

HERZLICH WILLKOMMEN

PTW | TU Darmstadt

Prädiktive- und präskriptive Qualitätssicherung

Referent: Nik Weisbrod

Kurzvorstellung des Referenten



Nik Weisbrod (M. Sc.)

- Wissenschaftlicher Mitarbeiter (PTW)
- KI-Trainer (Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt)
- Geschäftsführer (Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt)

n.weisbrod@ptw.tu-darmstadt.de

Forschungsschwerpunkt:

- Datenbasierte Prozessoptimierung
- prädiktive & präskriptive Qualität



Kurzvorstellung Referent



Grundlagen: **KI** und **maschinelles Lernen**



Nutzung von **KI zur prädiktiven & präskriptiven Qualitätssicherung** beim Laserstrahlschweißen



Abgrenzung der Potenziale von KI in produzierenden Unternehmen

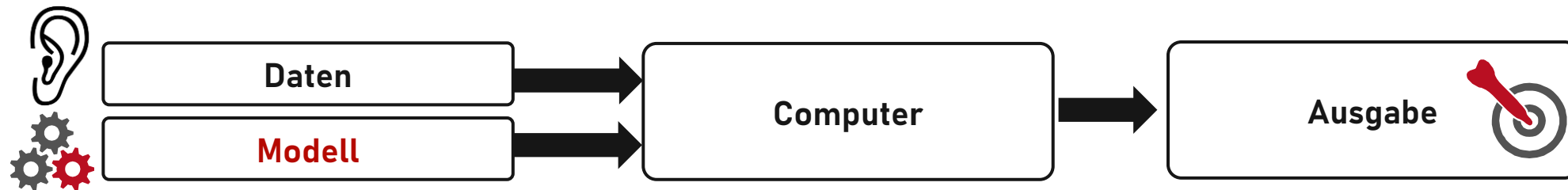


Möglichkeiten der **Kooperation**

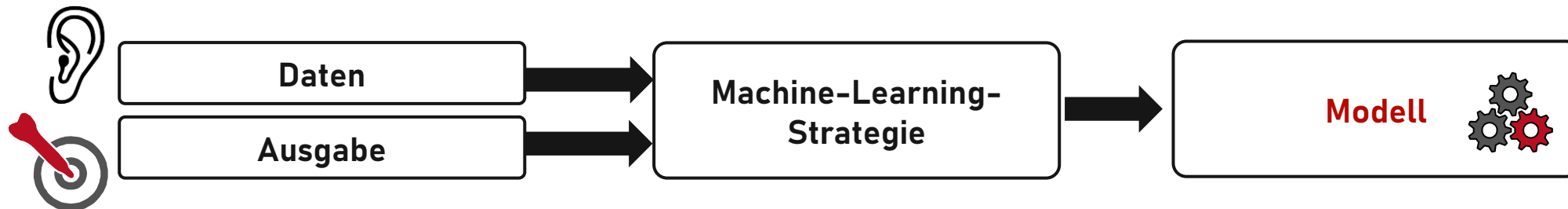
Was ist KI und maschinelles Lernen?

„Künstliche Intelligenz ist der Versuch, **rationale bzw. kognitive menschliche Intelligenz** auf (technischen) **Maschinen zu simulieren**, um sie für den **Menschen gewinn- und nutzbringend einzusetzen.**“
 (Ralf Otte)

traditionelle Programmierung



maschinelles Lernen



„Maschinelles Lernen ist die Wissenschaft, **Computer zum Handeln zu bringen**, ohne, dass sie **explizit programmiert sind.**“

Arthur Samuel, 1959

Was ist KI und maschinelles Lernen?

Maschinelles Lernen
(Machine Learning)

Überwachtes Lernen
(Supervised Learning)

Unüberwachtes Lernen
(Unsupervised Learning)

Bestärktes Lernen
(Reinforcement Learning)

Grundprinzip

Das Lernen mittels benannter (gelabelter) Daten. Regression oder Klassifikation.

Grundprinzip

Das Lernen durch selbständiges Aufdecken von Strukturen, Mustern und Beziehungen, die in der Datenbasis vorhanden sind

Grundprinzip

Das Lernen durch das selbständige Erproben einer Strategie mit dem Ziel der Maximierung der Belohnung.

Maschinelles Lernen ≠ Maschinelles Lernen! Je nach Anwendung variieren die Verfahren!

Was bedeutet „Qualität und KI“?

Einordnung der KI in die Qualität

Qualität = Grad, indem ein Satz inhärenter Merkmale eines Objektes **Anforderungen erfüllt** [19]

„...Kernaspekte der prädiktiven Qualität: **Produktbezogene Qualität** und die datengetriebene Vorhersage dergleichen...“ [2][3]

„...Befähigung der Nutzer, eine **datengetriebene Vorhersage** der Produkt- und Prozessqualität [...] zu treffen...“ [2]

„...mit dem Ziel, präskriptiv **auf prädiktive Analysen zu reagieren**...“ [2]

„...Identifikation **statistischer Muster**, um zukünftige Entwicklungen, bezogen auf die Produktqualität, vorherzusehen...“ [3]

„...**Qualitätsbeschreibung** [...] **Qualitätsvorhersage** [...] **Qualitätsklassifikation**...“ [1]

Prädiktive Qualität ist der Einsatz von Machine Learning Methoden in der Produktion, um aus Prozess- und Produktdaten die produktbezogene Qualität abzuleiten [1]

Warum macht der Einsatz von prädiktiver Qualität Sinn?

Ein Überblick der Vorteile



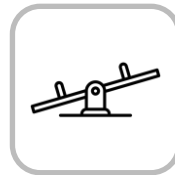
✓ Senkung des Prüfvolumens (Reduzierung der Prüfkosten)



✓ Vermeidung von Ausschussteilen durch frühzeitige Kontrolleingriffe



✓ Ursachenanalyse und Optimierung von Prozessparametern

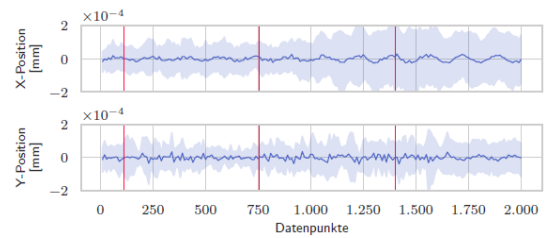
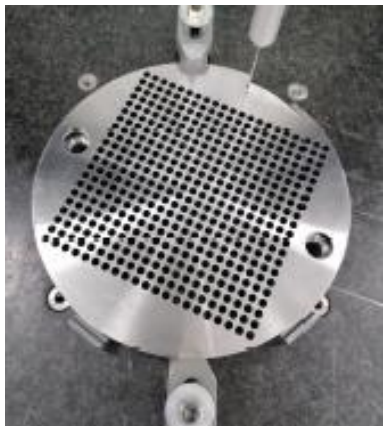
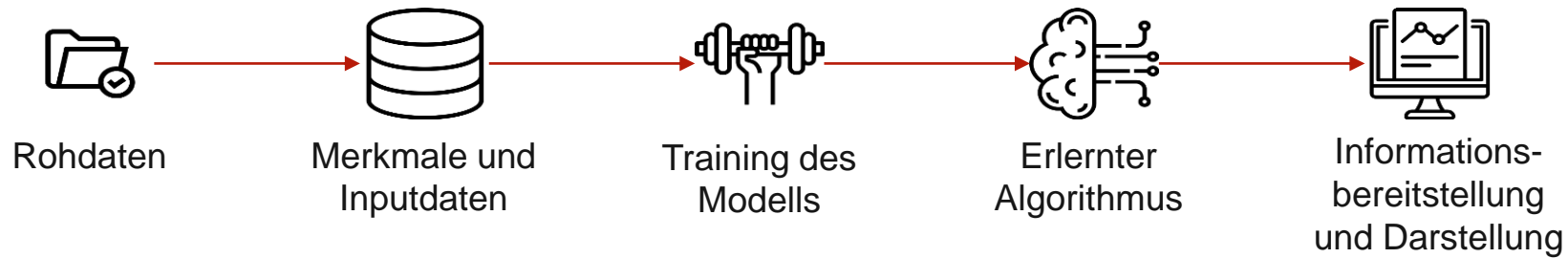


✓ Stabilisierung von Prozessen



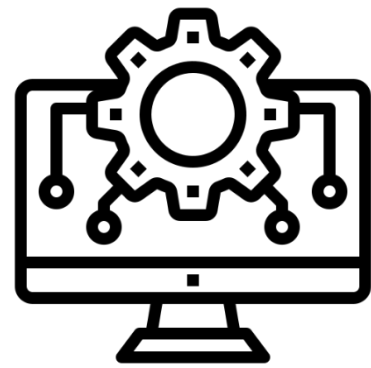
✓ Dynamisierung von Prüf- und Kalibrierplänen

Wie kann man sich die Verarbeitung der Maschinendaten vorstellen?

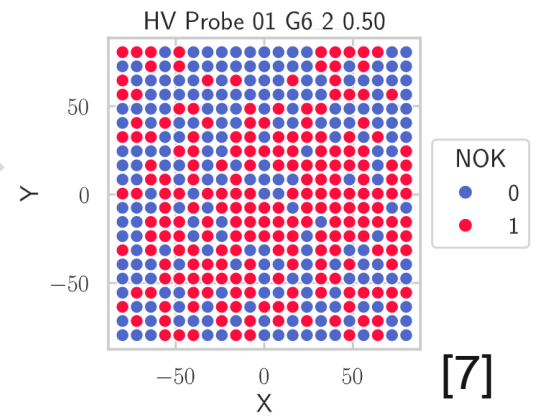


| Signal | Achse |
|--------------------------------|------------|
| Zeitstempel | - |
| Vorgabegeschwindigkeit nach NC | X, Y, Z |
| Konturabweichung | X, Y, Z |
| Achsstrom | X, Y, Z, S |
| Istposition | X, Y, Z |
| Istleistung | Z, S |
| Vorgabedrehmoment | X, Y, Z, S |
| Vorschubgeschwindigkeit | Z |

[7]



[17]

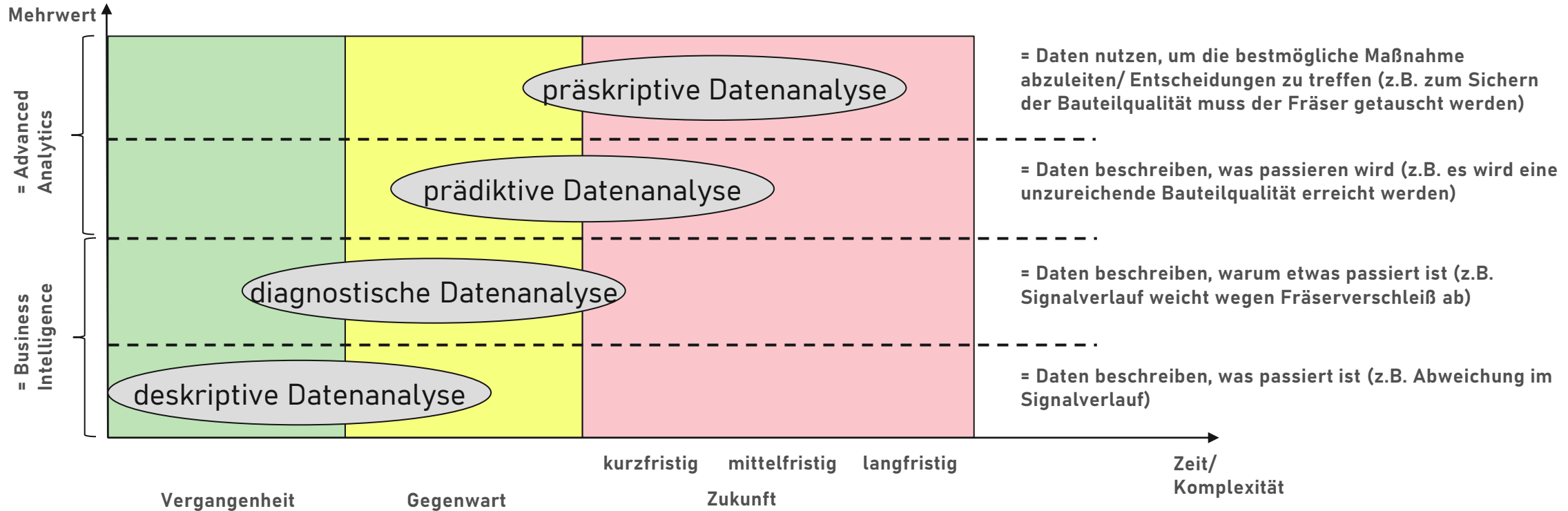


[7]

Maschinendaten werden prozessparallel aufgenommen und verarbeitet. Das ermöglicht das (teilweise) Ersetzen manueller bzw. nachgelagerter Qualitätskontrollen.

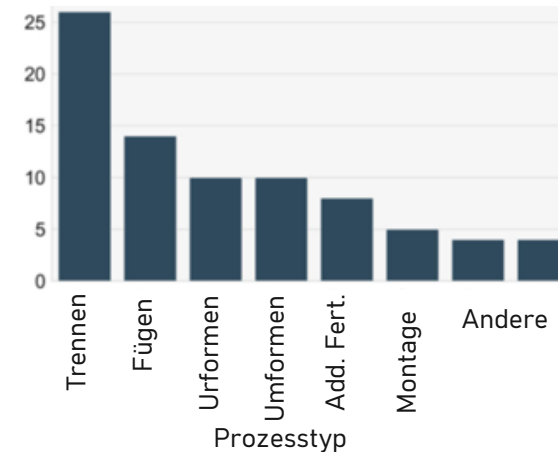
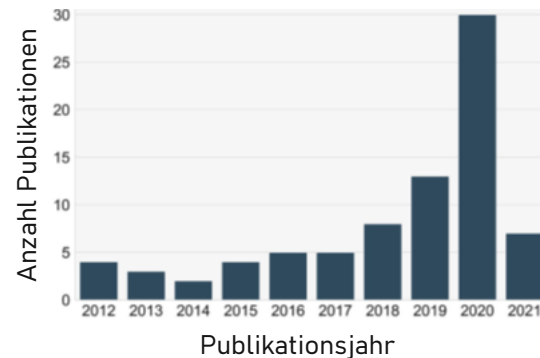
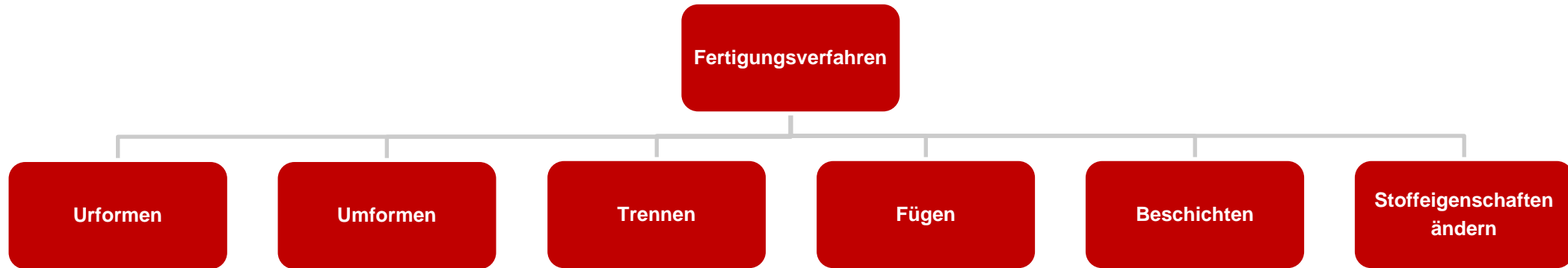
Die Komplexität einer KI-Lösung lässt sicher unter Bezug auf die „Data-Analytics-Level“ einordnen

➤ Die Grundideen für prädiktive- und präskriptive Qualitätssicherung bietet ein Reifegradmodell der „Data Analytics“



Präskriptive Analytik geht über die Analyse von Verganem und dessen Ursachen hinaus. Sie prognostiziert zukünftige Ereignisse, um Handlungsanweisungen abzuleiten.

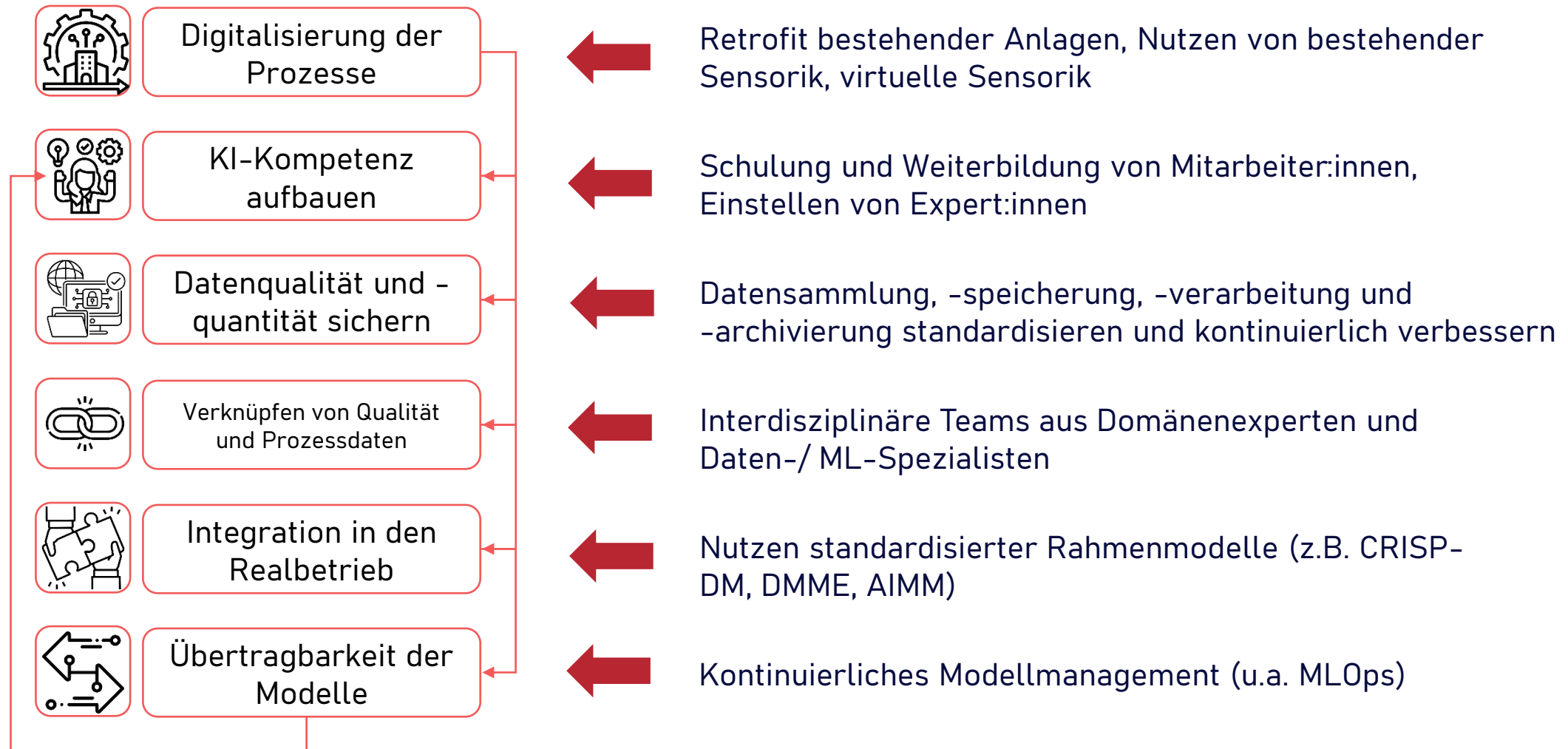
Wo kann prädiktive-/ präskriptive Qualität zum Einsatz kommen?



[1]

Prädiktive/ Präskriptive Qualität kann in jedem der in DIN 8580:2003-09 genannten Fertigungsverfahren zum Einsatz kommen! Die Möglichkeiten hängen vom Unternehmen ab.

Allgemeine Herausforderungen und Lösungsansätze zum KI-Einsatz



Fazit: KI in der Qualitätssicherung

Was es ist

Ein Ansatz zur:

- Verarbeitung großer Datenmengen (**Big Data**)
 - durch **Algorithmen (Mathematik + Informatik)**
 - zur **Qualitätssicherung** von Produkten (u.a.) und
 - zum **Erkennen komplexer Muster** in Daten;
 - Muster werden in **Rezepte** transformiert mit denen **neue/ unbekannte Daten** verarbeitet werden können,
 - um wiederholte Entscheidungen zu **automatisieren**.
- Ein **Programmierungswerkzeug**, das das Lernen aus **Beispielen** ermöglicht.

Was es nicht ist

Ein magisches Werkzeug, das jedes Problem lösen kann.



Quelle: <https://dribbble.com/shots/3414999-The-Magic-Hat>

Grenzen der KI:

- **Verständlichkeit** der Modelle (Black-Box)
- ausreichende **Datenqualität** (hoher Aufwand)
- „**Garbage in – Garbage out**“ (Unsicherheit und Anfälligkeit)

Fragen?

Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt

Fachgespräche
Quick Checks
Führungen und Demonstratoren
Roadshows
Messebesuche und Vorträge



Informieren

Orientierung und Impulse
zum Einstieg



Umsetzen

Unterstützung bei
Digitalisierungsprojekten

Digitalisierungsprojekte



Workshops
Seminare
KMU lernen von KMU



Qualifizieren

Strategien & Methoden der
digitalen Transformation



Vernetzen

Profitieren Sie vom
Mittelstand-Digital Netzwerk

Konferenzen
Kooperationsveranstaltungen
Mitarbeit in Arbeitskreisen

Professioneller Wissens- und Technologietransfer



nehmen Sie Kontakt auf



www.digitalzentrum-darmstadt.de

Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW)

Produktionsmanagement

CiP

**Center für industrielle
 Produktivität**

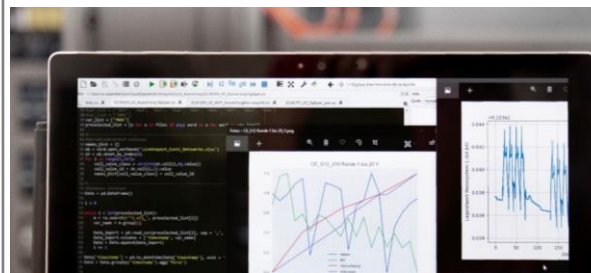
- Lernfabriken
- Shopfloor Management
- Data Science und KI in der Produktion
- Wertstrommanagement



MiP

**Management
 industrieller
 Produktion**

- Mitarbeiterassistentz
- Traceability zur Datenaufnahme
- Geschäftsmodellentwicklung
- KI-gestützte Prozessoptimierung



Produktionstechnik und Werkzeugmaschinen

TEC

**Fertigungs-
 technologie**

- Advanced Modeling
- Connectivity & Communication
- Monitoring & Control
- Smart Components



ETA

**Energietechnologie
 und Anwendungen in
 der Produktion**

- Klimaneutrale Produktion
- Energetische Systemanalyse und Optimierung
- Energiemanagement und -monitoring
- Energieoptimierter Fabrikbetrieb
- CPS für die klimaneutrale Produktion



Literaturverzeichnis

- [1] Tercan/ Meisen (2022): Machine learning and deep learning based predictive quality in manufacturing: a systematic review, in: Journal of intelligent Manufacturing 2022, <https://doi.org/10.1007/s10845-022-01963-8>
- [2] Schmitt, R. H., Kurzhals, R., Ellerich, M. Nilgen, G., Schlegel, P., & Dietrich, E. (2020b). Predictive quality—data analytics in produzierenden unternehmen. Internet of Production Turning
- [3] Nalbach, O., Linn, C., Derouet, M., & Werth, D. (2018). Predictive quality: Towards a new understanding of quality assurance using machine learning tools. In W. Abramowicz & A. Paschke (Eds.), Business information systems. Lecture Notes in business information processing (Vol. 320, pp. 30–42). Springer.https://doi.org/10.1007/978-3-319-93931-5_3
- [4] DIN 8580:2003-09 (2003). Manufacturing processes—terms and definitions, division
- [5] Serin et al. (2020): Deep Multi-Layer Perceptron based Prediction of Energy Efficiency and Surface Quality for Milling in The Era of Sustainability and Big Data, in: Procedia of 30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2020)15–18 June 2020, Athens, Greece.
- [6] Géron, A. (2019). Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, tools, and techniques to build intelligent systems. O'Reilly Media
- [7] Ziegenbein (2022): Prädiktive Qualität durch Werkzeugmaschinensignale: Effekte der Datenvorbereitung auf Klassifikationsergebnisse maschineller Lernverfahren (Dissertation), 2022
- [8] Du, C., Ho, C. L., & Kaminski, J. (2021). Prediction of product roughness, profile, and roundness using machine learning techniques for a hard turning process. Advances in Manufacturing, 9, 206–215. <https://doi.org/10.1007/s40436-021-00345-2>
- [9] Yu, J., Lee, H., Kim, D.-Y., Kang, M., & Hwang, I. (2020). Quality assessment method based on a spectrometer in laser beam welding process. Metals, 10(6), 839. <https://doi.org/10.3390/met10060839>
- [10] Biegel et al. (2022): Deep learning for multivariate statistical in-process control in discrete manufacturing: A case study in a sheet metal forming process. Procedia CIRP Volume 107, 2022, Pages 422–427. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.002>
- [11] E. Doege, B.-A. Behrens (2016): Handbuch Umformtechnik: Blechumformung, Springer Nature, 2016, https://doi.org/10.1007/978-3-662-43891-6_3
- [12] Dib et al. (2020): Single and ensemble classifiers for defect prediction in sheet metal forming under variability, in: Neural Computing and Applications 32, 12335–12349, 2020, <https://doi.org/10.1007/s00521-019-04651-6>
- [13] Zhu et al. (2020): Convolutional Neural Network for geometric deviation prediction in Additive Manufacturing, Procedia CIRP 91 (2020) 534–539, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.108>
- [14] Ciancio, C., Citrea, T., Ambrogio, G., Filice, L., & Musmanno, R. (2015). Design of a high performance predictive tool for forging operation. Procedia CIRP, 33, 173–178. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.06.032>
- [15] Lee, J., Noh, S. D., Kim, H.-J., & Kang, Y.-S. (2018). Implementation of cyber-physical production systems for quality prediction and operation control in metal casting. Sensors, 18(5), 1428. <https://doi.org/10.3390/s18051428>
- [16] Kebisek, M., Tanuska, P., Spendla, L., Kotianova, J., & Strelec, P. (2020). Artificial intelligence platform proposal for paint structure quality prediction within the industry 4.0 concept. IFAC PapersOnLine, 53(2), 11168–11174. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.299>
- [17] <https://www.flaticon.com/free-icons/algorithm> title="algorithm icons" Algorithm icons created by phatplus - Flaticon
- [18] Zhang, Y.; You, D.; Gao, X.; Wang, C.; Li, Y.; Gao, P.P. Real-time monitoring of high-power disk laser welding statuses based on deep learning framework. J. Intell. Manuf. 2020, 31, 799–814.
- [19] SO 9000:2015-11

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

PROF. DR.-ING. JOACHIM METTERNICH
PROF. DR.-ING. MATTHIAS WEIGOLD

INSTITUT FÜR PRODUKTIONSMANAGEMENT,
TECHNOLOGIE UND WERKZEUGMASCHINEN
TU DARMSTADT

OTTO-BERNDT-STRASSE 2
64287 DARMSTADT

Tel +49 6151 16-20102
Fax +49 6151 16-20087

info@ptw.tu-darmstadt.de
www.ptw.tu-darmstadt.de

