

KI-Nutzung in der Sensorbasierten Sortierung

Alexander Steiger

Mainz

11.11.2026

Vorgaben aus der Altauto-Verordnung 2026 / 1738*

Aluminium:

- Ab 2029: mind. 2 Fraktionen (Si-Gehalt 1.5 %)
- Ab 2032: mind. 4 Fraktionen

Stahl:

- Ab 2029: Cu-Gehalt < 0.25 %
- Ab 2031: Cu-Gehalt < 0.15 %

Kunststoffe:

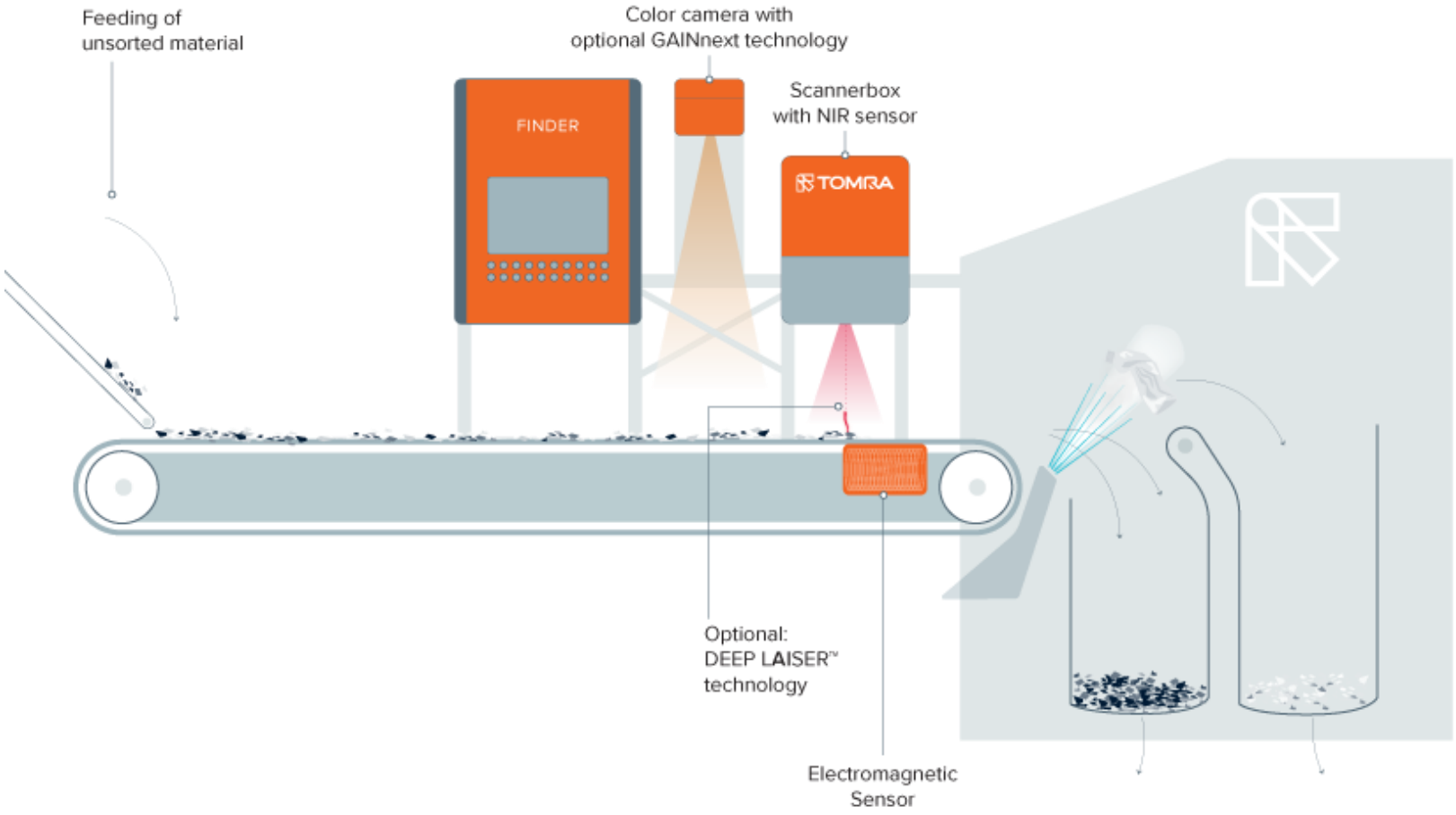
- Ab 2030: mind. 30 % der Kunststoffe aus Altautos
- Ab 2032: 3 % closed-loop, ab 2036: 5 %

Allgemein:

- 85 % Recycling und Wiederverwendung
- 95 % Verwertung und Recycling

*ELVR 2026, Annex VIII, Part G

Sensorgestüzte Sortierung





FINDER™

Multiflexibles Sensorsystem

Softwarebasierte Objektverarbeitung

Modularer Aufbau mit NIR, RGB und KI



X-TRACT™

Dual-Processing-Technologie

Eigenentwicklung der Kernkomponenten

Aufbereitung von Zorba-Feinkorn



AUTOSORT™ *PULSE*

Dynamisches Lasersystem

3D-Objektscanning

Einzelpunkt-Fokusmodus

X-TRACT™

Leistungsstarke, präzise Röntgensortierung von Aluminium und Schwermetallen



Klassifizierung verschiedener Materialdichtegruppen

- Mehrere Materialgruppen lassen sich per XRT anhand der Dichte klassifizieren
- Jede Gruppe kann separat in den Durchfall oder Auswurf geleitet werden



Geringe Dichte → **Hohe Dichte**



Magnesium



Knetaluminium



Gussaluminium



Aluminiumverbunde
Aluminium mit Einlegeteilen

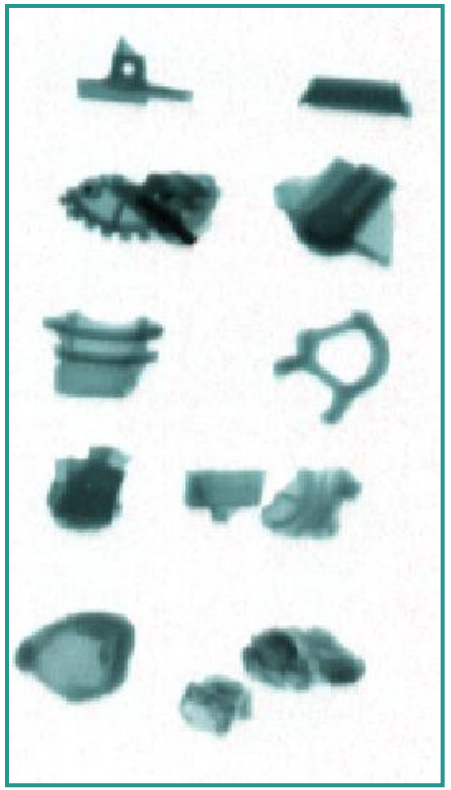


Schwermetalle

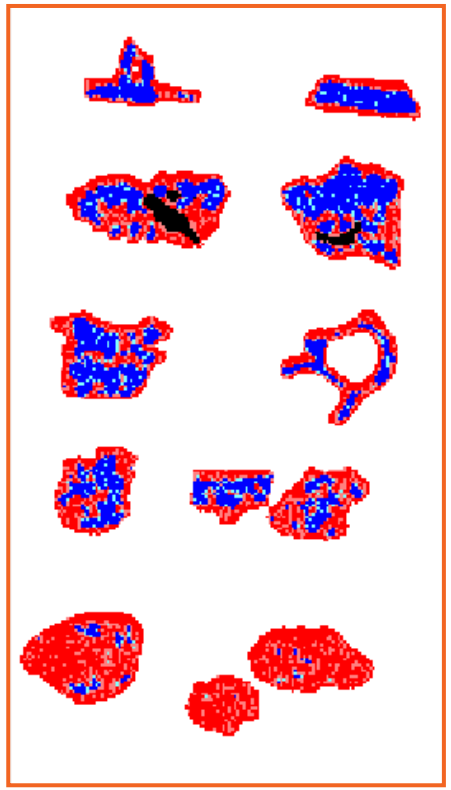
TOMRA

Erkennung von Aluminium-Schwermetall-Legierungen

Röntgenrohbild



Verarbeitetes Bild



Abnehmender Schwermetallgehalt

Interpretation:
Rote Pixel – geringe Dichte → (z. B. Knetlegierung)
Blaue Pixel – höhere Dichte → (z. B. Gusslegierung)
Schwarze Pixel – höchste Dichte → (z. B. Schwermetall)

Faustregel: Abhängig von den Bedingungen (insbesondere dem Korngrößenbereich) lassen sich Alu-Legierungen mit **>1–1,5 % Schwermetallen (Cu, Zn) in der Legierung** von hochreinem Alu unterscheiden

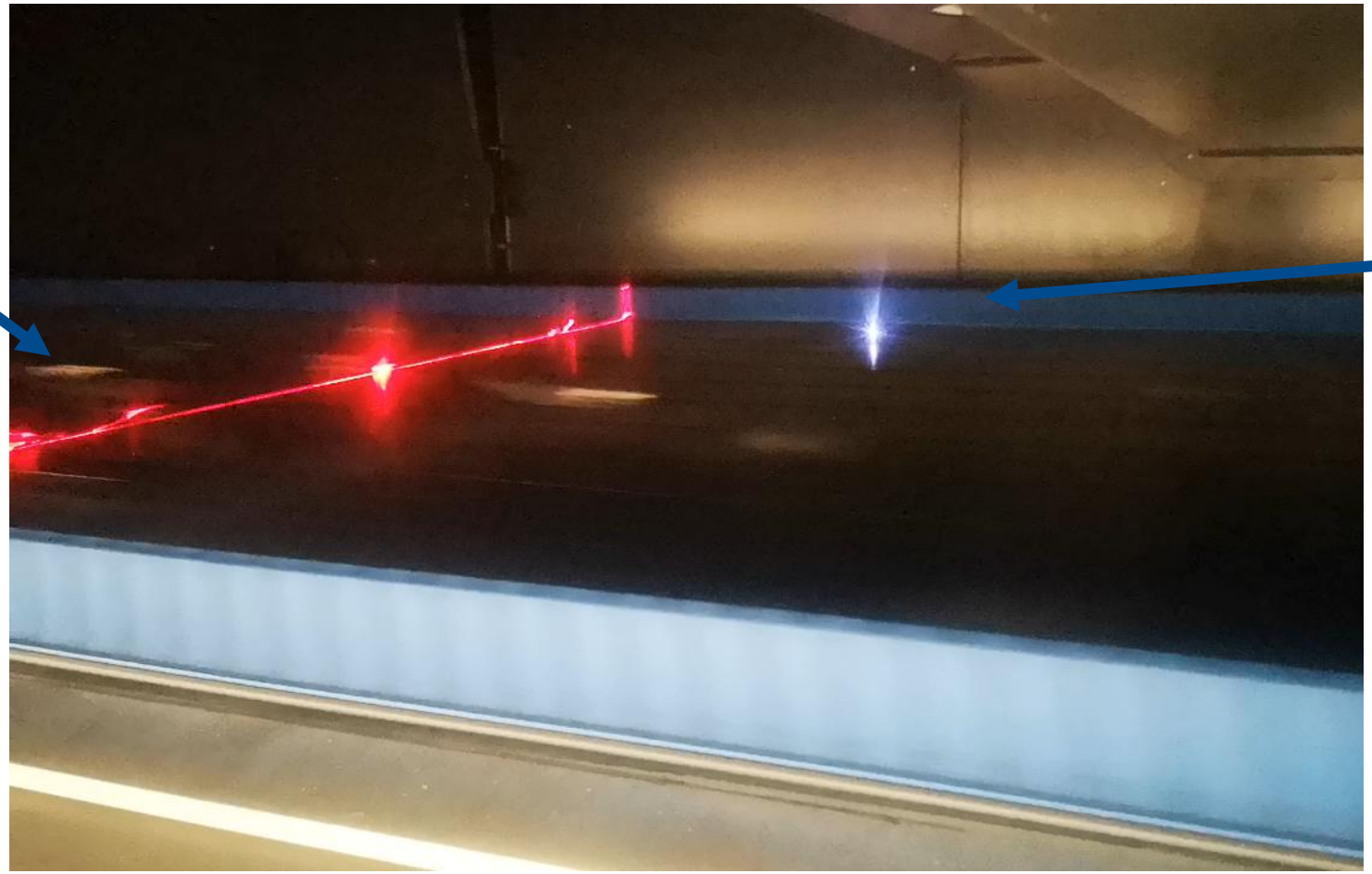
AUTOSORT™ *PULSE*

Die dynamische LIBS-Lösung zum Sortieren von Metallen nach Legierung und Güte



LIBS-Erkennung

3D-Objektscanning mit KI-basierter Objektvereinzelung



Dynamischer LIBS-Laser

AUTOSORT™ *PULSE*

4 dynamic lasers

Fewer components, lower maintenance



25+ systems worldwide

Proven global performance

No pre-cleaning required

Saves time and cost

Up to 97% purity

Best recovery rate in the market



Handles 10-150 mm grain sizes

Wide material flexibility

Processes 250 objects per second

Unmatched throughput

Dynamic LIBS + AI singulation

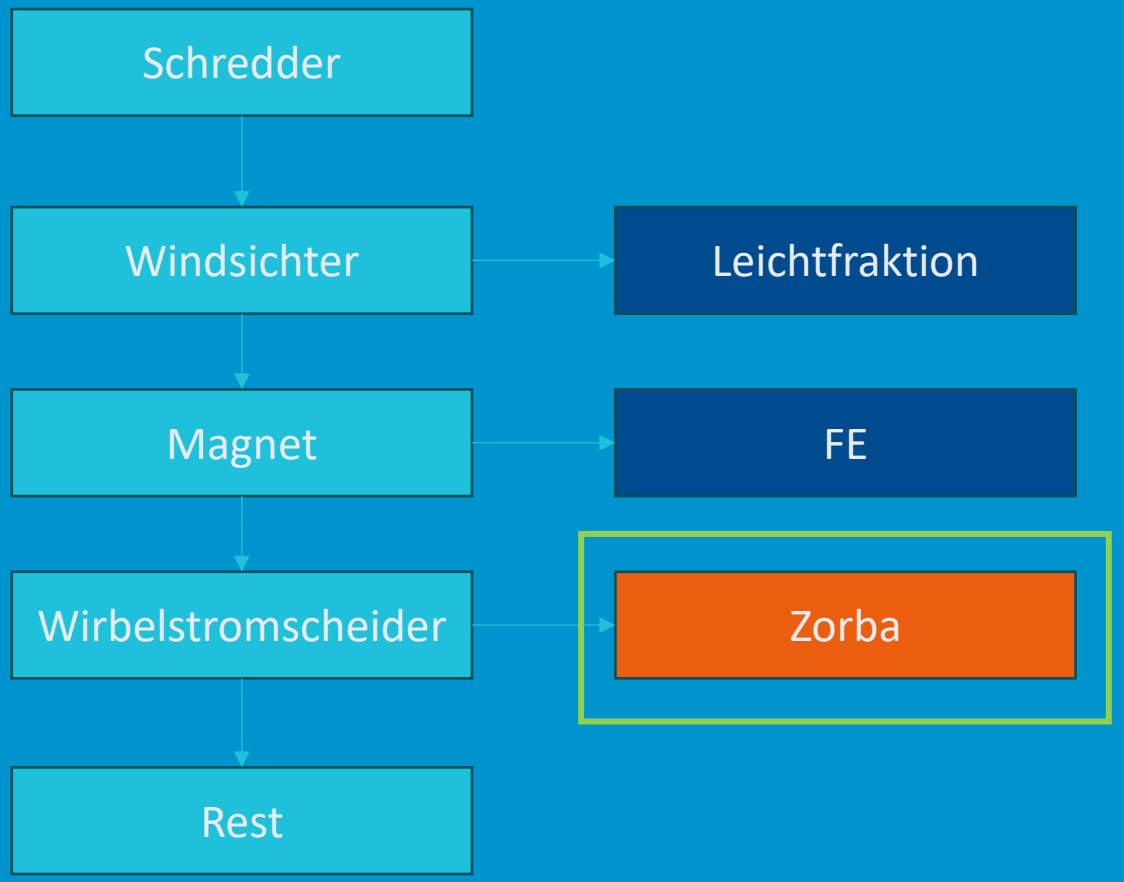
Superior precision and flexibility

Zorba / Twitch





Herkunft des Inputmaterials



Zorba / Twitch – Konzept zur Schrottsortierung

Zorba



X-TRACT™
Röntgentransmission (XRT)

Schwermetalle

Details zur Verarbeitung gemischter Schwermetalle – siehe Abschnitt Altfahrzeuge (ELV)



X-TRACT™
Röntgentransmission (XRT)

Gussaluminium
Hochlegiertes Alu (2xxx, 7xxx)
Alu-Schwermetall-Verbunde
Alu mit Thermotrennung
Magnesiumlegierungen



AUTOSORT™ *PULSE*
Dynamisches LIBS

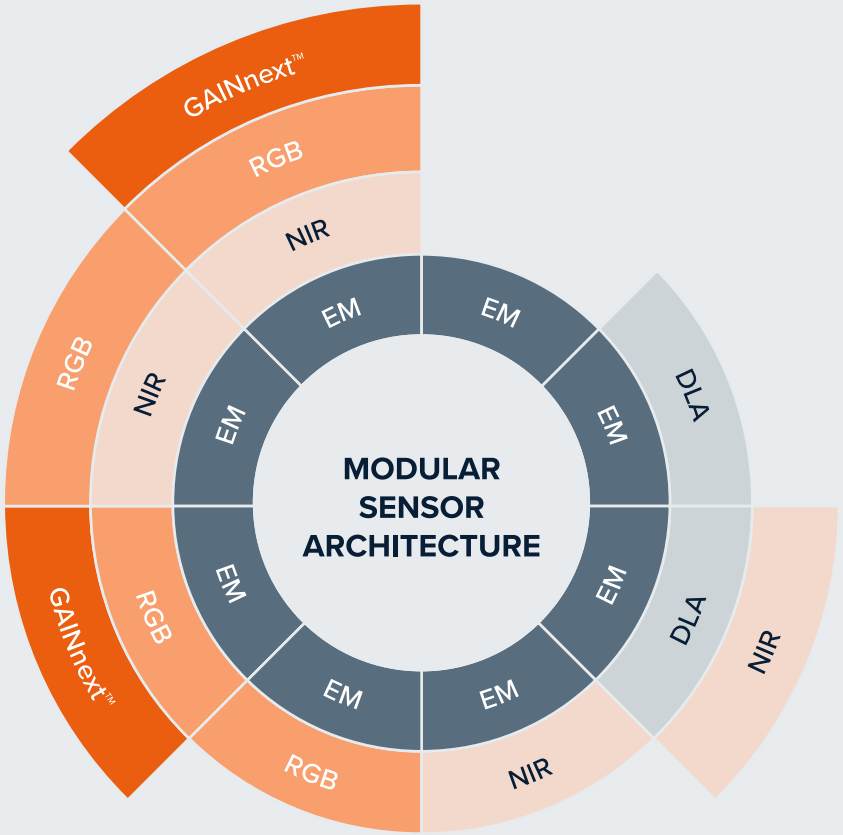
Gemischtes
Knetaluminium

Flexibilität: Jede Materialgruppe kann im ersten oder zweiten Schritt ausgeschleust werden

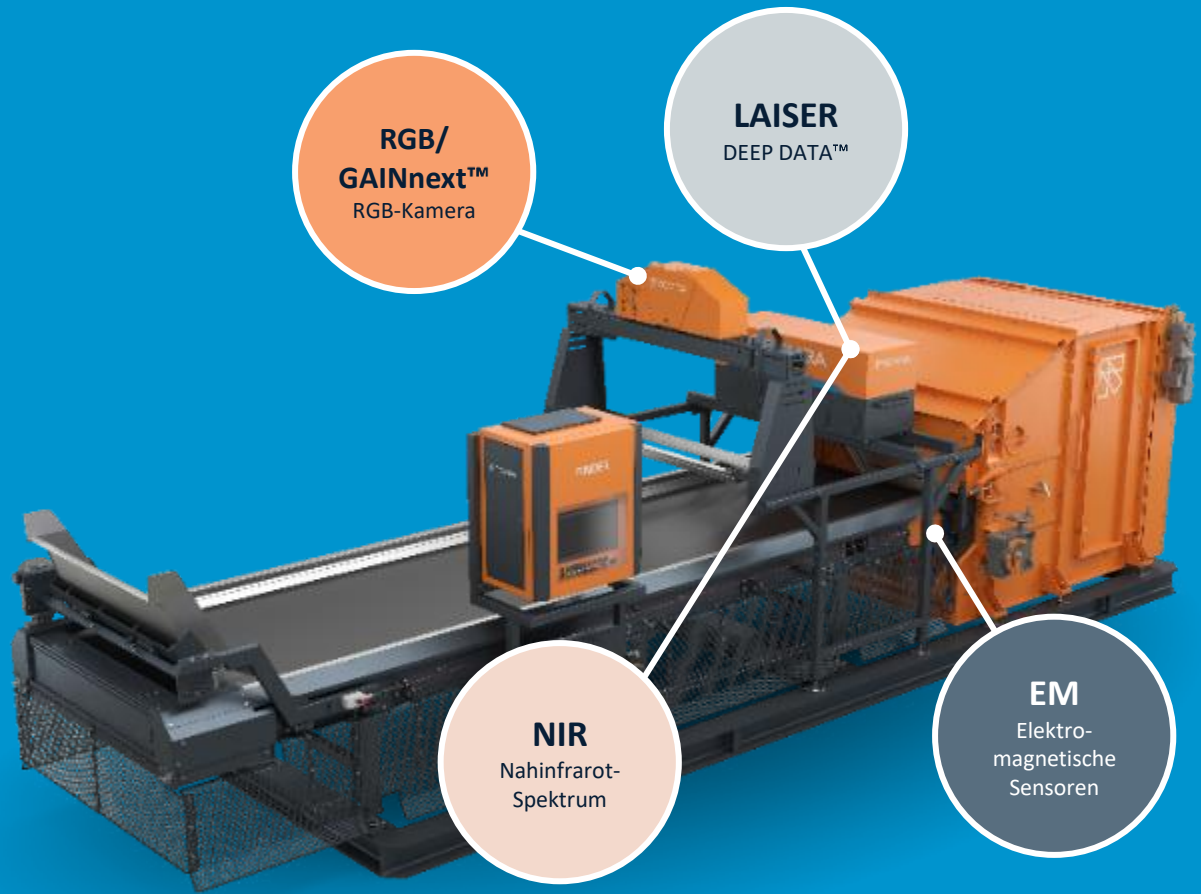
6063 oder 6xxx oder jede andere Legierung
Produkt nach dynamischem LIBS

Beschreibung	• Ziellegierung oder Legierungsgruppe gemäß bestimmter Spezifikation
Typische Qualität (Schmelze)	• Abhängig vom Sortierziel
Kapazität	• 10–30 mm ~ 3–5 t/h • 30+ mm ~ 8–11 t/h

Der neue FINDER™ ist eine multifunktionale Plattform



Hinweis: GAINnext™ erfordert eine RGB-Konfiguration.



1400 mm
2000 mm
2400 mm
2800 mm
Bandbreiten

TS200
TS450
TS1500
Ventilblöcke

Standard: -5 – 40° C
-5 – 50° C
-10 – 40° C
-10 – 50° C
Temperaturpakete

RGB-Sensor/Kamera

Bietet hohe Flexibilität durch Umschalten zwischen **zwei Sortiermodi** auf einem Gerät

Ein Sensor. Viele Möglichkeiten.

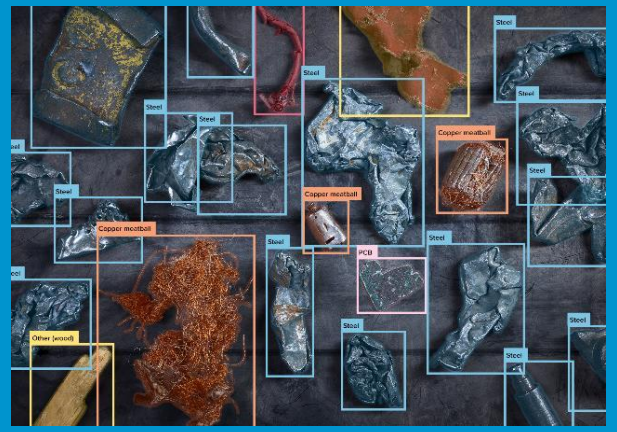




KI-Objektverarbeitung

kombiniert Farbklassifizierung mit neuronalem Objektschnitt

oder

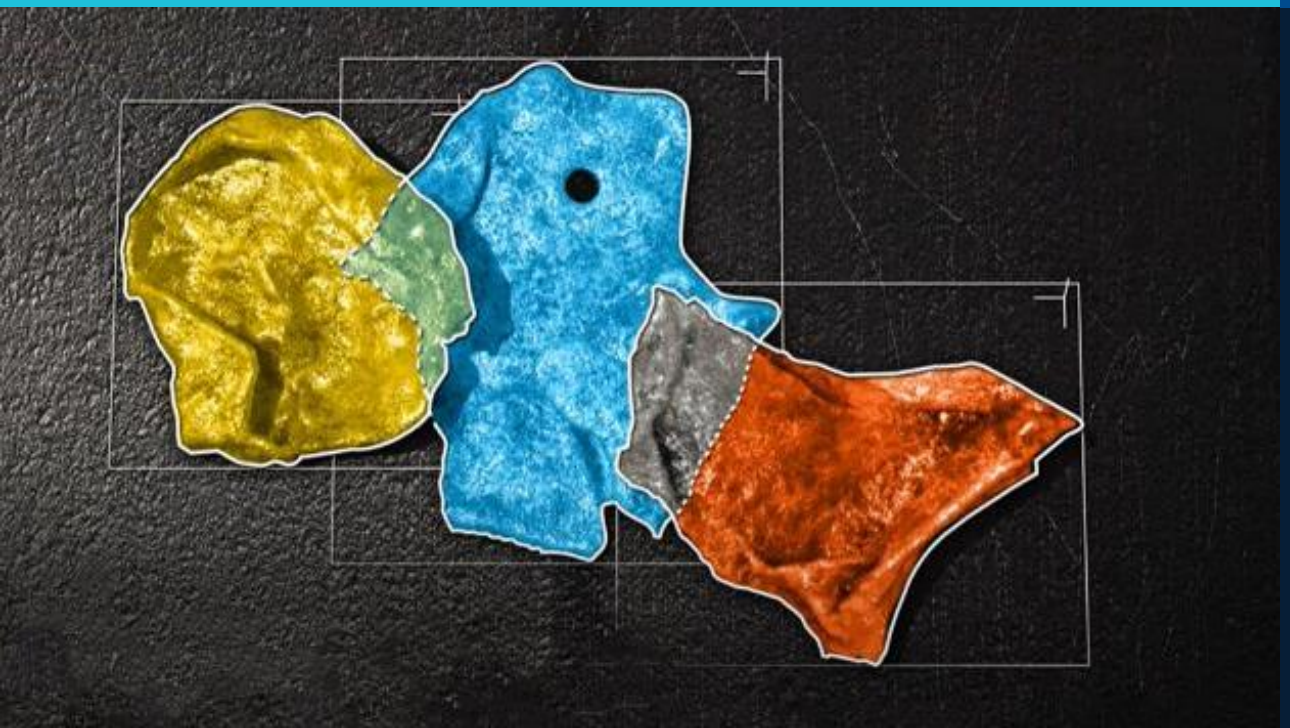


GAINnext™ für Metall

Upgrade-Anwendung für Knetlegierungen, Kupfer-Meatballs & Aluminium-UBC

KI-basierte Objektvereinzelung

Das neuronale Netz trennt Objekte vom Band und erkennt sich überlappende und angrenzende Objekte.



- Unabhängig von der Objekthöhe
- Erfasst Informationen zu Größe, Form usw.
- Erkennt sogar kleine Objekte wie Kabel und flache Objekte wie Leiterplatten

FINDER™ mit GAINnext™ Kupfer-Meatballs



- Entfernt Kupfer-Stahl-Verbunde wie Kupfer-Meatballs und Motoranker aus geshreddertem Eisenschrott
- Erkennt sogar oxidiertes oder optisch beeinträchtigtes Material
- Kann zusätzliche Störstoffe wie Kabel, Drähte und Leiterplatten erkennen

EU-Horizon-Projekt CAESAR*

Die Zukunft des grünen Stahls gestalten
01.06.2022 – 31.05.2026

Partner:



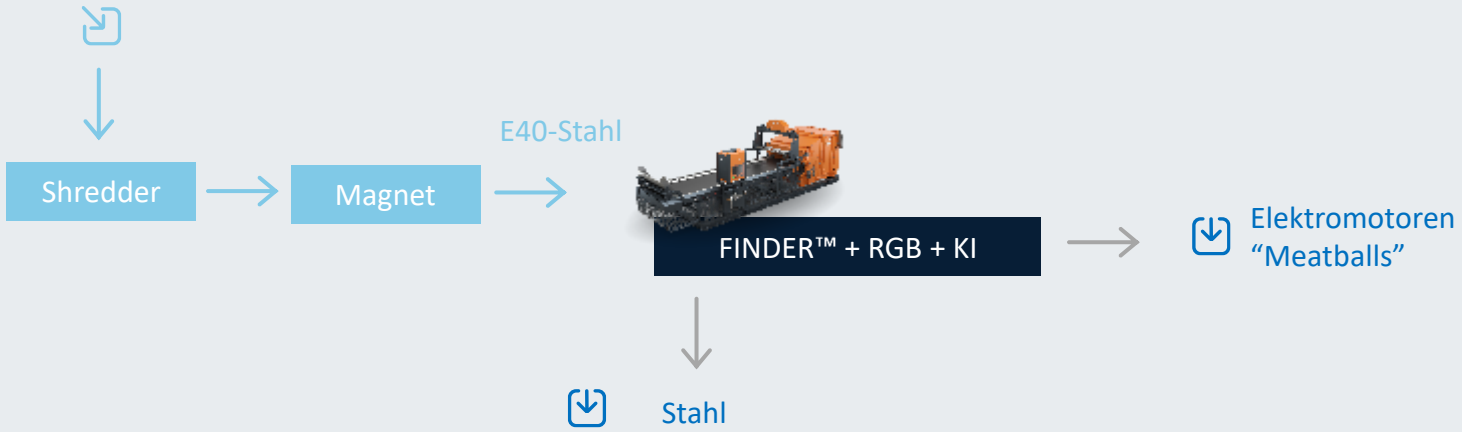
Ziele

- Neue Möglichkeiten zur Nutzung von Schrott geringerer Qualität identifizieren
- Beste verfügbare Aufbereitungs- und Sortiertechnologien auswählen und integrieren (XRF, LIBS, Vision, Hyperspektral + KI)
- Reinigung und Klassifizierung in drei industriellen Demonstrationsanlagen validieren

*Circularity Enhancements by Low Quality Scrap Analysis and Refinement

https://caesarproject.eu/

Kupfer aus dem magn. Stahl entfernen

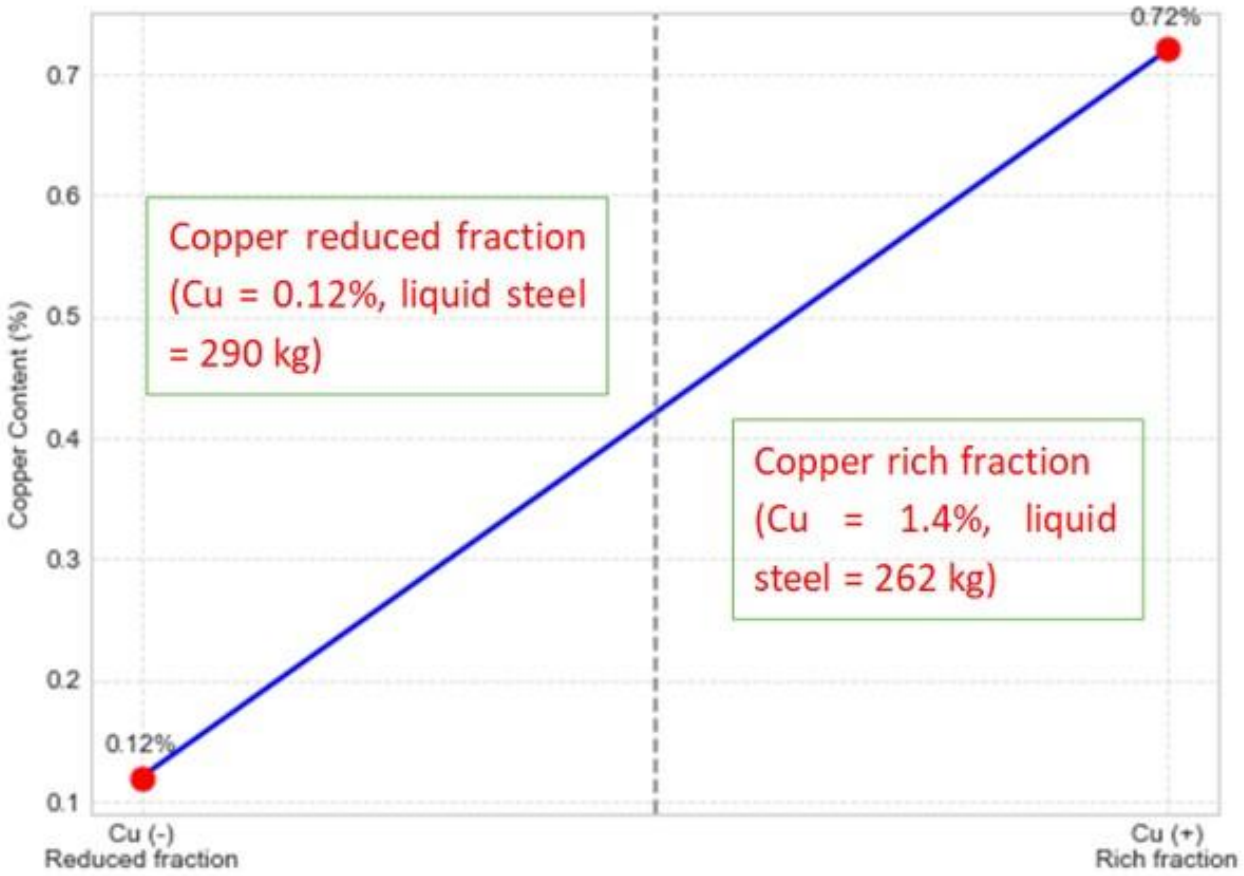






Schmelz-ergebnisse

- Kupfergehalt vor und nach der Sortierung
- Stahl mit 0.72 % Kupfer wurde auf 0.12 % Kupfer gesenkt
- Verluste von Stahl sehr minimal durch gezielte Selektion



Bedeutung KI bei TOMRA

- Unterstützung zur besseren Verarbeitung von Bilddaten
  - Höhere Durchsätze durch Objekterkennung
  - Bessere Qualität der Produkte durch Formklassierung
- Statistiken über Materialzusammensetzung im Anlagenbetrieb
- Neue Applikationsentwicklungen im Schrott und Abfall durch DeepLearning Algorithmen

TOMRA

Kontaktdaten

Alexander Steiger

Area Sales Manager – Metals

E-Mail:
alexander.steiger@tomra.com

Handy / Telefon:

+49 172 165 86 11





www.tomra.com