

# KI in der Fertigung

Teil 1: Rahmenbedingungen

Teil 2: Gedanken zur Einführung in der Praxis

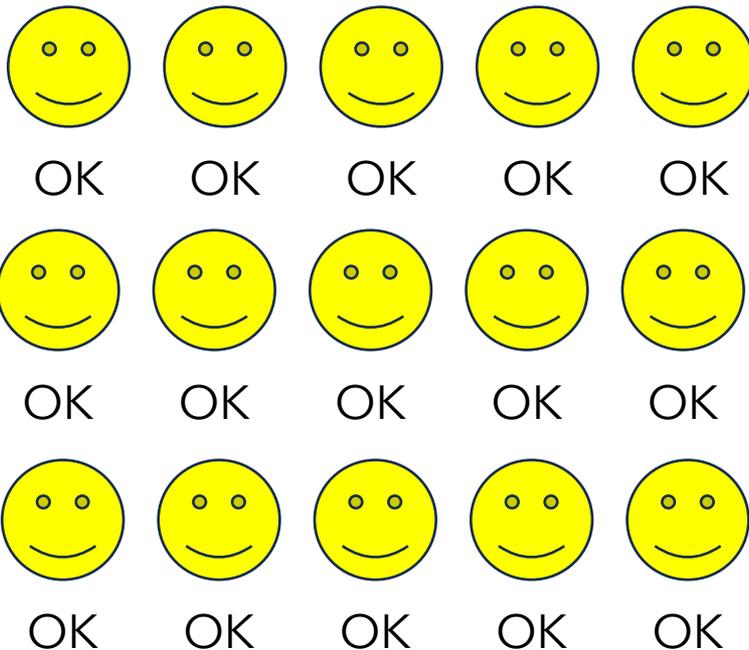
CyberLago, 2. November 2023

# KI – Schnell Erklärt

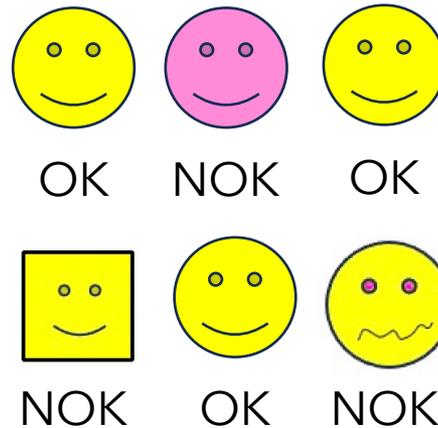
KI lernt wie ein Mensch

- “Sieht” Beispiele
- Lernt zu erkennen und zu kategorisieren

Training



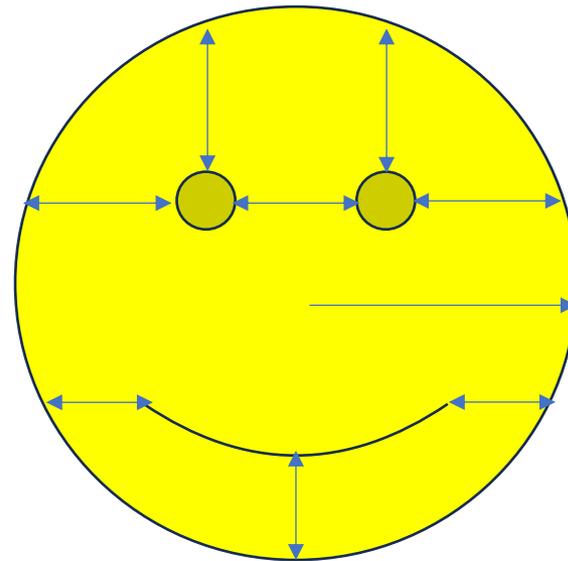
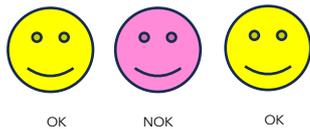
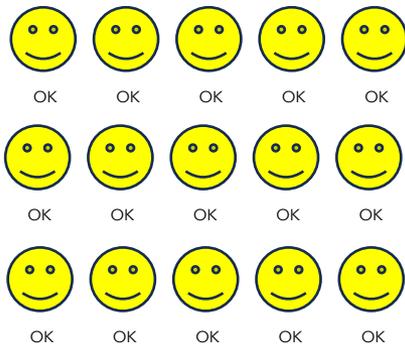
Qualitätskontrolle



# KI – Schnell Erklärt

AI lernt wie ein Mensch

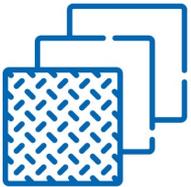
Vision Systeme müssen zeitaufwändig ausprogrammiert werden und sind unflexibel



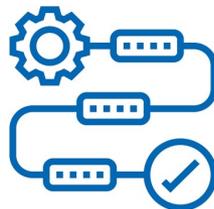
# KI in der Fertigung – Warum Eigentlich?

## Kostendruck

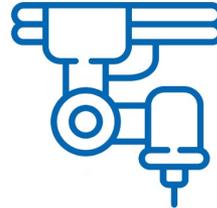
MATERIALIEN



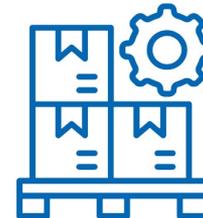
PROZESSE



MASCHINEN



PRODUKTE



PERSONAL



Kostendruck ist nach wie vor der wichtigste Faktor in der Fertigung. KI ist ein neues Werkzeug, um weiterhin kontinuierliche Verbesserungen durchführen und Kosten entlang der gesamten Produktion einsparen zu können.

# KI in der Fertigung – Warum Eigentlich?

## Arbeitskräftemangel

### Fachkräftemangel im Verarbeitenden Gewerbe



Quelle: ifo Konjunkturumfragen, Juli 2022.

© ifo Institut

Laut Wirtschaftswoche kostet eine unbesetzte Stelle in der Fertigung und Produktion einer Firma mit mehr als 250 Mitarbeitern fast 79,000 Euro pro Jahr.

Laut Industrie- und Handelskammer (2022) haben 58% aller Industrieunternehmen offene Stellen, eine Zunahme um 5% verglichen mit dem Vorjahr.

# KI in der Fertigung – Warum Eigentlich?

## Wissensverlust



Wenn erfahrene Arbeiter und Angestellte ausscheiden (Rente, Firmenwechsel) können wichtige Informationen im Bereich der Fertigung verloren gehen, z.B. wenn es um Instandhaltung von Maschinen geht.

In den nächsten Jahren werden viele Mitarbeiter in der Fertigung altersbedingt ausscheiden.

Mit KI kann dieses Wissen kodifiziert und so erhalten werden.

# KI in der Fertigung – Warum Eigentlich?

## Nachhaltigkeit



KI braucht viel Energie, kann aber auch einen wichtigen Beitrag zur effizienteren Nutzung von Ressourcen leisten, z.B. material- und energiesparende Fertigungsprozesse sowie Effizienzsteigerungen durch frühzeitiges Aufspüren und Aussortieren defekter Bauteile, besonders vor energie- oder arbeitsintensiven Prozessschritten.

# KI in der Fertigung – Warum Jetzt?



Mehr und immer bessere KI Modelle in "model zoos" z.B. auf PyTorch and Tensorflow



Cloud Computing ermöglicht den schnellen und preiswerten Einstieg in die KI



Bessere und billigere Sensoren, z.B. Kameras, vor allem durch Innovationen im Bereich der Smartphones

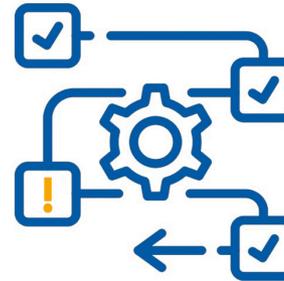


Mehr Computerpower durch bessere GPUs, die für die Gaming Industrie entwickelt wurden

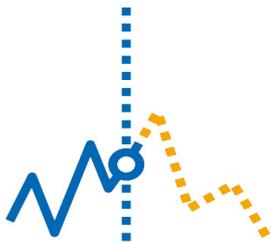
# KI in der Fertigung – Anwendungsgebiete



QUALITÄTSKONTROLLE/  
VISUELLE INSPEKTION



VORAUSSCHAUENDE  
INSTANDHALTUNG



VORAUSSCHAUENDE  
ANALYSE



VEREINFACHTE BETDIENUNG  
VON ANLAGEN

# KI in der Fertigung

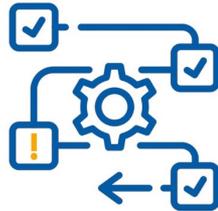
Gedanken zur Einführung in der Praxis

# Übersicht

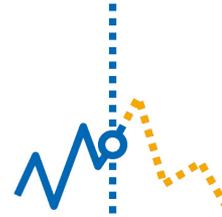
## ANWENDUNGEN



VISUELLE  
INSPEKTION



VORAUSSCHAUENDE  
INSTANDHALTUNG



VORAUSSCHAUENDE  
ANALYSE



VEREINFACHTE  
BEDIENUNG

## HERAUSFORDERUNGEN



DATEN



MENSCHEN



TECHNOLOGIE

# Visuelle Inspektion

## BISHER

Keine oder manuelle **Inspektion**  
auf Stichprobenbasis  
Hoher Ausschuß möglich  
Oft nur Inspektion des Endprodukts

**Kamerasystem** mit Onboard  
Machine Vision

- (Sehr) teure Hardware
- Aufwändige Implementation
- Mangelnde Akkuratheit
- Unflexibel bei Produkt- und Prozessänderungen

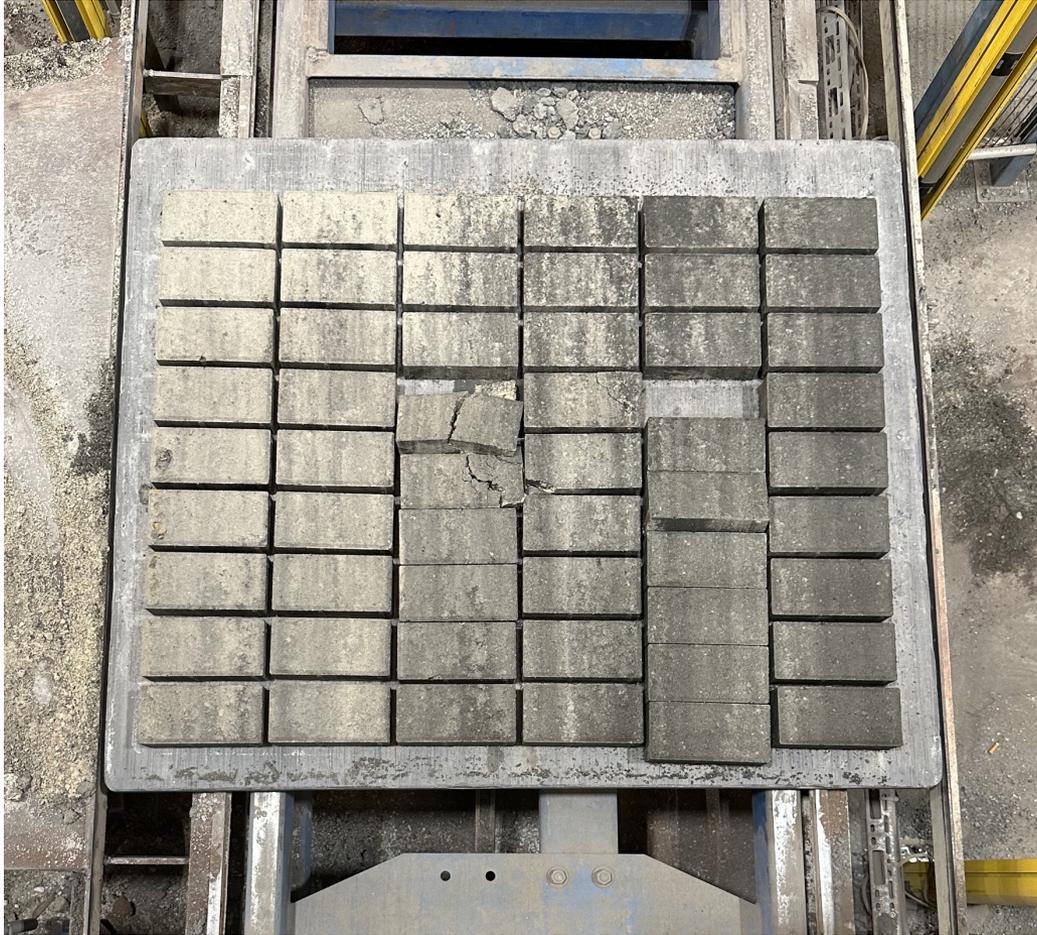
## MIT KI

Verlässliche, akkurate **Inspektion** 24/7  
100% aller Produkte  
Geeignet für hohes Produktvolumen  
An mehreren Stellen in der Produktion

**Kamerasystem** mit KI und "Linux  
Hub"

- Hardware bis zu 80% billiger
- Schnelle Implementation
- Hohe Akkuratheit
- Flexibel bei Produkt- und Prozessänderungen

# Visuelle Inspektion – Beispiel Pflastersteine



Risse

Abgebrochene Ecken

Verfärbungen

Kontrolle vor zwei  
Produktionsengpässen  
verhindert daß defekte  
Produkte weiterverarbeitet  
werden

# Visuelle Inspektion – Beispiel Etiketten



Risse, Kratzer, "Eselsohren",  
falsche Etiketten

- Kontrolle bevor die Flaschen verpackt und zum Kunden geliefert werden.
- Die "heatmap" zeigt welche Faktoren für die Beurteilung verantwortlich sind.
- Das Etikett kann gegen den Produktionsauftrag in SAP gegengeprüft werden.

# Visuelle Inspektion – Beispiel Holzbretter

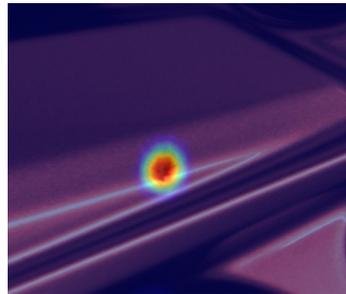
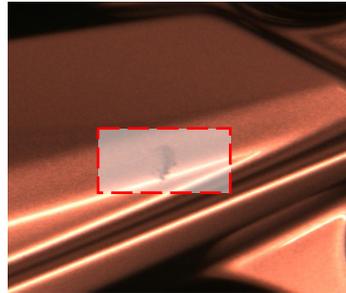


Risse  
Astlöcher  
Verfärbungen

Endkontrolle vor der Auslieferung zum Kunden, um Stabilität und Sicherheit zu garantieren

Der "health score" erlaubt dem Kunden zwischen A und B Ware zu unterscheiden.

# Visuelle Inspektion – Beispiel Luxusfelgen



Kleinste Kratzer und Unebenheiten in der Lackierung (komplexe 3D Oberfläche)

Kontrolle vor der Palettierung und Auslieferung zum Kunden

# Visuelle Inspektion - Beispiel Palettierung



## Palettierungsfehler

Kontrolle während der Palettierung, um Auslieferung gemischter Paletten zu verhindern

Vier KI Modelle im Einsatz:

1. Lokalisierung der Palette,
2. Lokalisierung der Felgen
3. Bestimmung des Felgentyps (>400 verschiedenen Typen)
4. Maskieren von Menschen auf Anforderung des Betriebsrats

# Vorausschauende Instandhaltung

## BISHER

Reaktive, planmässige oder nutzungsabhängige Instandhaltung

Wartung nach unflexiblen Kriterien

Instandhaltung basierend auf Zeit (aktuelle Daten werden nicht einbezogen) oder Nutzung

BREAK-FIX



KALENDAR



NUTZUNG



## MIT KI

Vorausschauende Instandhaltung wo und wenn sie nötig ist.

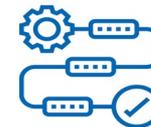
Wartung bei Bedarf

Alle für die Lebensdauer der Anlage relevanten Daten werden in die Bestimmung der Restlebensdauer einbezogen.

MATERIALIEN



PROZESSE



MASCHINEN



PRODUKTE



PERSONAL



# Vorausschauende Instandhaltung – Beispiel Roboterwartung

Display Historical Data				Operator View	
DateTime	DeviceID	ToolID	Issue Description	PM to Date Cycles	Est. Days to Repair
2021-12-30T00:00:00	167-02-80-R2	1	maintenance PM	0	5
2021-05-01T00:00:00	167-06-1030-R1	1	1M Cycle PM Due	1025639	9
2022-04-25T00:00:00	167-06-1060-R1	1	Absolute position inv	610496	33
2021-04-24T00:00:00	167-06-1060-R2	1	1M Cycle PM Due	1196752	50
2021-09-29T00:00:00	167-06-1060-R2	1	broken shear pin	335300	60
2021-10-13T00:00:00	167-06-1060-R2	1	Roller Screw Abrasion	0	72
2020-11-11T00:00:00	167-06-140-R1	1	Questionable Shear Pin	132365	102
2021-12-30T00:00:00	167-06-140-R1	1	1M Cycle PM Due	1211902	150

Priorisierte Wartungslisten dienen als Grundlage für die Arbeit des Wartungsteams bei der nächsten geplanten Wartung. Die Anlagen im roten Bereich können gezielt gewartet werden damit es zu keinen ungeplanten Stillständen kommt.

# Vorausschauende Instandhaltung - Batterien

## ERMITTLUNG DES ZUSTANDES EINER PUMPE

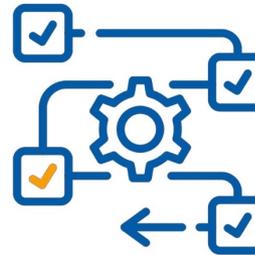
### BISHER



Einzige Messung:  
Stromstärkenspitzen

Unzuverlässig und nicht konsistent  
Der Operator handelt/handelt nicht  
basierend auf Erfahrung und  
"Bauchgefühl"

### MIT KI



+



Komplexes Model  
mit 60+  
Parametern

Defekterkennung  
am Produkt

Akkurate Diagnose des Pumpenzustandes  
führt zur rechtzeitigen Wartung oder zum  
Ersetzen der Pumpe

# Vorausschauende Analyse

## BISHER

Limitierte Möglichkeit aufgrund mangelnder Verfügbarkeit von **Betriebsdaten**

Meistens wurden nur wenige Faktoren zur Analyse verwendet

## MIT KI

Algorithmen und Daten für die vorausschauende Wartung können auch zur Vorhersage von z.B. von Produkteigenschaften oder Energieverbrauch verwendet werden.

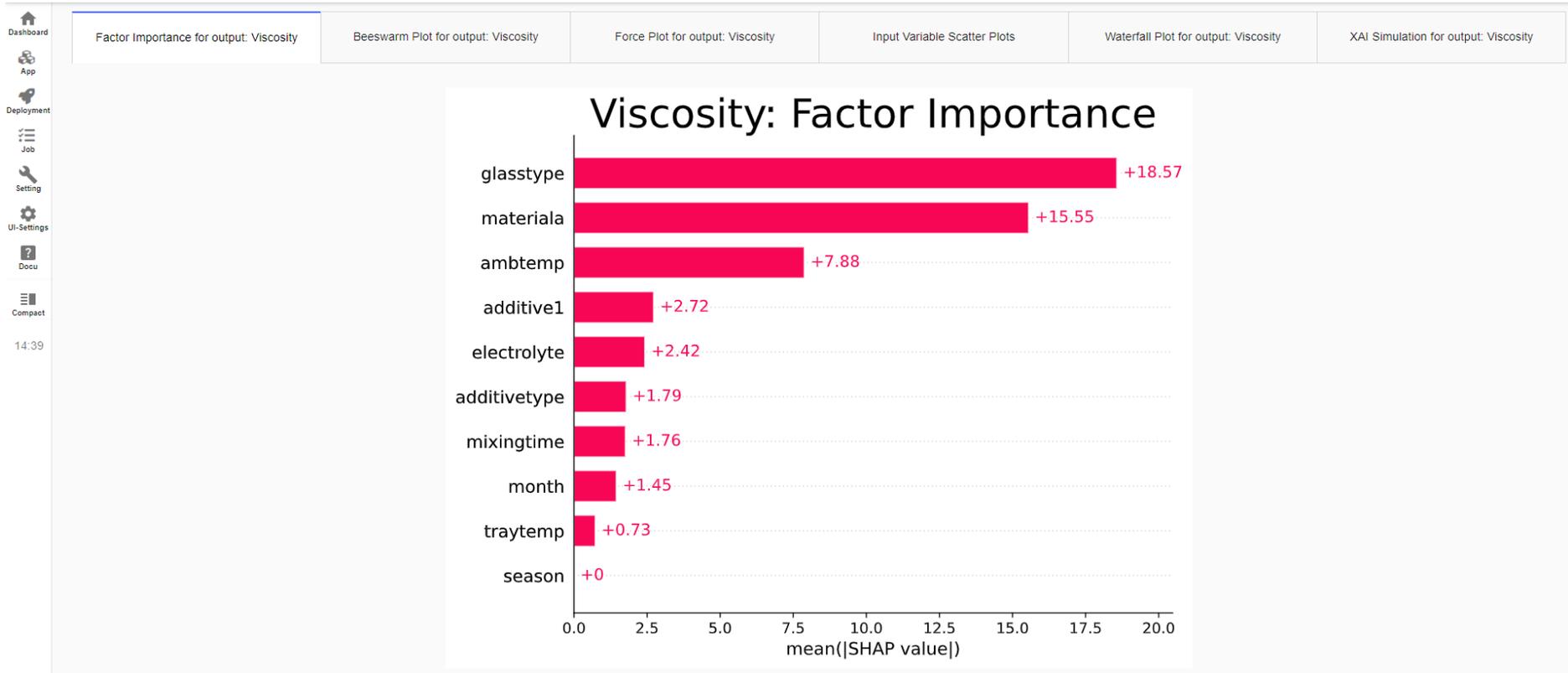
Erster, wichtiger Schritt zum Bau eines **digitalen Zwillings** für das Werk.

Anwendungsmöglichkeiten:

- Einschulung neuer Mitarbeiter
- Simulationen/ "What if?" Szenarien
- Input für Produktinnovationen in der F&E

# Vorausschauende Analyse

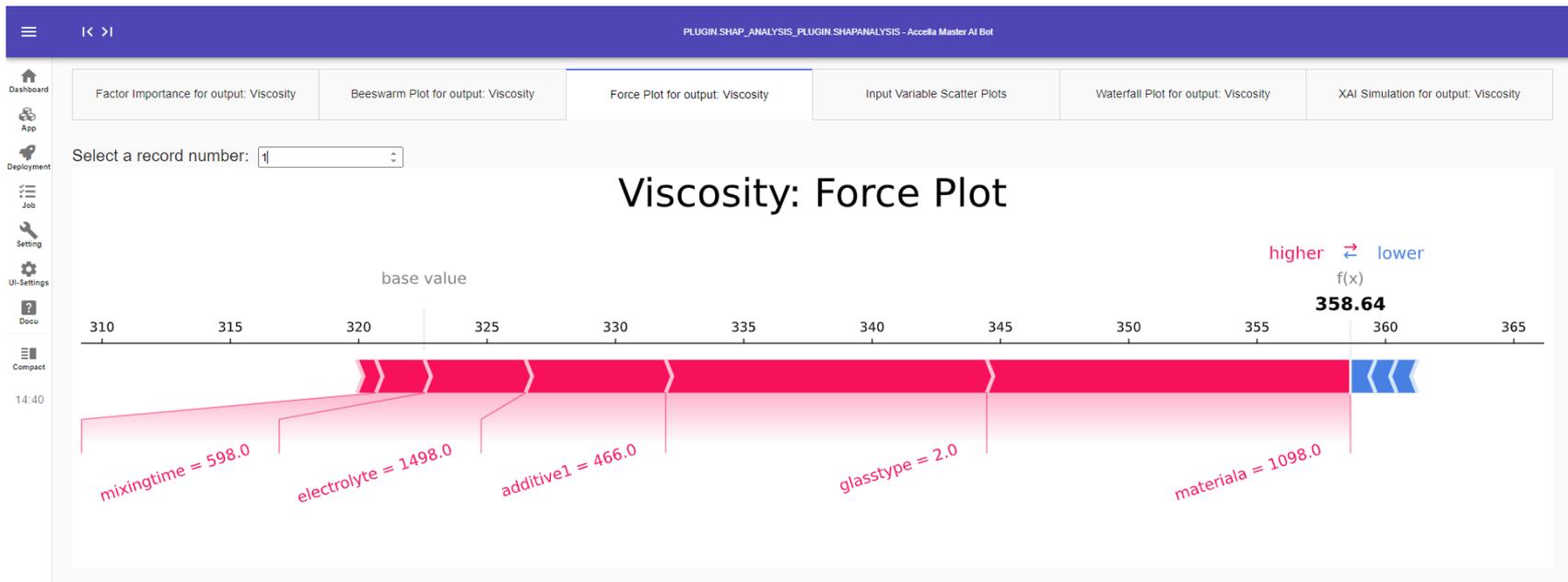
## Beispiel – Viskosität einer Flüssigkeit



KI muß keine „Black Box“ sein: SHAP Analysen können die Rolle einzelner Inputfaktoren bei der Vorhersage des Endwertes aufzeigen

# Vorausschauende Analyse

## Beispiel – Viskosität einer Flüssigkeit



Vorhersage von Produktparametern: in diesem Beispiel handelt es sich um ein Anlage, die erst losfährt, wenn sich der vorhergesagte Produktparameter in einer bestimmten Bandbreite befindet.

# Vereinfachte Bedienung von Anlagen

## BISHER

Komplexe, moderne Anlagen erfordern **Maschineneinstellungen**, die zeitaufwändig von geschulten Mitarbeitern vorgenommen werden müssen.

Hohe Rüst/Anfahrzeiten

Probleme bei Mitarbeiterwechsel, während der Urlaubszeit oder Nachtschichten.

## MIT KI

Berechnung der nötigen **Maschineneinstellungen** mit Hilfe von vorgegebenen Parametern, z.B. Produkteigenschaften, Bandgeschwindigkeit, Energieverbrauch

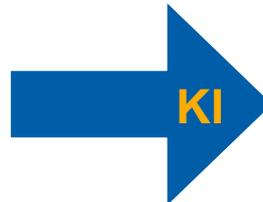
Stellt das Verfahren der vorausschauende Analyse auf den Kopf: mit Hilfe weniger Produktparameter werden viele Maschineneinstellungen berechnet.

# Vereinfachte Bedienung von Anlagen

## Beispiel – Extruder

### Input: Produktparameter

- Außendurchmesser
- Innendurchmesser
- Breite
- Höhe
- Wandstärke



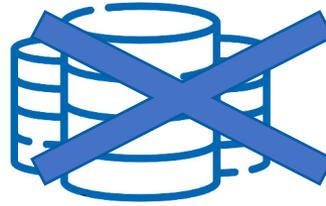
### Output: Maschineneinstellungen

- Mischungsverhältnis Rohmaterial
- Temperaturzonen
- Geschwindigkeit
- Druck
- Feuchtigkeit
- Etc.

# Herausforderung Daten



Unklarheit! Welche Daten werden benötigt?



Benötigte Daten nicht verfügbar



Fehlende Strategie zum Sammeln, Pflegen, Archivieren



Mangelnde Cloud-Strategie



Fehlende oder unvollständige Wartungsaufzeichnungen



Integration mit BTP über OData.

# Herausforderung Menschen



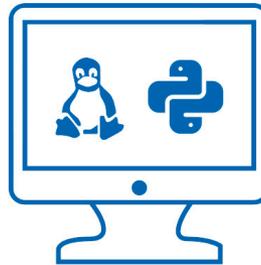
Angst um Arbeitsplatz  
und vor Veränderung?



Gemeinsame Vision  
von KI-unterstützter  
Fertigung?



Fachabteilung:  
Mangelnde Erfahrung  
im Umgang mit KI

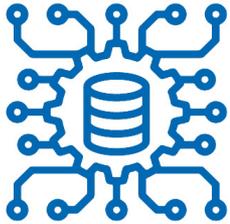


IT/OT: Mangelnde  
Erfahrung im  
Linux/Python



IT/OT: Berührungs-  
ängste mit Open  
Source Lösungen

# Herausforderung Technologie



Integration mit andern  
Systemen (z.B. PLCs)



Ist Infrastrukturkapazität  
adequat?



Entscheidung Cloud vs  
On Premise



Daten- und  
Systemsicherheit

# Wie man am Besten anfängt

## KI Pilotprojekt

- Ziel 1: Beweis dass KI funktioniert
- Ziel 2: Lücken aufdecken (Daten/Menschen/Technologie)
- Geeignetes Projekt: visuelle Inspektion, kann schnell implementiert werden
- Höhere Taktzeit, mehr Ausschuß beschleunigt den Aufbau eines Trainings Datasets
- Tipp: Anomaliedetektor, beschleunigt das Auffinden von Bildern mit Produktdefekten
- Integration mit der PLC und Operationalisierung der Lösung

# Wie man am Besten anfängt

## KI Roadmap

- Wo/wie kann KI am besten im Werk eingesetzt werden?
- Entwicklung einer KI Roadmap
- Erste wichtige Schritte, z.B.
  - Datensammlung,
  - Mitarbeiterschulung,
  - Einstellungskriterien,
  - Anschaffung erforderlicher Technologien
- Zusammenstellung eines Projektteams zur Umsetzung der KI Roadmap

# Danke für Eure Aufmerksamkeit!

**Uli Palli**

**CEO**

+1-408-887-9340

[uli@accellagroup.com](mailto:uli@accellagroup.com)

**Tina Baumgartner**

**VP Business Development**

+1-510-508-8462

[tina@accellagroup.com](mailto:tina@accellagroup.com)