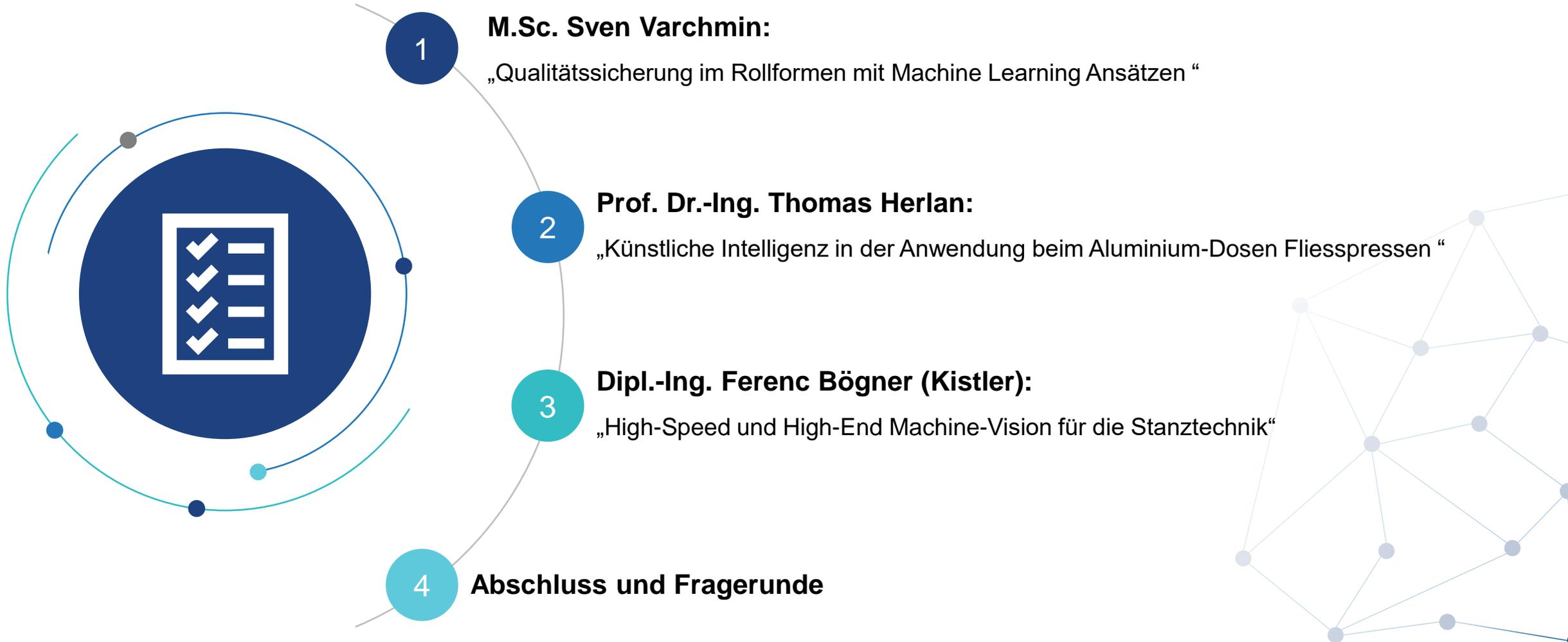


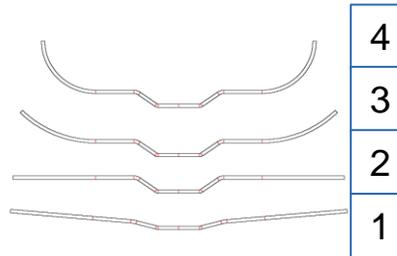
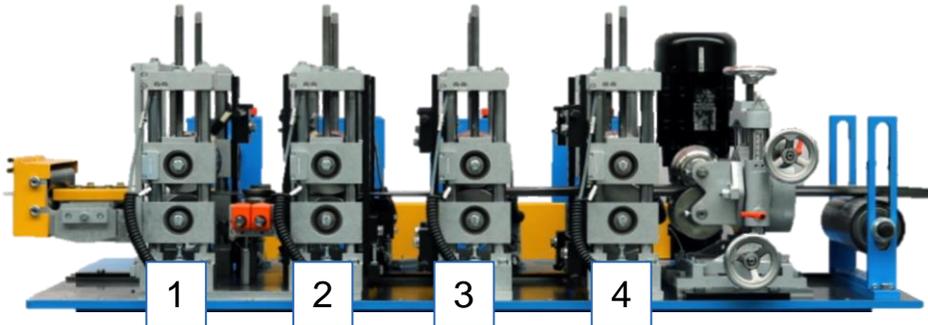


## 17. ProKI Infopoint Umformen

Qualitätssicherung – Welche Rolle spielt Künstliche Intelligenz bei der Gewährleistung und Verbesserung der Produktqualität?



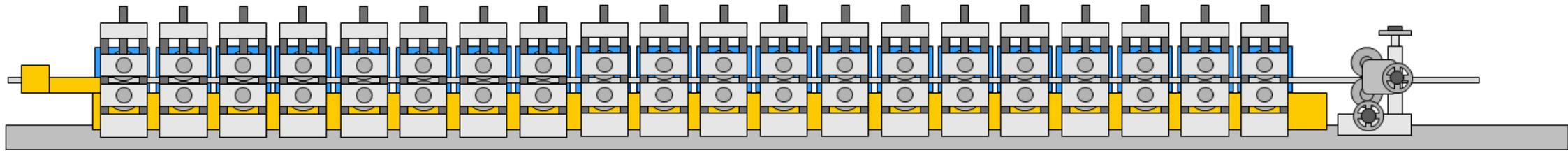
## Der Rollformprozess



### Der Rollformprozess

- Kontinuierlicher Biegeprozess zur Herstellung von Profilen
- Umformung erfolgt durch rotierende Rollen, welche die Querschnittsgeometrie der Profile vorgeben
- Fertigungsgeschwindigkeiten von bis zu 200m/min erlauben hohe Produktivität
- Einsatz der Profile für die Bau-, Möbel und Fahrzeugindustrie

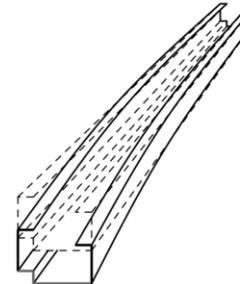
## Die Herausforderungen



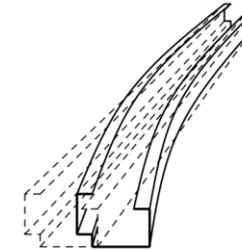
### Herausforderungen im Rollformen

- 70 Umformstufen: Profilfehler aufgrund von mechanischen Fehlstellungen
- Profilfehler aufgrund von prozessspezifischen Längsdehnungen
- Profilfehler aufgrund von Halbzeugschwankungen
- Lange Rüstzeiten: Produktivität stark von mechanischer Justierung dominiert

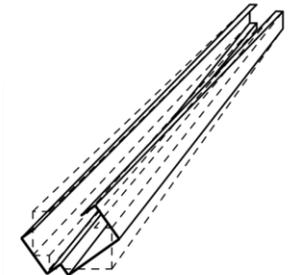
Vertikaler  
Krümmungsfehler



Horizontaler  
Krümmungsfehler



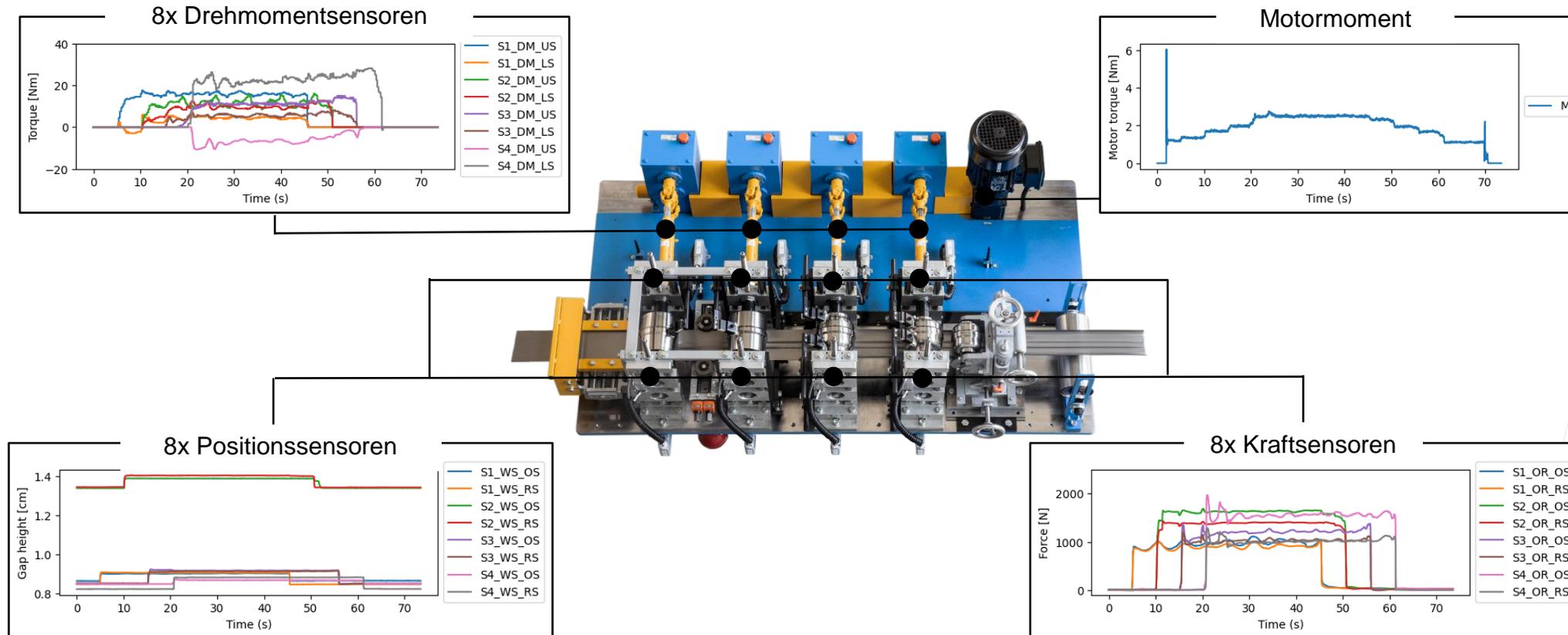
Torsion



Quelle: Halmos, G. T. 2006. *Roll Forming Handbook*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, USA

Qualitätssicherung durch korrekte Justierung der Anlage und Einsatz von Richtapparaten

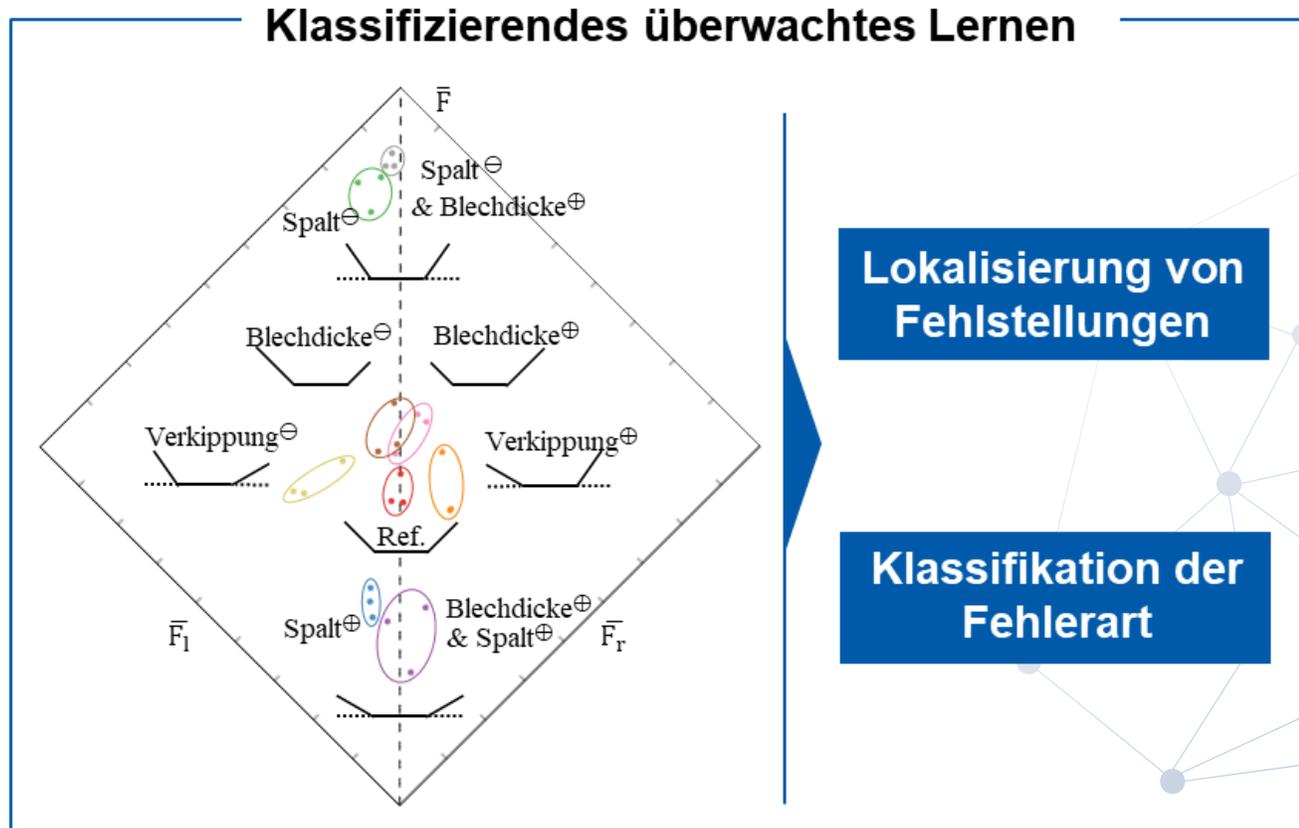
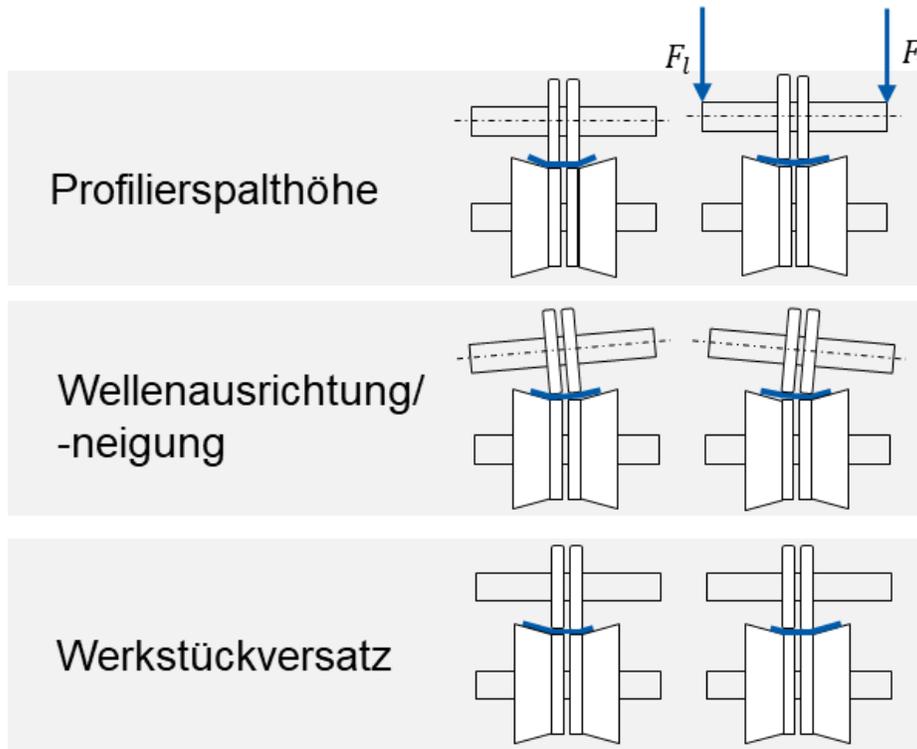
## Die Sensorintegration



Sensorintegration bildet die Grundlage zur Inlineüberwachung von Fehlstellen

## Machine Learning basierter Ansatz

Unterstützung von Fachkräften durch Prozessüberwachung



**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

## Nächster ProKI-InfoPoint

PROKI

Anmeldung zum nächsten  
ProKI-InfoPoint



<https://tu-dresden.de/ing/proki>

### THEMA

Inbetriebnahme - Wie verkürzt KI den Bemusterungsprozess in der Kunststoffverarbeitung?

### TERMIN

16.05.2024 16:00 Uhr

Weiterführende Informationen zu ProKI Netz und unserem Angebot finden Sie auf unseren Homepages



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

<https://proki-darmstadt.de/>



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN

<https://tu-dresden.de/ing/proki>



# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

IN DER ANWENDUNG  
BEIM ALUMINIUM-DOSEN  
FLIESSPRESSEN

Prof. Dr.– Ing. Thomas Herlan VDI  
HERLANCO GmbH , Karlsruhe

PRO KI - Treffen 11.04.2024

## INHALTSÜBERSICHT

Unternehmen HERLANCO GmbH

Aluminium Dosenpressen wieder stark im Kommen: Getränkeindustrie und Batterie Gehäuse E Mobilität

Bodendickenschwankungen führen zu Ausschuss

Bodendickenschwankungen in der Ursache erkennen: Prozessverständnis Umformtechnik

Bodendickenschwankungen ausschließen

# HERLANCO GMBH

## Geschäftsfelder von HERLANCO GmbH

### bestehende GF seit 2007

### neue GF ab 2021

\* Ausgründung SNM GmbH in 2022

ZMC  
Berater  
Netzwerk

Strategie

Vertrieb

Vertrieb

Früher mit  
Industrie 4.0  
Ansätzen

Engineering

Co2  
Rechner  
FRED

IMU  
Projekt  
EMA

Nachhaltigkeit

Messung  
Boden-  
dicken  
Vorher-  
sage

Künstl.  
neuronales  
Netz

Digitalisierung



\* Ausgründung DMT GmbH in 2025 geplant



Präsident der ICFG 2022-2204

## ICFG PRESIDENT 2022 BIS 2024



ICFG Plenary meeting, Ankara Sep 2023



ISPF Plenary meeting, Nagoja April 2024  
ICFG YSEP Preisträger in Japan

## AEROSOLDOSEN – DIE EIGENSCHAFTEN

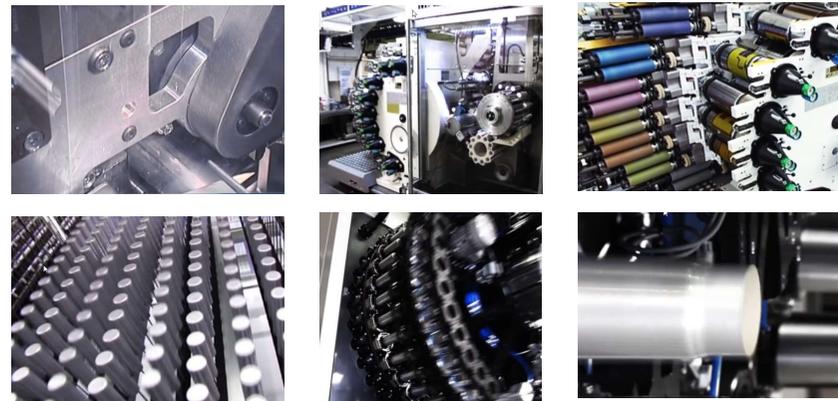


- Kaltverfestigung wird gezielt zur Innendruck-Beständigkeit genutzt
- Optimierte Geometrie am Hals und Innenwölbung des Dosenbodens
- Exakt spezifizierte Bodendicke und Bodendicken-Verteilung
  - typischerweise: 0,03 mm +/- 0,015 mm
- Sicherheitskriterien entscheiden über i. O. oder **n. i. O.** Produkt

# AEROSOLDOSEN – DIE WERTSCHÖPFUNGSKETTE



- Weitere visuelle Prüfungen (Kameras) auf
  - Kontur der Dose
  - Rundheit und Ebenheit
  - Kratzer und Deformationen
- Danach: die finale Druckprüfung



## AEROSOLDOSEN – DIE „FINALE“ PRÜFUNG



- Befüllte (!! ) Dosen werden **10 Min** einem **52°** warmen Wasserbad ausgesetzt
- Wenn durch den gesteigerten Innendruck der Boden nicht nach außen wölbt, ist der Qualitäts- und Funktionstest bestanden
- Charge i. O.
- Nicht bestandener Funktionstest – Charge n. i. O.



## CHARGE N. I. O. – DIE KONSEQUENZ



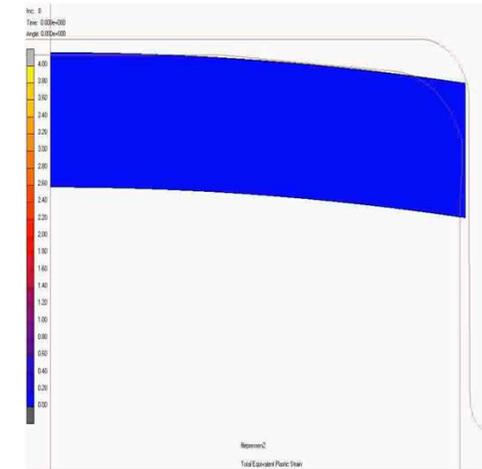
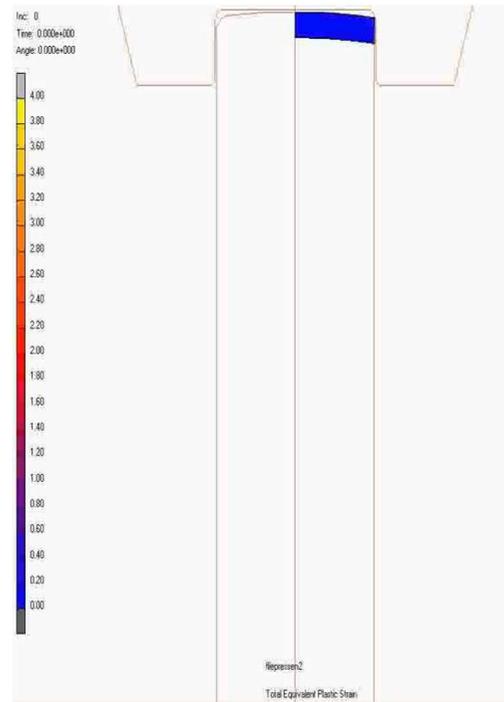
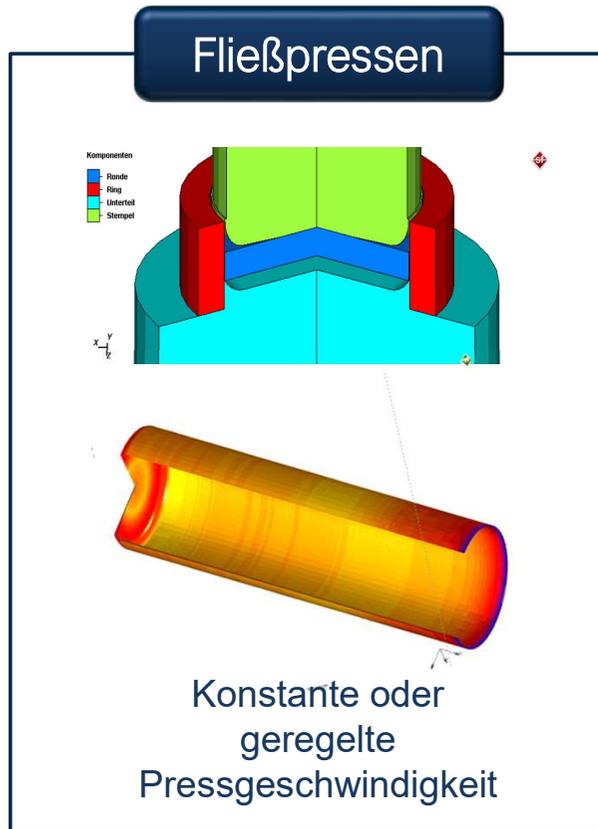
Enormer Kostendruck aufgrund des sehr komplexen Qualitätsmanagements

Bis zu 100.000 Dosen müssen entsorgt werden und gehen zurück zum Hersteller

Die gesamte Charge mit aufgetretenen Reklamationsfällen wird ohne weitere Qualitätskontrolle verschrottet

Außer den bisherigen Herstellkosten aus der Wertschöpfung entstehen erhebliche Entsorgungskosten

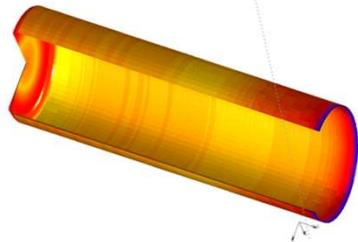
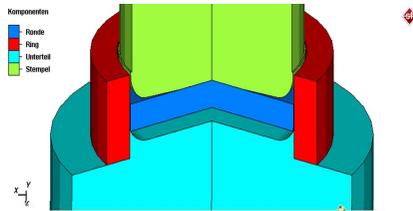
# HERSTELLUNG DES DOSENROHLINGS



Quelle: SIMUFACT / HERLANCO WBK

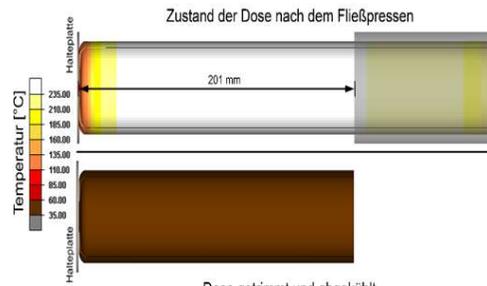
# HERSTELLUNG DES DOSENROHLINGS

## Fließpressen



Konstante oder geregelte Pressgeschwindigkeit

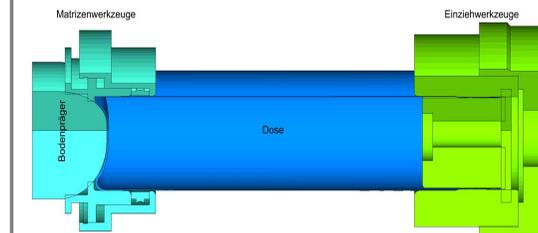
## Längenbeschnitt



Dose getrimmt und abgekühlt

Trimmen der Dosenwand auf vorgegebene Dosenlänge

## Boden & Rand



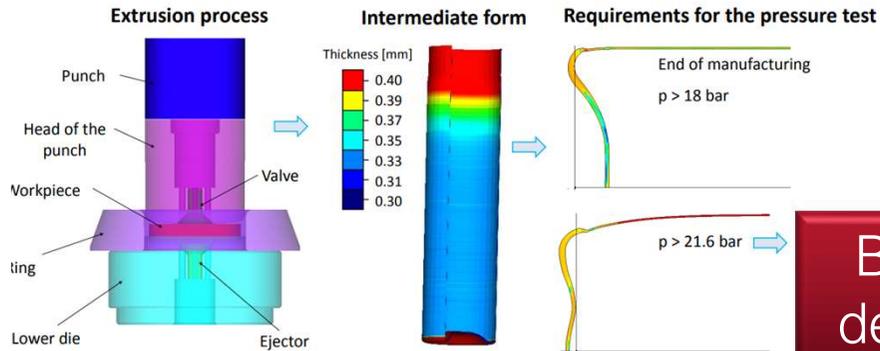
Gleichzeitiges einziehen des Dosenrandes und formen des Dosenbodens

Quelle: SIMUFACT / HERLANCO WBK

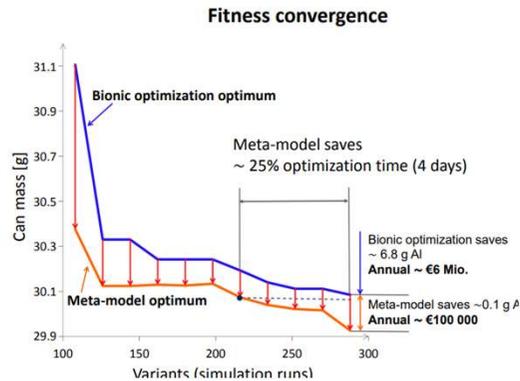
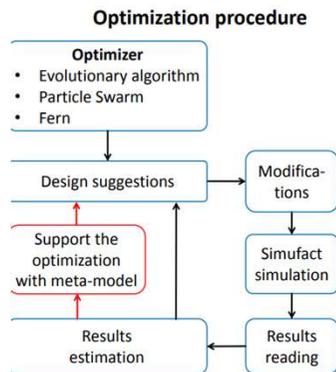


### Bionic optimization of metal forming processes

- An overlay process initiates the forming analyses and suggests improvements.
- Significant time and material savings in the development of new production lines.



Bersten  
der Dose

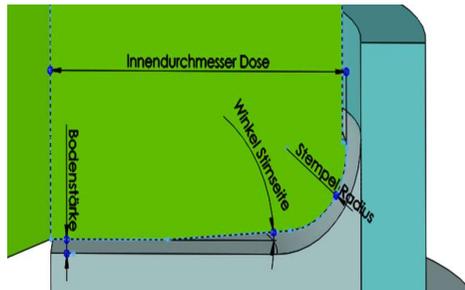


Quelle: SIMUFACT / HERLANCO WBK

# PROZESSPARAMETER WERKZEUGGEOMETRIE

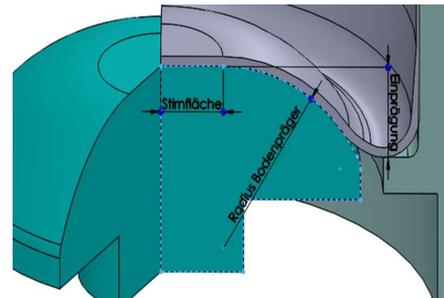
## Fließpressen

Parameter	Untere Grenze	Obere Grenze	Basiswert
Innendurchmesser Dose	49.38 mm	49.54 mm	49.28 mm
Stempel Radius	R4 mm	R6 mm	R4 mm
Winkel an Stirnseite	0°	3.25°	3.25°
Bodenstärke	0.55 mm	0.85 mm	0.85 mm



## Bodenformen

Parameter	Untere Grenze	Obere Grenze	Basiswert
Tiefe der Einprägung	6.5 mm	8.5 mm	7.5 mm
Radius Bodenpräger	R10 mm	R20 mm	R15 mm
Durchmesser Stirnfläche	0 mm	6 mm	6 mm

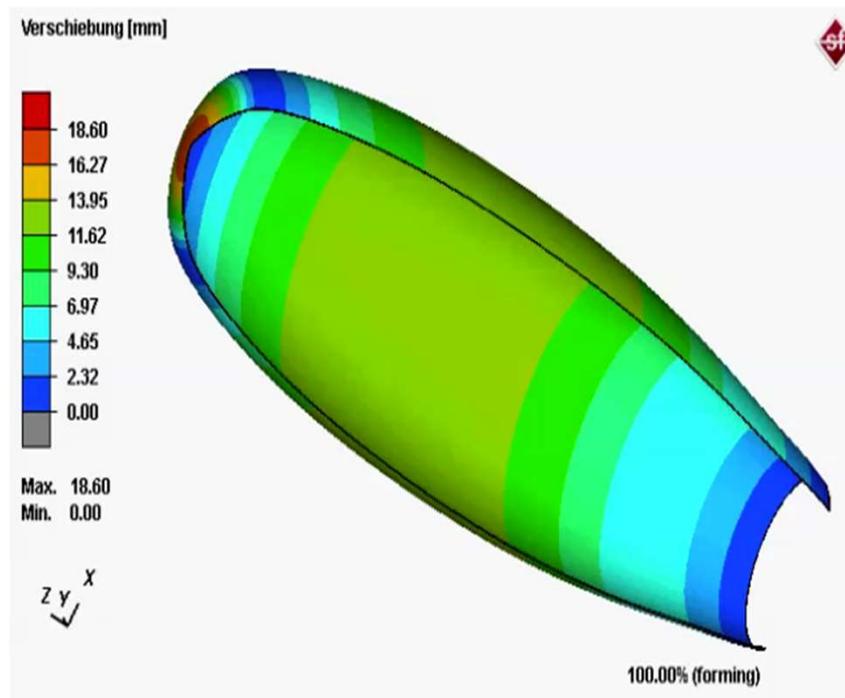


## Weitere Parameter

- Werkstoff
- Reibung
- Pressenkinematik
- Temperatur
- Anisotropie

Quelle: SIMUFACT / HERLANCO WBK

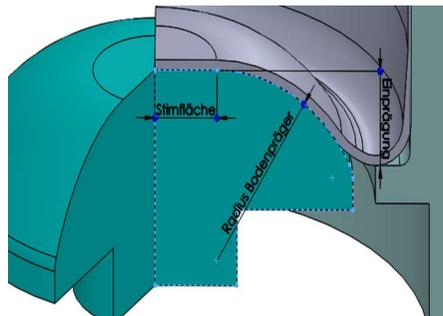
# BAUSTEIN DER QUALITÄTSSICHERUNG: VIRTUELLER DRUCKTEST



Die Simulation ermöglicht einen virtuellen Drucktest in einem frühen Stadium der Prozesskette, um erste Anzeichen von Versagensfällen zu detektieren

Quelle: SIMUFACT / HERLANCO WBK

## ULTIMATIVE QUALITÄTSSICHERUNG: IN-SITU MESSUNGEN



- Kontinuierliche Bodendickenmessung im laufenden Prozess lässt n. i. O. Teile erkennen und ermöglicht ein Aussteuern
- Der Boden müsste an 5 verschiedenen Stellen gemessen werden
- Die gesamte Messung dürfte die Taktung nicht unterbrechen
- Selbst Speichersysteme würden keine 100% Prüfung erlauben

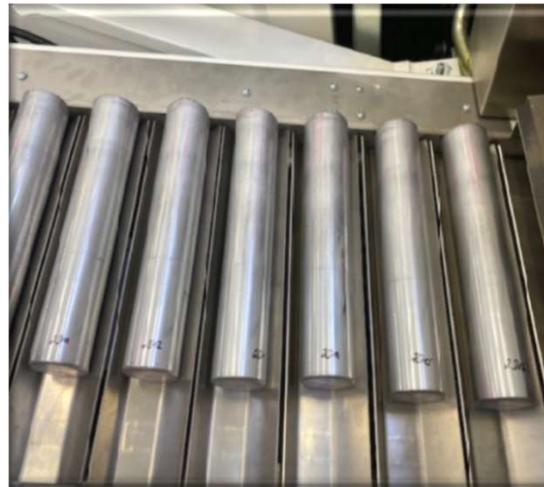


Fazit: ein offensichtlich nicht praktikables Konzept

# ERPROBUNG VON SENSOREN BEIM ANLAGENHERSTELLER IM APRIL 2021



Verfahrensversuche



Dosenausbringung bis 220 Stück /min



Messwertaufnahme beim OEM

## BODENDICKENMESSUNG UND -REGELUNG

Ausgewählte Projektreferenzen aus den Jahren 2020 bis 2024

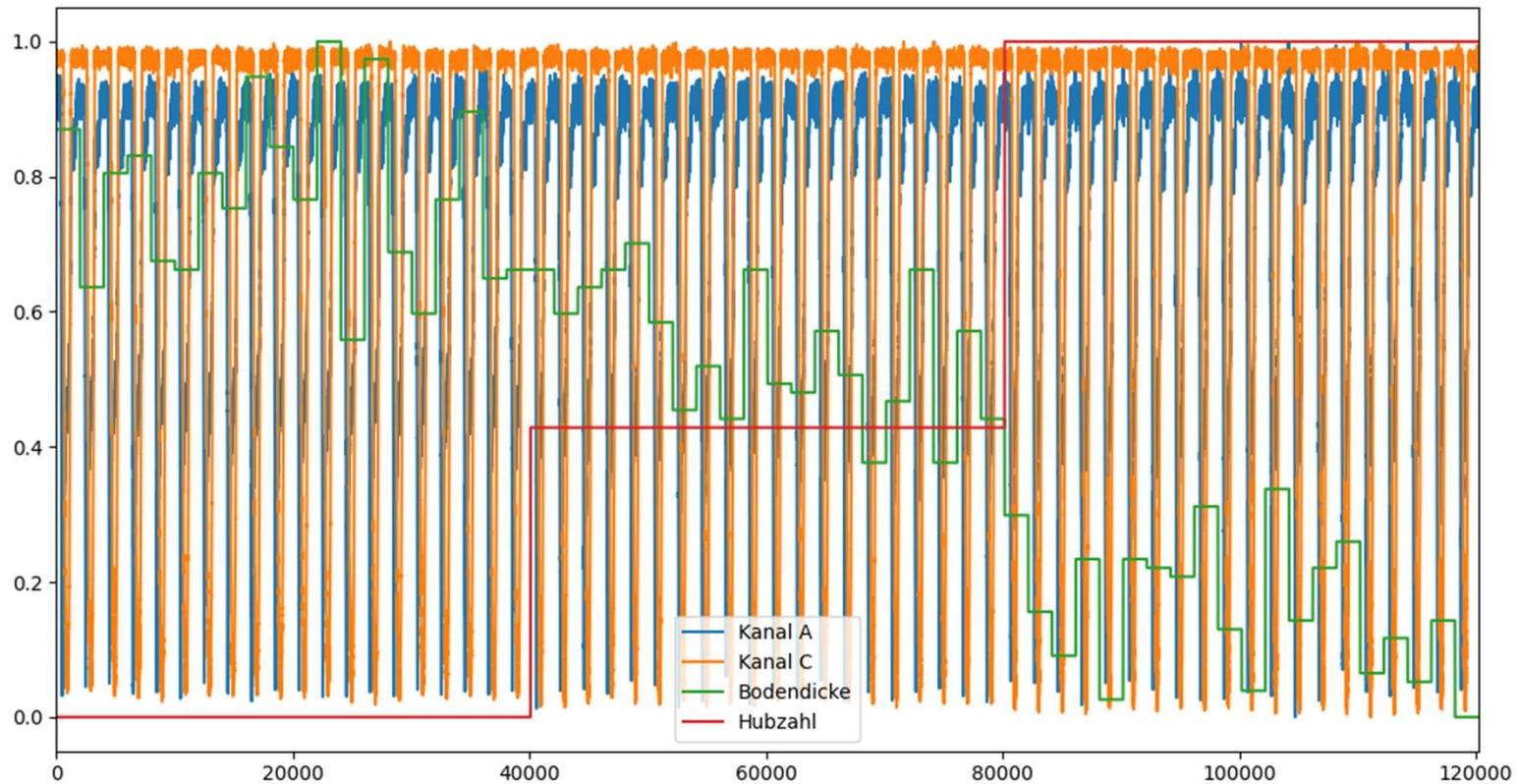
**Aufgabenstellung:** Aluminiumdosen werden mit 220 Hub/min gepresst. Teilweise fallen befüllt Dosen mit zu dünnem Boden aus.

**Lösungsansatz:** Durch geeignete Messung der relevanten Größen werden Zusammenhänge erforscht und validiert.

**Realisierung:** Neue Sensoren beim Pressen werden erprobt. Neuronale Netze erkennen die Zusammenhänge an einer Pilotanlage in Q2 2022. Ergebnisse wurden auf der METpack Düsseldorf im Mai 2024 präsentiert.

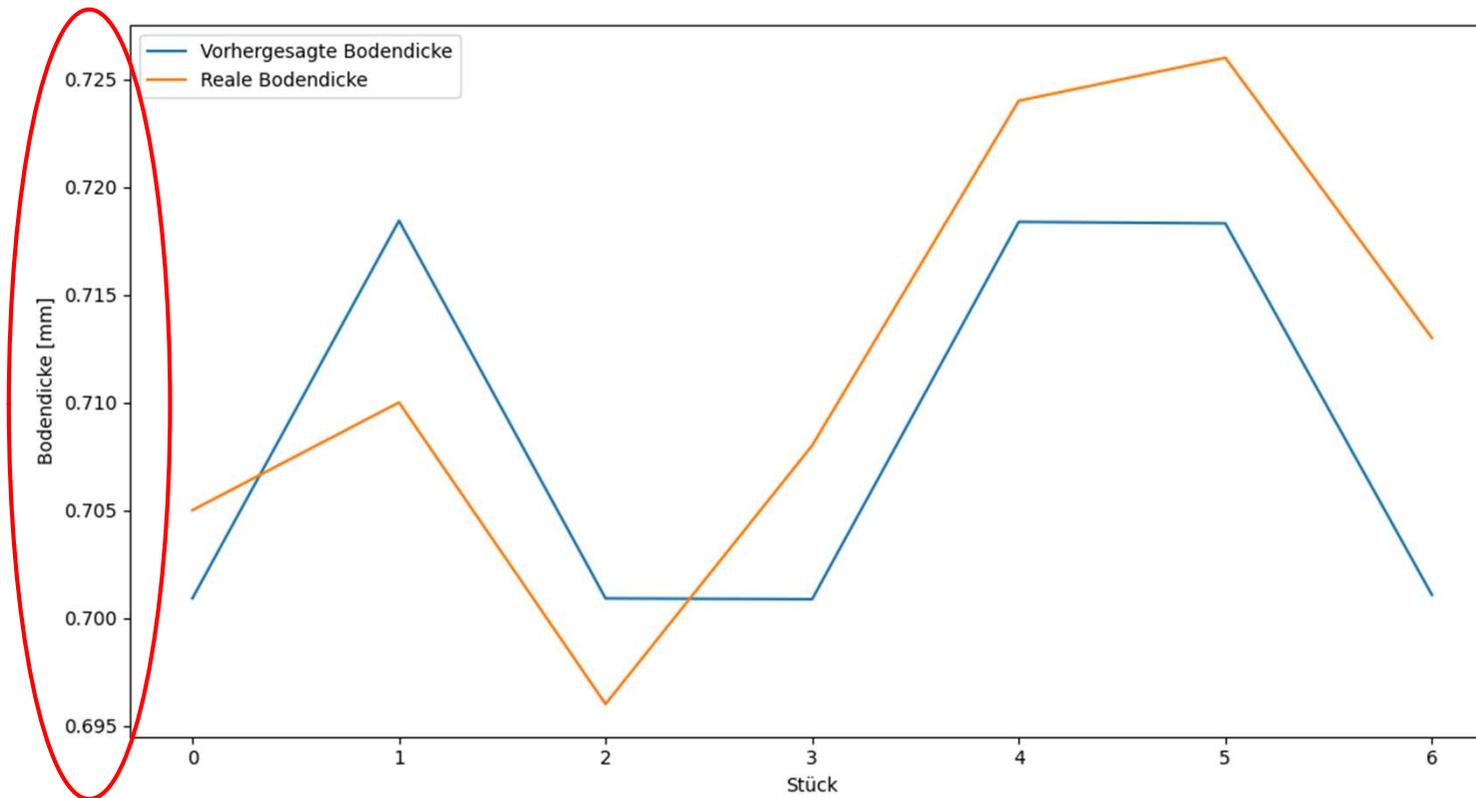


## AUFBEREITUNG UND SICHTUNG DER ROHDATEN



## BODENDICKENVORHERSAGE – ERGEBNISSE

Bodendicke lässt sich sehr genau vorhersagen (Achsenbeschriftung beachten!)



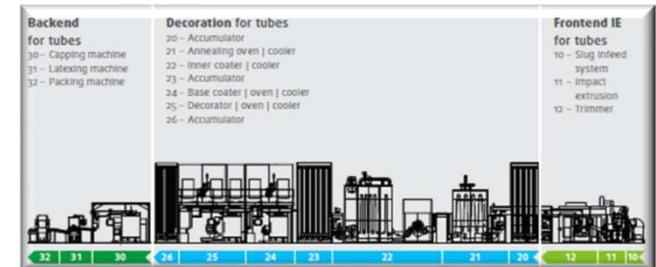
# BDE-DATEN ZUR REGELUNG MIT ECHTZEITDATEN AUSWERTEN

Ausgewählte Projektpreferenzen aus den Jahren 2020 bis 2024

**Aufgabenstellung:** Aluminiumdosen werden mit 220 Hub/min gepresst. Die Linien sind teilweise 70 Meter lang und haben bis zu 8 verschiedene SPS.

**Lösungsansatz:** Die Prozesszusammenhänge werden analysiert. BDE-Daten aus einem Quartal werden untersucht und ausgewertet. Ein Leitstand wird konzipiert mit einer Linie, später Fabrik-Cloud bis Ende 2023

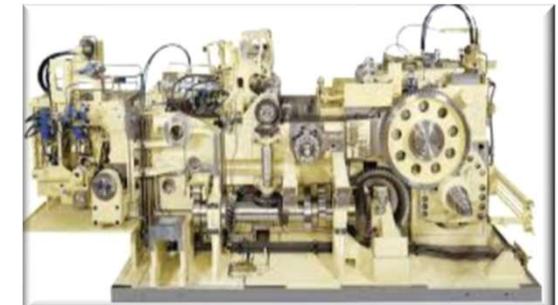
**Realisierung:** Neue Sensoren werden erprobt in der gesamten Linie. Zielsetzung ist die Verbesserung der OEE. Vorstellung der Linien-Cloud mit ECO-Structure E 2024.



## VON BIG DATA ZU SMART DATA

Ausgewählte Projektpreferenzen aus den Jahren 2020 bis 2024

- Aufgabenstellung:** Ein Unternehmen erfasst an einer Hatebur-Pressen sehr viele Daten. Welche Daten sind aber relevant?
- Lösungsansatz:** Mittels einer selbstgebauten SPS werden alle relevanten Daten erhoben, ausgewertet und in ihrer Korrelation untersucht und validiert.
- Realisierung:** Neue Sensoren und neue Steuerungs-Anwendungen werden erprobt. Zielsetzung ist mit neuronalen Netzen Zusammenhänge an einer Pilotanlage in Q1 2024 zu gewinnen.



## RFDI FÜR DEN ZUSTAND DER LADUNSTRÄGER

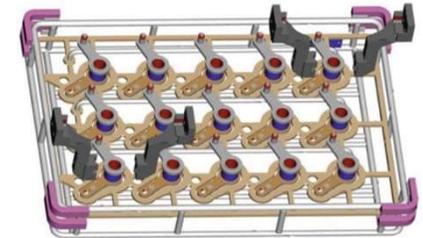
Ausgewählte Projektreferenzen aus den Jahren 2020 bis 2024

**Aufgabenstellung:** Ladungsträger tragen Informationen über die Waren. Sie haben keine Informationen über ihren Zustand.

**Lösungsansatz:** Ausgewählte RFID werden auf Ladungsträger installiert. Eine mobile Messzelle vermisst opto-elektronisch den Zustand der Ladungsträger und speichert ihn ab.

**Realisierung:** Zustand und Reparaturumfang sind bekannt. Die Zahl der defekten Ladungsträger wird reduziert. Eine Reparatur/ Biegezone wird im nächsten Schritt entwickelt.

...in Zusammenarbeit mit dem KIT, Daimler und PWO



Quelle: HERLANCO WBK

## ZUSAMMENFASSUNG

Prozessverständnis Umformtechnik

Geeignete Sensoren, geeignete Messtechnik

Systematische Parameter Analyse und Daten Analyse

Ursachen Wirkungs- Analyse

Testbetrieb beim Maschinenhersteller

Validierung beim Dosenhersteller

Industrielles Ausrollen auf weitere Anwendungen

Noch ein **grünes Augenzwinkern** zum Schluß

## WENIGER GEWICHT, WENIGER CO2

Weniger Gewicht, damit **weniger CO2** Fussabdruck

Konsequente AL-Recycling Verwendung

Entwicklung und Versuche: FEM Rechnungen , Erprobungen

Infra- Struktur neu aufgebaut mit PREZERO ( Lidl und Kaufland ) + 30.000 Arbeitsplätze in BaWü



More than  
**2 million €**  
investment

Already  
**500 million**  
aerosol cans Neucan 3.1 sold  
(over 250 million with real PCR<sup>®</sup>)<sup>1)</sup>

Award-winning  
**Innovations**

CO2 savings of  
**14,000 t**  
per year<sup>2)</sup>

The real PCR<sup>®</sup> aerosol can  
4 generations are already on the shelves

Increasingly environmentally friendly, generation by generation

1 mission since 1917

3 generations on one subject

117 years of impact extrusion

NOCH FRAGEN?

Mögliche  
Fragestellungen für  
unsere Diskussion

*High-Speed und High-End Machine-  
Vision für die Stanztechnik*

**Ferenc Bögner**

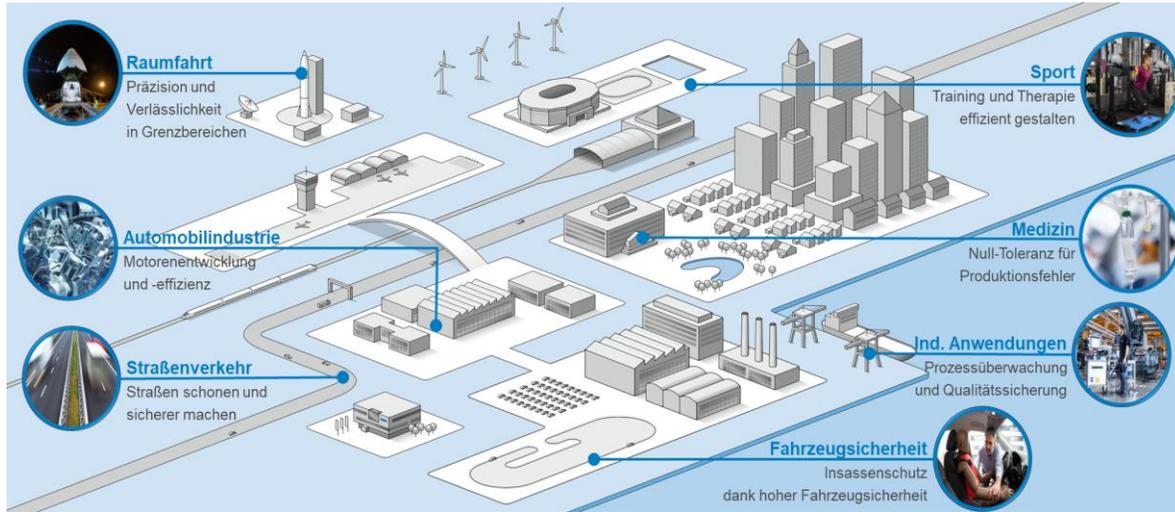
Head of Kistler Vision Systems



- Kurzvorstellung Kistler
- High-Speed Prüfung von Stanzteilen
- Nutzung von Shape-From-Shading bei Endlosmaterial
- Einsatz von Deep Learning
- Traceability
- Q&A

# Vorstellung Kistler Gruppe

Vom Sensor bis zur Bildverarbeitungslösung



**12.000+**  
aktive Kunden weltweit

**60+**  
Standorte weltweit

**~ 2.000**  
Mitarbeiter weltweit

**300+**  
Mitarbeiter in F&E weltweit

**970+**  
angemeldete und erteilte Patente

**~ 30**  
F&E-Partnerschaften mit Universitäten und Fachhochschulen

**7%**  
Investitionen in Forschung und Entwicklung (Angaben in Prozent des Umsatzes)



# State of the Art - Beispiel

Standardlösungen für die Prüfung von Stanzkontakten

## Highspeed-Prüfung von Endlosmaterial

Alle Arten von Prüfungen können kombiniert werden  
(Standard: Formprüfung, 2D-Messtechnik, einfache  
Oberflächenprüfung)

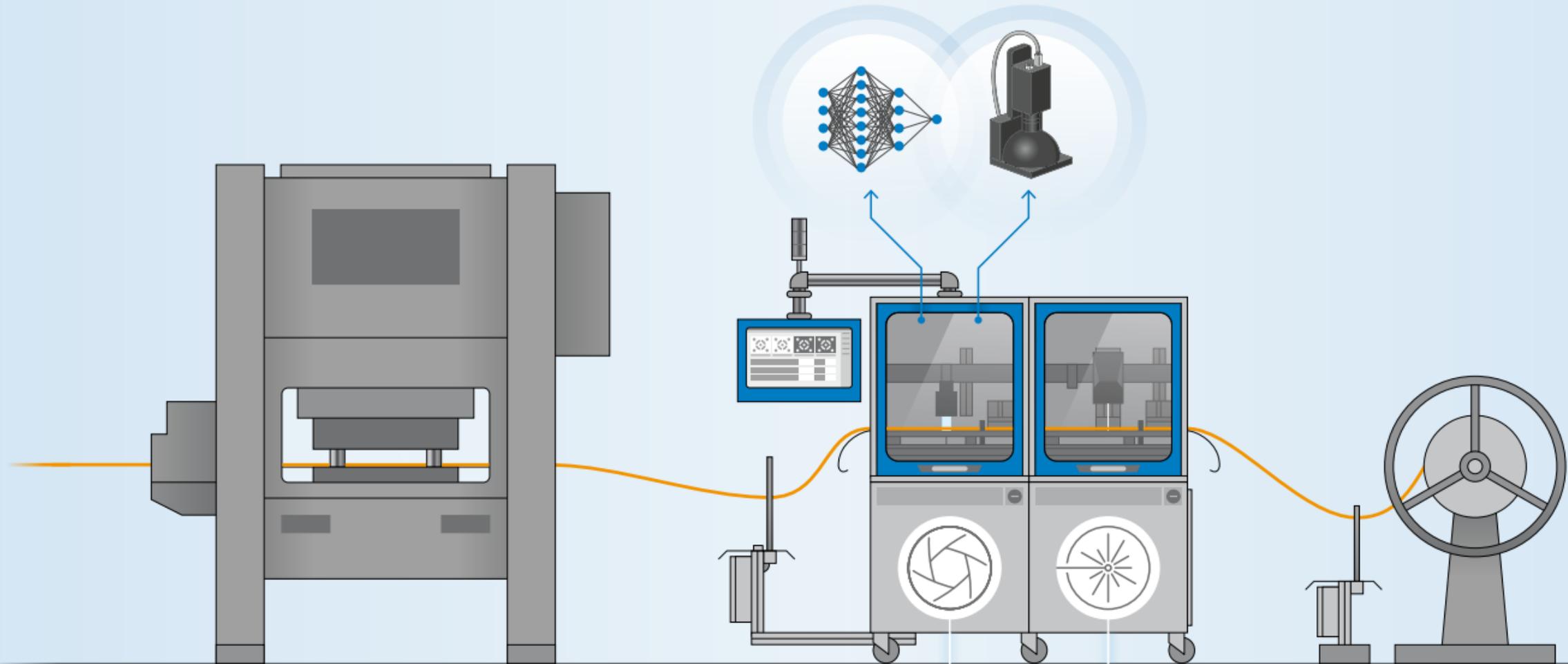
Teiledurchsatz: mehrere Tausend Teile pro Minute



[Video](#)

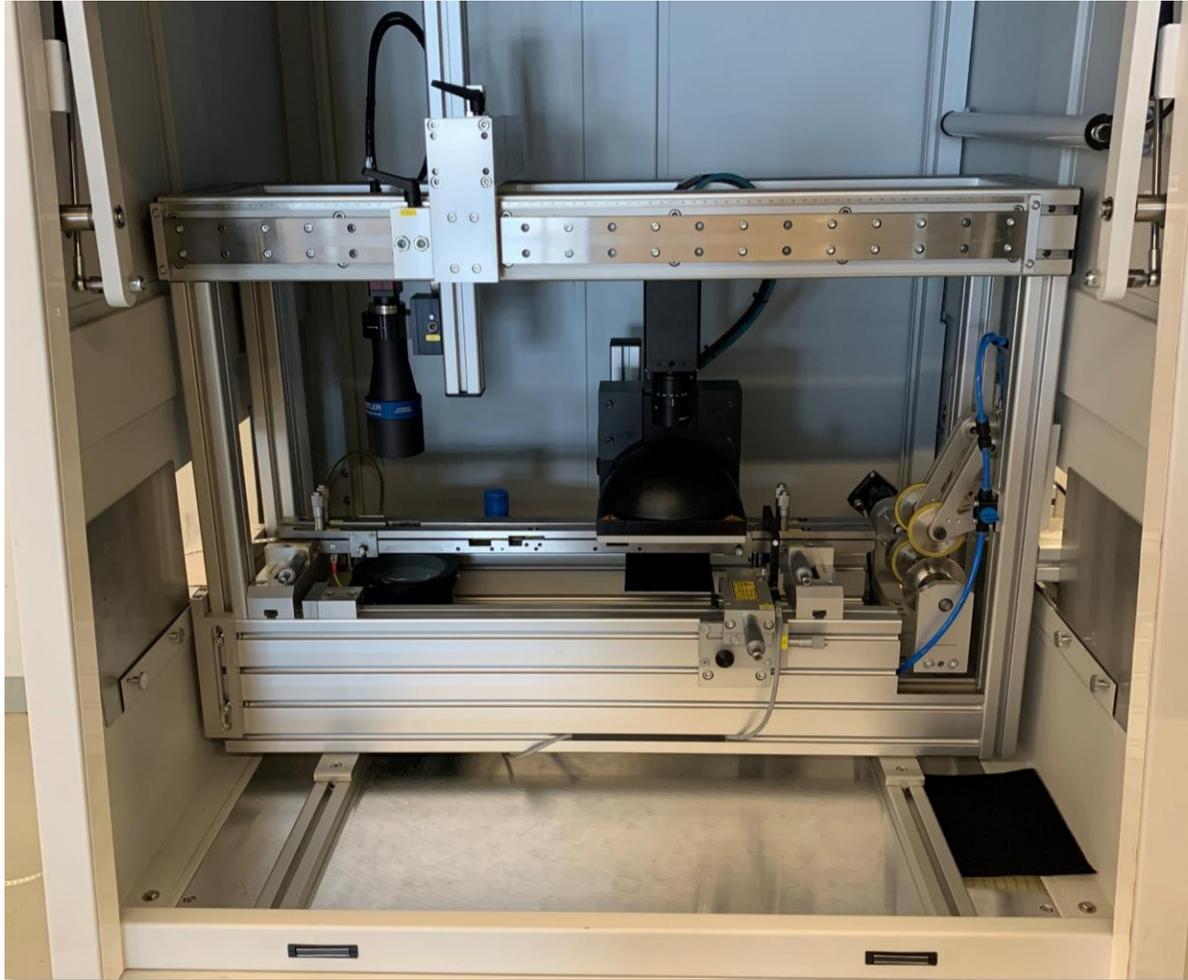
# Ganzheitlicher Lösungsansatz

## Stanzlinie im Überblick



# Shape from Shading für High Speed Anwendungen

Die Umsetzung in der Stanzteilprüfzelle



- Bis zu 1000 Messungen pro Minute, abhängig von Geometrie
- Auflösung ca. 0,005 mm

# Surface Inspector

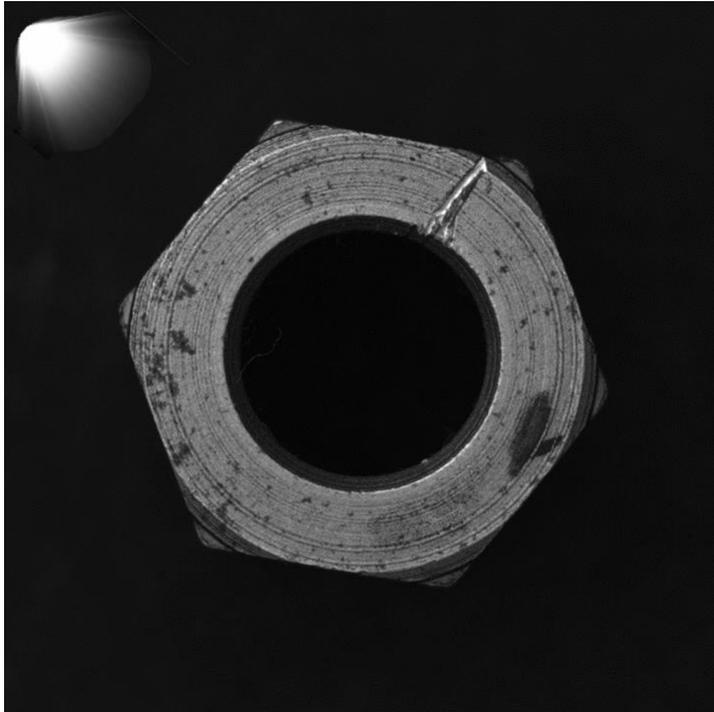
Shape-From-Shading für die Industrielle Bildverarbeitung

- Kompakteinheit inkl. 5 MP HighSpeed 10 GigE Matrixkamera
- Bewährter, patentierter Domaufbau inkl. Controller
- Lagenachführung linear und rotativ
- Minimaler Integrationsaufwand
- Beste Ergebnisbilder auch bei glänzenden Bauteilen



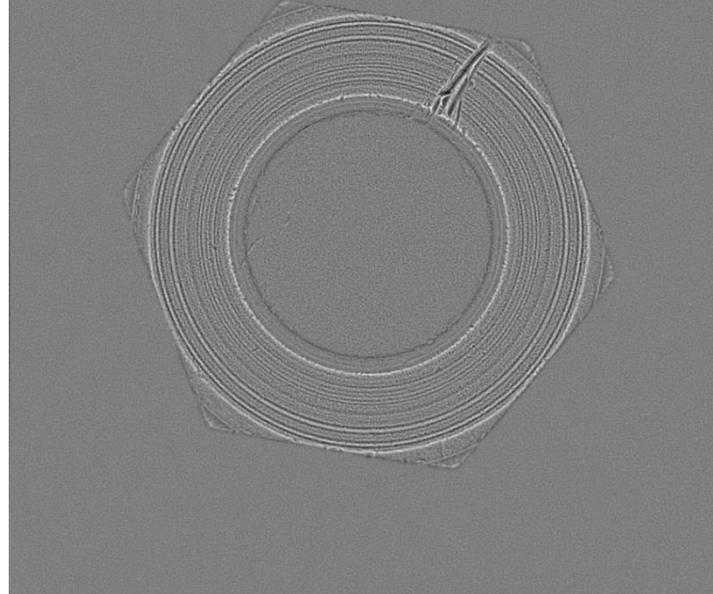
# Shape from Shading für High Speed Anwendungen

Das Prinzip



4 Eingangsbilder

Krümmung: feine Fehler (Kratzer, Riefen) gut erkennbar, richtungsunabhängig, Flache Fase kaum erkennbar



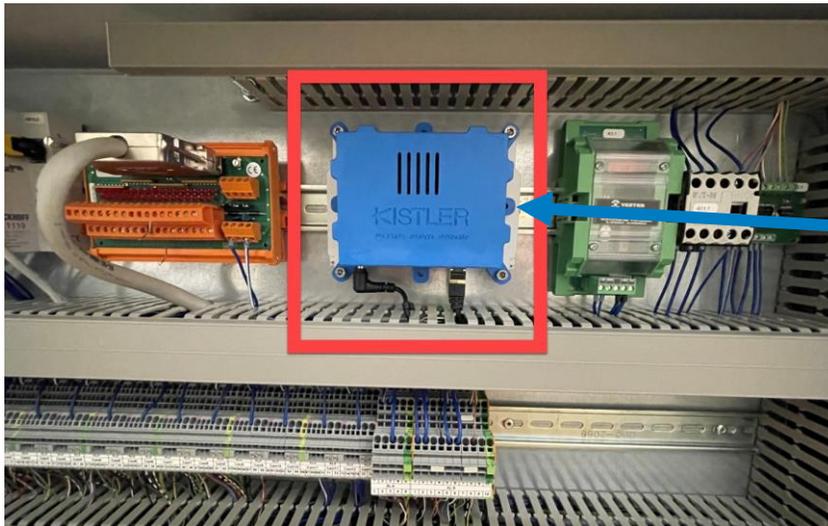
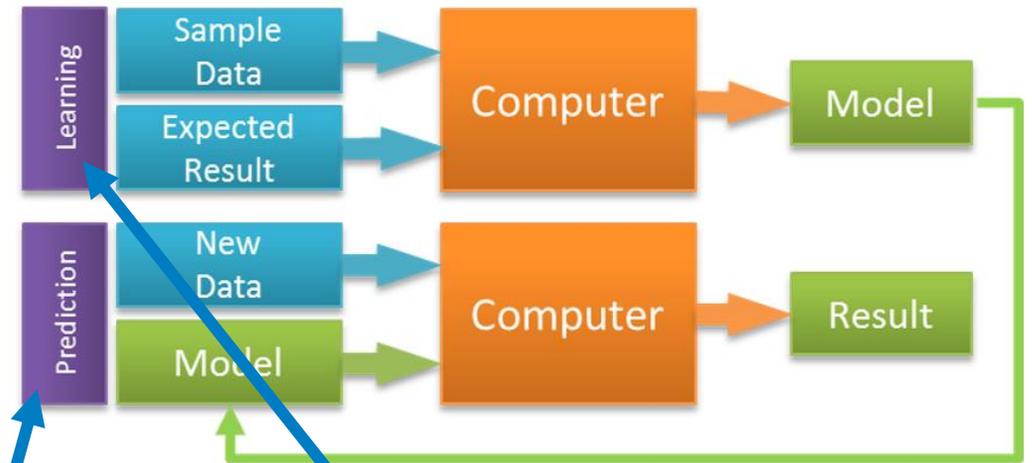
Ergebnisbilder

- Detektion kleinster Oberflächenfehler wie Beschädigungen

# Deep Learning with KiVision

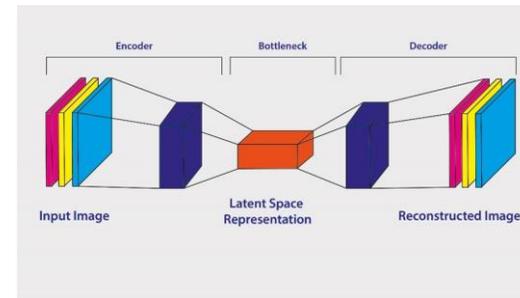
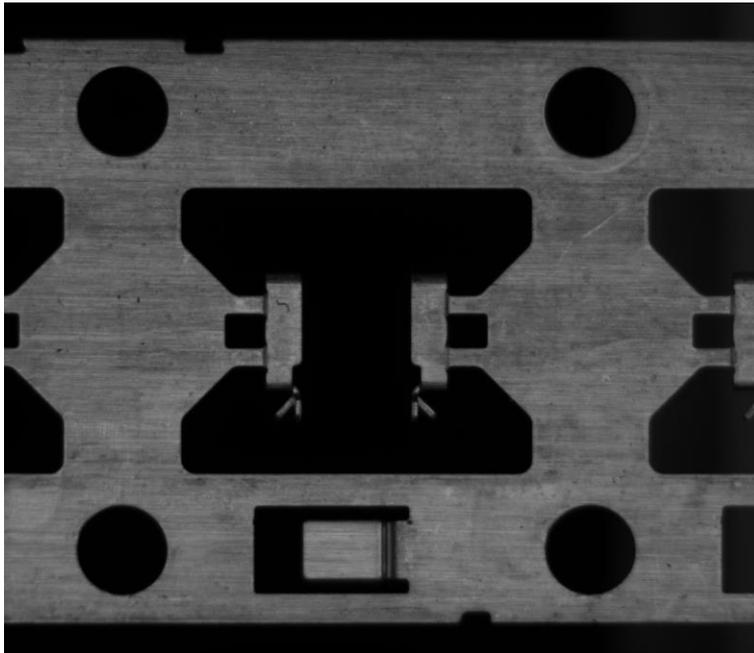
## Training and Inference

- **Training** is done on powerful PCs with specific graphics cards from NVIDIA
- **Inference** is executed on external hardware based on NVIDIA Jetson embedded devices (e.g. Jetson Nano and Xavier NX)



# Künstliche Intelligenz im Serieneinsatz

Erkennung von Oberflächendefekten an einem Stanzteilstreifen

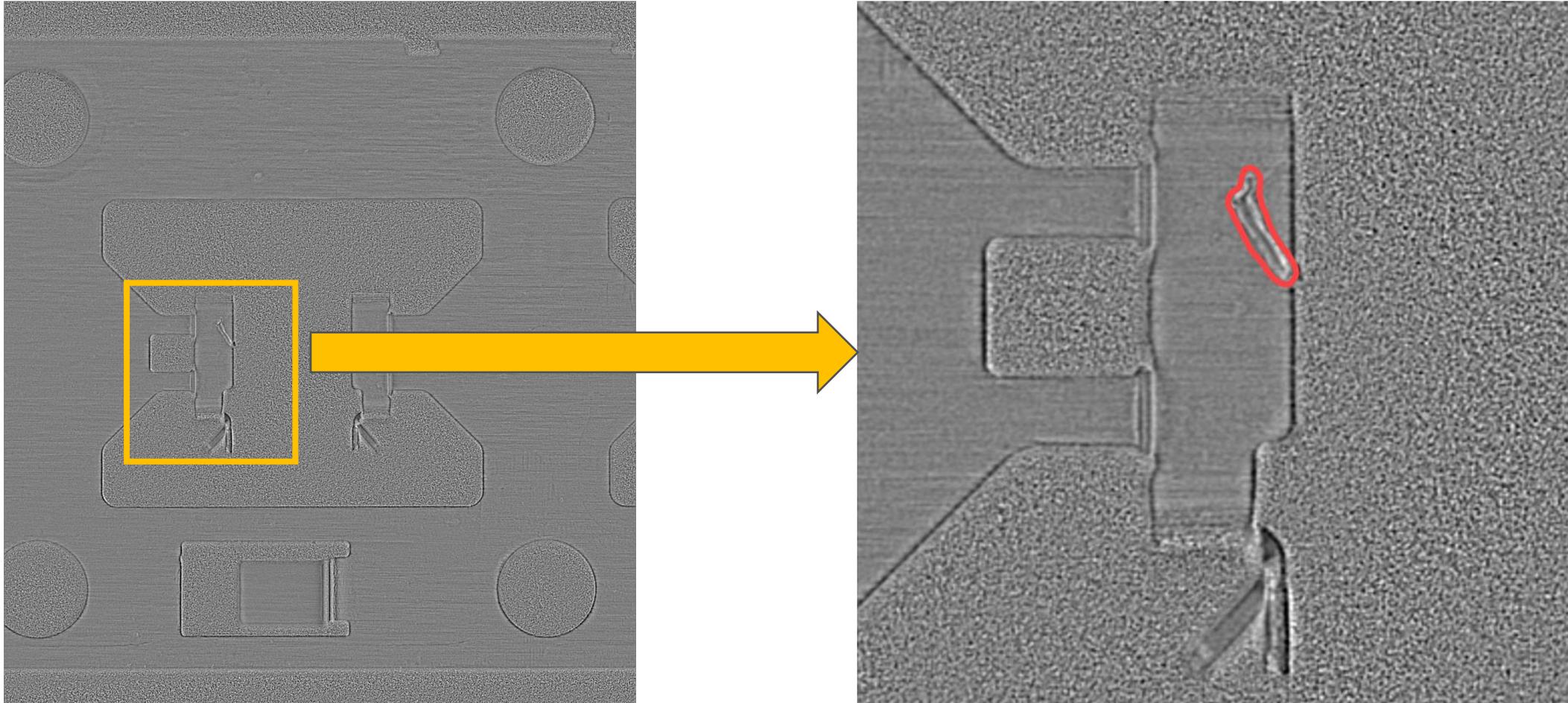


Eingabe und Differenzbild der Rekonstruktion

In Zusammenarbeit mit der KRAMSKI GmbH, Pforzheim

# Deep-Learning on the Edge

Result with DL-based Anomaly Detection / Instance Segmentation

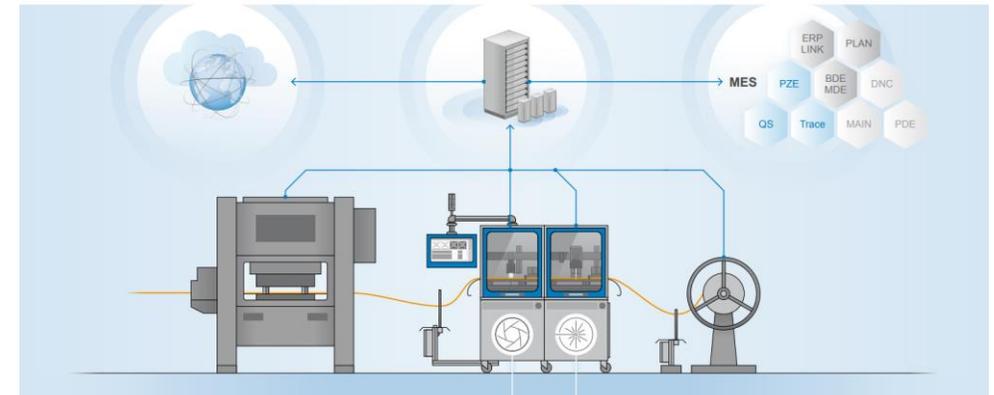
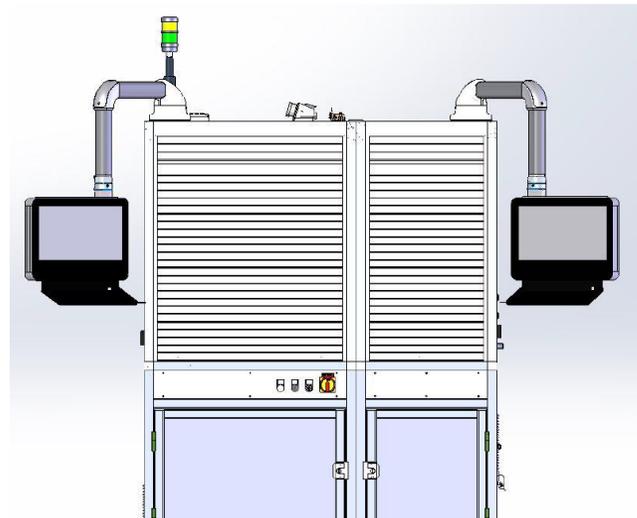


# Inspect, Cut & Weld

Beispiel für die smarte Produktion – Cut & Weld

Endlosmaterial wie z.B. Stanzstreifen mit Kontakten wird nach der optischen Prüfung in der Regel auf Spulen aufgewickelt und später in einem Folgeprozess wieder abgewickelt und verarbeitet. Je nach Art dieses Produktionsschrittes darf sich auf der Spule kein einziges fehlerhaftes Teil befinden.

**Die Lösung: Cut & Weld**



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

User: Administrator

**KISTLER**  
measure. analyze. innovate.

16:54

**Besonderheit: keine Unterbrechung der Produktion (Presse)**

# Sicherstellung der Traceability durch Laserserialisierung

## Das Prinzip



# Sicherstellung der Traceability

## Inline-Verfahren

### Laserbeschriftung (DMC)

- Markierung von Metall und Kunststoffteilen zur lückenlosen Beschriftung bzw. Codierung aller produzierten Teile zum Zwecke der Rückverfolgbarkeit.
- bis zu 1000 Teilen pro Minute bei einer Positioniergenauigkeit von unter 1/100 mm markiert.

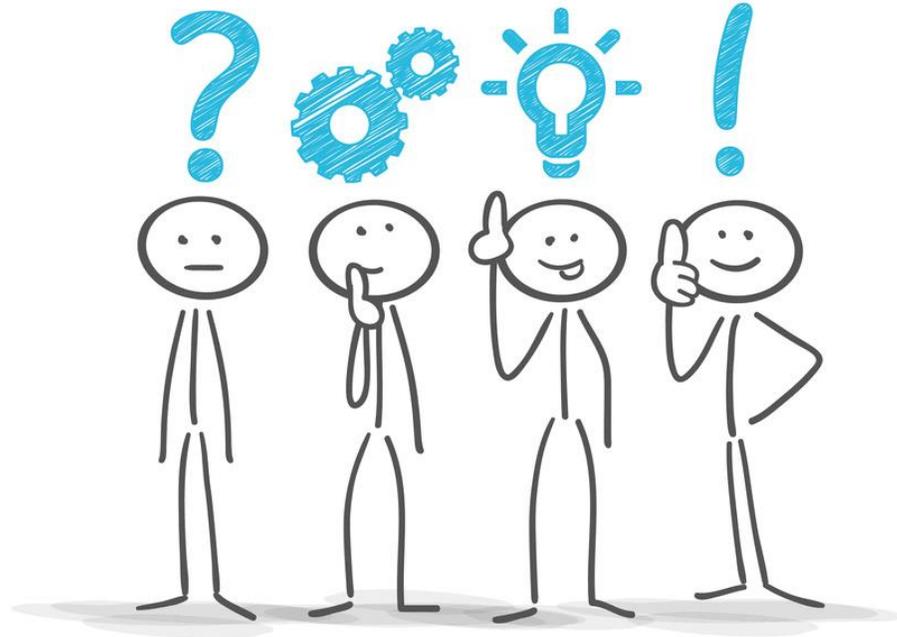


### Fingerprint (PoC läuft aktuell)

- Identifikation von Metallteilen auf Basis der einmaligen Oberflächenstruktur jedes Bauteils



- Die Kombination einer optische Prüfanlage mit einem Highspeed-Laserbeschriftungsverfahren ermöglicht es **alle produzierten Bauteile zu prüfen**, mit einem Identifier resp. einem Zeitstempel zu versehen und in der Zukunft die zugehörigen geprüften Bauteileigenschaften inkl. der Seriennummer abzulegen. Dies wird die **Traceability auf Bauteilstufe** ermöglichen.
- Die Methode «Shade from Shading» die Möglichkeiten **kleinste Oberflächendefekte zu detektieren**. Dieses Verfahren wird nun zum ersten Mal in der Stanztechnik eingesetzt.
- **Mittels künstlicher Intelligenz können Fehlerbilder «gelernt» werden**. Zum Einsatz kommen dabei «Deep Neural Networks» und das Verfahren «Anomalieerkennung», die es ermöglichen unbekannte Abweichungen an Oberflächen zu detektieren.
- Die Digitalisierung der Qualitätssicherung bei Stanzteilen ermöglicht es Herstellern die aktuellen und zukünftigen Anforderungen an die **Qualitätsprüfung und Dokumentation umzusetzen**



© Matthias Enter - Fotolia.com



## Kontakt:

Ferenc Bögner

Head of Kistler Vision Systems

E-Mail: [Ferenc.Boegner@kistler.com](mailto:Ferenc.Boegner@kistler.com)

Tel.: +49 721 50 999 170