

# AKIBO: INDUSTRIELLE ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN FÜR AUTOMATISIERTE QUALITÄTSKONTROLLE VON REFLEKTIERENDEN OBERFLÄCHEN

**Hendrik Mende, M.Sc.**

Fraunhofer IPT  
hendrik.mende@ipt.fraunhofer.de  
0241 8904-386

**Dr. Theresa Bick**

Fraunhofer IAIS  
theresa.bick@iais.fraunhofer.de  
02241 14-2136

1.7.2021

 **Fraunhofer**  
IPT

 **Fraunhofer**  
IAIS



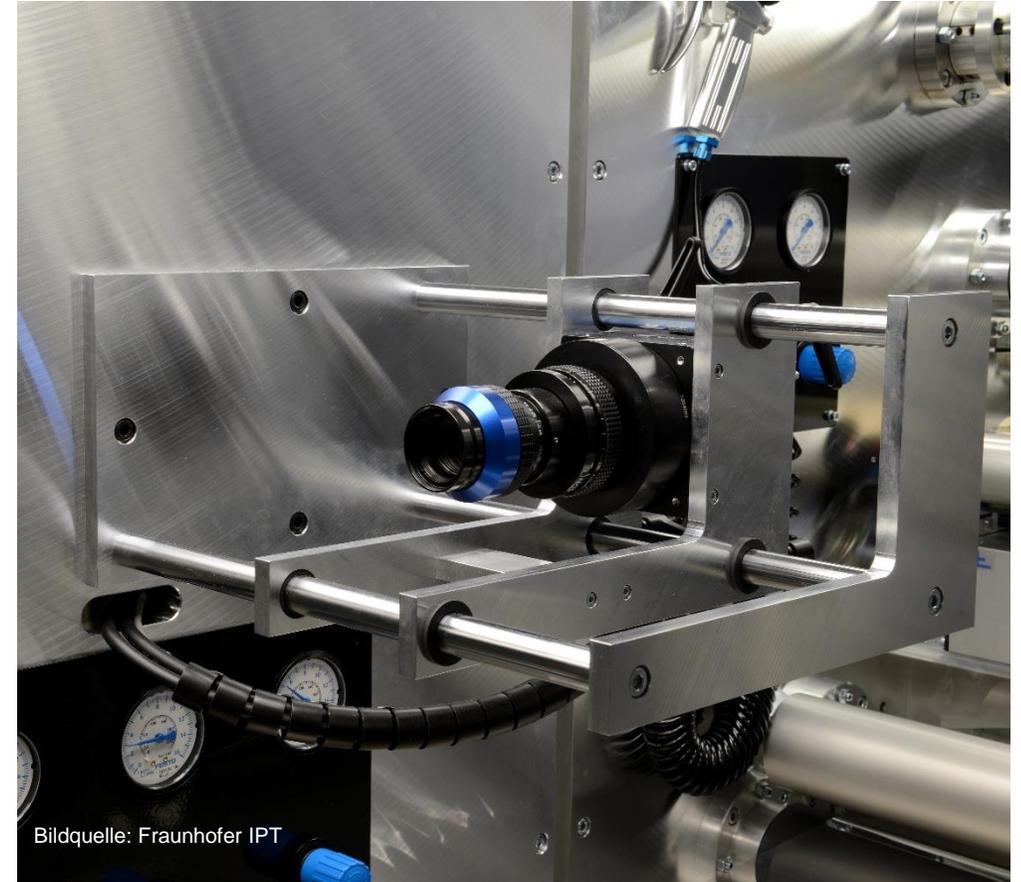
01

# Qualitätskontrollen in der Produktion

# Qualitätskontrollen in der Produktion

## Prüfung von Oberflächen

- Flexible und hochvariante Produktion
  - Individuelle Produkte (Mass Customization)
- Interne und externe Fehlerkosten vermeiden
  - Nachbearbeitung
  - Ausschuss
  - Reklamation und Garantie
- Prüfung der Qualitätsmerkmale
  - Manuelle Sichtprüfung
  - Spezialisierte, programmierte Systeme
  - Besondere Herausforderung: reflektierende Oberflächen



Bildquelle: Fraunhofer IPT

# Qualitätskontrollen von Oberflächen

## Motivation

### Ausgangslage

Sichtprüfung ist ein manueller, subjektiver Vorgang

Aufwändige automatisierte Prüfsysteme

### Problemstellung

Manuelle Kontrolle ist kostenintensiv und fehleranfällig

Prüfsysteme sind teuer und unflexibel

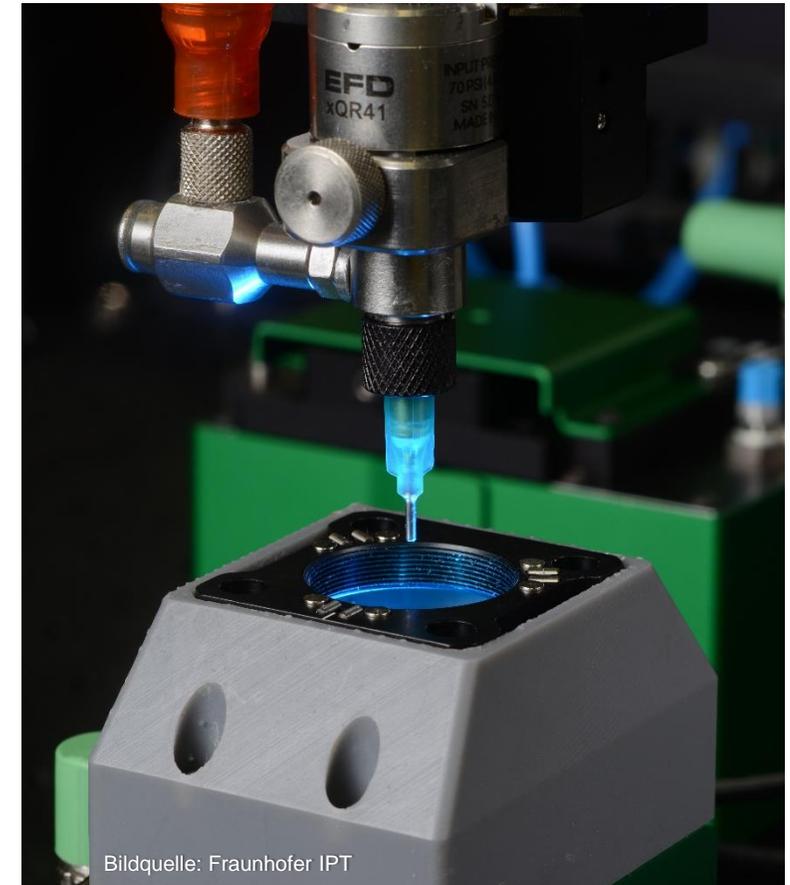


Einsatz von KI kann zur Lösung dieses Problems helfen – ist in der Prüfung reflektierender Oberflächen bisher nur wenig vertreten

# Künstliche Intelligenz vs. herkömmliche Prüfsysteme

## KI in der Qualitätskontrolle

- › Herkömmliche Prüfsysteme der **Computer Vision**
  - › Maße von Bauteilen oder Defekten
  - › Geschwindigkeit, Genauigkeit und Wiederholbarkeit
- › **Deep-Learning**-basierte Bildanalyse
  - › Detektion kosmetischer Eigenschaften
  - › Defekte von Textur und Material
  - › Verformungen von Bauteilen
  - › Flexibilität und Adaptivität
- › Für manche Anwendungen ist ein hybrider Ansatz geeignet
- › Reflektierende Oberflächen stellen ein Problem dar



Bildquelle: Fraunhofer IPT

# Fraunhofer IPT und IAIS

## Technologiebasis und –verfügbarkeit



### Fraunhofer IAIS

- Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme
- Erfahrung und Kompetenz in **Bildverarbeitung** und **KI/ML**
- Langjährige Entwicklung eines Software-Technologiekerns
- Vorstudien, Pilotinstallationen und Patente für die Oberflächeninspektion



### Fraunhofer IPT

- Institut für Produktionstechnologie
- Erfahrung und Kompetenzen in **Produktion, Qualitätsmanagement** und **KI/ML**
- Einsatz von KI-gestützter Bildverarbeitung in unterschiedlichen Produktionsbereichen
- Aufbau und Einsatz von Messtechnik und Sensorik/Aktorik in Forschung und Industrie



Gemeinsames Projekt AKIBO zur Bündelung der komplementären Kompetenzen



02

AKIBO

# Unerwünschte Anomalien auf reflektierenden Oberflächen

## Automatisierte Erkennung

- › Manuelle Inspektion aufwendig, langsam, fehlerbehaftet
- › Bisherige Lösungen auf dem Markt:
  - › Keine 100% Testabdeckung
  - › Komplexer Aufbau: hohe Kosten und hohe Sicherheitsvorkehrungen
- › **AKIBO: automatisierte KI-basierte Oberflächenkontrolle**
  - › kostengünstiges, flexibles System zur Anwendung in der industriellen Produktion



Bildquelle: vadimalekandr - stock.adobe.com

# Anwendungsgebiete

## Flexibilität und Mobilität

### Qualitätssicherung in der industriellen Produktion

Automotive: Lackeinschlüsse, Lackverläufe, Kratzer, ...

Aber auch: Metallverarbeitung, Ceran, Fliesen, ...



### Zustandsprüfung nach Inbetriebnahme

Autoleasing, Mietwagen: Beulen, Kratzer, ...

Versicherungen, Gutachter (Hagelschäden an Fahrzeugen)





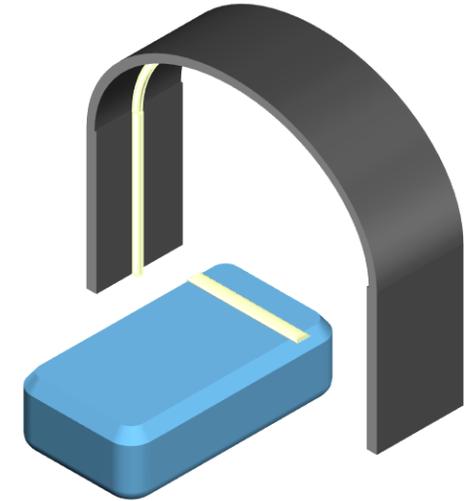
03

LED-Scanner mit KI

# Messprinzip

## Deflektometrie

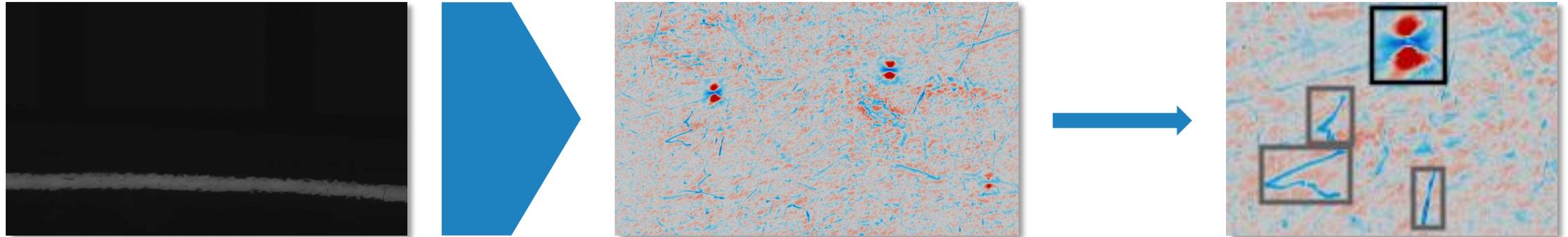
- ▶ Zu untersuchendes Objekt wird unter LED-Bogen durchgeführt
  - ▶ Durchfahrt wird – je nach Objektform – mit einer oder mehrerer Kamera(s) aufgezeichnet
- ▶ Messprinzip **Deflektometrie**: an Anomalien wird Lichtstrahl ausgelenkt
- ▶ Auswertung Videos mit Zusammenspiel aus klassischer Bildverarbeitung und KI



Patentiertes Konzept: Kopplung eines LED-Bogens mit einer KI

# Optimale Kombination aus klassischer Bildverarbeitung und Deep Learning

## Hybrider Ansatz



### Klassische Bildverarbeitung

Schnelle, approximative Verfahren

Einschränkung der zu untersuchenden Bereiche

### Neuronale Netze

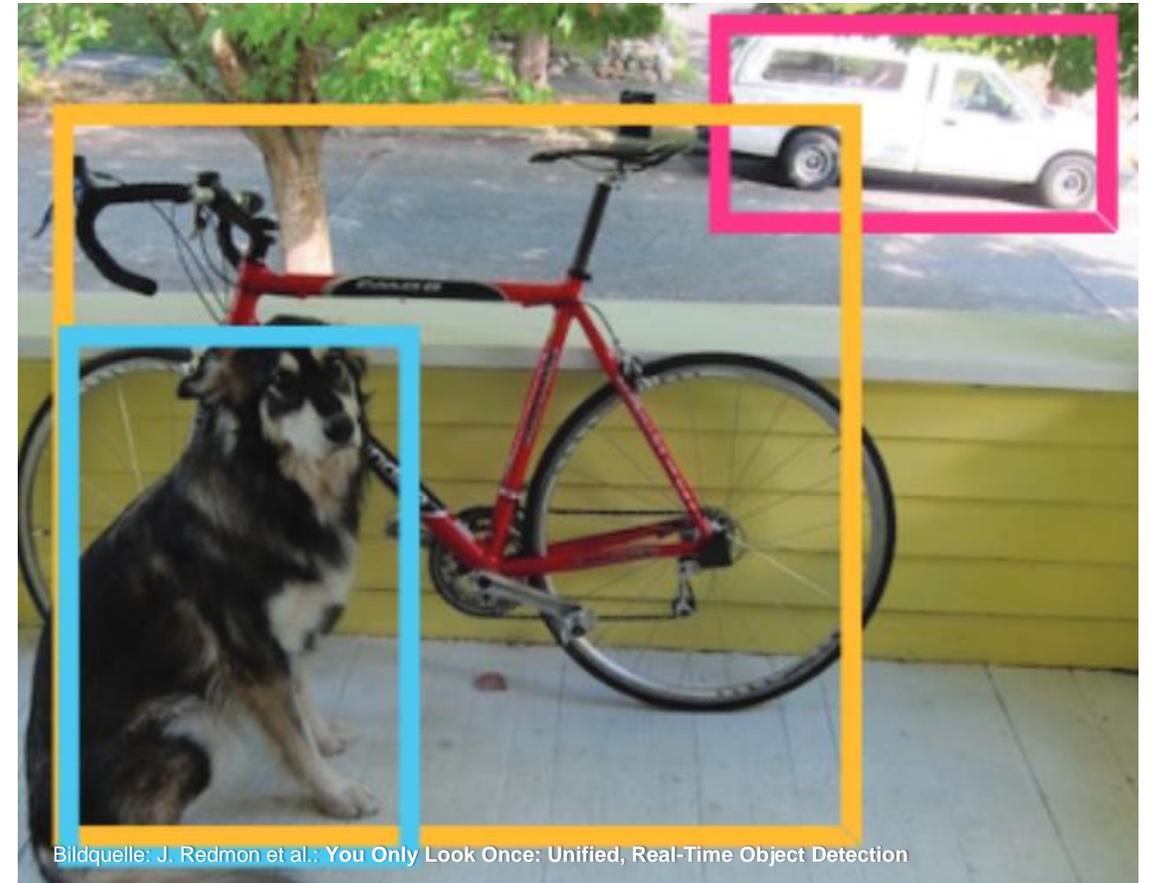
Mächtige, aber langsame Verfahren

Detektion und Klassifikation der Vorverarbeitung

# Objektdetektion mit Deep Learning

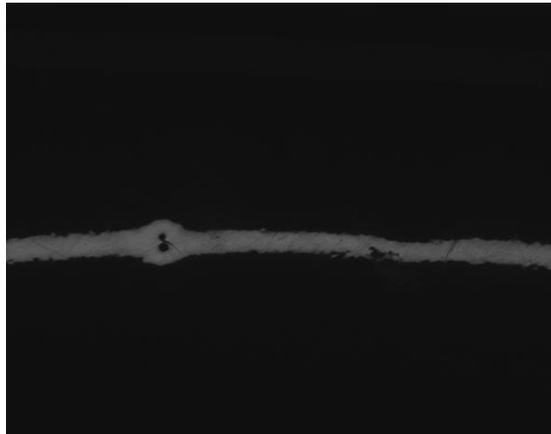
## Convolutional Neural Networks

- Detektornetzwerke: etablierte Verfahren der **Computer Vision**
  - Erkenne „was?“ und „wo?“ in einem Bild
  - Umsetzung über **CNNs** (Convolutional Neural Networks)
- Viele Netzwerkarchitekturen verfügbar
  - Z.B. YOLO: Redmon et al., 2015: You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection
  - Hohe Anzahl zu lernender Parameter
    - Vortrainierte Modelle nutzen
- Ist es so einfach?



# Anwendung von CNNs auf unser Problem

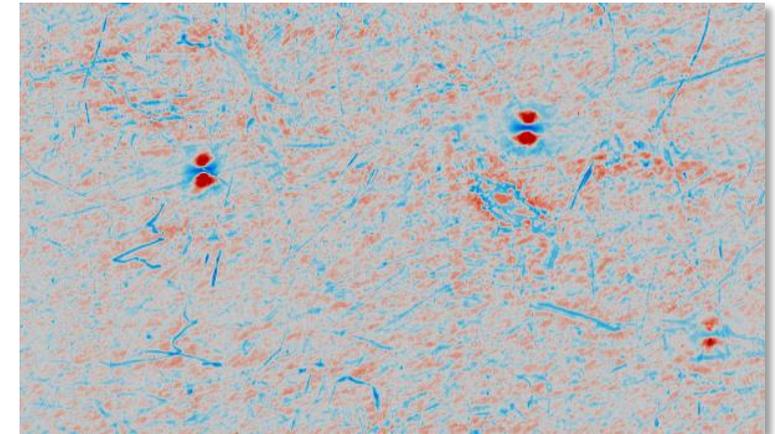
## Bilder und Messdaten



Bilddaten



Extraktion  
Messdaten



Geeignete Bilddarstellung der  
Messdaten

# Herausforderungen beim Einsatz von KI mit Messdaten

## Architektur

- Bekannte Architekturen von Neuronalen Netze auf bestimmte Anwendung zugeschnitten

## Trainingsdaten

- Häufig nur geringe Anzahl an Trainingsdaten vorhanden
- Hoher Annotationsaufwand

## Vortrainierte Modelle

- Vortrainierte Modelle Netze auf bestimmte Anwendung zugeschnitten

## Expertenwissen

- Wie lässt sich wertvolles Expertenwissen integrieren

# Zusammenfassung AKIBO

## Automatisierte KI-basierte Qualitätskontrolle

- › Automatisierte Qualitätskontrolle in der industriellen Produktion



Kostengünstiges, flexibles System zur Kontrolle reflektierender Oberflächen

- › Kopplung eines LED-Bogens mit konventioneller Bildverarbeitung und einer KI
  - › Deflektometrie
  - › Bilddaten → Messdaten → Bilddaten



Hybrides Verfahren aus konventioneller Bildverarbeitung und Deep Learning



# AKIBO: INDUSTRIELLE ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN FÜR AUTOMATISIERTE QUALITÄTSKONTROLLE VON REFLEKTIERENDEN OBERFLÄCHEN

**Hendrik Mende, M.Sc.**

Fraunhofer IPT  
hendrik.mende@ipt.fraunhofer.de  
0241 8904-386

**Dr. Theresa Bick**

Fraunhofer IAIS  
theresa.bick@iais.fraunhofer.de  
02241 14-2136

1.7.2021

 **Fraunhofer**  
IPT

 **Fraunhofer**  
IAIS