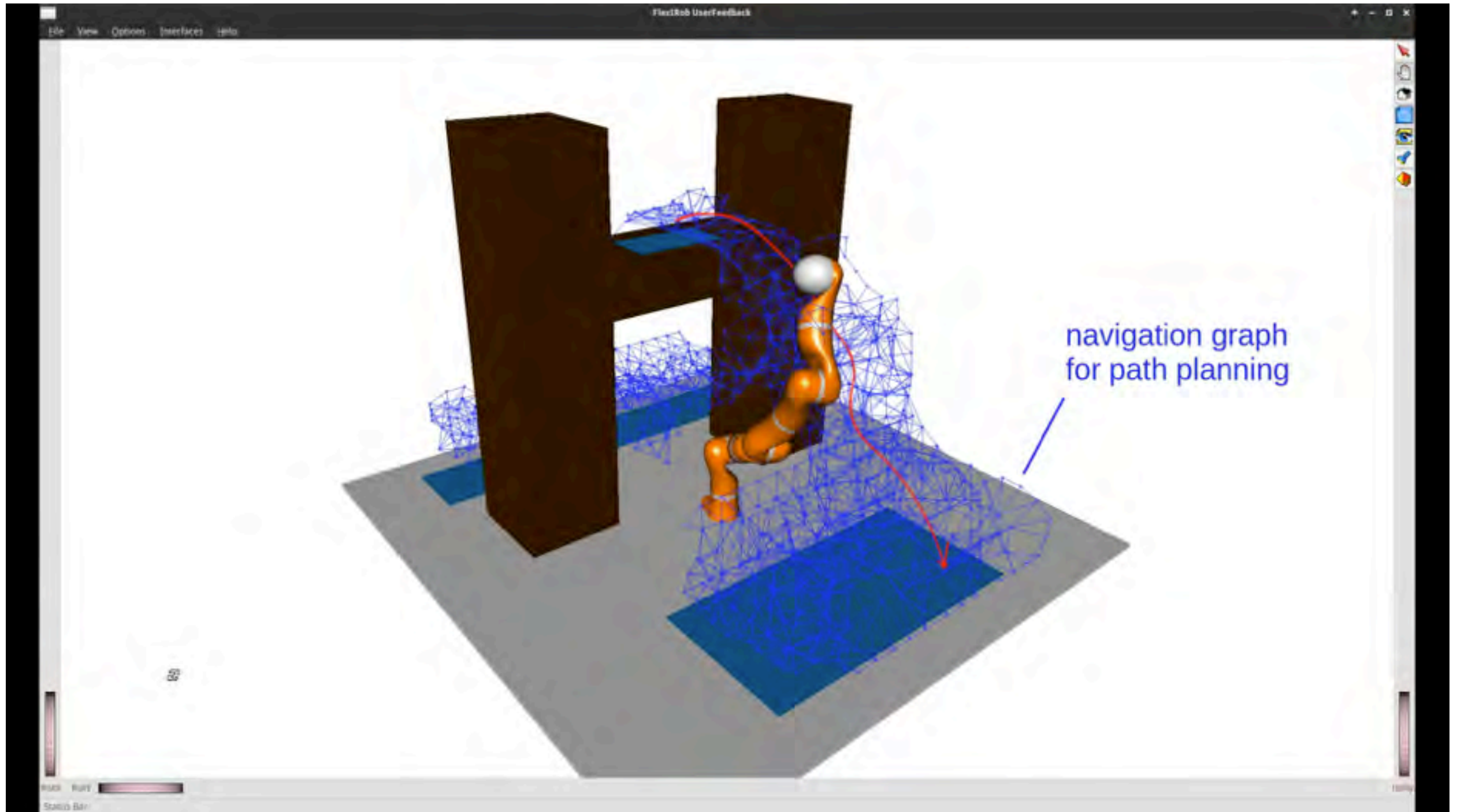
# Mensch-Maschine Interaktion für Roboterprogrammierung



©Jochen Steil, 2015

Christian Emmerich, Dissertation, Nov. 2015

# Mensch-Maschine Interaktion für Roboterprogrammierung



©Jochen Steil, 2015

Christian Emmerich, Dissertation, Nov. 2015



# Mensch-Maschine Interaktion für Roboterprogrammierung



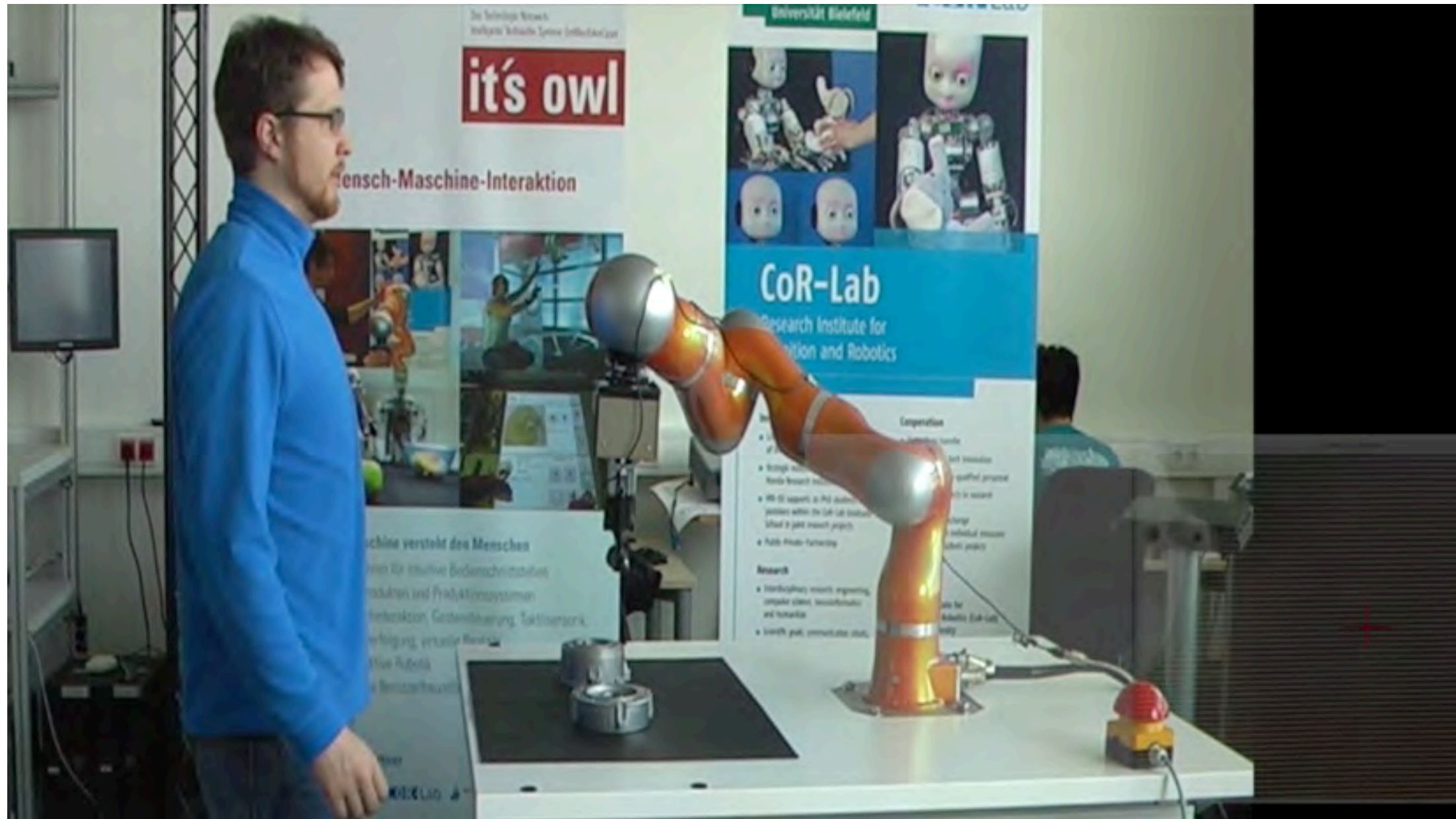
Assisted Programming  
... also for non-experts.

FlexIRob@HARTING  
A user study on physical human-robot interaction

*Kinesthetic teaching using assisted gravity compensation for model-free trajectory generation in confined spaces, J. Steil et al., ECHORD-BOOK, 2014*



# Anwendungsbeispiel: Automatische Prüfung von Druckgussteilen



# Zwischenfazit Intuitive Mensch-Maschine Interaktion

- Teaching von Pfaden für komplexe Roboter
- keine externe Modellierung notwendig
- keine externe Simulation notwendig
- schnelle Konfigurierbarkeit “vor Ort”
  
- ~ intuitives Belehren vs. Optimalität
- ~ wenig bekannt, was Nutzer verstehen
- ~ unklar, welches Feedback nützlich
- ~ Teaching von Kräften
  
- Integration mit Produktionstechnik
- Reduktion von Engineeringkosten
- (offene) Standards for Applikationsentwicklung
  
- => Wirtschaftlichkeit noch nicht darstellbar

# Drei Perspektiven: Bedienung, Programmierung, Engineering

Perspektive	MMI/Lernen	Target	Projekt/System
Nutzer Mitarbeiter/in	Intuitive Bedienung, Adaptivität im Betrieb	Personalisierung, Ergonomie	
Programmierung	Intuitive Interfaces, "vor-Ort" Programmierung durch Nicht-Experten	einfache Konfiguration, flexibler Einsatz	
<b>Engineering, Integration</b>	<b>Assistenz im Systemdesign, Assistenz in Fehlerbehebung, durchgängige Modellierung,</b>	<b>wandlungsfähige Produktion Applikation</b>	



Perspektive

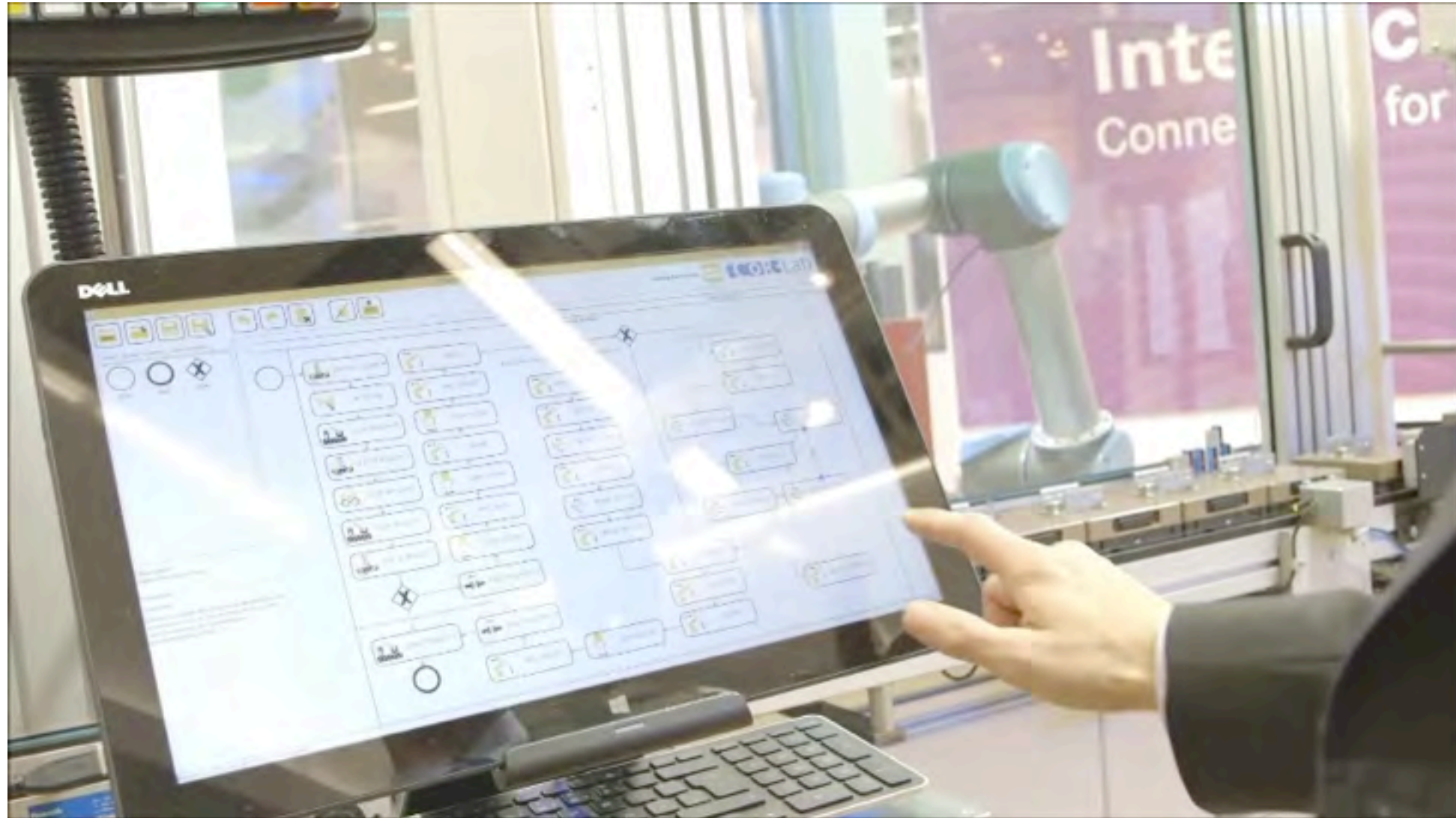
Nutzer  
Mitarbeiter/in

Programmierung

Engineering,  
Integration

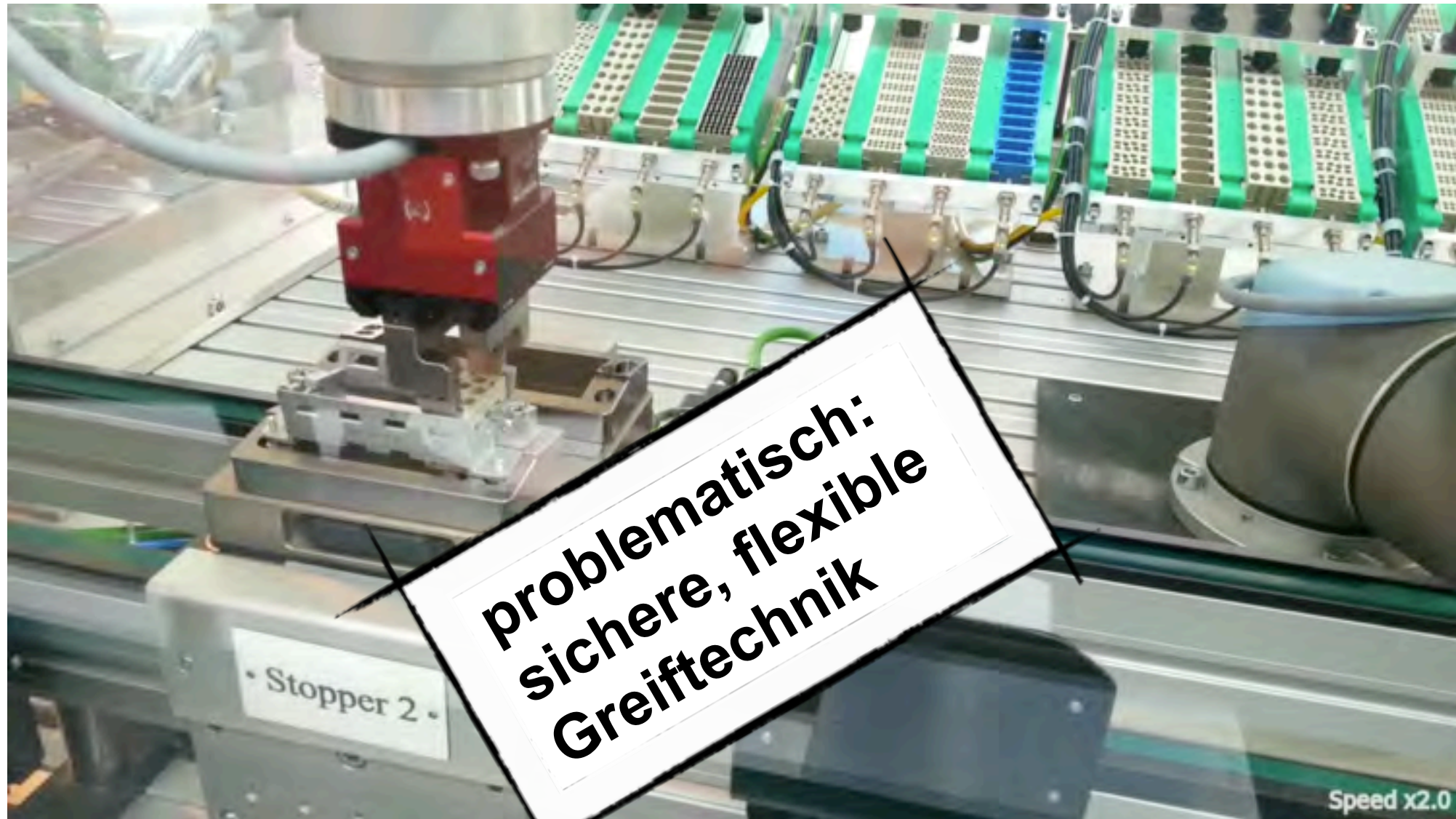
©Jochen Steil, 2015

# Modellbasierte Softwareentwicklung





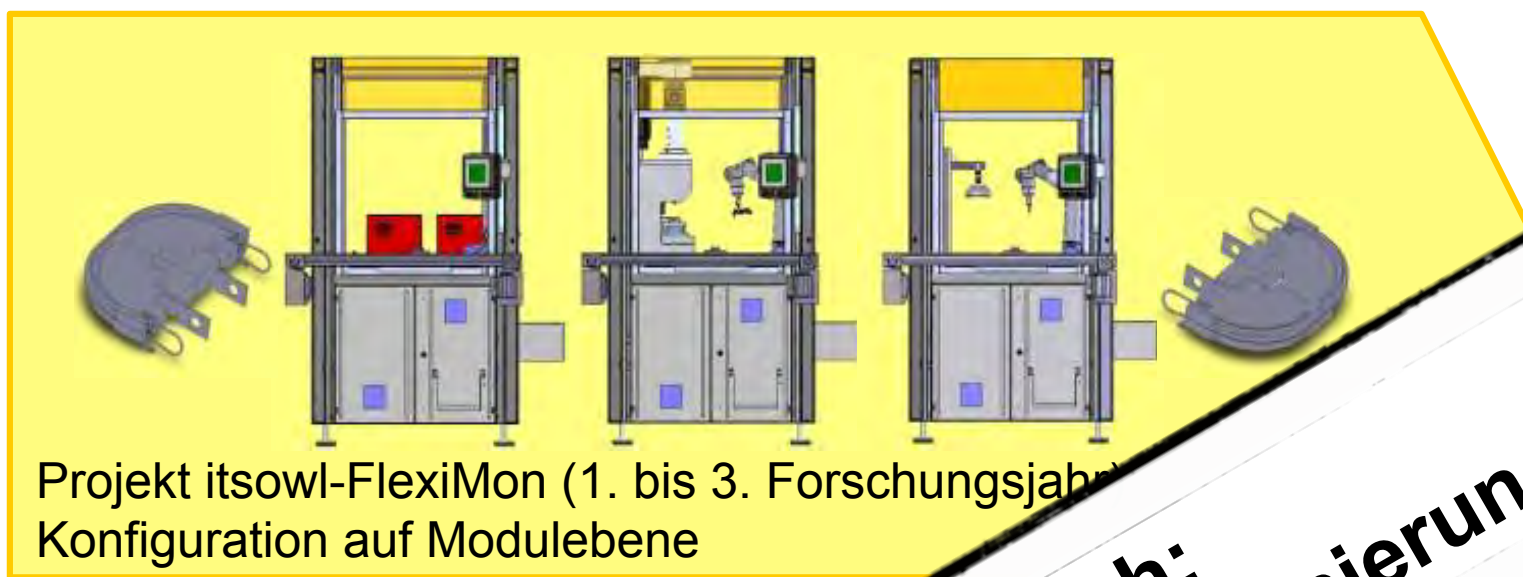
# Modellbasierte Softwareentwicklung



## it's OWL FlexIMon: Messedemonstrator



# FlexiMiR: Produktionstechnik mit Integration interaktiver Robotik



Projekt itsowl-FlexiMon (1. bis 3. Forschungsjahr)  
Konfiguration auf Modulebene

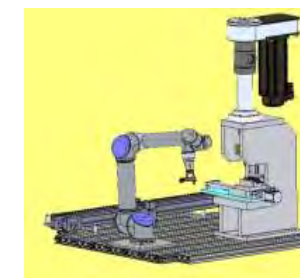
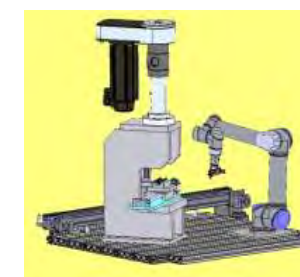


Projekt itsowl-FlexiMiR (4. und 5. Forschungsjahr)  
Konfiguration auf Komponentenebene  
interaktiver Roboterprogrammierung

**problematisch:  
Offline-Programmierung**

- Planen
- Bewerten
- Konfigurieren
- Lernen

von Alternativen





# Perspektive: KMU-Robotik durch integrierte MMI !

**Intuitive Mensch-  
Maschine Interaktion**

**Flexible  
Produktionssysteme**

**Automatisierungs-  
und  
Produktionstechnik**

**Software  
Engineering**

**Interaktive  
Robotik**

**durchgehende  
Modellierung**

**Programmierung  
ohne Experten**

