

10. Waltershäuser Technologietag - "KI zur Steigerung der Produktivität", 14.6.2023

---

# Qualitätssicherung mittels Visual Computing und Machine Learning

# Im Programm

---

Abteilungsleiter

Interaktive Engineering Technologien

Fraunhofer IGD

Darmstadt

Mittelstand-Digital Zentrum

Darmstadt

# Im Programm

---

Abteilungsleiter

Interaktive Engineering Technologien

Fraunhofer IGD

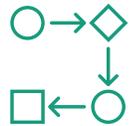
Darmstadt

**Mittelstand-Digital Zentrum**

**Darmstadt**

# Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt

## Unsere sechs Themenschwerpunkte



### Plattformbasierte Wertschöpfung

Datenverarbeitung und -nutzung für die Leistungserbringung verstehen und anwenden lernen.



### Datenbasierte Services

Nutzung der in Unternehmen gespeicherten Daten für innovative Produkte und Services



### Menschzentrierte digitale Arbeitsgestaltung

Innovative Möglichkeiten in der Arbeitsgestaltung für eine ergonomische, lebendige und virtuelle Lernkultur.



### IT- und Datensicherheit

Unternehmen vor IT-basierten Angriffen schützen und Sicherheitslücken schließen.



### CO<sub>2</sub> neutrale Wertschöpfung

Energie- und Ressourceneffizienz von Unternehmen verbessern durch gezielten Einsatz von Technik.

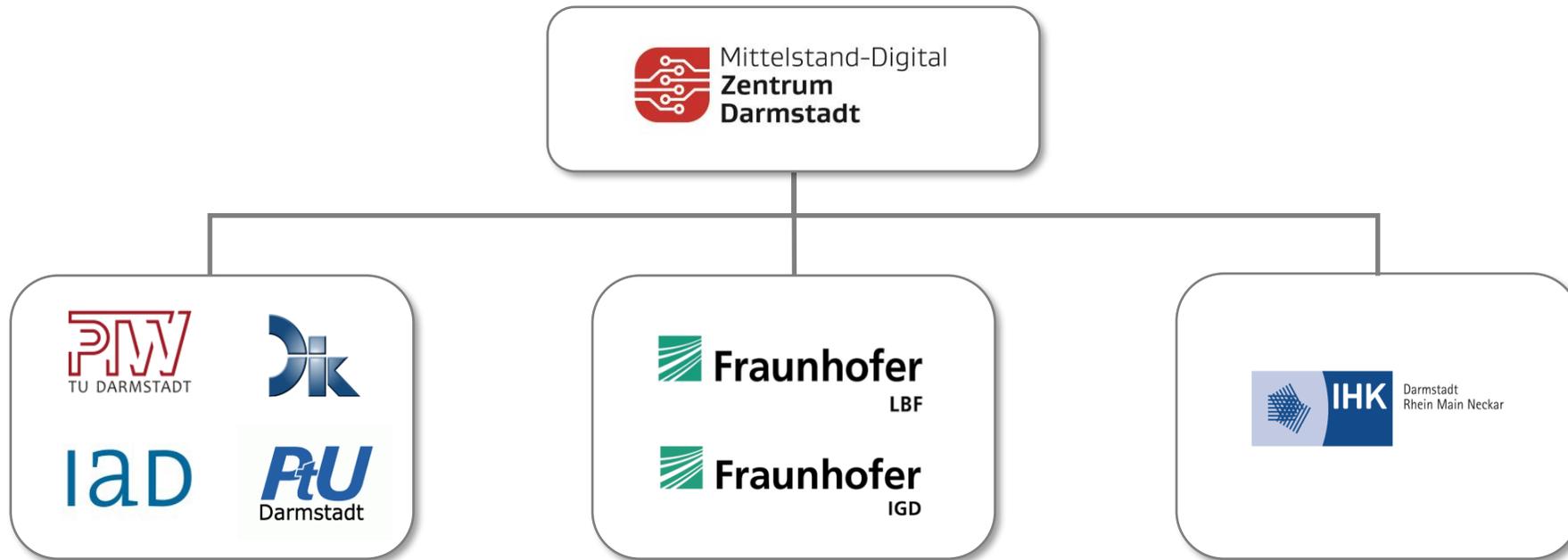


### Künstliche Intelligenz (KI-Trainer-Programm)

Prozessverbesserung durch das Vernetzen von Daten, um automatisiert Empfehlungen zu geben.

# Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt

Gemeinsam mehr erreichen:



# Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt

## Weitere Kontaktmöglichkeiten

ÖFFENTLICHKEITSARBEIT



Salome von der Born

Teamleitung, Redaktion & Koordination

Telefon +49 (0) 6151 871-1174

salome.von-der-born@darmstadt.ihk.de



Jonas Blöhbaum

Redaktion & Social Media

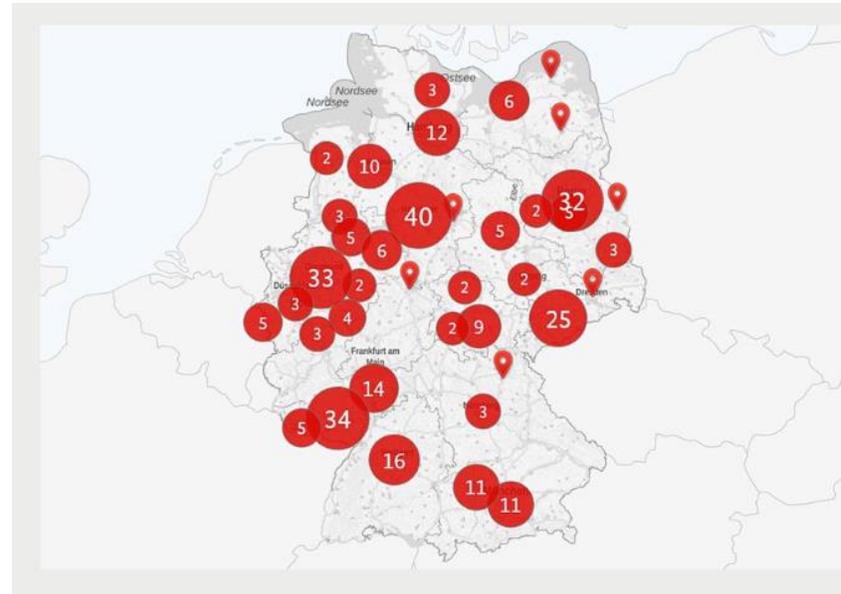
Telefon +49 (0) 6151 871-1192

jonas.bloehbaum@darmstadt.ihk.de



# Mittelstand-Digital Zentrum deutschlandweit

27 Zentren



## Landkarte der Zentren im Netzwerk

Finden Sie in den Zentren Ihre Anlaufstelle, erfahren Sie an Demonstrationsorten, wie digitale Technologien angewendet werden oder entdecken Sie in den Praxisbeispielen, wie die Digitalisierung schon mit kleinen Maßnahmen große Vorteile bringen kann.

[MEHR ERFAHREN →](#)

<https://www.mittelstand-digital.de/MD/Navigation/DE/Praxis/Kompetenzzentren/kompetenzzentren.html>

# Im Programm

---

Abteilungsleiter

Interaktive Engineering Technologien

**Fraunhofer IGD**

Darmstadt

Mittelstand-Digital Zentrum

Darmstadt

Kurzpräsentation

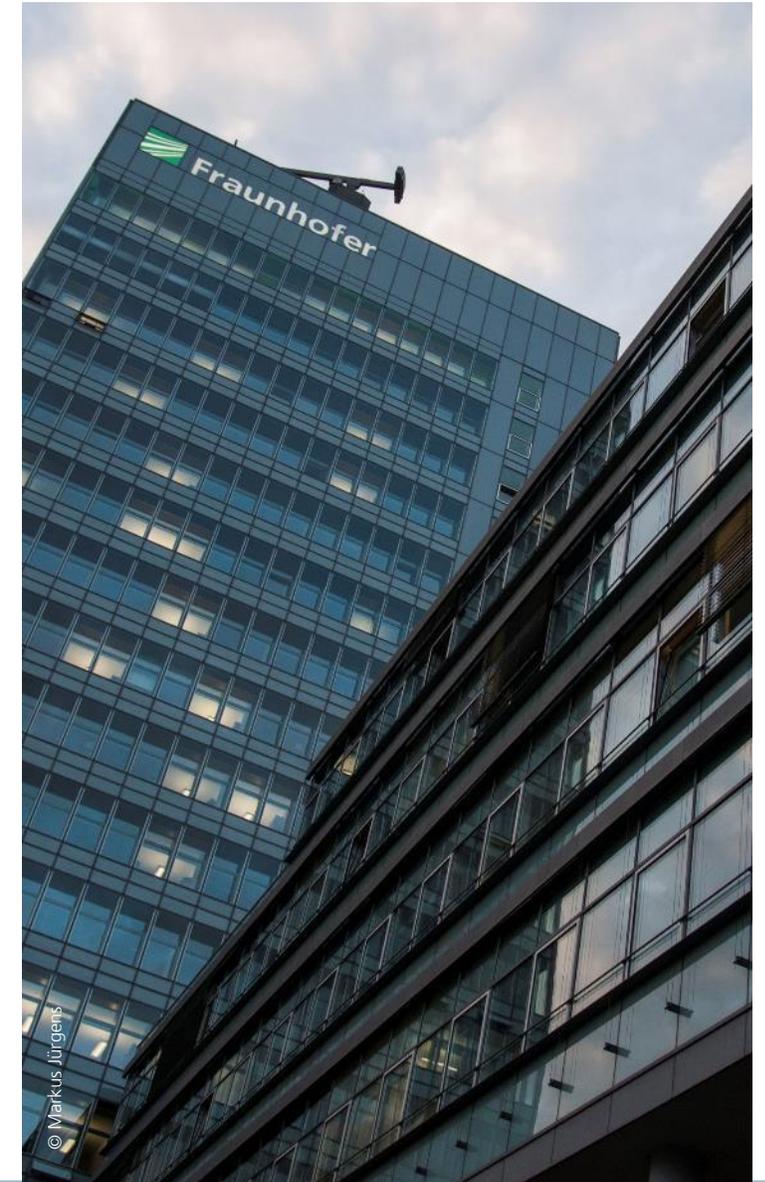
---

Fraunhofer-Gesellschaft

# Fraunhofer-Gesellschaft

## Die führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung

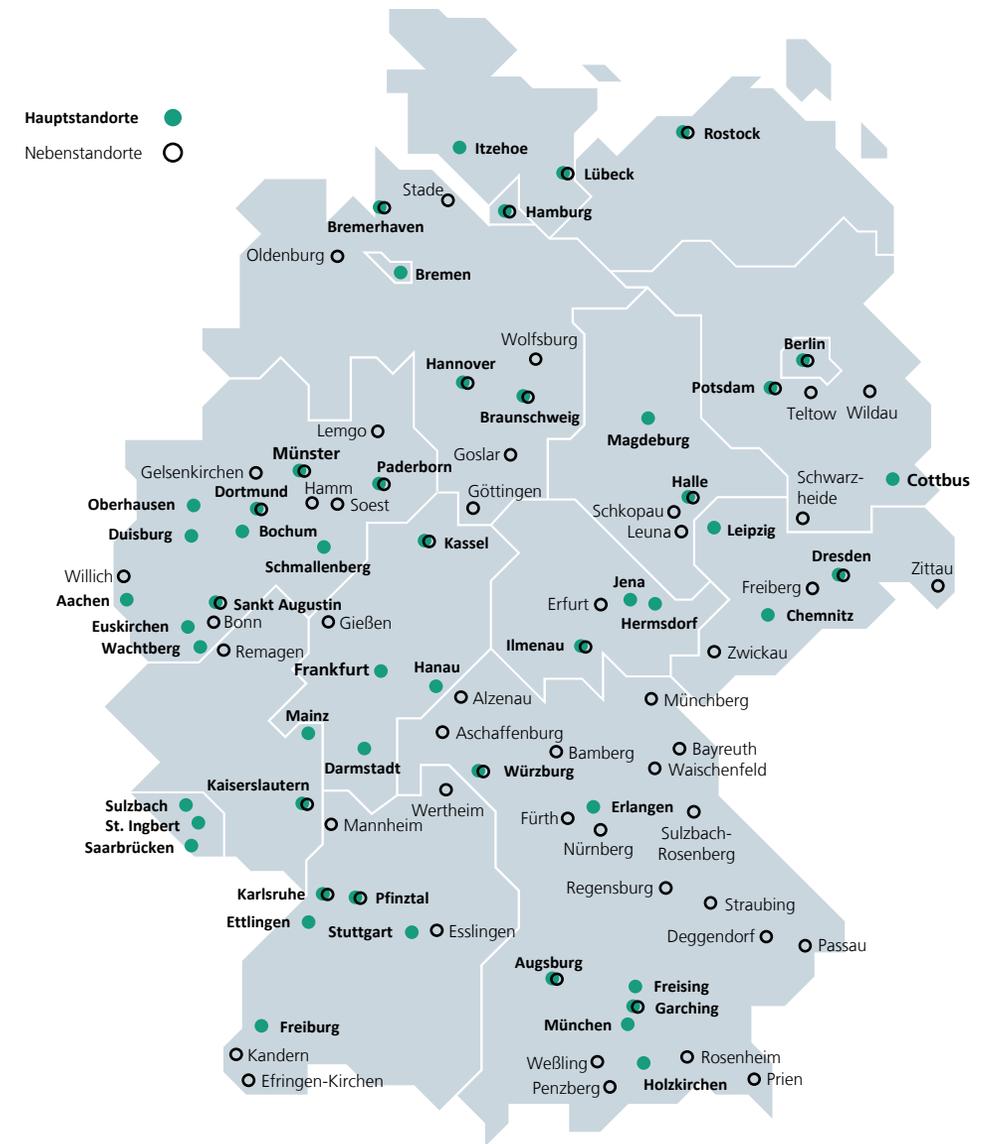
- Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung
- 76 Institute und Forschungseinrichtungen
- 30 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- Forschungsvolumen: 2,9 Milliarden Euro, davon 2,5 Milliarden Euro im Bereich Vertragsforschung
  - Über 70 Prozent dieses Bereichs erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten
  - Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert



# Fraunhofer-Gesellschaft

## Standorte in Deutschland

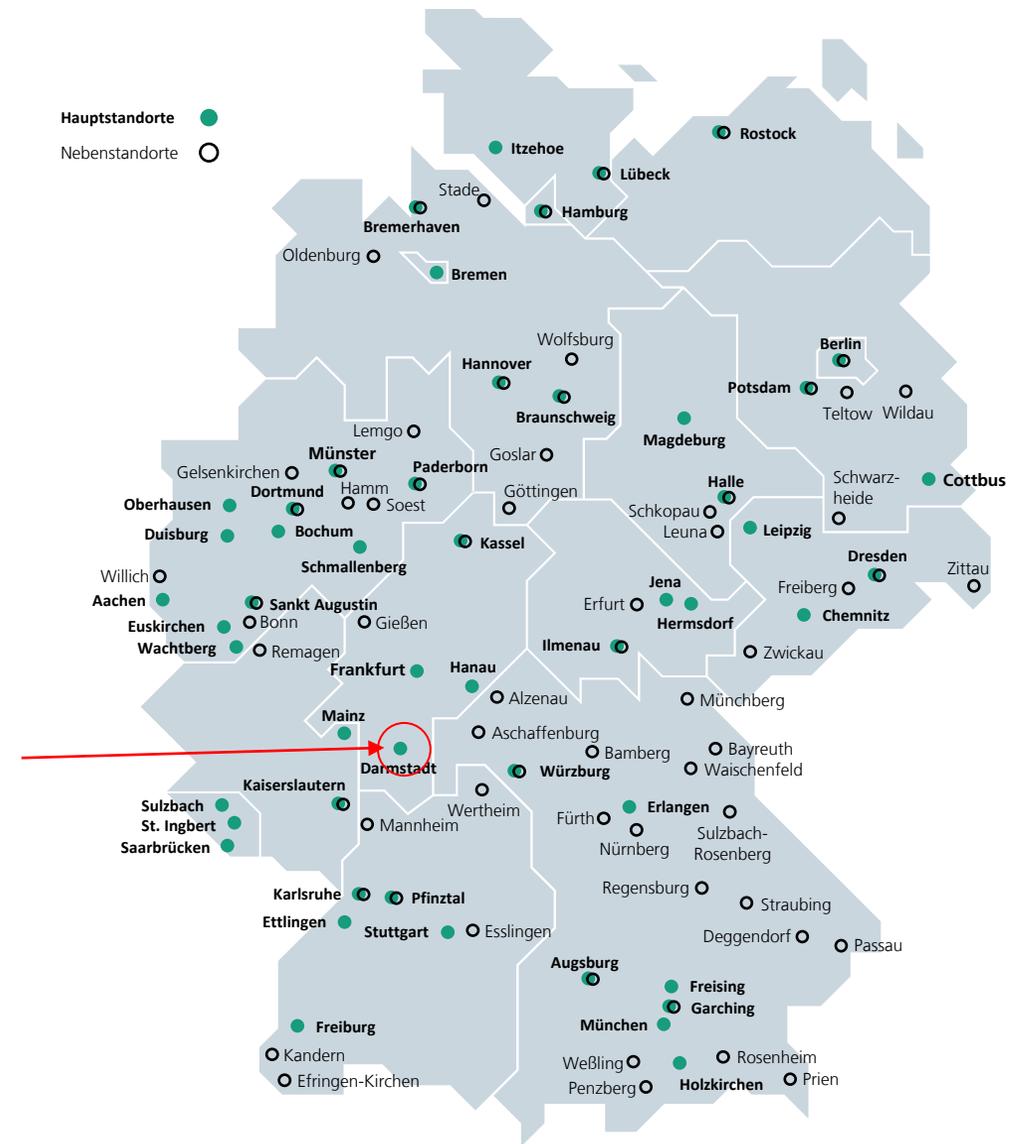
- 76 Institute und Forschungseinrichtungen
- 30 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- 2,9 Mrd. Euro Forschungsvolumen



# Fraunhofer-Gesellschaft

## Standorte in Deutschland

- 76 Institute und Forschungseinrichtungen
- 30 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- 2,9 Mrd. Euro Forschungsvolumen



# Die Experten für 3D

Wir leben und prägen  
Visual Computing



**Automotive**



**Gesundheit und  
Pflege**



**Software und  
IT-Wirtschaft**



**Maritime  
Wirtschaft**



**Bioökonomie und  
Infrastruktur**



**Kultur- und Kreativ-  
wirtschaft**

# Fraunhofer IGD

Die Experten für 3D – Wir leben und prägen Visual Computing

## Geschäftsjahr 2021

192 Beschäftigte (FTE)

20 Millionen Euro Budget

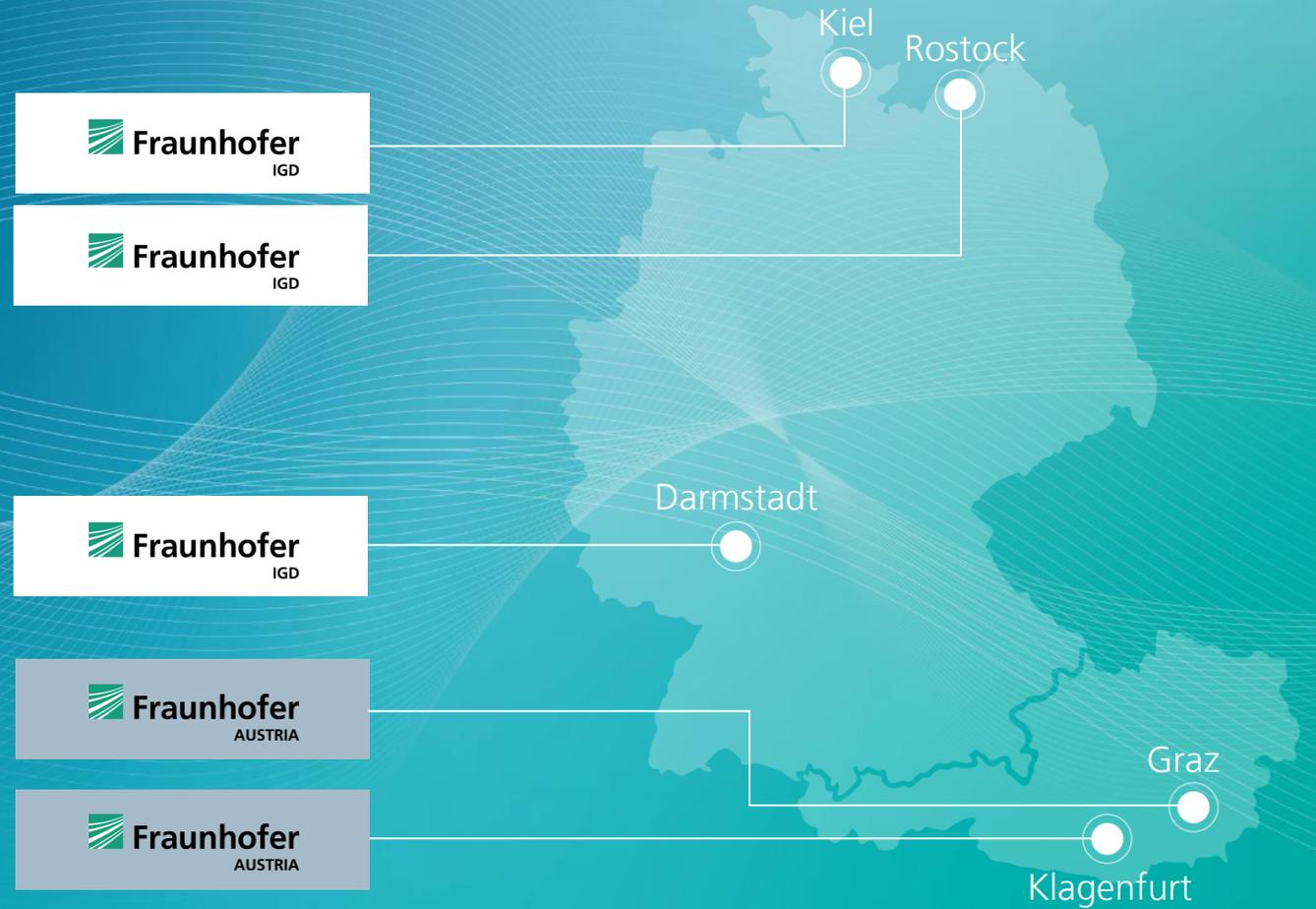
### 3 Standorte

- Kiel
- Rostock
- Darmstadt

12 F&E-Abteilungen

### Fraunhofer Center Data Driven Design

- Graz
- Klagenfurt



# Wir leben und prägen Visual Computing

Was bedeutet das? Was machen wir?

Wir erforschen und entwickeln Software und Hardware, um ...



... zu erfassen, rekonstruieren und zu (ver-)messen



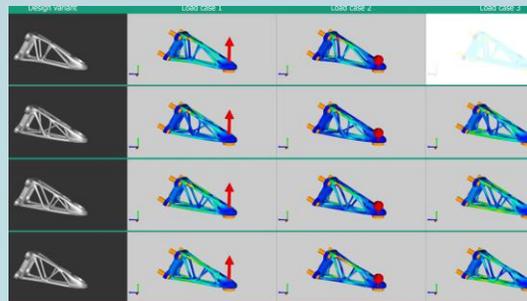
... Daten und Bilder zu verarbeiten, analysieren, erkennen und zu verstehen



... Geometrie, Physik, Umwelt, etc. zu modellieren



... realistisch 3-dimensional zu drucken



... Eigenschaften schnell zu simulieren



... Information darzustellen, das Nicht-Offensichtliche zu visualisieren



... einfach, intuitiv und elegant zu interagieren

# Was ist Machine Learning?

Grundidee von „überwachtem Lernen“ (supervised learning) – eine Unterart von Machine Learning

Analogie zum Lernen beim Menschen ...

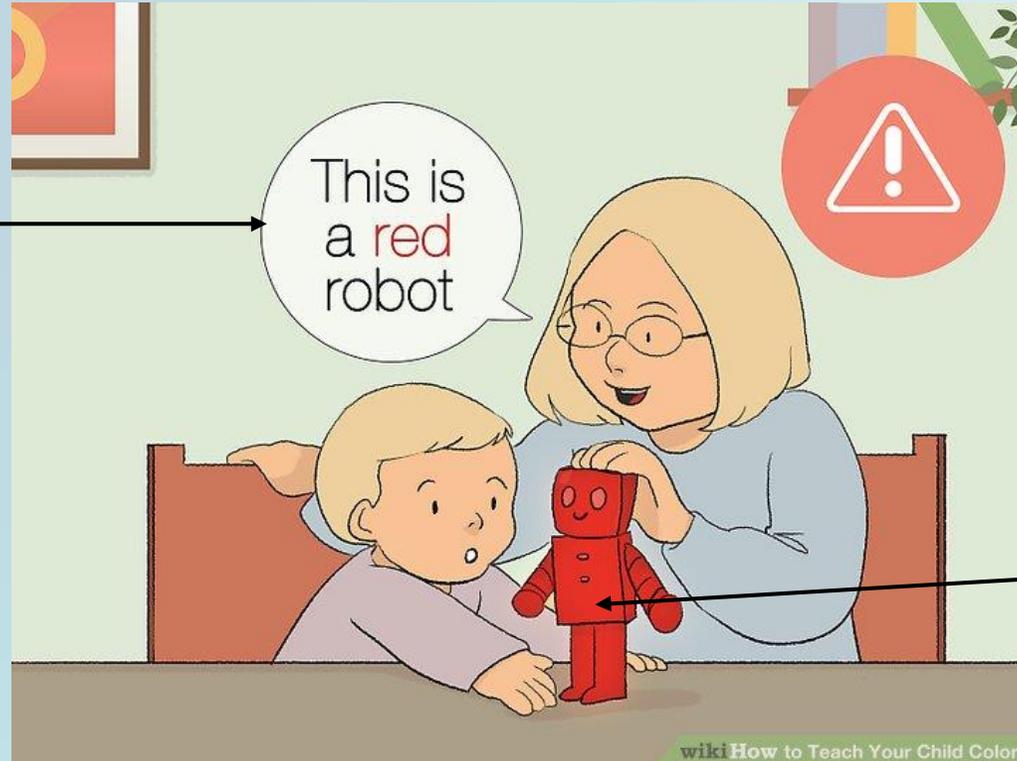


# Was ist Machine Learning?

Grundidee von „überwachtem Lernen“ (supervised learning)

Analogie zum Lernen beim Menschen ...

Label, Annotationen



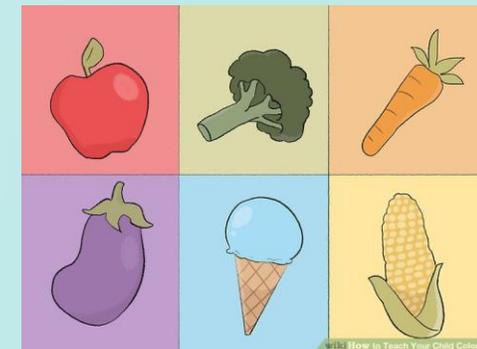
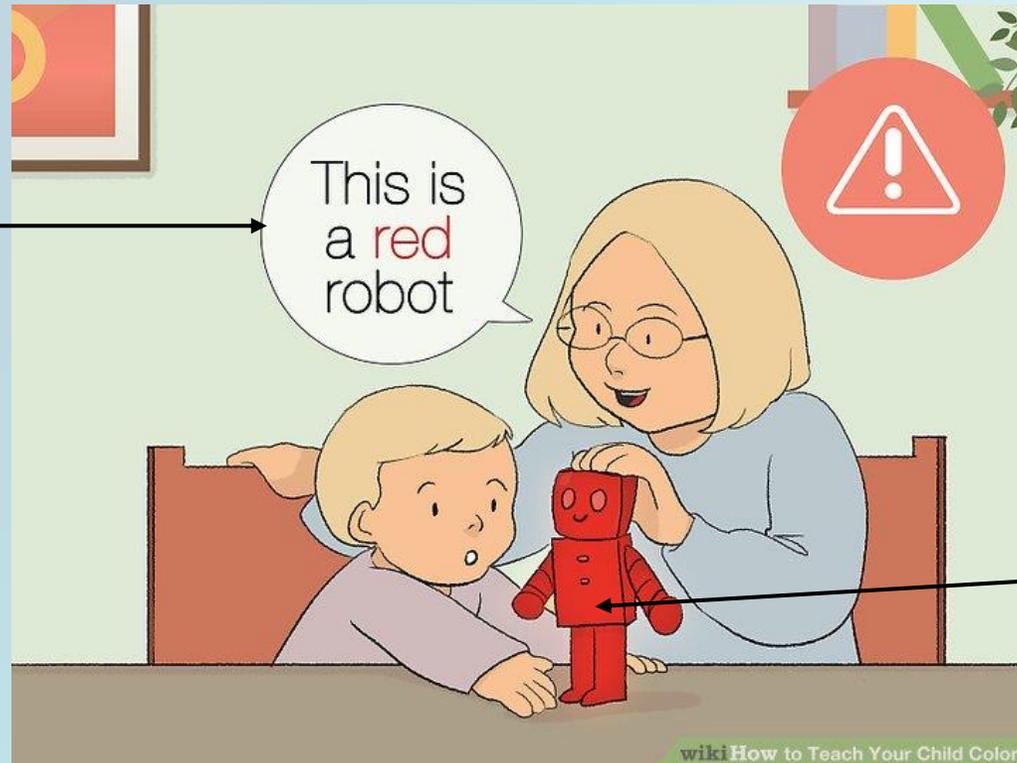
Objekte, Bilder, Daten

# Was ist Machine Learning?

Grundidee von „überwachtem Lernen“ (supervised learning)

Analogie zum Lernen beim Menschen ...

Label, Annotationen



Training "daten", Test "daten"

# Was ist Machine Learning?

Grundidee von „überwachtem Lernen“ (supervised learning)

---

Daten sind Voraussetzung für maschinelles Lernen.

Die Datenverfügbarkeit oder –generierung kann eine Herausforderung sein.

Wir setzen Machine Learning in verschiedenen Branchen für unterschiedlich (Qualitätssicherungs-)Aufgaben ein.

Im Automotive-Sektor insb. für den geometrischen Soll-Ist-Vergleich  
(Position, Lage, Form, Kontur, Vollständigkeit, CAD-Konformität)  
in Echtzeit (Prozessgeschwindigkeit)...

Competence Center

Automotive



**Automotive**



Gesundheit und  
Pflege



Software und  
IT-Wirtschaft



Maritime  
Wirtschaft



Bioökonomie und  
Infrastruktur



Kultur- und Kreativ-  
wirtschaft



# Unser konkretes Angebot für Sie

für alle Phasen des automobilen Produktlebenszyklus

Produktplanung & Design

Konstruktion & Engineering

Recycling / Entsorgung

Wartung

Nutzung



Prototypenbau

Produktionsplanung

Sales

Produktion



# Unser konkretes Angebot für Sie

## für alle Phasen des automobilen Produktlebenszyklus

### Recycling / Entsorgung

- Bildanalyse
- Wertstromanalyse

### Wartung

- AR-Wartung
- Schulungs- und Wartungsunterstützung

### Nutzung

- Objekterkennung im Fahrzeugumfeld
- In-car und On-car-Systeme für Fahrerassistenz und autonomes Fahren
- Emotionserkennung

### Sales

- Produktkonfiguration
- KI-basierte Materialrekonstruktion

### Produktion

- Soll-Ist-Abgleich für die Qualitätssicherung
- Daten-, modell- und bildbasierte KI
- Visuelle Analyse großer Datenmengen

### Produktplanung & Design

- Datenanalyse
- Fotorealistischer 3D-Druck

### Konstruktion & Engineering

- Datenanalyse und Visualisierung
- Entwicklungs- und Simulationswerkzeuge (Modellierungs- und schnelle Simulationswerkzeuge)
- Ergonomiestudien
- Design Reviews

### Prototypenbau

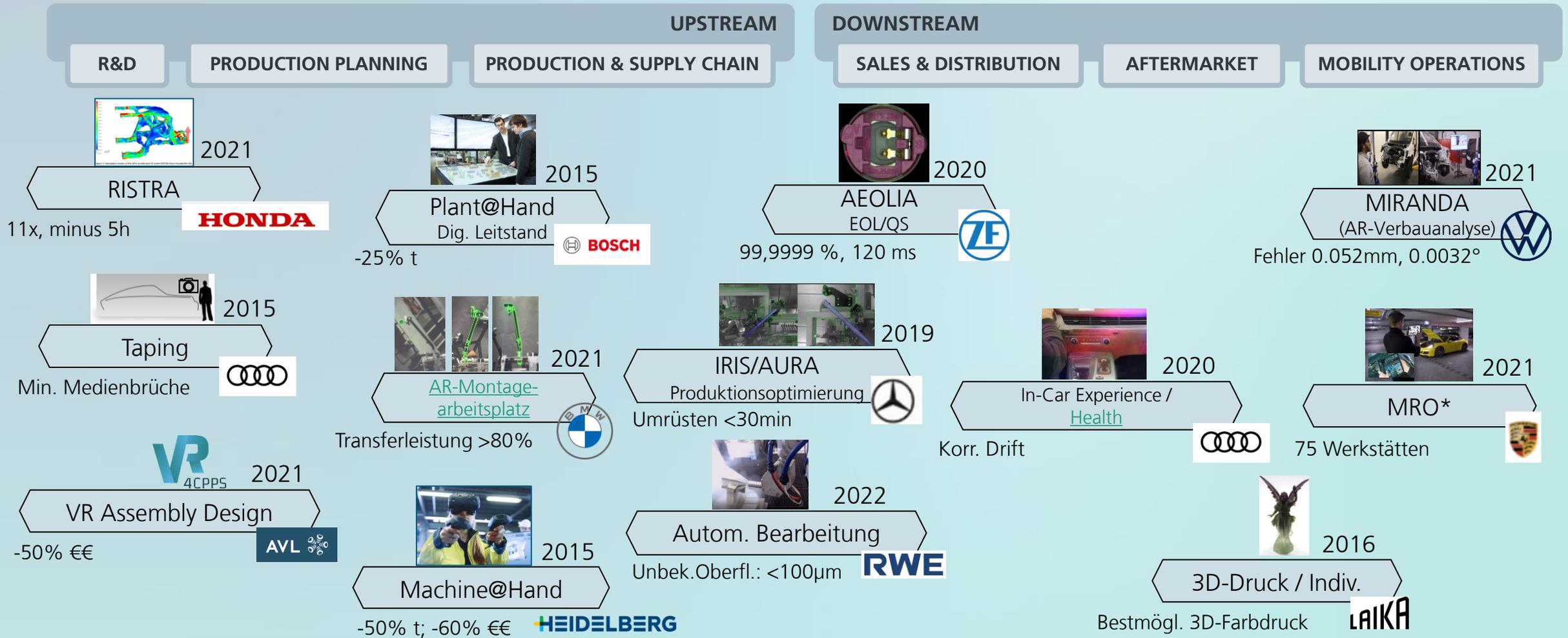
- Verbauanalyse
- Geometrische Verifikation

### Produktionsplanung

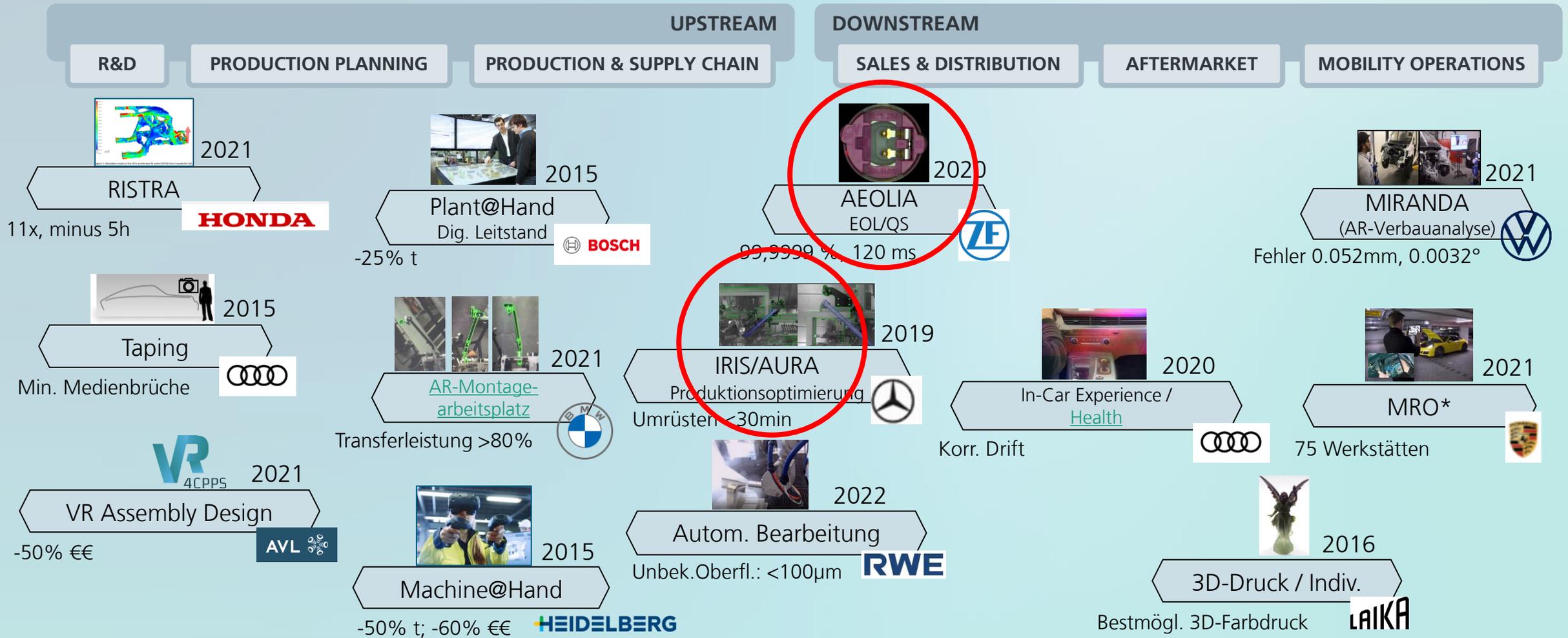
- Visuelle Assistenzlösungen
- Wertstromanalyse
- Werkzeuge zur Planung und Überwachung
- xR-Training



# Ausgewählte Beispiele entlang des automobilen Wertschöpfungsprozesses



# Ausgewählte Beispiele entlang des automobilen Wertschöpfungsprozesses



---

# KI-basierte in-line Qualitätssicherung in der Serienproduktion

# Beispiel: Airbag-Gasgeneratoren der ZF Airbag GmbH

Sicherheitsrelevant

Endprodukt nicht (nur einmal) testbar

Im Fehlerfall teure Rückrufaktionen, Imageverlust, Insolvenz

Sämtliche Produktionsschritte prüfen

Kritische Kunden (Automobilhersteller)

Bei gefundenen Spänen/Abweichungen → Prüfung der ganzen Serie (Kosten trägt Airbag-Hersteller)

## Beispiel Takata (Japan)

- Neuartiges Zündgemisch machte Probleme in (sub)tropischen Regionen
- Durch Explosionen sterben 17 Menschen
- Zuvor 20% Marktanteil
- Ca.100 Mio. betroffene Airbags, Rückrufaktion
- 2017 Insolvenz angemeldet



Quelle: Ostsee-Zeitung

# KI-basierte Qualitätssicherung anstatt manueller Endkontrolle

Automatisierte Sicherstellung konstanter Produktqualität

Vermeidung von Imageschäden und Regressforderungen durch Produkthaftung

Entlastung von Mitarbeitern

Vergleich mit dem Soll-Modell

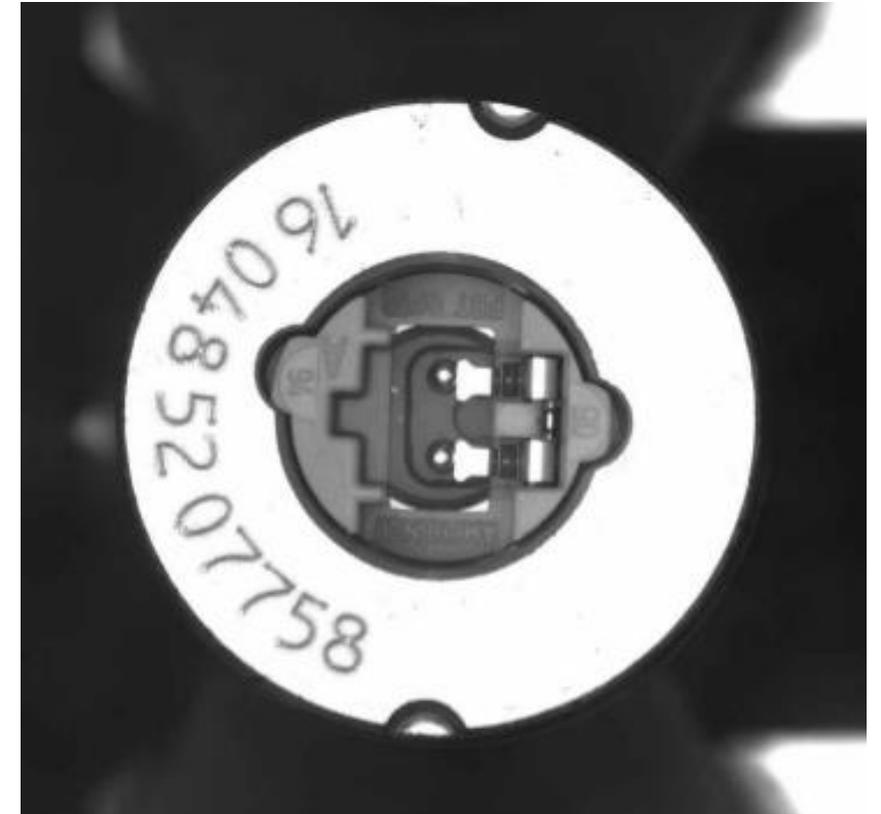
- CAD-Modell / Schema (explizit)
- Abgeleitet aus statistischem Mittel (Serien)



# Automatic End of Line Image Audit im Einsatz bei ZF

## Aufgabe

- Fehlerhafte Pin-Stellungen im Steckkontakt
- Span in der Schnittstelle
- Fehlerhafte Kontur des Retainers



Schnittstelle Gasgenerator (Quelle: ZF)

# AEOLIA – Automatic End of Line Image Audit

## Lösung

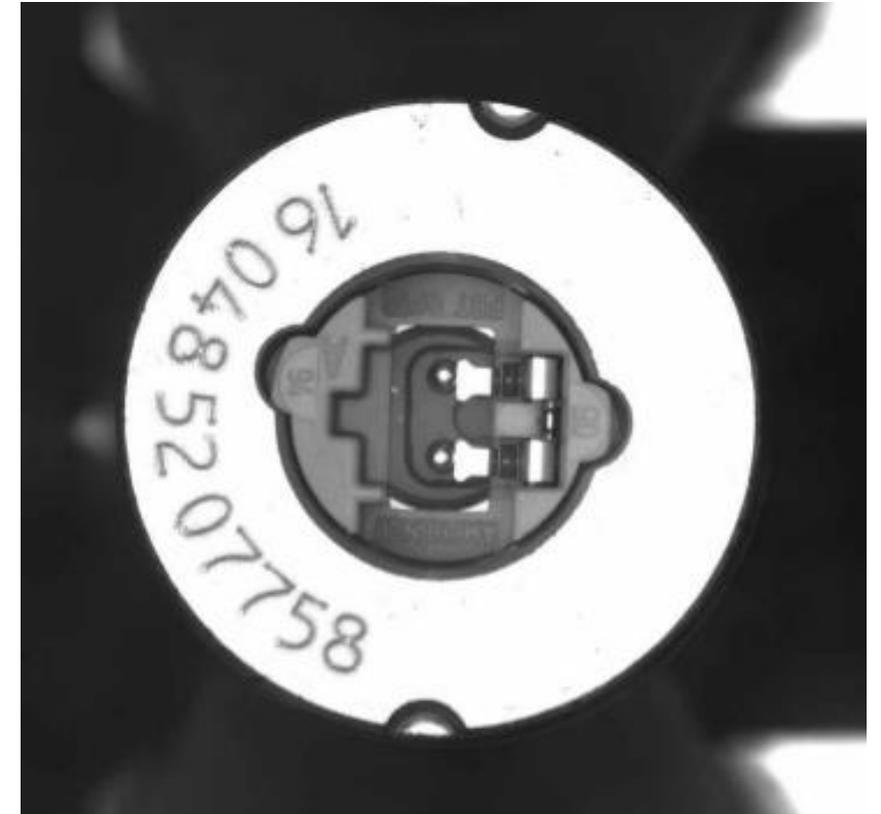
- Berechnung eines Durchschnittsmodell
- Erkennen und Gewichten von Abweichungen

Offline- und Online-Prüfung möglich

## Ergebnis

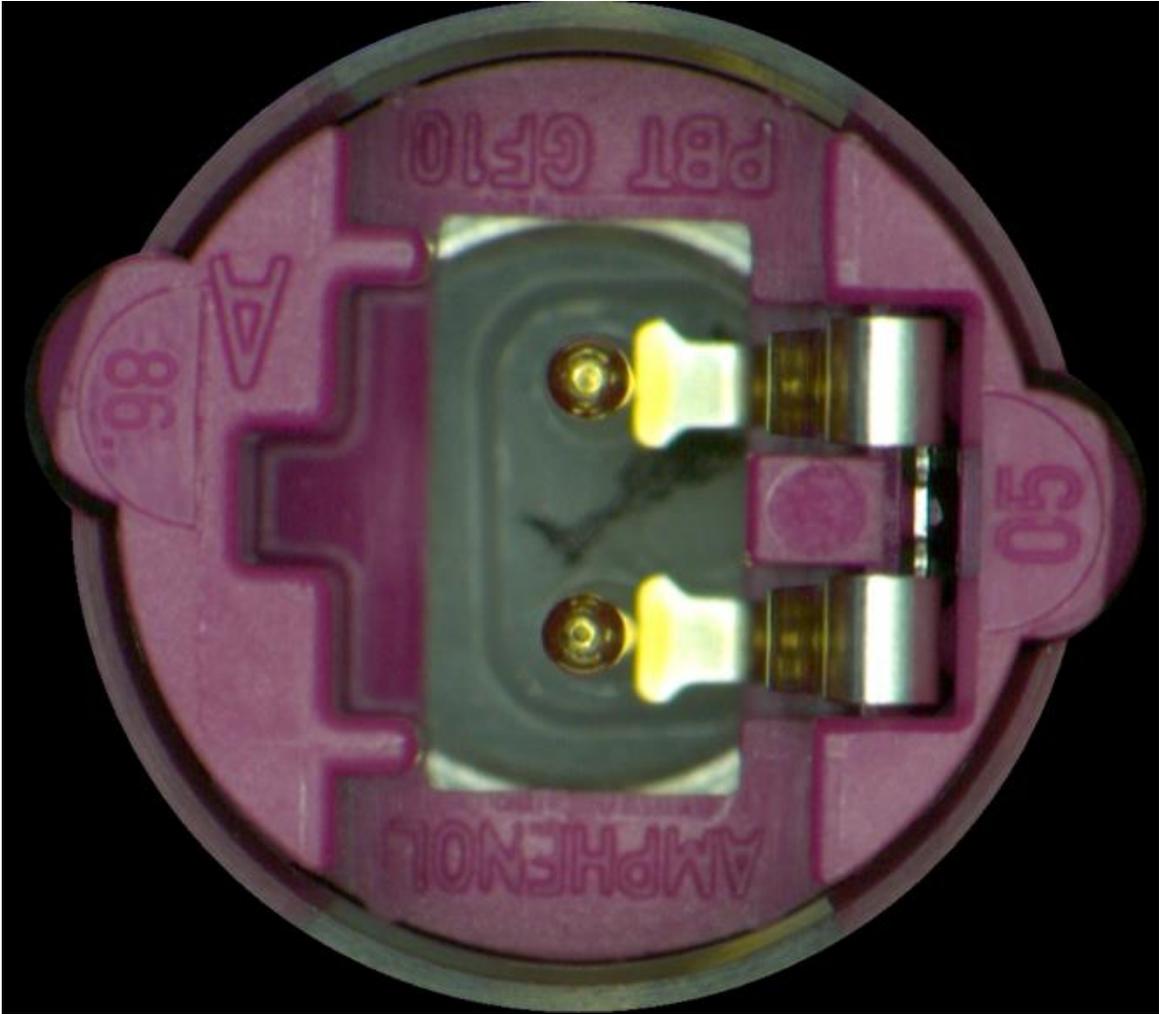
- Erkennungsrate: 99,999 %
- Zeitverbrauch: 120 ms

Produktiv im Einsatz bei ZF Airbag Germany  
in Laage, Mesa (USA), Xian (China)

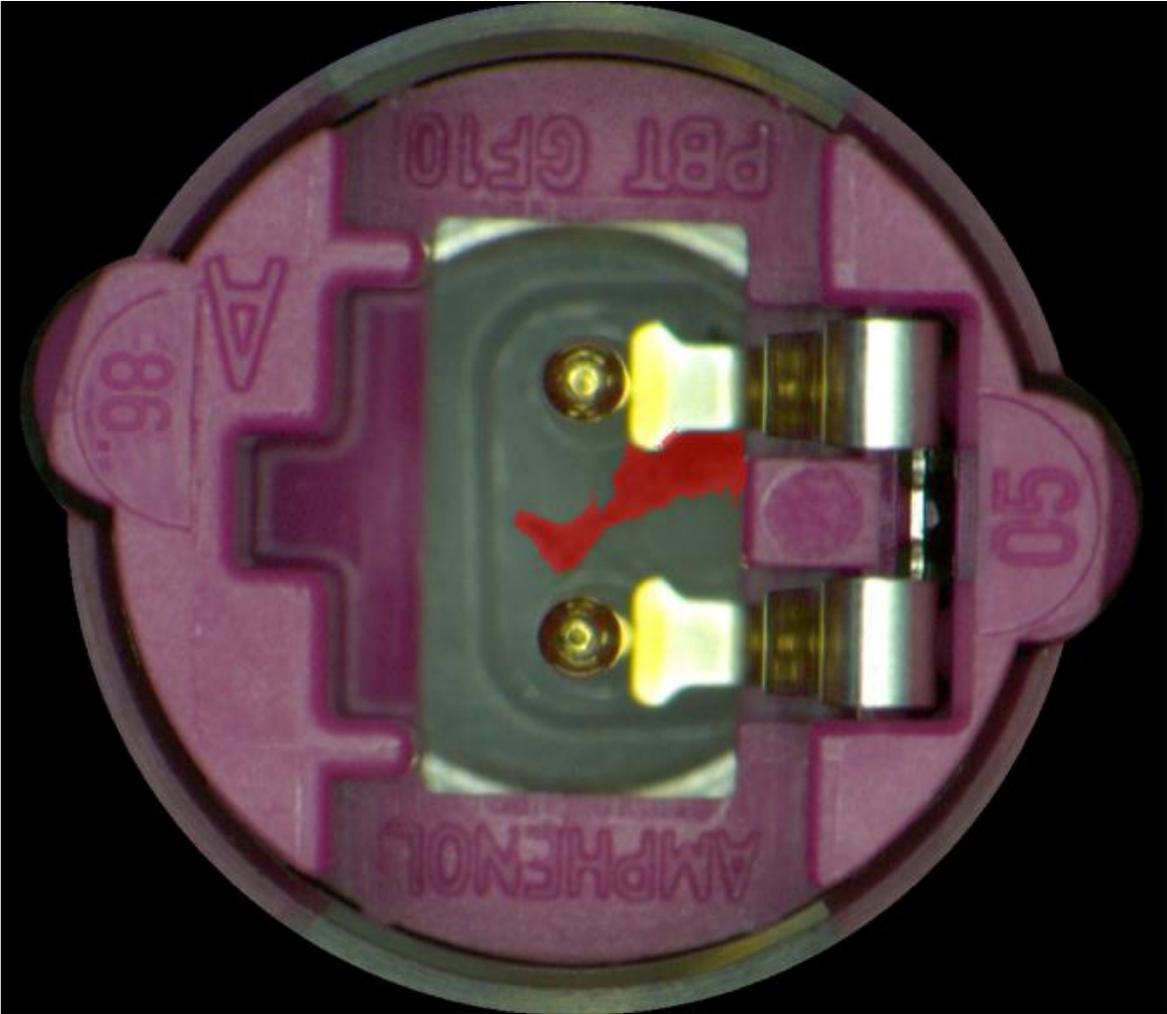


Schnittstelle Gasgenerator (Quelle: ZF)

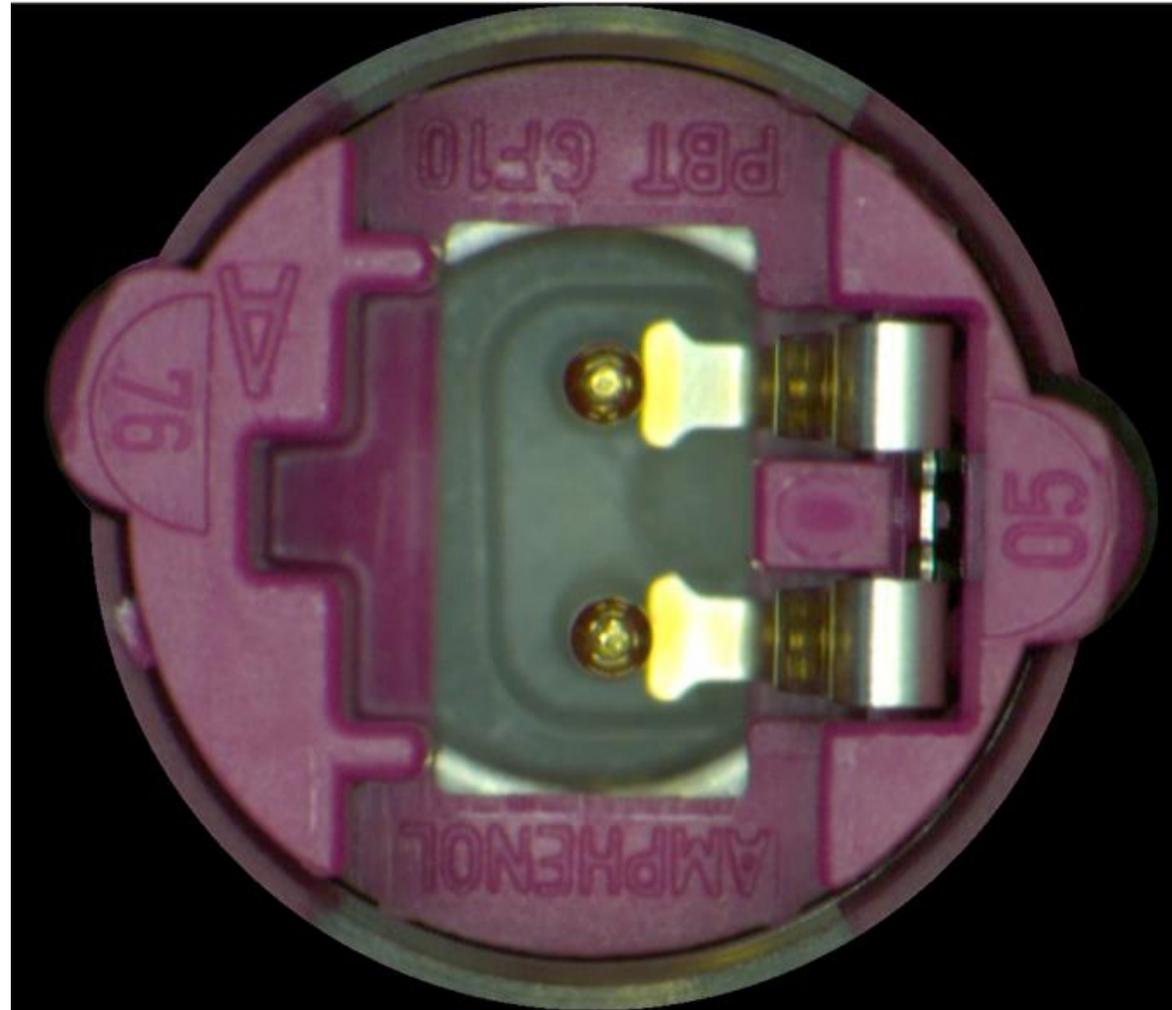
# AEOLIA – Automatic End of Line Image Audit



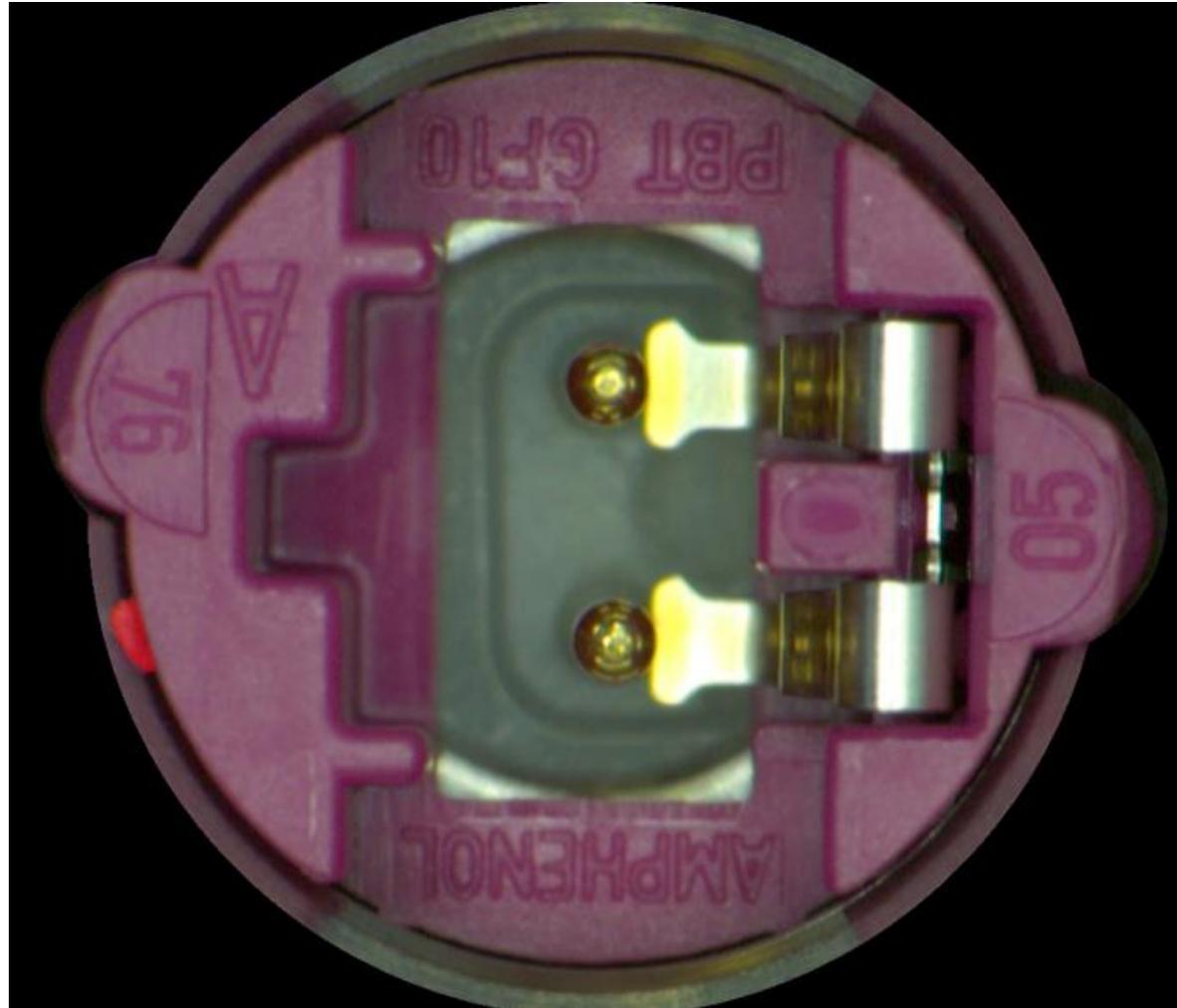
# AEOLIA – Automatic End of Line Image Audit



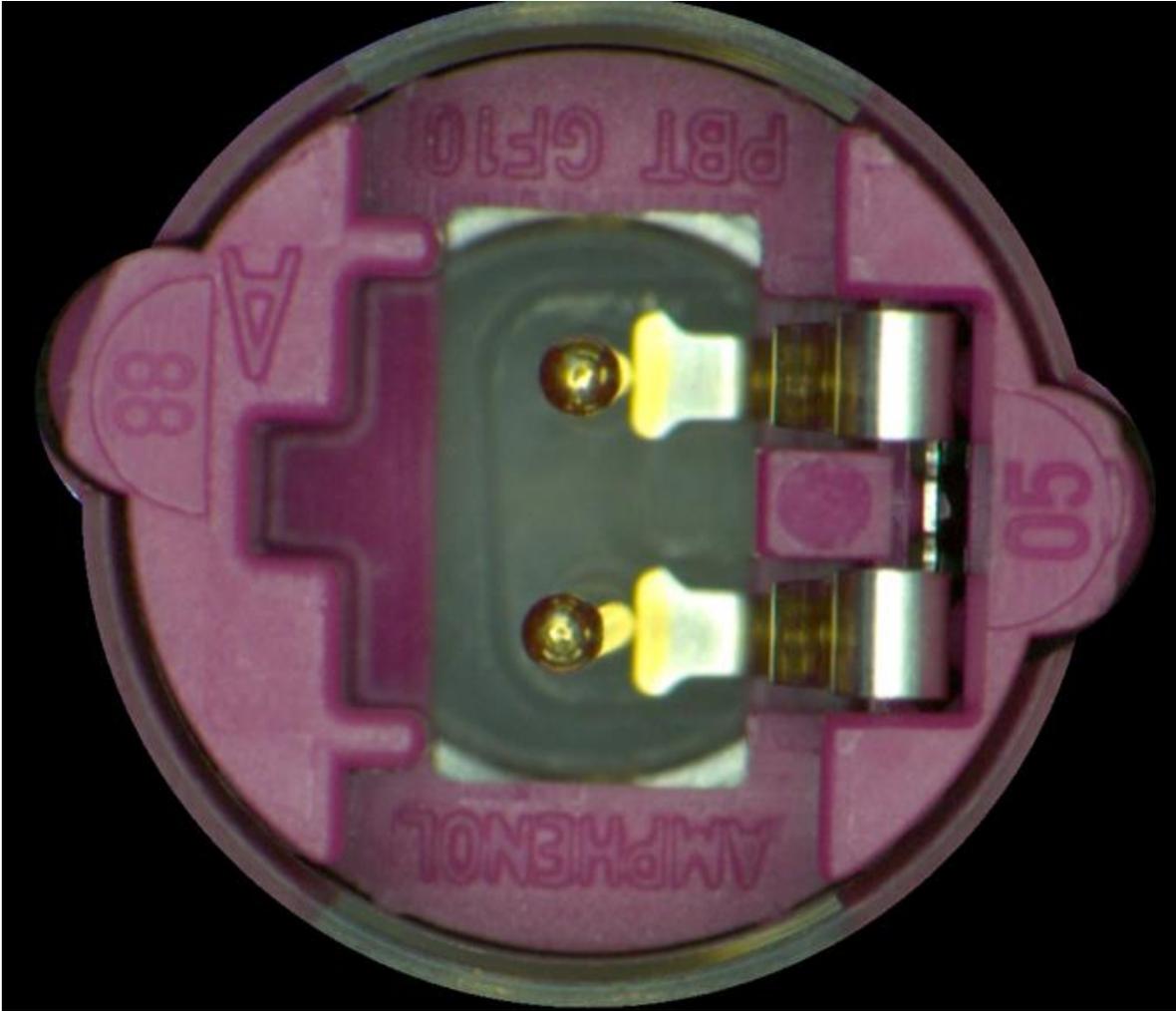
# AEOLIA – Automatic End of Line Image Audit



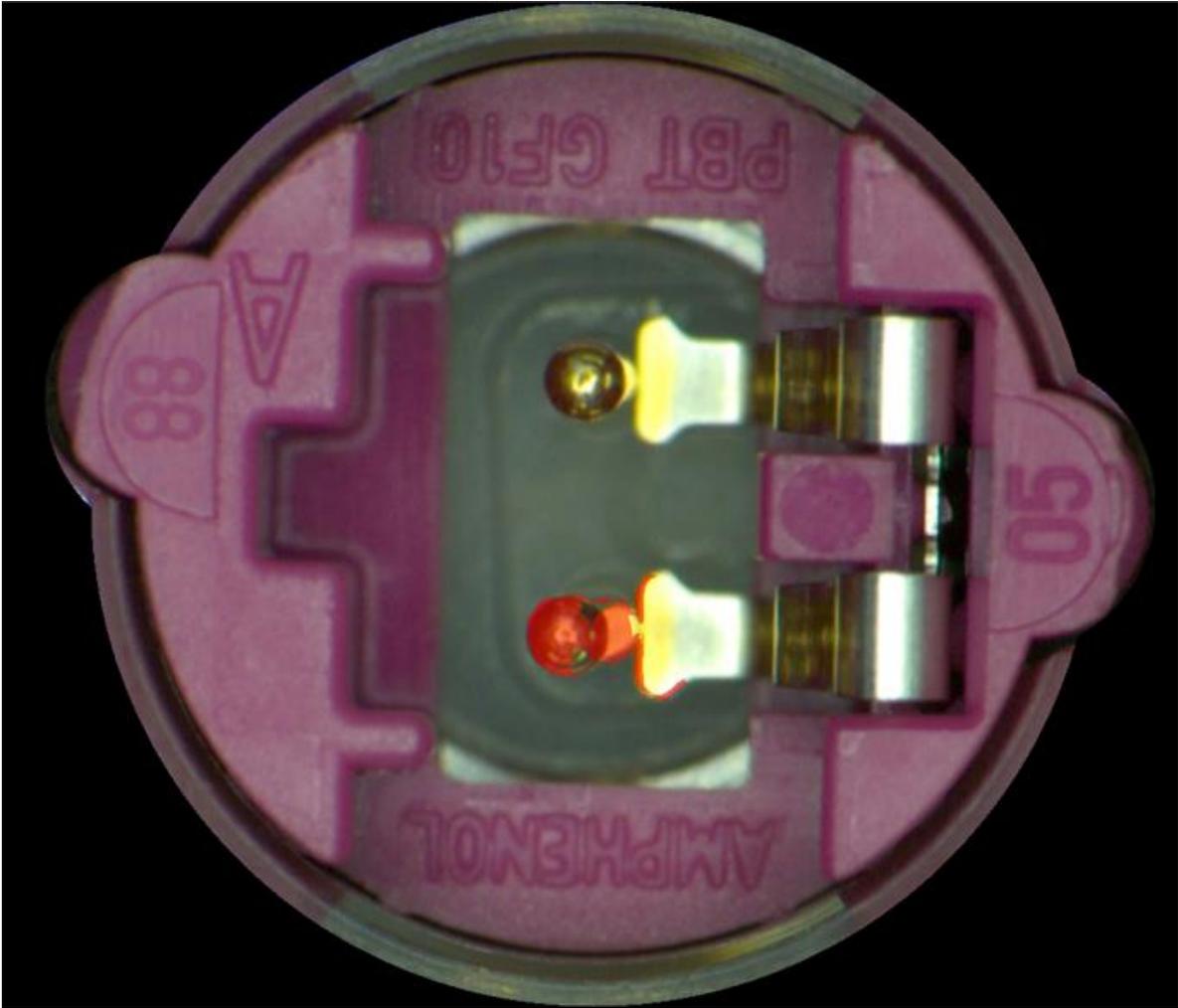
# AEOLIA – Automatic End of Line Image Audit



# AEOLIA – Automatic End of Line Image Audit



# AEOLIA – Automatic End of Line Image Audit



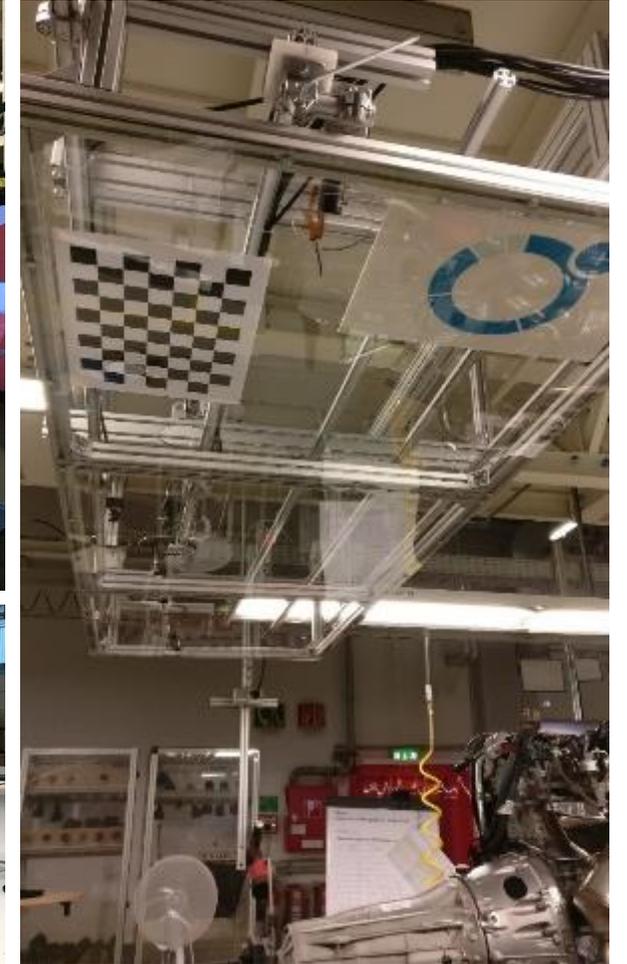
---

# VC-basierte in-line Qualitätssicherung in der Serienproduktion

# NextGen xR-Systeme zur Qualitätssicherung

## AR-basierte Qualitätsinspektion – IRIS/AURA

- **Problem:** Optische Prüfverfahren sind teuer, benötigen oft Teach-In (ML-basiert)
- Umrüstzeiten der Prüfsysteme bei Varianten hoch
- 50 Prüfmerkmale: Teach-In ca. 100 KEUR
  
- **Idee:** Modellbasiertes Tracking und computer-vision-gestützte Inspektion
- Statischer Multi-Kameraaufbau an Produktionslinie
- Registrierung von Referenzgeometrie, Prüfmerkmale in Relation zur Referenz



# NextGen xR-Systeme zur Qualitätssicherung

## AR-basierte Qualitätsinspektion – IRIS/AURA

### AR-basierte Qualitätssicherung

Varianzanalyse (Soll/Ist-Vergleich)

Integrität

Position

Verbauung

→ Ohne Teach-In



Tracked Reference Object



Test Object iO

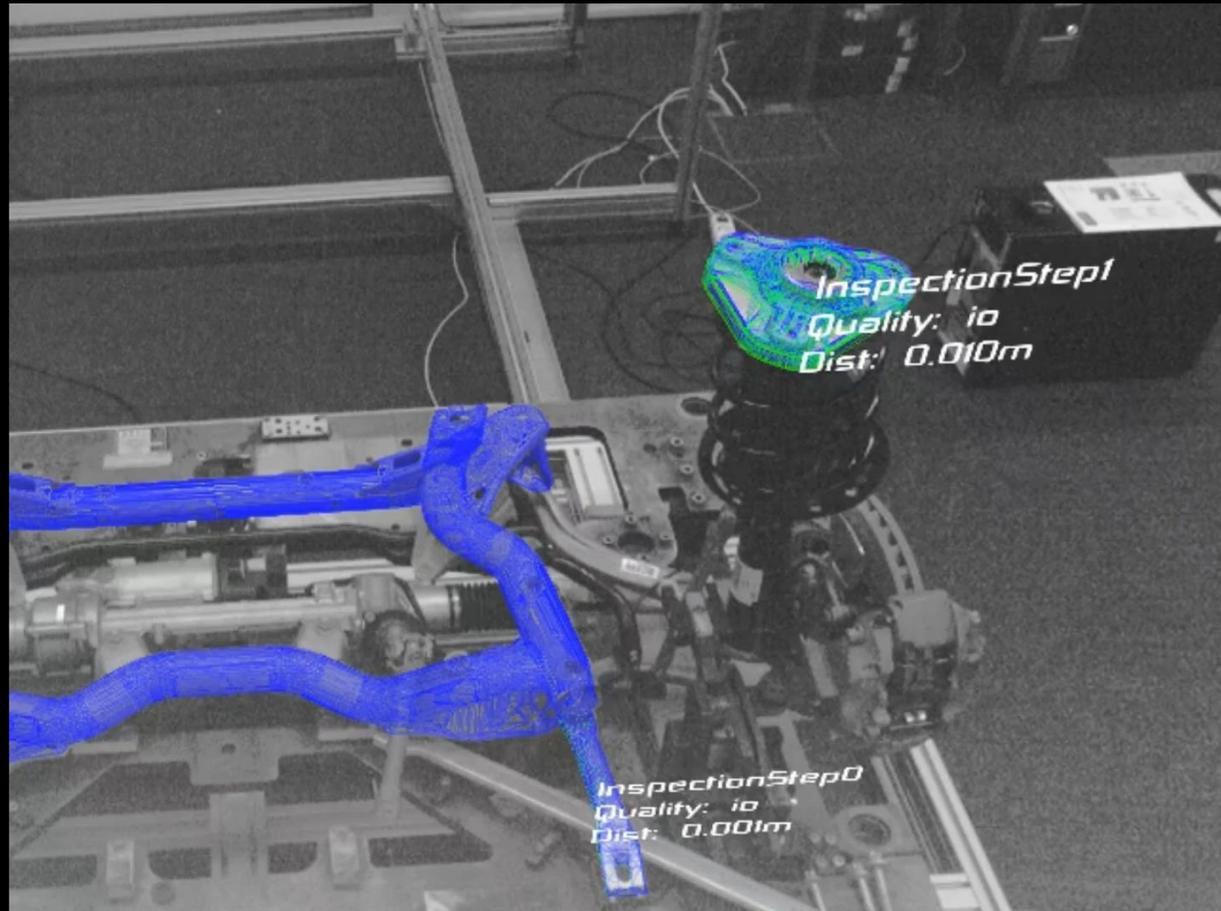


Test Object niO

# NextGen xR-Systeme zur Qualitätssicherung

## AR-basierte Qualitätsinspektion – MARQUIS

**AR-basierte Qualitätssicherung**  
Varianzanalyse (Soll/Ist-Vergleich)  
Qualitätsinspektion  
Integrität, Position, Deformation



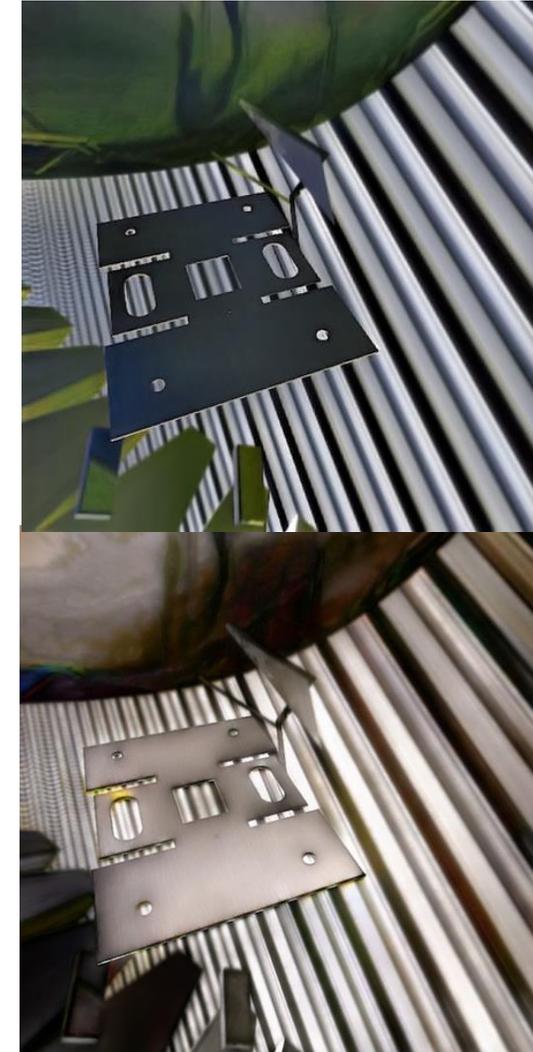
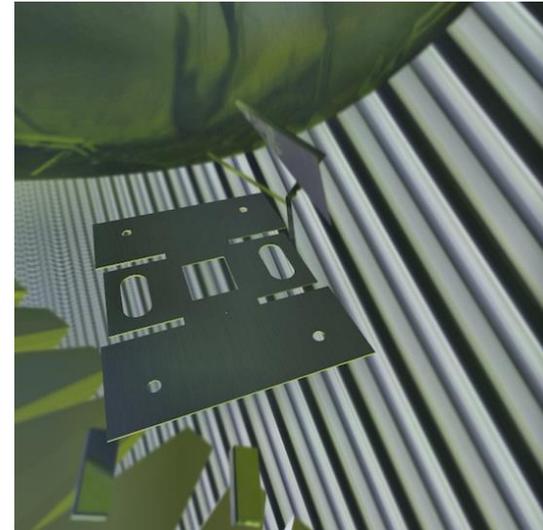


# Ausblick Trainingsdatensynthese

# Herausforderung: Aufwand für Trainingsdatengenerierung

## Technologien / Lösungsstrategie

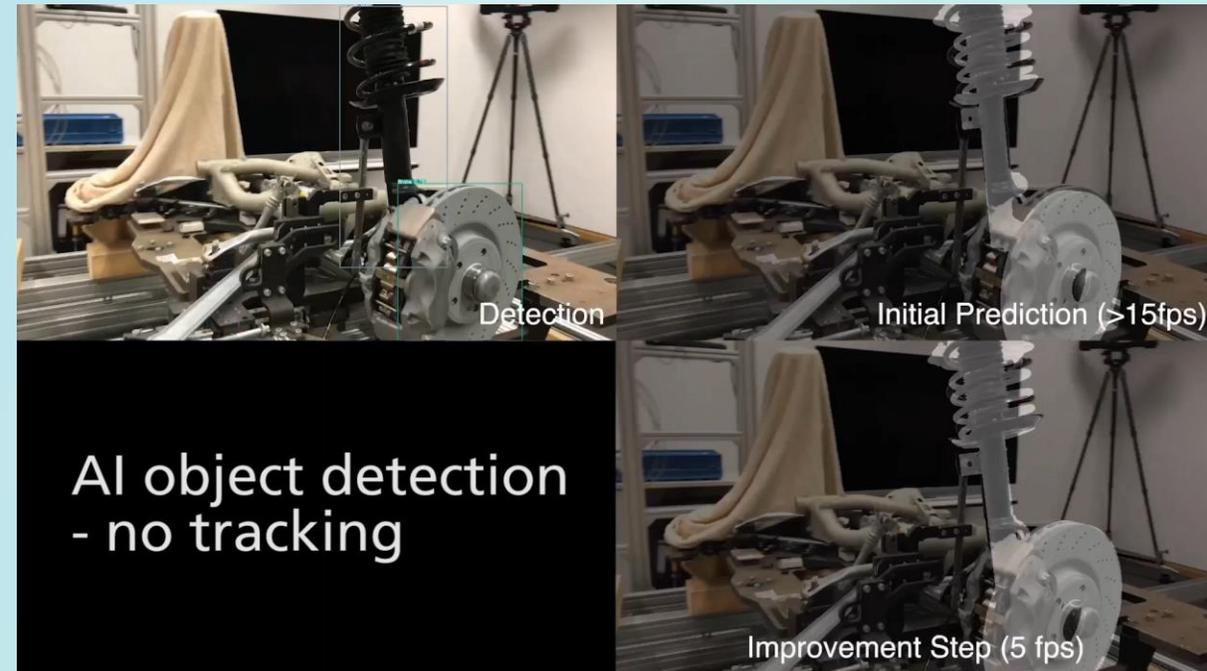
- autom. Generierung von Trainingsdaten für QS (z.B. AR-gestützt)
- Bildsynthese
  - Photorealistisches und nicht-photorealistisches Rendering
  - Generative Bilderzeugung
- ML-Verfahren
  - Encoder-Decoder-Architekturen (DNNs)
  - Vision Transformers / Neural Radiance Fields (NeRFs)



# Anwendung: präventive Qualitätssicherung

## Bedeutung / Nutzen und Vorteile

- Domänenadaption & Verbesserung der Trainingsdatenqualität
  - Trainingsdaten erzeugen ohne Aufnahmen der Realwelt
  - Erhöhte Wirtschaftlichkeit von optischen QS-Systemen
    - mehr Zustände entlang des Produktionsprozesses können überwacht werden
- bessere Chance zur Früherkennung von Fehlern  
→ Prävention von Folgeproblemen



PoC: One-shot Posenschätzung

# Kontakt

---

**Prof. Dr.-Ing. André Stork**  
**Head of Competence Center Automotive**  
**Tel. +49 6151 155-469**  
**[andre.stork@igd.fraunhofer.de](mailto:andre.stork@igd.fraunhofer.de)**

Fraunhofer IGD  
Fraunhoferstraße 5  
64283 Darmstadt  
[www.igd.fraunhofer.de](http://www.igd.fraunhofer.de)



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit

---