

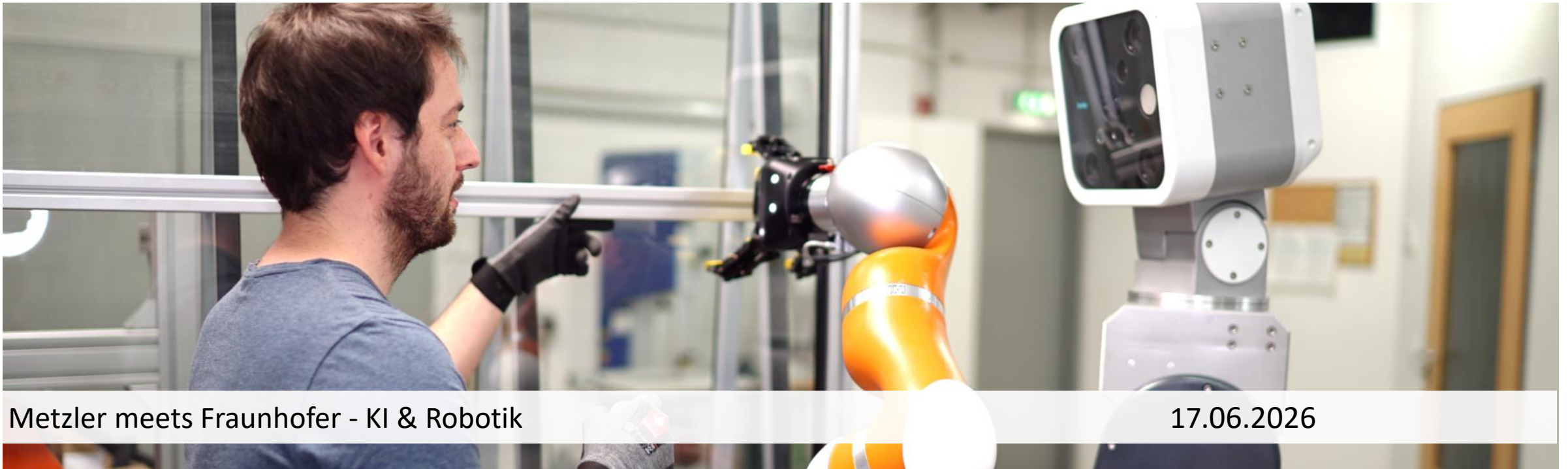
---

# KI & ROBOTIK – MASCHINE DENKT MIT UND ENTSCHIEDET MÖGLICHKEITEN, TRENDS UND GRENZEN DER KI IN DER ROBOTIK

**Prof. Dr. Norbert Elkmann**

Fraunhofer IFF, Abteilungsleiter Robotersysteme

---



Metzler meets Fraunhofer - KI & Robotik

17.06.2026

# KI & Robotik – Maschine denkt mit und entscheidet

## Industrieroboter vs „intelligente Roboter“

### Industrieroboter



- hohe Präzision, Wiederholgenauigkeit und Geschwindigkeit
- hoher Programmieraufwand (durch Experten)
- unflexibel
- ortsfest
- hohes Gefahrenpotential, Schutzzäune notwendig
- hoher Integrations-/Inbetriebnahmeaufwand
- nur vereinzelt Sensorintegration, keine Umgebungserkennung

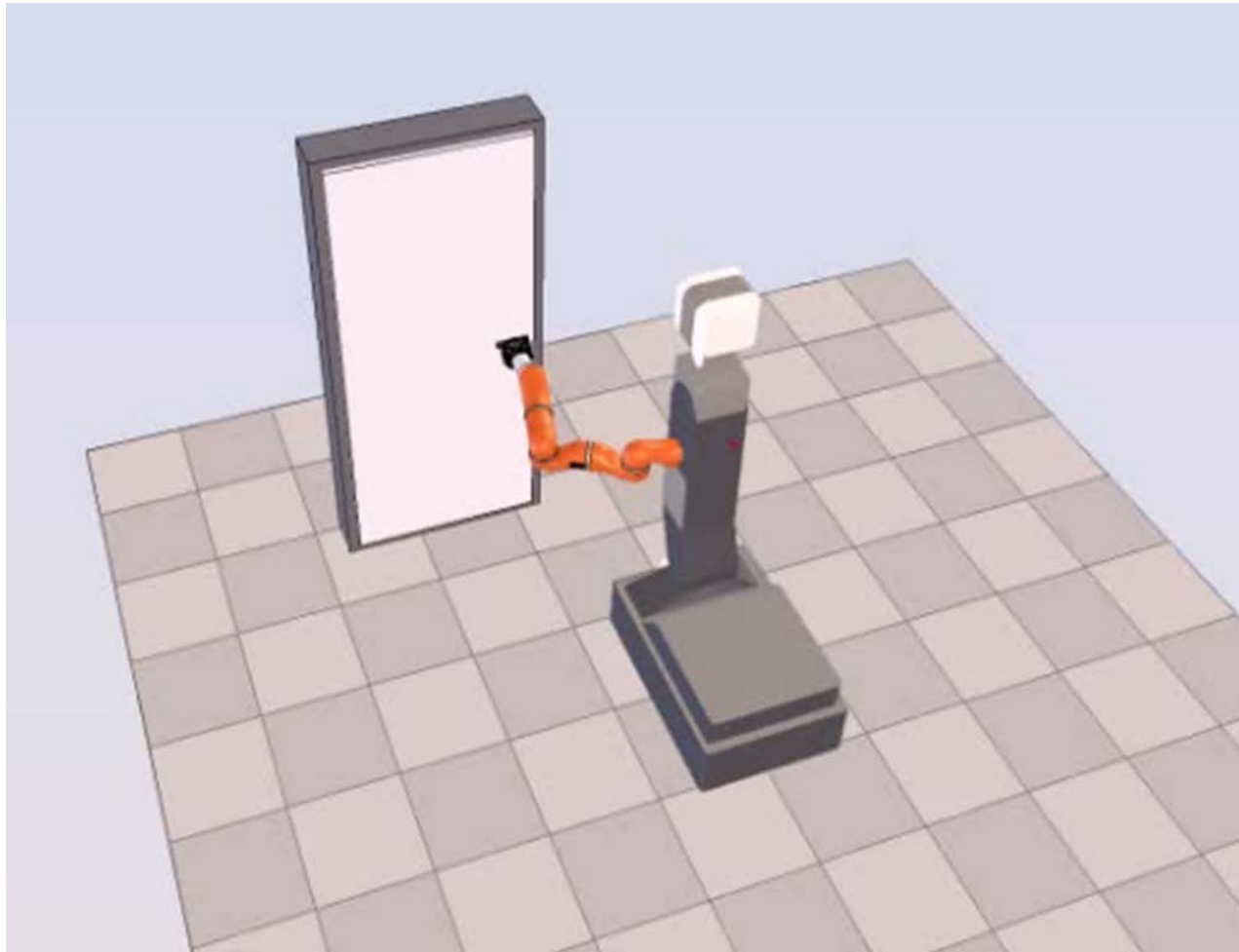
### intelligente Roboter



- arbeiten mit dem Menschen zusammen
- sind ggf. auch mobil
- stellen keine (Verletzungs-)Gefahr für den Menschen dar
- interagieren intuitiv mit dem Menschen (multimodal)
- besitzen vielfältige sensorische Fähigkeiten (visuelle Umgebungs- und Objekterkennung, taktil/haptisch, ...)
- flexibel einsetzbar
- einfache Programmierung (z.B. Apps, Sprache, Gesten)
- weisen einen hohen Autonomiegrad ...
- ...und Fehlertoleranz auf

# KI & Robotik – Maschine denkt mit und entscheidet

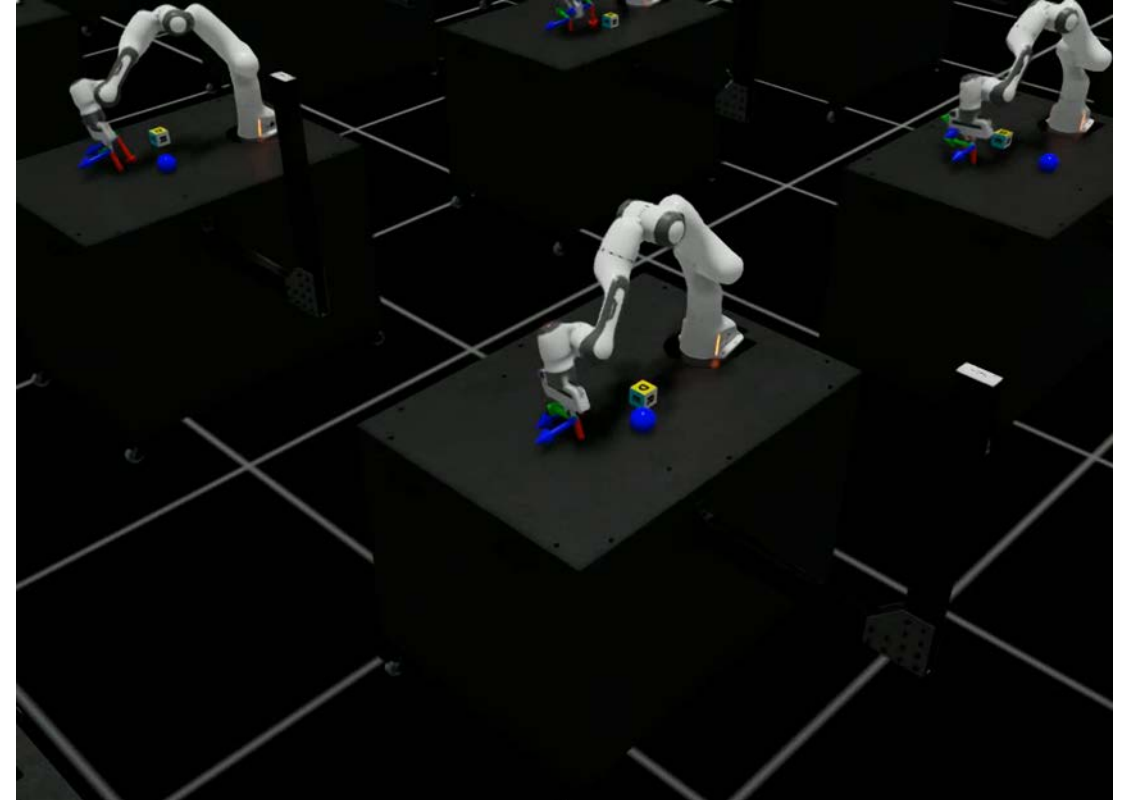
**Beispiel: selbstständige Aufgabenplanung und -ausführung: Öffnen einer Klappe/Tür**



# KI & Robotik – Maschine denkt mit und entscheidet

## „Treiber“/ Grundlagen der aktuellen Entwicklungen

- Foundation Models: Sprach- und Multimodal-Modelle (LLM/VLM)
- Humanoide Roboter (auch Zweiarmroboter mit Rädern)
- Embodied AI: KI-basierte Planung und Bewegungsgenerierung von Robotern
- Lernverfahren: Reinforcement Learning, Imitation Learning, Sim-to-Real-Transfer (Trainingsdaten per Simulation erzeugen, Übertragung auf reales System)



Simulation (Sim-to-Real)

# KI & Robotik – Maschine denkt mit und entscheidet

## Figure AI



Figure 1



Figure 2

# KI & Robotik – Maschine denkt mit und entscheidet

## Boston Dynamics, ATLAS, SPOT



ATLAS



ATLAS



SPOT

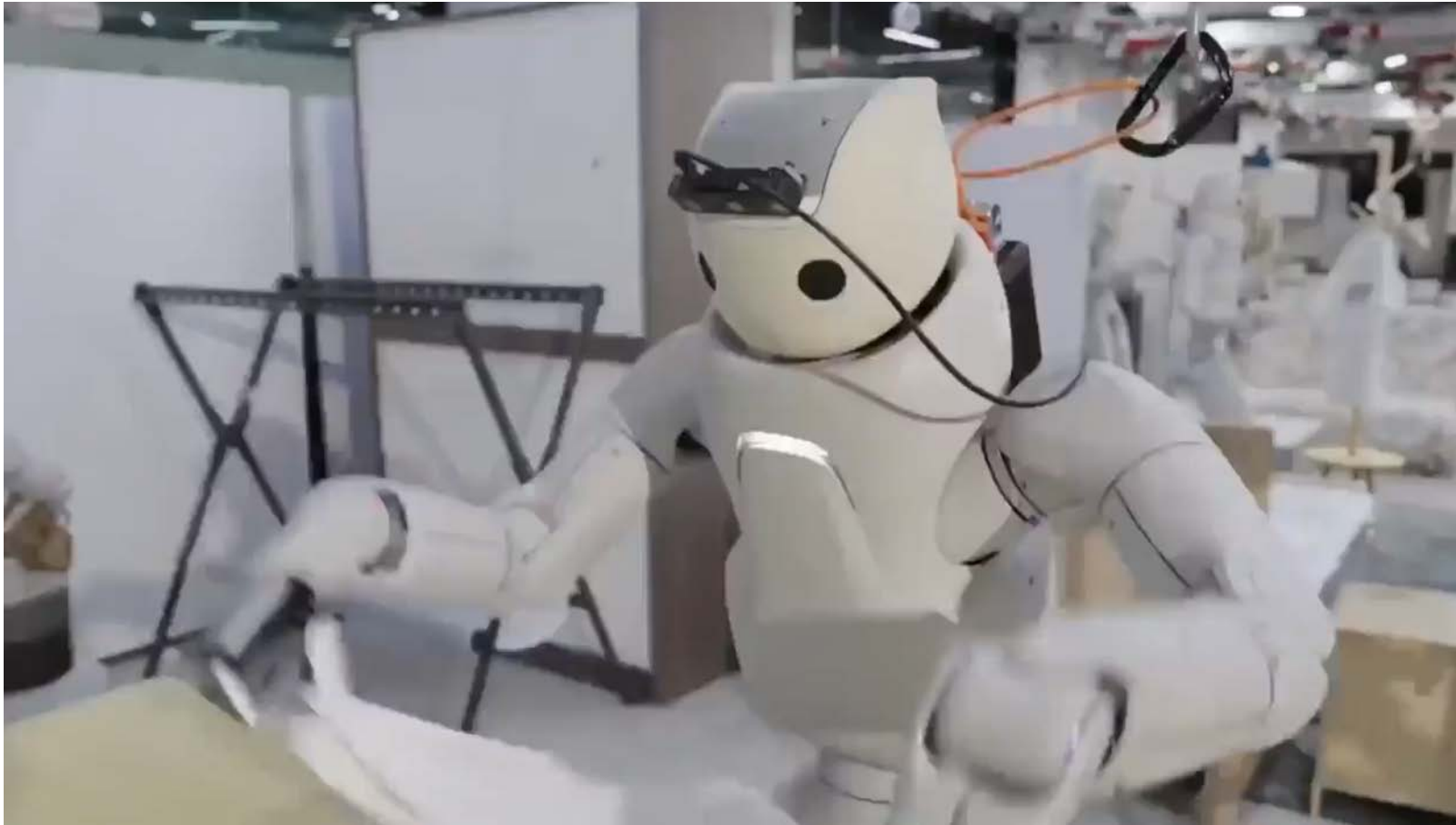
# KI & Robotik – Maschine denkt mit und entscheidet

## Amazon



# KI & Robotik – Maschine denkt mit und entscheidet

## Training humanoider Roboter



Fourier Robotics



Fraunhofer IFF / Shadow Robot

# KI & Robotik – Maschine denkt mit und entscheidet komplexe Aufgaben (T-Shirt zusammenlegen )?



# KI & Robotik – Maschine denkt mit und entscheidet

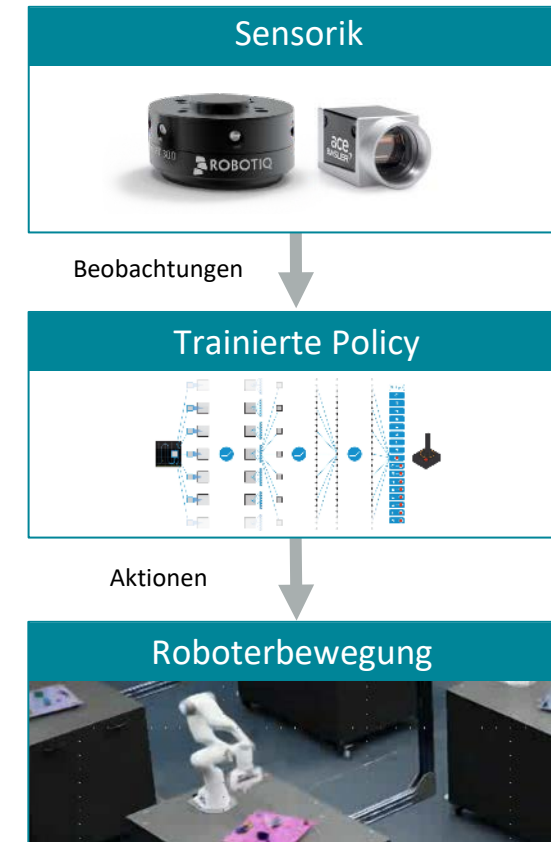
## KI-basierte Bewegungsgenerierung

### Was

- Nutzung von Techniken des Maschinellen Lernens für die direkte Steuerung der Roboterbewegung

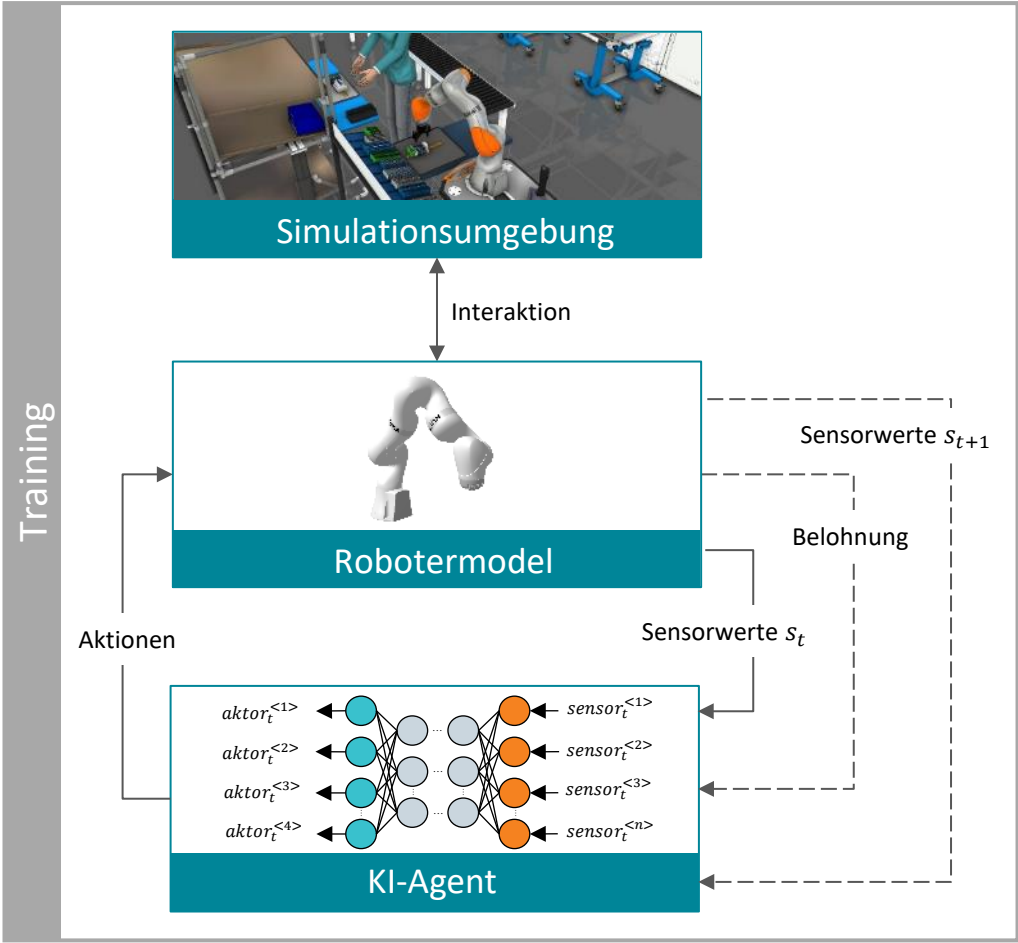
### Warum

- Automatisierung von Prozessen mit hoher Varianz häufig nicht wirtschaftlich möglich mit konventionellen Programmiermethoden
- KI-basierte Roboterbewegungssteuerung ermöglicht die ...
  - ... wirtschaftliche Automatisierung von Prozessen mit hoher Varianz
  - ... Automatisierung von Prozessen, die zuvor nicht automatisierbar waren

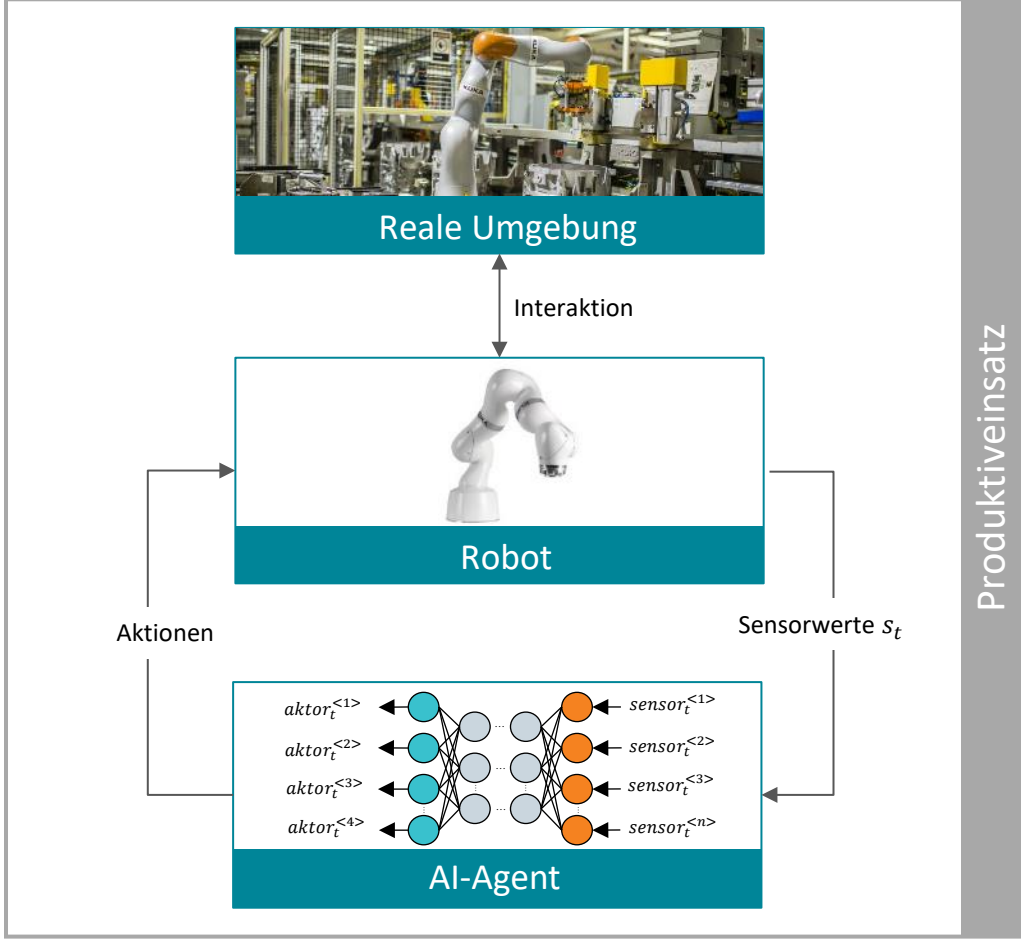


# KI & Robotik – Maschine denkt mit und entscheidet

## KI-basierte Bewegungsgenerierung: Reinforcement Learning



Sim2Real  
Transfer

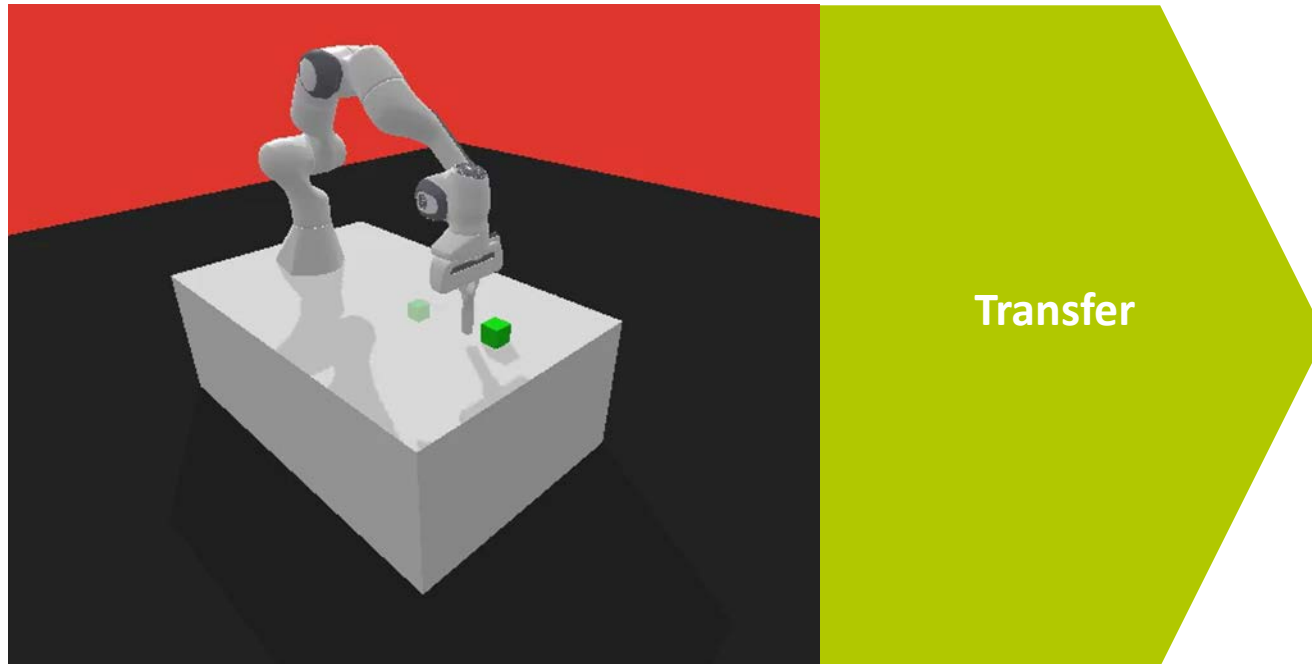


# KI-basierte Bewegungsgenerierung

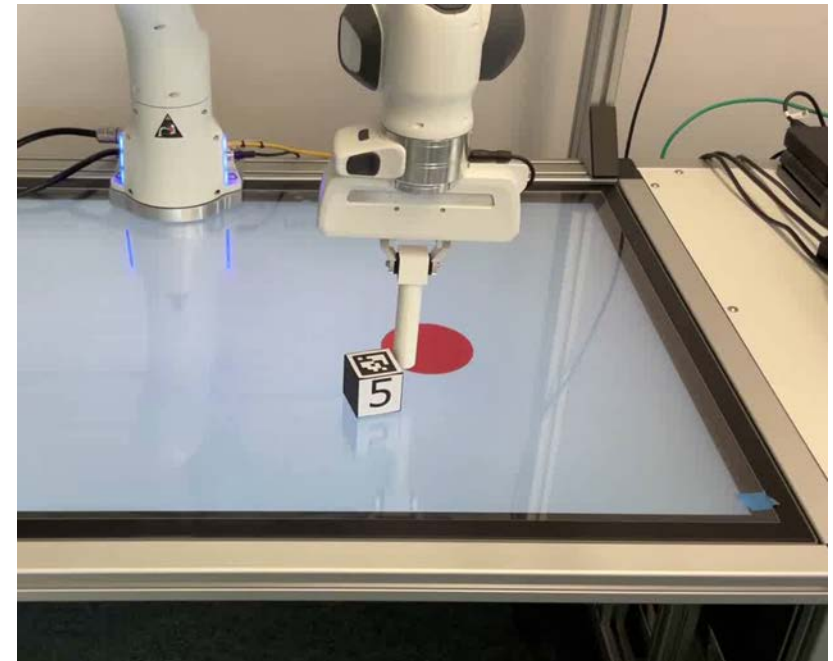
## Reinforcement Learning, Sim2Real Transfer

Robustes Training „einfacher“ Aktionen in der Simulation und erfolgreicher Übertragung auf das reale System:  
Demonstration: Würfel schieben

Training



Reale Applikation



# KI-basierte Bewegungsgenerierung

## KI-basierte Skills: Mainboard Demontage



# KI-basierte Bewegungsgenerierung

## Adaptive Handhabungsstrategien: Auspacken aus Folie



# Möglichkeiten, Trends und Grenzen: KI & Robotik

## KI-basierte Bewegungsgenerierung

- KI ersetzt nicht grundsätzlich, sondern ergänzt gezielt
  - Aktuell ergibt sich der größte Mehrwert durch eine **sinnvolle Kombination** von KI und analytischen Programmiermethoden
  - Gezielter Einsatz von KI für **Teilprozesse mit hoher Varianz**
- Der Integrationsaufwand verschwindet nicht, er verschiebt sich

Klassisch



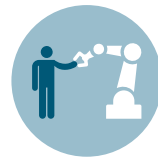
Programmieren

Reinforcement Learning



Modellieren

Imitation Learning



Demonstrieren

Beispiel: Kraftsensitive Montage

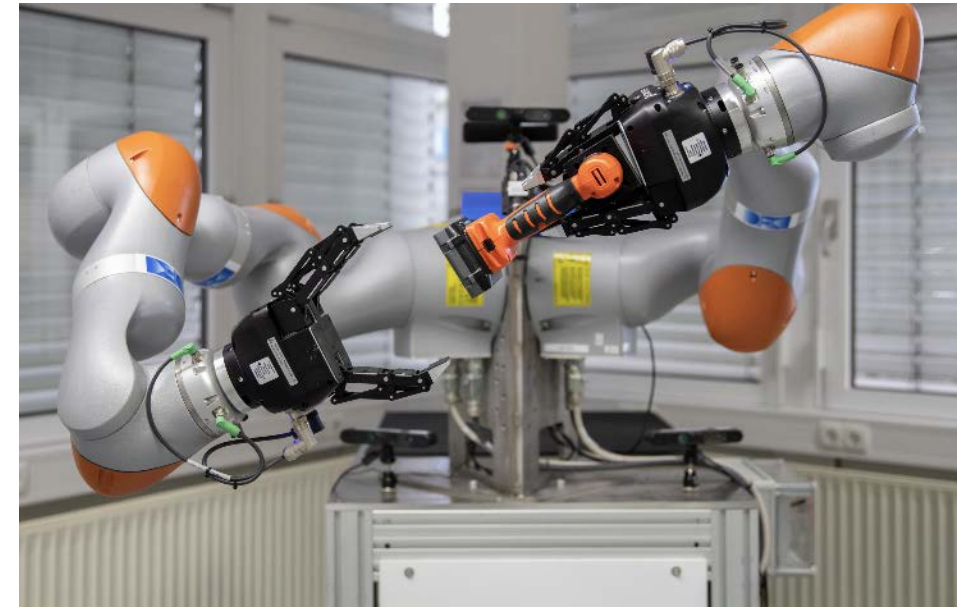


Beispiel: Handhabung biegeschlaffer Teile



# Möglichkeiten, Trends und Grenzen: KI & Robotik

- KI eröffnet vielfältige (auch völlig ) neue Möglichkeiten in der Robotik
  - Automatisierung bisher nicht automatisierbarer Prozesse
  - neben Sprachverarbeitung bietet die Objekterkennung/Situationswahrnehmung weitreichende neue Möglichkeiten
- aber: Manipulationsfähigkeit (Hände/Werkzeuge) wird in den nächsten Jahren nicht die Fähigkeiten des Menschen erreichen
- ....kognitive Fähigkeiten und Erfahrungswissen des Menschen....
- Brauchen wir humanoide Roboter für den Großteil der zu automatisierenden Aufgaben?
- Datengenerierung/Trainingsaufwand....



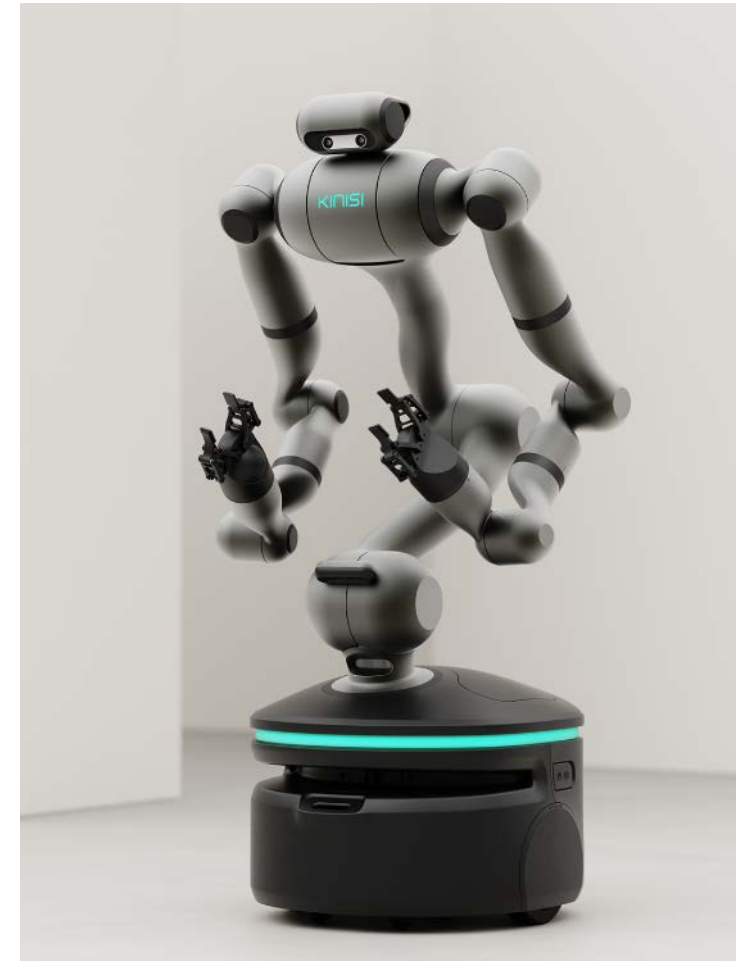
Dual-Robot, DFKI

➤ Handhabung/Manipulation von Objekten: das ist die technische Herausforderung/Chance

# Möglichkeiten, Trends und Grenzen: KI & Robotik

## Offene Fragen:

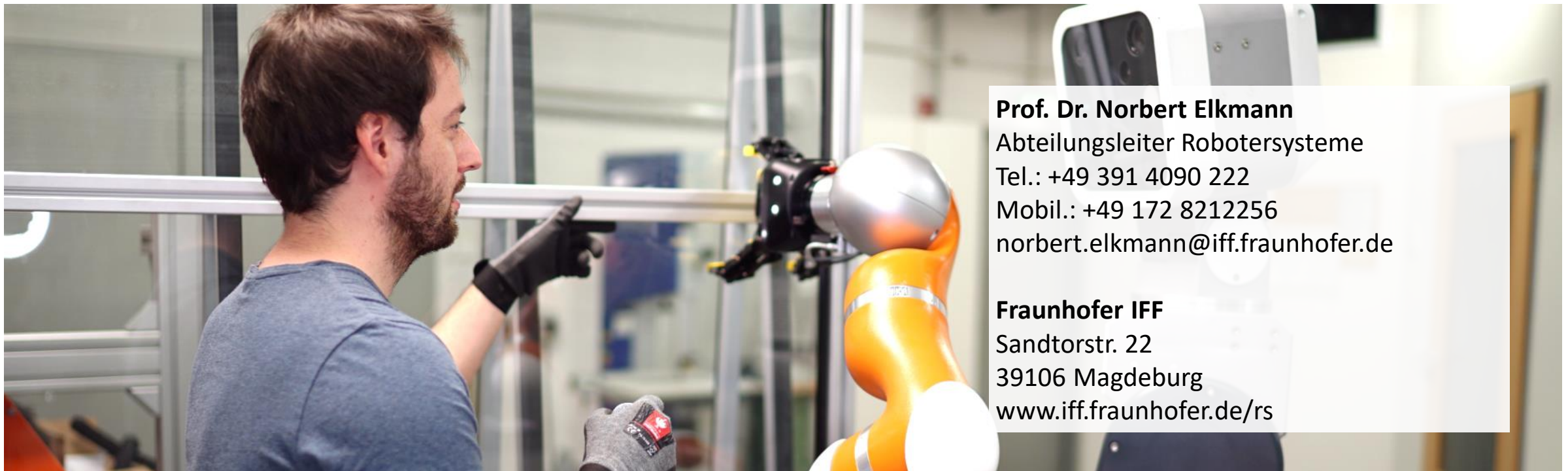
- vielfältige technische Herausforderungen
- Energiebedarf (Training)
- Gewährleistung der Sicherheit in der Nähe bzw. beim Umgang mit Personen (CE-Kennzeichnung, Risikobewertung ...)
- rechtliche (datenschutzrechtliche Implikationen (Datenschutzgrundverordnung) sowie haftungsrechtliche Fragen) und ...
- ethische Herausforderungen
- Kosten der Systeme (und des Betriebs bzw. der Inbetriebnahme), Wirtschaftlichkeit



Kinisi 01

# KI & ROBOTIK – MASCHINE DENKT MIT UND ENTSCHIEDET MÖGLICHKEITEN, TRENDS UND GRENZEN DER KI IN DER ROBOTIK

**Prof. Dr. Norbert Elkmann,**  
Fraunhofer IFF, Abteilungsleiter Robotersysteme



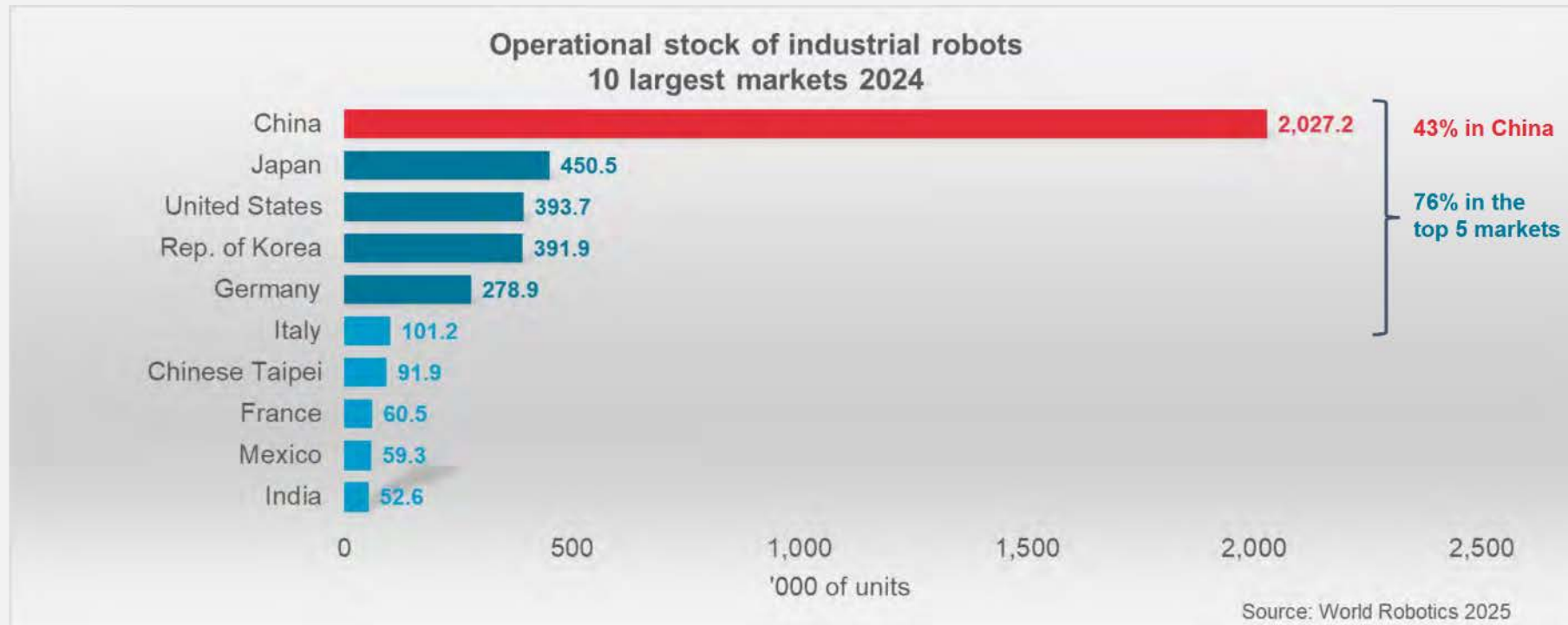
**Prof. Dr. Norbert Elkmann**  
Abteilungsleiter Robotersysteme  
Tel.: +49 391 4090 222  
Mobil.: +49 172 8212256  
[norbert.elkmann@iff.fraunhofer.de](mailto:norbert.elkmann@iff.fraunhofer.de)

**Fraunhofer IFF**  
Sandtorstr. 22  
39106 Magdeburg  
[www.iff.fraunhofer.de/rs](http://www.iff.fraunhofer.de/rs)

# Aktuelle Trends und Entwicklungen in der Robotik

## Industrieroboter im Einsatz (Länder)

### Top 10 markets – operational stock



# Aktuelle Trends und Entwicklungen in der Robotik

## Markt Industrieroboter: neue Installationen 2024

### Top 10 markets - new installations

