



**Fraunhofer**  
IPA

Fraunhofer-Institut für Produktions-  
technik und Automatisierung IPA



Projekt rob-aKademl

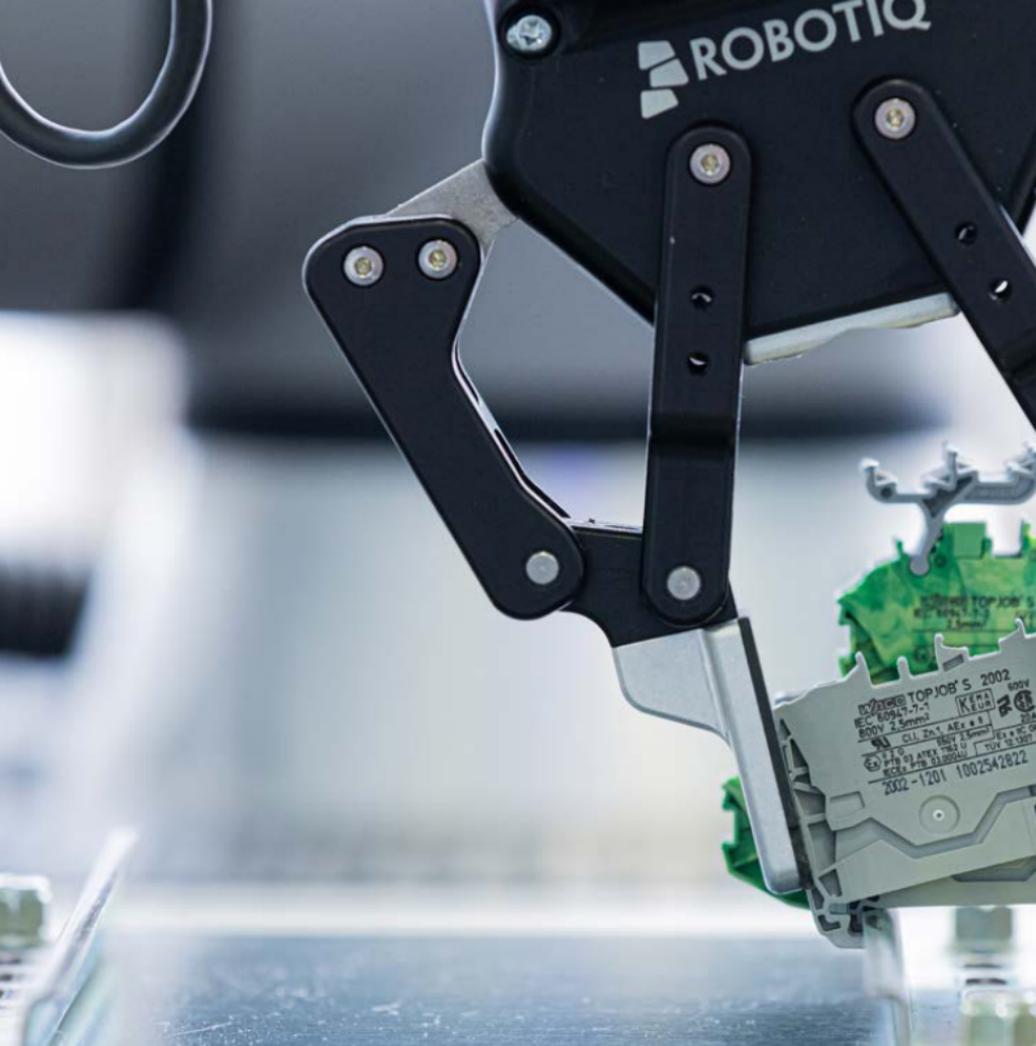
---

# Roboter lernen das Montieren

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



## Der Weg hin zur »Losgröße 1«

Unternehmen in Deutschland müssen in einem zunehmend globalisierten Wettbewerb und bei sinkenden Stückzahlen bis »Losgröße 1« wirtschaftlich produzieren. Dieser Wandel von der Massenproduktion zur Massenpersonalisierung und die damit verbundene häufige Anpassung der Produktion ist bislang – insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) – nur bei manueller Fertigung wirtschaftlich durchführbar. Nicht selten werden daher Produktionskapazitäten in Niedriglohnländer verlagert.

Roboter können hier einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil bieten und Produktionen in Deutschland halten. Die genannte Massenpersonalisierung stellt jedoch hohe Anforderungen an die Roboterautomation, insbesondere bei der Montage.



Effiziente Werkzeuge können KMU befähigen, die Roboterprogrammierung ohne Expertenwissen durchzuführen.

Limitierende Faktoren für diesen Einsatz von Robotern sind bisher unter anderem:

- Vielfältige und oft kraftgeregelte Prozesse
- Hohe Anzahl zu montierender Produktvarianten
- Notwendigkeit kurzer Zykluszeiten

KMU stehen vor diesen Problemen:

- Zu hoher Zeitaufwand für nicht-wertschöpfende Tätigkeiten wie:
  - Roboterprogrammierung
  - Anpassung an dynamische Änderungen
  - Fehlerbehebung während der Anlaufphase
- Expertenwissen für die Programmierung komplexer Produktionsprozesse nötig

Effiziente Werkzeuge können KMU befähigen, die Roboterprogrammierung ohne Expertenwissen durchzuführen. rob-aKademi verfolgt daher das Ziel, einen Beitrag zu einer vereinfachten und autonomeren Programmierung der Roboter zu leisten, adressiert dadurch die zunehmend personalisierte Produktion und ebnet den Weg für eine wirtschaftliche Roboter Montage bis Losgröße 1. Insbesondere Hochlohnländern wie Deutschland bietet dies entscheidende Wettbewerbsvorteile.

## **Die Kombination modernster Technologien als Schlüssel**

Im Projekt wird durch die Kombination von Technologien wie Physiksimulationen und modernsten Ansätzen der Künstlichen Intelligenz ein Framework zur Generierung robuster Robotersteuerungs-Algorithmen entwickelt. Eine physikalische Simulation der Produktionsumgebung, der digitale Zwilling, erlaubt dem simulierten Roboter, durch hierarchische Ansätze des Reinforcement Learning in einem sicheren Umfeld anpassungsfähige Steuerungsalgorithmen für die Montage zu erlernen. Dabei erkundet der Roboter innerhalb der Simulation autonom seine Umgebung, plant darauf aufbauend sein Verhalten und optimiert es selbstständig bzw. fortlaufend.

Neu ist, dass der Roboter die flexible Montage fähigkeitsbasiert erlernt. So können bekannte Fähigkeiten des Roboters genutzt werden und die Komplexität der Aufgabe reduziert sich. Dieser Ansatz fußt auf der bereits verfügbaren Software »pitasc« des Fraunhofer IPA für kraftgeregelt Montageaufgaben und nutzt die darin eingebetteten Fähigkeiten, um sie anwendungsspezifisch zu erweitern. Weil sie modular gestaltet sind, entfällt das erneute Trainieren bereits gelernter Fähigkeiten, sodass diese schnell und vielfältig wieder einsetzbar werden.

## Lernmodule für die Praxis

Das digitale Abbild der Produktionsumgebung und der fähigkeitsbasierte Steuerungsansatz sind in anwendungsbezogene Lernmodule integriert, die das Expertenwissen über die Roboterprogrammierung und den jeweiligen Montagevorgang kapseln und digitalisieren. Durch die Module »Kraftgeregeltes Fügen« und »Schnappverbindungen«, die bereits auf »pitasc« aufbauen, werden dedizierte Lernaufgaben für die kraftgeregelte Montage geschaffen. Zusätzlich adressiert das »Perzeptionsmodul« die Objekterkennung, die perspektivisch mit den zuvor beschriebenen Modulen kombiniert werden soll. Mithilfe dieser werden robuste Roboterprogramme für die Übertragung der Simulationsergebnisse in die Realität erstellt.

Evaluation in drei industriellen Anwendungsfällen:

- Schaltschrankmontage
- Schaltermontage
- Leiterplattenmontage

Die Anwendungen weisen ein erhebliches Potenzial für die Roboterautomatisierung auf. Verfügbare Anwendungen schöpfen dieses Potenzial jedoch bisher meist nicht aus, weil sie aufgrund kleiner Losgrößen und einer hohen Variantenzahl wirtschaftlich noch nicht realisierbar waren.



Dank KI lernen Roboter das Montieren bereits in der Simulation, was die Montage bis Losgröße 1 ermöglicht.

## Call to Action

Die rob-aKademi-Lösung lässt sich aufgrund ihrer modularen Konzeption mit geringem Aufwand auf vergleichbare Anwendungsfälle übertragen. Wir unterstützen Unternehmen, die einen einfachen Einstieg in die roboterbasierte Automatisierung suchen, klassische Montagefähigkeiten wie Schrauben, Nieten oder Klipsen automatisieren oder alternative Anwendungsfälle hinsichtlich der Automatisierungsmöglichkeit untersuchen lassen möchten, in allen Projektphasen. Kommen Sie gerne auf uns zu.



## Allgemeine Informationen

### Projektname:

Verbundprojekt rob-aKademi – Generierung robuster Steuerungs-Algorithmen für Roboter aus der Physiksimulation mittels Methoden der Künstlichen Intelligenz zur hochflexiblen, variantenreichen Montage in »Losgröße 1«.

### Laufzeit:

01.07.2020 bis 30.06.2022

### Förderung:

Das Projekt ist Teil der Fördermaßnahme »KI01 KI in der Praxis« vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Das Förderkennzeichen ist 01IS20009.

### Projektträger:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

### Projektpartner und ihr Beitrag:

- Projektkoordinator & Technologieanbieter: micropsi industries GmbH
- Technologieanbieter: TruPhysics GmbH, elprotek GmbH
- Forschungspartner: Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Universität Stuttgart – Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF
- Endanwender: dresden elektronik ingenieurtechnik GmbH, Käpple Qualitätsleister e.K., Walter Meile GmbH

**micropsi  
industries**

**tru**physics

**elprotek**  
Dienstleistungen und Lösungen für die Elektronik-Fertigung

**Fraunhofer**  
IPA

**Universität Stuttgart**  
Institut für Industrielle Fertigung  
und Fabrikbetrieb IFF

dresden elektronik **e**

**KÄPPLÉ**  
PERFECT TO USE

**WM**  
WALTER MEILE GMBH

## Kontakt

---

### **Fachlicher Ansprechpartner:**

Arik Lämmle, M. Sc.  
Fraunhofer IPA  
Abteilung Roboter- und Assistenzsysteme  
Telefon: +49 711 970-1639  
arik.laemmle@ipa.fraunhofer.de  
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

### **Projektkoordination:**

Lucie Johanna Wienecke  
micropsi industries GmbH  
Geschäftsbereich: Chief of Staff/Business Development  
Telefon: +49 30 5490 5701  
lucie@micropsi-industries.com  
Karl-Marx-Straße 58, 12043 Berlin