Anomalieerkennung an Altanlagen durch minimale Hardwarenachrüstung und Data Analytics

Vortrag am 32. Instandhaltungsforum der ÖVIA Österreichische Vereinigung für Instandhaltung und Anlagenwirtschaft

DI Robert Bernerstätter, DI Rene Hirschmugl

Leoben, 11.10.2018

Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

Inhalt

- **Beschreibung des Fallbeispiels**
- **Hardware**
  - Vorhandene Hardware
  - Neu installierte Hardware
  - Datenübertragung
- **Vorhersagemodell**
  - Vorgehen
  - Anomalieerkennung
- **Implementierung**

Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

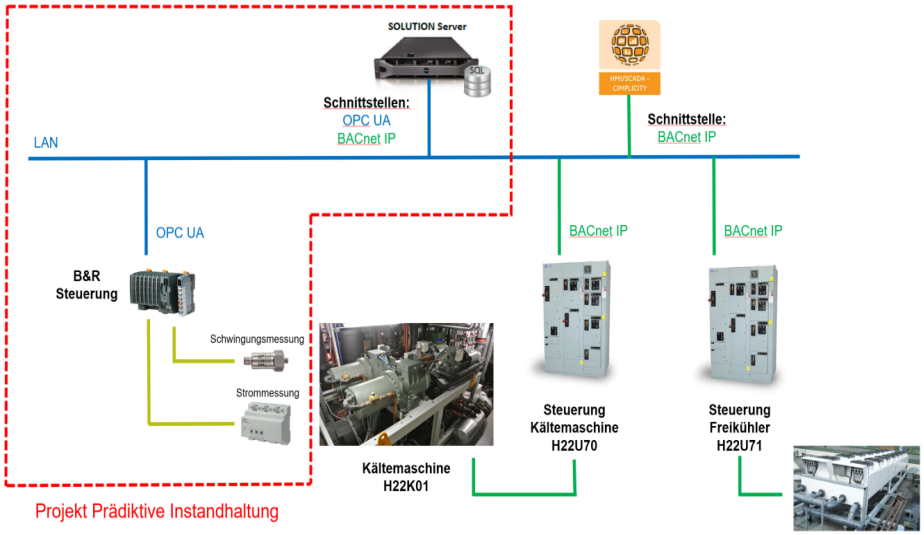
Projektbeschreibung

- **Ausgangssituation**
  - Ein Projekt im Rahmen der Smart Factory @ Magna Steyr
  - Aktuell gibt es einen hohen Anteil zeitabhängiger Instandhaltung
  - Zeitabhängige Instandhaltung verursacht bei vielen Anlagen hohe Kosten
  - Keine intelligente Maschinen- und Prozessdatenauswertung

- **Zielsetzung des Projekts**
  - Nicht mit „Big Data“ beginnen, sondern mit „Little Data“ lernen und Erfahrung sammeln
  - Vorgangsweise für eine Modellbildung von bestehenden Anlagen und Neuanlagen festlegen
  - Verbesserte Grundlage für Auswahl der richtigen IH-Strategie schaffen

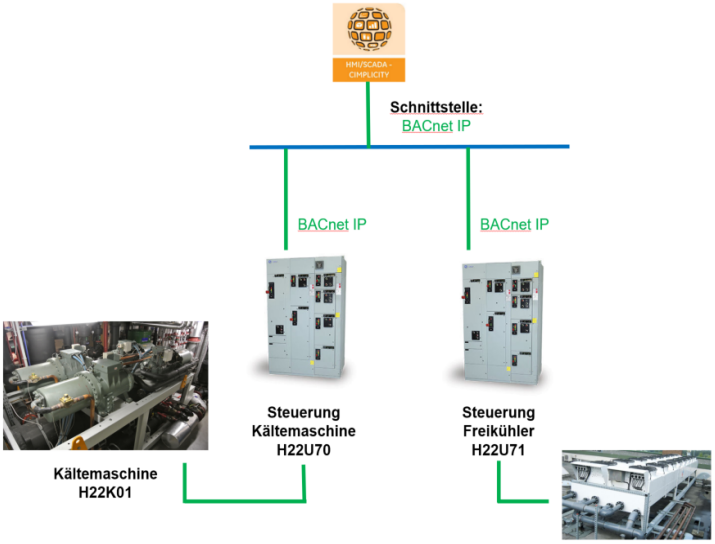
Systemaufbau

- **System parallel zu Bestandssystem**
- **Nutzung bestehender Steuerungen über diverse Protokolle**
- **Installation neuer Steuerung und Sensorik**



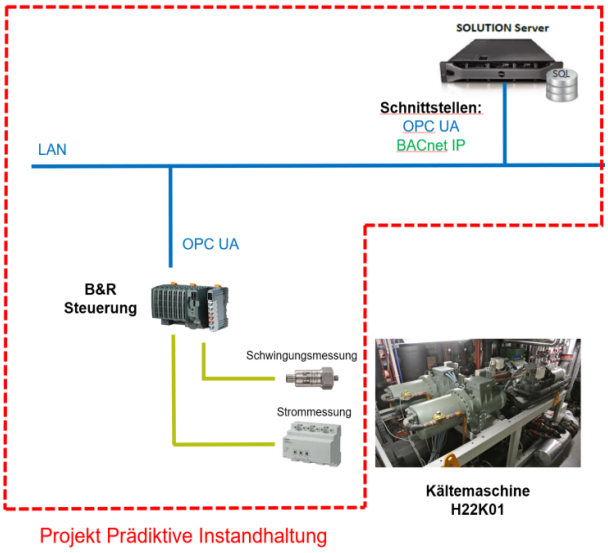
Vorhandene Hardware

- **SCADA-System: Cimplicity**
- **Steuerungen: Johnson Control**
- **Daten: Nur Prozessdaten der Kältemaschinen und Summenstörungen**
  - Vor-/Rücklauftemperaturen
  - Drücke
  - Betriebsmeldungen der Verdichter



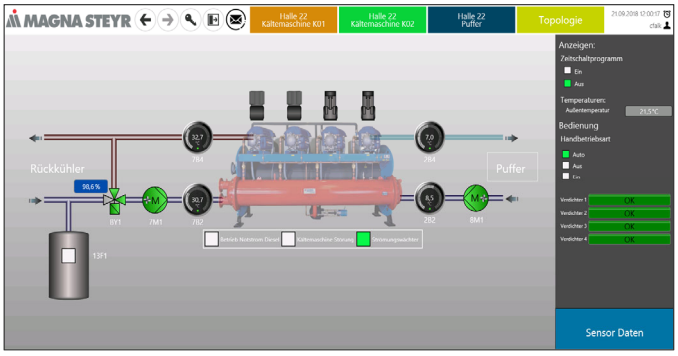
Neue Hardware

- **Solution Server**
  - SQL-Datenbank für Datenerfassung
  - Online-Berechnung des Modells
  - Fernalarmierung per MAIL / SMS
- **B&R Steuerung**
  - CP1584
  - CM-Modul für Schwingungsmessung
  - AP-Modul für Strommessung
- **Schwingungssensoren**
  - je Verdichter
- **Stromwandler**
  - je Verdichter

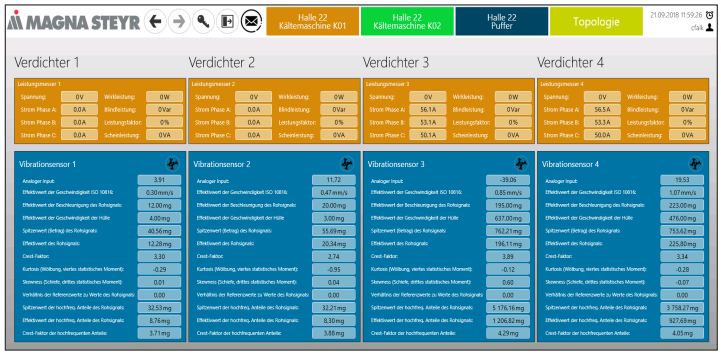


Datenerfassung

- **Kommunikationsprotokolle**
  - OPC UA
  - BACnet (Bestandssteuerungen)



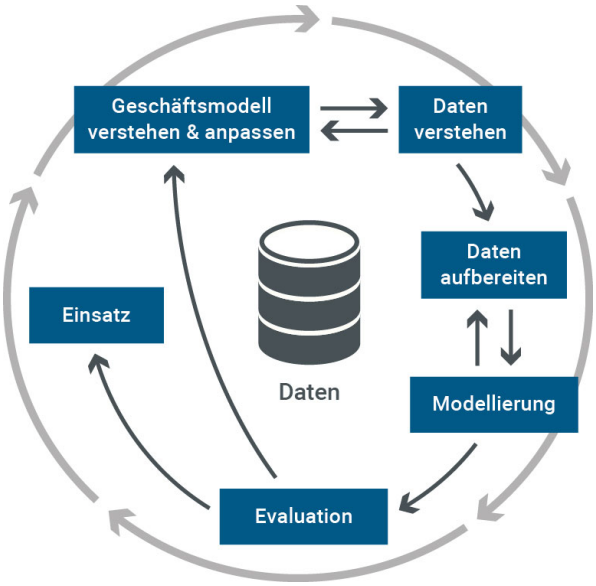
- **Datenaufzeichnung**
  - Bei Wertänderung (1. Ansatz)
  - In fixen Zeitabständen



- **Datenexport**
  - Excel (Rohwerte und Interpolationen)

Vorgehen nach CRISP-DM

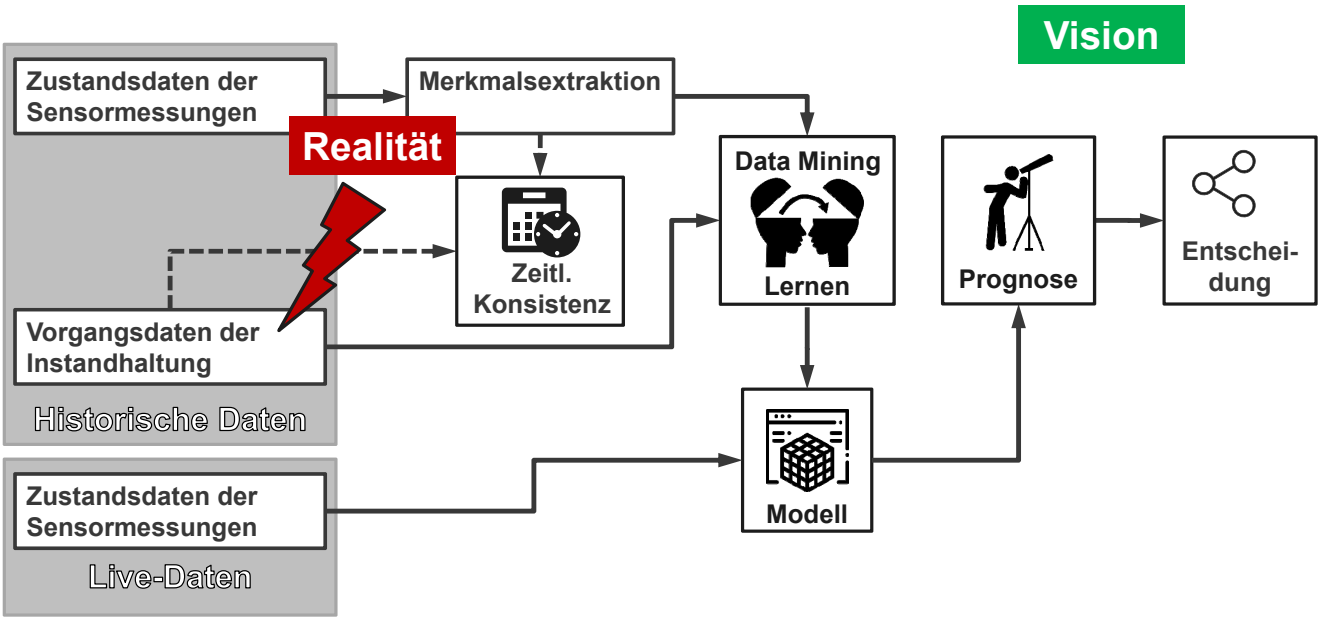
- **Geschäftsmodell verstehen**
  - Projektziele klären und als Data Mining Problem definieren.
- **Daten verstehen**
  - Daten sammeln und evaluieren. Erste Muster erkennen und ggf. Anpassungen vornehmen.
- **Daten aufbereiten**
  - Daten für das Programm und den Algorithmus vorbereiten.
- **Modellierung**
  - Passende Algorithmen zur Zielerreichung anwenden und Parameter kalibrieren.
- **Evaluation**
  - Testen der Ergebnisse auf Zielerreichung und Entscheidung über den Einsatz.
- **Einsatz**
  - Maßnahmen zur Integration in den operativen Ablauf.



Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

Erster Modellansatz

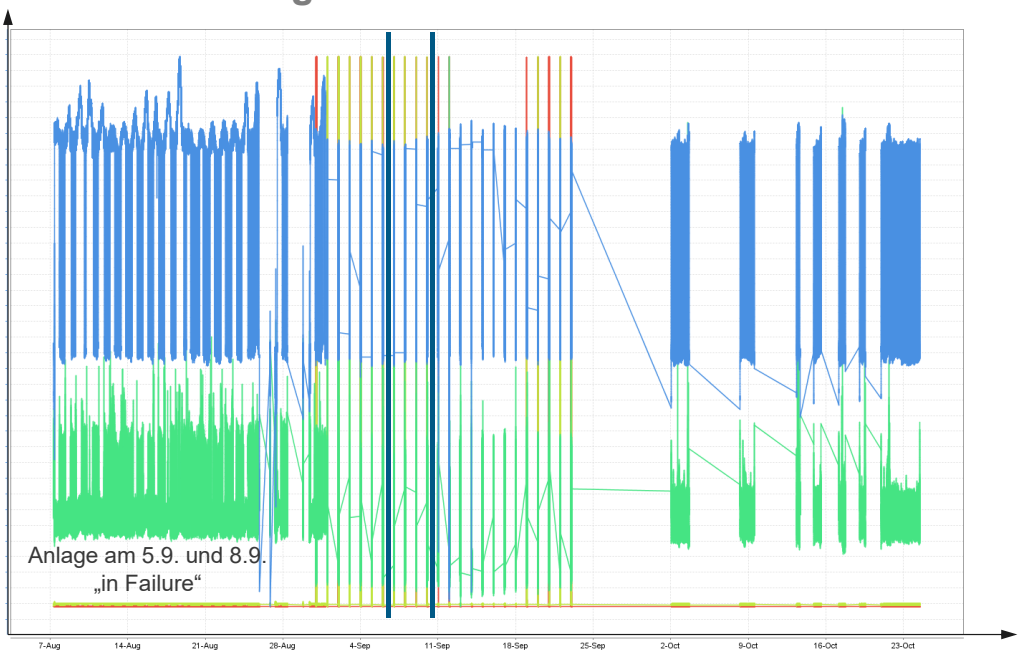
Basierend auf der Phase „Geschäftsmodell verstehen“



Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

Übergang Datenverständnis zu Datenaufbereitung

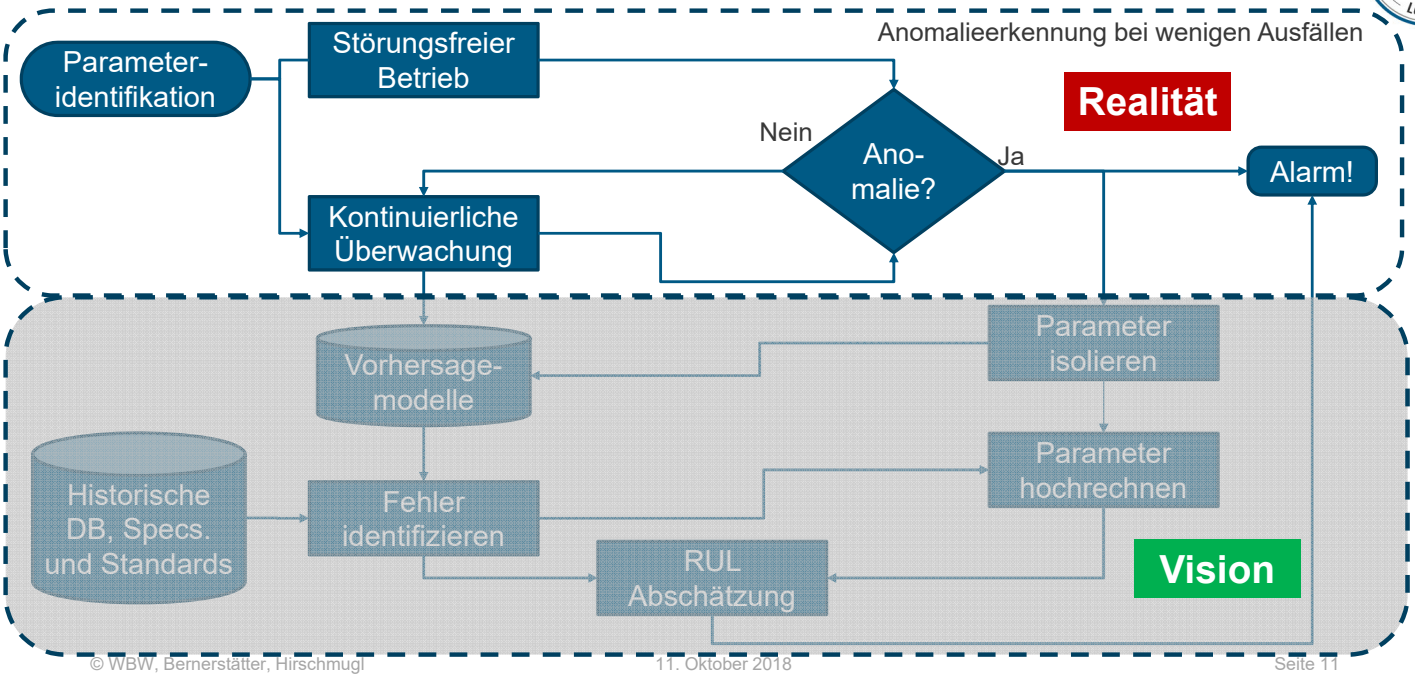
Ist eine Anomalieerkennung zweckführend?



Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

Zweiter Modellansatz

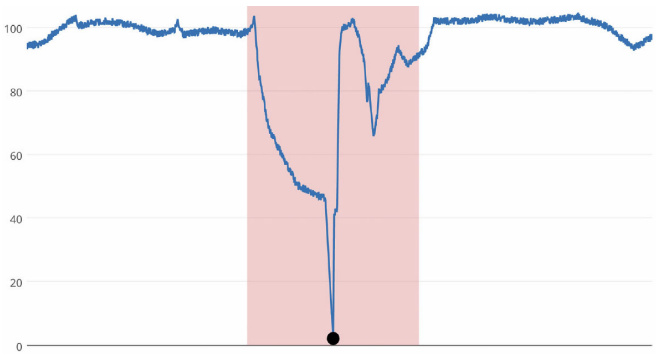
Basierend auf der Phase „Daten verstehen“



Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

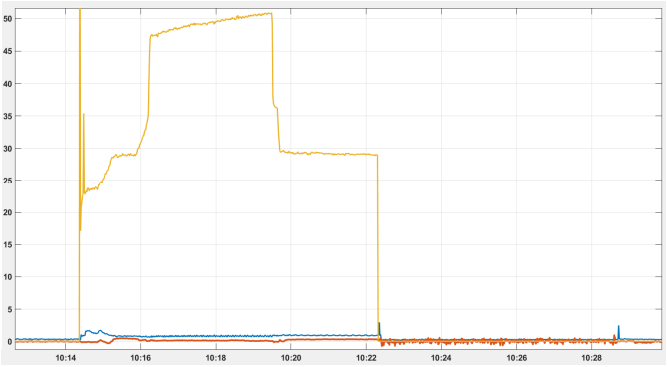
Anomalieerkennung

Univariate Anomalieerkennung



Nur ein Eingangssignal als Basis

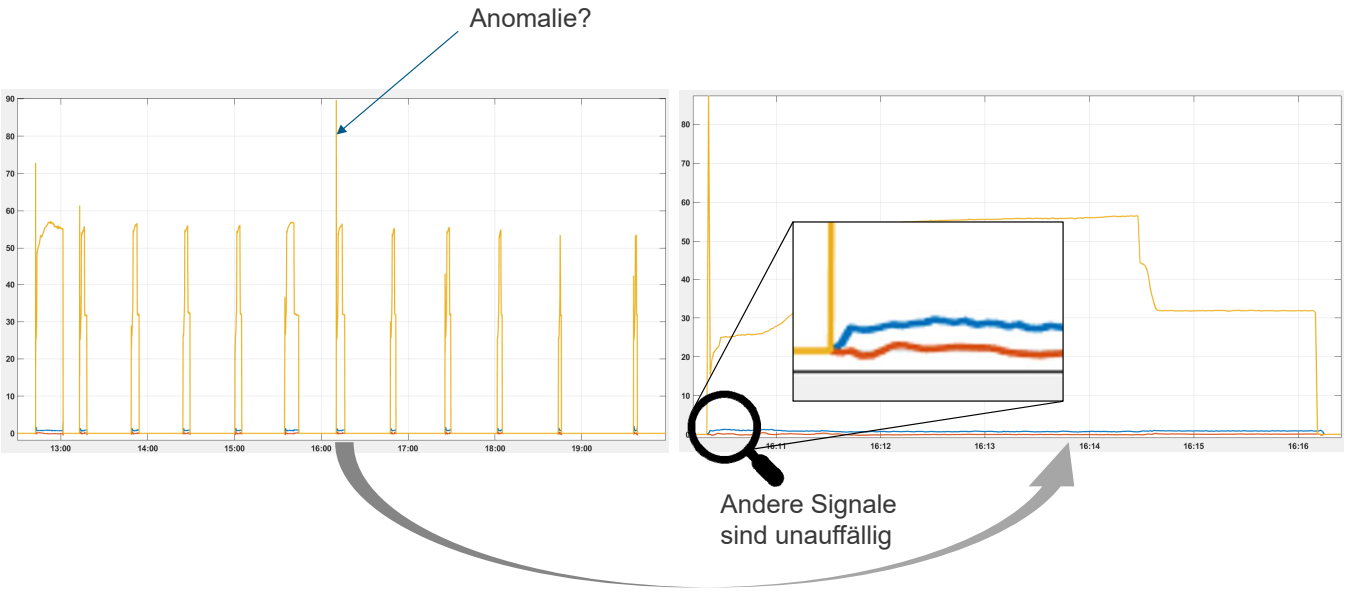
Multivariate Anomalieerkennung



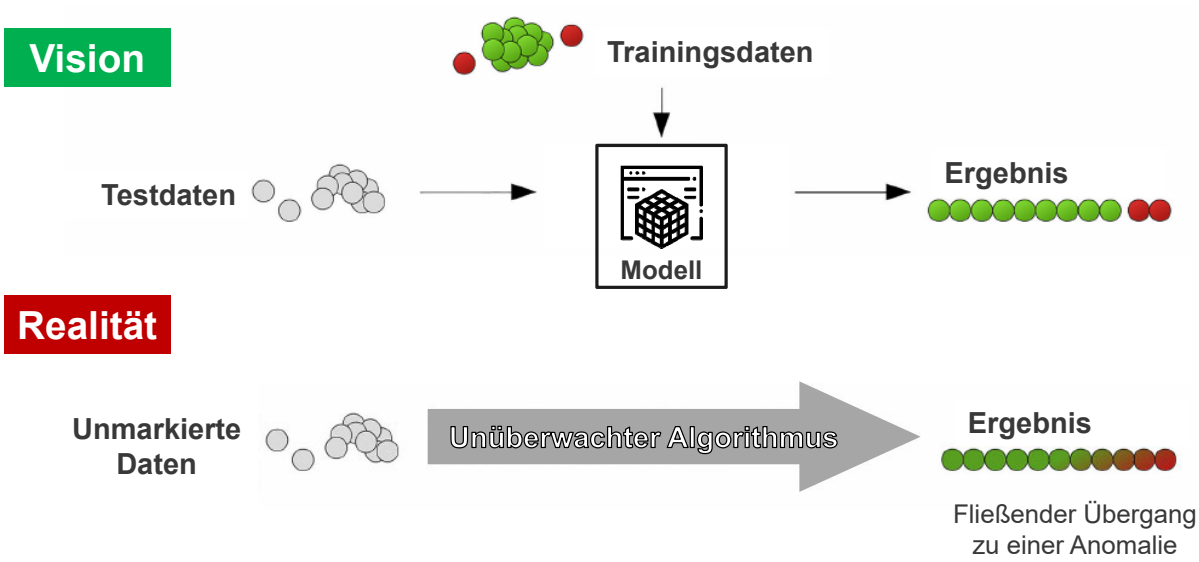
Anomalie wird auf Basis mehrerer Eingangssignale erkannt

Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

Anomalieerkennung

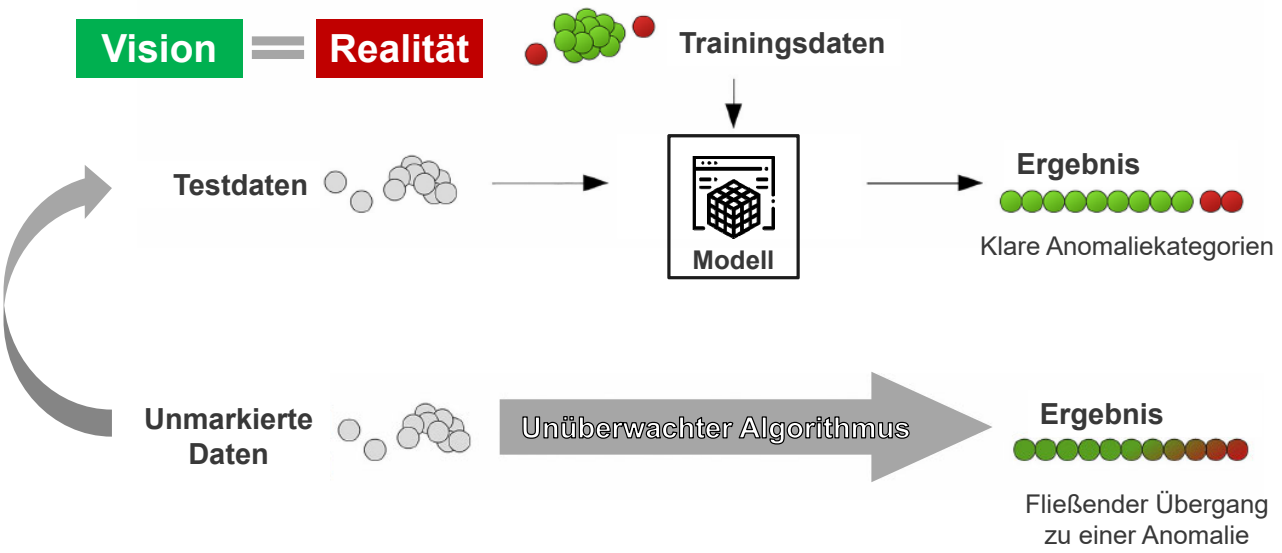


Möglichkeiten der Anomalieerkennung



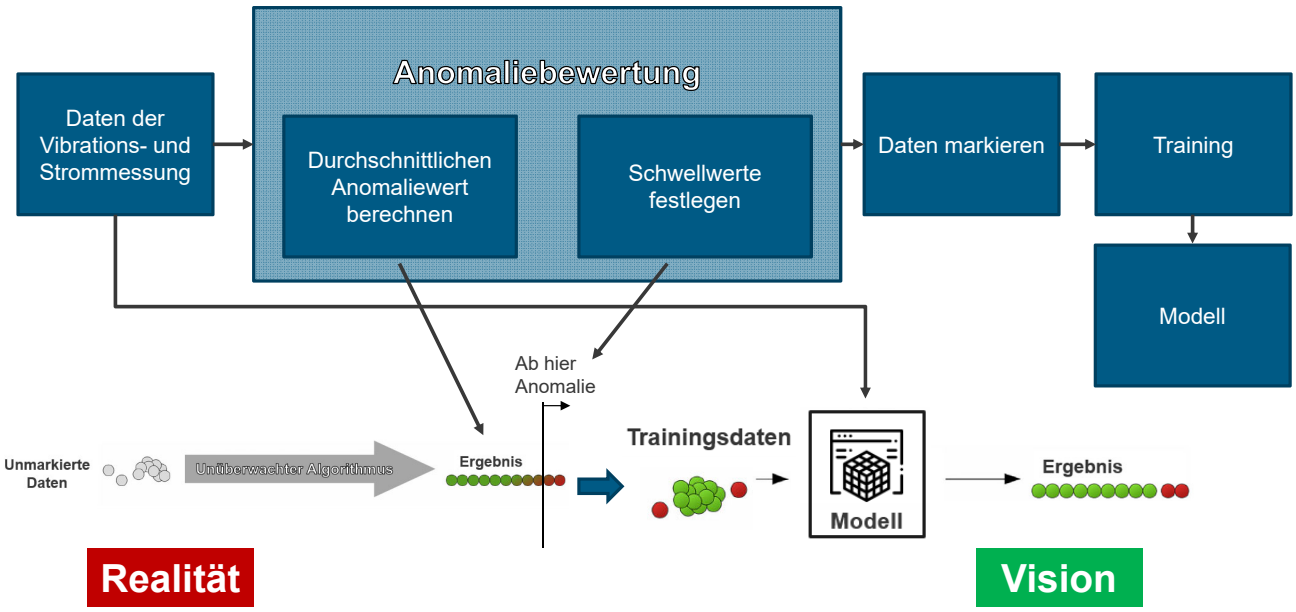
Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

Ziel des Vorgehens



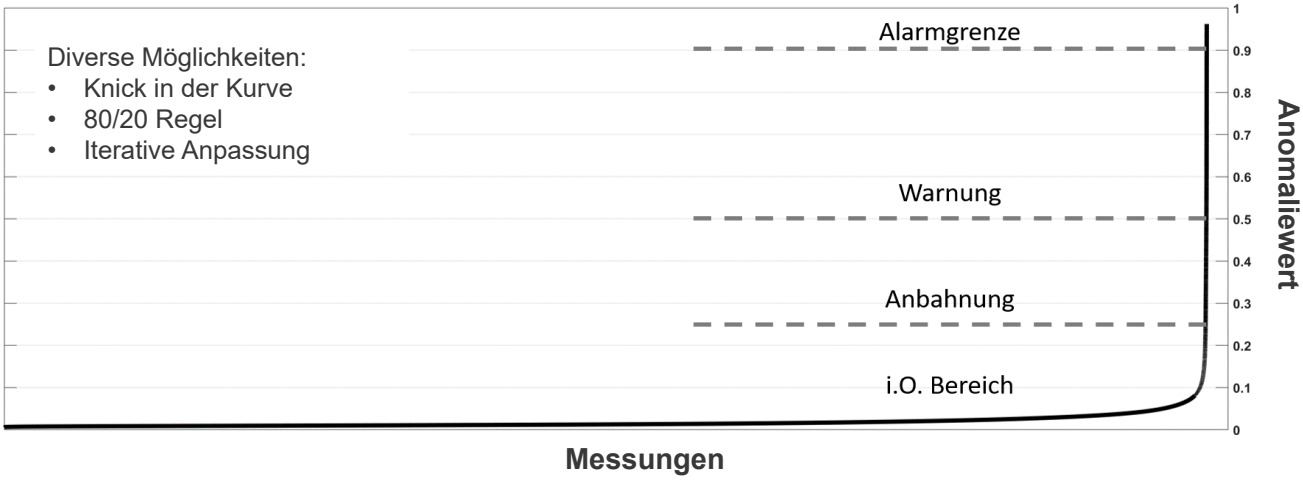
Modellierung

Training

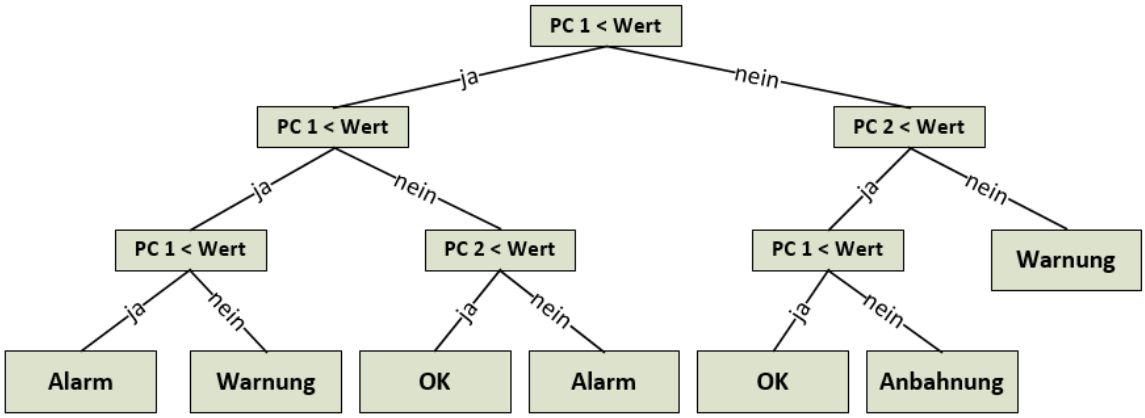


Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

Schwellwertfestlegung



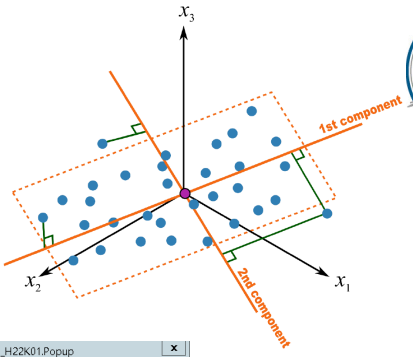
Entscheidungsbaum zur Klassifizierung von Anomalien



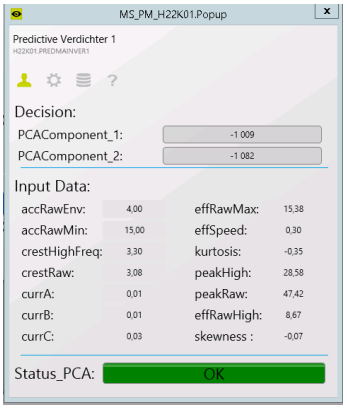
Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

Implementierung

- **Online Berechnung der PCA auf Basis der aktuellen Prozessdaten / Kennwerte**

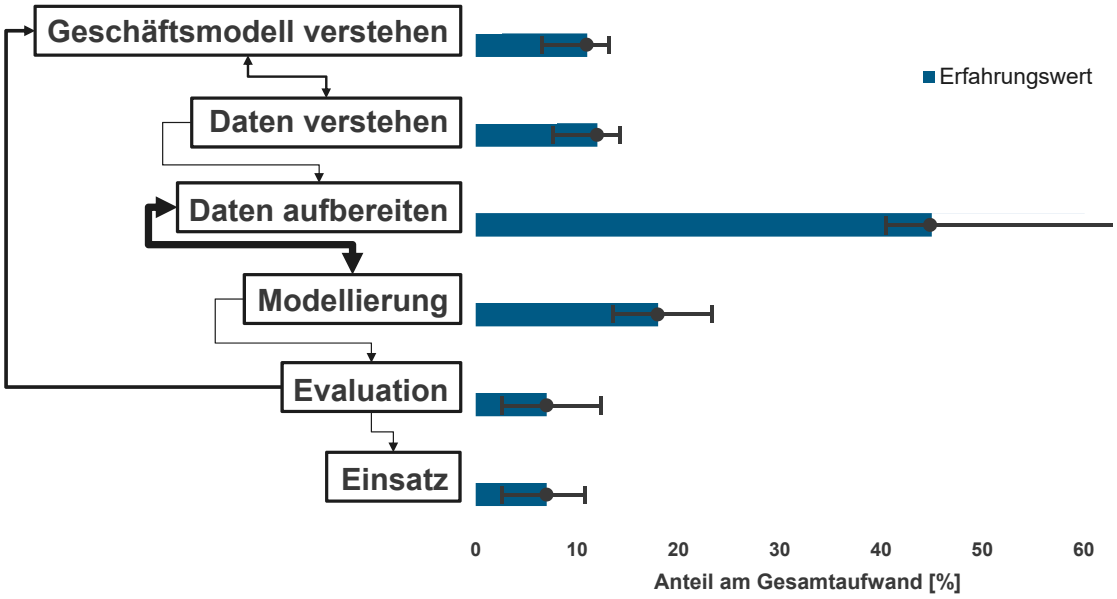


- **Kategorisierung auf Basis der PCA**
  - ggf. Alarmierung per MAIL/SMS



Aufwand der Analyse

Literatur und Projekt



Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

Zusammenfassung

- Nachrüsten von Sensoren erforderlich, da bei Bestandsanlagen nur Prozessdaten, aber keine Maschinendaten vorhanden sind.
- Dokumentation der tatsächlichen Störungen mit Fehlerkategorien, für spätere Plausibilisierung der Anomalien.
- Anomalieerkennung ist eine mögliche Zwischenstufe und eine Ergänzung zur prädiktiven Instandhaltung.
- Vorgehen nach CRISP-DM bewährt sich für datenanalytische Projekte.
- Nutzen zeigt sich erst relativ spät in einem Projekt.

Kontaktdaten

Ihr Partner bei innovativen Projekten!

Department für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

Peter-Tunner Straße 25/3. Stock
8700 Leoben
Tel.: +43 3842 402 6001
wbw@unileoben.ac.at

www.wbw.unileoben.ac.at
www.lean-smart-maintenance.net

Abteilung Prozessindustrie // Smart Production

Wollsdorf 154
8181 St. Ruprecht an der Raab

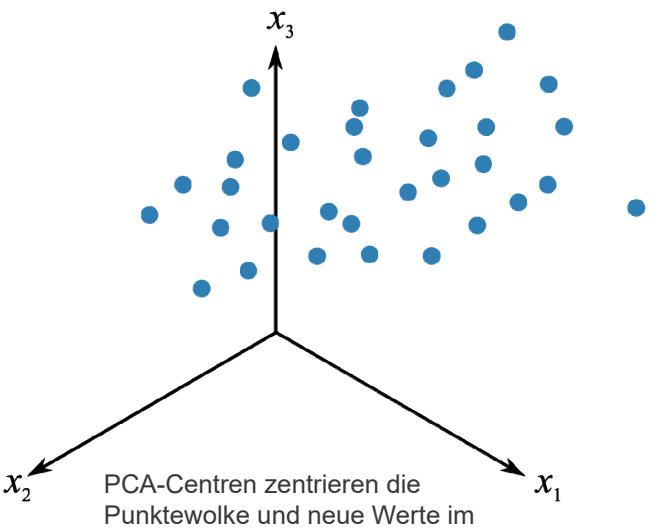
Tel.: (+43) 3178 21800-100

www.evon-automation.com
www.evon-home.com

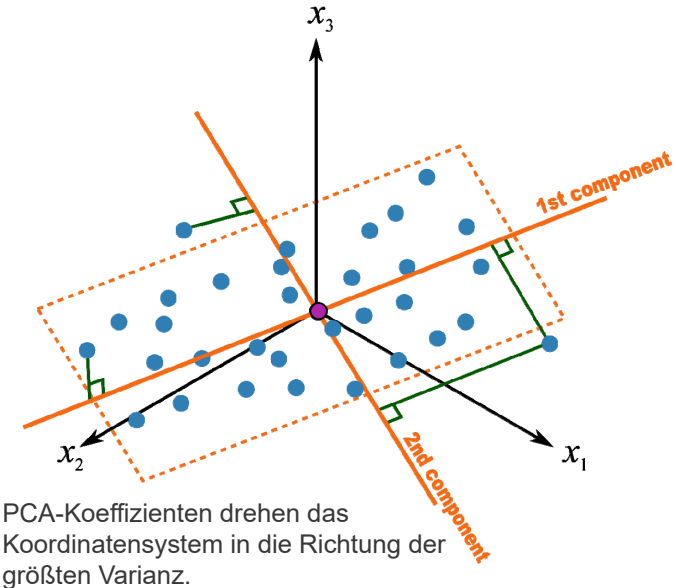
Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

Backup

Hauptkomponentenanalyse (PCA)



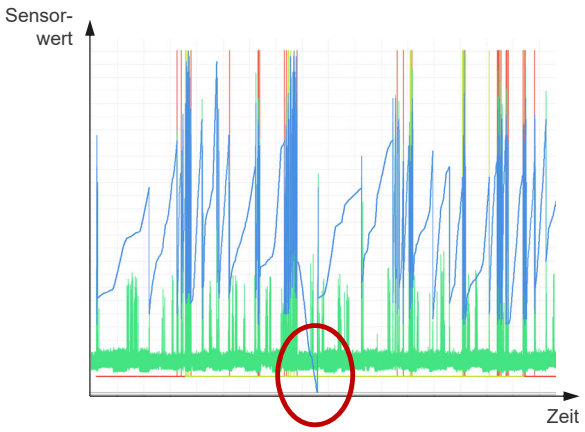
PCA-Centren zentrieren die Punktewolke und neue Werte im Nullpunkte des Koordinatensystem

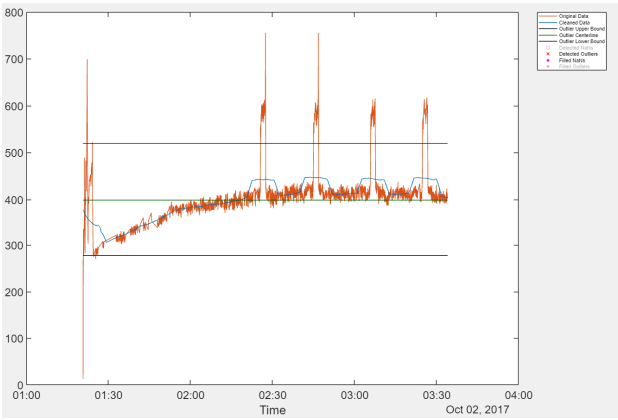


PCA-Koeffizienten drehen das Koordinatensystem in die Richtung der größten Varianz.

Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

Datenverständnis



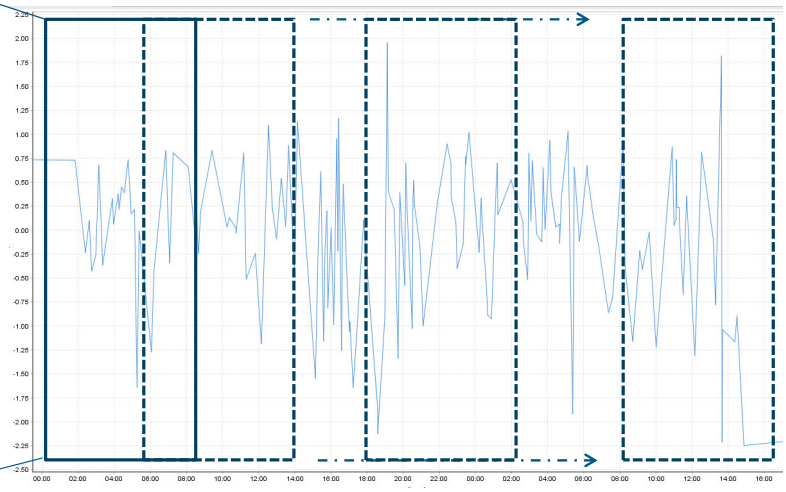


Datenaufbereitung

Zeitbasierte Merkmale

Shape factor	$SF = \frac{RMS}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\lvert x_i \rvert}$
Line integral	$LI = \sum_{i=0}^{n} \lvert x_{i+1} - x_i \rvert$
Peak to peak value	$PP = \max(x_i) - \min(x_i)$
Shannon entropy	$Ent = -\sum_{i=1}^{n} x_i^2 \log(x_i^2)$
Skewness	$Sk = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^3}{\left(\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}\right)^3}$

RMS	$RMS = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i^2}$
Variance	$var = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2$
Peak value	$PvT = \max(\lvert x_i \rvert)$
Crest factor	$CF = \frac{PvT}{RMS}$
Kurtosis	$Kurt = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^4}{n \times var^2} - 3$
Clearance factor	$Clf = \frac{PvT}{\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\sqrt{\lvert x_i \rvert}\right)^2}$
Impulse factor	$IF = \frac{PvT}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\lvert x_i \rvert}$



Anwendung auf sie Strommessung mit dem Ziel den Messaufbau zur Vibrationsmessung nicht zu benötigen.

Modellbewertung – Entscheidungsbaum mit PCA

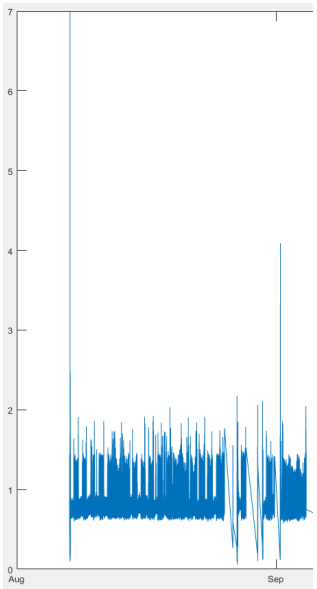
Hohe Güte im relevanten Bereich

PCA

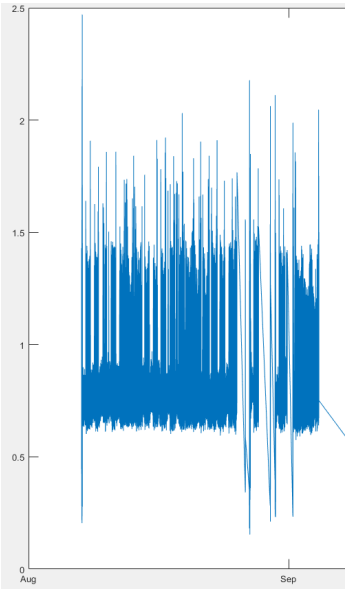
True class \ Predicted class	Alarm	Warnung	Anbahnung	OK
Alarm	4			
Warnung		41	6	1
Anbahnung		6	279	97
OK			25	873459

Univariate Ausreißeranalyse

Vorher



Nachher



Wirtschafts- und Betriebswissenschaften