



CRACKVIEW AI

KI-basierte Rissbewertung in der Magnetpulverrissprüfung

Dr. Helge Rast

KARL DEUTSCH

Mit Sicherheit geprüft! Definitely Tested!

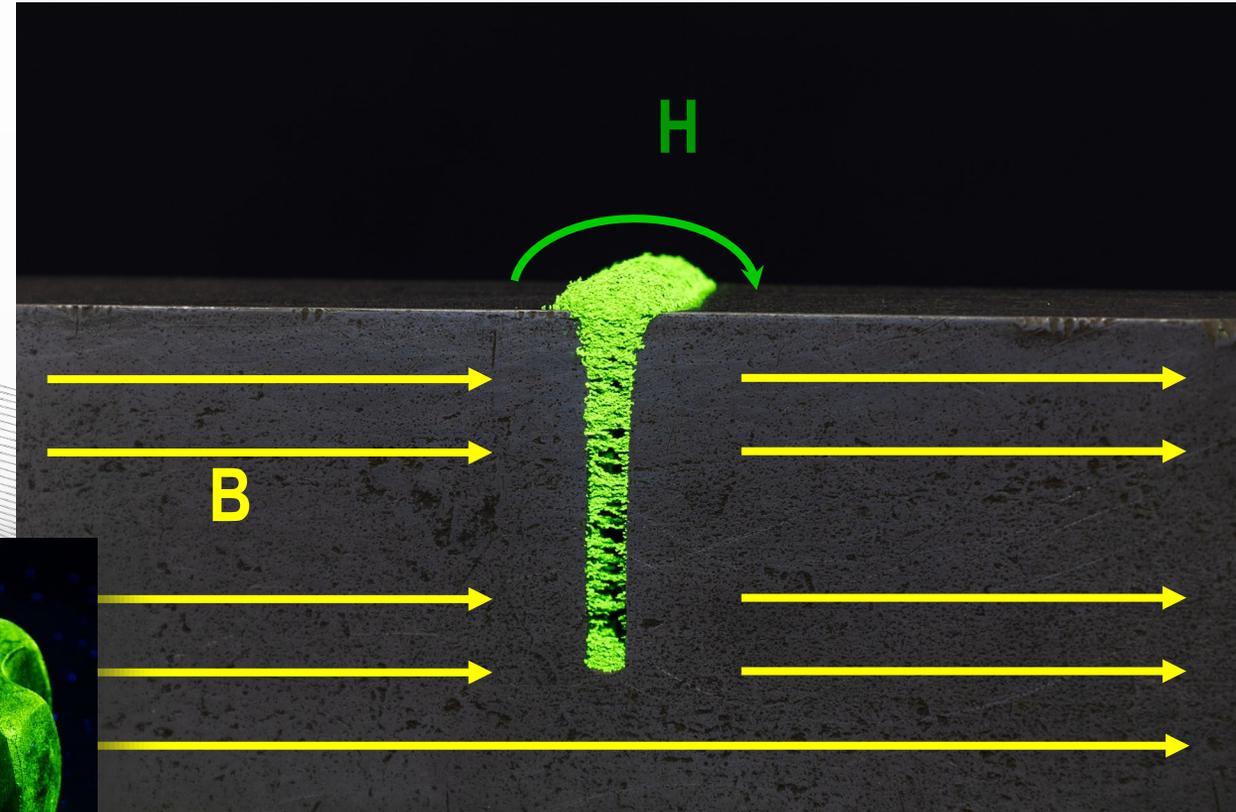
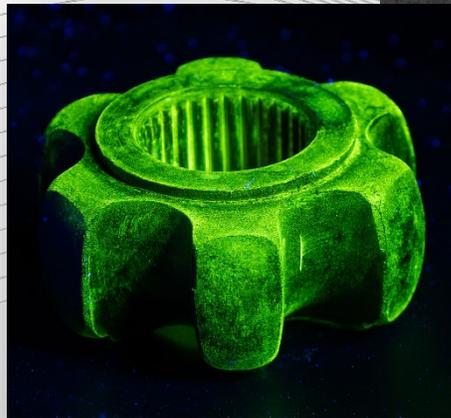
DEUTROFLUX Magnetpulver-Rissprüfung (MT)

■ Ziel:

- Präparation der Prüfteile
⇒ kontrastreiche Rissanzeigen

■ Prinzip:

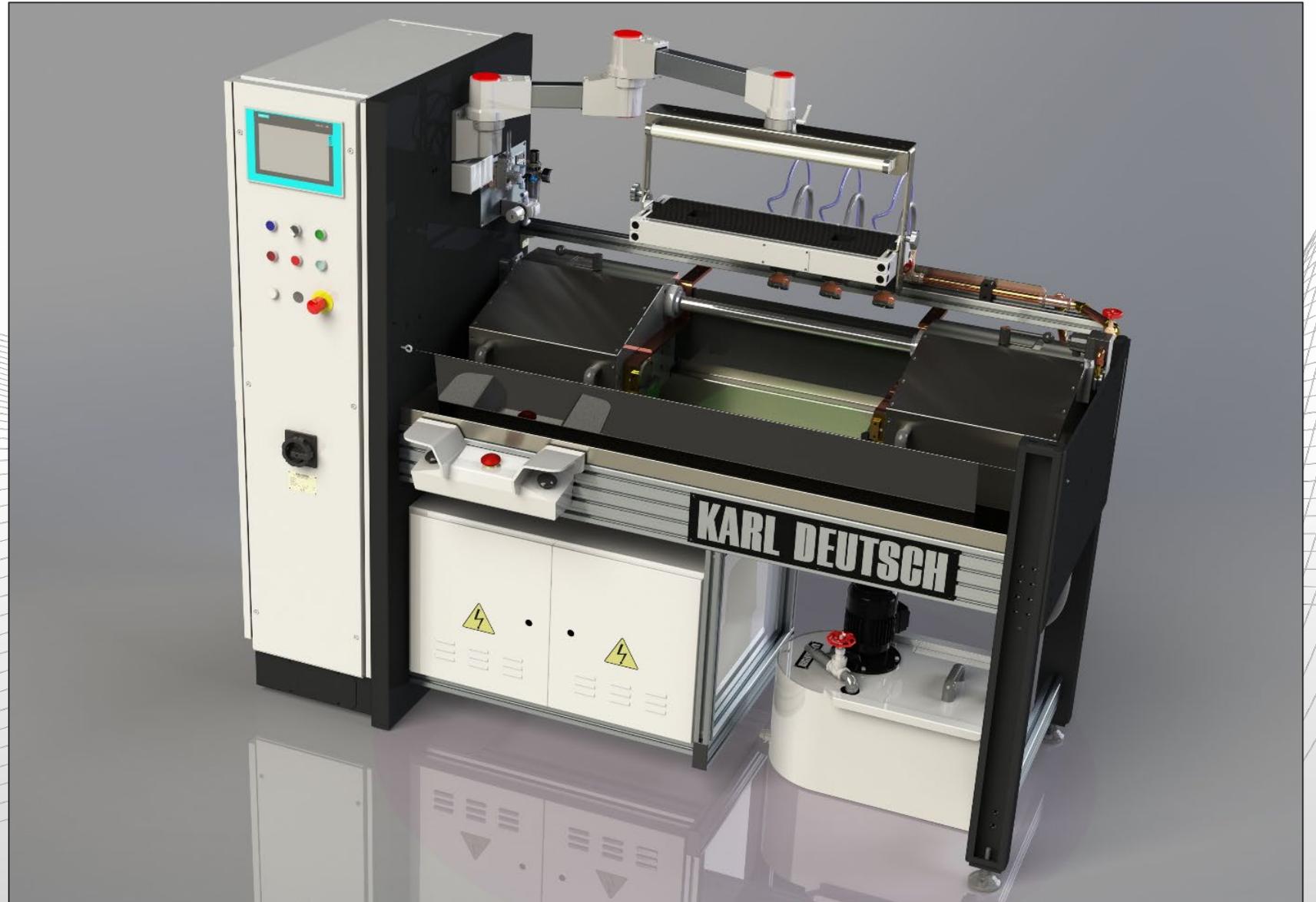
- Prüfung von ferromagnetischen Werkstücken
- Magnetisierung (AC oder DC)
- Streuflussbildung an oberflächennahen Rissen
⇒ Prüfmittel-Ansammlungen entlang der Risse
- Höchster Kontrast mit UV-Prüfmittel,
Betrachtung unter UV-Licht
(mit Restlicht < 20 Lux)



DEUTROFLUX Magnetpulver-Rissprüfung (MT)

- **Prüfung**

- **Präparation**
- **Betrachtung**



Fortschrittliche DEUTROFLUX / DEUTROMAT-MT-Rissprüfanlagen

- Automatisierter Teiletransport
- Be-/Entladung MT-Anlage:
 - Bediener, Roboter, Band
- Interne oder externe Entmagnetisierung

⇒ Prüftakt 8...10 sec

⇒ z.B. 8 Teile pro Prüftakt \approx 16 Mio. Teile pro Jahr
(7 h pro Schicht, 3-schichtig, 260 Tage pro Jahr)



Riss-Bewertung der präparierten Teile

Industrie 4.0



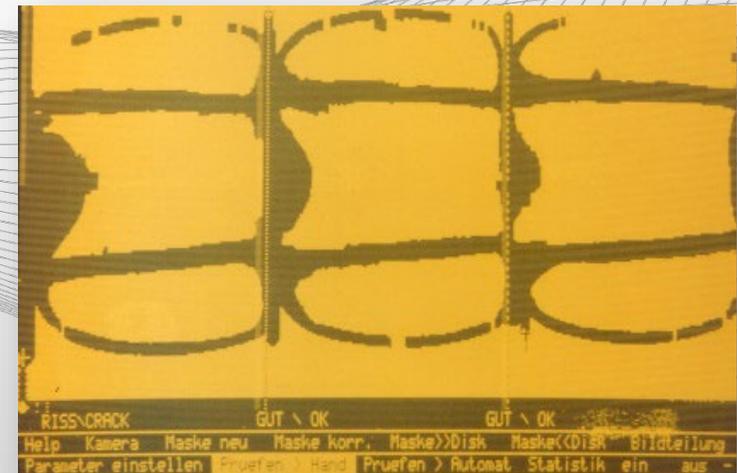
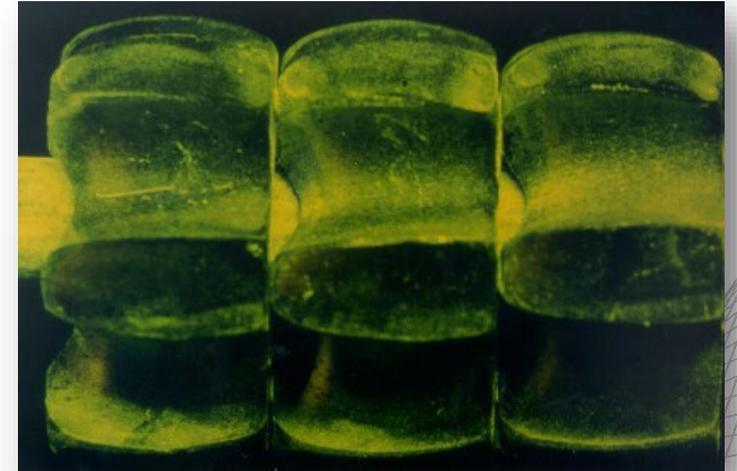
Manuelle Betrachtung



- Sehr großer Personaleinsatz in der Endkontrolle
- Probleme, ausreichend qualifiziertes Personal zu finden
- Keine digitale Dokumentation

■ Traditionelle Bilderkennung

- Entwicklung ab 195X
- Filter extrahieren Merkmale
- Aufwändige Programmierung der Filter
 - Anpassung an Bauteilgeometrie notwendig
- Präzise Bauteil-Positionierung vor Kamera
 - Maskierung (Ausblendung) von Bauteilkanten
 - Vergrößerung der ungeprüften Bereiche



- **Künstliche Intelligenz**

- Idee 1943, erste Einsätze ab 198x, verstärkter Einsatz in den letzten 20 Jahren
- 2009 - 2012 gewannen Deep Learning Algorithmen mehrere Wettbewerbe im Bereich **Mustererkennung**

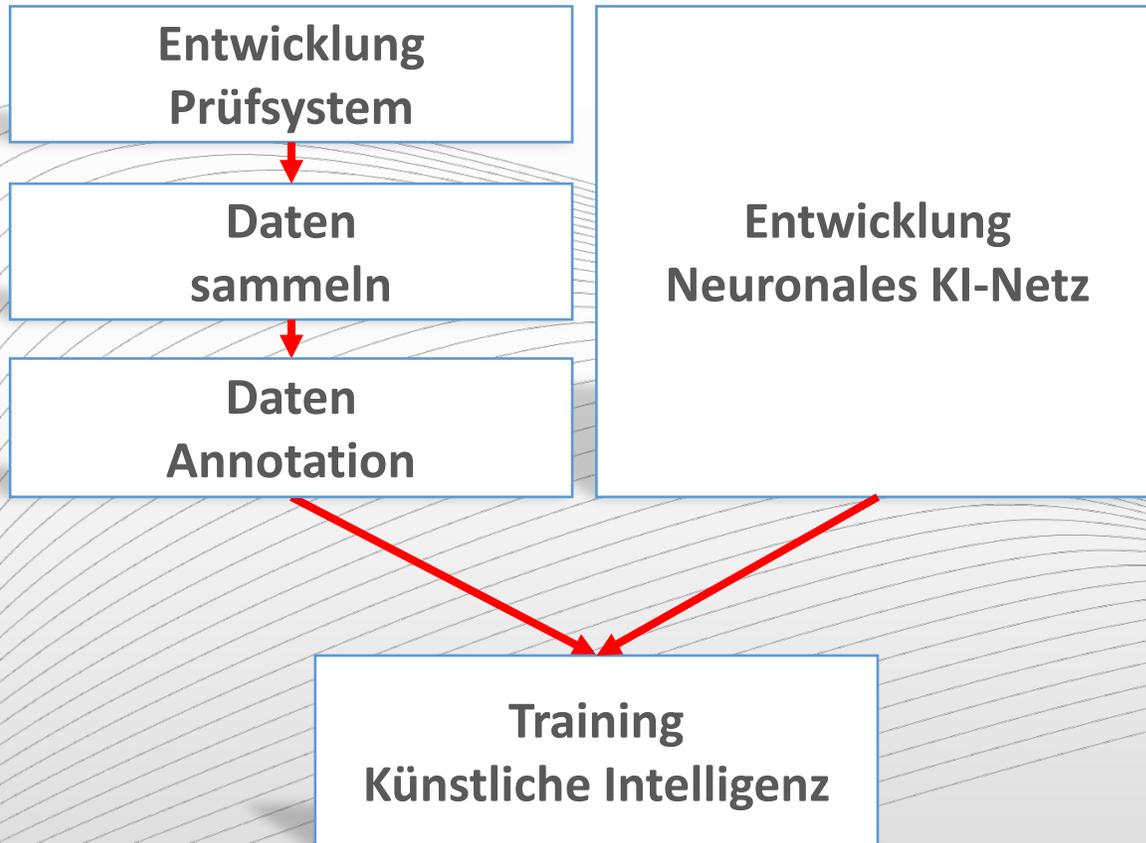
- **Neuronale Netzwerke**
 - Training mit annotierte Daten
- **Trainiertes Netzwerk extrahiert Merkmale**

- **Geometrieunabhängig**
 - ⇒ wichtig für Einsatz @ MT

Digitale Daten in Magnetpulververrissprüfung?



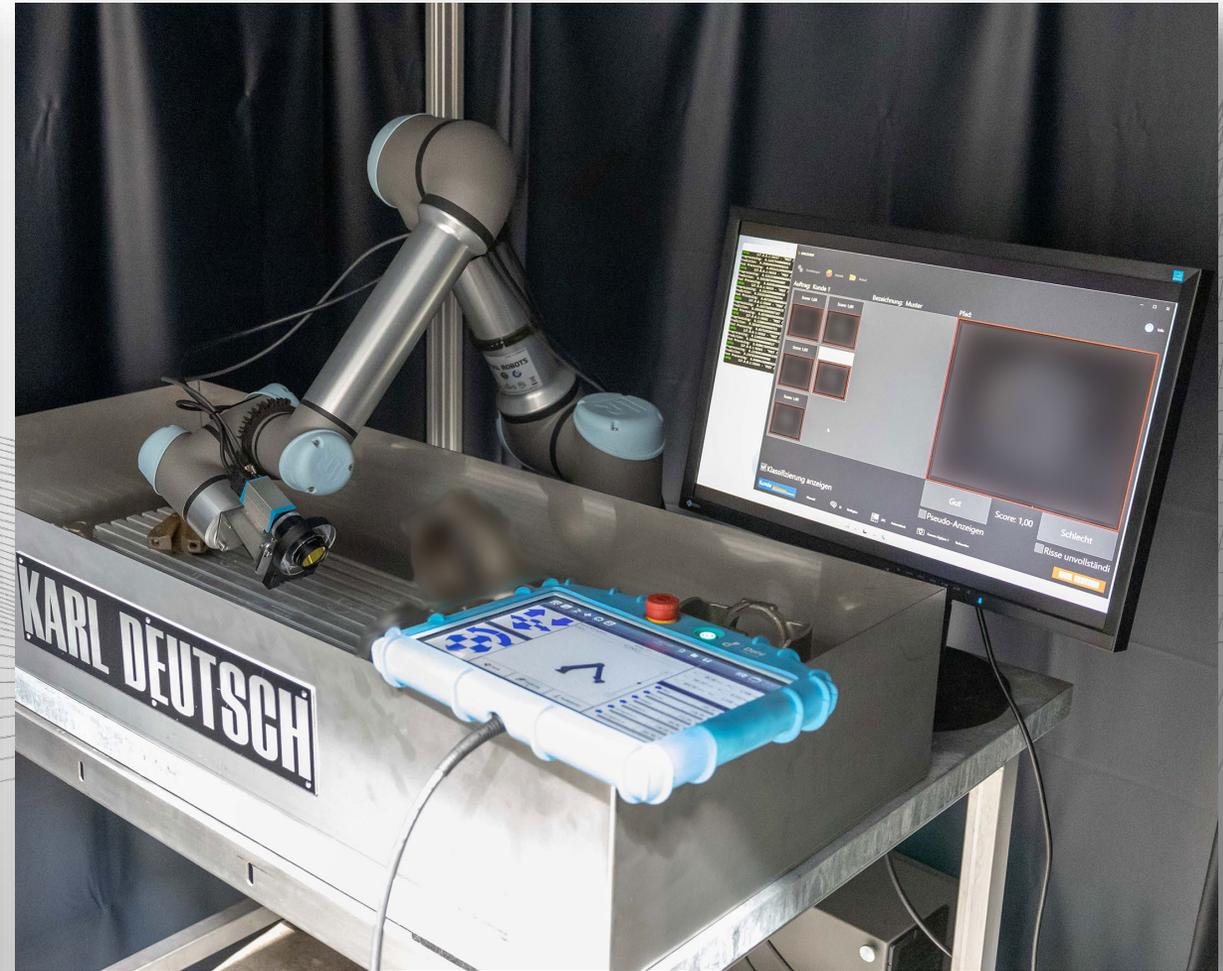
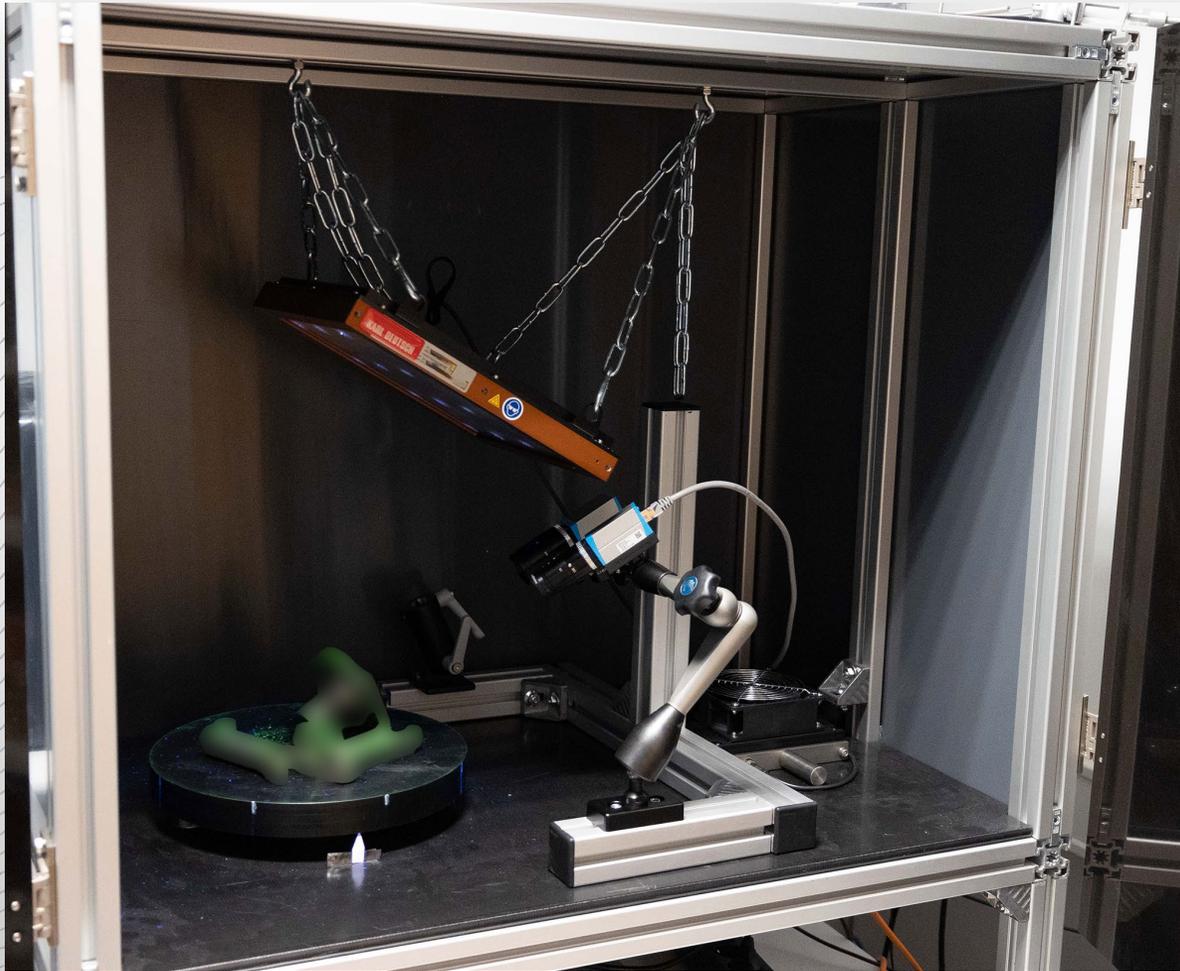
Quelle: <https://www.bing.com/images/create?FORM=GDPGLP>



- **Datenerfassung**
 - Aufbau eines Inspektionssystems
 - Entwicklung des Beleuchtungskonzeptes (ISO 3059)
 - Statisches / Blitzlicht
 - Spot-/Flächen-/Ringlicht
 - Wahl der Kamera
 - Typ(en)
 - Objektiv(e)
 - **Prüfmittel: FLUXA AI**
 - Bauteilmanipulation
- **KI-Entwicklung**
 - Netzwerk für semantische Segmentierung
- **Daten-Annotation**
 - Manuelles Vorbereiten von Daten für die semantische Segmentierung
- **KI-Training**
 - Netzwerk mit annotierten Daten trainieren

Frühe CRACKVIEW Prototypen

Auswahl: Kameratechnik, UV-Beleuchtung, Bauteil-/Kamera-Positionierung, Robotik ...



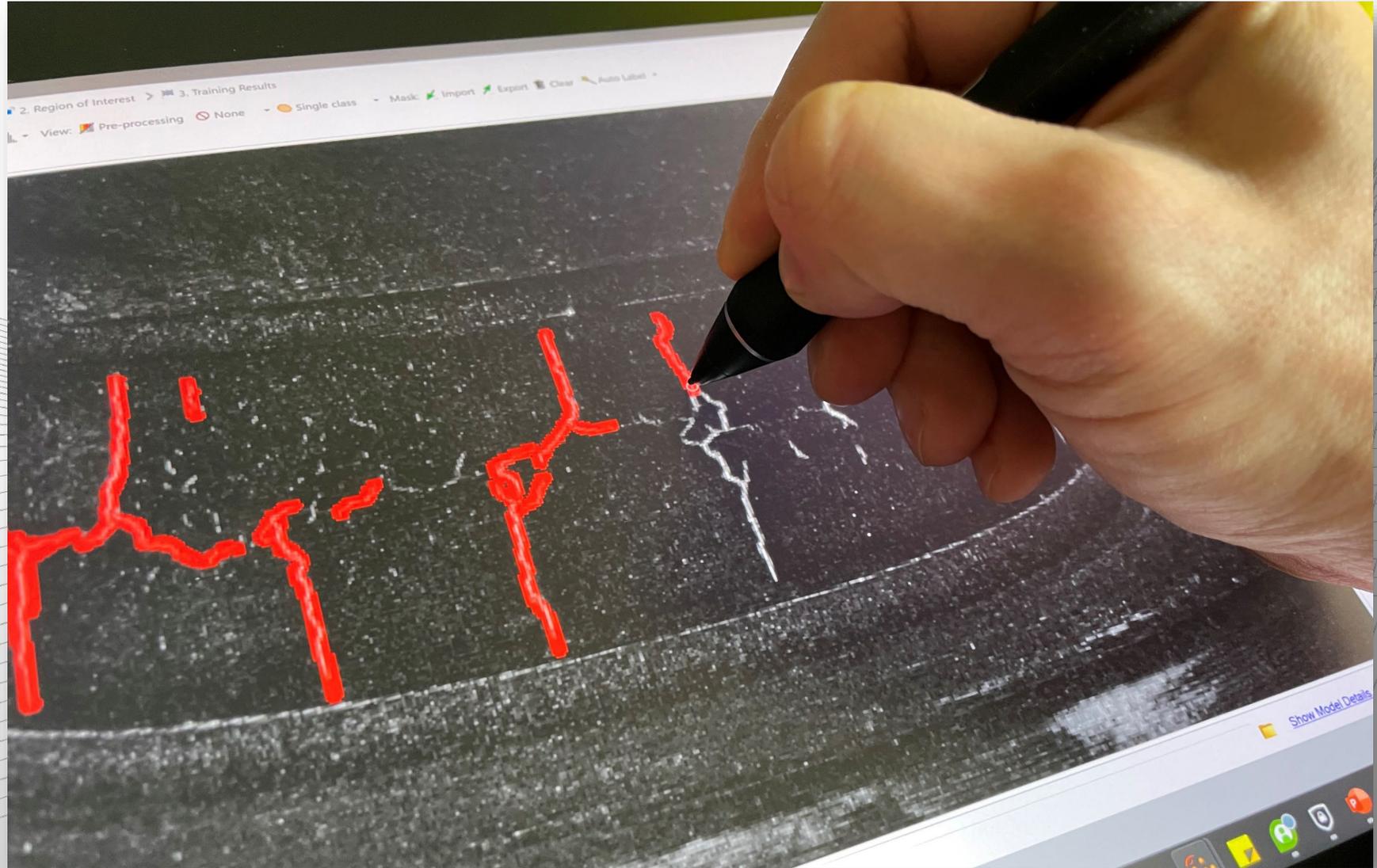
CRACKVIEW-Prüfplatz, Revision 2



- **Teilebeladung / Handling**
 - manuell / Robotik / Bandtransport
- **Drehteller zur Betrachtung**
 - Spannvorrichtung zur Positionierung
- **Flexibles Multi-Kamera-Setup**
- **Integrierter Industrie-PC mit CRACKVIEW AI-Software**
- **Automatisierte Bildaufnahme**
 - SPS-gesteuert
- **Kunde mit (Massen-)Teilen gesucht**

CRACKVIEW AI Daten-Annotation

- **Annotation:**
 - Nachzeichnen der Risskonturen
 - Genauigkeit auf Pixelebene
- **Ergebnis:**
 - Bild + Maske



CRACKVIEW AI Trainingszeit & Taktzeit

Datei	Bearbeiten	Ansicht	AI + transfer	total AI	pre-processing	prediction	post-processing	transfer
2023-04-19 16:45:29,808	[1]	INFO	148 ms	130 ms	115 ms	12 ms	3 ms	18 ms
2023-04-19 16:45:29,981	[1]	INFO	166 ms	135 ms	116 ms	16 ms	3 ms	26 ms
2023-04-19 16:45:30,335	[1]	INFO	165 ms	142 ms	114 ms	24 ms	4 ms	23 ms
2023-04-19 16:45:30,443	[1]	INFO	152 ms	133 ms	108 ms	21 ms	4 ms	19 ms
2023-04-19 16:45:30,647	[1]	INFO	166 ms	145 ms	117 ms	25 ms	3 ms	21 ms
2023-04-19 16:45:30,787	[1]	INFO	168 ms	145 ms	119 ms	23 ms	3 ms	23 ms
2023-04-19 16:45:30,913	[1]	INFO	166 ms	141 ms	118 ms	20 ms	3 ms	20 ms
2023-04-19 16:45:31,296	[1]	INFO	156 ms	138 ms	112 ms	23 ms	3 ms	18 ms
2023-04-19 16:45:31,399	[1]	INFO	141 ms	141 ms	115 ms	23 ms	3 ms	20 ms
2023-04-19 16:45:31,533	[1]	INFO	140 ms	140 ms	111 ms	26 ms	3 ms	17 ms
2023-04-19 16:45:31,777	[1]	INFO	158 ms	132 ms	107 ms	22 ms	3 ms	17 ms
2023-04-19 16:45:31,991	[1]	INFO	219 ms	194 ms	111 ms	80 ms	3 ms	21 ms
2023-04-19 16:45:32,168	[1]	INFO	195 ms	173 ms	111 ms	59 ms	3 ms	17 ms
2023-04-19 16:45:32,418	[1]	INFO	213 ms	187 ms	121 ms	63 ms	3 ms	16 ms
2023-04-19 16:45:32,613	[1]	INFO	204 ms	184 ms	111 ms	72 ms	3 ms	16 ms
2023-04-19 16:45:32,777	[1]	INFO	197 ms	187 ms	107 ms	69 ms	3 ms	21 ms
2023-04-19 16:45:32,996	[1]	INFO	214 ms	187 ms	113 ms	71 ms	2 ms	27 ms
2023-04-19 16:45:33,258	[1]	INFO	188 ms	188 ms	112 ms	73 ms	3 ms	21 ms
2023-04-19 16:45:33,337	[1]	INFO	213 ms	188 ms	115 ms	69 ms	3 ms	25 ms
2023-04-19 16:45:33,632	[1]	INFO	209 ms	186 ms	113 ms	70 ms	3 ms	23 ms
2023-04-19 16:45:33,865	[1]	INFO	208 ms	192 ms	116 ms	74 ms	3 ms	20 ms
2023-04-19 16:45:34,258	[1]	INFO	191 ms	170 ms	114 ms	75 ms	3 ms	16 ms
2023-04-19 16:45:34,675	[1]	INFO	217 ms	194 ms	116 ms	75 ms	3 ms	19 ms
2023-04-19 16:45:35,058	[1]	INFO	195 ms	194 ms	114 ms	77 ms	3 ms	23 ms
2023-04-19 16:45:35,298	[1]	INFO	195 ms	133 ms	112 ms	18 ms	3 ms	23 ms
2023-04-19 16:45:35,538	[1]	INFO	195 ms	134 ms	112 ms	19 ms	3 ms	18 ms
2023-04-19 16:45:35,748	[1]	INFO	156 ms	136 ms	113 ms	19 ms	4 ms	20 ms
2023-04-19 16:45:35,983	[1]	INFO	155 ms	135 ms	113 ms	19 ms	3 ms	22 ms
2023-04-19 16:45:36,213	[1]	INFO	153 ms	137 ms	115 ms	19 ms	3 ms	16 ms
2023-04-19 16:45:36,453	[1]	INFO	164 ms	136 ms	114 ms	18 ms	4 ms	28 ms
2023-04-19 16:45:36,693	[1]	INFO	156 ms	133 ms	112 ms	18 ms	3 ms	23 ms
2023-04-19 16:45:36,933	[1]	INFO	171 ms	140 ms	118 ms	19 ms	3 ms	31 ms
2023-04-19 16:45:37,173	[1]	INFO	161 ms	139 ms	118 ms	18 ms	3 ms	22 ms

■ **MT-Taktzeit:** typisch 8 – 10 sec

■ **Bildaufnahme:** ca. 20 – 100 ms

■ **Trainingszeit pro Bauteil auf Hochleistungsrechner (Workstation/Server)**
einmalig Größenordnung Tage

■ **Auswertung auf lokaler leistungsstarker GPU**
pro Bild ca. 0,2 Sekunden

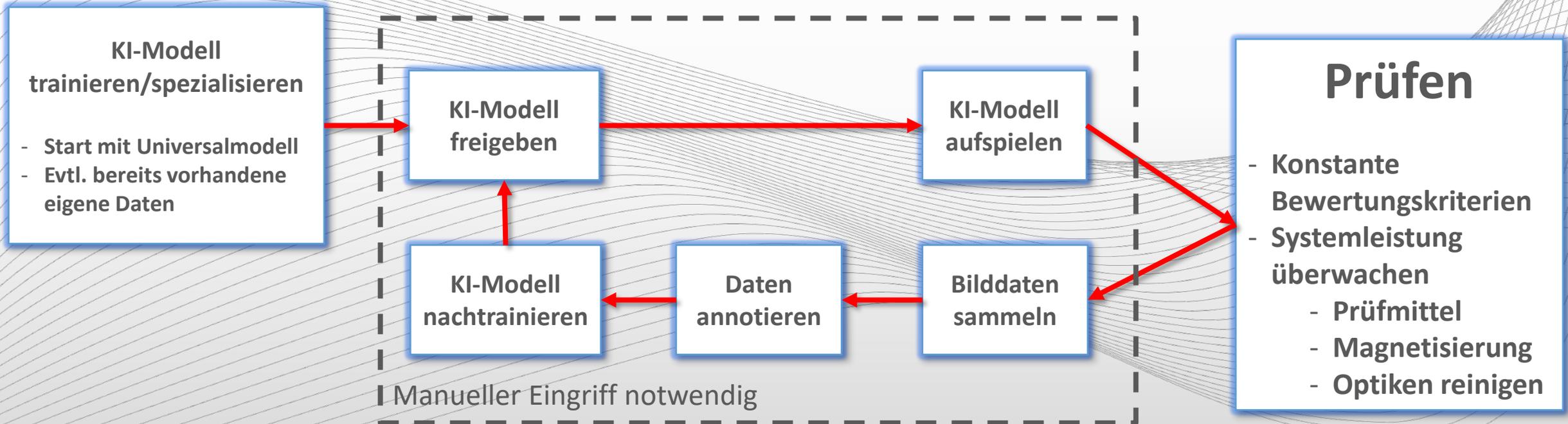
■ **pre-processing** 113 ms

■ **prediction** 34 ms

■ **post-processing** 4 ms

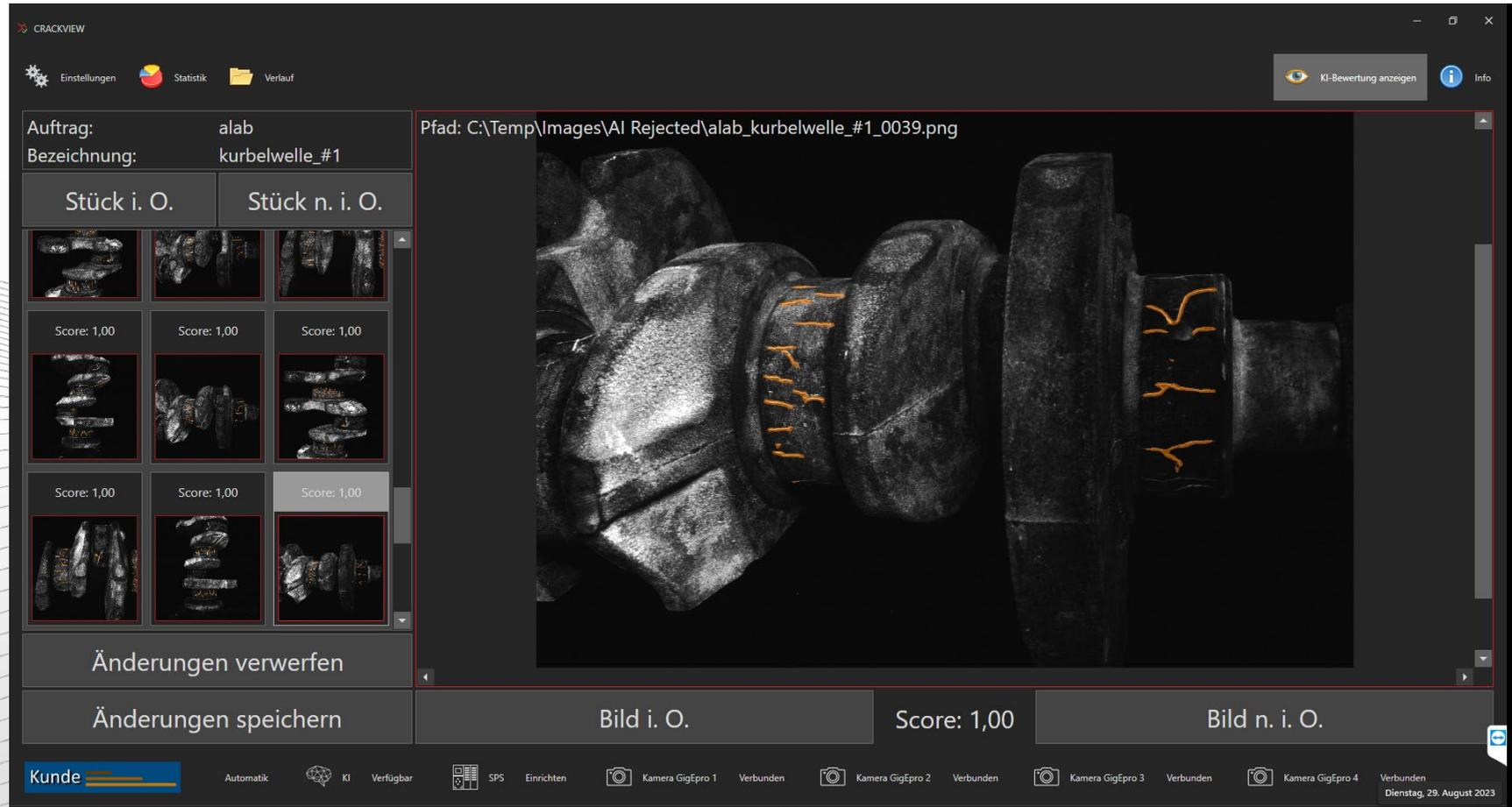
■ **transfer** 23 ms

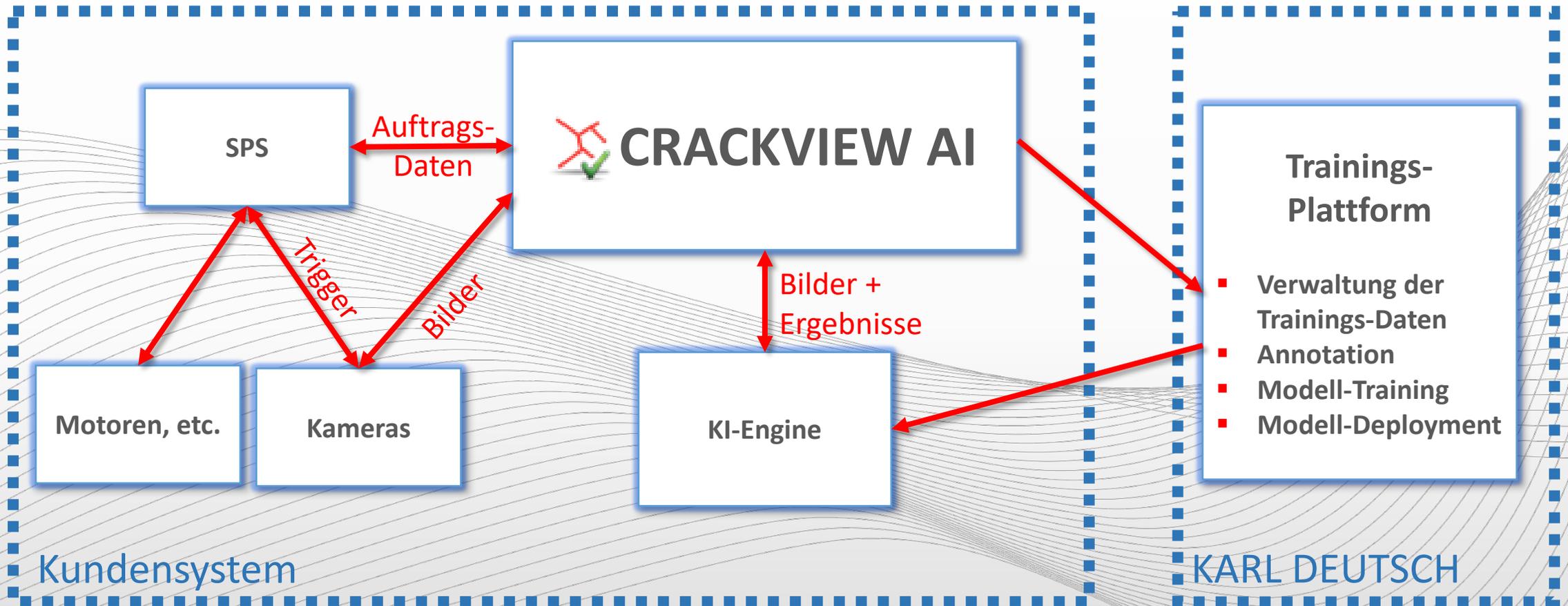
- Trainiertes Netzwerk lernt nicht selbstständig weiter
 - System verhält sich daher immer gleich
- ⇒ Überwachung vom Training (durch KD bzw. Kunde)



CRACKVIEW AI Software

- **3 Betriebsarten**
 - Justage
 - Manuell
 - Automatik
- **Steuerung via MEMORY SPS**
- **Datenbank für Aufträge/Stücke**
- **Interface zur KI Engine**
- **Zulässigkeitsbewertung**





Kundensystem

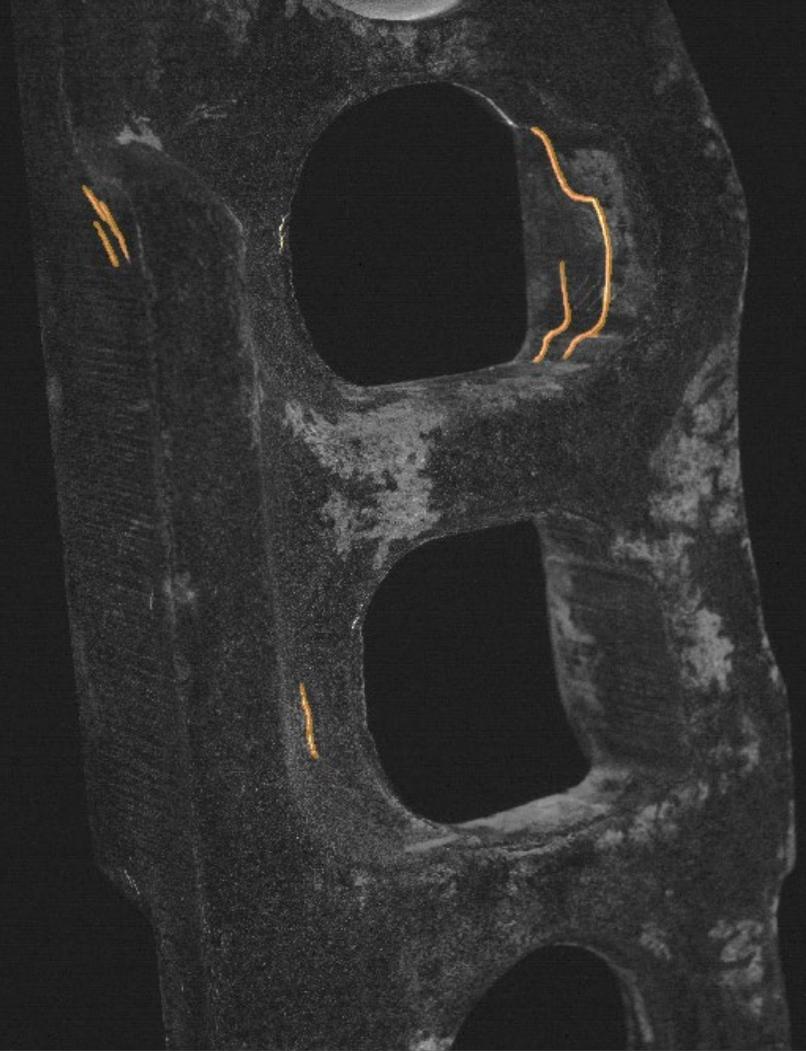
KARL DEUTSCH

Ergebnisse

Pfad: C:\Temp\Images\Rejected\alab_crankshaft1_0001.png



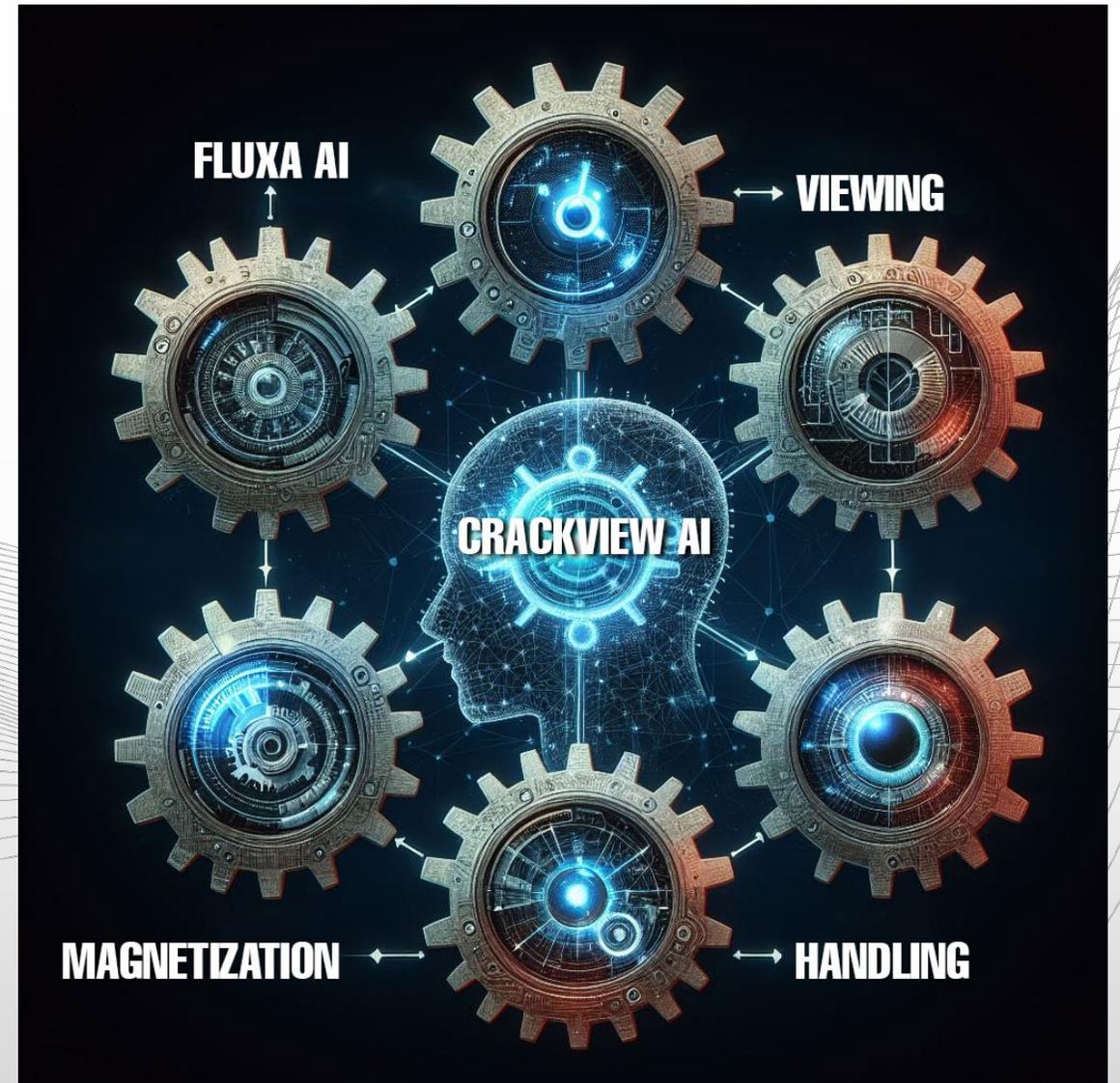
Pfad: C:\Temp\Images\Rejected\alab_part1_0001.png



Vollautomatisierte Lösung

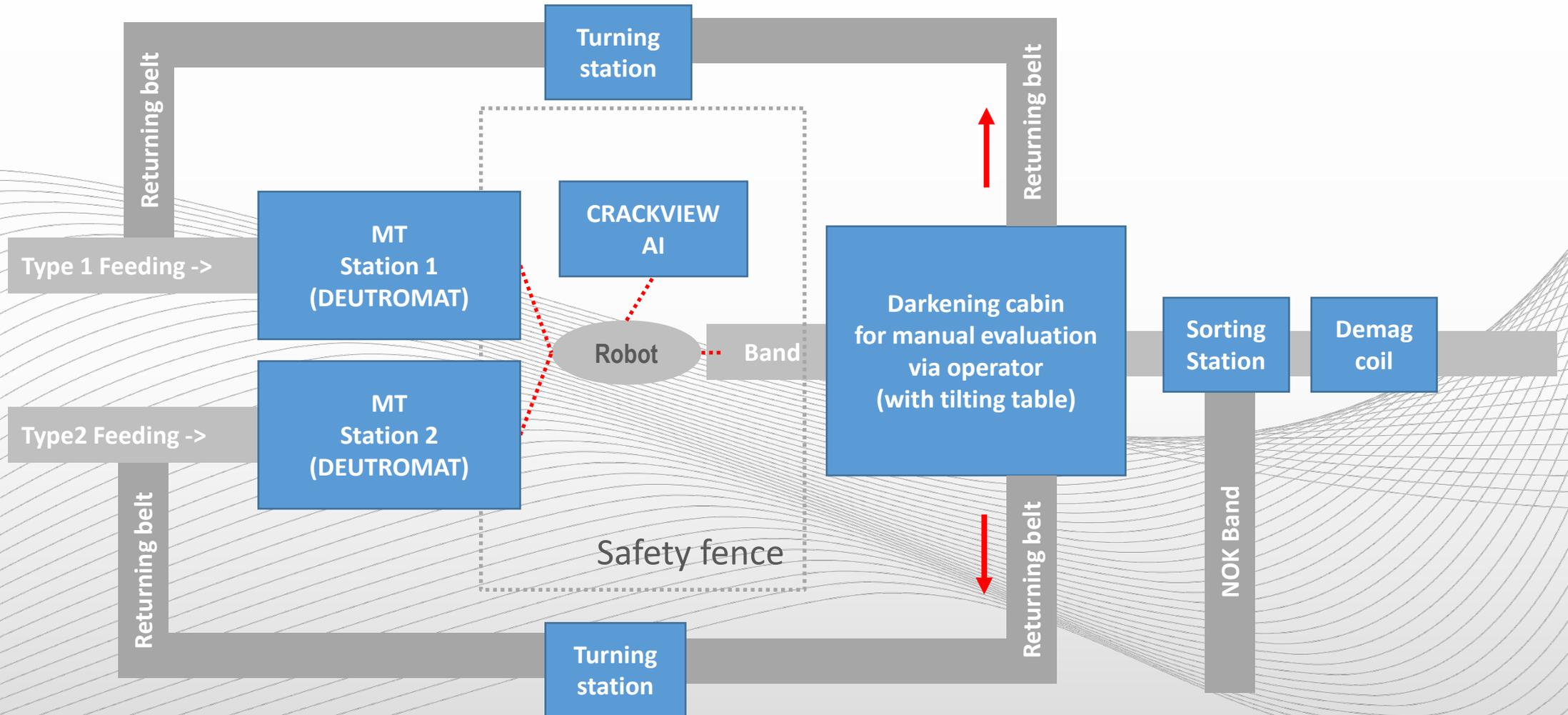
Komplettlösung besteht aus

- Teilezuführung (Roboter, ...)
- Teilepräparation (Magnetisierung, etc.)
- Prüfmittel (KD FLUXA AI)
- Teiletransport ohne Anzeigenverlust
- Betrachtung (Optiken + Beleuchtung)
- Auswertung mit CRACKVIEW AI



Quelle: <https://www.bing.com/images/create?FORM=GDPGLP>

Vollautomatisierte Lösung



Ihr Kontakt zu KARL DEUTSCH



Visit us at:



KARL DEUTSCH
Mit Sicherheit geprüft! Definitely Tested!