

Flexible Datenerfassung – ein erster Schritt zu KI-gestütztem Condition Monitoring

Veronika Putz

Business Area Manager „Sensors & Communication“
Linz Center of Mechatronics GmbH

25.3.2025

Flexible Datenerfassung – ein erster Schritt zu KI-gestütztem Condition Monitoring

- **LCM – Wir über uns**
- Vorteile | Herausforderungen bei Digitalisierung von Bestandsanlagen. Wie können Herausforderungen überwunden werden?
- Beispiele aus der Praxis
- Zusammenfassung



Linz Center of Mechatronics GmbH – Wir über uns

STANDORT
LINZ

MITARBEITER
121

GEGRÜNDET
2001

Science becomes reality

Linz Center of Mechatronics GmbH – Wir über uns



Industrial IoT

Wireless Communication

Commercial and proprietary

Edge computing

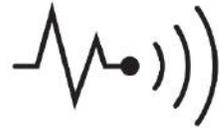
Signal Processing
Feature extraction
Data reduction

Energy harvesting

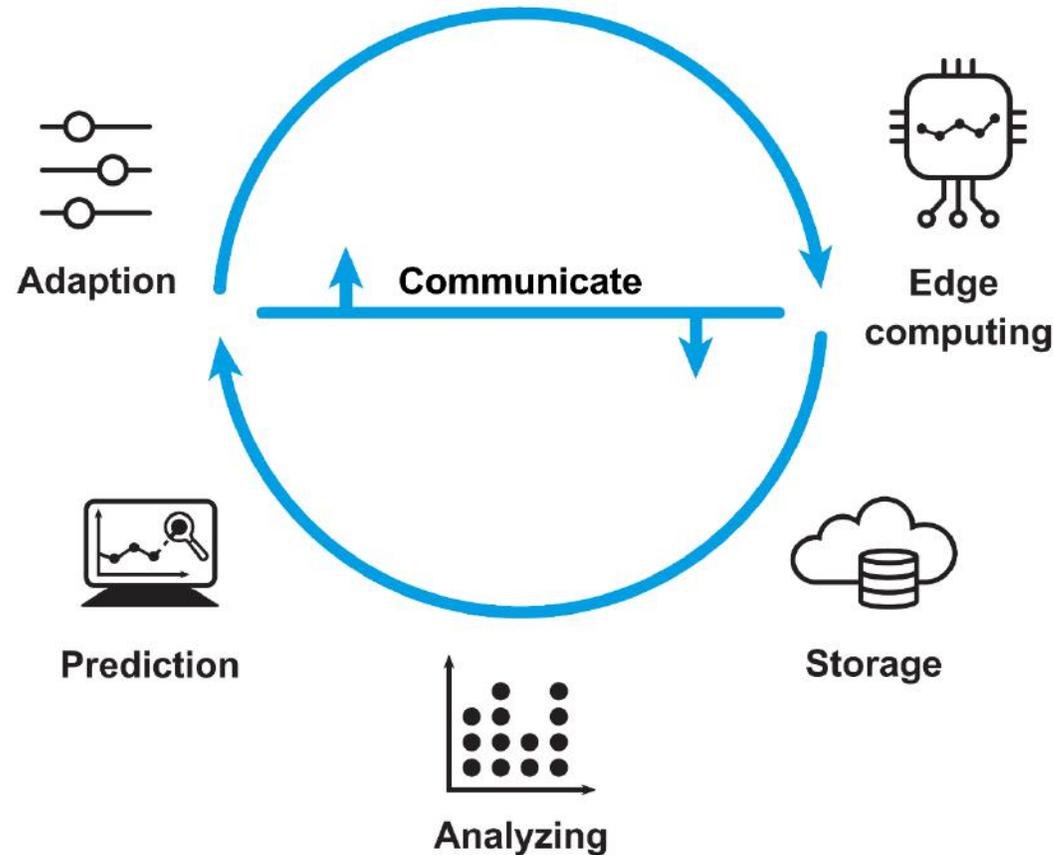
Characterization
Development

Electronics Development

Schematic & PCB
Software



Sensor integration



AI & Data Analytics

Data Acquisition, Data Lake

Condition Monitoring

Observation of current operation conditions

Predictive Maintenance

Fault detection and classification
Anomaly detection
Remaining lifetime estimation

Localization & Tracking

RF Localization
Object localization and tracking in videos
Odometry & SLAM using Lidar, Radar & Cameras
Pattern recognition
Gesture recognition for HMI

Flexible Datenerfassung – ein erster Schritt zu KI-gestütztem Condition Monitoring

- LCM – Wir über uns
- **Vorteile | Herausforderungen bei Digitalisierung von Bestandsanlagen. Wie können Herausforderungen überwunden werden?**
- Beispiele aus der Praxis
- Zusammenfassung



Digitalisierung und Überwachung von Bestandssystemen

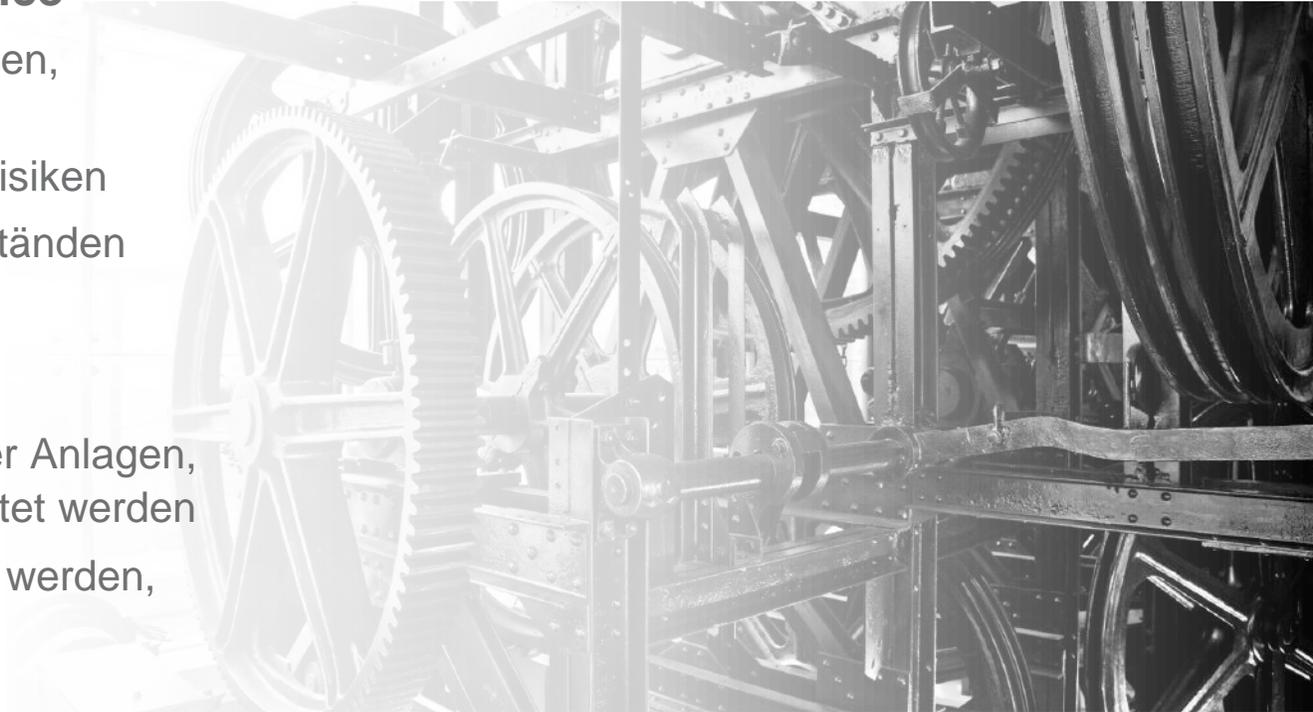
Welche Vorteile verspricht man sich?

Condition Monitoring und Predictive Maintenance

- Erkennen von kritischen Ereignissen und Bedingungen, die einen hohen Verschleiß verursachen
- Diagnose von Störungsursachen, Vorhersage von Risiken
- Reduktion von Servicekosten und ungeplanten Stillständen

Einsatz von Machine Learning

- Große Datensätze von verschiedenen Zuständen der Anlagen, Produkte oder Umweltbedingungen können verarbeitet werden
- Komplexe Muster können analysiert und klassifiziert werden, ohne sie detailliert beschreiben zu müssen (z. B. Maschinengeräusch)



Digitalisierung und Überwachung von Bestandssystemen

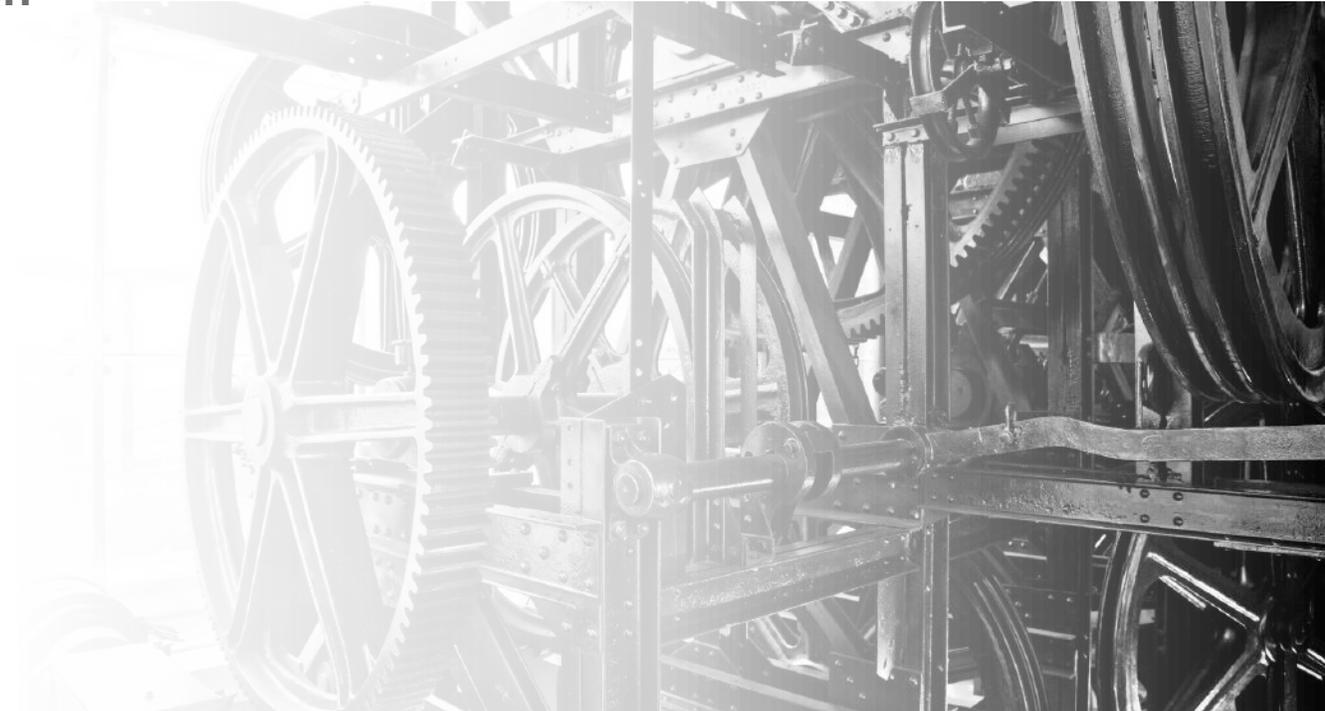
Welche Hürden gibt es dabei?

Fehlende Daten und fehlender Zugang zu Daten

- **Entscheidende Daten** werden nicht aufgezeichnet
- **Die Messposition ist nicht zugänglich**
Raue Einsatzumgebung, ...
- **Fehlende Infrastruktur in der Anlage**
(Stromversorgung, Datenspeicherung...)
- **Nötige Messparameter nicht bekannt**
(Empfindlichkeit, Dynamikbereich, Messfrequenz, Sensorposition, ...)

Mangelnde Interpretierbarkeit der Daten

- Machine Learning benötigt Hintergrundwissen und annotierte Daten
- Fehler / Anomalien sehr selten



Digitalisierung und Überwachung von Bestandssystemen

Wie können die Hürden überwunden werden?

Fehlende Daten und fehlender Zugang zu Daten

- **Entscheidende Daten** werden nicht aufgezeichnet
- **Die Messposition ist nicht zugänglich**
Rauhe Einsatzumgebung, ...
- **Fehlende Infrastruktur in der Anlage**
(Stromversorgung, Datenspeicherung...)
- **Nötige Messparameter nicht bekannt**
(Empfindlichkeit, Dynamikbereich, Messfrequenz, Sensorposition, ...)

Retrofitting (smarter) Sensoren

- **Nicht-invasive Sensoren**
Vibration, Temperatur, ...
- **Smarte Sensoren:** drahtlos, energieautark, für spezielle Einsatzbedingungen ...
- **Laborkomponenten**

Retrofitting eines DAQ-Systems

- **Digitalisierung** bestehender Sensoren und Datenquellen
- **Lokale Datenvorverarbeitung**
- **Schnittstelle** zu Maschinen- und Produktionsdaten

Mangelnde Interpretierbarkeit der Daten

- Machine Learning benötigt Hintergrundwissen und annotierte Daten
- Fehler / Anomalien sehr selten

Flexibles Rapid-Prototyping

- **Integration aller Datenquellen**
- **Steuerung der Anlage** für ausgewählte Experimente

Digitalisierung und Überwachung von Bestandssystemen

Wie können die Hürden überwunden werden?

Fehlende Daten und fehlender Zugang zu Daten

- **Entscheidende Daten** werden nicht aufgezeichnet ✓
- **Die Messposition ist nicht zugänglich** ✓
Rauhe Einsatzumgebung, ...
- **Fehlende Infrastruktur in der Anlage** ✓
(Stromversorgung, Datenspeicherung...)
- **Nötige Messparameter nicht bekannt** ✓
(Empfindlichkeit, Dynamikbereich, Messfrequenz, Sensorposition, ...)

Mangelnde Interpretierbarkeit der Daten

- Machine Learning benötigt Hintergrund- ✓
Wissen und annotierte Daten
- Fehler / Anomalien sehr selten ✓

FLEXIBLE DATENERFASSUNG

Retrofitting (smarter) Sensoren

- **Nicht-invasive Sensoren**
Vibration, Temperatur, ...
- **Smarte Sensoren:** drahtlos, energieautark, für spezielle Einsatzbedingungen ...
- **Laborkomponenten**

Retrofitting eines DAQ-Systems

- **Digitalisierung** bestehender Sensoren und Datenquellen
- **Lokale Datenvorverarbeitung**
- **Schnittstelle** zu Maschinen- und Produktionsdaten

Flexibles Rapid-Prototyping

- **Integration aller Datenquellen**
- **Steuerung der Anlage** für ausgewählte Experimente

Flexible Datenerfassung – ein erster Schritt zu KI-gestütztem Condition Monitoring

- LCM – Wir über uns
- Vorteile | Herausforderungen bei Digitalisierung von Bestandsanlagen. Wie können Herausforderungen überwunden werden?
- **Beispiele aus der Praxis**
- Zusammenfassung



Flexible Datenerfassung – ein erster Schritt zu KI-gestütztem Condition Monitoring

- LCM – Wir über uns
- Vorteile | Herausforderungen bei Digitalisierung von Bestandsanlagen. Wie können Herausforderungen überwunden werden?
- **Beispiele aus der Praxis**
 - **Retrofitting Smarter Sensoren**
 - Flexible Rapid-Prototyping Plattform
 - Anwendungen Machine Learning
- Zusammenfassung





SensorTag für die drahtlose Datenerfassung



Beispiel: Smarter Sensor ohne Installationsaufwand

Sensortechnik + Künstliche Intelligenz

Anforderungen

- Nicht-invasiver drahtloser Sensor für vibrationsbasierte Zustandsüberwachung
- Einsatz bei hohen Umgebungstemperaturen in einer Maschinenhalle
- Drahtlose Datenübertragung, Minimaler Wartungsaufwand (batteriebetrieben, mit Demontage-/Montagealarm)

Lösung

- Minimaler Energieverbrauch durch Funkprotokolloptimierung
- Cloudbasierte Datenbewertung mit Künstlicher Intelligenz
- Fertigung Prototyp
- Durchführung von Anwendungstest



*Drahtlose
Sensorknoten
mit Pt100 Sensoren*

Beispiel: Energieautarker Smarter Sensor im rauen Umfeld

Drahtlose Messdatenerfassung

Anforderungen

- Unterstützung von verschiedenen Temperatursensoren
- Drahtlose Kommunikation
- Versorgung mittels Energy-Harvesting
- Erfassen von Prozesstemperaturen mit Thermoelementen
- Energieoptimierung durch genaue Prozessdaten

Lösung

- Anpassung der Sensoriklösung an spezifischen Anwendungsfall
- Energieeffiziente Elektronik und Software-Implementierung
- Elektronikentwicklung
- Entwicklung Funkprotokoll



This project has received funding from the European Union's Horizon EUROPE research and innovation programme under Grant Agreement No 101058174 "TRINEFLEX".

Flexible Datenerfassung – ein erster Schritt zu KI-gestütztem Condition Monitoring

- LCM – Wir über uns
- Vorteile | Herausforderungen bei Digitalisierung von Bestandsanlagen. Wie können Herausforderungen überwunden werden?
- **Beispiele aus der Praxis**
 - Retrofitting Smarter Sensoren
 - **Flexible Rapid-Prototyping Plattform**
 - Anwendungen Machine Learning
- Zusammenfassung





Beispiel: Flexible Rapid Prototyping Plattform DisDAQ - Distributed DAQ & Algorithms Quiver

Anwendungsfälle

- Hard- und Softwarelösung für schnelle Messkampagnen
- Langzeit- Condition Monitoring mit Visualisierung (Cloud Based, Realtime)
- Grundlage zum Aufbau einer aussagekräftigen Datenbasis und zur Entwicklung von Machine-Learning Lösungen
- Steuerungsaufgaben, z.B. für verschiedene Testfälle, Prüfstände

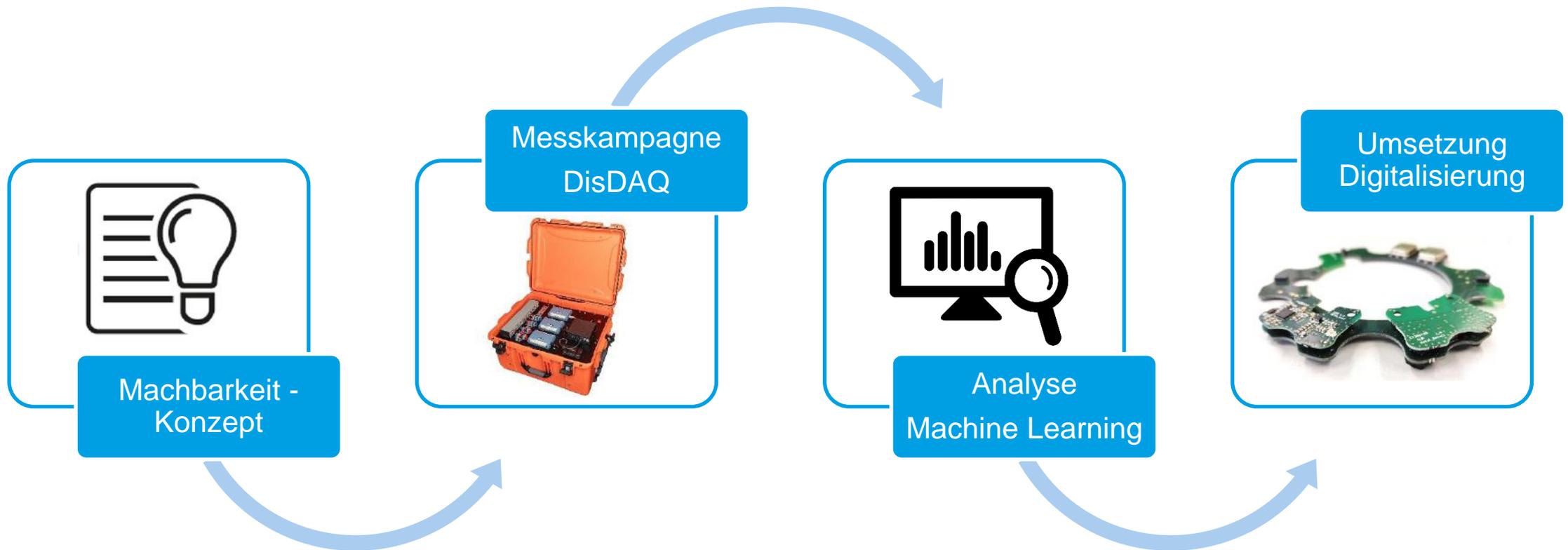


Verfügbare Sensorik

- Optische Sensorik (Video, Wärmebild, Stereokamera, Spektrometer,...)
- Schall, Vibration, Gyroskop, Wirbelstromsensor, Gyroskop, IMU
- Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Niederschlag, Windgeschwindigkeit, CO2
- Position, Entfernung, Radar, Lidar, Distanz, UHF RFID
- ... beliebige Analog-Sensorik bis 20 MS/s

Vorgehensweise

Nutzen einer Rapid Prototyping Plattform



Beispiel: Einsatz der Rapid Prototyping Plattform

DisDAQ – Messung von Durchlaufzeiten



Produktionshalle (www.elk.at)

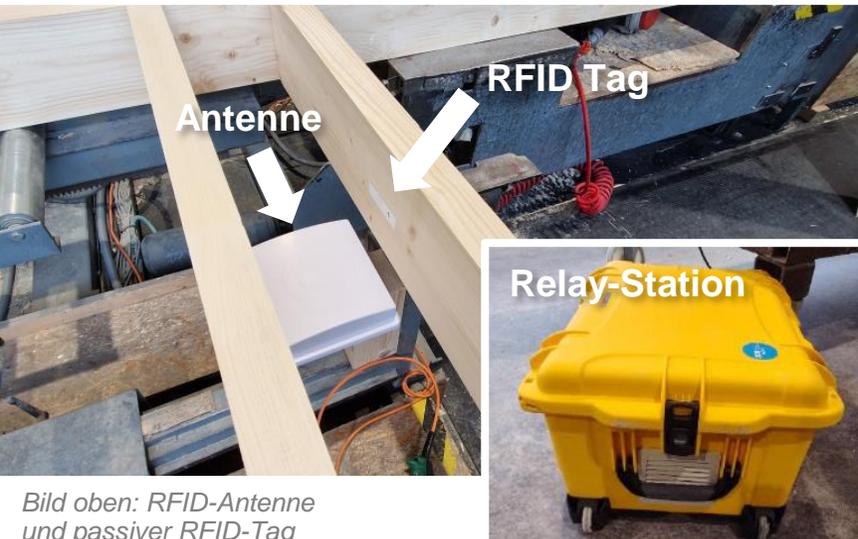


Bild oben: RFID-Antenne und passiver RFID-Tag in der Produktion.
Bild rechts: Relay-Station

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 DisDAQ

- **Datenerfassung:** Messung der Durchlaufzeit mit RFID-Tags an 10 Messpunkten während der laufenden Produktion
 - Cloudanbindung über Relay-Station (LTE)
 - Drahtlose Anbindung jedes Messpunkts zur Relay-Station (WLAN)
 - Flexibler Aufbau, einfach erweiterbar durch weitere Messpunkt



EUREKA
Test.EPS

Beispiel: Flexible Rapid Prototyping Plattform 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)

Science becomes reality

Flexible Datenerfassung – ein erster Schritt zu KI-gestütztem Condition Monitoring

- LCM – Wir über uns
- Vorteile | Herausforderungen bei Digitalisierung von Bestandsanlagen. Wie können Herausforderungen überwunden werden?
- **Beispiele aus der Praxis**
 - Retrofitting Smarter Sensoren
 - Flexible Rapid-Prototyping Plattform
 - **Anwendungen Machine Learning**
- Zusammenfassung



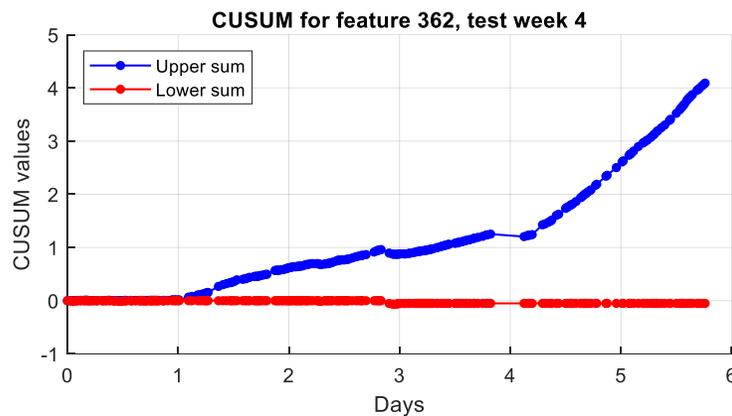
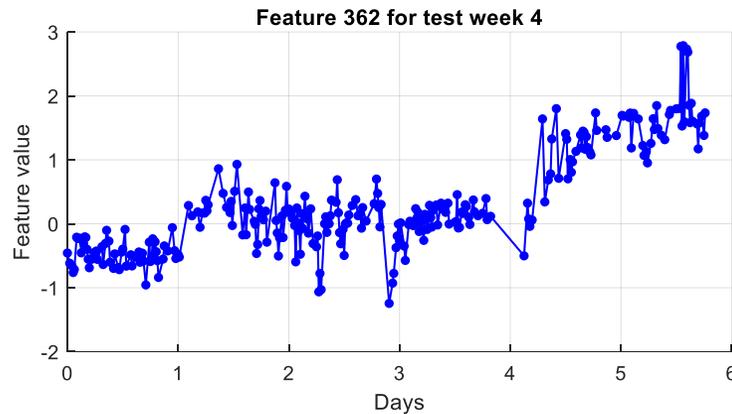
Anomalieerkennung bei Fräswerkzeugen

Anforderungen

- Verschleißüberwachung für Fräswerkzeuge während der Produktion
- Aufzeichnung unterschiedlicher Sensordaten, zusätzlich Aufnahme von Maschinendaten (Strom, Leistung,...)
- Werkzeug nutzt abhängig vom bearbeiteten Material unterschiedlich ab, **keine annotierten Trainingsdaten für den Verschleiß vorhanden**

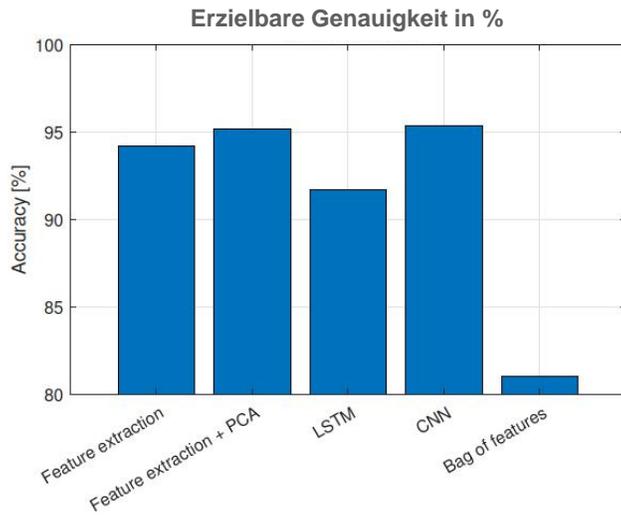
Lösung mit Machine Learning

- Testdatenakquisition in laufender Produktion
- Rein datenbasierter Ansatz
- Berechnung von geeigneten Kenngrößen
- Beobachten dieser Features (Methode: CUSUM)
- Zunehmender Verschleiß ist gut zu erkennen



 Pichler, K. *Condition monitoring system for the edge cutting tool in laminate flooring production*. Master Thesis, Johannes Kepler University Linz, 2023.

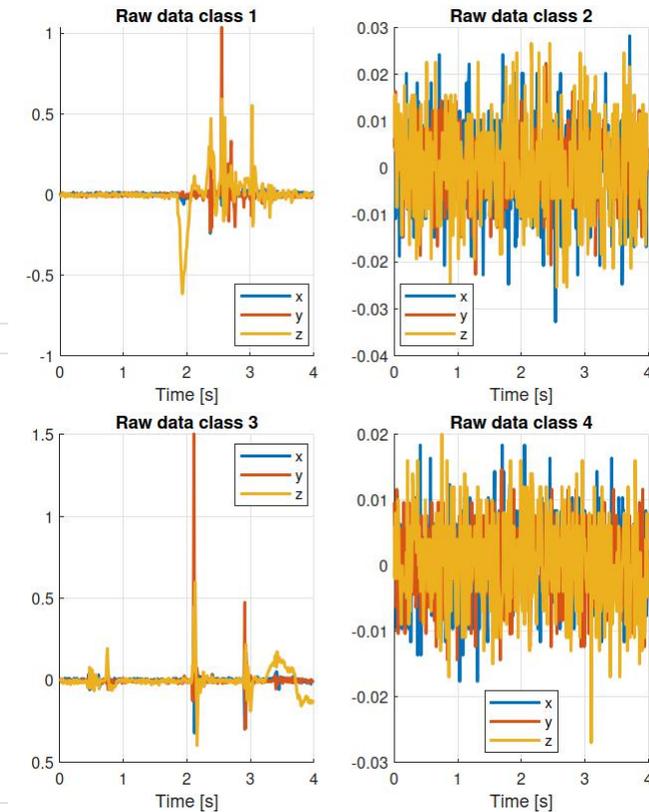
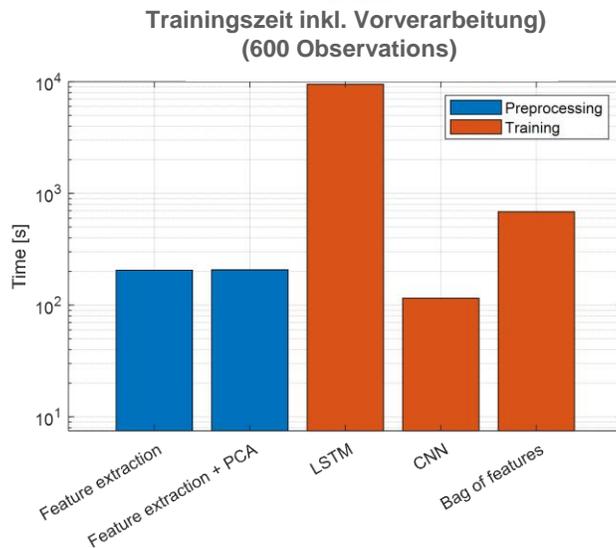
 Pichler, K. et al: *Wear detection for a cutting tool based on feature extraction and multivariate regression*. IEEE IRI, 2024.



Zykluserkennung im Spritzguss

Anforderungen

- Automatisiertes Erkennen der einzelnen Phasen im Spritzgusszyklus mit Vibrationsdaten, die mit Clamp-on Tag aufgezeichnet wurden (Schließen, Plastifizieren, Auswerfen, Leerlauf)
- Daten von **54 verschiedenen Produkten** auf **16 verschiedenen Maschinen**, betrieben von **verschiedenen Produzenten**



Lösung mit Machine Learning

- Vergleich von verschiedenen KI-Methoden im Zeit- und im Bildbereich
- Hohe Genauigkeiten (> 90%) trotz wechselnder Rahmenbedingungen erzielbar
- Große Abweichungen bei Rechenzeiten für Vorverarbeitung, Training und Anwendung

Pichler, K., et al: State Classification in Injection Molding Cycles using Transformation of Acceleration Data into Images. IEEE Int. Conf. on Information Reuse and Integration for Data Science (IRI), 2023.

Zusammenfassung

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





Bleiben wir in
Kontakt

DI Dr. techn. Veronika PUTZ

Business Area Manager „Sensors & Communication“

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