

# 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](mailto: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

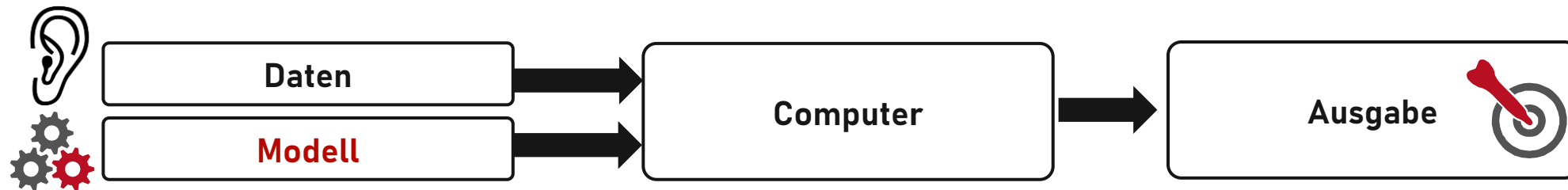


Möglichkeiten der **Kooperation**

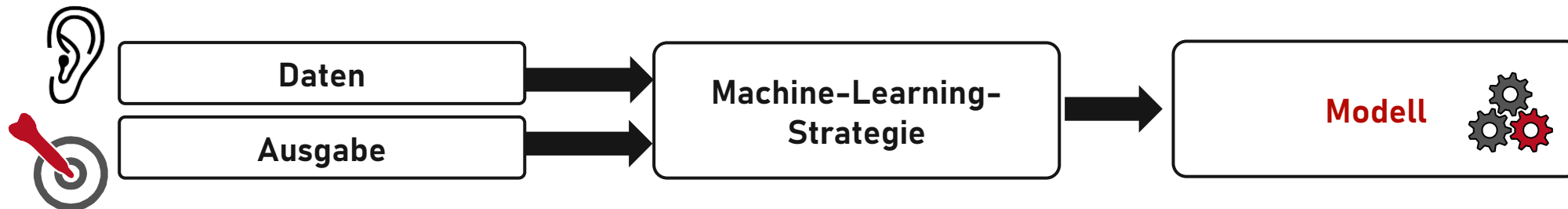
# Was ist KI und maschinelles Lernen?

„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)

#### Grundprinzip

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

### Unüberwachtes Lernen (Unsupervised Learning)

#### Grundprinzip

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

### Bestärktes Lernen (Reinforcement Learning)

#### Grundprinzip

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

**Maschinelles Lernen  $\neq$  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



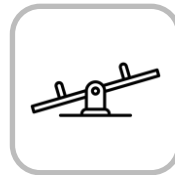
✓ Senkung des Prüfvolumens (Reduzierung der Prüfkosten)



✓ Vermeidung von Ausschussteilen durch frühzeitige Kontrolleingriffe



✓ Ursachenanalyse und Optimierung von Prozessparametern

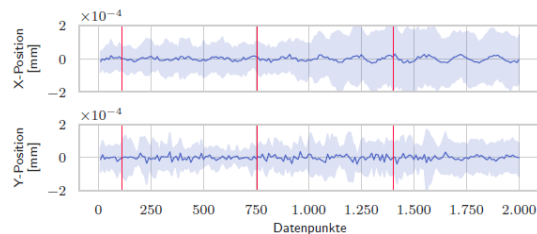
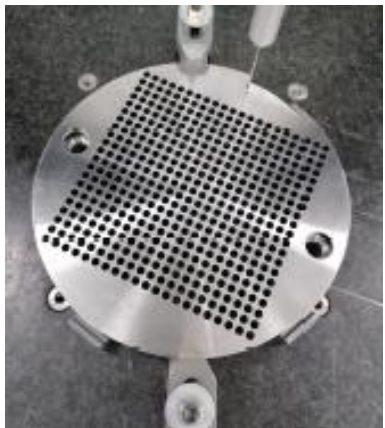
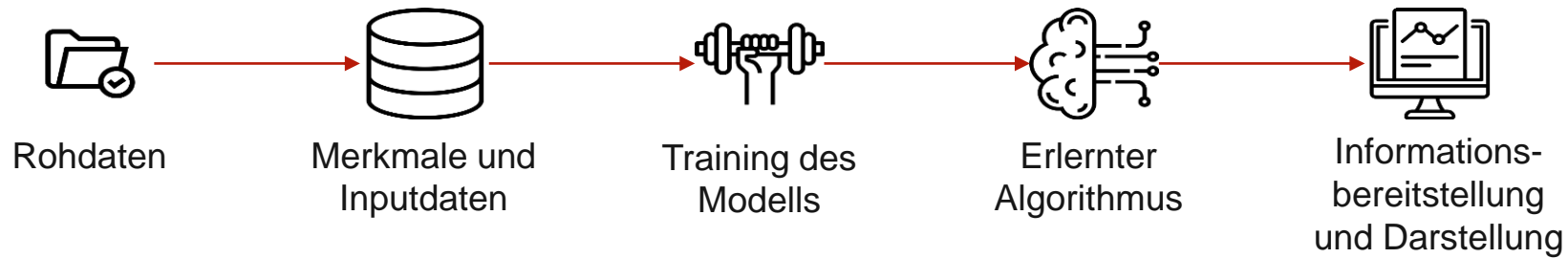


✓ Stabilisierung von Prozessen



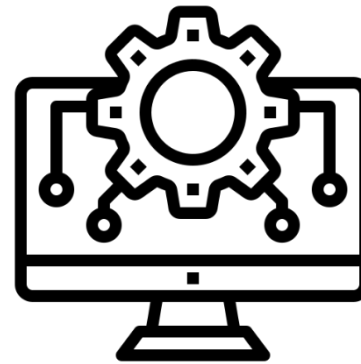
✓ Dynamisierung von Prüf- und Kalibrierplänen

# Wie kann man sich die Verarbeitung der Maschinendaten vorstellen?

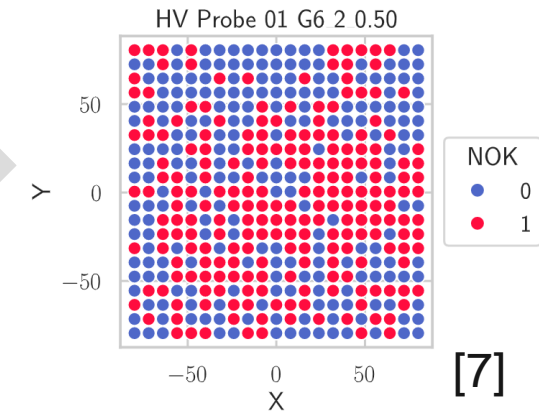


Signal	Achse
Zeitstempel	-
Vorgabegeschwindigkeit nach NC	X, Y, Z
Konturabweichung	X, Y, Z
Achsstrom	X, Y, Z, S
Istposition	X, Y, Z
Istleistung	Z, S
Vorgabedrehmoment	X, Y, Z, S
Vorschubgeschwindigkeit	Z

[7]



[17]



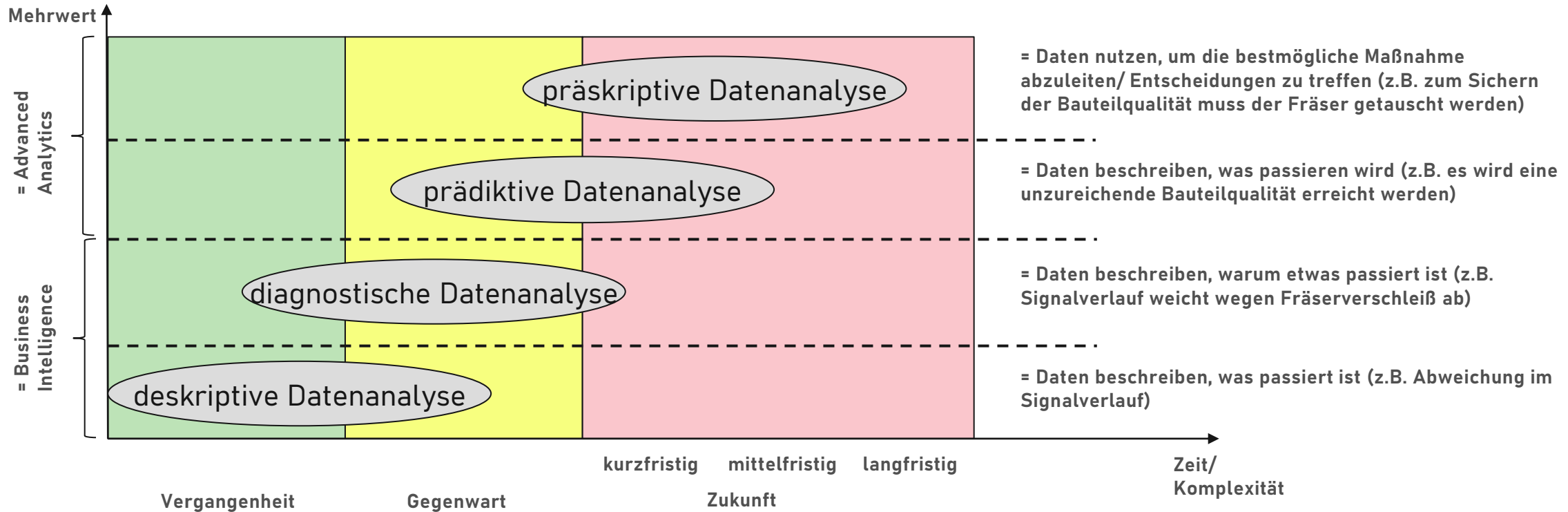
[7]

**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

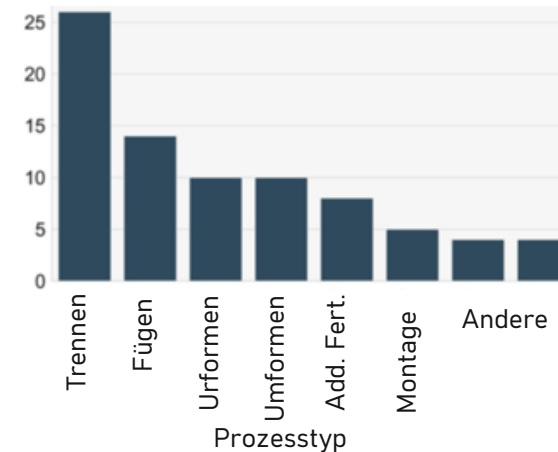
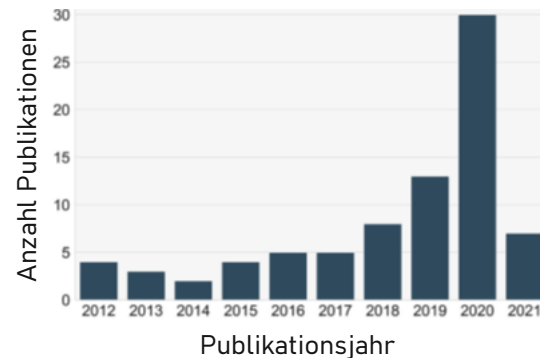
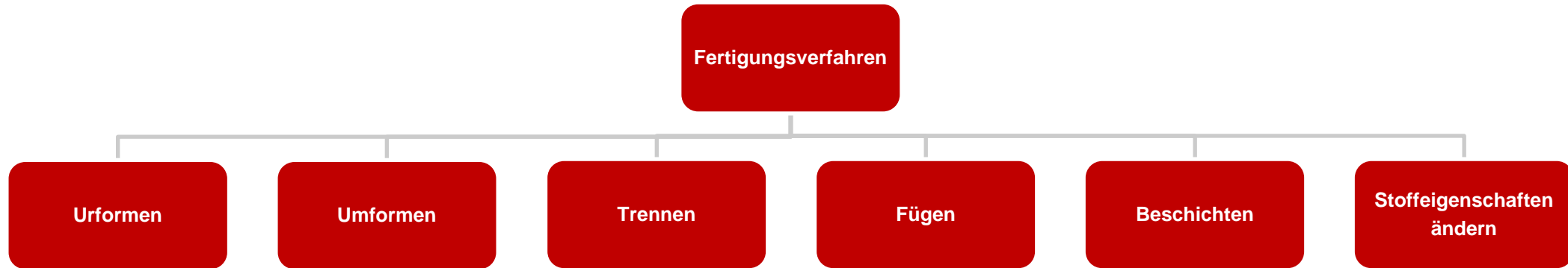
➤ Die Grundideen für prädiktive- und präskriptive Qualitätssicherung bietet ein Reifegradmodell der „Data Analytics“



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



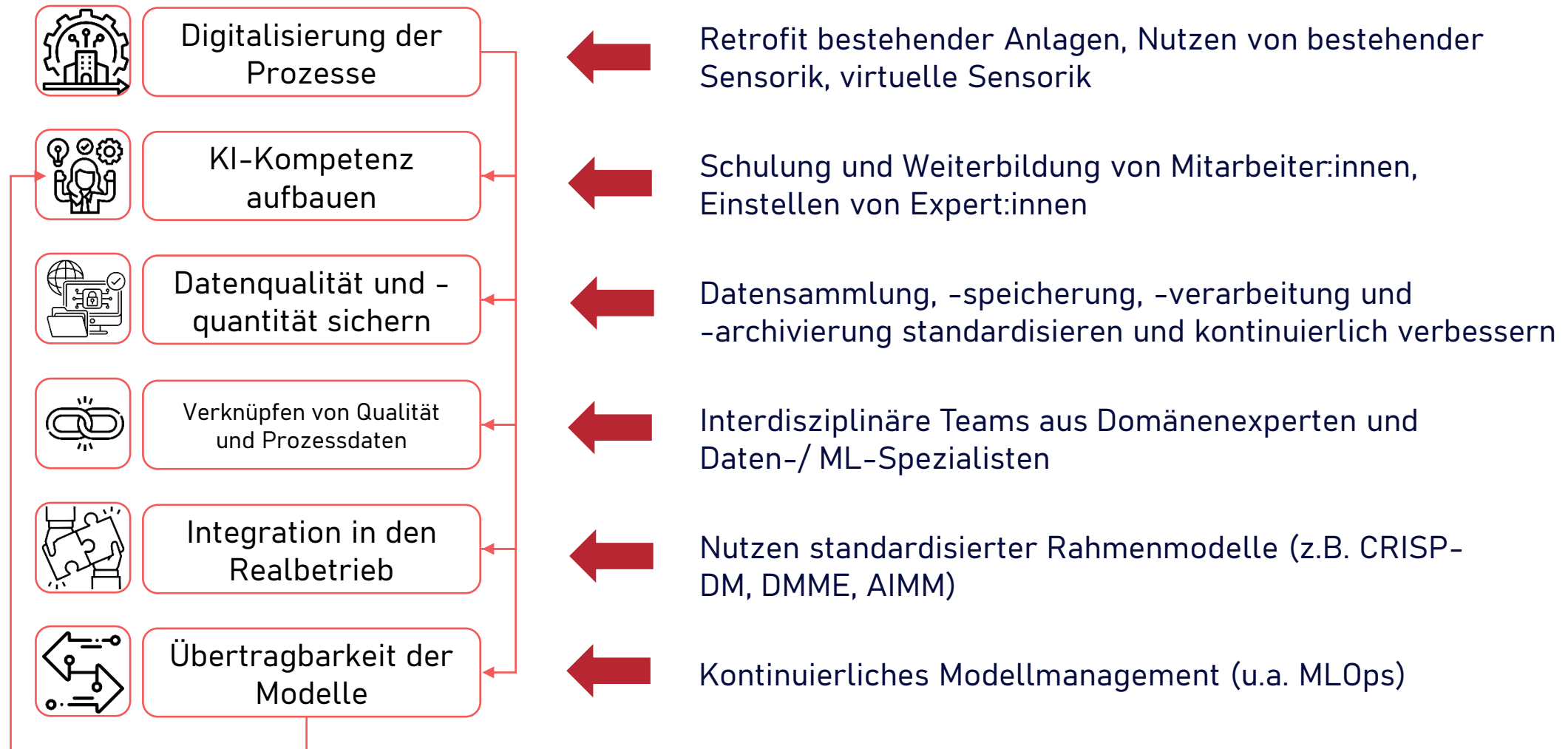
# Wo kann prädiktive-/ präskriptive Qualität zum Einsatz kommen?



[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](http://www.digitalzentrum-darmstadt.de)

# Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW)

## Produktionsmanagement

CiP

**Center für industrielle  
Produktivität**

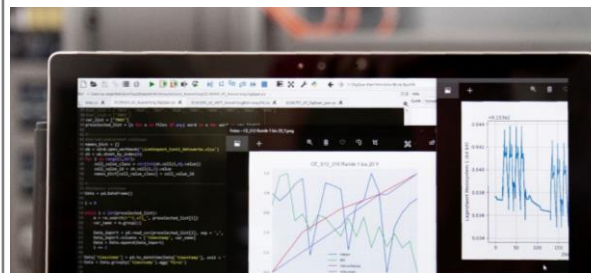
- Lernfabriken
- Shopfloor Management
- Data Science und KI in der Produktion
- Wertstrommanagement



MiP

**Management  
industrieller  
Produktion**

- Mitarbeiterassistenz
- 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](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](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

