

Betriebsdaten effektiv nutzen

Best Practices datengetriebener Entscheidungsfindung

Dr. Peter-Christian Zinn | DigiDay der SIHK zu Hagen | 5. Juni 2024

Industrieberatung _



Erhöhung der (Anlagen-)Verfügbarkeit

- Anlagenspezifische Wartungskonzepte
- Reaktionsplanung für Störungen
- Intelligente Springerkonzepte
- KPI-Steuerung/Controlling

Steigerung der Ausbringung

- Rüstoptimierung vs. Losgrößenoptimierung
- Bedienerkonzepte
- Automatisierungsstrategie
- Werkstattkommunikation

KPI-Steuerung

- Zielsysteme für Meister- und Werkerebene auf Basis von BDE-/MDE-Daten
- Zustandsüberwachung
- Kontinuierliche Prozessoptimierung



Effektive Produktionsplanung

- Dispositions-/Bevorratungsstrategie
- Unterstützungssysteme zur Fertigungsplanung (APS)
- Einsatz von Kanban-Kreisläufen
- Sales & Operations Planning (S&OP)

Data Analytics



Explorative Visualization

- Kennzahlen-Cockpit
- Fingerprint von Maschinen (Belastungen, Ausfälle, ...)
- Event-Analyse
- Problemidentifikation

Error Detection & Prediction

- Häufigkeitsverteilung
- Korrelationsanalysen
- Ursachen-Identifikation (Histogramm-Analyse, Signifikanz-Testing, ...)
- Anwendung stat. Features (Mustererkennung)
- Extraktion von Fehler-Wahrscheinlichkeiten und Wartungsbedarf

Machine Learning

- Optimierung von Prozess-(Automation)
- Know-how-Digitalisierung
- Feedback-driven Learning

Asset Tracking

- Vehicle Position und Status Tracking
- Energieautarkes Tracking von Anlagegütern
- Geo-Fencing und Routenoptimierung



Auftrags -Entwicklung

- Machbarkeitsstudien
- Softwareentwicklung
- Hardwareentwicklung
- U/IDesign
- Fertigungsvorbereitung
- Nullserienfertigung

Fördermittel Nutzung

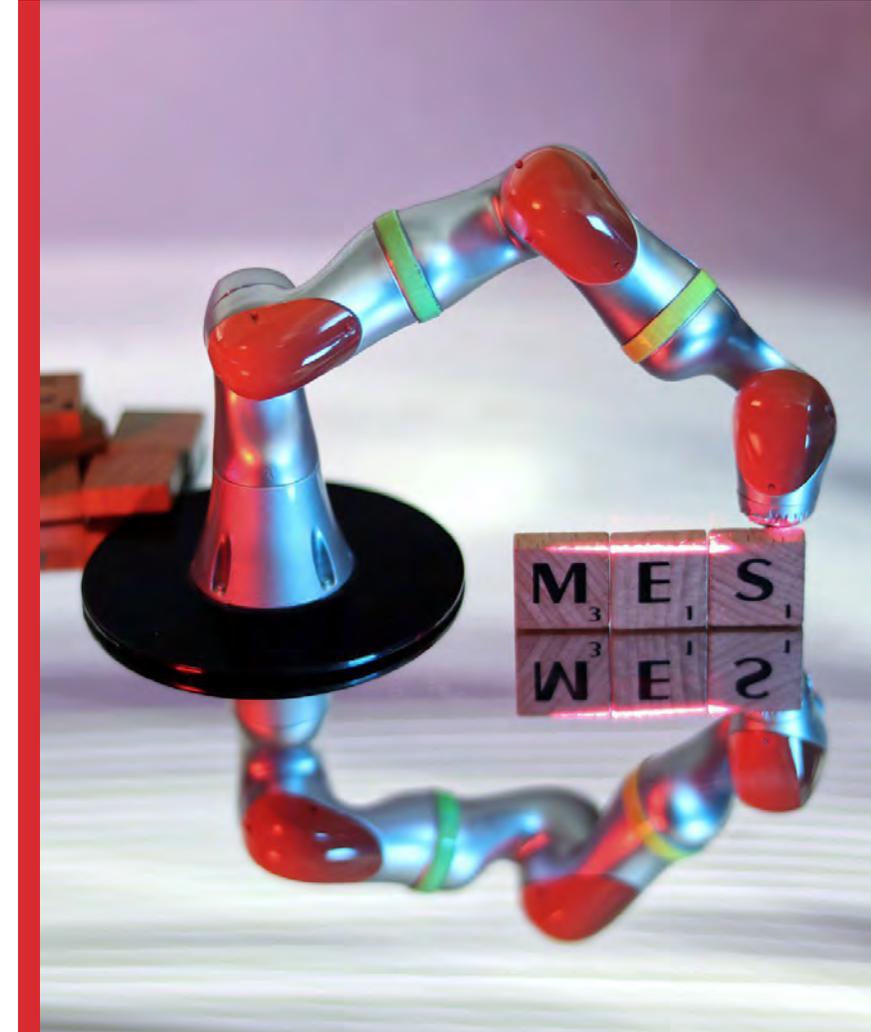
- Welches Fördermittel passt zu mir?
- Antragserstellung
- Abwicklung
- Vermittlung von passenden Konsortialpartnern

Strategieberatung

- Identifikation von Digitalisierungspotentialen („Was kann ich in meinem Unternehmen alles tun?“)
- Priorisierung von Digitalisierungsaktivitäten („Womit sollte ich erstmal starten?“)
- Invest- und ROI-Kalkulation („Wovon profitiere ich finanziell am meisten?“)

Geschäftsmodellentwicklung

- Geführter Ideation-Prozess hin zu neuen, digitalen Geschäftsmodellen
- Plausibilisierung von Geschäftsmodellen und Sales-Forecast
- Technologie- und Invest-Roadmap zur Operationalisierung des Geschäftsmodells
- „X as a Service“-Modellentwicklung
- Beratung zur Eingliederung in bestehende Unternehmensstruktur



Mission Statement



Unternehmensberatung

*Prozessverständnis und Management-Skills
im industriellen Umfeld*

- Maschinen- und Anlagentechnik
- Produktion und Qualitätssicherung
- Finance, Controlling, Business Development
- (innerbetriebliche) Logistik
- Wartung & Instandhaltung

Software -Entwicklung

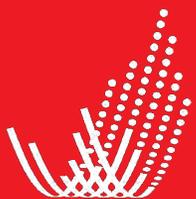
*Technische Expertise in der Generierung,
Extraktion und Analyse von Daten*

- Sensorik/ Aktorik
- Datenverarbeitung
- Kommunikation
- Schnittstellen zur bestehenden IT-Infrastruktur
- Data Warehousing

Industrial Analytics

Expertise in der Anwendung von KI-Ansätzen in der industriellen Praxis

- Explorative Visualisierung & Einsatz von Business Intelligence Tools
- Zustandserfassung, -analyse und -vorhersage
- Implementierung, Training und Pflege von Machine Learning Modellen
- Know-How Digitalisierung



Maschinen- und Betriebsdaten-Akquise

Man kann Dinge nur optimieren, wenn man sie vorher vermessen hat.
Nutzen Sie ihre Betriebsdaten in Ihrem Data Warehouse – auch im Retrofit



ERP-Datenbestände nutzen

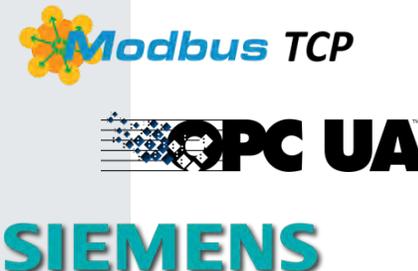
Nutzen Sie die Daten, die Ihre Maschinen und Anlagen heute schon generieren!

- Einmalige Analyse eines historischen Datenbestandes → data-driven Business Analytics
- Automatisierter Datenexport mittels „Robotic Process Automation“ → minimalinvasiv
- ERP-Zugriff mittels spezifischer Schnittstellen → der Königsweg ins Data Warehouse

Maschinendaten aufnehmen

Nutzen Sie die Daten, die Ihre Maschinen und Anlagen heute schon generieren!

- Standard-Feldbusprotokolle (Modbus TCP, EtherNet IP, KNXnet/IP, ...)
- Herstellerspezifische Protokolle (S7 Siemens, ADS/AMS Beckhoff, ...)
- Meta-Kommunikationsprotokolle (OPC UA, KNXnet/IP, ...)

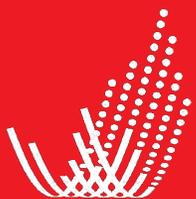


Data Warehouse

Die Basis für jedwede datenbasierte Prozessanalyse

Explorative Visualisierung & Einsatz von Business Intelligence Tools
Zustandserfassung, -analyse und -vorhersage
Machine Learning/ Aufbau neuronaler Netzwerke und Trainingsmodelle
Know-how-Digitalisierung



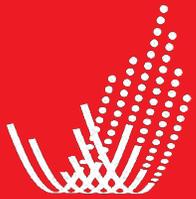


Industrial Analytics

Erhalten Sie einen Echtzeit -Überblick über Ihren Shopfloor
Erkennen Sie Abweichungen, bevor sie zum Problem werden



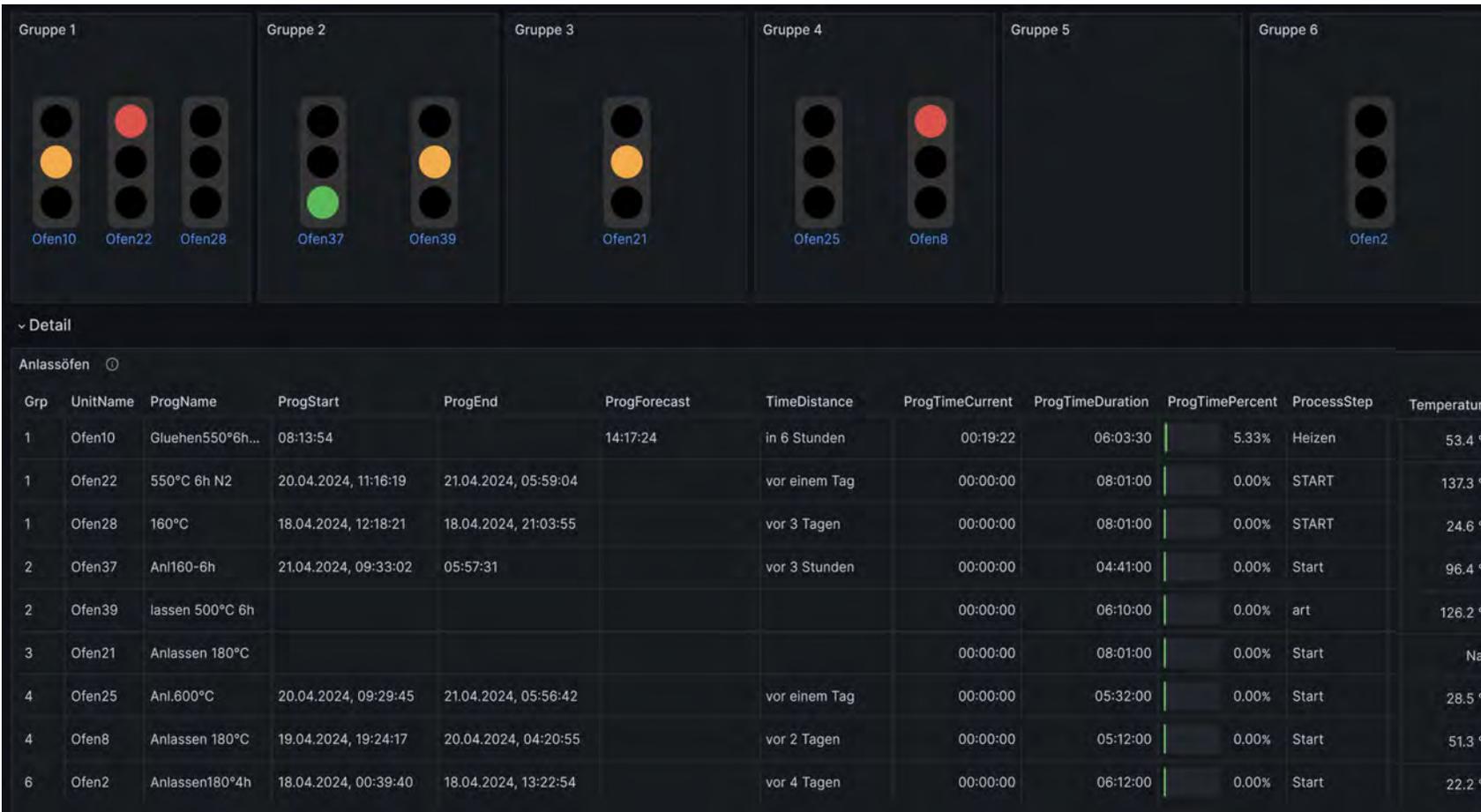
- Interaktive Web-Dashboards in Grafana
- Variable Betrachtungszeiträume (forward, backward, zoom-in/out, last hour/day/week/...)
- Explorative Visualisierung der Sensordaten/
Mustererkennung
- Auswertungen:
 - hier: Maschinenstatus
 - Energie-Verbräuche
 - Kundenspez. KPIs zur Produktionssteuerung

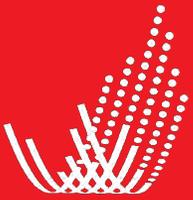


Use Case: Produktionsoptimierung

Prozesse verstehen, Kennzahlen bestimmen, Produktivität steigern

- Implizites Wissen → Welche Werkstücke können wie zusammen chargiert werden?
- Datengrundlage → Welche Öfen stehen überhaupt mit welcher Programmierung zur Verfügung?
- Explorative Visualisierung → Einfaches Ampelsystem zur fundierten Entscheidung durch den Mitarbeiter.
- Nutzbarmachung:
 - Schnellere Durchlaufzeit
 - Geringere Energiekosten
 - Einsparung von Emissionen





Use Case: Produktionsoptimierung

Prozesse verstehen, Kennzahlen bestimmen, Produktivität steigern

↳ Maschine M106 Performance

REESE
EXPERTEN FÜR WÄRMEBEHANDLUNG.

Barcode

Order Number: M106: Component 2023-05-26_6

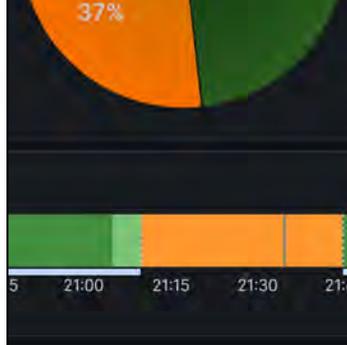
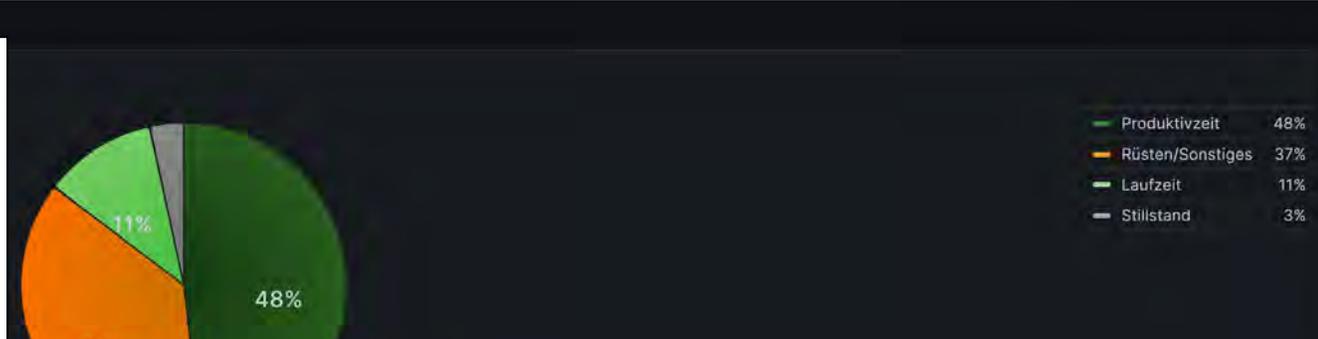
Alignment (Axial):
Alignment (Radial):
Hardness in HRC1:
Hardness in HRC2:
Hardness in HRC3:

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist daher ohne Unterschrift gültig.

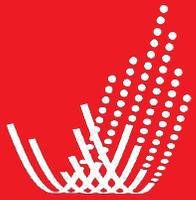
Härterei Reese Bochum GmbH
GF M. Sc. Philip Reese
GF Dipl.-Ing. Jörg Dörlings
Oberschnedstraße 25
44807 Bochum

Tel. 49 (0) 234 / 90 30 - 20
erkau@reese.com
www.haertere.com

Handelregister Bochum HRB 1717
Ust-ID-Nr. DE25748215
Steuern-Nr. 30657090368

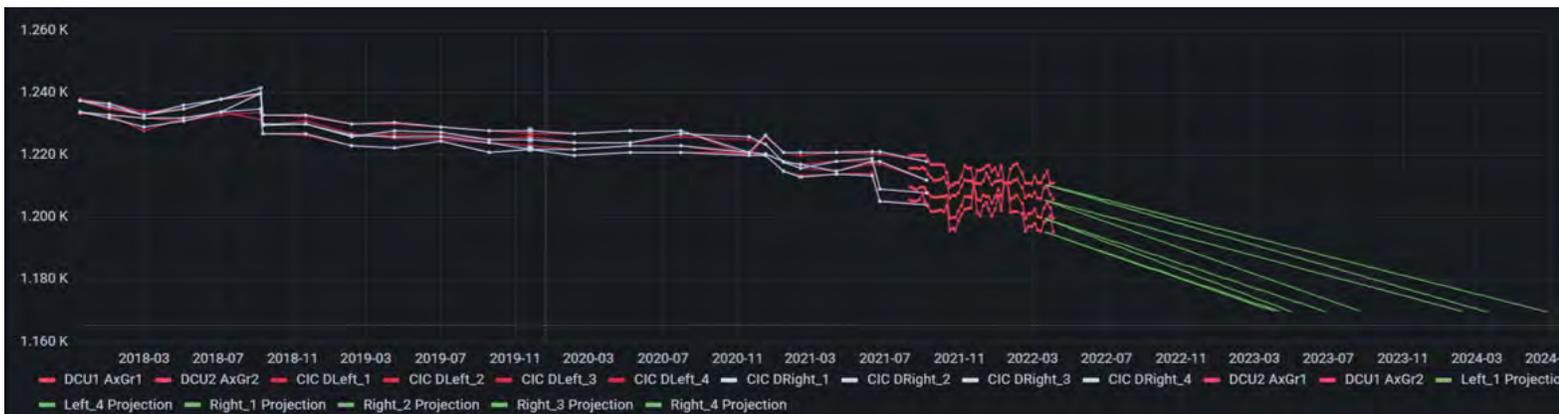
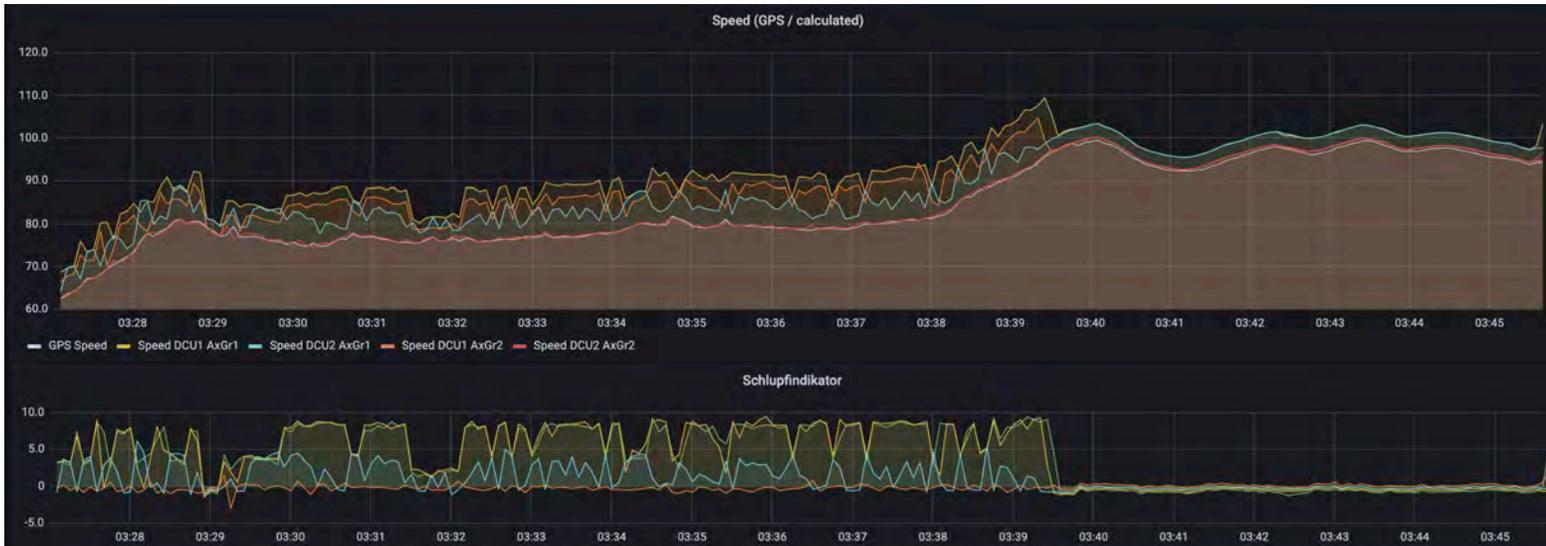




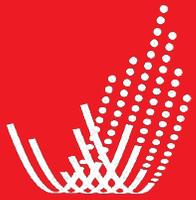


Use Case: Predictive Maintenance

Wissensspeicher aufbauen, Vorhersagen ableiten, Wartungszeiten reduzieren

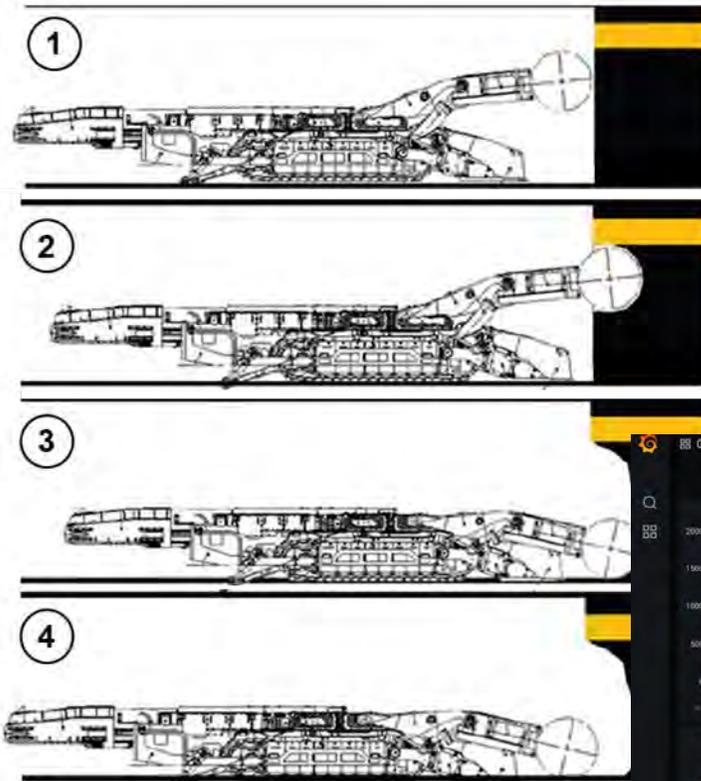


- Implizites Wissen (der Mitarbeitenden) in explizit messbare Größen transformieren.
- Datengrundlage für die Berechnung dieser Größen schaffen.
- Explorative Visualisierung zur Überprüfung der Arbeits-Hypothese.
- Nutzbarmachung auf dem Shopfloor:
 - Konkrete Vorhersagen
 - Evidenzbasierte Grenzwerte
 - Messbare Erfolge



Use Case: Maschinendatenanalyse

Daten nutzbar machen, Trends erkennen, evidenzbasiert handeln



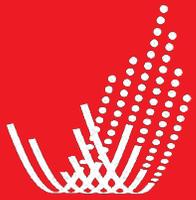
regular cutting

irregular cutting



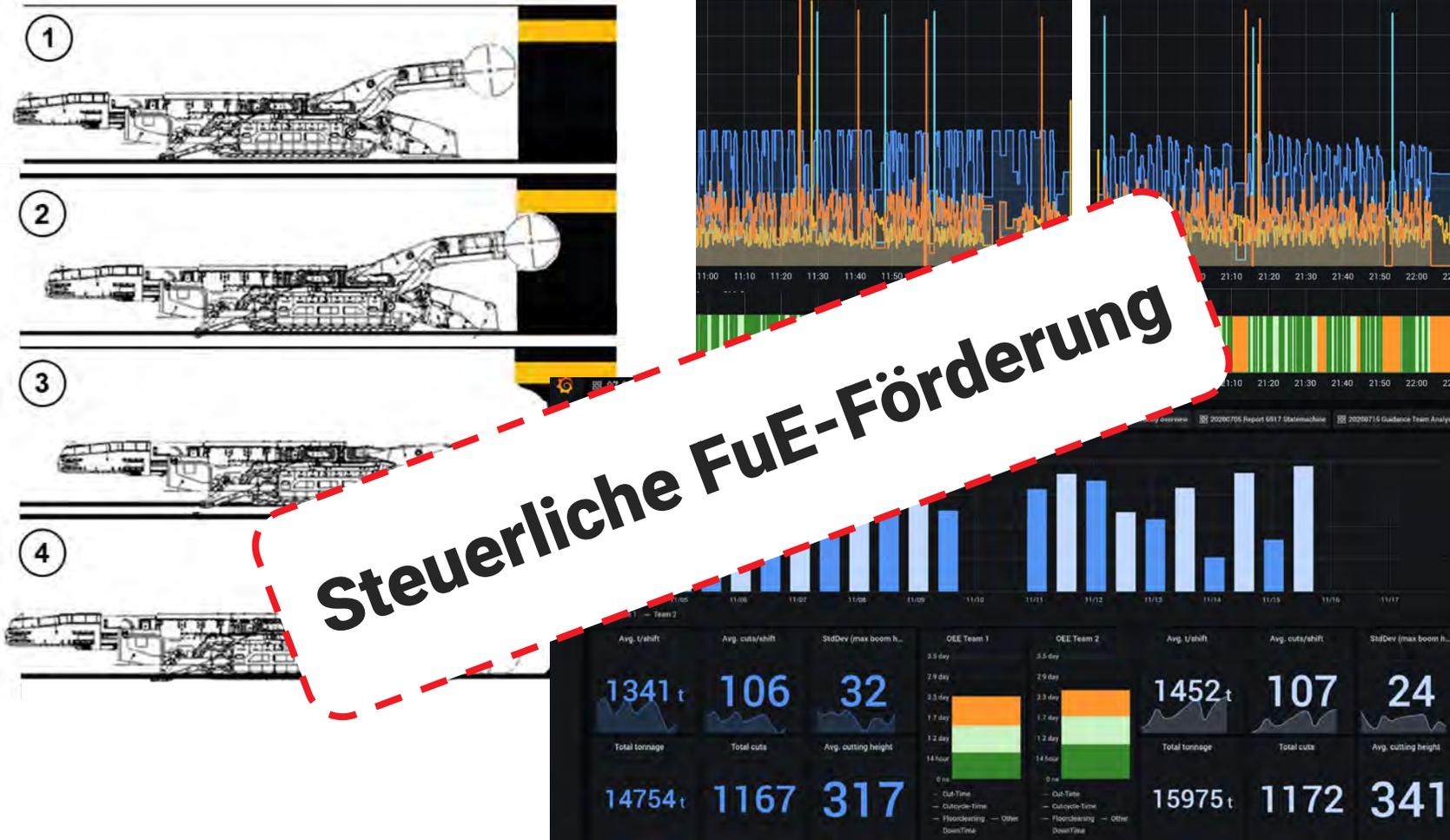
- Prozessanalyse: Was machen wir schon richtig, wo ist noch Verbesserungspotenzial?
- Datengrundlage: Sensorik und raue Umgebungsbedingungen vertragen sich meist schlecht!
- Explorative Visualisierung zum Auffinden von Unregelmäßigkeiten, Abweichungen oder Trends.
- Ableitung von Handlungsempfehlungen:
 - Wechsel der Mitarbeiter zwischen den Schichten, um Wissen weiterzugeben.



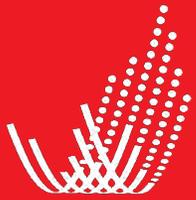


Use Case: Maschinendatenanalyse

Daten nutzbar machen, Trends erkennen, evidenzbasiert handeln

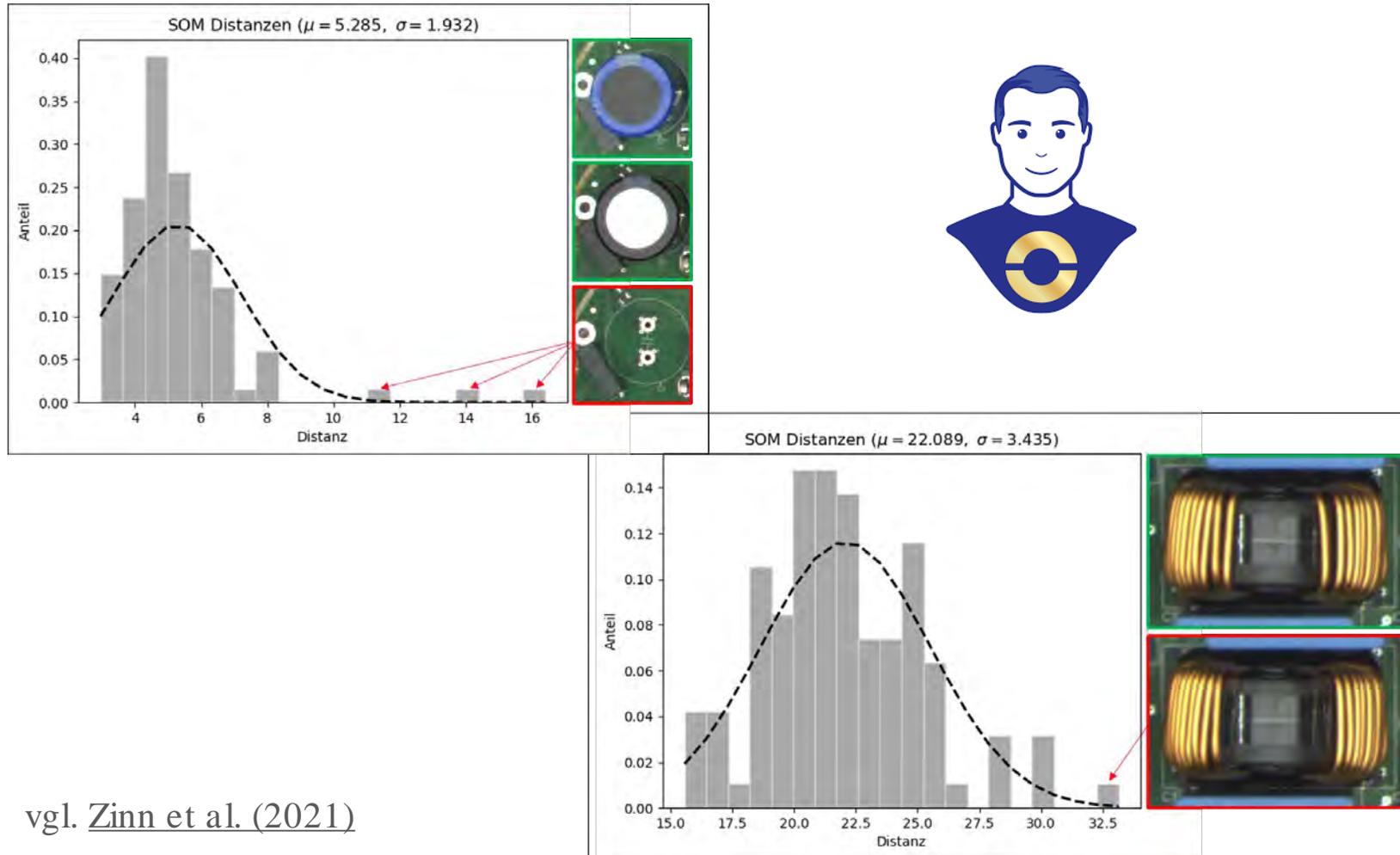


- Prozessanalyse: Was machen wir schon richtig, wo ist noch Verbesserungspotenzial?
- Datengrundlage: Sensorik und raue Umgebungsbedingungen vertragen sich meist schlecht!
- Explorative Visualisierung zum Auffinden von Unregelmäßigkeiten, Abweichungen oder Trends.
- Ableitung von Handlungsempfehlungen:
 - Wechsel der Mitarbeiter zwischen den Schichten, um Wissen weiterzugeben.



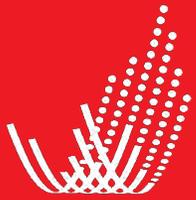
Use Case: Qualitätssicherung

Bilddaten effizient nutzen, Fehler erkennen, Prozesse datenbasiert optimieren



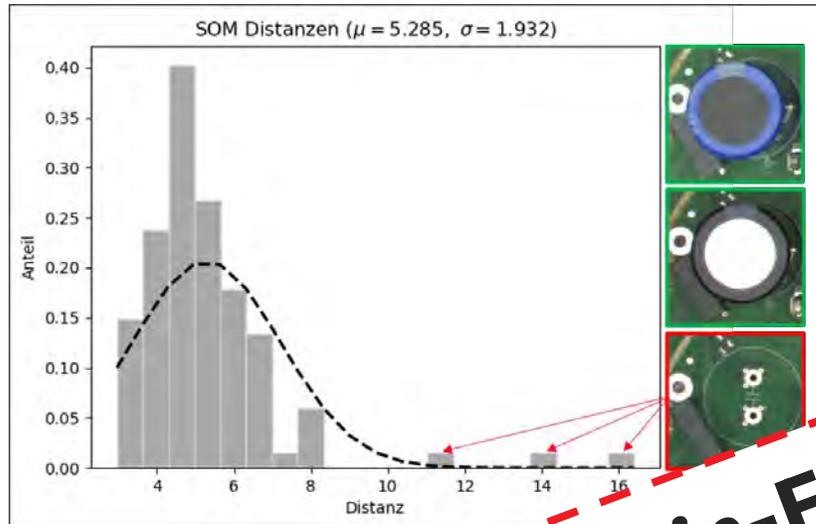
vgl. [Zinn et al. \(2021\)](#)

- Bilder sind anders als (numerische) Maschinendaten!
- Häufiges Problem: keine bzw. wenige Bilder von NiO-Teilen
- Lösung: Nutzung von nicht-überwachten Machine Learning Verfahren zur selbstständigen Klassifizierung von „Ausreißern“
- Vorteil: Der Computer lernt wie ein Mensch, auch was die Güte der Klassifikation betrifft:
 - NiO-Teile werden automatisch als solche gekennzeichnet
 - Personaleinsatz für Endkontrolle reduziert sich um 80 Prozent!

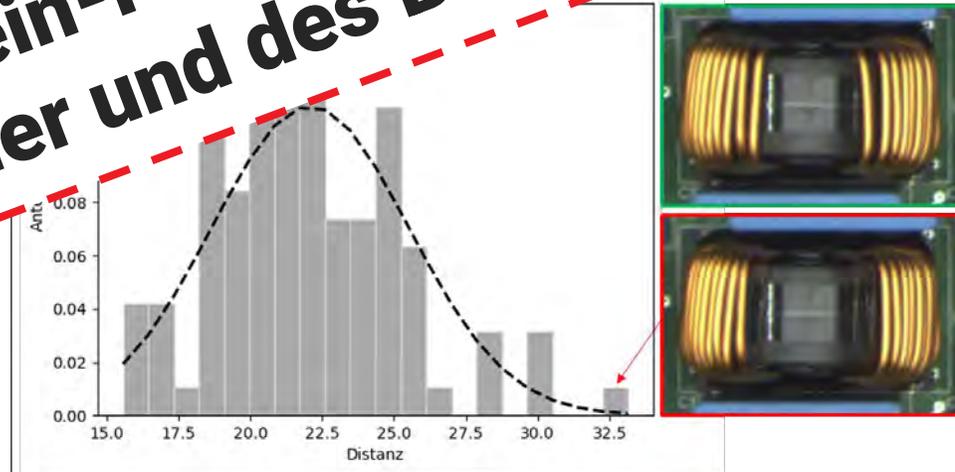


Use Case: Qualitätssicherung

Bilddaten effizient nutzen, Fehler erkennen, Prozesse datenbasiert optimieren

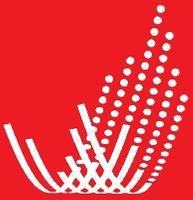


**Gutschein-Förderungen
der Länder und des Bundes**



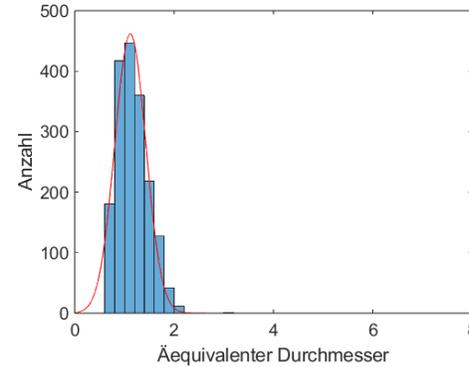
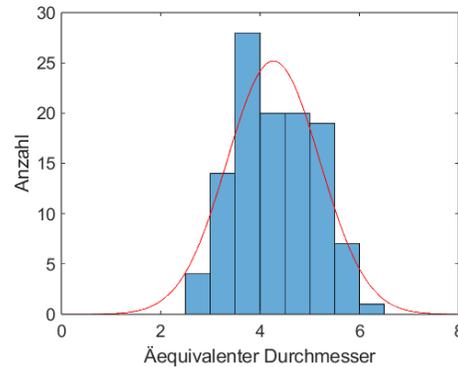
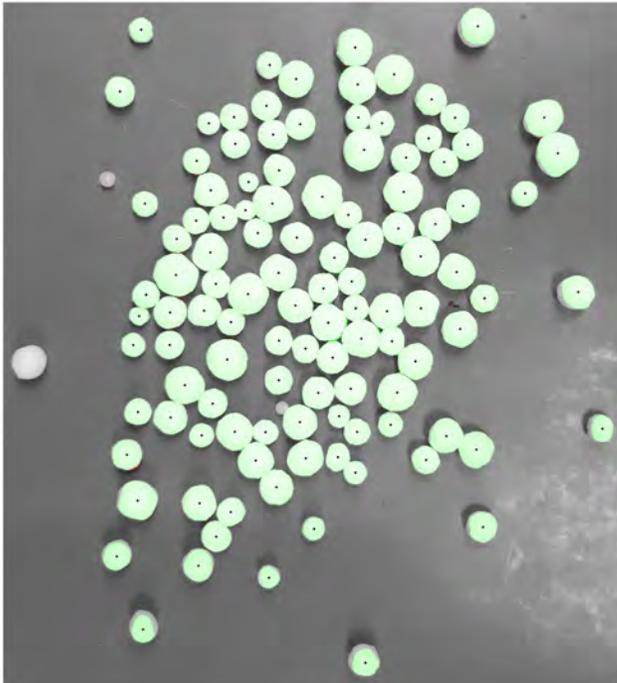
vgl. [Zinn et al. \(2021\)](#)

- Bilder sind anders als (numerische) Maschinendaten!
- Häufiges Problem: keine bzw. wenige Bilder von NiO-Teilen
- Lösung: Nutzung von nicht-überwachten Machine Learning Verfahren zur selbstständigen Klassifizierung von „Ausreißern“
- Vorteil: Der Computer lernt wie ein Mensch, auch was die Güte der Klassifikation betrifft:
 - NiO-Teile werden automatisch als solche gekennzeichnet
 - Personaleinsatz für Endkontrolle reduziert sich um 80 Prozent!

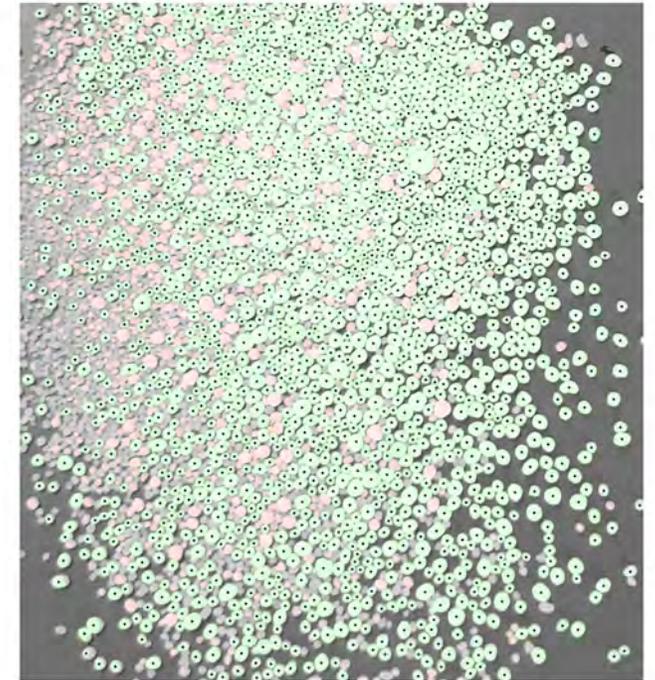


Anwendungsbeispiel 1

Partikel -Größenverteilung eines chemischen Granulats – mit dem Handy!

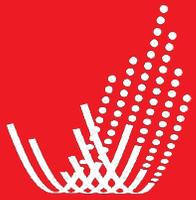


Größenverteilung nach Anzahl



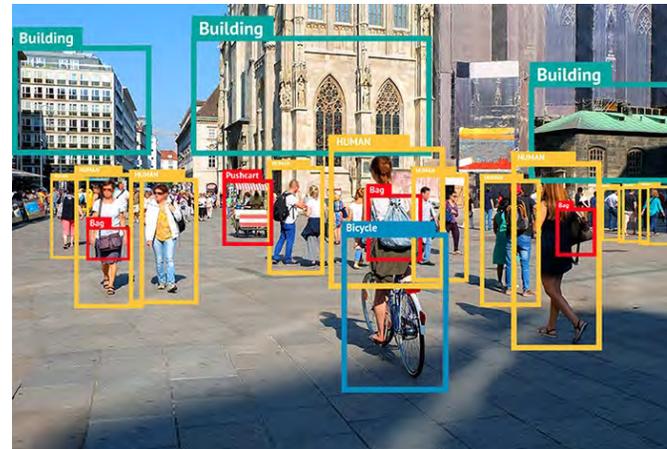
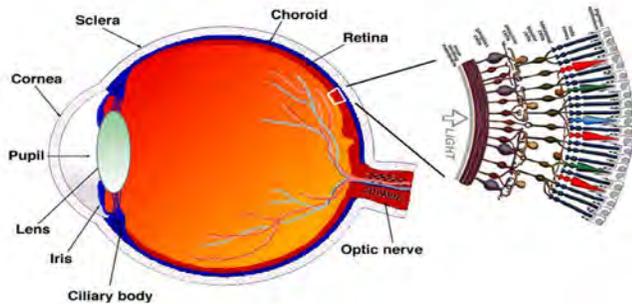
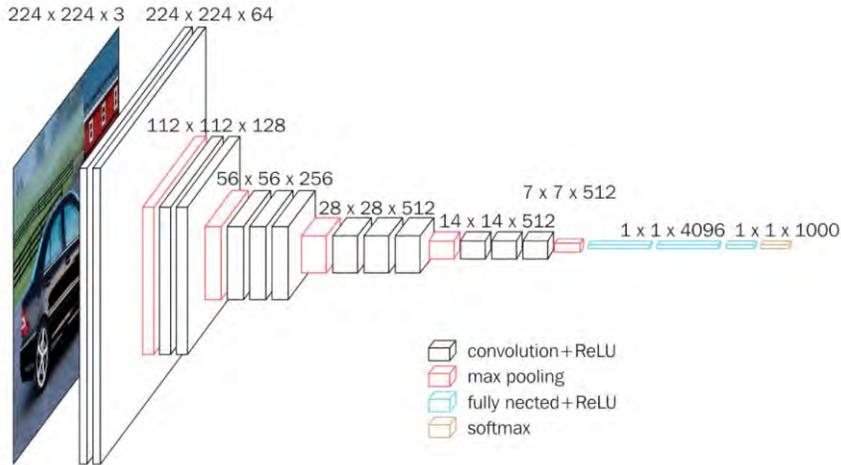
Segmentierte Partikel (gesamt): 249
Grün: Stichprobe (sicher erkannt): 113
Rot: Exkludierte Daten (nicht eindeutig): 136
Konservative Filterung ungültiger Daten

Segmentierte Partikel (gesamt): 3023
Grün: Stichprobe (sicher erkannt): 1804
Rot: Exkludierte Daten (nicht eindeutig): 1219
Konservative Filterung ungültiger Daten

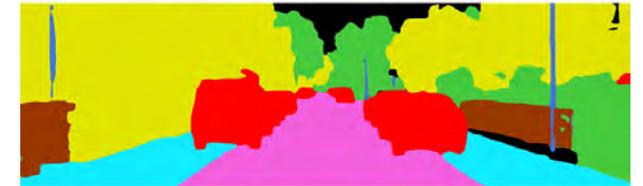


Exkurs: Computer Vision mittels KI

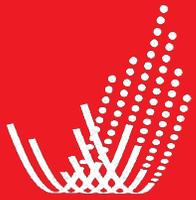
Computer sind noch lange nicht intelligent!



Objekt-Detektion



Semantische Segmentierung



Relationale Geometrische Ontologie

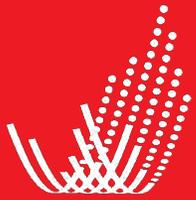
Was ist das bitte?



Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte!

*Digitaler Zwilling
des Informationsgehalts
eines Bildes?*

*Datenbank über
„verschlüsselte“
Bildinformation?*



Relationale Geometrische Ontologie

Was ist auf dem Bild überhaupt zu sehen? Objekt -Entitäten



- Bild enthält Entitäten (=„das Seiende“)
- Entitäten gehören ontologischen Klassen an
- Entitäten besitzen klassenspezifische Attribute

E1, Klasse: Person, Attribute {x,y,z}

E2, Klasse: Person, Attribute {x,y,z}

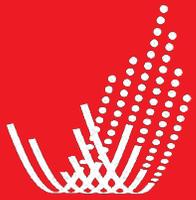
E3, Klasse: Ball, Attribute {a,b,c}

E4, Klasse: Person, Attribute {x,y,z}

E5, Klasse: Person, Attribute {x,y,z}

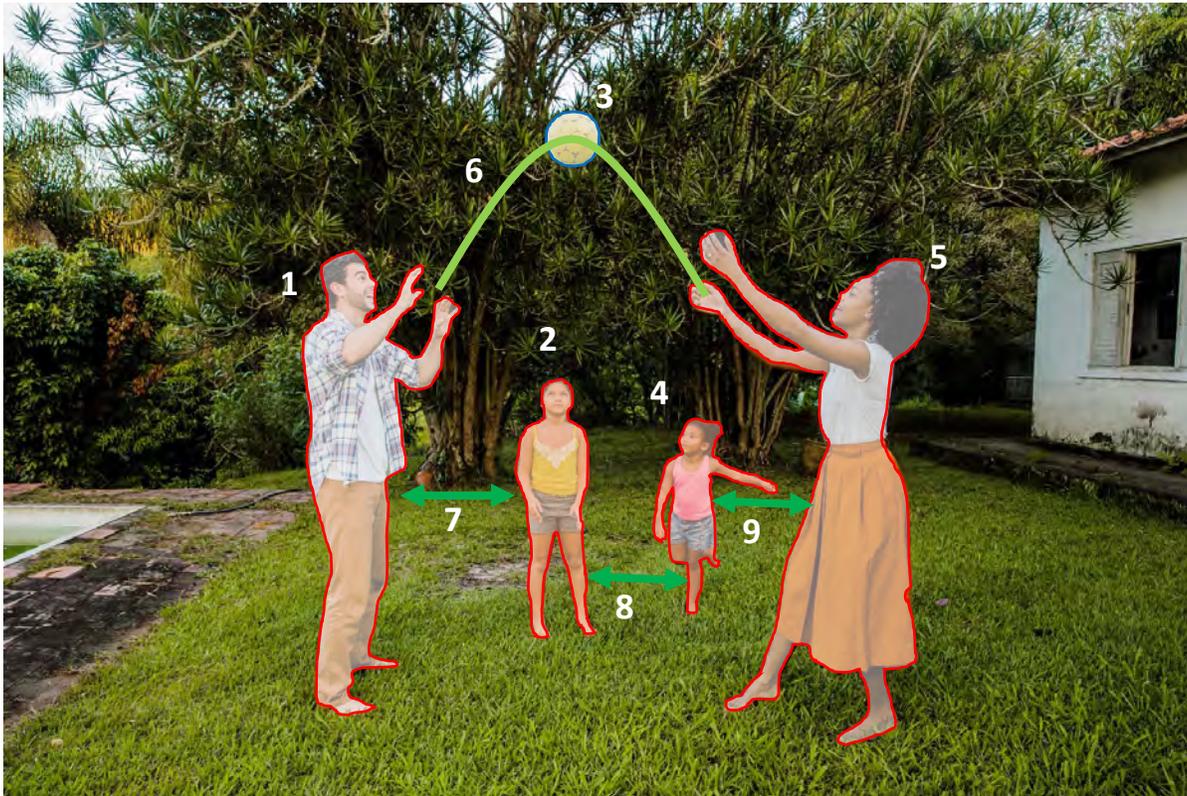


Ontologische Datenbank



Relationale Geometrische Ontologie

Wie stehen diese Objekte in Beziehung? Relations -Entitäten



E1, Klasse: Person, Attribute {x,y,z}

E2, Klasse: Person, Attribute {x,y,z}

E3, Klasse: Ball, Attribute {a,b,c}

E4, Klasse: Person, Attribute {x,y,z}

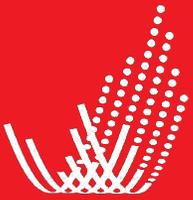
E5, Klasse: Person, Attribute {x,y,z}

E6, Klasse: Ballwurf, Attribute {h,k,l}

E7, Klasse: Nachbarschaft, Attribute {u,v,w}

E8, Klasse: Nachbarschaft, Attribute {u,v,w}

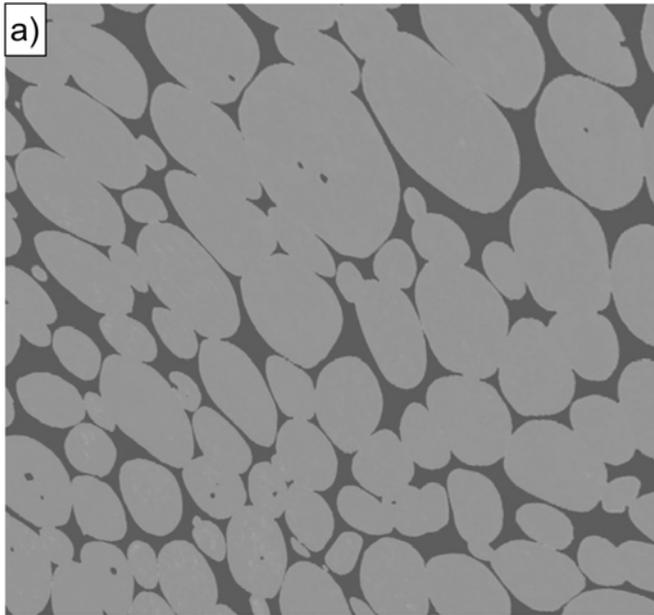
E9, Klasse: Nachbarschaft, Attribute {u,v,w}



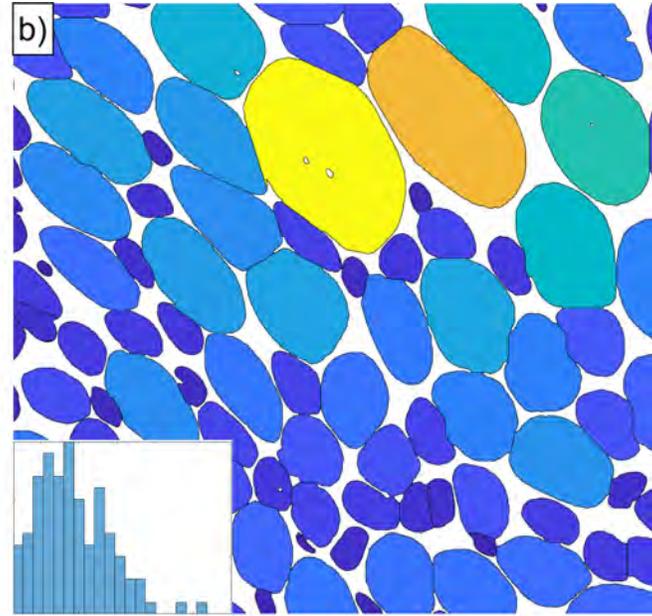
Anwendungsbeispiel 2

Detaillierte Charakterisierung einer elektronenmikroskopischen Mikrografie

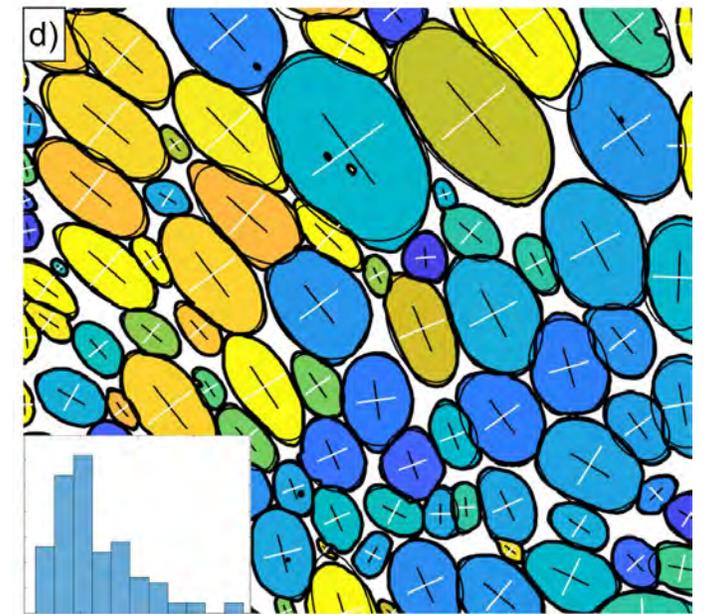
Analyse und Darstellung der Attribute detektierter Objekt-Entitäten



Rohdaten
(Elektronenmikroskop)

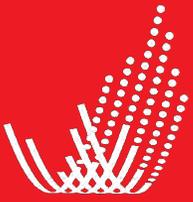


Partikel-Größenverteilung



Aspect Ratios

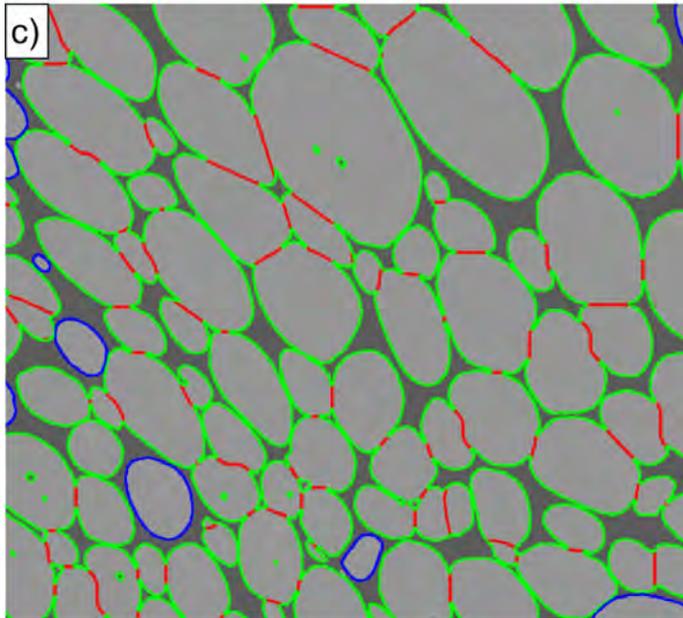
vgl. [Thome et al. \(2023\)](#)



Anwendungsbeispiel 2

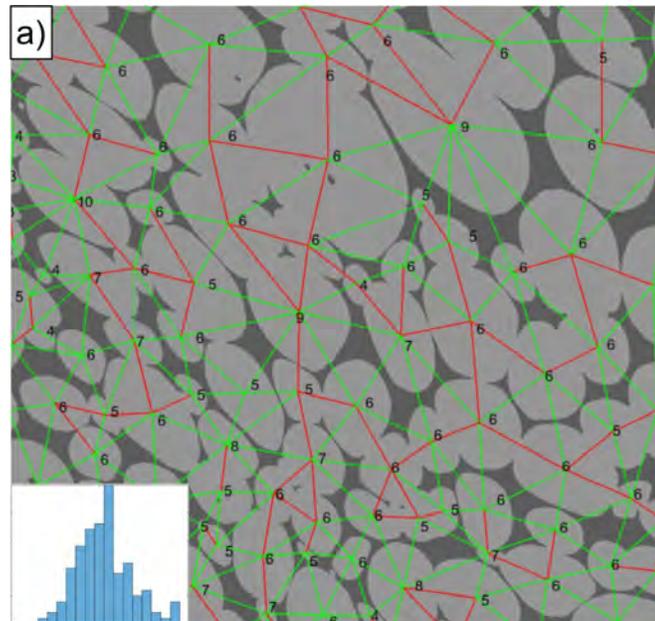
Detaillierte Charakterisierung einer elektronenmikroskopischen Mikrografie

Auswertung der Relations-Entitäten

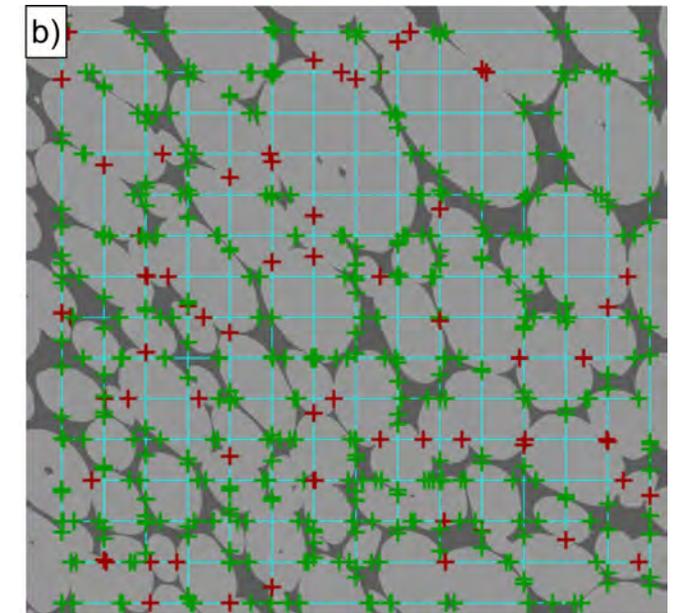


Partikel-Oberflächenbenetzung

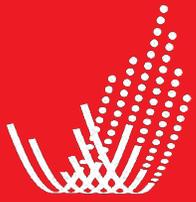
vgl. [Thome et al. \(2023\)](#)



Nachbarschaftsbeziehungen



Automatisiertes
Linienchnittverfahren



Effizienz-Audit und ESG Reporting

Wer Daten hat, kann evidenzbasiert entscheiden: Wie effizient läuft mein Prozess? Automatisierte Datennahme ermöglicht automatisiertes Reporting: etwa zur CSRD

- Bestimmen Sie individuelle KPIs wie die Overall Equipment Efficiency (OEE) in Echtzeit
- Betrachten Sie historische Analyse-Zeiträume und gewinnen Sie sie Insights zu Performance und Aussteuerung Ihrer Betriebsabläufe
- Leiten Sie datengestützte Handlungsempfehlungen für Ihre Prozesssteuerung ab:
 - Wo müssen Bottlenecks beseitigt werden?
 - Welche Prozessschritte sind am anfälligsten für Fehler und/oder Verzögerungen?
 - Und wie kann ich aus dieser Datenanalyse lernen, um meine Prozesse zu streamlinen?

Ab 2026 ist auch für Unternehmen unter 250 Mitarbeitenden bzw. weniger als 40 Mio. Euro Jahresumsatz oder 20 Mio. Euro Bilanzsumme die Umsetzung der European Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) gesetzlich vorgeschrieben.

Automatisieren Sie die Erstellung der entsprechenden Reports von Anfang an und vermeiden Sie somit zusätzliche, wiederkehrende Kosten für ESG-Bilanzen.

Datengetriebene Unternehmensführung



Domänenwissen

Prozessverständnis im industriellen Umfeld

- Maschinen- und Anlagentechnik
- Mechanische Fertigung und Montage
- Individual- und Serienproduktion
- Produktionsplanung und -steuerung
- Logistik
- Instandhaltung

Data-Mining

Technische Expertise in der Generierung, Extraktion und Handhabung von Daten

- Sensorik/ Aktorik
- Datenverarbeitung
- Kommunikation
- Schnittstellen zur bestehenden IT-Infrastruktur
- Datawarehouse-Prozesse

Data-Analytics

Expertise in der Anwendung von KI-Ansätzen in der industriellen Praxis

- Explorative Visualisierung & Einsatz von Business Intelligence Tools
- Zustandserfassung, -analyse und -vorhersage
- Machine Learning/ Aufbau neuronaler Netzwerke und Trainingsmodelle
- Know-how-Digitalisierung

Industrial Analytics Lab

Industrial Analytics Lab GmbH
Königsallee 30
44789 Bochum

E-Mail: office@ial.ruhr
Internet: www.ial.ruhr
LinkedIn: [linkedin.ial.ruhr](https://www.linkedin.com/company/ial.ruhr)



Industrial Analytics Lab

Industrial Analytics Lab GmbH
Königsallee 30
D - 44789 Bochum

E-Mail: office@ial.ruhr
Telefon: +49 234 91798147
Internet: www.ial.ruhr

Handelsregister Bochum
HR-B 18488
Managing Partner: Dr. Peter-Christian Zinn