

Science becomes
reality

Flexible Datenerfassung

Ein erster Schritt zu KI-gestütztem Condition Monitoring

Flexible Datenerfassung

Ein erster Schritt zu KI-gestütztem Condition Monitoring

Condition Monitoring & Predictive Maintenance

Was verspricht man sich vom Einsatz von KI?
Warum sind fehlende Daten eine große Hürde?
Wie kann flexible Datenerfassung beitragen,
diese Hürde zu überwinden?

Flexible Datenerfassung

Was verstehen wir darunter?
Beispielen aus der Praxis

Fazit



Condition Monitoring & Predictive Maintenance

Begriffe kurz erklärt

Condition Monitoring von Anlagen

- Erkennen von kritischen Ereignissen und von Zuständen mit hohem Verschleißpotenzial
- Schnelle Reaktion kann Folgeschäden abwenden
- Diagnose der Fehler-Ursachen ermöglicht Verbesserungsmaßnahme

Predictive Maintenance

- Prognostiziert Risiken (Verschleiß, Ausfall)
- Planbarkeit von Service und Austausch reduziert Servicekosten
- Reduziert oder vermeidet ungeplante Ausfälle



Condition Monitoring & Predictive Maintenance mit KI

Was verspricht man sich vom Einsatz von KI in diesen Bereichen?

Generelle Machbarkeit

- Große Datenmengen können in Echtzeit analysiert werden
- Komplexe Muster können erkannt und zugeordnet werden (z.B. Fehlergeräusch)

Verbesserte Genauigkeit und Effizienz

Hohe Robustheit auch bei unbekanntem und wechselnden Rahmenbedingungen

- Wechselnde Umgebungsbedingungen (Temperatur, Sonneneinstrahlung, unvorhersehbare Ereignisse, ...)
- Wechselnde Betriebsparameter, schwankende Materialeigenschaften, ...



Condition Monitoring & Predictive Maintenance mit ~~KI~~ **Machine Learning**



Erfahrung
ist eine
verstandene
Wahrnehmung

Immanuel Kant
1724 – 1804

Condition Monitoring & Predictive Maintenance mit ~~KI~~ **Machine Learning**



*Erfahrung
ist eine
verstandene
Wahrnehmung*

Immanuel Kant
1724 – 1804

Machine Learning bezeichnet einen Teilbereich der KI.

Bei Machine Learning

- **lernt** ein Algorithmus/Modell **aus Erfahrungen**,
- um Aufgaben zu erfüllen und
- sich dabei zu verbessern.

Condition Monitoring & Predictive Maintenance mit ~~KI~~ **Machine Learning**



Erfahrung
ist eine
verstandene
Wahrnehmung

Immanuel Kant
1724 – 1804

Machine Learning bezeichnet einen Teilbereich der KI.

Bei Machine Learning

- **lernt** ein Algorithmus/Modell **aus Erfahrungen**,
- um Aufgaben zu erfüllen und
- sich dabei zu verbessern.

Machine Learning benötigt aussagekräftige & interpretierbare Daten.

Hürde beim Einsatz von Machine Learning... Daten!

Mangelnde Zugänglichkeit der Daten

- Fehlende Sensorik
- Erforderliche Empfindlichkeit, Sensorposition, Datenrate... noch unklar
- Fehlende Infrastruktur zum Speichern/Übertragen vorhandener Daten

Mangelnde Interpretierbarkeit der Daten

- Annotierte Daten: Abstimmung mit Echtzeit-Produktionsdaten erforderlich
- Anomalien: Interpretation?

Mangelnde Validierbarkeit der Methoden mit Daten

- Fehler oder Anomalien treten sehr selten auf

Hürde beim Einsatz von Machine Learning... Daten!

Mangelnde Zugänglichkeit der Daten

- Fehlende Sensorik
- Erforderliche Empfindlichkeit, Sensorposition, Datenrate... noch unklar
- Fehlende Infrastruktur zum Speichern/Übertragen vorhandener Daten

Flexible Sensorik

Retrofitting hochwertiger Sensorik, Aufzeichnung von Rohdaten

Mangelnde Interpretierbarkeit der Daten

- Annotierte Daten: Abstimmung mit Echtzeit-Produktionsdaten erforderlich
- Anomalien: Interpretation?

Mangelnde Validierbarkeit der Methoden mit Daten

- Fehler oder Anomalien treten sehr selten auf

Hürde beim Einsatz von Machine Learning... Daten!

Mangelnde Zugänglichkeit der Daten

- Fehlende Sensorik
- Erforderliche Empfindlichkeit, Sensorposition, Datenrate... noch unklar
- Fehlende Infrastruktur zum Speichern/Übertragen vorhandener Daten

Mangelnde Interpretierbarkeit der Daten

- Annotierte Daten: Abstimmung mit Echtzeit-Produktionsdaten erforderlich
- Anomalien: Interpretation?

Mangelnde Validierbarkeit der Methoden mit Daten

- Fehler oder Anomalien treten sehr selten auf

Flexible Sensorik

Retrofitting hochwertiger Sensorik, Aufzeichnung von Rohdaten

Flexible Datenanbindung

Schnittstelle zur Aufnahme bestehender Sensorik, Anbindung zu vorhandenen Prozessdaten

Hürde beim Einsatz von Machine Learning... Daten!

Mangelnde Zugänglichkeit der Daten

- Fehlende Sensorik
- Erforderliche Empfindlichkeit, Sensorposition, Datenrate... noch unklar
- Fehlende Infrastruktur zum Speichern/Übertragen vorhandener Daten

Mangelnde Interpretierbarkeit der Daten

- Annotierte Daten: Abstimmung mit Echtzeit-Produktionsdaten erforderlich
- Anomalien: Interpretation?

Mangelnde Validierbarkeit der Methoden mit Daten

- Fehler oder Anomalien treten sehr selten auf

Flexible Sensorik

Retrofitting hochwertiger Sensorik, Aufzeichnung von Rohdaten

Flexible Datenanbindung

Schnittstelle zur Aufnahme bestehender Sensorik, Anbindung zu vorhandenen Prozessdaten

Flexible Auswertung

Schnelle Vorauswertung und Visualisierung

Hürde beim Einsatz von Machine Learning... Daten!

Mangelnde Zugänglichkeit der Daten

- Fehlende Sensorik
- Erforderliche Empfindlichkeit, Sensorposition, Datenrate... noch unklar
- Fehlende Infrastruktur zum Speichern/Übertragen vorhandener Daten

Mangelnde Interpretierbarkeit der Daten

- Annotierte Daten: Abstimmung mit Echtzeit-Produktionsdaten erforderlich
- Anomalien: Interpretation?

Mangelnde Validierbarkeit der Methoden mit Daten

- Fehler oder Anomalien treten sehr selten auf

Flexible Sensorik

Retrofitting hochwertiger Sensorik, Aufzeichnung von Rohdaten

Flexible Datenanbindung

Schnittstelle zur Aufnahme bestehender Sensorik, Anbindung zu vorhandenen Prozessdaten

Flexible Auswertung

Schnelle Vorauswertung und Visualisierung

Flexibler Ablauf

Maschinensteuerung für gezielte Experimente

Hürde beim Einsatz von Machine Learning... Daten!

Mangelnde Zugänglichkeit der Daten

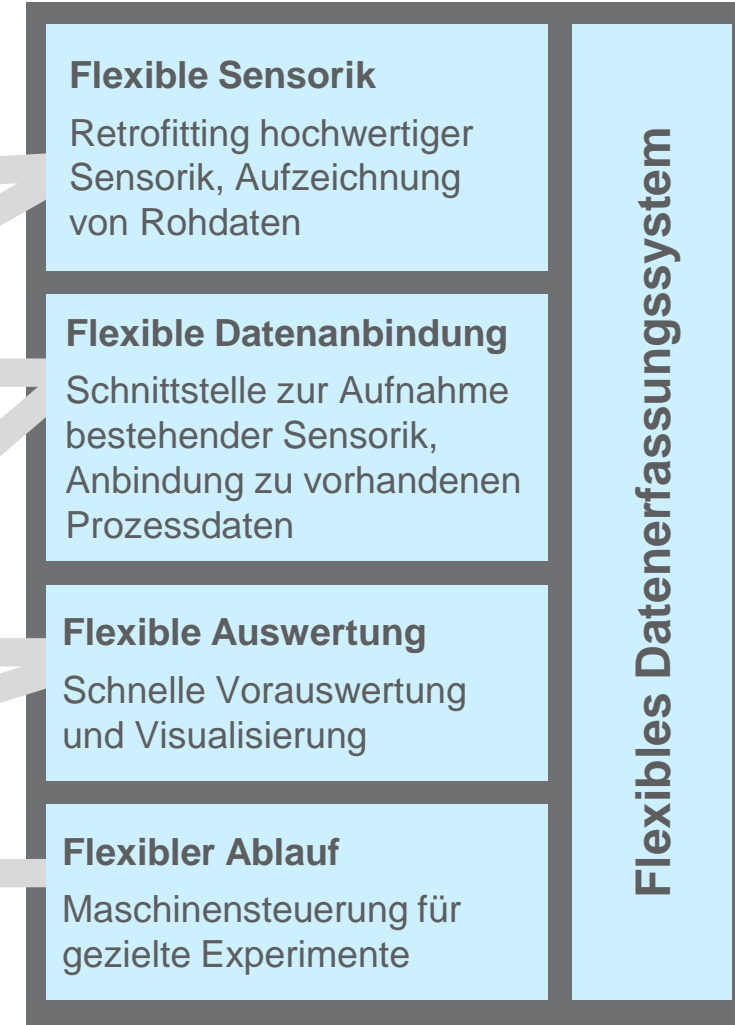
- Fehlende Sensorik
- Erforderliche Empfindlichkeit, Sensorposition, Datenrate... noch unklar
- Fehlende Infrastruktur zum Speichern/Übertragen vorhandener Daten

Mangelnde Interpretierbarkeit der Daten

- Annotierte Daten: Abstimmung mit Echtzeit-Produktionsdaten erforderlich
- Anomalien: Interpretation?

Mangelnde Validierbarkeit der Methoden mit Daten

- Fehler oder Anomalien treten sehr selten auf



Flexible Datenerfassung

Ein erster Schritt zu KI-gestütztem Condition Monitoring

Was ist Condition Monitoring & Predictive Maintenance

- Was verspricht man sich vom Einsatz von KI?
- Warum sind fehlende Daten eine große Hürde?
- Wie kann flexible Datenerfassung beitragen, diese Hürde zu überwinden?

Flexible Datenerfassung

- Was verstehen wir darunter?
- Beispielen aus der Praxis

Fazit





DisDAQ

Flexibles Datenerfassungssystem



Anwendungsfälle

- Schnelle Messkampagnen (Machbarkeit, Dimensionierung, Retrofitting ...)
- Aufbau einer Datenbasis bei laufender Produktion
- Langzeit - Condition Monitoring, Visualisierung (Cloud Based, Realtime)
- Entwurf von Algorithmen für (Vor)verarbeitung, Machine Learning
- Steuerungsaufgaben, z.B. für verschiedene Testfälle, Prüfstände

Lösung: Flexibles Datenerfassungssystem: DisDAQ

- **Distributed DAQ & Algorithms Quiver**
- Hardware: Standard-Komponenten (IPC, DAQs, Sensoren, ...)
- Software für diese Anforderungen: Linux, Robot Operating System, Docker Container, Kubernetes, ...
- Nutzung von InfluxDB als Zeitreihendatenbank und zur Visualisierung
- Erweiterbar um Container zum Test von Algorithmen und zur Visualisierung



DisDAQ

Flexibles Datenerfassungssystem



Anwendungsfälle

- Schnelle Messkampagnen (Machbarkeit, Dimensionierung, Retrofitting ...)
- Aufbau einer Datenbasis bei laufender Produktion
- Langzeit - Condition Monitoring, Visualisierung (Cloud Based, Realtime)
- Entwurf von Algorithmen für (Vor)verarbeitung, Machine Learning
- Steuerungsaufgaben, z.B. für verschiedene Testfälle, Prüfstände



Standard	Optische Sensorik	Automotive, Lokalisierung	Umwelt und Wetter
Temperatur, Druck, Stromaufnahme, Beschleunigungen, Luftschall, Körperschall Wirbelströme, Dehnung	Videokamera, Wärmebildkamera, Stereokamera, Spektrometer, Pyrometer	Position, Entfernung, Radar, Lidar, Beschleunigungen, Gyroskop, IMU	CO2-Gehalt Luftfeuchtigkeit Niederschlag Windgeschwindigkeit Windrichtung

... und jede beliebige Analog-Sensorik bis 20 MS/s



Anwendungsbeispiel

Predictive Maintenance, Fräswerkzeug

Anforderungen

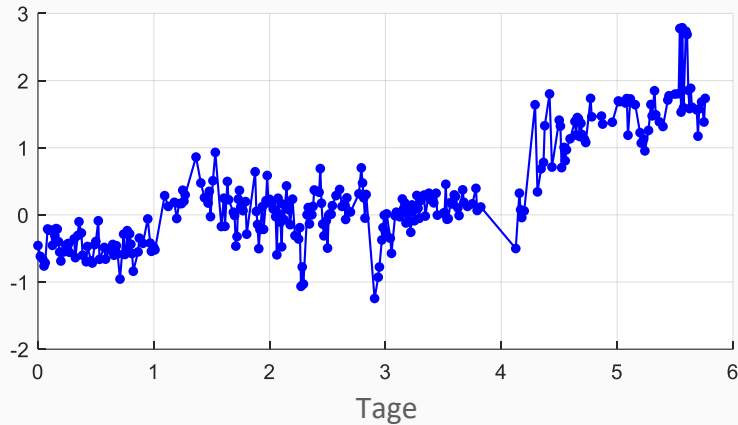
- Verschleißüberwachung für Fräswerkzeuge während der Produktion
- Werkzeug verschleißt typischerweise innerhalb weniger Tage
- Verschleiß ist u. A. materialabhängig: Annotierte Trainingsdaten nicht vorhanden

Lösung mit DisDAQ

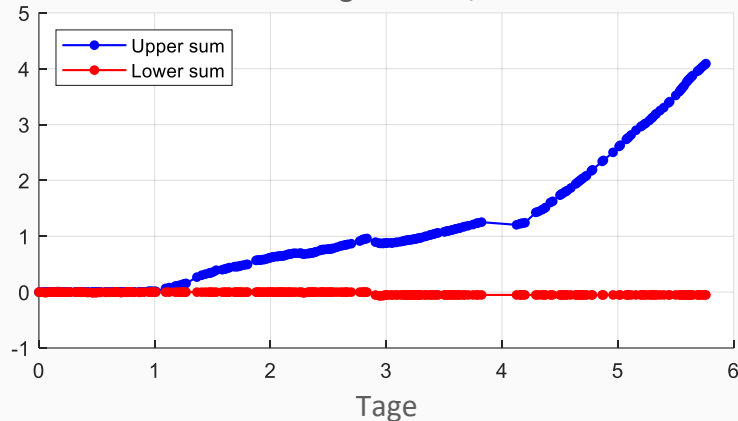
- **Datenerfassung:** Aufzeichnung von Sensordaten und Maschinendaten (Strom, Leistung,...) bei laufender Produktion
- **Auswertung:**
 - Berechnung von Kenngrößen (Features)
 - Beobachten der besten Features über längerem Zeitraum (Methode: CUSUM)
- Zunehmender Verschleiß ist gut zu erkennen.
- Teure Spezialsensorik ist nicht erforderlich.
- Mehre Datenquellen sind erforderlich.



Feature 362, Woche 4



Auswertung: CUSUM, Woche 4



Oben: Das Feature zeigt einen Zusammenhang mit der Abnutzung des Werkzeugs.

Unten: Mit der CUSUM-Methode ist eine robuste Auswertung möglich.



Produktionshalle (www.elk.at)



RFID-Antenne und passiver RFID-Tag in der Produktion.
Bild rechts: Relay-Station

Anwendungsbeispiel

Messung von Durchlaufzeiten

Ziel: Optimierte Ressourcennutzung in der Produktion

- Fertigungslinie mit hohem Anteil an manuellen Arbeitsschritten.
- Produkt: stark individualisierbare Außen- und Innenwände
- Erstellung eines Digitalen Zwillings der Fertigung (Boku), basierend auf Plandaten und auf Messdaten aus der Produktion
- Datenbasis: Nachrüsten eines flexiblen Demonstrators zur Messung der tatsächlichen Durchlaufzeiten im Vergleich zu Plandaten

Lösung mit flexiblem Datenerfassungssystem

- **Datenerfassung:** Messung der Durchlaufzeit mit passiven RFID-Tags an 10 Messpunkten entlang der Fertigung während der laufenden Produktion
 - Cloudanbindung über Relay-Station
 - Drahtlose Anbindung jedes Messpunkts zur Relay-Station
 - Flexibler Aufbau, einfach erweiterbar durch weitere Messpunkte
- **Auswertung:** Individuelle Auswertung je Arbeitstisch



Betriebsbereite Kugelmühle



Zustandsüberwachung in der Gesteinsmahlanlage mit Mobilgerät

Anwendungsbeispiel IIoT für Gesteinsmahlanlage / CEMTEC

Anforderungen

- Senkung des Energieverbrauchs der Anlage
- Optimales Mahlprodukt bei schwankender Rohmaterialqualität
- Vernetzte Zustandsüberwachung der Produktionsanlage
- Einfache Nachrüstbarkeit bei Bestandsanlagen

Lösung mit flexiblem Datenerfassungssystem

- **Datenerfassung:** Erfassen / Speichern von Daten via Cloud ohne Eingriff in die bestehende Automatisierung
- Erstellung eines physikalischen Modells für Kugelmühle und Mahlprozess
- Modellbasierte Ermittlung der optimalen Prozesszeit für eine gewünschte Produktqualität bei minimalem Energieeinsatz trotz schwankender Rohmaterialqualität



EUREKA
Test.EPS

Anwendungsbeispiel

Mobile Datenerfassung, Automotive

Anforderungen

- Belegen tatsächlicher Wetterbedingungen beim Test von ADAS/AD Systemen
- Datenerfassung und Speicherung von Rohdaten während der Fahrt

Lösung mit DisDAQ

- **Datenerfassung:** Spezielsensorik
 - WS400 Wetterstation: Temperatur, Luftfeuchte, Niederschlag (Art, Intensität), Luftdruck, Straßenzustand, ...
 - Straßenzustand
 - 2D Ultraschall Windsensor
 - Niederschlagssensor
 - 5G mobile Kommunikation



Hochwertige Wettersensorik, montiert am Autodach (Bild oben) und im Einsatz auf der DigiTrans Teststrecke (Bild rechts)

Flexible Datenerfassung

Ein erster Schritt zu KI-gestütztem Condition Monitoring

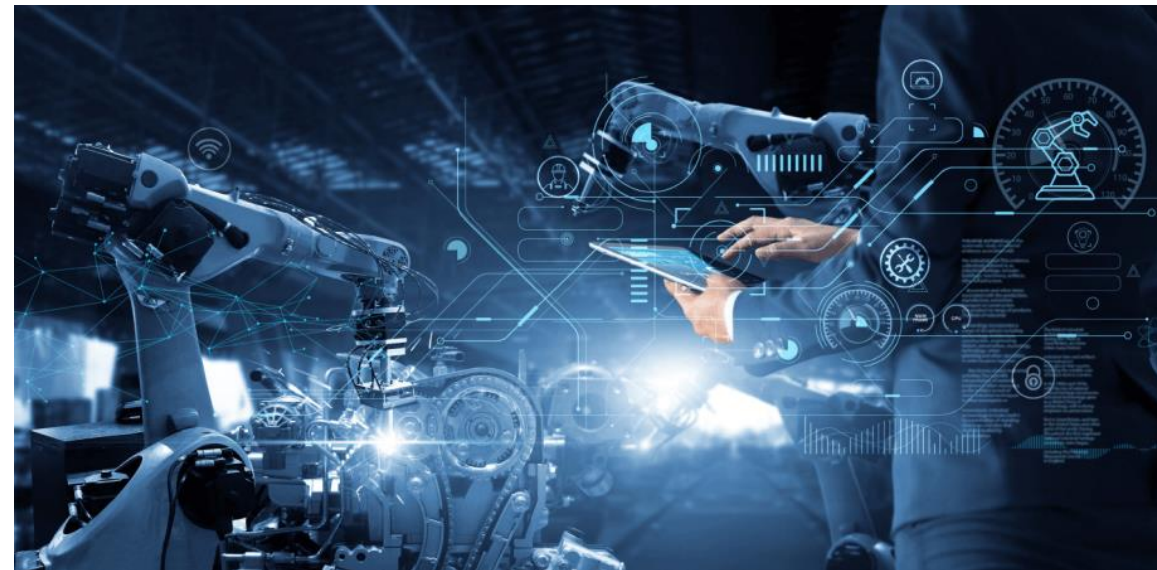
Condition Monitoring & Predictive Maintenance

- Was verspricht man sich vom Einsatz von KI?
- Warum sind fehlende Daten eine große Hürde?
- Wie kann flexible Datenerfassung beitragen, diese Hürde zu überwinden?

Flexible Datenerfassung

- Was verstehen wir darunter?
- Beispielen aus der Praxis

Fazit



Fazit

Flexible Datenerfassung - Ein erster Schritt zu KI-gestütztem Condition Monitoring

KI ermöglicht viele neue Anwendungsfälle in Qualitätssicherung und Zustandsüberwachung

Flexible Datenerfassung ermöglicht

- ... schnellen Einstieg in die Thematik
- ... Nutzen von bestehender Sensorik
- ... Testbetrieb/Auswahl von zusätzlicher Sensorik
- ... Schnittstelle zu betrieblichem Informationssystem

Wir würden Ihnen gerne noch mehr erzählen...

- ... Machine Learning
- ... Embedded Sensorik
- ... Anomalie-Erkennung



Fördergeber



Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Bundesministerium
Digitalisierung und
Wirtschaftsstandort



SYMBIOTIC MECHATRONIC IS
PART OF THE COMET PROGRAM
THE COMET PROGRAM
IS ADMINISTRATED BY FFG



This project has received funding from the Eurostars-2 joint programme with co-funding from the European Union Horizon 2020 research and innovation programme

eurostars™

The project Test.EPS is funded by the Austrian Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology (BMK/FFG) and the Hungarian National Research, Development and Innovation Office (DRPI) via the EUREKA network.







Bleiben wir in
Kontakt

DI Dr. Veronika Putz
Team Lead „Data Analysis & AI“

T +43 732 2468 – 6144
E veronika.putz@lcm.at

Linz Center of Mechatronics GmbH
Altenberger Straße 69, 4040 Linz Austria
+43 732 2468-6002

 www.lcm.at

 www.linkedin.com/company/linz-center-of-mechatronics

 www.facebook.com/linzcenterofmechatronics