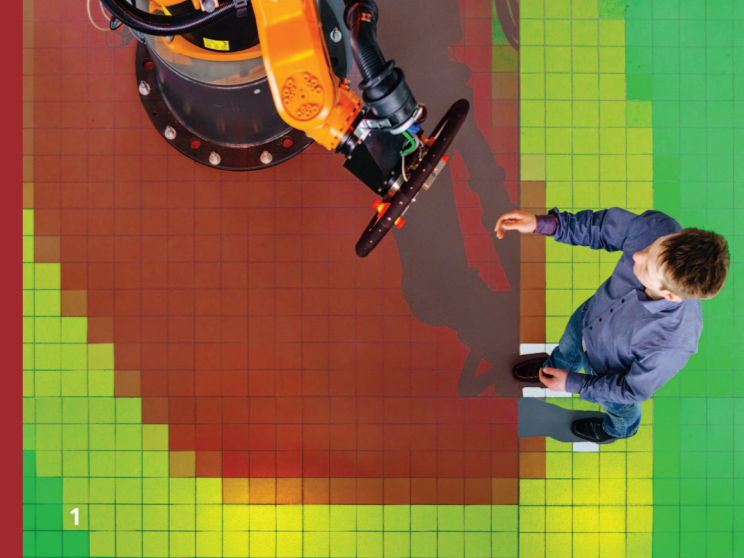


2



1

## SICHERHEIT IN DER MENSCH-ROBOTER-INTERAKTION

### Kollisionsvermeidung

Neue am Fraunhofer IFF entwickelte Technologien heben die Trennung zwischen Mensch und Roboter auf, indem sie die Arbeitsräume mit neuartigen optischen Sensorsystemen überwachen, dynamische Schutzzonen berechnen und auch Geschwindigkeit bzw. Bewegungsrichtung des Roboters situationsabhängig anpassen. Eine weitere Technologie erkennt die Annäherung des Menschen an den Roboter im Nahbereich (Kapazitivsensorik).

### Berührungserkennung

Ein direkter Kontakt zwischen Mensch und Roboter ist nicht immer zu verhindern und in manchen Szenarien sogar notwendig. Vom Fraunhofer IFF entwickelte und patentierte taktile Sensoren, die wie eine künstliche Haut auf dem Roboter aufgebracht werden, können Berührungen sicher detektieren und die Bewegungen des Roboters stoppen.

### Gefahrenbewertung

Das Verletzungsrisiko bei einer Kollision des Menschen mit einem Roboter ist von vielen Faktoren abhängig, wie z. B. Kraft, Druckverteilung, Körperregion, Kollisionsfläche, Roboter-geschwindigkeit und -masse sowie seinem Nachlaufweg. Die Einflüsse der Faktoren auf die Verletzungsschwere im Kollisionsfall werden in unserem Labor für Mensch-Roboter-Kollaboration mithilfe modernster Messtechnik und -verfahren analysiert. Außerdem wird die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen untersucht, um die Schwere einer Mensch-Roboter-Kollision signifikant zu reduzieren.

### Planung und Inbetriebnahme

Durch umfassende Ist-Situation Analyse und Nutzung innovative Technologie planen und entwickeln wir neuartigen MRK-Anlagen für die Produktion die höchsten Ansprüchen an Qualität, Ergonomie und natürlich Produkt- und Personensicherheit erfüllen.

## FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FABRIKBETRIEB UND -AUTOMATISIERUNG IFF

Institutsleiter  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk

Sandtorstraße 22  
39106 Magdeburg

Telefon +49 391 4090-0  
Telefax +49 391 4090-596  
robotik@iff.fraunhofer.de  
www.iff.fraunhofer.de

Ansprechpartner  
Geschäftsfeld Robotersysteme  
Prof. Dr. techn. Norbert Elkmann  
Telefon +49 391 4090-222  
Telefax +49 391 4090-250  
norbert.elkmann@iff.fraunhofer.de

[www.iff.fraunhofer.de/rs](http://www.iff.fraunhofer.de/rs)

## MENSCH-ROBOTER-KOLLABORATION



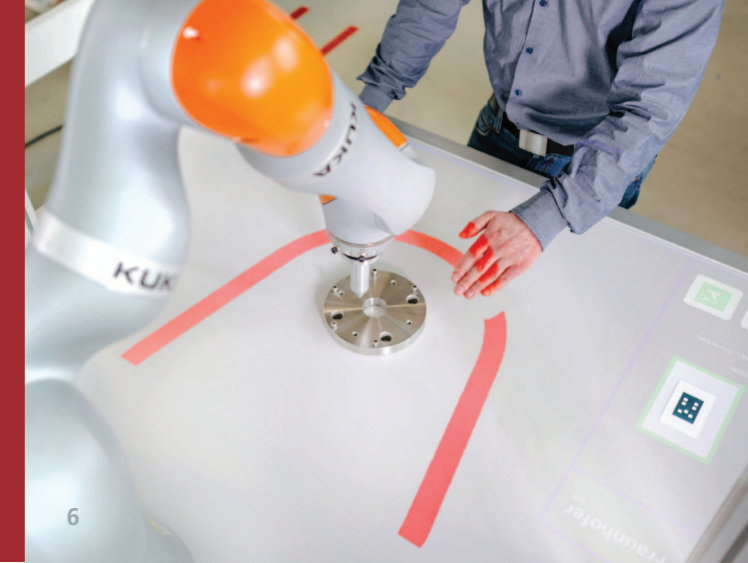
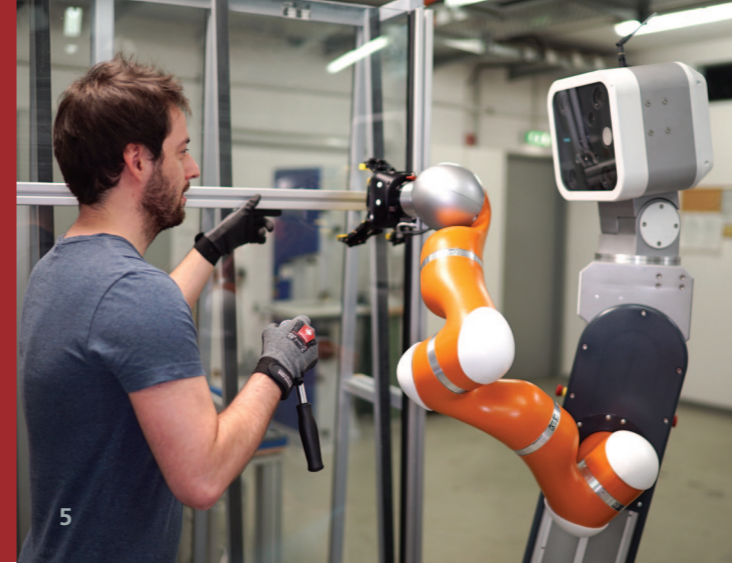
## MENSCH-ROBOTER-KOOPERATION

Neben den klassischen Anwendungsszenarien für Roboter im industriellen Umfeld eröffnen sich derzeit neue Einsatzfelder für Assistenzroboter in der Produktion, im Dienstleistungssektor und im Heimbereich. Roboter werden künftig z. B. bei der Produktion von Kleinserien assistieren und mobile Roboter Transport- und Routineaufgaben in der Produktion, im Haushalt oder im Pflegebereich übernehmen.

Diese Einsatzfelder erfordern neue Assistenzroboter mit hoher Autonomie sowie neue Formen der nutzerfreundlichen und sicheren Mensch-Roboter-Interaktion.

Wesentliche Forschungsthemen des Geschäftsfeldes Robotersysteme am Fraunhofer IFF sind:

- direkte physische Interaktion in einem gemeinsamen Arbeitsraum (Sicherheit)
- sichere Detektion der Berührung bzw. Annäherung von Menschen und Robotern
- Autonomie, Navigation und Lokalisierung von mobilen Assistenzrobotern
- Wahrnehmung, Interaktion und intelligentes Verhalten von Assistenzrobotern
- Roboter-Grundfertigkeiten, d.h. Autonomiefunktionen wie Bewegungs- und Pfadplanung kombiniert mit aufgabenbezogenen Perzeptions- und Manipulationsfähigkeiten
- intuitive Roboterprogrammierung durch Nutzung intelligente Grundfertigkeiten
- intuitive und multimodale Interaktion mit dem Roboter (zum Beispiel Gesten, Führen u.v.m.)



## AKTUELLE PROJEKTE

### Hybride Sensorsysteme zur Kollisions- und Annäherungsdetektion (TAKSENS)

Hybride, aus taktilen und kapazitiven Sensoren bestehende Sensorsysteme bilden die technologische Basis für neuartige Sicherheits- und Interaktionskonzepte. Durch die Kombination der beiden unterschiedlichen Sensortechnologien können Berührungen, aber auch Personen im Nahbereich des Roboters zuverlässig erkannt werden. Die vom Fraunhofer IFF entwickelten und patentierten taktilen Sensoren stellen eine wichtige Schlüsseltechnologie für die Mensch-Roboter-Interaktion dar und kommen in vielfältigen Anwendungen zum Einsatz, z. B. für die sichere Mensch-Roboter-Interaktion (Kollisionsdetektion und -dämpfung) oder als intelligenter Fußbodenbelag zur Personenlokalisierung.

### Studien zur Bestimmung biomechanischer Belastungsgrenzen

Mit einer vom Fraunhofer IFF entwickelten Messvorrichtung werden erstmals Kollisionsversuche durchgeführt, um die biomechanischen Auswirkungen von Roboter-Kollisionen auf den Menschen zu untersuchen. Anhand dieser Studie sollen gesundheitliche Risiken und Verletzungsschweregrenzen erarbeitet werden mittels derer die funktionellen und gestalterischen Anforderungen zur Entwicklung neuer Technologien für die sichere Mensch-Roboter-Kollaboration abgeleitet und evaluiert werden können. Weiterhin werden die Ergebnisse in Form von Grenzwerten in die internationale Normung eingebracht.

### ColRobot

Das von der EU geförderte ColRobot-Projekt vereint neuste Technologien der Robotik um den Ansprüchen industrieller Montageprozesse zu begegnen. Der mobile Assistenzroboter arbeitet Seite an Seite mit dem mit Menschen und agiert als »dritte Hand« welche beim Halten von Montageteilen assistiert, oder für Hol- und Bringdienste eingesetzt wird. Dabei bewegt sich der Roboter völlig autonom. Aktuell wird an der Umsetzung des ColRobot-Projekts im Bereich der Automobil- und Luftfahrtindustrie gearbeitet. ([www.colrobot.eu](http://www.colrobot.eu))

### Innovativer Serviceroboter mit Autonomie und intuitiver Bedienung für effiziente Handhabung und Logistik (ISABEL)

In dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Verbundprojekt werden vom Fraunhofer IFF neue Ansätze im Bereich der Schlüsseltechnologie »Sensorik und Perzeption« erforscht. Dabei werden spezielle Lichtfeldkameras und intelligente Algorithmen entwickelt, die zum Erkennen und Lokalisieren von zu handhabenden Objekten eingesetzt werden sollen. Anwendungsfelder sind die Halbleiterfertigung und die Life-Science-Automation. ([www.projekt-isabel.de](http://www.projekt-isabel.de))

### Mobile Roboter in der Fabrik der Zukunft (VALERI)

Das von der EU geförderte und durch das Fraunhofer IFF koordinierte Projekt erforscht den Einsatz von mobilen Robotern für die Fabrik der Zukunft. Mobile Roboter sollen ohne trennende Schutzräume Seite an Seite mit Menschen agieren können und selbständig Aufgaben wie optische Inspektion oder Dichtmittelanwendung bei der Herstellung von großen Komponenten aus dem Flugzeugbau ausführen. ([www.valeri-project.eu](http://www.valeri-project.eu))

### Konzeptplattform für mobile Manipulation (ANNIE)

Auf Basis der am Fraunhofer IFF entwickelten mobilen Plattform »ANNIE« werden Schlüsseltechnologien aus den Bereichen Perzeption, Navigation, Sicherheit, Softwarearchitektur und Interaktion auf dem neuesten Stand der Technik integriert. Ziel ist die Entwicklung eines zukunftsweisenden Systems mit den benötigten autonomen Basisfertigkeiten für Anwendungen wie die Verkettung von Maschinen, Hol- und Bringdienste sowie Inspektions- und Überwachungsaufgaben in industriellen und kommerziellen Anwendungen.

### FourByThree

Das durch die EU geförderte Projekt FourByThree verfolgt das Ziel, flexible und dynamische Arbeitsumgebungen in denen Mensch und Roboter kooperieren, zu ermöglichen. In diesem Rahmen wird die projektions- und kamerabasierte Technologie zur sicheren Arbeitsraumüberwachung weiterentwickelt und stellt neben der Gewährleistung der Sicherheit auch zusätzliche

Funktionalitäten wie zum Beispiel Interaktionsmöglichkeiten, 3D-Umgebungserfassung und Werkerassistenz bereit. ([www.fourbythree.eu](http://www.fourbythree.eu))

### Safe Human-Robot Cooperation with high payload robots in industrial applications (SAPARO)

Das innovative Arbeitsraumüberwachungssystem mit dynamischen Schutzbereichen für MRK-Applikationen basiert auf einem taktilen Fußboden zur exakten Positions- und Bewegungserkennung des Menschen und einem Projektionssystem zur Visualisierung von prozess-, roboter- und sicherheitsspezifischen Informationen. Das am Fraunhofer IFF entwickelte Sicherheitskonzept ermöglicht somit im Besonderen die Kooperation von Mensch und Robotern, die hohe Traglasten und große Reichweiten aufweisen. ([www.echord.eu/saparo/](http://www.echord.eu/saparo/))

### Forschungscampus STIMULATE

Im Rahmen des STIMULATE-Projektes -Forschergruppe Robotik- entwickelt das Fraunhofer IFF neue Robotik-Technologien für konkrete Anwendungen in der Medizin. Zu den Anwendungsszenarien zählt insbesondere die Elektrodenplatzierung für Radiofrequenzablationen bei Wirbelsäulentumoren. Dabei liegt der Schwerpunkt in der Entwicklung und Implementierung eines Assistenzrobotersystems zur Verbesserung der Ergonomie, Strahlenhygiene und Präzision. Zudem stehen die sichere Mensch-Roboter-Kollaboration und die intuitive Mensch-Roboter-Interaktion mit im Vordergrund des Projektes.

- 1 Überwachung und Visualisierung dynamischer Schutzbereiche.
- 2 Stoßuntersuchung eines Probanden am Oberarm.
- 3 Leichtbauroboter mit Trokar zur Elektrodenplatzierung.
- 4 Kleinroboter Agilus mit taktilen Sensoren.
- 5 Assistenz bei der Montage unhandlicher Teile.
- 6 Verletzung eines dynamisch generierten Sicherheitsbereichs.