

Vorstellung der Forschungs- und Entwicklungsergebnisse eines mobilen, automatisierten, optischen Inspektionssystems für radioaktive Fassgebinde (EMOS)

Tania Barretto

Institut für Technologie und Management im Baubetrieb – Rückbau konventioneller und kerntechnischer Bauwerke

Internationales Symposium | KONTEC | Dresden | 30.08.23



Gefördertes Verbundenvorhaben im Programm FORKA des BMBF

Zuwendungsgeber



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Projektträger



global research for safety

Verbundpartner

Rückbau
konventioneller
und
kerntechnischer
Bauwerke



Institut für
Photogrammetrie und
Fernerkundung (IPF)



Aufgabe

- Entwicklung
- Konzeption
- Bau der Inspektionseinheit

- Auswahl und Konzeption der optischen Erfassung
- Erstellung und Implementierung der Auswertalgorithmen

Problemstellung

Schäden an radioaktiven Fassgebinden

200 L Stahlfässer



- Alterung
- Handhabung
- Transportvorgang
- Lagerungsbedingungen
- Schäden an der inneren Korrosionsschutzschicht
- Restfeuchte in der Abfallmatrix

→ Regelmäßige Inspektion erforderlich, um Alterungsschäden wie Korrosion rechtzeitig zu erkennen und ggf. Gegenmaßnahmen einleiten zu können

Manuelle Inspektion

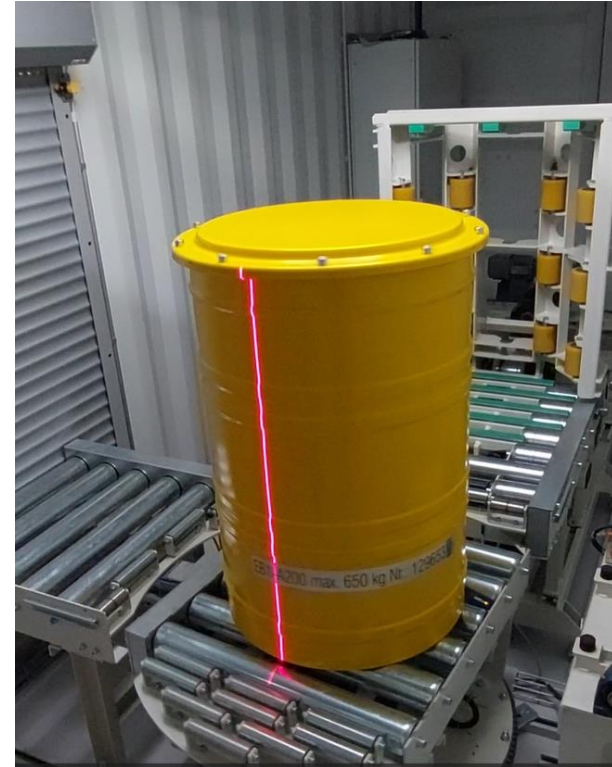


- Arbeitsintensiv
- Strahlenexposition des Personals
- Keine elektronische Vergleichsaufnahmen
- Keine maschinelle Dokumentation und Archivierung
- Menschliche Fehler

Quelle: <https://www.strahlenschutz.sachsen.de/landessammelstelle-10442.html>

Vorstellung der Forschungs- und Entwicklungsergebnisse eines mobilen, automatisierten, optischen Inspektionssystems für radioaktive Fassgebinde

Automatisierte optische Inspektion



- Sicherer
- Schneller
- Kostengünstiger
- Effizienter
- Dosisminimierung des Personals

Ziel des Forschungsprojektes

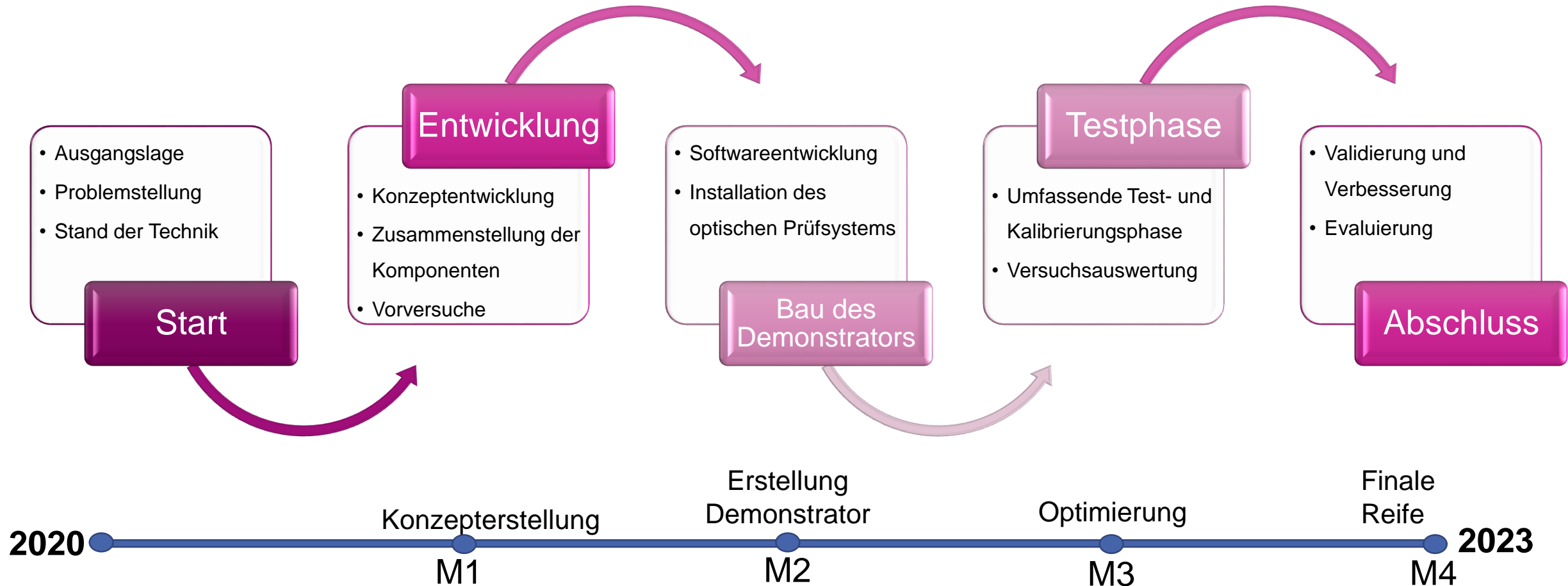
Ziel: Entwicklung und Bau eines mobilen, automatisierten, optischen Inspektionssystems für radioaktive Fassgebinde

Herausforderung:

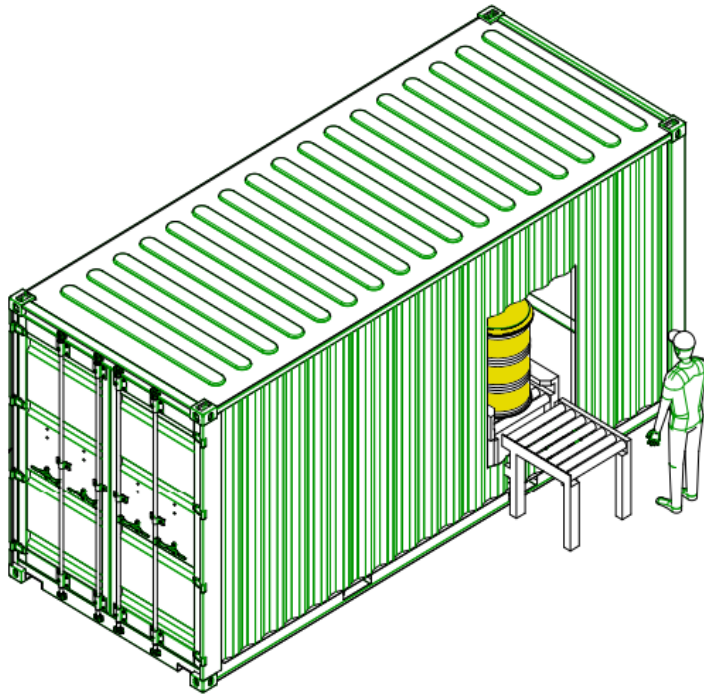
- Inspektion der gesamten Fassoberfläche (Mantel, Deckel und Boden)
- Schadenserkennung automatisiert an eingelagerten Fässern
- Kategorisierung der Schäden
- Erkennung von Schadensveränderungen im Laufe der Zeit



Vorgehensweise im Projekt



Entwicklung und Bau des Demonstrators

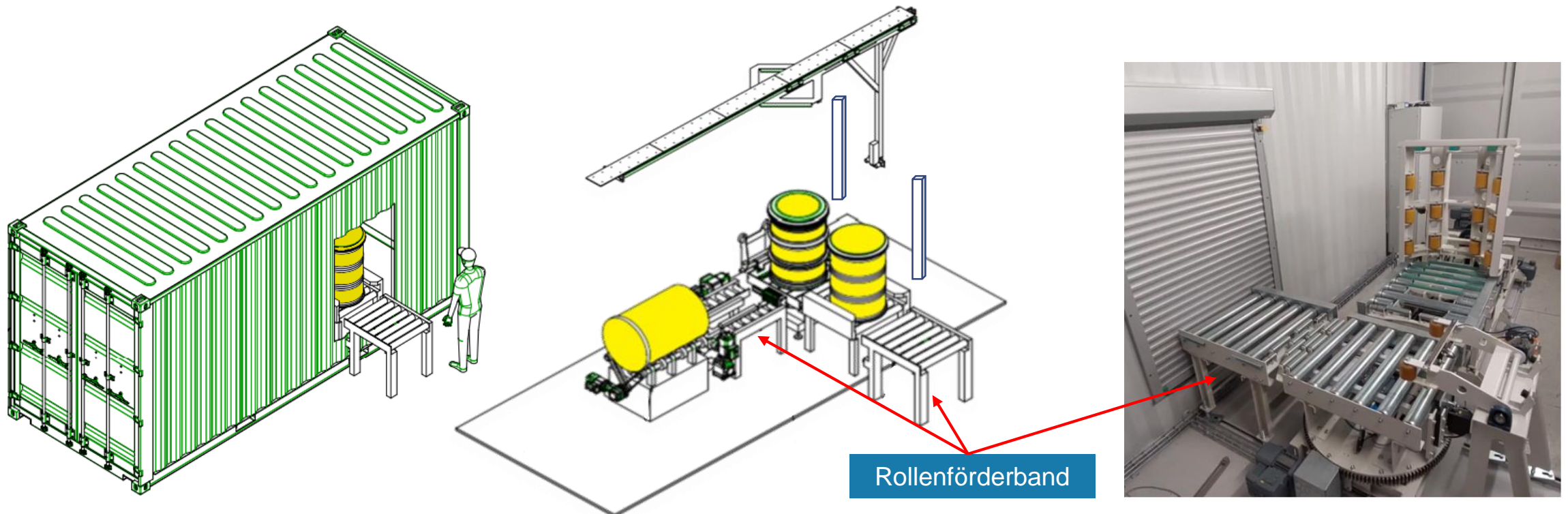


20 ft Container mit seitlichem Rollentor

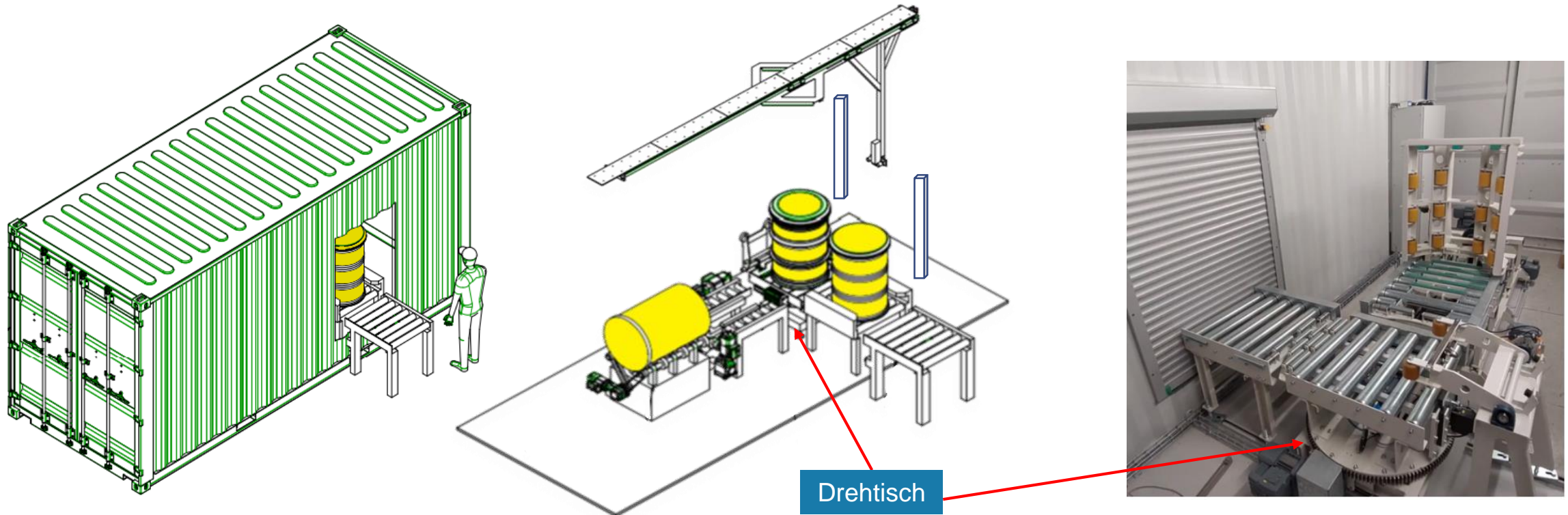


Mobile Inspektionsanlage

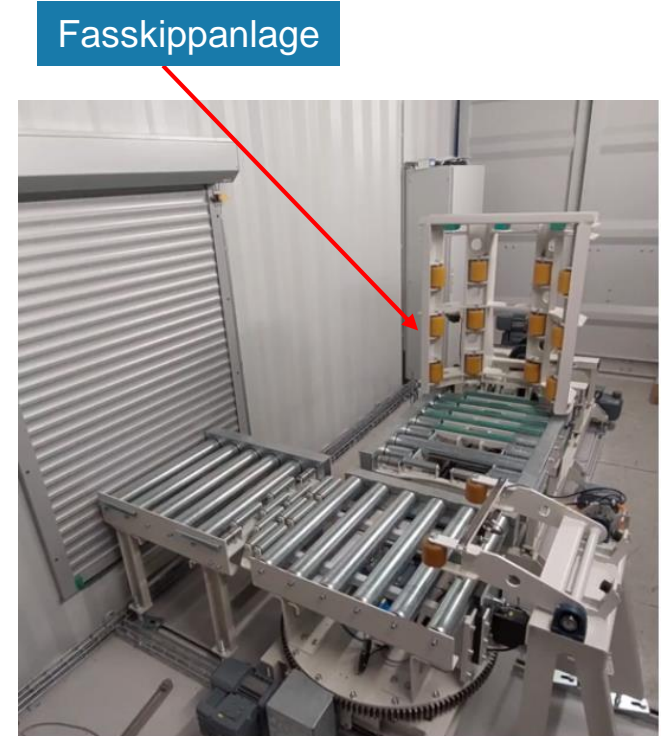
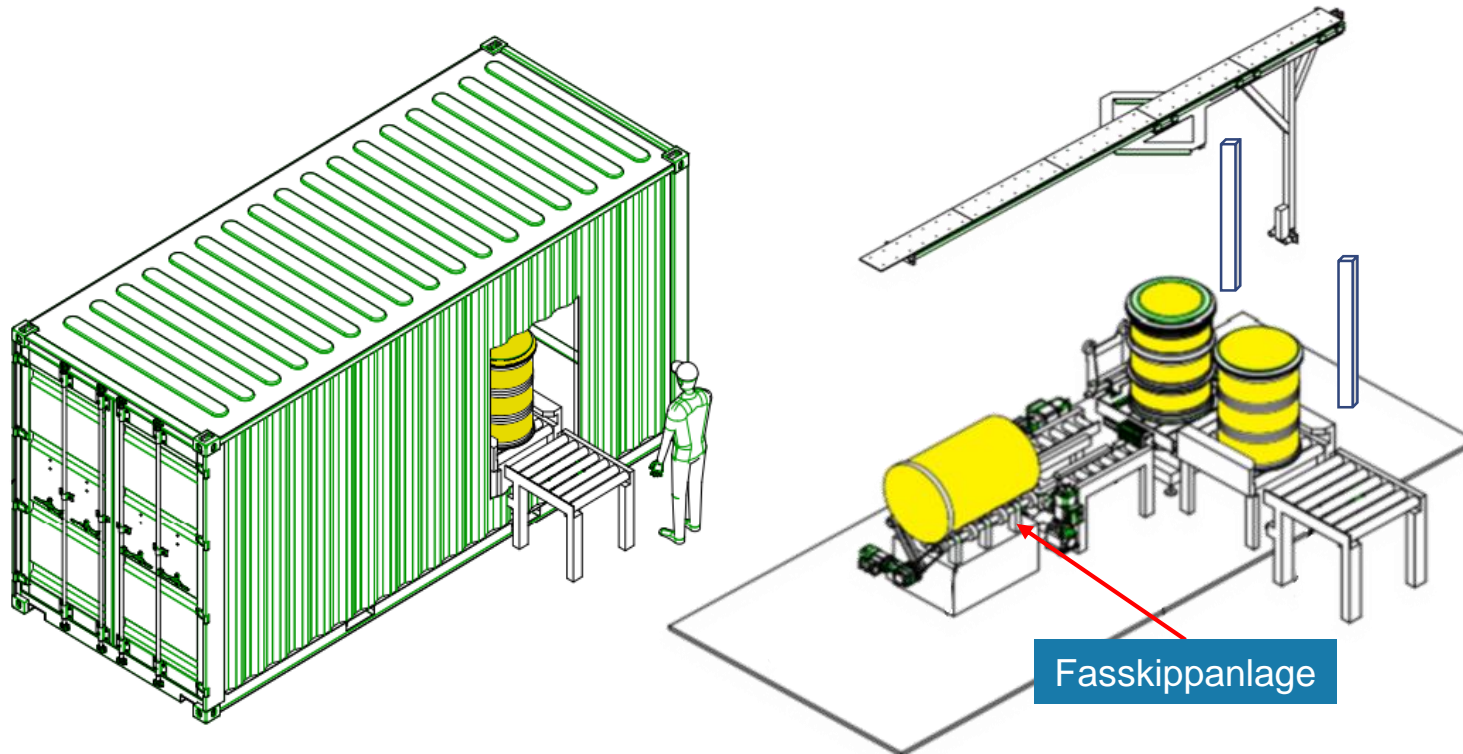
Entwicklung und Bau des Demonstrators



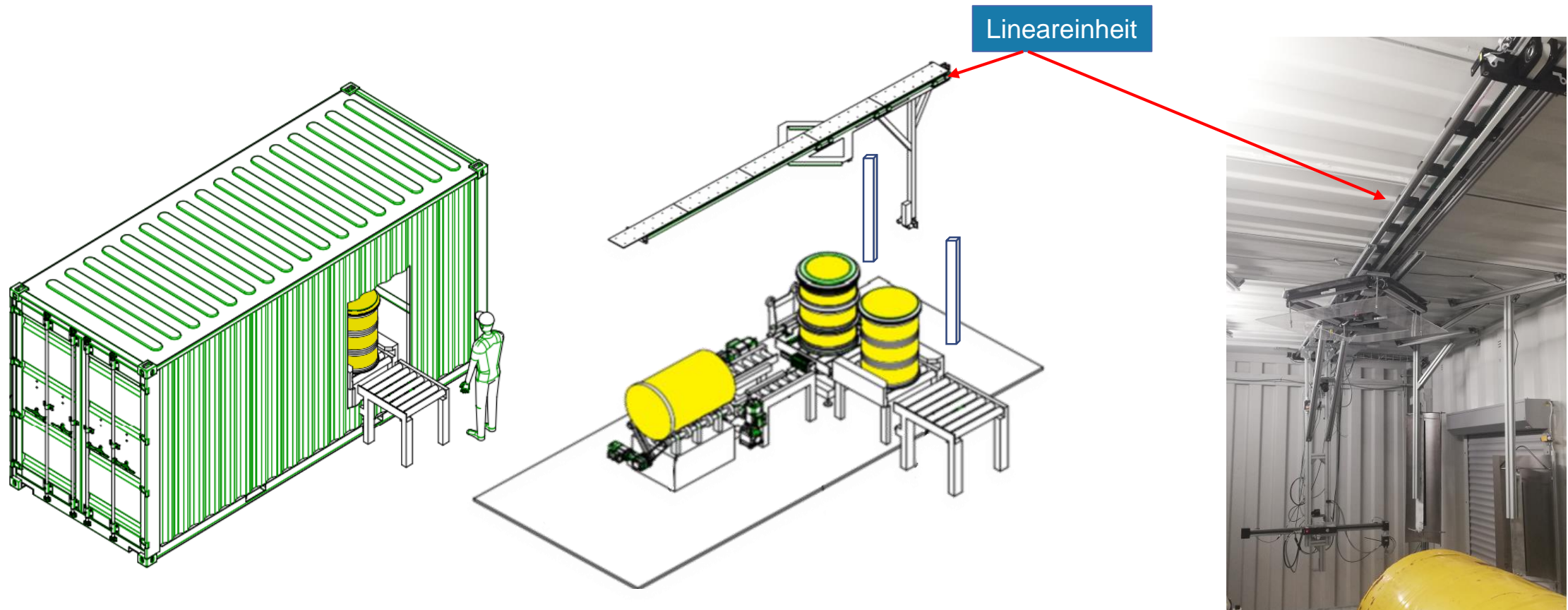
Entwicklung und Bau des Demonstrators



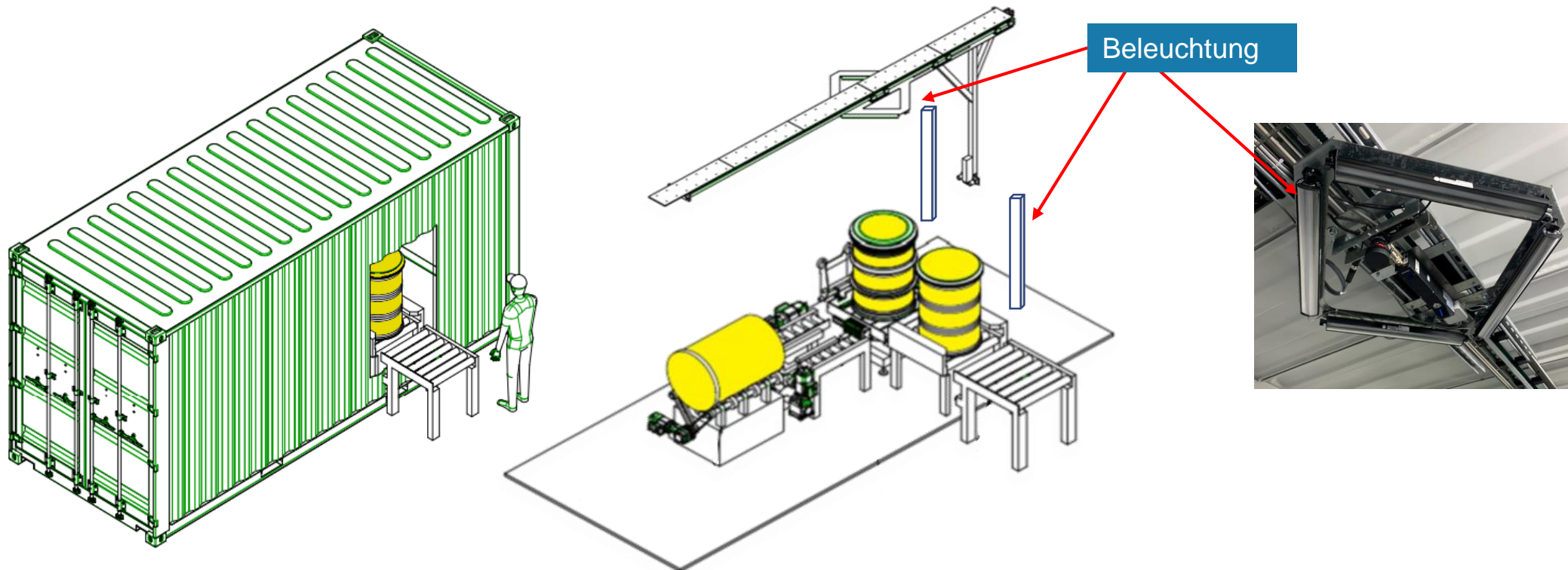
Entwicklung und Bau des Demonstrators



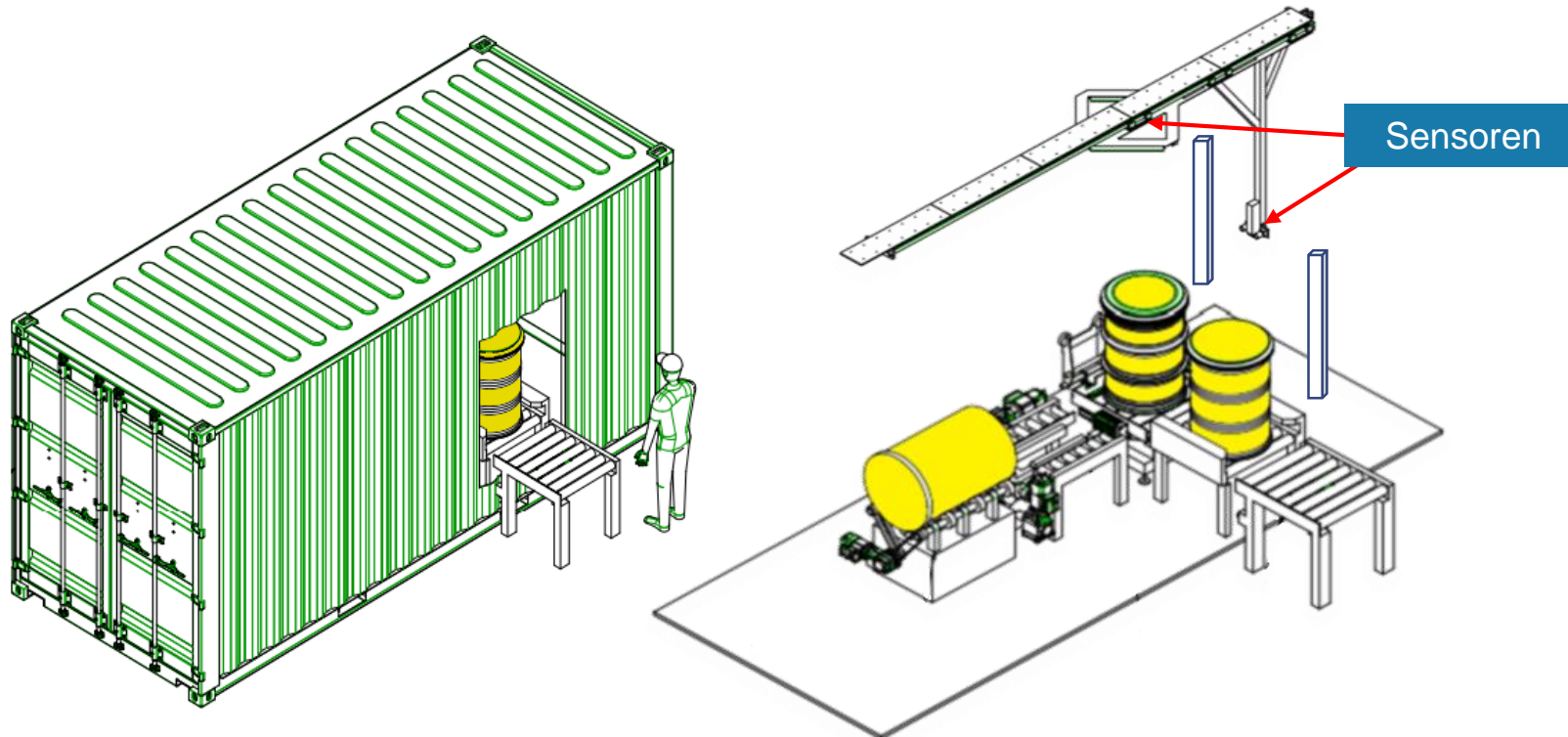
Entwicklung und Bau des Demonstrators



Entwicklung und Bau des Demonstrators



Entwicklung und Bau des Demonstrators



Laserlichtschnittsensoren Klasse II

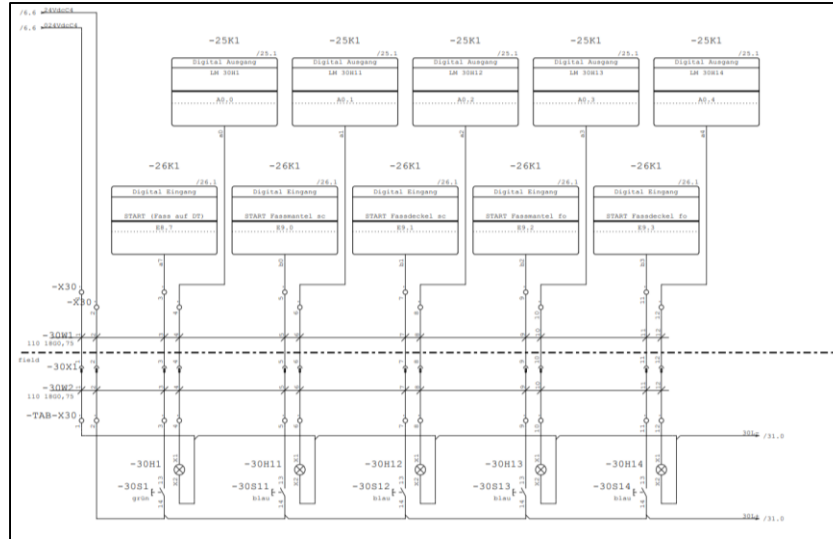


Hochauflösende Kameras



Inspektionsprozess - ferngesteuert

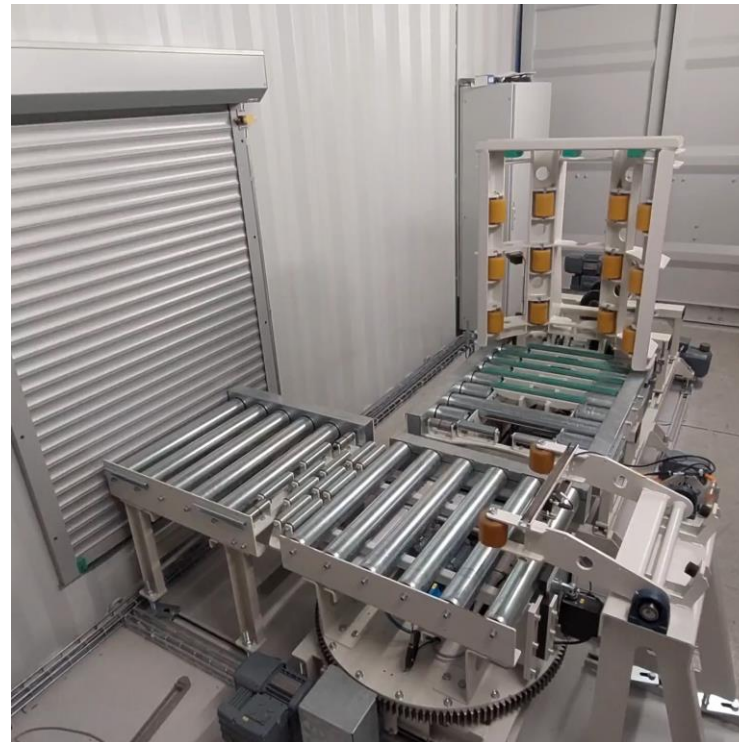
SPS Steuerung



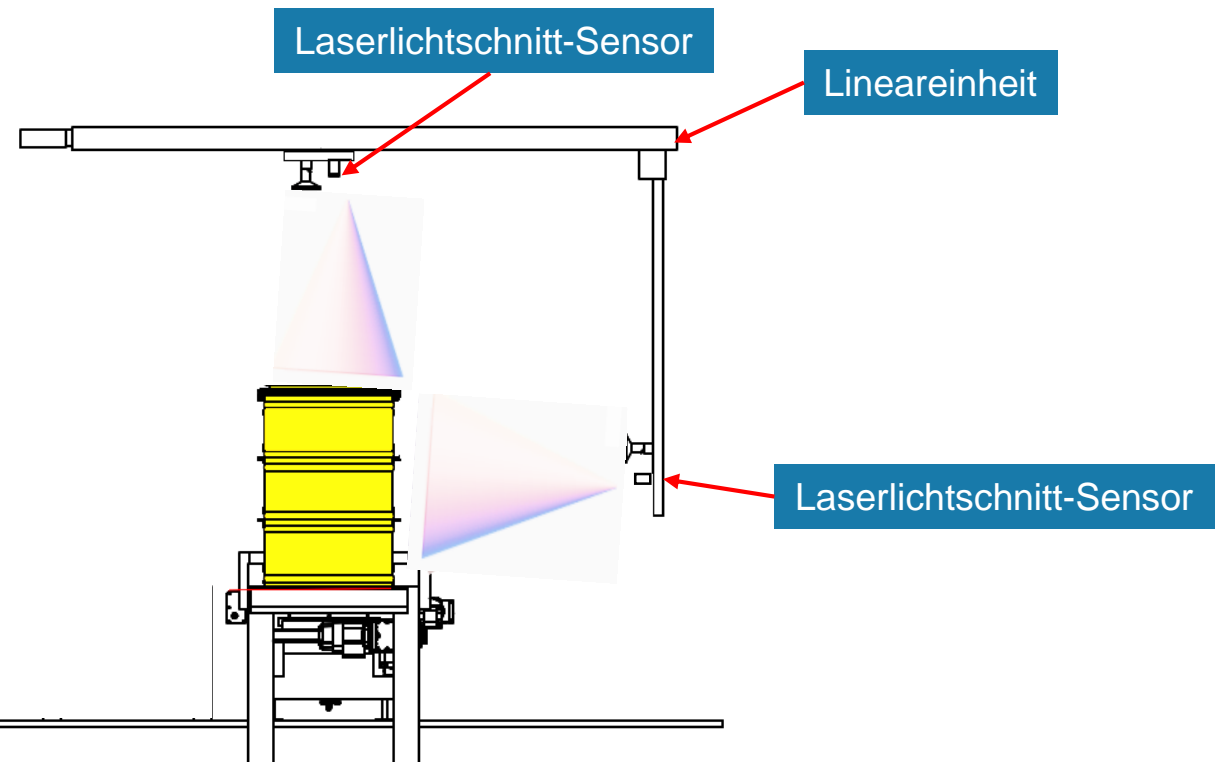
Controlpanel



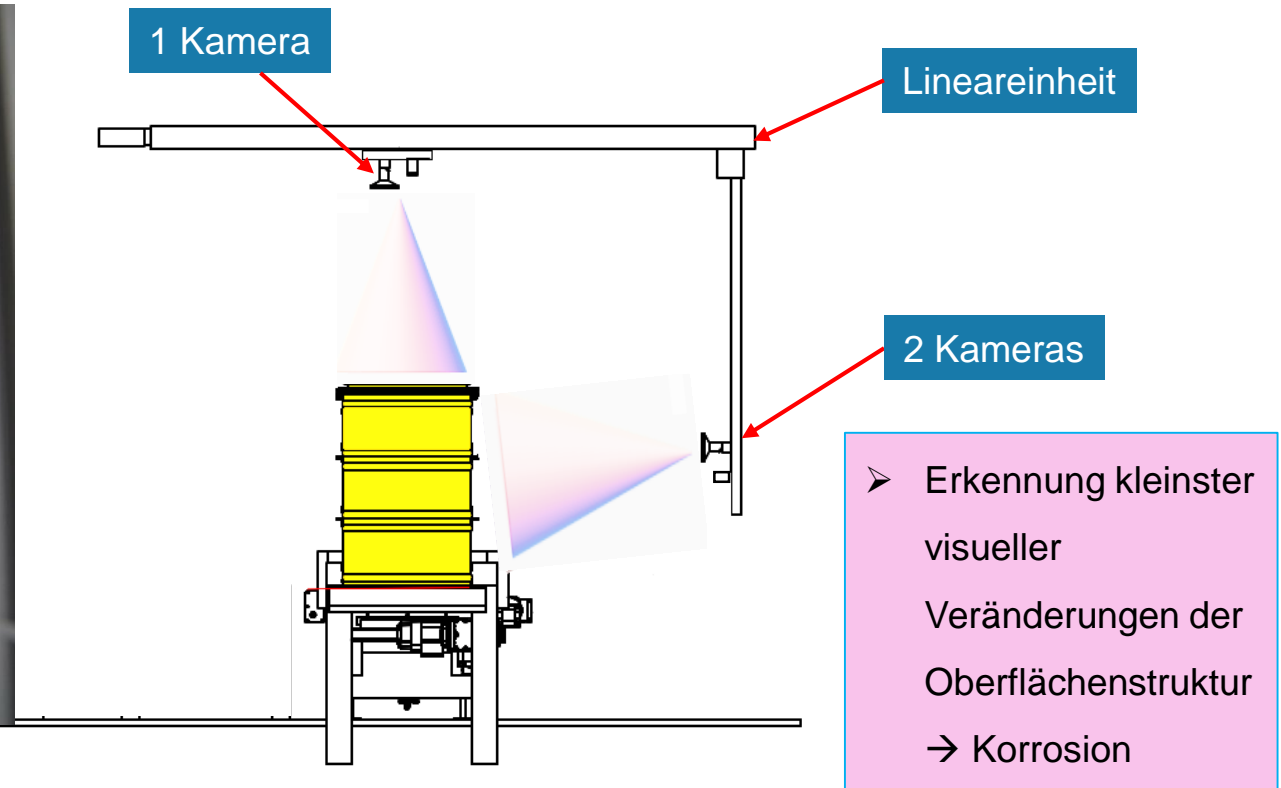
Inspektionsprozess



Inspektionsprozess



Inspektionsprozess



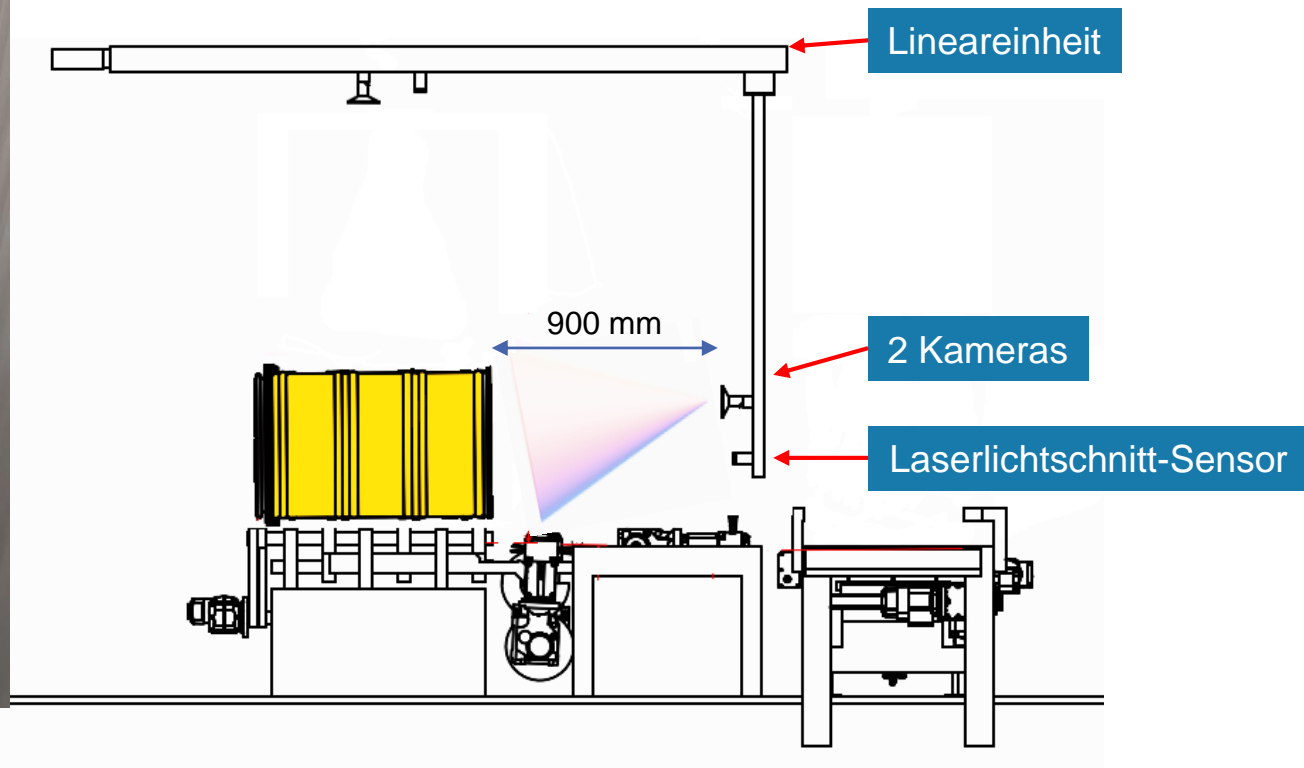
Inspektionsprozess



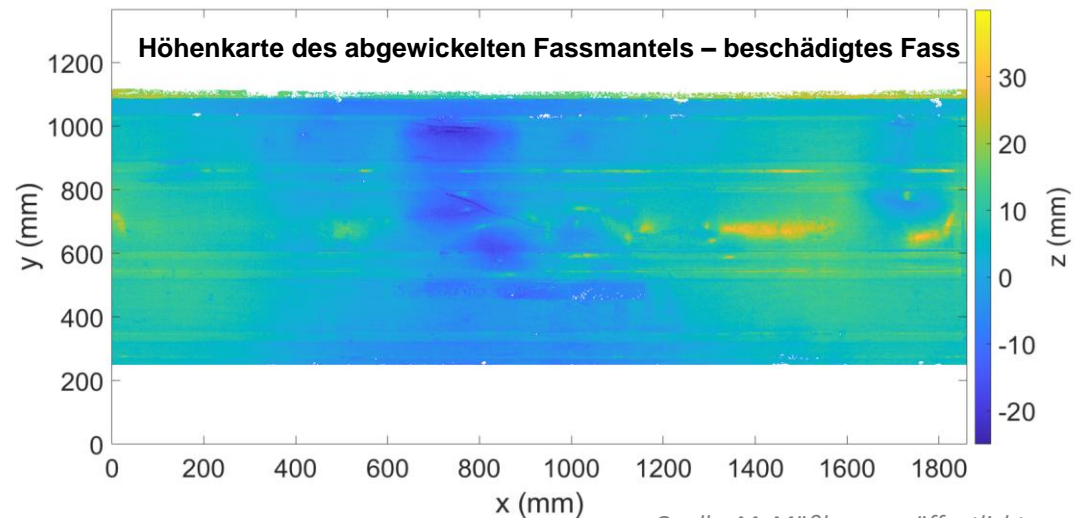
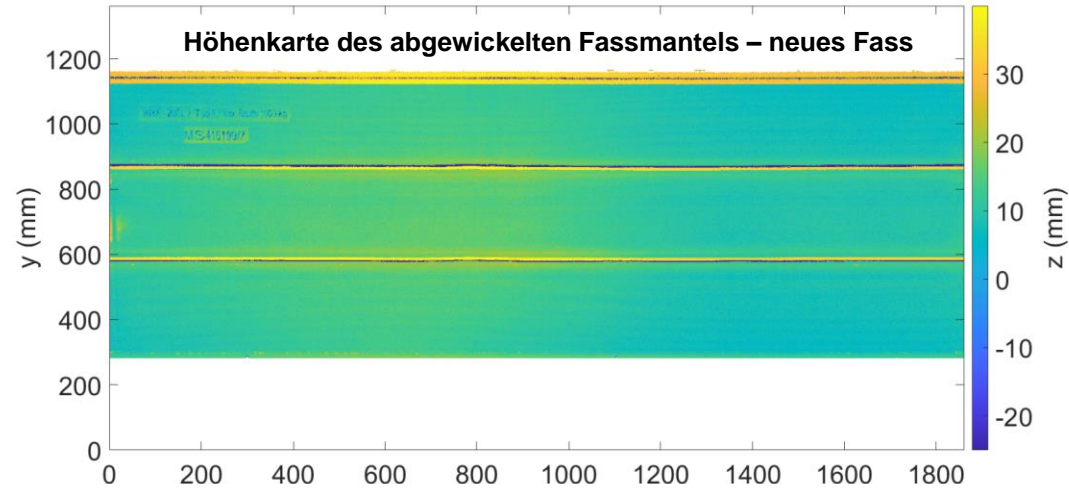
Inspektionsprozess



➤ Um eine optimale Messung zu gewährleisten, ist ein Abstand vom Fassboden zu den Sensoren von ca. 900 mm nötig



Ergebnisse: Laserlichtschnitt-Sensor

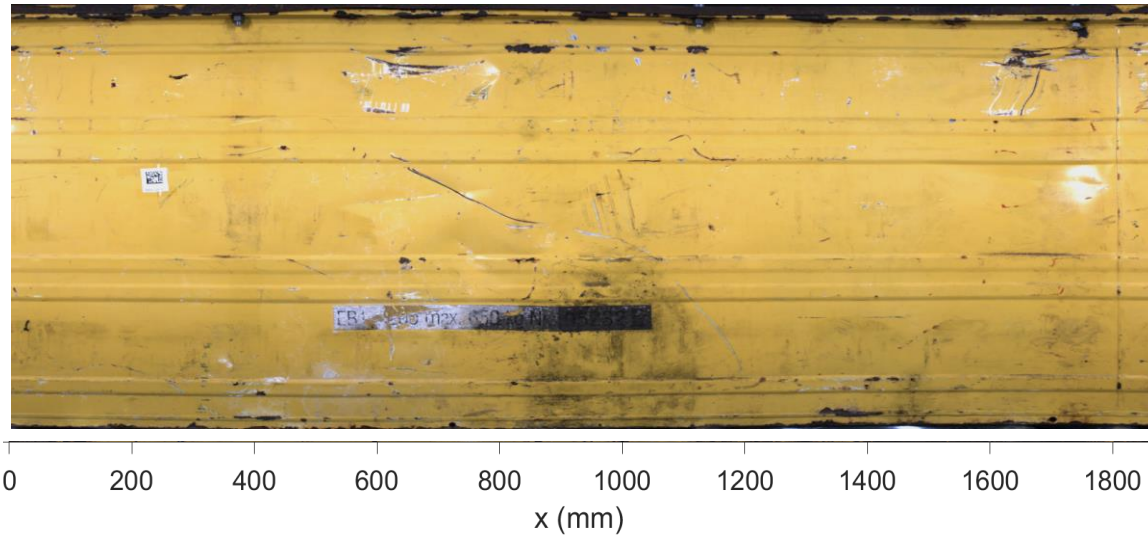


➤ Erkennung geometrischer Schäden wie Oberflächenausbeulungen und –eindellungen

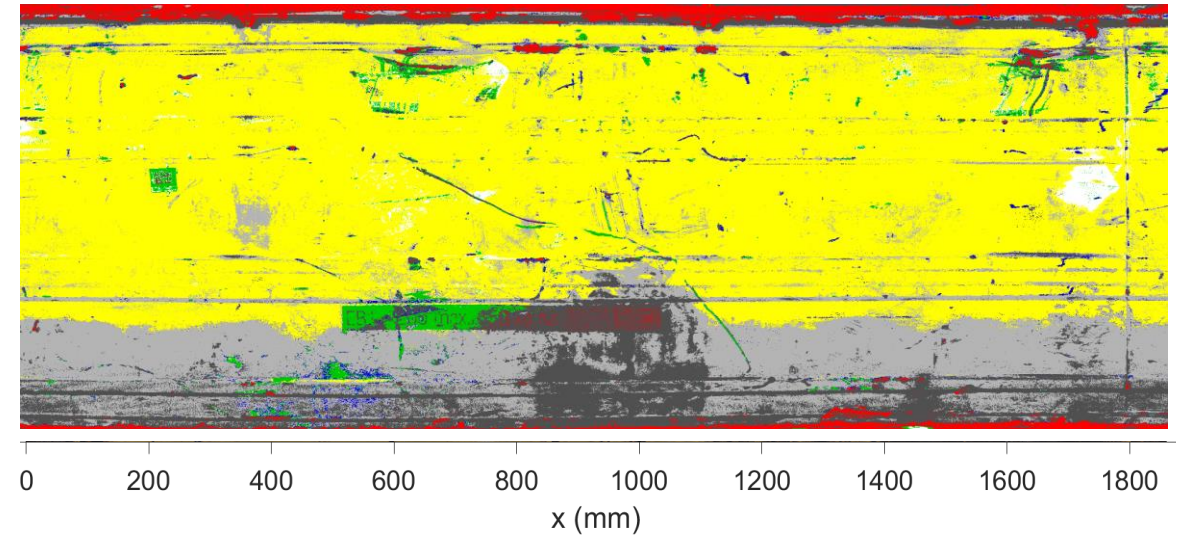
Quelle: M. Müßle, unveröffentlicht







Ergebnisse: Kamera

Zusammengesetztes Bild des abgewickelten Fassmantels



Erkennung und Klassifizierung von visuellen Schäden

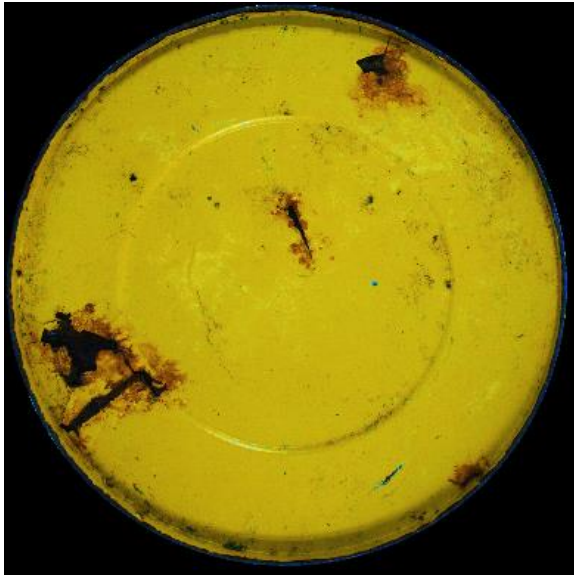


 3,9% Korrosion	 1,5% Reflexion
 57,6% unbeschädigt	 2,0% Grundierung
 21,2% heller Schmutz	 1,3% Farbflecken
 12,5% dunkler Schmutz	

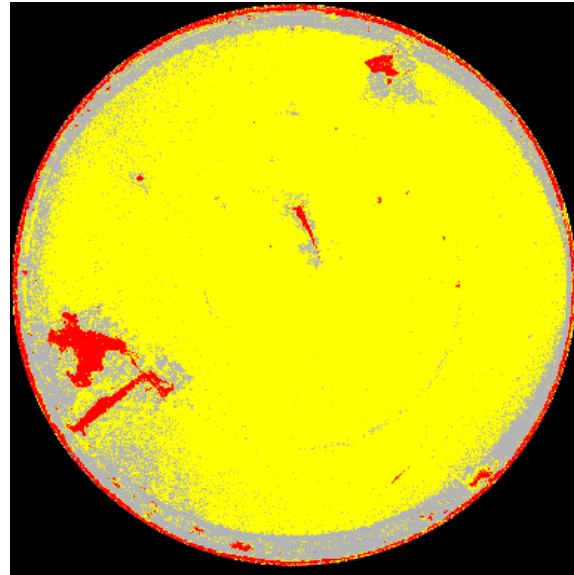
Quelle: Haitz et al., 2022, "Corrosion Detection for Industrial Objects: From Multi-Sensor System to 5D Feature Space", ISPRS Congress 2022




Ergebnisse: Kamera

**Zusammengesetztes Bild
des Fassbodens**

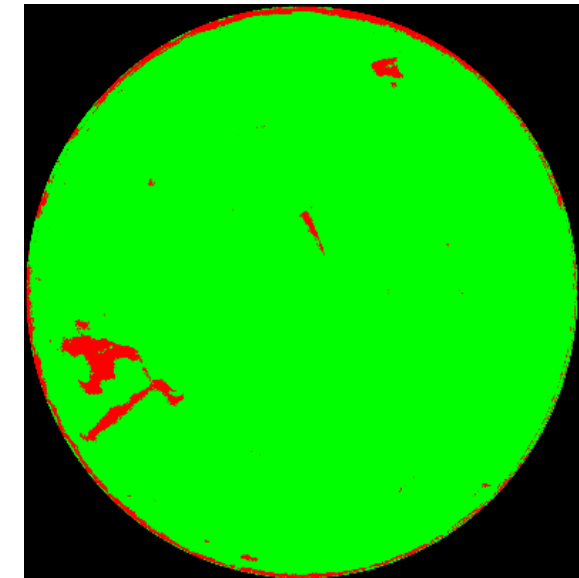


**Maschine-Learning-basierte
Korrosionsdetektion und
Klassifizierung von Schäden**



-  Korrosion
-  unbeschädigt
-  Schmutz

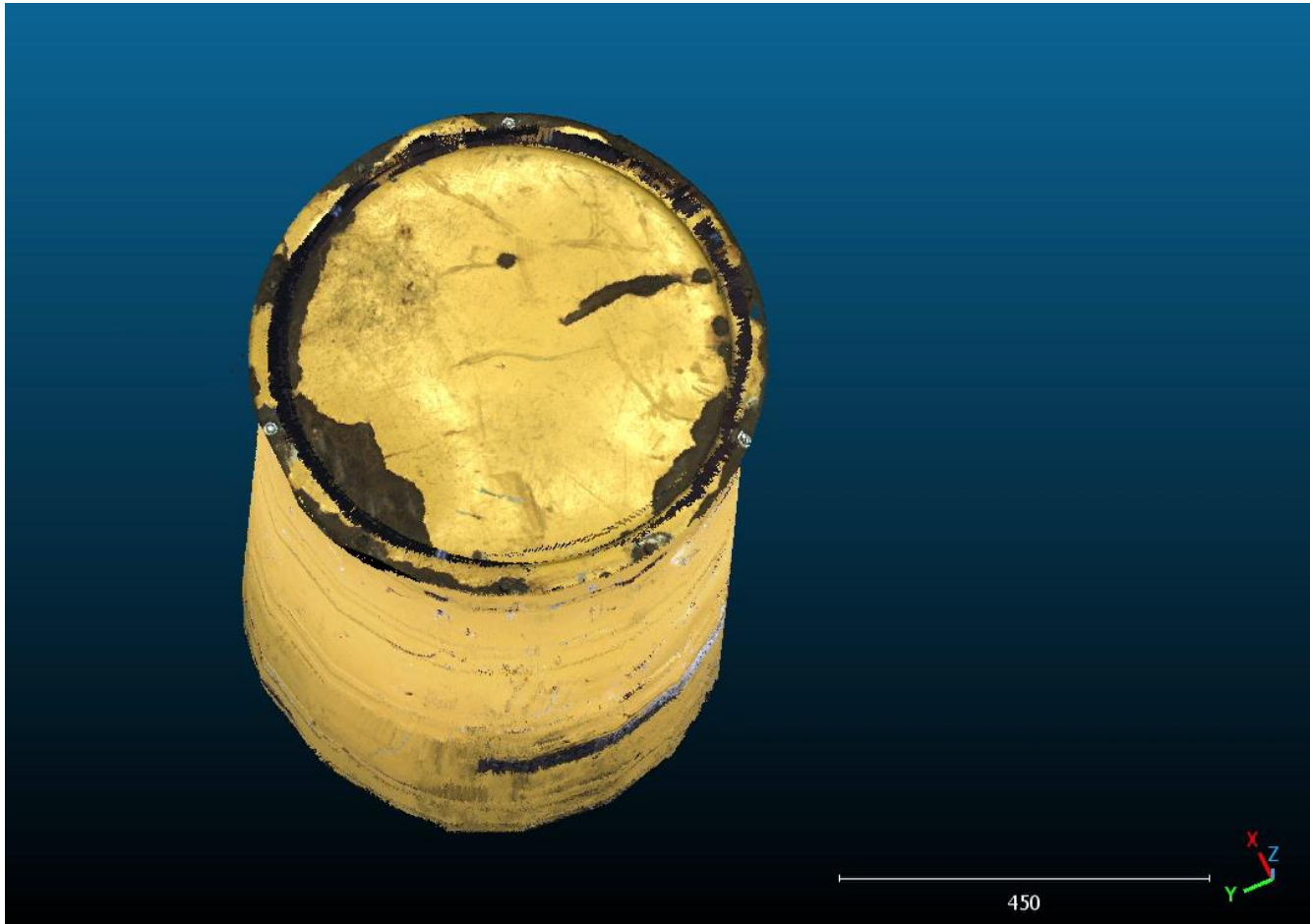
Aggregiertes Klassifikationsergebnis



-  Korrosion
-  nicht betroffenen Stellen

Quelle: Haitz et al., 2022: „Semantic Segmentation with Small Training Datasets: A Case Study for Corrosion Detection on the Surface of Industrial Objects“

Ergebnisse: 3D-Modell des beschädigten Fasses



- Dreidimensionale Visualisierung von 200 L-Fass
- 3D-Modell wird manuell durch Kombination von Laserprofilen und Kameraaufnahmen berechnet

Quelle: M. Müßle, unveröffentlicht

Zusammenfassung

- Konzeptentwicklung, Erstellung und Bau eines funktionsfähigen Inspektionssystems, das die automatisierte Inspektion von zwischengelagerten Fassgebinden reproduzierbar und gleichbleibend exakt ermöglicht
- Optische Aufnahme und Beschreibung des Oberflächenzustands eines Gebindes
- Automatische Erkennung von kritischen Abweichungen gegenüber dem Normalzustand
- Überlagerung und Zusammenspiel des Laserlichtschnitt-Verfahrens und der Kameraaufnahmen zur neuartigen und exakten Erfassung einer Gebindeoberfläche
- Verfolgung von Fassoberflächenveränderungen über die Dauer der Lagerung

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Tania Barretto

tania.barretto@kit.edu

Tel: +49 721 608-44121

www.tmb.kit.edu