

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Innovative Produktkreisläufe (ReziProK)“

EIBA

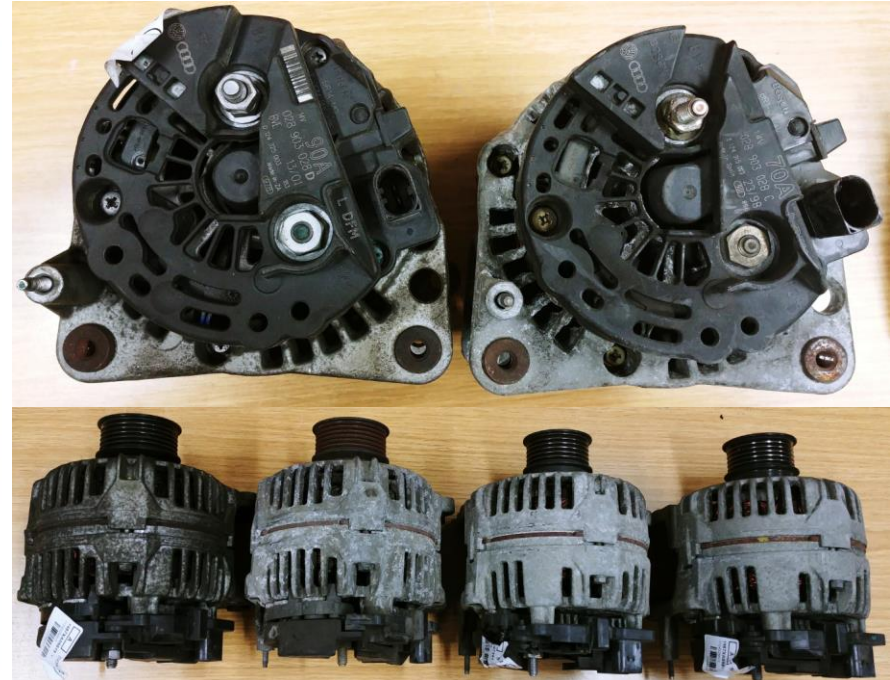
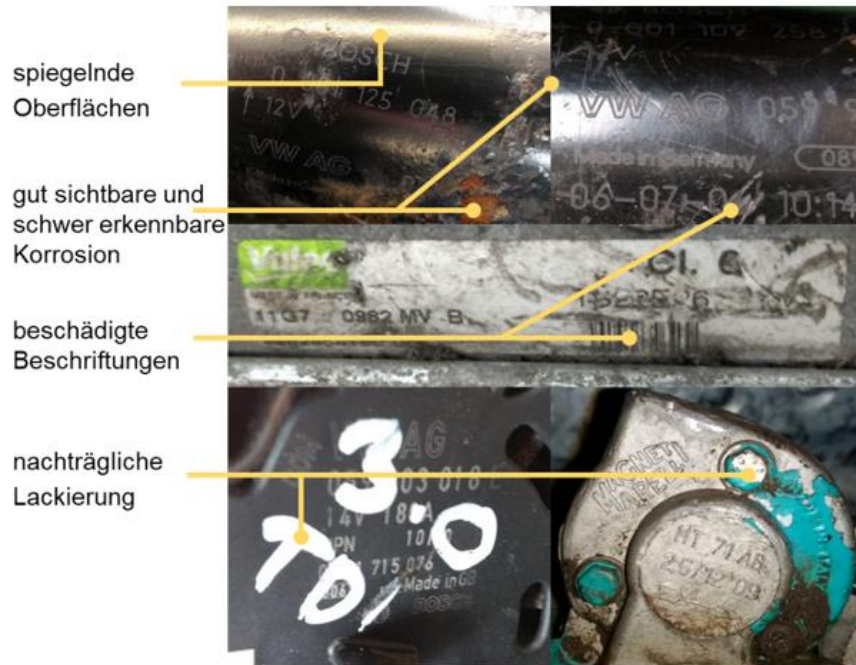
Markus Wagner

Circular Economy Solutions GmbH (C-ECO)

ReziProK Transferkonferenz
am 23. und 24. Juni 2022
im Tagungswerk, Berlin



Ausgangs- und Problemlage



- Teile sehr ähnlich, Unterschiede nur im Detail
- Produktwissen/Erfahrung nötig um Teil zu identifizieren und Beschädigungsgrad zu bewerten
- Kennzeichnung sehr unterschiedlich nach Produkt und Hersteller

Ausgangs- und Problemlage



Herausforderung: Globale Skalierbarkeit von Prozessen in einheitlicher Qualität

Ziel des Projekts

Entwicklung eines KI-gestützten Systems zur Identifikation und Bewertung von Altteilen

Daten von verschiedenen digitalen Sensoren: Kamera's, Tiefensensoren, Waage



Menschliche Sinne und kognitive Fähigkeiten



Kontextdaten aus dem Geschäftsprozess (z.B. Verkäufe, Rücklieferungen)



Kombiniere die spezifischen Stärken von Menschen und Maschinen für bessere Ergebnisse
 KI soll den Mensch unterstützen, nicht ersetzen!

Gesamtsystem

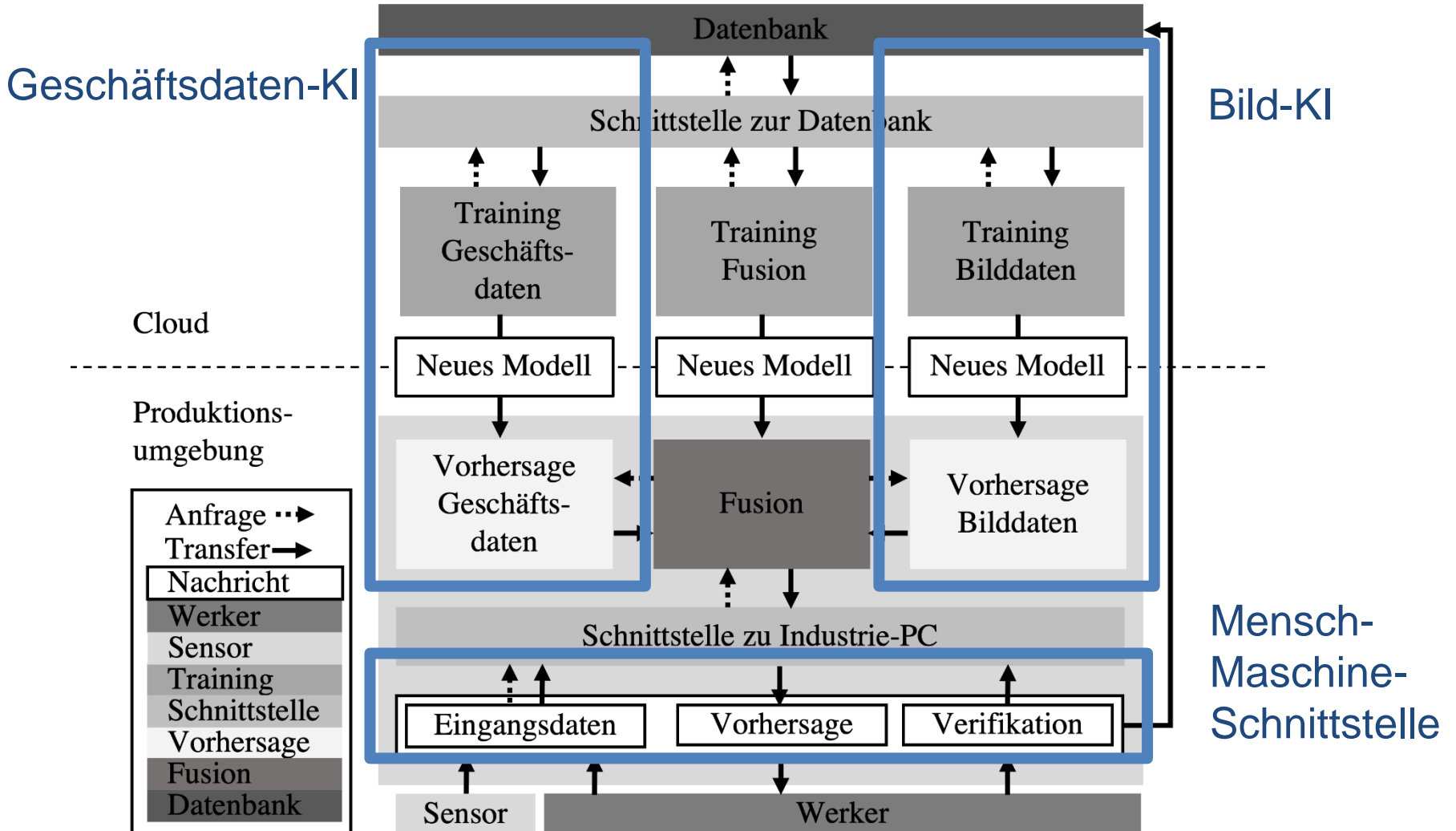
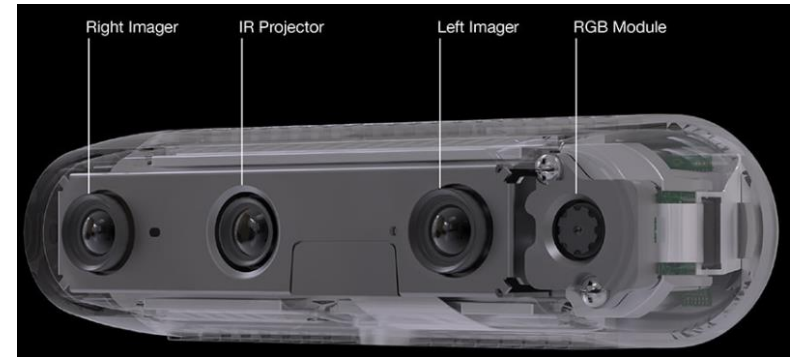


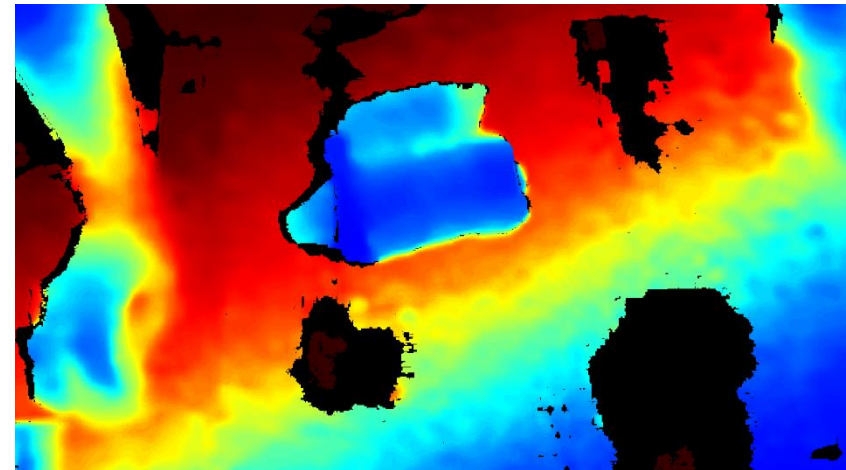
Bild-KI

Einsatz von Tiefenkameras (RGB-D):

- Erweiterung um Daten zur äußeren Gestalt der Teile
- Höhere Robustheit ggü. Verschmutzung, Korrosion, Lackierung, etc.

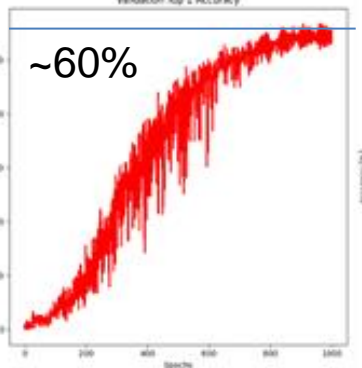
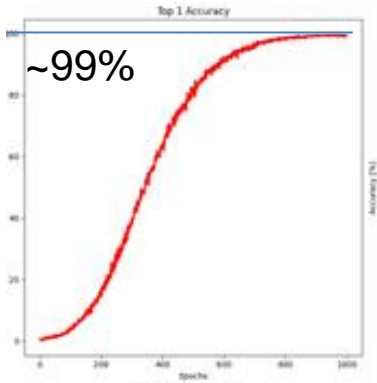


Quelle: <https://www.intelrealsense.com/depth-camera-d435/>



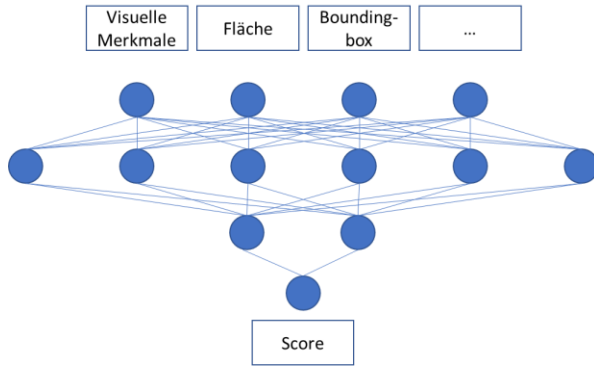
Erfassung von RGB-D, Gewichtsdaten, Objektdimension und Kamerakalibrierung zueinander
 → Datensatz von ~1000 Industrieteilen wird voraus. 2022 veröffentlicht

Datenqualität



Datenqualität ist entscheidend!
 Organisatorische Maßnahmen und „Kulturwechsel“ im Unternehmen notwendig

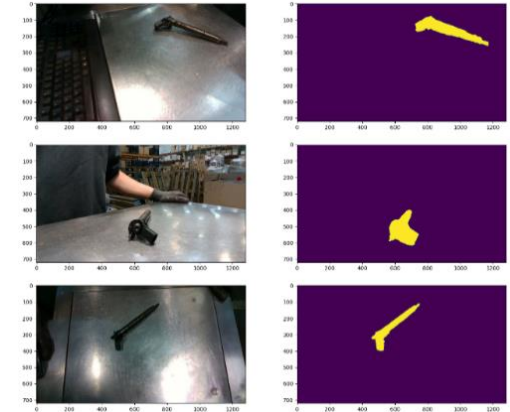
Datenqualität



Automatisierte Datenqualitätsbewertung entwickelt, um nur taugliche Bilder zu nutzen



Multimodaler Ansatz durch verschiedene Datenquellen RGB, RGB-D



Generalisierte Methodik zum Freischneiden von Objekten vom Hintergrund entwickelt

Produktgruppe	Anzahl Bildersets	Anzahl erfasster OEN
Anlasser	5292	574
Hochdruck-Einspritz-Injektor	2049	245
Generator	4733	632
Hochdruck-Einspritz-Pumpe	625	70
...
Gesamt	30196	2931

Geschäftsdatenauswertung

Produktgruppe	Anzahl Verlesungen	Gewichtsmessung	Anzahl Produktklassen (OEN)	Verlesungen pro Produktklasse (OEN)
Generator	46.316	89%	2.850	16,2
Anlasser	74.600	91%	2.440	30,6
Hochdruck-Einspritz-Injektor	52.461	92%	659	79,6
Hochdruck-Einspritz-Pumpe	4.182	87%	250	16,7
...

Durchschnitt repräsentiert Verteilung nicht gut!

Modellauswahl über statistische Methoden

Titel	Rang	Zuverlässigkeit	TOP 1	TOP 2	TOP 3	TOP 5	TOP 10
f(EAN)	9,66	0,51	0,64	0,80	0,87	0,93	0,97
f(Su)	130,51	0,01	0,06	0,09	0,12	0,15	0,22
f(SE)	43,35	0,45	0,52	0,63	0,67	0,70	0,73
CSEM	43,40	0,51	0,57	0,66	0,70	0,72	0,73
PSE	37,90	0,48	0,52	0,64	0,69	0,72	0,75
CPM	37,81	0,55	0,58	0,68	0,72	0,74	0,75
SSE	7,08	0,29	0,64	0,79	0,86	0,92	0,95
CSM	5,21	0,56	0,71	0,85	0,90	0,94	0,97
P(m)	14,47	0,08	0,11	0,20	0,29	0,43	0,66

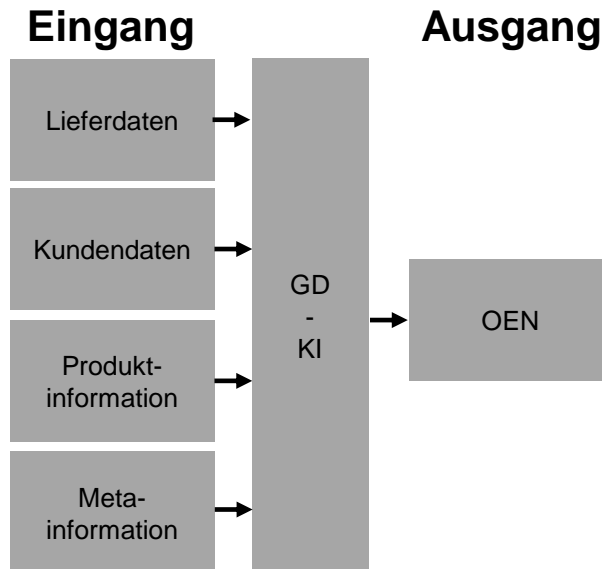
Einschränkungen:

– Verpackung im Mittel schon in 64% der Fälle eindeutige Identifizierung

Aber:

– Nur ~70% der Altteile werden in der Originalbox zurück geliefert

Geschäftsdaten-KI



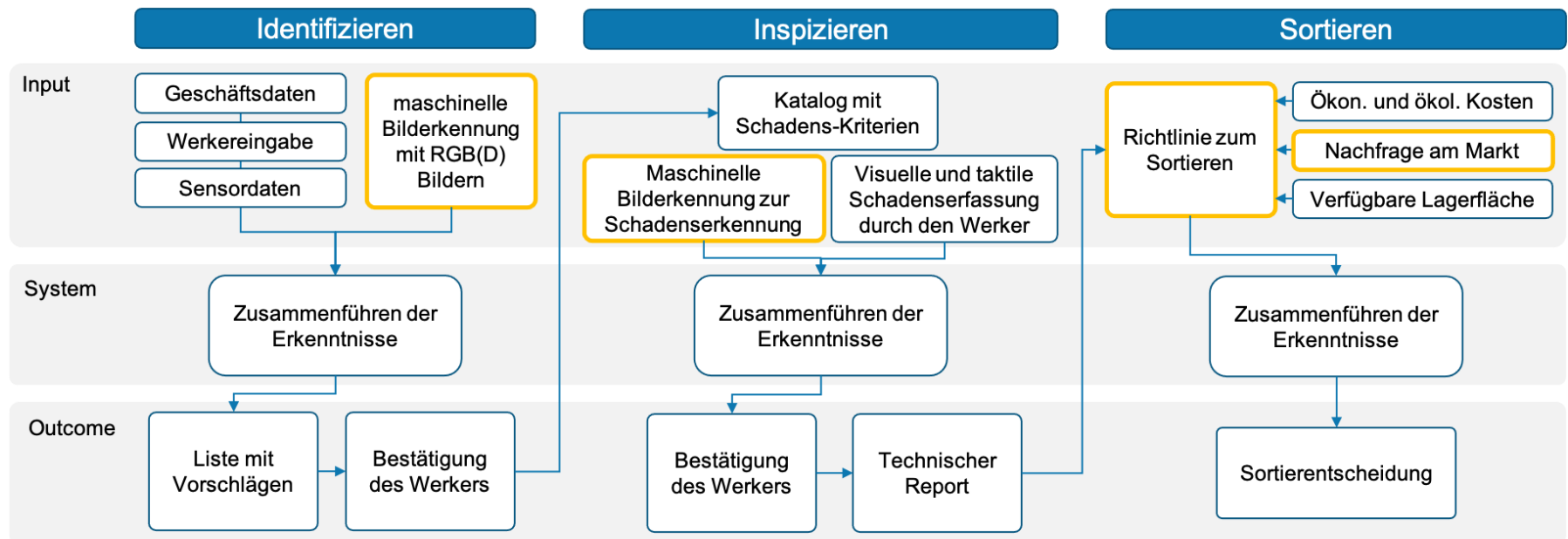
- Historische Geschäftsdaten (GD) für Training von KI
- Neuronale Netze, Entscheidungsbäume, Naiver Bayes, Ensemble Methoden, Gradient Boosting usw.
- Robuster als statistische Modelle
- Kontinuierliche Verbesserung um Erkennungsrate zu erhöhen:
 - Modellstruktur
 - Anomalieerkennung

TOP1 Accuracy bei der Erkennung der OEN zwischen 60 und 70 % je nach Modellierung, eingehenden Produkten und einem Lernabstand von einer Woche

Prozessintegration

Wie werden die Erkenntnisse generiert und Entscheidungen in den Prozess integriert?

- Spezifizieren, mit welchen Daten das System Erkenntnisse erlangt (Input)
- Wie werden die Erkenntnisse zusammengeführt? (System)
- Festlegen, wie die Erkenntnisse dem Werker präsentiert und in den Prozess integriert werden (Outcome)



Einsatz von Maschinellern Lernen

Mensch-Maschine-Schnittstelle

TEST

Avise Wareneingang **Verlesung** Boxen **38** Warenausgang Auswertungen

20%

WIN07 6020008036
 Winkler Fahrzeugteile GmbH Deliefert am: 14.04.2022

6020046876
 Typ: Reusable
 Erstellt am: 14.04.2022
 Menge: 57

Starten mit OEN

Kommentieren Lagern Schließen

?

ABBRECHEN

OEN

JS1154 0 001 138 005 M 000 T 21471

Gewogenes Gewicht (Kg)

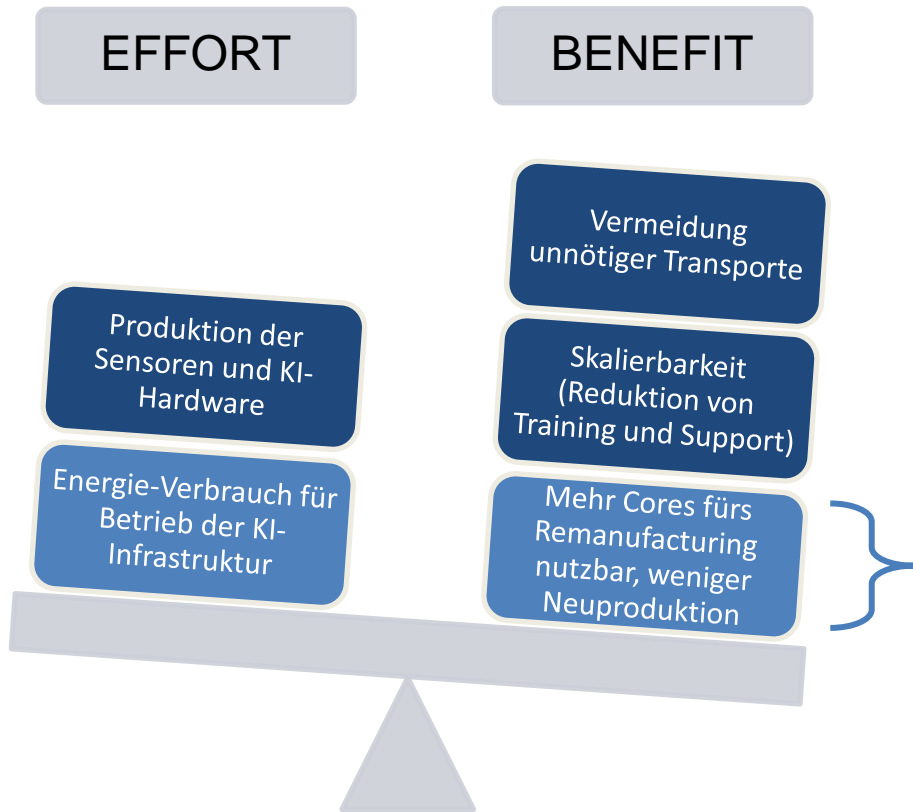
6.006 Kg

Kamera

Left: Started Top: Started Right: Started

Kommen Sie an unseren EIBA-Stand für eine Demonstration!

Nachhaltigkeit



Konferenzbeitrag für
„International Conference on
Remanufacturing (ICoR)

Title: **“Assessment of carbon reduction through AI methods in inspection after reverse logistics”**

(Beitrag akzeptiert, noch nicht veröffentlicht)

Beispiel für Starter: CO2-Emissionen der KI werden schon kompensiert, wenn 0,02% mehr Teile für das Remanufacturing zur Verfügung stehen

Transfer

Aufgabenstellung und -überblick

- Interviews zur **Erweiterung des Lastenhefts**
- **10 Experteninterviews** mit unterschiedlichen Remanufacturing Unternehmen in folgenden Industrien
 - **Elektrotechnische Industrie**
 - **Maschinenbau**
 - **Textilindustrie**
 - **Nutzfahrzeugsysteme**
 - **Automobilindustrie**
- Identifizierte **Anforderungen** an das System
 1. Richtige Identifizierung und Bewertung von Altteilen
 2. Benutzerfreundlichkeit der KI: Arbeitsplätze sicherer und attraktiver machen
 3. Dezentraler Einsatz von KI: Steigerung der Effizienz und Senkung der versunkenen Kosten
 4. Sichere Datenverarbeitung
 5. Unterstützung bei der Entscheidung über den optimalen Recyclingweg
 6. Positiver Business Case



Drucker-Toner

Quelle: <https://www.tonerpartner.de/rebuild-toner/>



Halbleiter

Quelle: <https://www.ingenieurkurse.de/werkstofftechnik-1/einfuehrung-in-die-werkstofftechnik/werkstofftaupgruppen/halbleiter.html>



Automobil

Quelle: <https://www.c-eca.com/?privacy=1>

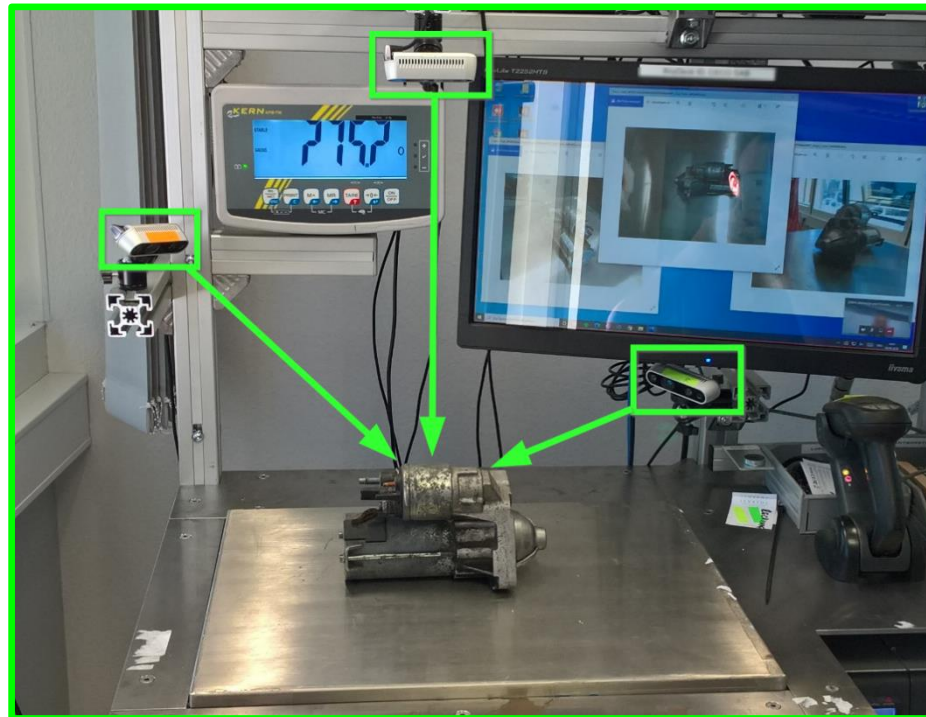


Textilindustrie

Quelle: <https://www.cyclon-revlog.com/our-solutions>

Acatech plant weiteren Feedback-Workshop mit Unternehmen am Ende des Projekts

Vielen Dank!



Kommen Sie an unseren EIBA-Stand für eine Demonstration!