



## MRK MIT SCHWERLAST-ROBOTERN

Die Kooperation von Mensch und Roboter im gemeinsamen Arbeitsraum findet derzeit vornehmlich mit Leichtbaurobotern statt, die aufgrund ihrer Bauweise oder durch intrinsische Sicherheitsfunktionen die Sicherheitsanforderungen erfüllen. Ein Großteil der MRK-Applikationen benötigt jedoch zur Verbesserung von Ergonomie für den Menschen mehr als 20 kg Handhabungsgewicht und große Arbeitsräume, so dass der Einsatz von herkömmlichen Industrierobotern notwendig wird. Die Gewährleistung einer sicheren Kooperation von Mensch und Roboter mit hohen Traglasten setzt dabei aufgrund des hohen Gefahrenpotentials die Entwicklung neuartiger Sicherheitskonzepte voraus.

Am Fraunhofer IFF wurde ein Sicherheitskonzept entwickelt, welches auf Basis eines taktilen, ortsauflösenden Sensorfußbodens in Kombination mit einem deckengestützten Visualisierungssystem eine Kooperation von Mensch und Roboter mit hohen Traglasten gemäß TS 15066 (Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung) erlaubt. Der gemeinsame Arbeitsbereich von Mensch und Roboter wird mit dem taktilen Fußboden ausgestattet, der die Position des Menschen im Arbeitsraum robust und sicher erfasst. Zudem können die Sensorzellen des Fußbodens zu verschiedenen Sicherheitszonen (Warn- bzw. Schutzfeld) zugeordnet werden. Wird ein Mensch innerhalb des Warnbereiches detektiert, verringert der Roboter seine Geschwindigkeit. Wenn der Mensch den kritischen Bereich betritt stoppt der Roboter unverzüglich. Diese Sicherheitszonen können auch dynamisch in Abhängigkeit der aktuellen Gelenkstellungen und –geschwindigkeiten des Roboters sowie unter Berücksichtigung der Bewegungsrichtung und- geschwindigkeit des Menschen generiert werden.

Um dem Menschen die aktuellen Ausdehnungen der dynamisch generierten Sicherheitszonen kenntlich zu machen, kommt ein projektionsbasiertes Visualisierungssystem zum Einsatz.

### 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)

© Fraunhofer IFF, Magdeburg 06/2016

Fotos: Fraunhofer IFF; 5 Viktoria Kühne



## MRK-ARBEITSRAUMÜBER- WACHUNG MIT DYNAMI- SCHEN SCHUTZBEREICHEN UND VISUALISIERUNG



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.

## PROJEKTIONSBASIERTES VISUALISIERUNGSSYSTEM

Das projektionsbasierte Visualisierungssystem zur Anzeige von prozess-, roboter- und sicherheitsspezifischen Informationen ergänzt und erweitert den Sicherheitsaspekt des Fußbodens um zusätzliche Funktionalitäten. Mit Hilfe dieser Technologie können wesentliche und nützliche Informationen für den Menschen in einfacher Weise und direkt in den Arbeitsraum des Menschen projiziert werden.

### Sicherheitspezifische Informationen

Im Zusammenhang mit den dynamischen Sicherheitszonen des taktilen Fußbodens erlaubt das projektionsbasierte Visualisierungssystem die Anzeige in-/aktiver Sicherheitszonen zu jedem Zeitpunkt. Der Mensch kann somit proaktiv das Betreten gefährlicher Bereiche vermeiden, wodurch die Verfügbarkeit der Anlage weiter erhöht wird.

### Roboterspezifische Informationen

Die Darstellung roboterspezifischer Informationen kann den Menschen schon frühzeitig auf bevorstehende Bewegungen des Roboters durch Anzeige von z.B. Bewegungsrichtung und Zielposition hinweisen. Dies erhöht die Transparenz für den Menschen und führt zu weniger gefahrbringenden Situationen. Zusätzlich können auftretende Fehler direkt dem Menschen dargestellt werden.

### Prozessspezifische Informationen

Die Möglichkeit den Menschen bei seiner Arbeit zu assistieren, stellt eine weitere Funktion des Visualisierungssystems dar. Die Einblendung prozessspezifischer Information in Form von textuellen Beschreibungen, Diagrammen oder Symbolen im Arbeitsbereich oder direkt auf dem Werkstück unterstützt den Menschen in einfacher Weise. Darüber hinaus kann der Mensch auf eventuelle Probleme oder Fehler in Kenntnis gesetzt werden.

## TAKTILER FUSSBODEN

Die vom Fraunhofer IFF patentierte Technologie einer berührungsempfindlichen Sensorik mit Ortsauflösung wurde als Grundlage zur Entwicklung eines neuartigen taktilen Sensorfußbodens verwendet. Dieser ermöglicht eine zuverlässige Detektion und Lokalisation von Menschen und/ oder Objekten im Arbeitsraum. Je nach Anwendung kann ein entsprechendes robustes Obermaterial gewählt werden, so dass selbst Gabelstapler den taktilen Fußboden problemlos überfahren können.

### Gewährleistung der Sicherheit

Die am Fraunhofer IFF entwickelten taktilen Sensorsysteme bestehen aus Messwandlern auf Basis piezoresistiver Polymerkomposite. Das damit realisierbare resistive Messprinzip ermöglicht in Kombination mit einem innovativen, zum Patent angemeldeten Matrixaufbau die ortsaufgelöste Erfassung von Druckverteilungen. Darüber hinaus erlaubt das umgesetzte Ruhestromprinzip die permanente Überwachung der Funktionsfähigkeit jeder einzelnen Sensorzelle.

### Abschätzung des Bewegungsverhaltens

Aufgrund der hohen Ortsauflösung des taktilen Fußbodens können die Sensordaten auch zur Abschätzung des menschlichen Bewegungsverhaltens genutzt werden. Somit kann neben der aktuellen Position auch die Bewegungsrichtung und –geschwindigkeit des Menschen bestimmt werden.

### Dynamische Schutzräume

In Abhängigkeit der Roboterbewegung und –geschwindigkeit und unter Berücksichtigung der Bewegungsrichtung und –geschwindigkeit des Menschen werden permanent dynamische Schutzräume gemäß der Abstandsformel aus der TS 15066 berechnet und aktiviert. Auf diese Weise wird dem Menschen maximale Bewegungsfreiheit im Arbeitsraum des Roboters ermöglicht, ohne dass die Gefahr einer Kollision zwischen Mensch und Roboter besteht.

1 Überwachung und Visualisierung dynamischer Schutzbereiche.

2 Darstellung zusätzlicher Informationen und Interaktionsflächen.

3 Warnbereich (gelb) und kritischer Bereich (rot).