

# Expertenforum „Bin Picking in der Praxis“ Flexibel, anwenderfreundlich, wirtschaftlich: Trends rund ums Bin Picking

**Dipl.-Ing. Richard Bormann, M. Sc.**

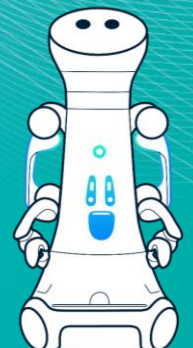
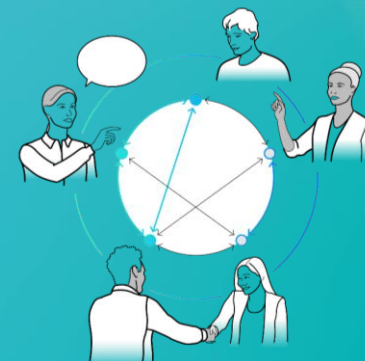
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Gruppenleiter „Handhabung und Intralogistik“

Tel +49 711 970-1062

E-Mail [richard.bormann@ipa.fraunhofer.de](mailto:richard.bormann@ipa.fraunhofer.de)

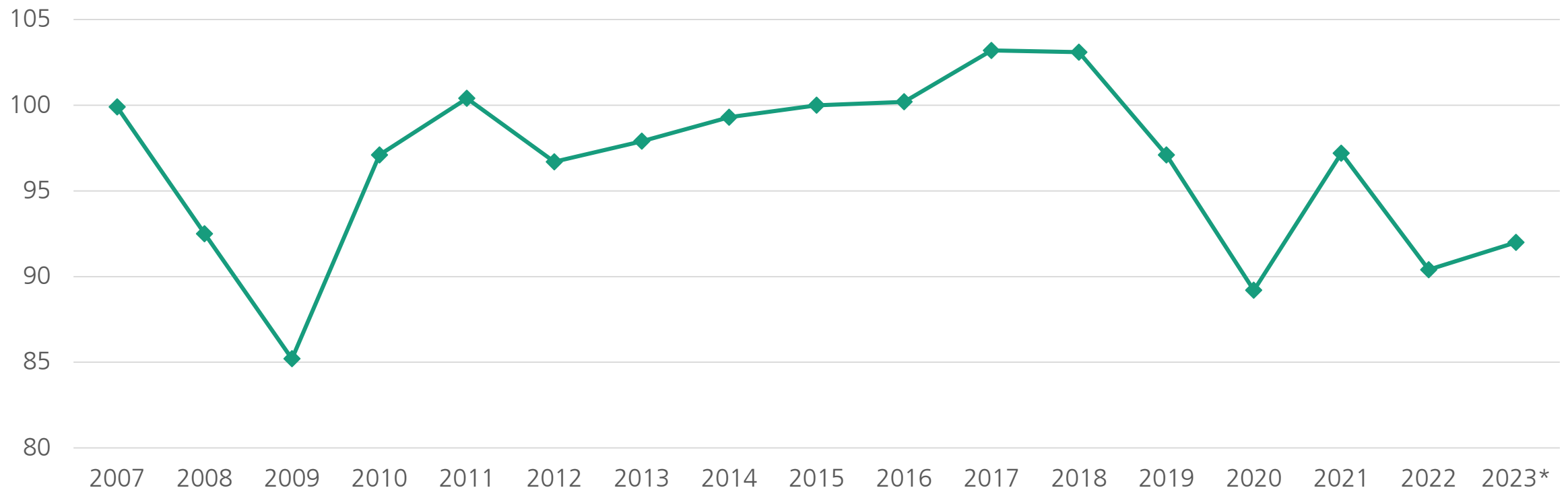
Web <https://www.ipa.fraunhofer.de/robotersysteme>



# Fallbeispiel – in der Krise die Weichen stellen

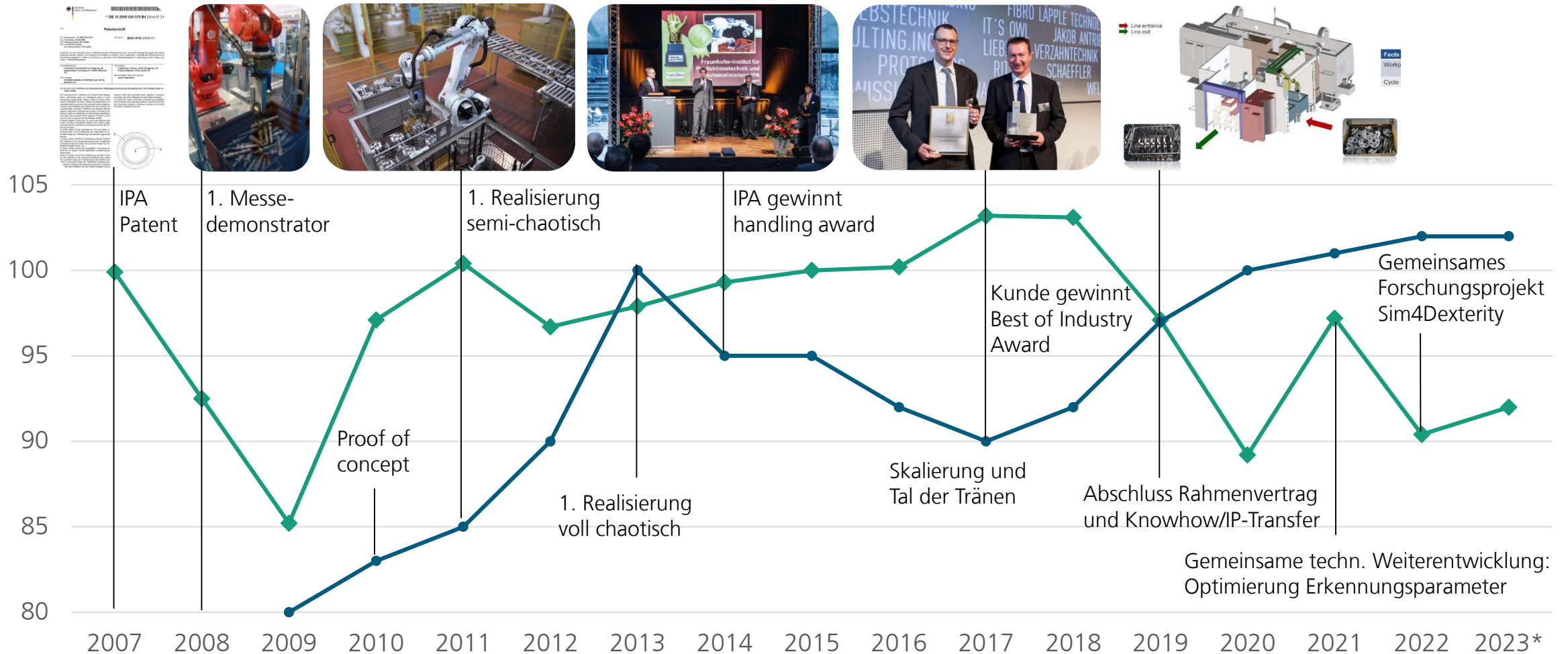
Strategische Kooperation zwischen Liebherr Verzahrtechnik und Fraunhofer IPA

Jahresdurchschnittswerte des ifo-Geschäftsklimaindex von 2007 bis 2023



# Fallbeispiel – in der Krise die Weichen stellen

Strategische Kooperation zwischen Liebherr Verzahntechnik und Fraunhofer IPA





# Griff-in-die-Kiste mit Liebherr-Verzahntechnik GmbH

Von der Forschung zum Produkt



## Ausgangssituation

- Langjährige Forschung im Bereich Griff-in-die-Kiste am IPA
- Zusammenarbeit bei der Realisierung von Griff-in-die-Kiste-Anwendungen mit Liebherr-Verzahntechnik GmbH
- Konstellation erschwerte die Skalierung auf eine größere Anlagenzahl und die schnelle Reaktion auf Kundenanforderungen

## Lösung

- Verstärkter Aufbau von Kompetenzen für die Software und die Algorithmen bei Liebherr (Knowhow-Transfer)
- Gemeinsame Weiterentwicklung

## Nutzen

- Angebot eines schlüsselfertigen Technologiepakets für Endanwender
- Schnelle Reaktion auf Kundenanforderungen durch Liebherr
- Integration neuester Forschungsergebnisse durch das Fraunhofer IPA

*„Die gemeinsame Lösung von Liebherr und Fraunhofer wird von unseren Kunden als technologieführend im Bin Picking angesehen“*

- Thomas Mattern, Liebherr Verzahntechnik GmbH

**LIEBHERR**





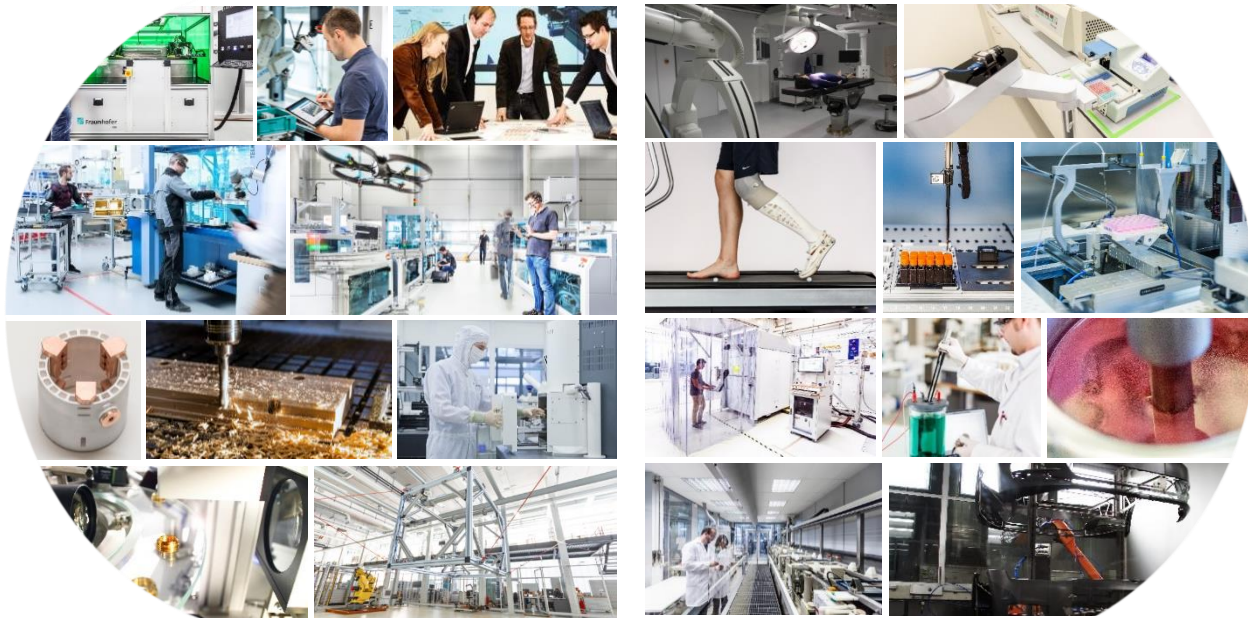
# Fraunhofer IPA

Innovationstreiber mit wissenschaftlicher Reputation seit 1959

- Über 1.000 Projekte (Auftragsforschung) mit Industriekunden pro Jahr
- 1.200 Mitarbeitende an 9 Standorten (Hauptsitz: Stuttgart)
- 2021: 24 neu veröffentlichte Patentschriften, 870 Veröffentlichungen
- Angewandte Forschung macht Wissenschaft für die Industrie nutzbar

Gesamtjahr 2021<sup>1)</sup>

Haushalt gesamt	82 Mio. EUR
Betriebshaushalt	77 Mio. EUR <sup>2)</sup>
Investitionshaushalt	5 Mio. EUR
Wirtschaftserträge	23 Mio. EUR



# Robotik am Fraunhofer IPA

Über 70 wissenschaftliche Mitarbeitende für den Erfolg Ihres Projektes

■ Konzeptionen

■ Simulationen

■ Machbarkeitsstudien

■ Entwicklung

■ Lasten- und Pflichtenhefte

■ Realisierungsbegleitungen

■ Realisierungen

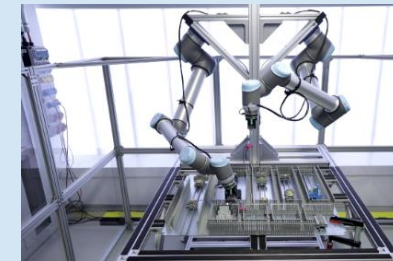
**Handhabung  
und Intralogistik**



**Schweißen und  
Bearbeiten**



**Montage-  
Automatisierung**



**Planung und Entwicklung  
von Robotersystemen**



**Industrielle und  
gewerbliche Servicerobotik**



**Haushalts- und  
Assistenzrobotik**



**Software Engineering  
und Systemintegration**



**Sichere Roboteranwendungen  
und Cobots**



Abteilungsleiter: Dr. Werner Kraus, 0711/970-1049, [werner.kraus@ipa.fraunhofer.de](mailto:werner.kraus@ipa.fraunhofer.de)

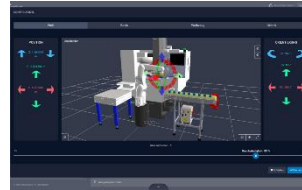
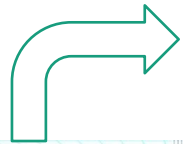
Website: <https://www.ipa.fraunhofer.de/robotersysteme>



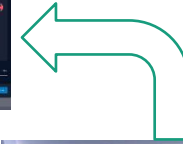
# Robotik am Fraunhofer IPA

Transfer in die Praxis via Ausgründungen

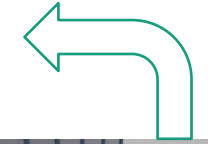
PREMIUM ROBOTICS



drag&bot  
robot programming framework



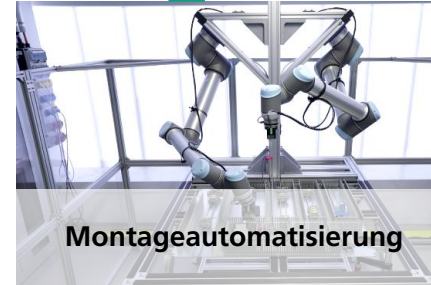
Assemblio



Handhabung und Intralogistik



Schweißen und Bearbeiten



Montageautomatisierung



Planung und Entwicklung von Robotersystemen



Industrielle und gewerbliche Servicerobotik



Haushalts- und Assistenzrobotik



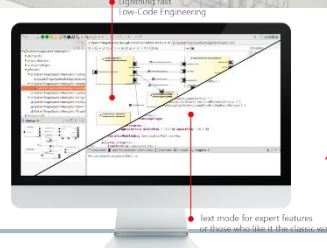
Software Engineering und Systemintegration



Sichere Roboteranwendungen und Cobots



NODE



xito  
Application Building Platform for Robotics



mojin robotics



# Automatisierung der Automatisierung

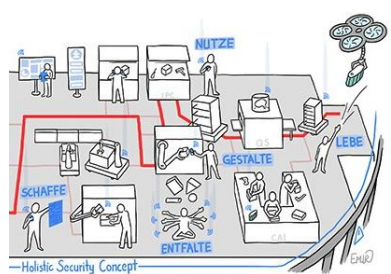
Automatisierung der Automatisierung macht Robotik auch bei HMLV rentabel

- Roboterinvest: 25-30% des Robotersystems
- Personalkosten: ~40% des Robotersystems
- Skaleneffekte werden durch Individualisierung (I4.0 → Unikate) aufgewogen
- Komplexe Automation ist zu 80% KVP / brown field
- Viele manuelle (Experten-)Prozesse beim Umrüsten



## »Automatisierung der Automatisierung« senkt Integrations- und Umrüstaufwände. IPA-Beispiele:

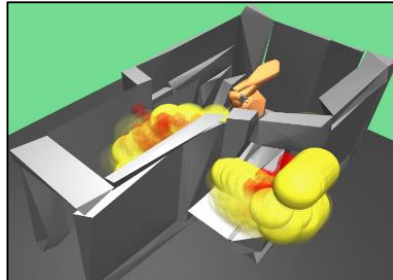
Auslastungsoptimierte Matrixproduktion



Automatisierte Layoutvorschläge



Automatische Risikobeurteilung



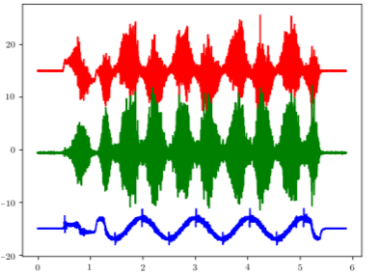
Autonome Verkettung mittels FTS



Selbstkonfigurierendes bin picking



Selbstoptimierung Prozessparameter





# Bin Picking: Ausgangssituation aus Sicht der Industrie

Vielfältige und komplexe Handhabungsprobleme

## Handhabungsprozesse sind Teil aller logistischen Prozesse, steigende Bedeutung von Automatisierungslösungen

- Teils unergonomischer Prozess (z.B. schwere Gebinde/Bauteile, Lagerung in hoher oder niedriger Position)
- Hoher Individualisierungsgrad in der Produktion, steigende Warenumschlagszahlen im e-Commerce
- Preisdruck, Logistikprozess ist an sich nicht wertschöpfend

## Bauteilvereinzlung zur Maschinenbeladung

- Beladung von Bearbeitungsmaschinen mit Rohlingen oder Bauteilen aus unsortierten Kisten
- Herausforderungen:  
kurze Taktzeit, präzise Ablage, hohe Zuverlässigkeit, Entleerung der Kisten, einfache Einrichtung, anspruchsvolle Objektgeometrien (Verhakung, flach)



# Bin Picking: Ausgangssituation aus Sicht der Industrie

Vielfältige und komplexe Handhabungsprobleme

**Handhabungsprozesse sind Teil aller logistischen Prozesse, steigende Bedeutung von Automatisierungslösungen**

- Teils unergonomischer Prozess (z.B. schwere Gebinde/Bauteile, Lagerung in hoher oder niedriger Position)
- Hoher Individualisierungsgrad in der Produktion, steigende Warenumschlagszahlen im e-Commerce
- Preisdruck, Logistikprozess ist an sich nicht wertschöpfend

## Montagevorkommissionierung / Kitting

- Vorkommissionierung der benötigten Bauteile für die einzelnen Montage-Arbeitsschritte
- Herausforderungen:  
Skalierbarkeit bezüglich Bauteilvielfalt und Gesamtanzahl,  
geringer Einrichtungsaufwand, wiederholbare Ablage,  
Verpackungsmaterialien





# Autonome Handhabung in der Industrierobotik

**1. Griff-in-die-Kiste**  
Bauteilvereinzelung zur  
Maschinenbeladung

**2. Montagevorkommissionierung**  
(Kitting) und neue KI-Technologien  
für das Bin Picking

**3. Modellfreie  
Handhabungstechnologien**

**4. Kommissionieren  
im Warenlager**

# Griff-in-die-Kiste mit bp3™

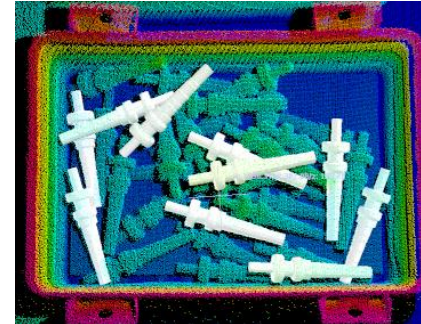
## Einführung und Lösungsansatz

### Vereinzelung chaotisch gelagerter Werkstücke und passgenaue Ablage

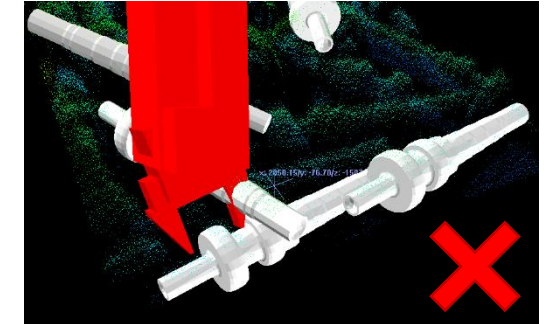
### Modellbasierter Griff-in-die-Kiste-Ansatz

1. Erfassung der Szene durch 3D-Sensorik
2. Entnahmeplanung durch die am IPA entwickelte Griff-in-die-Kiste-Software bp3™
  - **Objektlageerkennung**
  - **Greifpunktberechnung** und kollisionsfreie Bahnplanung
3. Entnahme der Werkstücke durch den Roboter

### Planung einer definierten, präzisen Ablage z.B. im Werkstückträger in Abhängigkeit vom gewählten Greifpunkt



Erkannte Objektlagen



Kollisionserkennung





# Griff-in-die-Kiste mit bp3™

## Industrieller Einsatz

Flexible Software: einsetzbar mit verschiedensten Roboter-, Greifer- und 3D-Kameratypen



Im Produktiveinsatz

Demonstrator / Versuche



Im Produktiveinsatz

Demonstrator / Versuche

Über 25 Industrieanstaltungen im Einsatz



# bp3™ – der Bin Picking Werkzeugkasten für alle Fälle

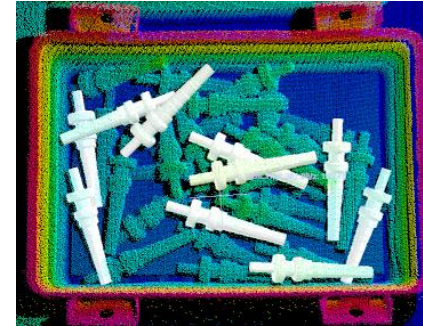
Industrieprobte Picking-Lösungen mit KI

## Flexible Bin Picking Software mit modell-basierten und modellfreien Greifalgorithmen sowie

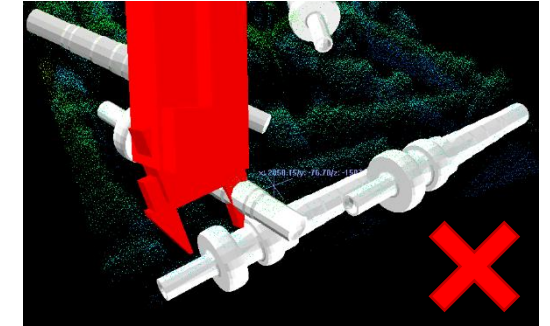
- Objektlageschätzung (modellbasiert)
- Kollisionsfreie Greifposen und Armbewegungen
- Präzise Ablage in Werkstückträgern oder Kisten

## Vorteile

- Einfache Konfiguration (Grafische Bedienoberfläche oder vollautomatisch)
- Hardwareunabhängig (Sensor, Roboter, Greifer)
- Höchste Zuverlässigkeit (Kundenfeedback)
- Zugriff auf innovative KI-Technologien
- Kundenanpassungen durch unsere Entwickler



Objektlageschätzung



Kollisionserkennung





# Autonome Handhabung in der Industrierobotik

**1. Griff-in-die-Kiste**  
Bauteilvereinzelung zur  
Maschinenbeladung

**2. Montagevorkommissionierung**  
(Kitting) und neue KI-Technologien  
für das Bin Picking

**3. Modellfreie  
Handhabungstechnologien**

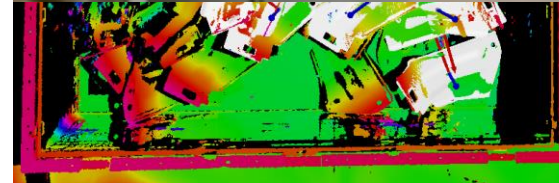
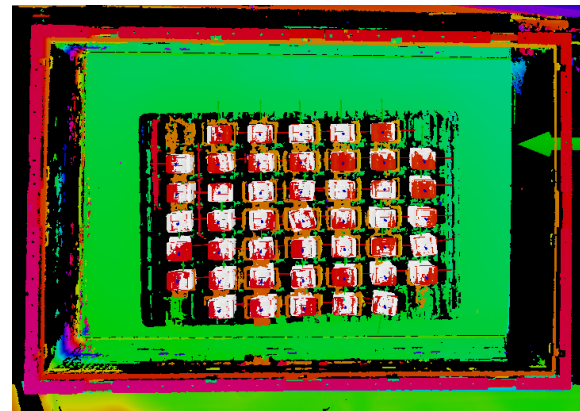
**4. Kommissionieren  
im Warenlager**



# Vereinzelung im industriellen Supermarkt / Kitting

## Vorkommissionieren von Bauteilen für Montageschritte

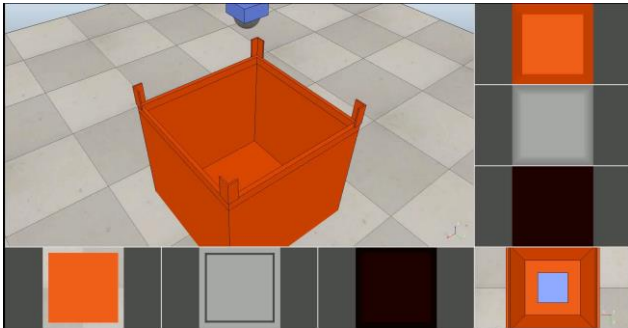
- Handhabung vieler, verschiedener Bauteiletypen  
z.B. für die Vorkommissionierung benötigter Teile  
für einen Montageschritt in der Automobilproduktion  
(Beispiel: Nissan, Projekt Pikbot, RoboTT-Net)
- Herausforderungen:
  - Bauteilvielfalt → Greiftechnologie  
→ selbstkonfigurierende KI-Methoden
  - Flache Bauteile, Verhakungen → neue KI-Methoden



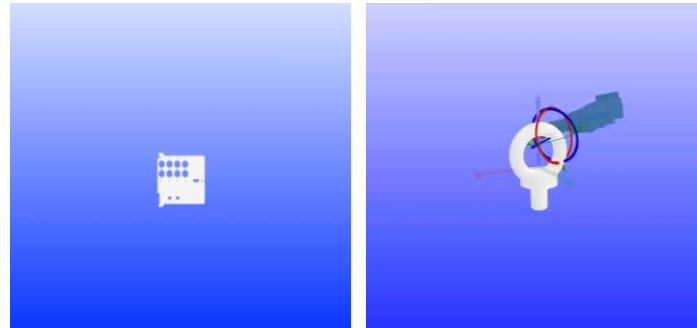
# bp3™ – der Bin Picking Werkzeugkasten für alle Fälle

Technologie-Innovationen dem Stand der Technik voraus

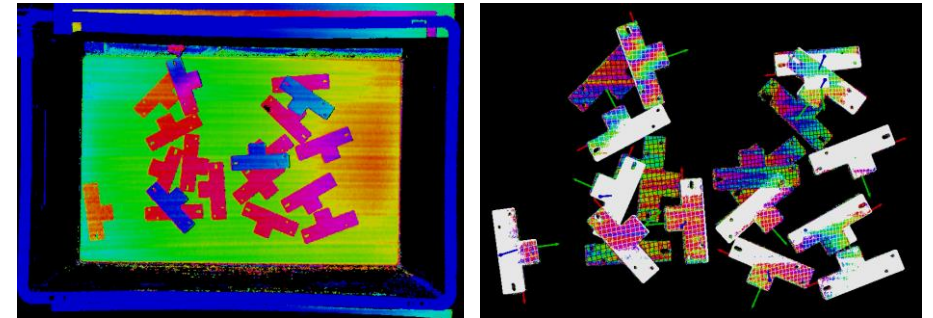
Simulationsbasiertes Lernen



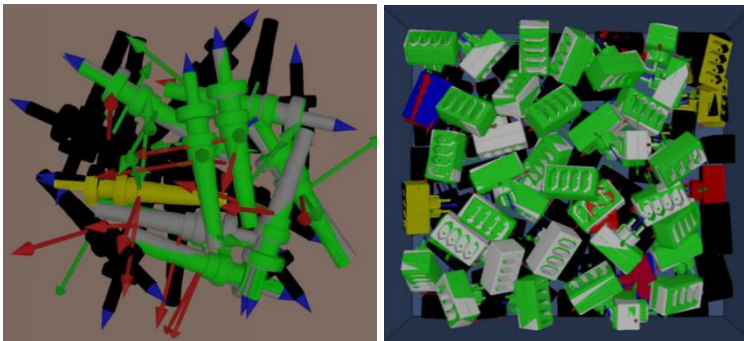
Automatische Griffdefinition



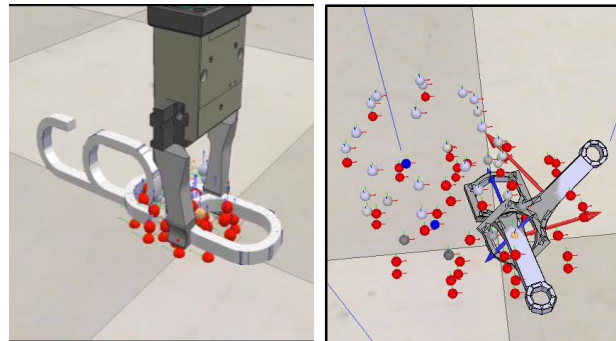
Segmentierung (flacher) Bauteile und Verpackungen



Selbstkonfigurierende, schnelle  
KI-basierte Objektlageschätzung  
und Greifplanung



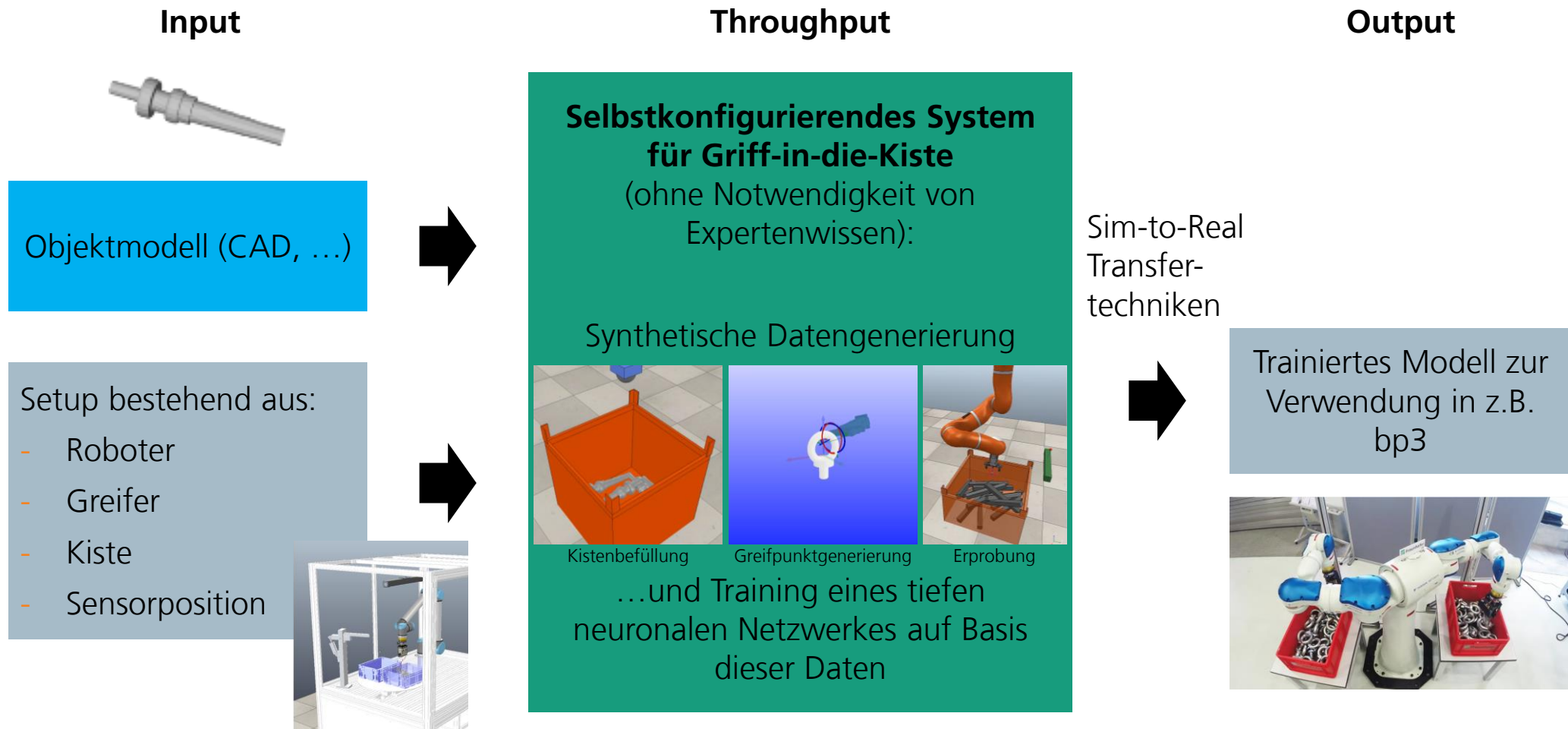
Verhakungsauflösung





# bp3™ – der Bin Picking Werkzeugkasten für alle Fälle

Automatische Konfiguration des Griff-in-die-Kiste in Simulation



# bp3™ – der Bin Picking Werkzeugkasten für alle Fälle

## Automatische Konfiguration des Griff-in-die-Kiste in Simulation

### Vorgehen:

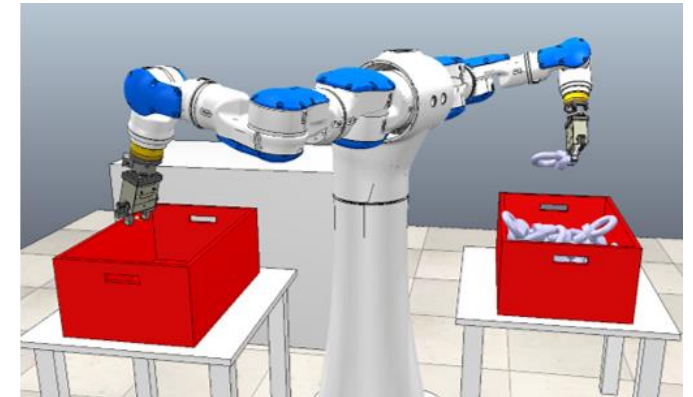
- In der Simulation: **Befüllung** von Kisten, Ausführung der **Griffe** mit Roboter und Speichern diverser Daten
- **Training** von tiefen neuronalen Netzwerken auf Basis der Simulationsdaten und **Transfer** des Erfahrungswissens in reale Anwendungen mittels **Sim-to-Real** Techniken

### Vorteile:

- **Automatische Konfiguration** des Griff-in-die-Kiste in der Simulation
- Ansatz ist modular in bp3™ integrierbar (nur Lageschätzung, Lageschätzung mit Bewertung der **Greifbarkeit**, Lageschätzung mit Bewertung der **Qualität von Greifposen**, ...)
- **Priorisierung** von Objekten, die gut greifbar sind (ohne Verrutschen im Greifer, ohne Umgreifen, ohne Verhakungen, ...)

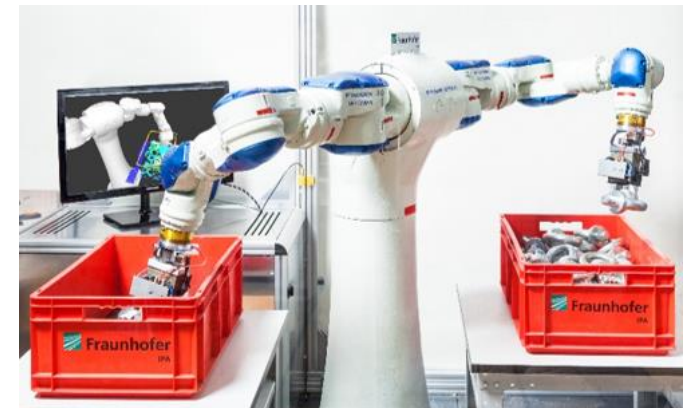
### Limitierungen:

- Zeitaufwand für Datengenerierung und Training



Simulation

Transfer

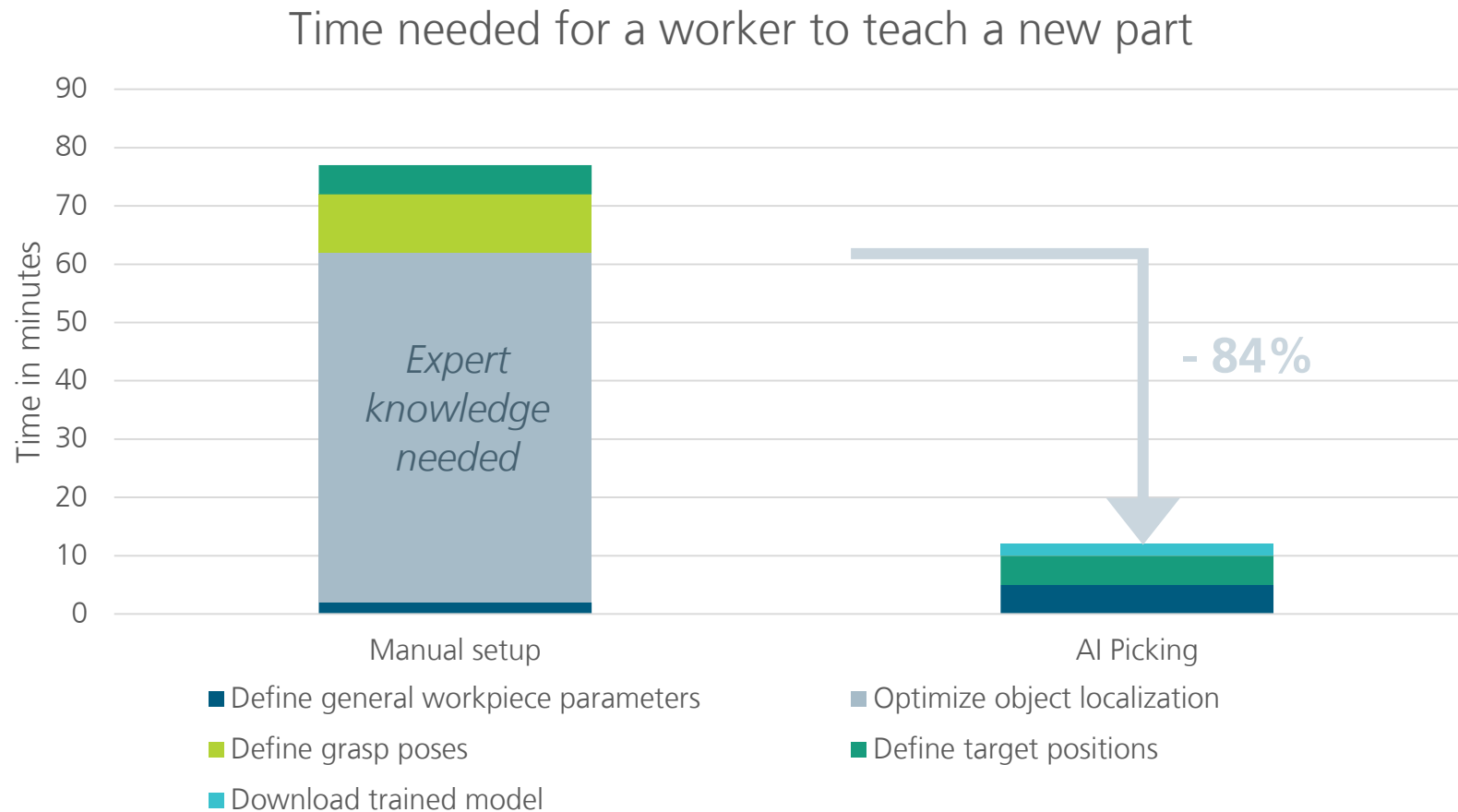


Reale Anwendung



# bp3™ – der Bin Picking Werkzeugkasten für alle Fälle

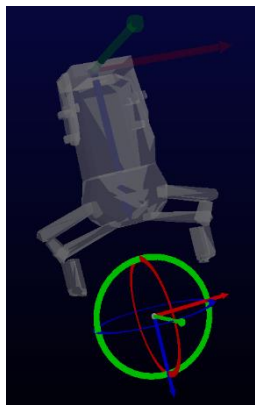
Automatische Konfiguration des Griff-in-die-Kiste in Simulation: 84% Zeitersparnis



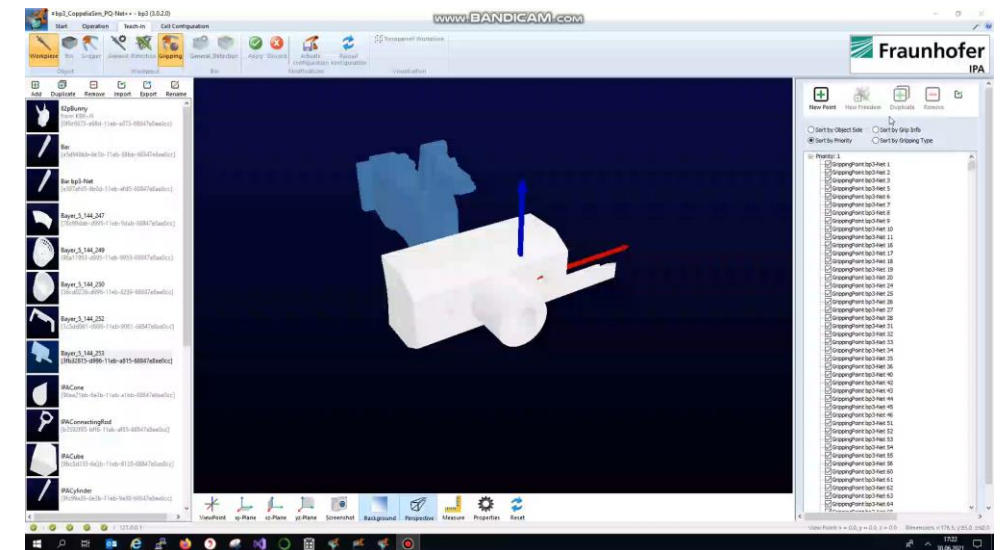
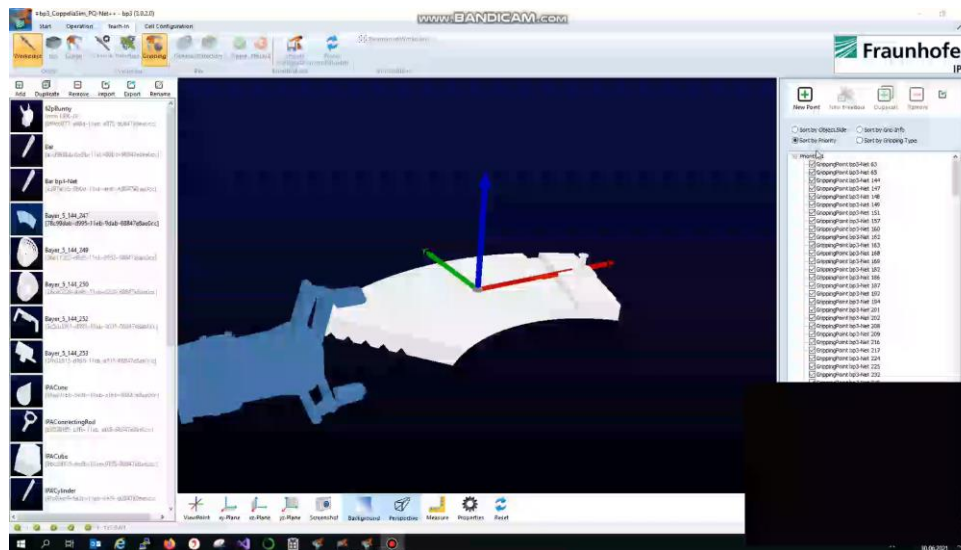
# bp3™ – der Bin Picking Werkzeugkasten für alle Fälle

## Automatische Greifpunktprogrammierung

- Aufgabe: Greifen von 7,000 unterschiedlichen Bauteilen zur Reinigung
- Challenge: Manuelle Programmierung der Greifpunkte für jedes Teil bei 7,000 Teilen sehr zeitaufwändig
- Lösung: Automatische Greifpunktgenerierung mittels Greifer- und CAD-Modell (Zeitbedarf ~5 min / Objekt für Generierung und Analyse Hunderter Griffe)
- Beispiele:



RG2 gripper  
with TCP





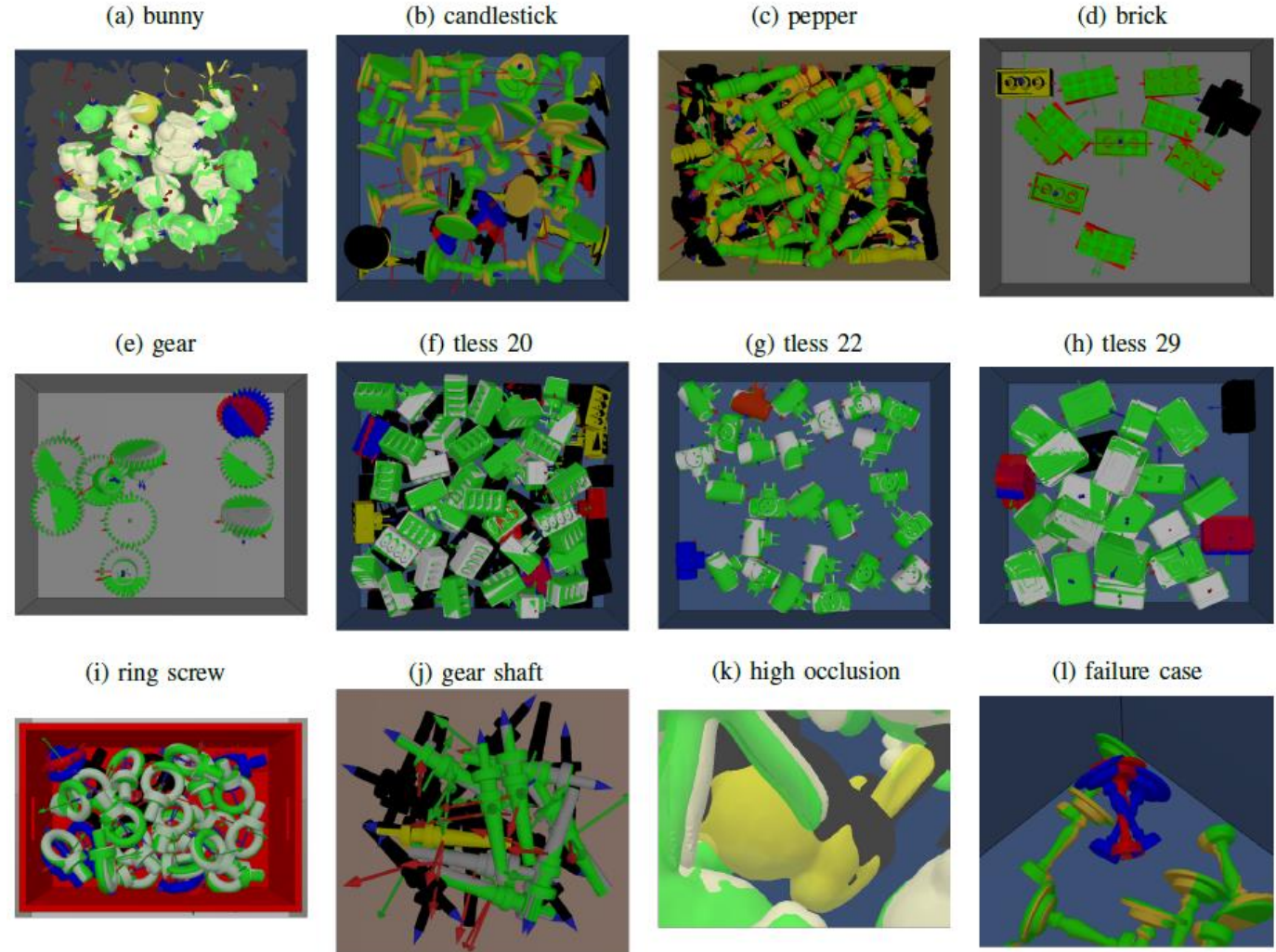
# bp3™ – der Bin Picking Werkzeugkasten für alle Fälle

## Modellbasierte Lageschätzung auf Basis von ML

**Objekt-lageschätzung** mit tiefen Neuronalen Netzwerken (CNN)

- **Input:** Tiefenbild
- **Output:** 6 DoF Objekt-Posen
  
- **Vorteile:**
  - Gute Lageschätzung extrem **schnell** (nur 18 ms pro Tiefenbild)
  - Robuste und sehr **genaue** Posenschätzungen durch Iterative Closest Points (ICP) oder bp3™-Objekt-lageschätzung möglich
  - **Kein Expertenwissen** zur Konfiguration notwendig (einfach das CAD-Modell importieren und automatisch lernen lassen)
- Simultane **Greif- und Ablageplanung** mit diesem CNN

Grau: reale Lage  
Grün: erfolgreiche Lageschätzung  
Gelb: erfolgreiche Lageschätzung trotz erheblicher Verdeckung  
Blau + Rot: fehlende + falsche Lageschätzung



# bp3™ – der Bin Picking Werkzeugkasten für alle Fälle

Zuverlässigkeitssteigerung: Bauteilsegmentierung und flache Bauteile

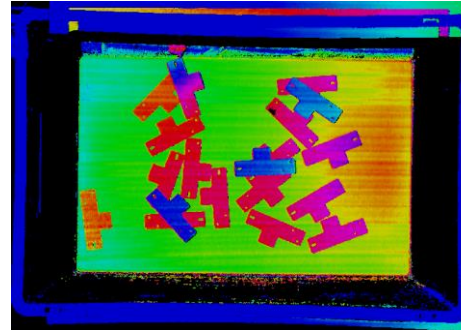
## Herausforderungen:

- Kistenboden und flache Werkstücke sind schwer unterscheidbar (Rauschen)
- Verbeulte Kistenwände
- Verpackungsmaterialien
- Vollständige Entleerung bei gleichbleibender Taktzeit (großer Suchraum nach Bauteillage erhöht die Rechenzeit)

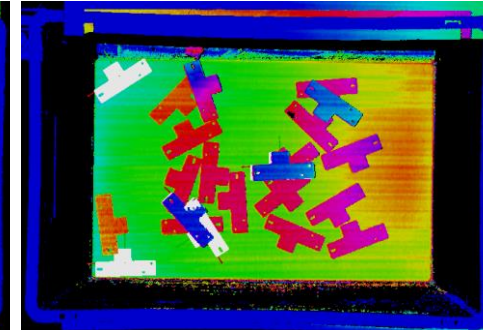
## Ergebnisse:

- Objektlageerkennung mit Segmentierung:
  - Deutlich höhere Anzahl erkannter Werkstücke
  - Signifikante Beschleunigung der Objektlageerkennung
- Netzwerk generalisiert auf untrainierte Werkstücke
- Erfolgreiche Lösung des Kundenproblems

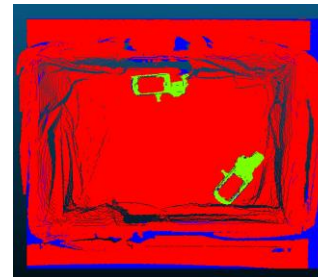
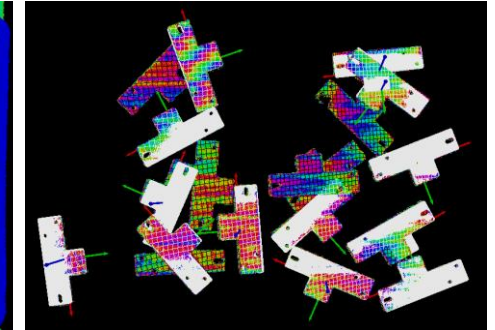
Punktewolke



Objektlagegeschätzung ohne Segmentierung



Objektlagegeschätzung mit Segmentierung

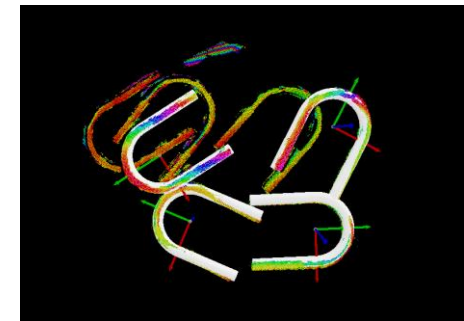
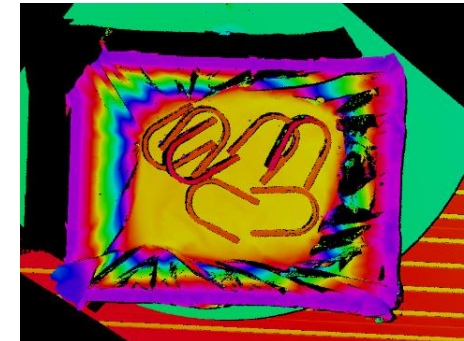
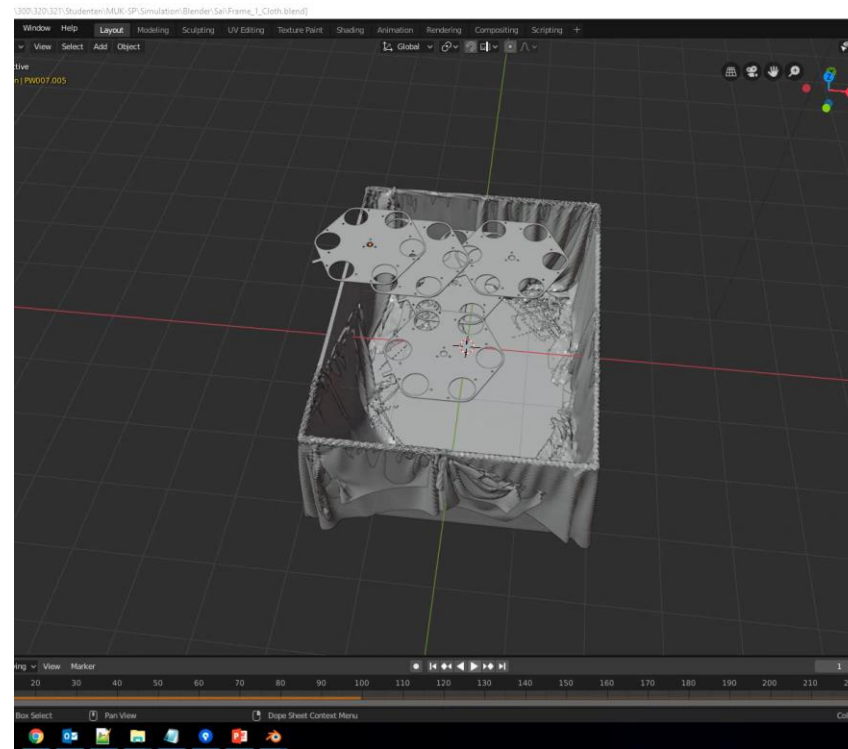




# bp3™ – der Bin Picking Werkzeugkasten für alle Fälle

Zuverlässigkeitssteigerung: Segmentierung der Verpackung

- Kisten werden mit unterschiedlichsten Verpackungen angeliefert (Plastikfolien, Papptrenner)
- Zielsetzung: Erkennung und Segmentierung der Verpackung zur Fokussierung der Objektlageschätzung

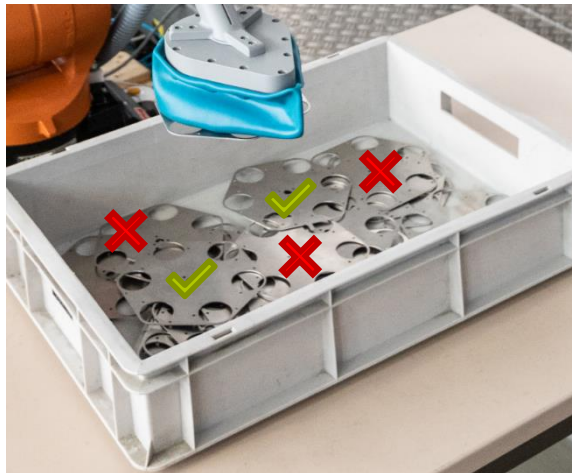
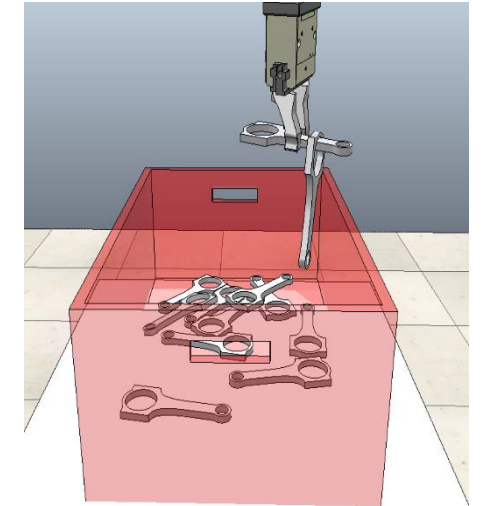
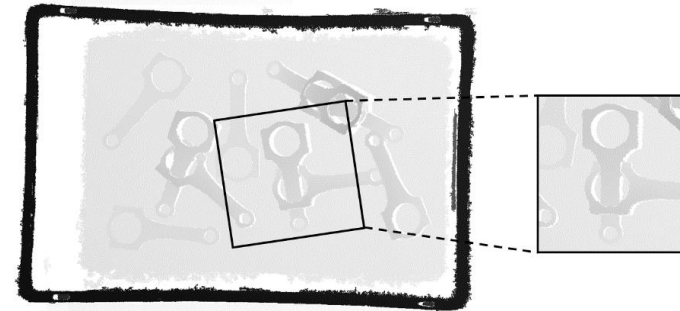




# bp3™ – der Bin Picking Werkzeugkasten für alle Fälle

Zuverlässigkeitssteigerung: Erkennung verhakter Bauteile

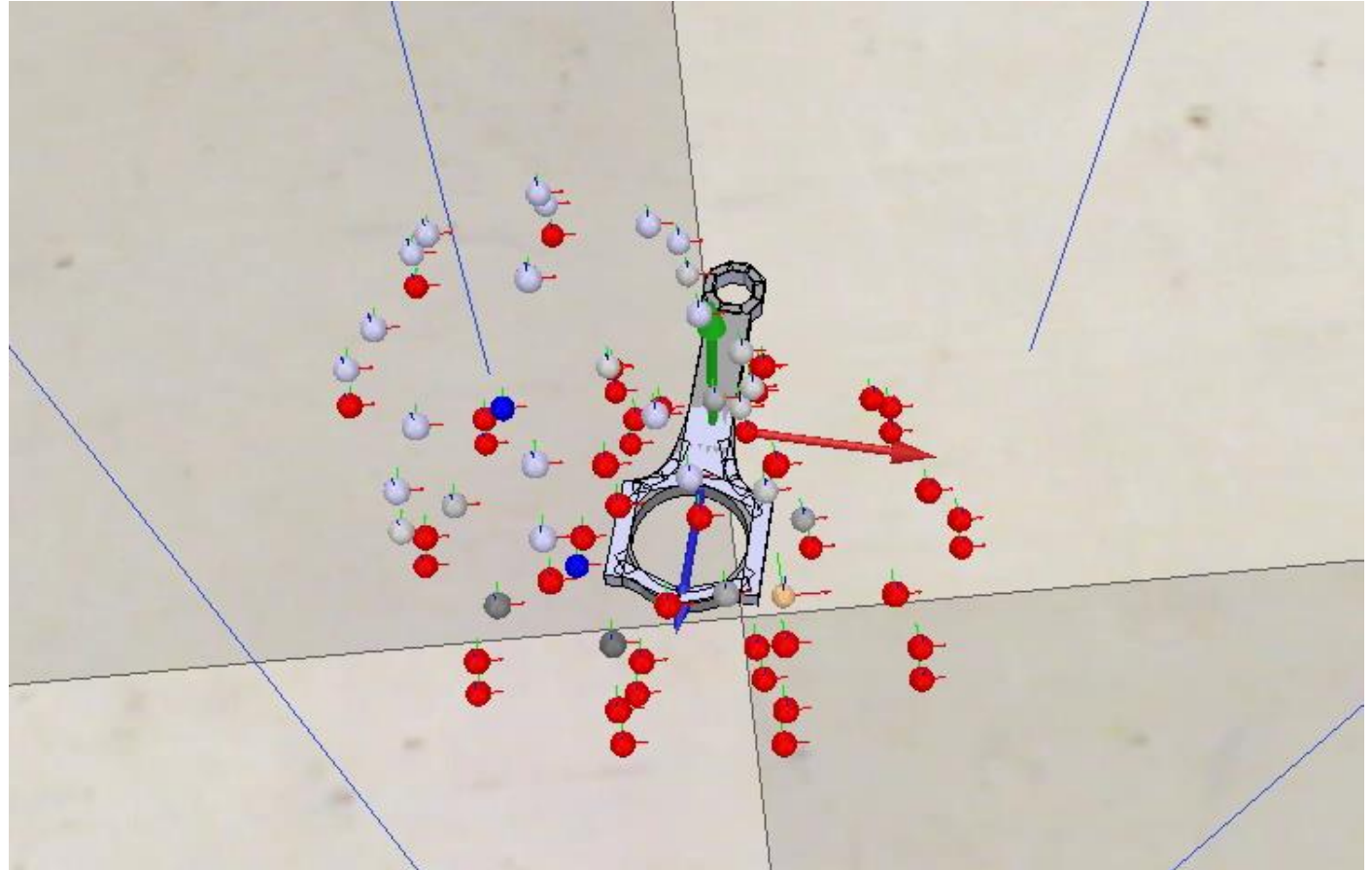
- Physikalische Simulation verhakender Teile
- Prognose der Verhakungsgefahr durch ein CNN
- Zusätzlicher Entscheidungsfaktor bei der Greifpunktauswahl
- Greifzuverlässigkeitssteigerung der Bauteilerauswahl > 50%



# bp3™ – der Bin Picking Werkzeugkasten für alle Fälle

Zuverlässigkeitssteigerung: KI-Enthakungsstrategie

- Physikalische Simulation verschiedener Entnahmestrategien zur direkten Enthakung verhakter Bauteile
- Erlernen und Prognose der zielführenden, enthakenden Entnahmepfade durch eine Reihenschaltung von CNNs
- Zusätzliche Kollisionsprüfung durch bp3™



# bp3™ – der Bin Picking Werkzeugkasten für alle Fälle

Innovative Greiftechnologie trifft Künstliche Intelligenz



Leistungstarker Griff-in-die-Kiste dank Künstlicher Intelligenz  
*High-performance bin picking due to Artificial Intelligence*

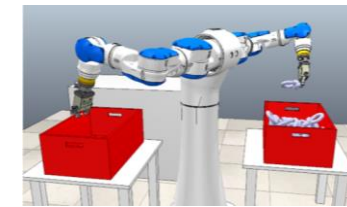


# bp3™ – der Bin Picking Werkzeugkasten für alle Fälle

Frontloading – Autonome Selbstkonfiguration und virtuelle Machbarkeitsuntersuchungen

## Vollautomatische Selbstkonfiguration durch KI und Simulation

- Training der Verfahren in physikalischer Simulation
- Automatische Bestimmung optimaler Prozessparameter
- Automatische Generierung valider Greifposen für verschiedene Greiferprinzipien
- Kein Expertenwissen, keine Realdaten, keine Datenannotationen
- Webservice: einfache Nutzung auch durch Laien (CAD-Upload)

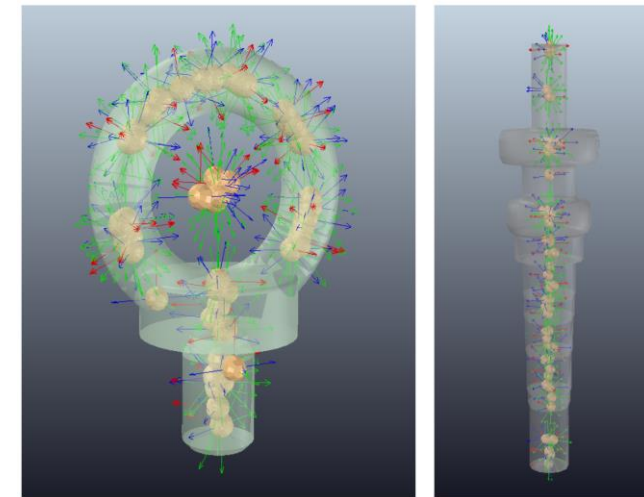


Simulation

Transfer

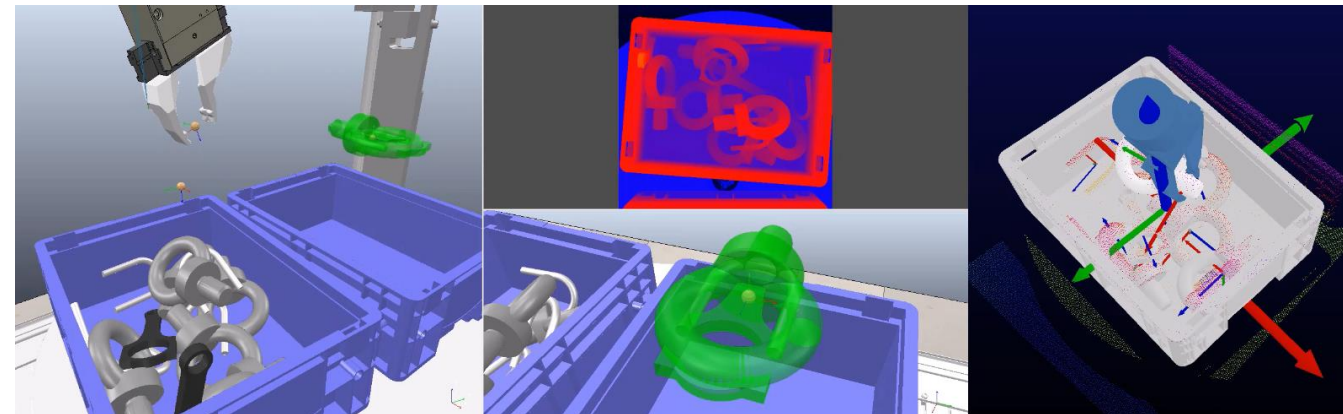


Reale Anwendung



## Virtuelle Machbarkeitsuntersuchungen

- Physikalische Simulation ermöglicht Machbarkeitsstudien zur Planungszeit von Projekten
- Optimierung und Vergleich verschiedener Varianten (Layout, Greiferdesign, etc.) zu minimalen Kosten
- Abschätzung elementarer Leistungskennwerte wie Taktzeit, Entleerungsgrad, Platzierungsgenauigkeit



# Autonome Handhabung in der Industrierobotik

**1. Griff-in-die-Kiste**  
Bauteilvereinzelung zur  
Maschinenbeladung

**2. Montagevorkommissionierung**  
(Kitting) und neue KI-Technologien  
für das Bin Picking

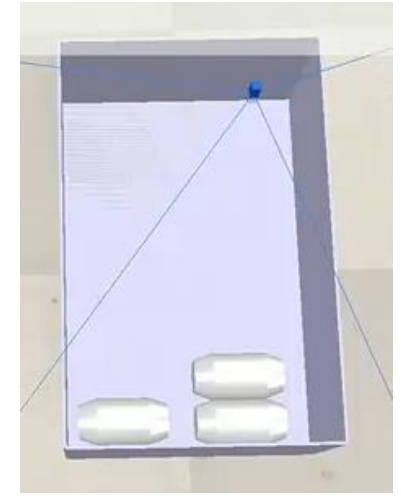
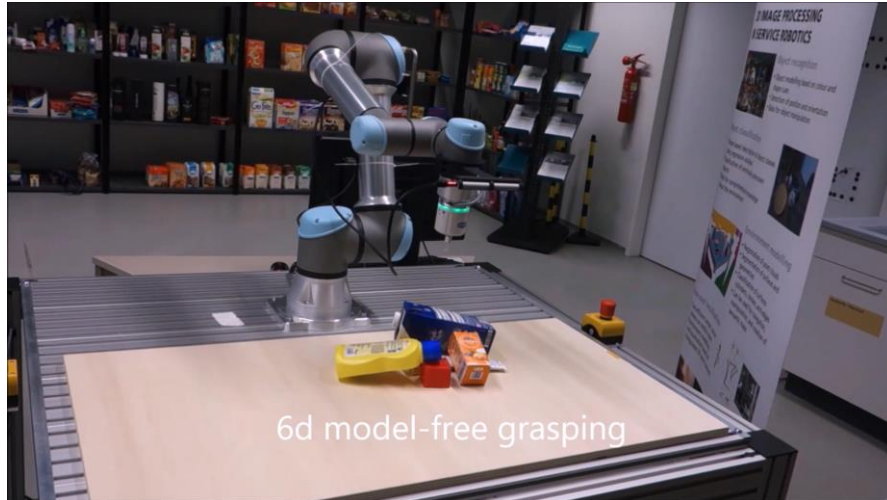
**3. Modellfreie  
Handhabungstechnologien**

**4. Kommissionieren  
im Warenlager**



# Modellfreie Handhabungstechnologien

Modellfreies Greifen in 6 Freiheitsgraden, Gebindelageschätzung zur Depalettierung, Bin Packing





# Modellfreies Greifen

Automatisierte Speisetablettpräparation mit <math>< 1,5 \text{ s}</math> Taktzeit



(1)Tablett, Besteck, Patientenkarte auflegen



(3) Wurst, Käse, Teller



(2) Brot



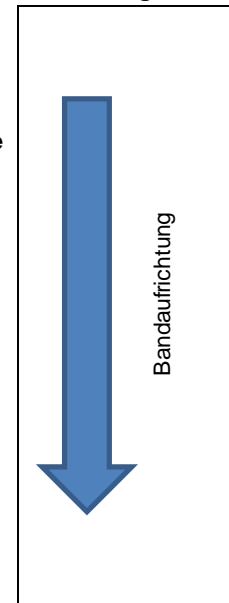
(5) Konfitüre ect.

(7) Deckeln Abnahme

(4) Glas, Tee

(6) Mopro, Brei, Suppe

(8) Putzdienst



(9) Laden  
(10) Wagen schieben



# Modellfreie Packplanung für beliebige 3D Freiform-Objekte

Visualisierungen verschiedener Anwendungsfälle in Physiksimulation

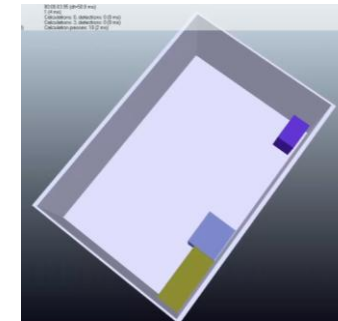
## Flexible Packplanung für beliebige unbekannte Freiform-Objekte

- Ad-Hoc Planung basierend auf RGB-D Aufnahmen
- Kein CAD Modell oder Vorwissen über Objekte notwendig
- Planungszeit ~50ms pro Objekt (Verzug durch Visualisierungszeit)
- Kein Zusatzaufwand durch aufwändiges Training von DL Modellen
- 6-DoF Planung möglich
- Eingebaute Stabilitätsprüfung vor der geplanten Ablage
- Möglichkeit zur semantischen Gruppierung von ähnlichen Teilen in gemischten Kisten

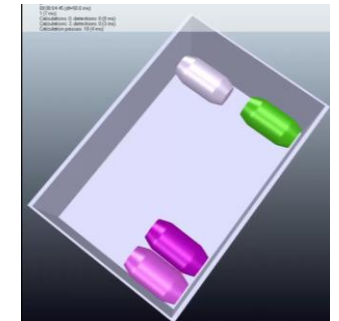
Sortenreine Kiste unbekannter Pleuels



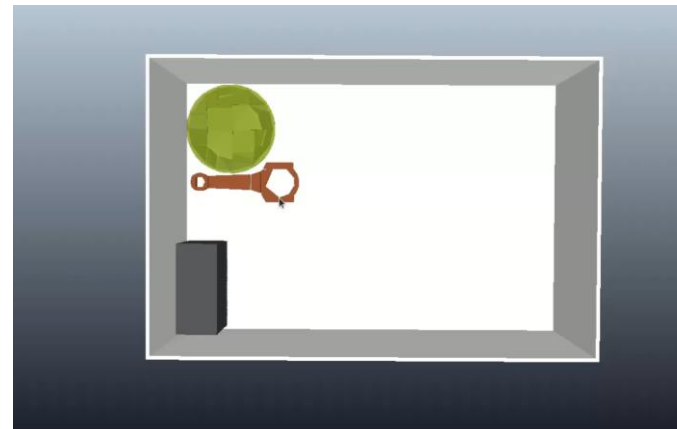
Boxen beliebiger Abmaße



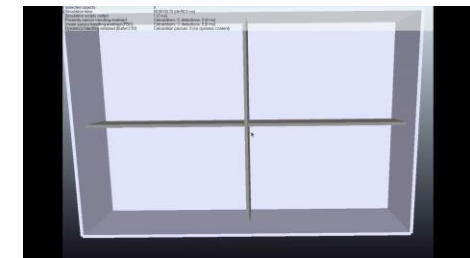
Frei bewegliche Zylinder



Gemischte Kiste mit Freiformobjekten



Komplexe Teile auf begrenztem Raum



Beliebiges unbekanntes Puzzle\*



\* Das Puzzle wird per Look-ahead mit noch folgenden Teilen geplant



# Modellfreie Packplanung für beliebige 3D Freiform-Objekte

Verschiedene Anwendungsfälle auf prototypischem Demonstrator

## Flexible Packplanung für beliebige unbekannte Freiform-Objekte

- Ad-Hoc Planung basierend auf RGB-D Aufnahmen
- Kein CAD Modell oder Vorwissen über Objekte notwendig
- Planungszeit ~50ms pro Objekt (Verzug durch Visualisierungszeit)
- Kein Zusatzaufwand durch aufwändiges Training von DL Modellen
- 6-DoF Planung möglich
- Eingebaute Stabilitätsprüfung vor der geplanten Ablage
- Möglichkeit zur semantischen Gruppierung von ähnlichen Teilen in gemischten Kisten





# Autonome Handhabung in der Industrierobotik

**1. Griff-in-die-Kiste**  
Bauteilvereinzelung zur  
Maschinenbeladung

**2. Montagevorkommissionierung**  
(Kitting) und neue KI-Technologien  
für das Bin Picking

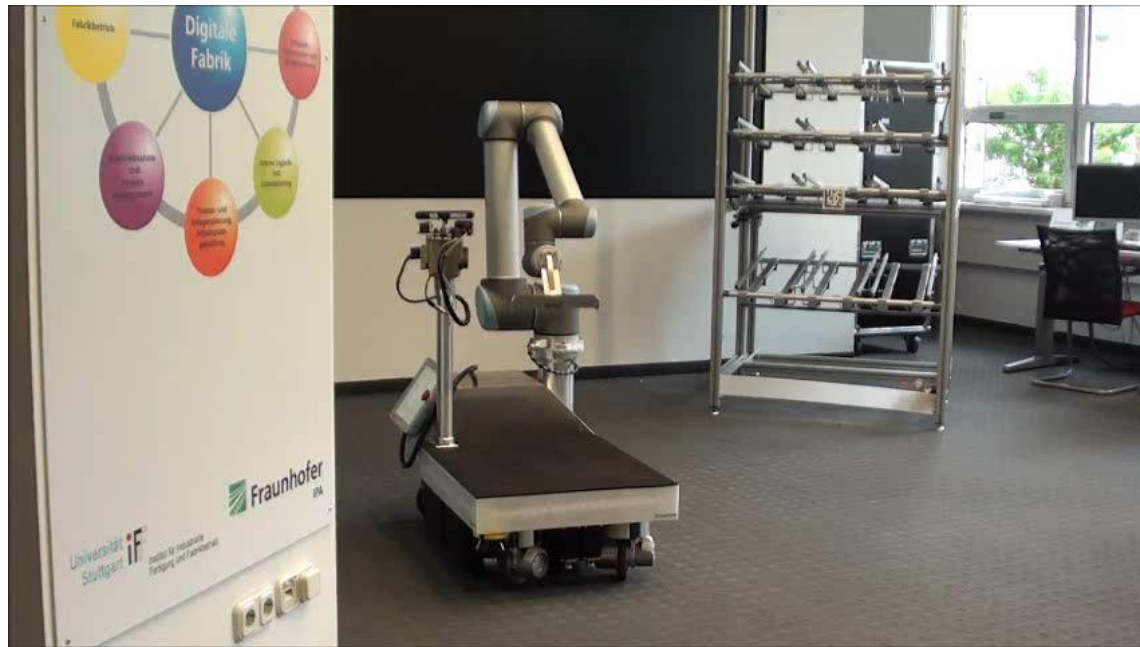
**3. Modellfreie  
Handhabungstechnologien**

**4. Kommissionieren  
im Warenlager**

# Kommissionieren im Warenlager oder Einzelhandel

Objekterkennung, Lageschätzung, Mobile Manipulation, Greifen, Einpacken

- Automatisches **Kommissionieren** von Kundenbestellungen oder **Kleinladungsträgerhandhabung** mit mobilem Roboter
- Warenmanagementsystem leitet den Roboter an die ungefähre Position im Lager
- **Erkennung** und 6-Freiheitsgrad-**Lokalisierung** beliebiger Artikel / KLT in sortierten und unsortierten Ablagen
- **Greifposenberechnung** und kollisionsfreies Zugreifen und Entnehmen, geordnete **Ablage** im Zielbehälter
- Erweiterbar um Anwendungen wie Regalinspektion und Inventur, **Nachfüllen der Regale** oder Bodenreinigung



<https://www.youtube.com/watch?v=KU0vakiJarY>

<https://www.youtube.com/watch?v=gjKBvbpJ59E>  
<https://www.youtube.com/watch?v=egpe5d4htgo>



# Luka-Beverage

Ein KI-basierter mobiler Handhabungsassistent für die Getränke Logistik



**Luka-Beverage** – Ein KI-basierter mobiler  
Handhabungsassistent für die Getränke Logistik

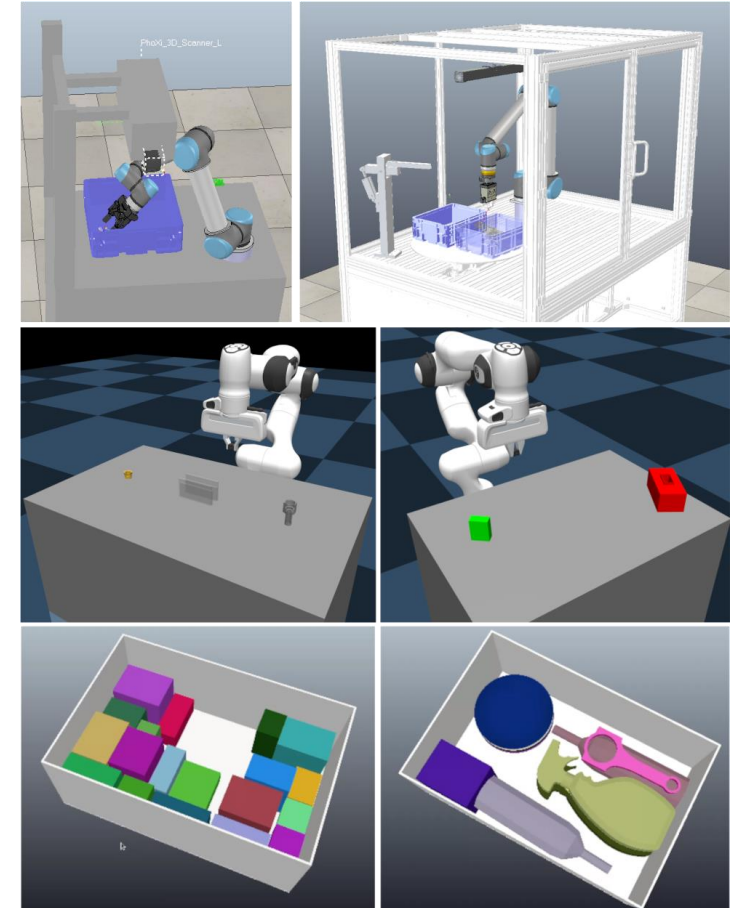
*Luka-Beverage* – An AI-based mobile handling  
assistant for beverage logistics

# Forschungsprojekt Sim4Dexterity

Simulationswerkzeuge für den effizienten Einsatz von KI/ML



- Entwicklung von hochwertigen, generell einsetzbaren und einfach zu bedienenden **Simulationswerkzeugen** für den **wirtschaftlichen** und **zeiteffizienten** Einsatz von **KI-Lösungen**
- **Automatisches** und damit wirtschaftliches **Erlernen** neuer **Roboterfähigkeiten** (Selbstprogrammierung der Roboter)
  - Kostensenkung, Steigerung der Flexibilität, Unabhängigkeit von Experten
- **Virtuelle Machbarkeitsuntersuchungen** und virtuelle Einrichtung
  - Planungs- und Investitionssicherheit, Kostensenkung, kein Betriebsstillstand
- Inhalte:
  - Realistische Simulation von Kontaktkräften, Taktile Sensoren sowie bildgebenden Sensoren
  - Bauteil- und Objektmodellgeneratoren (unzureichendes Angebot an Realdaten)
  - Randomisierbare Simulationsmodelle und Szenen für Griff-in-die-Kiste-, Kitting-, Kommissionier- und Montageanwendungen
  - Validierungsbetrachtungen für aussagekräftige Resultate
  - Entwicklung industrieller Benchmarks als objektiver Leistungsvergleich
- Webseite: <https://www.sim4dexterity.de/>





# Wie geht es weiter?

## Anstehende Termine

**31.5. – 2.6. ICRA 2023 Virtual Manipulation Challenge: Bin Picking, Assembly, and Stacking**

<https://www.sim4dexterity.de/en/icra-2023-competition.html>

**12.6. – 13.6. Machine Learning-Expertenschulung »Cognitive Robotics« – werden Sie KI-Experte für Roboteranwendungen**

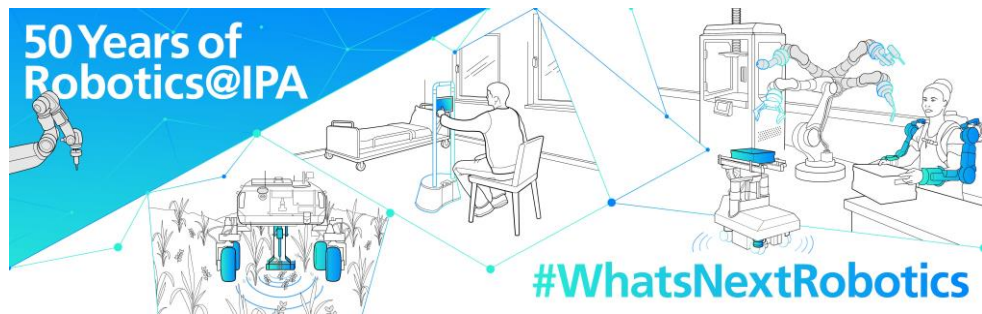
<https://www.ipa.fraunhofer.de/de/veranstaltungen-messen/veranstaltungen/2023/cognitive-robotics.html>

**27.6. – 30.6. Automatica mit vielen Exponaten zum Ausprobieren, u.a. AI Bin Picking, virtuelle Machbarkeitsuntersuchungen, Bin Packing, modellfreies Greifen transparenter Objekte am Fraunhofer-Stand Nr. 321 in Halle 4**

<https://automatica-munich.com/>

**26.9. – 29.9. Robotics Week anlässlich 50 Jahre Robotik am Fraunhofer IPA mit umfangreichem Tagungsprogramm**

[https://www.ipa.fraunhofer.de/de/Kompetenzen/roboter--und-assistenzsysteme/50\\_jahre\\_robotik.html](https://www.ipa.fraunhofer.de/de/Kompetenzen/roboter--und-assistenzsysteme/50_jahre_robotik.html)



26. und 27.09.2023	28.09.2023	29.09.2023
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ »International Symposium on Robotics« in Kooperation mit dem VDMA, der IFR und dem ISW der Universität Stuttgart</li><li>▪ Forum Fahrerlose Transportsysteme (FTS) und mobile Roboter (nur 27.09)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Kongress sichere Mensch-Roboter-Interaktion</li><li>▪ Forum Roboterunterstützte Montage</li><li>▪ Schweiß-Cobots in der Anwendung</li><li>▪ Robotische Assistenzsysteme in der Pflege</li><li>▪ Technologieseminar »Roboter im Warenlager«</li><li>▪ APA Erfahrungsaustausch</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Open Lab Day für alle an Robotik Interessierten</li><li>Abends: Lange Nacht der Robotik und KI</li></ul>

# Kontakt

---

**Dipl.-Ing. Richard Bormann, M. Sc.**  
**Gruppenleiter Handhabung und Intralogistik**  
**Abteilung Roboter- und Assistenzsysteme**  
**Tel. +49 711 970 1062**

[richard.bormann@ipa.fraunhofer.de](mailto:richard.bormann@ipa.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und  
Automatisierung IPA  
Nobelstr. 12  
70569 Stuttgart  
[www.fraunhofer.de](http://www.fraunhofer.de)

Herzlichen Dank  
für Ihr Interesse!