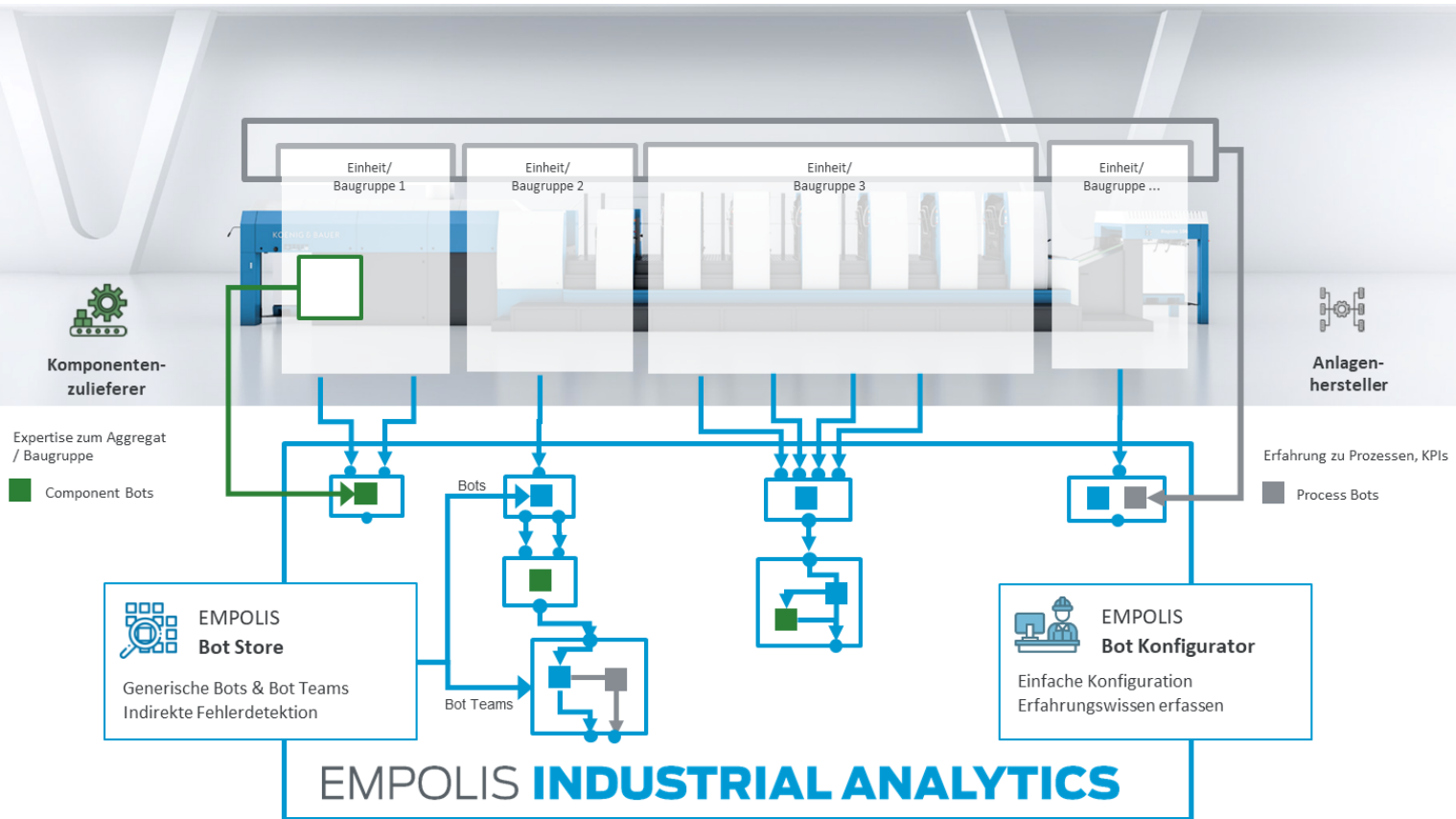


Unser Bot-Prinzip

Katalog für schlüsselfertige Analytik



Das Konzept der generischen Empolis Bots



Die Idee

Empolis Industrial Analytics bietet ein Bot-Konzept, das direkt die Lösung für die Analytik, bspw. Predictive Maintenance, einzelner Systemkomponenten darstellt. Schlüsselfertige Analysen, die zur Konfiguration für Ingenieure gemacht sind. Sie erhalten nicht nur einen Werkzeugkasten für KI-Experten, sondern vielmehr fertige Data Analytics Lösungsbausteine, die direkt mehrwertstiftend einsetzbar sind.

Ihr Vorteil

Sie können sich auf ihr Kernprozesswissen konzentrieren. Informatikkenntnisse oder Wissen über Verfahren der Künstliche Intelligenz (KI) sind nicht notwendig. Analytik für Zukaufaggregate müssen nicht mühsam entwickelt werden.

Unser Versprechen

Starten Sie sofort, da große historische Datenmengen nicht benötigt werden.

Das Konzept der generischen Empolis Bots

Das Empolis Industrial Analytics Bot (Eco-) System

Analytical Bots (hier kurz Bot) sind Softwaresysteme, die einen spezifischen Analyseanwendungsfall implementieren. Dieses Botssystem ist zum einen eine stetig wachsende Sammlung von generischen Bots für Klassen von Bauteilen, -gruppen und Funktionen von Maschinen und Prozessen. Zum anderen kann eine übergeordnete Prozessanalyse ebenfalls aus der Kombination der einzelnen Bots abgebildet werden.

Diese Modularisierung ermöglicht die Wiederverwendung von Analysen auf unterschiedlichen Abstraktionsstufen die auf komplexe Maschinenelemente und Funktionen angewendet werden können. Tatsächlich orientiert sich der Aufbau einer umfassenden Analyse für vorhersagende Wartung und Optimierung häufig an der Funktionsstruktur einer Maschine.

Was sind Bots? Zwei Analysebeispiele.

Im Idealfall sind Bots analog zu Maschinenelementen fachlich wiederverwendbare Analysen, die im konkreten Anwendungsfall nur noch geeignet parametrisiert werden müssen. Hier ein Beispiel für Ereignisdaten und ein Beispiel für Sensordaten.

Hydrauliküberwachung

Viele Hydrauliksysteme sind vereinfacht aus Leitungen, Ventilen und einem Reservedrucktank aufgebaut. Wenn im Tank ein minimaler Druck erreicht ist, dann wird der Druck mit Hilfe einer Hydraulikpumpe wieder auf einen Sollwert erhöht. Muss diese Pumpe immer häufiger Schalten, so deutet dies bei gleichbleibender Systembeanspruchung auf einen Druckverlust im System hin. Ursächlich kann hier eine Leckage sein.

Mit Hilfe der im Maschinenlog aufgezeichneten An- und Abschaltzeitpunkte der Pumpe kann ohne zusätzliche Sensorik die Schaltfrequenz überwacht werden. Hierzu werden Zähler zur Ereigniserfassung und ein prädiktiver Grenzwertwächter zur Vorhersage des Zeitpunktes für den Übergang der Pumpe in den Dauerbetrieb genutzt. Zusätzlich lässt sich ein Zeitmessbot integrieren, um mit Hilfe der Pumpdauer die Pumpe auf möglichen Verschleiß, z. B. innere Leckage, zu überwachen.

Dieser Anwendungsfall kann also allein auf Basis der Ereignisdaten mit drei Bots umgesetzt werden.

Lüfterüberwachung

Bei der Überwachung eines Lüfters können mehrere Anwendungsfälle unterschieden werden, die Sensorik erfordern. Exemplarisch seien Lager und Volumenstrom genannt.

Das Lager kann anhand der Drehzahl und/oder der Stromaufnahme mit einem prädiktiven Grenzwertwächter überwacht werden.

Lagerverschleiß äußert sich durch degradierende Drehzahl und, im Fall einer Drehzahlregelung, noch früher durch eine erhöhte Stromaufnahme. Dabei hängt die erforderliche Frequenz der Sensordatenaufnahme von der Geschwindigkeit des Verschleißverhaltens und damit indirekt von der typischen Beanspruchung des Bauteils im Prozess ab.

Daher müssen Aufzeichnungsfrequenz der Daten und das zur Ausfallprädiktion genutzte Regressionsmodell im konkreten Anwendungskontext festgelegt werden. Bei der Überwachung des Volumenstroms handelt es sich um eine Soll-/Istwertvergleich. Weicht der Soll- vom gemessenen Istwert ab, so deutet dies auf eine Störung im Volumenstrom hin, z. B. Gehäusebeschädigung oder Impellerschaden. In diesem Fall hängt die Wahl der Messfrequenz von der Dimensionierung und dem Arbeitspunkt des Systems ab.

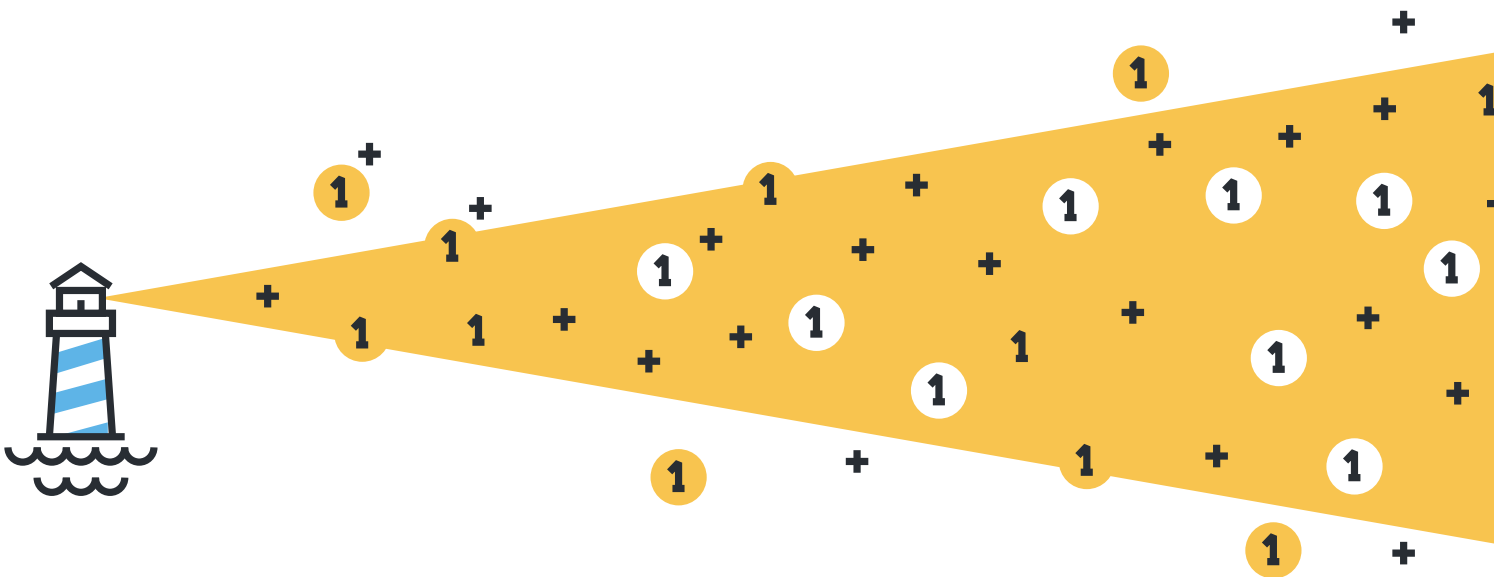
Das Konzept der generischen Empolis Bots

Generalisierung von Bots und Entwurfsmuster

Wer sich intensiver mit verschiedenen Analyseszenarien auseinandersetzt, stellt schnell fest, dass oft Analogien gebildet werden können. Der vorher beschriebene Hydraulikfall kann so auch auf Filtersysteme in der industriellen Produktion übertragen werden wobei ein Füllventil an einer Druckluftversorgung die Rolle der Hydraulikpumpe übernimmt.

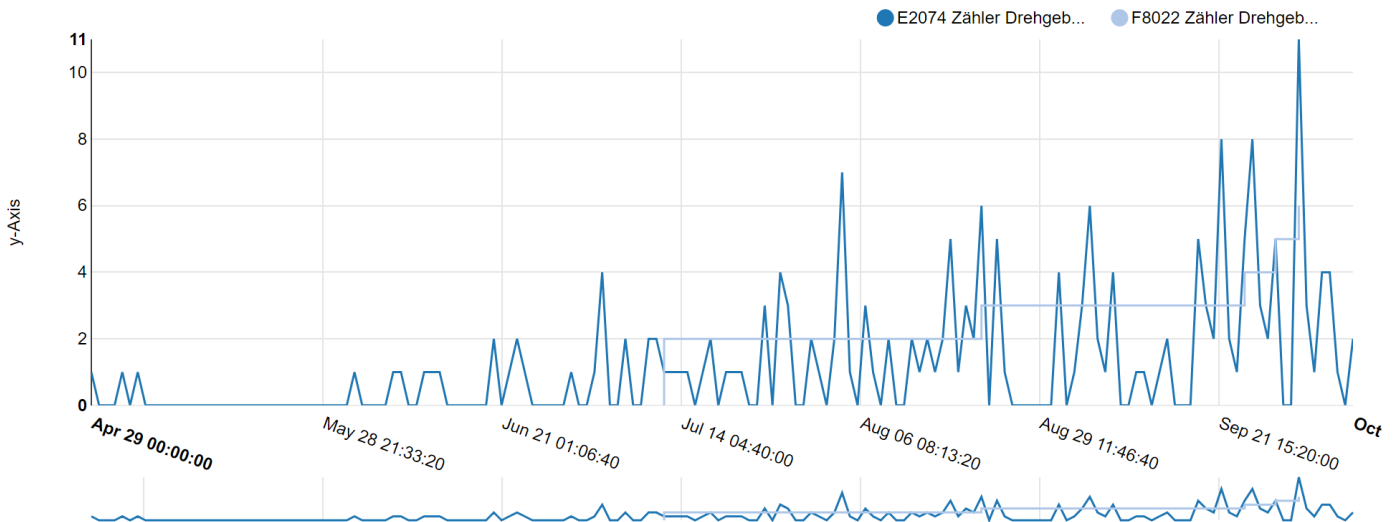
Generalisiert man den Hydraulik- und den Druckluftbot, so gelangt man zu einem Entwurfsmuster für Analysen, die wiederum Geschwindigkeit und Qualität bei der Analyseentwicklung verbessern.

Die Sammlung solcher Entwurfsmuster in diesem **Bot-Katalog** entspricht dem Konzept der Konstruktionskataloge im Maschinenbau.



Bot 1: Überwachung von Elektromotoren

Überwachung und prädiktive Vorhersage für Elektromotoren



Version 1

Überwachung der Betriebseigenschaften und Vorhersage von möglichen Ausfällen anhand von physikalischen Messgrößen

Version 2

Überwachung der Betriebseigenschaften und Vorhersage von möglichen Ausfällen anhand von Eventlogs der Motorsteuergeräte

Parametrisierbarkeit

Standard

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Bot und Wert

Individuell

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Analyseobjekt



Instanziierungen / verfügbare Beispielbots

- Prädiktion von Antriebsausfällen von Elektromotoren
- Detektion der Verschlechterung von Antrieben in Förderbändern (z.B. Motor, Schlupf, Verschmutzung)

Bot 2: Zeitfenster Statistik

Echtzeit Auswertung eingehender Daten mit Zeitfenster Statistik

Eine Analyse physikalischer Messdaten mittels einer Zeitfensteranalyse erlaubt eine Beurteilung von langsamen Trends und insbesondere zunehmender statistischer Schwankungen.

In Anlehnung an die Analyse für den Betriebszustand eines Elektromotors sind beispielsweise die Abnutzungserscheinungen der Kohlen und andersartige Kontaktprobleme bei z. B. konstanten Drehzahl-Sollwerten einhergehend mit steigenden Leistungsaufnahmen, aber auch zunehmenden Schwankungen in der Stromaufnahme.

In einer Langzeitbetrachtung eines derartigen Wertes beobachtet man damit eine stetige Veränderung der Mittelwerte \bar{x} als auch der Standardabweichung σ .

Im Standard unterstützt dieser Bot die Warnung / Benachrichtigung auf Basis von Schwellwerten. Eine Langzeitvorhersage auf Basis von Regressionen gehört darüber hinaus zum erweiterten Funktionsumfang. Es stehen verschiedenartige Regressionsmodelle zur Verfügung.

Version 1

Überwachung der Betriebseigenschaften und Vorhersage von möglichen Ausfällen anhand von physikalischen Messgrößen.

Version 2

Überwachung der Betriebseigenschaften und Vorhersage von möglichen Ausfällen anhand von Eventlogs der Steuergeräte.

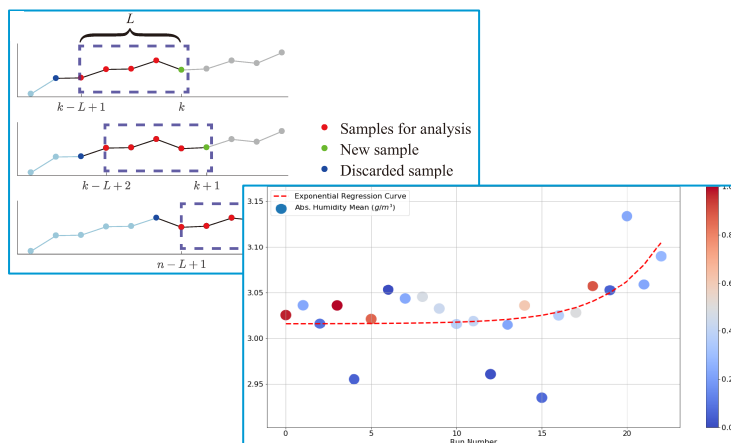
Parametrisierbarkeit

Standard

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Bot und Wert
- Konfigurierbarkeit des Zeitfensters
- Auswahl sliding window oder tumbling window

Individuell

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Analyseobjekt
- Vorhersage durch Regression



Instanziierungen / verfügbare Beispielbots

- Prädikation von Problemen in Hydrauliksystemen (z.B. Pumpe, Leckage)
- Prädikation des Ausfalls von Steuerungskühlung (z.B. Lüfter, Stromaufnahme)
- Detektion schleichender Verschmutzung von Antriebs- und Transporträdern (z.B. Pinches in kommerziellen digitalen Druckmaschinen)
- Frühzeitige Erkennung von Softwarefehlern die durch unnötige Rechenoperationen zu Shutdown und Bluescreens führen (Out of Memory Error)
- Überwachung der Maschinenanbindung
- Stützbatterieüberwachung in Abhängigkeit von Maschinen-Stillstandsphasen

Bot 3: Asymmetrische Erkennung

Echtzeit Erkennung von Abweichungen korrelierter Messgrößen

In einer Vielzahl technischer Anlagen ist eine Überwachung des Betriebszustandes allein durch die kontinuierliche Beobachtung der sog. Asymmetrie zweier abhängiger Messgrößen möglich.

Diese Messgrößen können vielfältiger Art sein. Entweder kann es sich um physikalische Größen, wie z. B. Spannung und Strom handeln, oder um Kenngrößen einer Produktion wie Laufgeschwindigkeit und Ausschuss.

In beiden Beispielen gibt es für jede Maschine eine charakteristische Kenngröße.

Dieser Bot ermittelt die zeitliche Entwicklung dieser Kenngröße. Weicht diese von einem als „normal“ definierten und für die Maschine charakteristischen Bereich zu stark ab, können Warnungen und bei gravierenden Abweichungen Alarme ausgelöst werden.

Dieser Bot ist insbesondere sinnvoll bei dynamischen Prozessen, wie Abhängigkeiten von Strom und Drehzahl (CNC), oder Strom und Lichtleistung (Laserprozesse). Ggf. ist die Berücksichtigung von Kennlinien notwendig und muss bereitgestellt oder experimentell ermittelt werden.

Auch bei diesem Bot ist eine Prädiktion möglich und löst Warnungen und Alarme vorausschauend aus.

Version 1

Überwachung der Betriebseigenschaften und Vorhersage von möglichen Ausfällen anhand von physikalischen Messgrößen

Version 2

Überwachung der Betriebseigenschaften und Vorhersage von möglichen Ausfällen anhand von Eventlogs der Motorsteuergeräte

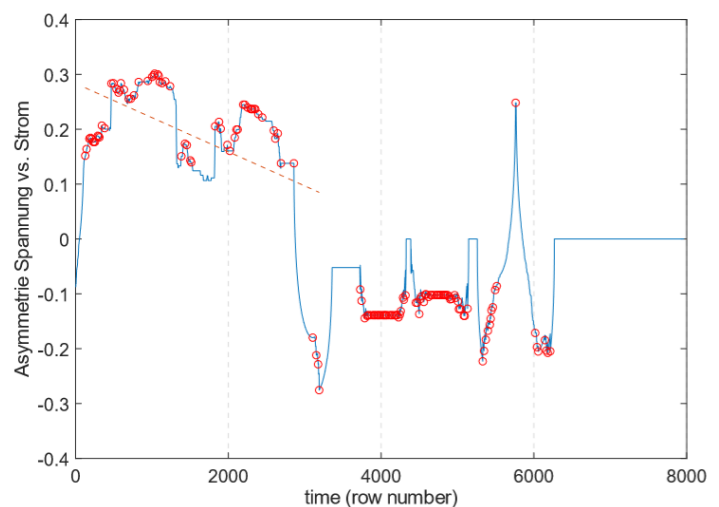
Parametrisierbarkeit

Standard

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Bot und Wert

Individuell

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Analyseobjekt



Beispielbots bei Kunden

- Überwachung für Werkzeugmaschinen (z.B. CNC-Bearbeitungszentren, Dreh-, Fräsmaschinen und Pressen)
- Überwachung von Extrusionsprozessen
- Überwachung von Laserstrahlanlagen
- Wartungsprognose mit Materialbedarf
- Überwachung von Teilsystemen (Anzahl der Events die in definiertem Zeitraum gekommen / nicht gekommen sind, z.B. bei Öldruck)

Bot 4: Generische Event Überwachung

Frei konfigurierbare Event Verarbeitung

Unser Bot zur generischen Event Überwachung erlaubt die Detektion und Beurteilung konfigurierbarer FehlerIDs oder MeldelDs und die Zuweisung von Warn- und Alarmstufen.

Zu einer ID kann hierfür definiert werden bei wieviel beobachteten Events pro Zeitintervall eine Warnung erzeugt wird und bei wieviel erzeugten Warnungen dann ein Alarm ausgelöst wird.

Zur Standardfunktionalität gehört die Konfiguration im Backend nach Vorgabe durch unsere Kunden. Die Konfigurierbarkeit kann bei Anbindung an ein Ticketsystem wie bspw. Salesforce Service Cloud, Microsoft Dynamics CRM, SAP Service Cloud, Zammad, Innosoft, ...) über ein User Interface bereitgestellt werden.

Darüber hinaus können in diesen Bot bei Bedarf und abhängig vom Use Case auch Regressionsmodelle integriert werden, die Warnungen oder Alarme durch Prädiktion erzeugen. Hierbei ist ggf. die Verwendung des Bot #5 (Überwachung und prädiktive Vorhersage für Steuergeräte) vorzuziehen.

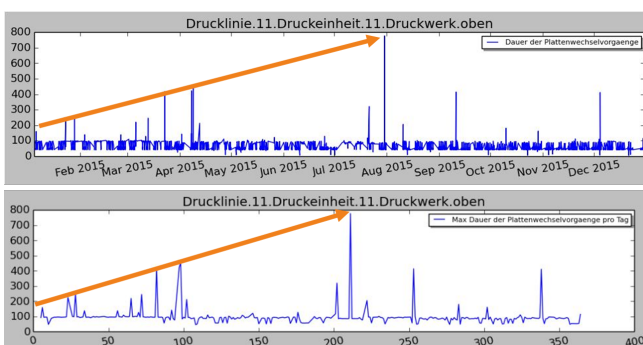
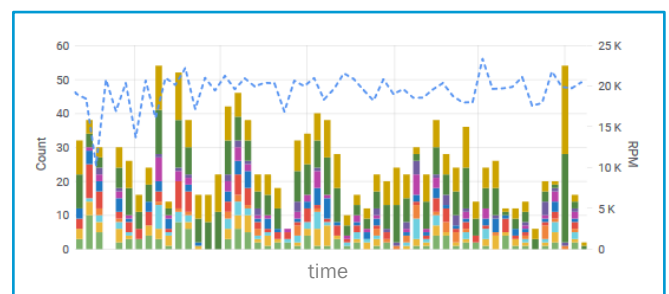
Parametrisierbarkeit

Standard

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Bot und ID
- Konfigurierbarkeit nach Vorgabe im Analytics Backend

Individuell

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Analyseobjekt und ID
- Konfigurierbarkeit der Parameter über eine UI



Instanziierungen / verfügbare Beispielsbots

- Überwachung von autonom durchgeführten komplexen Systemprozessen (z.B. Wechselprozesse von Werkzeugen, Rüstprozesse, Ein- & Ausfahren von Material / Endprodukt)
- Prädiktion von Systemausfällen aufgrund der Überwachung von Kommunikationssystemen (z.B. Arcnet, Profibus, Ethernet)
- Aufdeckung von Produktionsstörungen durch verschmutzte Fotozellen
- Niveauüberwachungen (z.B. Öl-, Schmier-, Kraftstoff- und Kühlmittel)
- Überwachung von Maschinenlauffehlern (Stopperrn) zu definiertem Schwellwert
- Sensor- / Messtechnikfehlerdetektion
- Abnormale Initialisierung / Neustarts

Bot 5: Event-Frequenz Überwachung für Steuergeräte

Überwachung und prädiktive Vorhersage für Steuergeräte

Typischerweise sind in den meisten Anlagen physikalische Betriebsdaten nicht unmittelbar oder nur durch Retrofitting zugänglich. In vielen Fällen sind nur die Ausgaben von Steuergeräten oder sogar nur Log-Dateien für eine Analyse verfügbar.

Auch aus der Analyse von Log-Events ist in vielen Fällen bereits eine vorausschauende Analyse möglich. In der Regel basieren diese Analysen auf der Betrachtung der Event-Frequenz und deren Veränderung über die Zeit.

Dieser Bot analysiert im Complex Event Processing (CEP) Verfahren die ggf. korrelierte Event-Frequenz in einem definierten Zeitintervall und berechnet hieraus eine Veränderungsrate inkl. Regression für eine Vorhersage.

In einer individuellen Anpassung ist dieser Bot darüber hinaus in der Lage Kombinationen verschiedenartiger Events zu betrachten und zu verarbeiten. Häufig liefern Steuergeräte „Start“ und „Ende“ Meldungen, die für sich selbst ein Zeitintervall definieren. Da dies zusätzliches Wissen über die genaue Meldefolge benötigt gehört dieser Funktionsumfang nicht zum Standard.

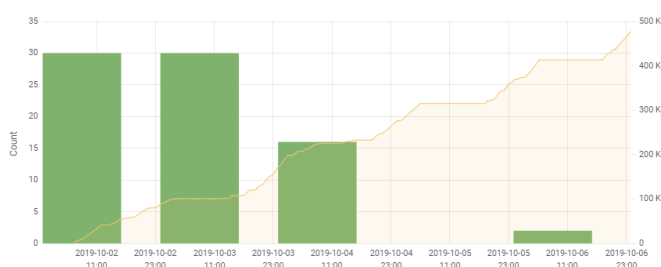
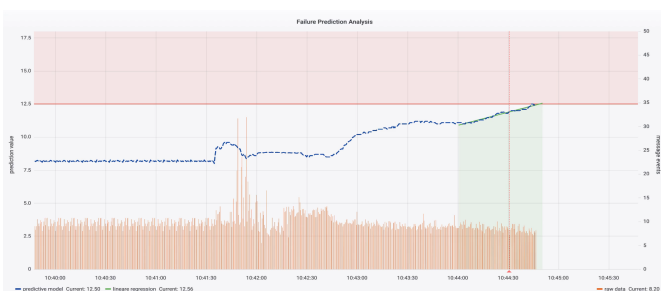
Parametrisierbarkeit

Standard

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Bot und Wert
- Konfigurierbarkeit der Melde-/EventID, die beobachtet werden soll
- Konfigurierbarkeit des Analyse Zeitintervalls

Individuell

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Analyseobjekt



Instanziierungen / verfügbare Beispielbots

- Zyklusüberwachung für (z.B. Fett- und Öl-Schmiersystemprädiktion durch Verkürzung der Entleerzyklen, Prädiktion der Behälterfüllung / Gewichtszu-/abnahme z.B. bei Filteranlagen)
- Verschleißprädiktion (z.B. Bänder, (Motor-)bürsten)
- Aufdecken von versteckten Häufungen von Störungen, bspw. bei Umstellung der Produktion, die einen prädiktiven Ansatz der Produktivitätsverbesserung ergibt
- Kritische Maschineninitialisierung
- Defektteilprognose und -detektion (z.B. Netzteil, Maschinenkomponenten)
- Maschinenhandlungfehler
- Grenzwertüberwachung und -prädiktion (z.B. für Temperaturen, Umdrehungen, Drücke)

Bot 6: Fourier Schwingungsanalyse

Überwachung und Prädiktion auf Basis von Fourier Analysen

Die Schwingungsanalyse bzw. die Aufnahme von spektralen Fingerabdrücken von Maschinen ist mittlerweile ein etablierter Standard in der Zustandsüberwachung und wird vielfach bereits durch integrierte IC-Bausteine fest verbaut.

Wir bieten mit diesem Bot sowohl die Weiterverarbeitung der Daten dieser integrierten Elektronikbausteine und die zeitliche Überwachung und Prädiktion an, als auch die vorgeschaltete Fourieranalyse von Vibrationsdaten, die z. B. mit einem 3D Beschleunigungssensor ermittelt wurden.

Dieser Bot ist somit in der Lage die direkte Frequenzinformation weiterzuverarbeiten, als auch die Frequenzspektren aus den Schwingungsdaten in einer Vorverarbeitung zu ermitteln.

Besonders zu berücksichtigen ist hierbei das Einsatzumfeld. Unter konstanten Betriebsbedingungen ist die Aufnahme und zeitliche Entwicklung eines Fingerabdrucks vergleichsweise einfach möglich.

Unter dynamischen Betriebsbedingungen ist zu berücksichtigen, dass ggf. weitere Kenngrößen zur Klassifikation, wie z. B. die Drehzahl der Spektren zum Aufnahmezeitpunkt, für eine Analyse erforderlich ist.

In Ausnahmefällen genügen die zeitlich gemittelten Frequenzspektren.

Für einen erfolgreichen Einsatz in Ihrem Produktionsumfeld sprechen Sie uns gern an.

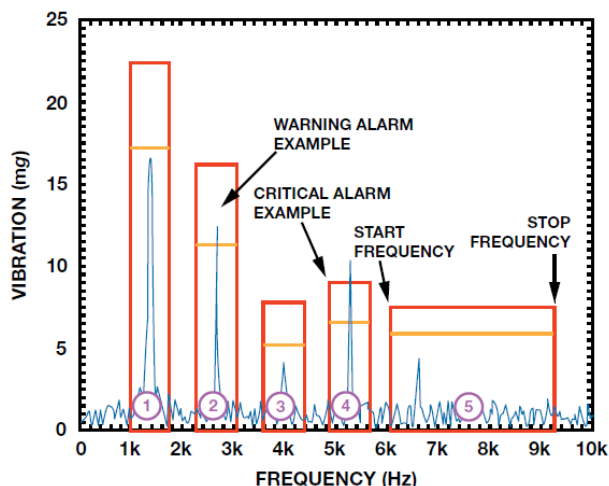
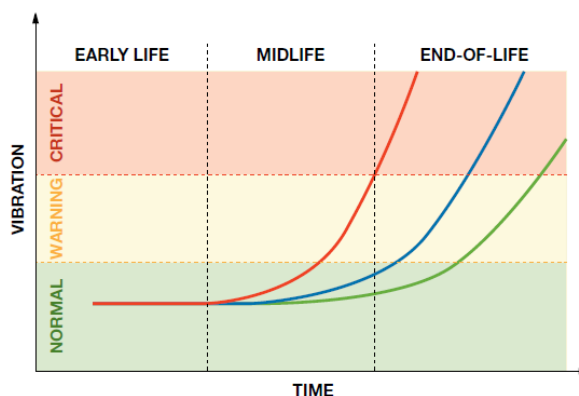
Parametrisierbarkeit

Standard

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Bot und Wert

Individuell

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Analyseobjekt



Dieser Bot benötigt individuelle Modellentwicklung und Evaluation. Eine einfache Auswertung von Frequenzspektren ist i. d. R. nur bei konstanten Betriebsbedingungen möglich (z. B. konstanter Drehzahl)

Bot 7: Machine Learning / Deep Learning

Überwachung und Prädiktion auf Basis von ML und DL Modellen

Unser Machine Learning (ML) / Deep Learning (DL) Bot ist ein Herzstück unserer Entwicklungen. Er bietet Ihnen alle Vorteile des Einsatzes von KI Methoden für die Überwachung und vorausschauende Wartung von Bauteilen oder Industrieanlagen und liegt teilweise den anderen Bots zugrunde.

Er setzt dabei auf verbreitete Standards und wird auch zukünftig neueste Methoden für die KI basierte Analytik bereitstellen.

Da der Einsatz von KI ein tiefes Verständnis der Prozesse und Eigenschaften voraussetzt und eine erfolgreiche Entwicklung von Trainingsmodellen und deren Überprüfung eine enge Zusammenarbeit zwischen ihren Technikern/Ingenieuren und unseren Data Scientists erfordert, bieten wir Ihnen diesen Bot nur als Laufzeitumgebung für die in der Projektarbeit entwickelten Modelle an.

Damit stellen wir Ihnen eine skalierbare Echtzeitlösung bereit, die zusätzlich die charakteristischen Merkmale jeder einzelnen Maschine erfassen und bewerten kann.

Ein Beispiel hierfür ist Anomalie Erkennung eines Verbrennungsmotorprozesses unter Verwendung des ML/DL Bots. Das Ziel dieser Analyse ist dabei nicht die Optimierung des Betriebs, sondern die Vermeidung eines seltenen Schadens mit hohen Kosten für den möglicherweise keine historischen Ereignisse vorliegen. Dazu wird ein rekurrentes neuronales Netz genutzt basierend auf vorangegangenen Datenpunkten sowie der Ein-beziehung von zeitlich abhängigen Daten als Einflussgrößen (Nebenbedingungen) um ein Sollverhalten der Maschine im Digital Shadow zu simulieren.

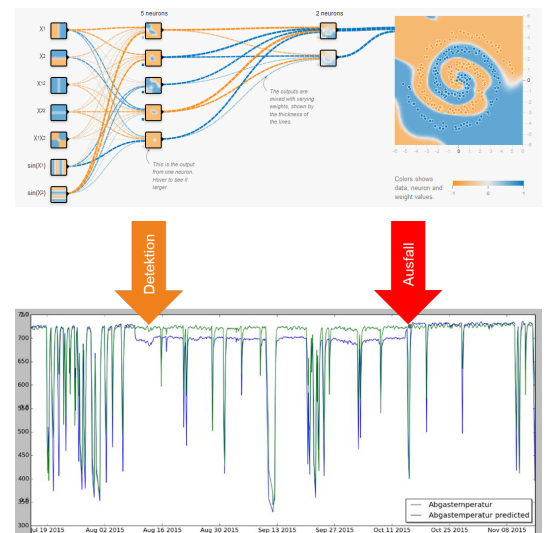
Parametrisierbarkeit

Standard

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Bot und Wert
- Prädiktion je nach Modell

Individuell

- Gleiche Konfigurierbarkeit pro überwachtem Analyseobjekt.



Instanziierungen / verfügbare Beispielbots

- Überwachung von Motorverbrennungsprozessen
- Überwachung von Reibschweißprozessen
- Prädiktion von Ersatzteil-Bestellverhalten
- Prädiktion von Bestellverhalten (Auftragseingangsprädiktion)
- Anomalie Detektion in der Roboter unterstützten Chirurgie

Weitere Bots benötigen individuelle Modellentwicklung, Training und Evaluation. Es handelt sich um einen generischen Bot als Runtime-Umgebung für KI Modelle im Echtzeit Stream Processing.

Bot 8: Adaptive Zeitreihenanalyse

Anomalie Detektion durch Zeitreihenvergleich

Moderne Maschinen können extrem komplexe elektromechanische Systeme sein. Eine Maschine, die wir mit diesem Bot analysiert haben, kann theoretisch bis zu 100.000 unterschiedliche Sensorinformationen liefern.

Tritt nun ein neues, bisher unbekanntes Phänomen/Problem auf, so muss die Ursache initial manuell durch den Experten ermittelt werden. Diesem stehen nun tausende Zeitreihen mit einer Datenmenge von vielen Gigabyte, die innerhalb von Minuten aufgezeichnet werden, zur Verfügung, um die Aufgabe zu bewältigen. Das ist eine extrem zeitaufwendige Sisyphusarbeit – insbesondere da a priori nicht bekannt ist, welche Sensoren relevant sind.

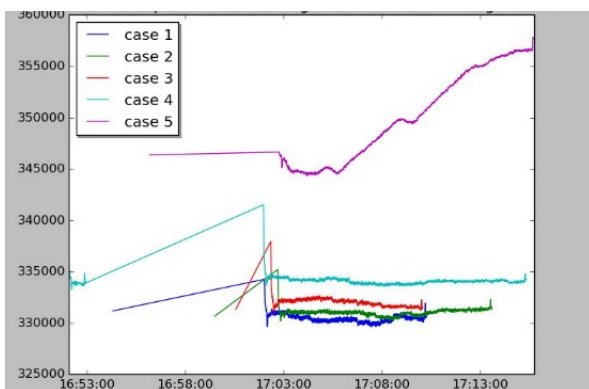
Der Lösungsansatz dieses Bots besteht in dieser Situation im Vergleich der Zeitreihen unter Verwendung adaptiver Zeit- und Amplitudennormierung der defekten Maschine mit solchen von intakten Maschinen des gleichen Typs, die den gleichen oder zumindest einen ähnlichen Auftrag produziert haben.

Im Beispiel wurden vier Referenzaufträge genutzt. Für jeden Sensor wird die paarweise Ähnlichkeit der Zeitreihen gemessen und es werden die Sensoren der defekten Maschine ermittelt, die die größte Abweichung zu den intakten aufweisen.

Parametrisierbarkeit

Standard

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Bot und Wert
- Konfigurierbarkeit des zu untersuchenden Auftrags und der Referenzaufträge (Cases)



Instanziierungen / verfügbare Beispielbots

- Detektion eines problematischen Auftrags
- Detektion der auslösenden Sensorabweichung eines problematischen Auftrags

Bot 9: Key Performance Indicators (KPIs) & Performance Report

Bot zur Berechnung, Darstellung und Exploration von KPIs

Es soll herausgefunden werden wie effektiv die einzelnen Produktionsprozesse 0 - 100% des möglichen machbaren abhängig von der Produktionsart, der Materials (Rohstoffe) und der daraus resultierenden maximal möglichen Ausbringungsmenge unter Berücksichtigung der Reduktion von Ausschuss (Qualität) der Produktion ist.

Durch die KPIs sollen Produktionsstörungen aufgedeckt werden, die durch Optimierung und Schulung des aktuellen Personal verhindert werden können. Durch die KPI-Analyse kann Schulung, Ersatzteil- und Verbrauchsmaterialverkauf angekurbelt und dadurch weiterer Umsatz generiert werden.

Die Sensor-, Event und Diagnosedaten werden benutzt um KPIs und Reports zu erstellen, die auch in Kundenportalen angezeigt werden können. Die KPIs und Reports können für Performanceoptimierungen, zu Garantiezwecken und für Flottenvergleiche verwendet werden.

Parametrisierbarkeit

Standard

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Bot und Wert
- Konfigurierbarkeit des Zeitfensters
- Auswahl sliding window oder tumbling window

Individuell

- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Analyseobjekt
- Vorhersage durch Regression

In einer Cluster Analyse wird zunächst ermittelt, welche Werte, Wertepaare oder Maschinen sich zueinander ähnlich oder unterschiedlich verhalten.

Vielfach stellt man fest, dass identische Maschinenarten deutlich durch ihre Betriebsbedingungen geprägt sind und Betriebsparameter z. B. deutlich vom Standort, der Branche oder nur dem verarbeiteten Material abhängen.

Durch eine Clusteranalyse können sich ähnlich verhaltende Maschinen ermittelt und zusammengefasst werden.

Diese Basisanalyse ist sowohl hilfreich bei der Festlegung von Schwellwerten für die Bots, da diese nur für identische Maschinengruppen sinnvoll sind, als auch für die Beurteilung der zeitlichen Entwicklung der Maschineneigenschaften. Häufig dient diese Analyse zur Beurteilung der Analyseergebnisse unserer Bots und ermittelt die Randbedingungen für die reale Vergleichbarkeit.



Für eine ideale Baureihe, die unter idealen Betriebsbedingungen betrieben wird, erwartet man z. B. eine sehr kleine Streuung um einen gemeinsamen Mittelpunkt.

Je länger eine Maschine betrieben wird, umso mehr erwartet man, dass sich diese vom gemeinsamen Zentrum entfernt, sie verliert also mit der Zeit ihre idealen Betriebseigenschaften, durch z. B. Lagerermüdung oder anderen Verschleiß.

Es kann daher im Flottenvergleich sinnvoll sein eine derartige Analyse im zeitlichen Verlauf zu betrachten und damit zwar zunächst keine genaue Verschleißursache zu ermitteln, aber zu beobachten, dass die Maschineneigenschaften sich verschlechtern. Eine derartige Überwachung ist für KPIs hilfreich, um Wartungs- und Serviceeinsätze in Hinblick auf Erhaltung oder Verbesserung der Maschinenperformance zu beurteilen.

In unserem Standard bieten wir Cluster Analysen nicht als Echtzeit Bot an. Dies ist eine durch Use Cases getriebene Individualentwicklung.

Bot 10: Regressionsmodelle

Trendanalyse auf Basis mathematischer Datenmodelle

Dieser Bot bietet die Möglichkeit verschiedene Regressionsmodelle auf Ihre Rohdaten oder bereits vorverarbeitete Daten anzuwenden.

Die Regressionsanalyse bietet eine hervorragende Methode zeitliche Vorhersagen entsprechend mathematischer Modelle abzubilden. Häufig reicht eine einfache lineare Vorhersage bereits aus, um den spätesten notwendigen Zeitpunkt eines erforderlichen Eingriffs zu bestimmen.

Häufig wird dieser Bot nicht allein verwendet, sondern mit einer vorherigen Datenverarbeitung kombiniert, um aus die Auswertung der Rohdaten durch andere analytische Ansätze mit einer Vorausschau zu kombinieren.

Sehr häufig nutzen wir diesen Bot daher als Nachverarbeitung vom Bot #2.

Die adäquate Kombination mehrerer Analyseschritte in einen Bot ist hierbei eine kleinere individuelle Anpassung, da wir ebenfalls Sorge tragen, dass die Gesamtanalyse Ihrer Daten performant und skalierbar bleibt.

Parametrisierbarkeit

Standard

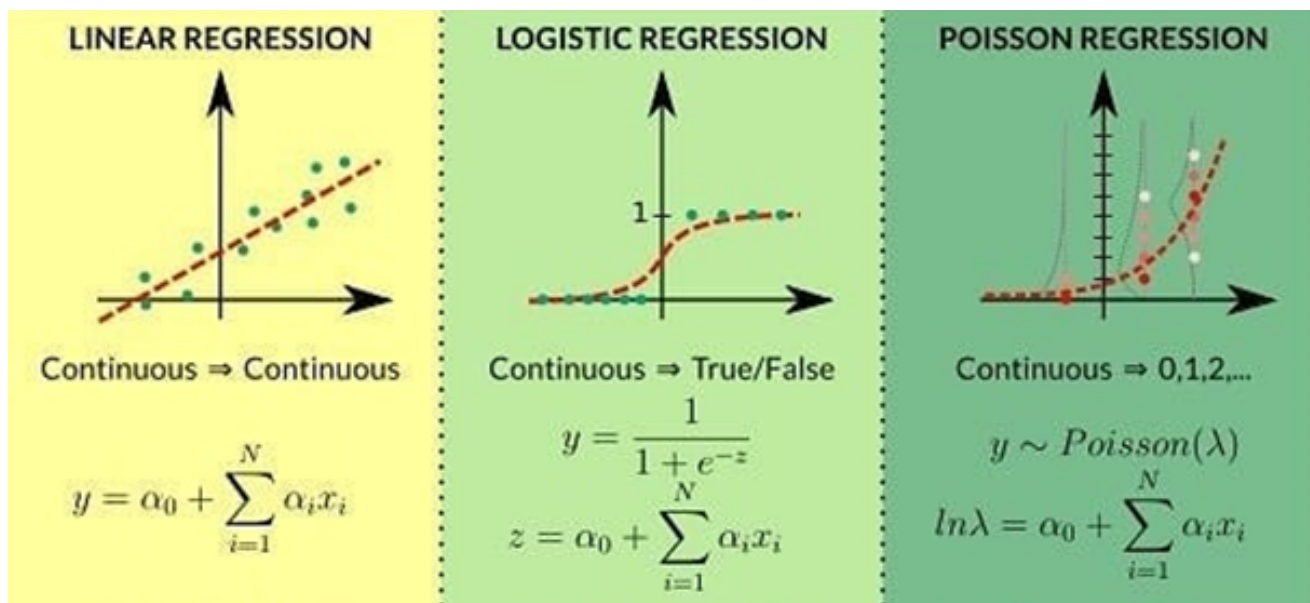
- Konfigurierbarkeit der Warnung und Alarm Schwellwerte pro Bot und Wert
- Prädiktion je nach Modell

Individuell

- Gleiche Konfigurierbarkeit pro überwachtem Analyseobjekt.
- Kombination von Regressionsanalysen mit Vorverarbeitungsschritten durch z. B. andere Bots

Dieser Bot benötigt individuelle Modellentwicklung, Training und Evaluation.

Es handelt sich um einen generischen Bot als Runtime-Umgebung für KI Modelle im Echtzeit Stream Processing



Basisanalyse I: Event Korrelationen

Basisanalyse zur Ermittlung von korrelierten Events (Fehler, Meldungen,...)

Bei dieser Analyse handelt es sich um eine Basisanalyse zur Ermittlung von **Abhängigkeiten** von verschiedenartigen Events, wie z. B. Fehlercodes oder Meldungen.

Die Analyse dient in der Regel als **Vorstufe zu einer automatisierten Root-Cause-Analyse**, um wiederkehrende Abhängigkeiten festzustellen und die zeitliche Abfolge der ermittelten Events als Muster zu erfassen.

Auf dieser Basis können die **Muster (Regeln) abgeleitet** werden, um eine Root-Cause-Analyse entweder durch **fallbasiertes Schließen (Case-Based Reasoning)** zu realisieren, oder ein **KI Modell für den Einsatz von Bot 6** zu realisieren.

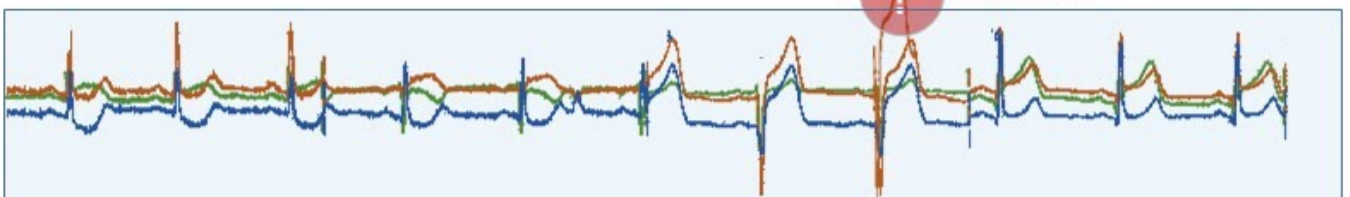
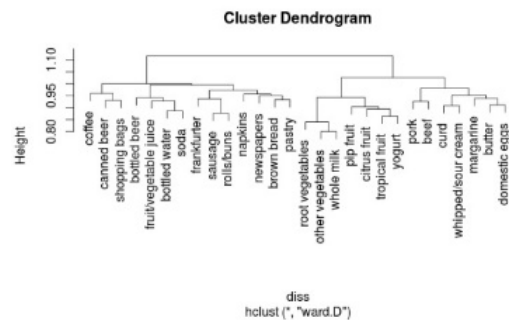
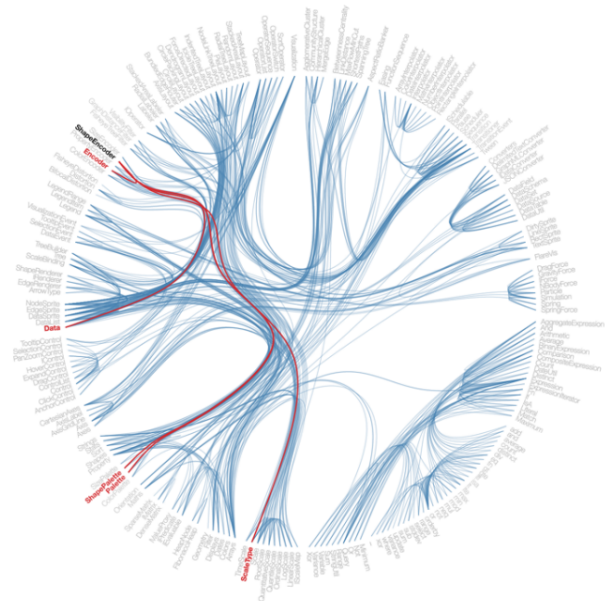
Die betrachteten Zeitabschnitte können für eine Analyse intelligent gefiltert mittels **Artificial Ignorance** und angepasst werden, um der **zeitlichen Abhängigkeit** der Events zu genügen.

Ist für ein Fehlerbild beispielsweise nur ein Zeitintervall von wenigen Sekunden relevant, für ein anderes aber eine Abhängigkeit von mehreren Stunden, so können beide durch Veränderung des Zeitintervalls betrachtet werden.

In Ausnahmefällen ist es sinnvoll auch eine derartige Analyse in Echtzeit zu implementieren, um z. B. eine veränderte Meldungsfolge durch Austausch von Bauteilen und Steuergeräten zu verfolgen.

Derartige Implementierungen bieten wir als individuellen Lösungsansatz an.

	Artikel 1	Artikel 2	Artikel 3	Artikel 4	Artikel 5	Artikel 6	Artikel 7	Artikel 8	Artikel 9	Artikel 10
Artikel 1	1									
Artikel 2	-0,58	1								
Artikel 3	-0,61	0,75	1							
Artikel 4	-0,54	0,9	0,42	1						
Artikel 5	0,35	0,49	0,09	0,61	1					
Artikel 6	0,69	0,92	-0,29	0,22	-0,2	1				
Artikel 7	-0,18	0,82	0,67	-0,05	-0,9	0,9	1			
Artikel 8	-0,54	-0,96	-0,41	0,6	0,1	-0,12	0,61	1		
Artikel 9	-0,54	-0,04	0,1	0,23	0,08	0,31	-0,44	0,16	1	
Artikel 10	0,79	-0,43	-0,9	-0,29	0,65	0,53	0,25	-0,2	0,57	1



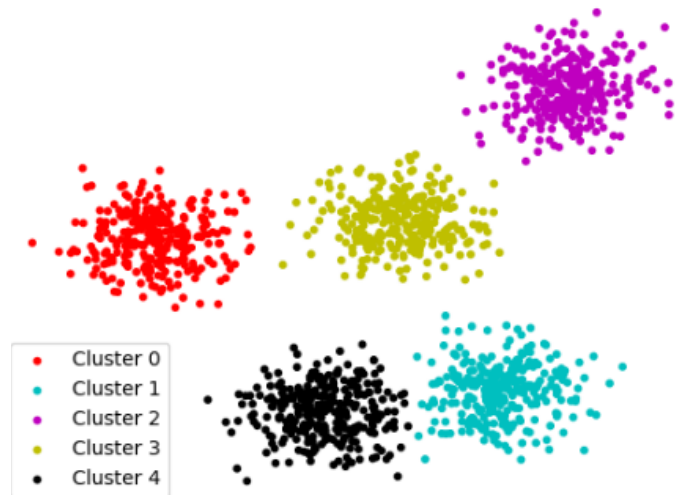
Basisanalyse II: Clustering

Basisanalyse zur Ermittlung von korrelierten Events (Fehler, Meldungen,...)

In einer Cluster Analyse wird zunächst ermittelt, welche Werte, Wertepaare oder Maschinen sich zueinander ähnlich oder unterschiedlich verhalten.

Vielfach stellt man fest, dass identische Maschinenarten deutlich durch ihre Betriebsbedingungen geprägt sind und Betriebsparameter z. B. deutlich vom Standort, der Branche oder nur dem verarbeiteten Material abhängen.

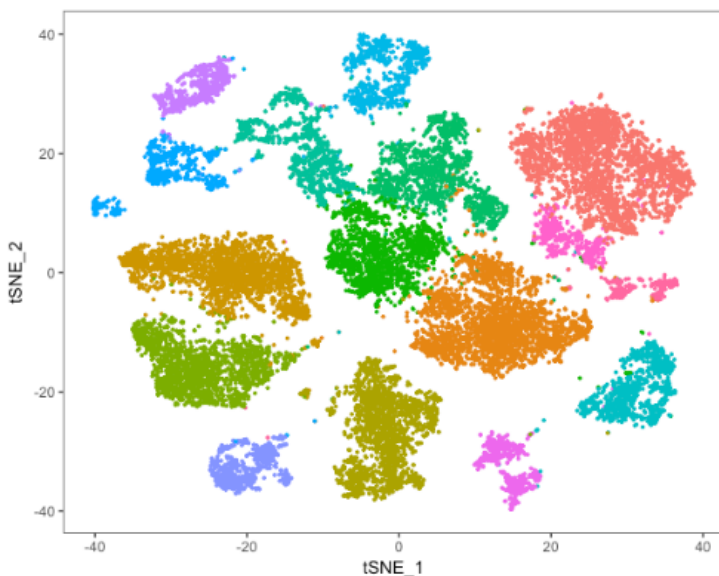
Durch eine Clusteranalyse können sich ähnlich verhaltende Maschinen ermittelt und zusammengefasst werden.



Diese Basisanalyse ist sowohl hilfreich bei der Festlegung von **Schwellwerten für die Bots**, da diese nur für identische Maschinengruppen sinnvoll sind, als auch für die Beurteilung der zeitlichen Entwicklung der Maschineneigenschaften. Häufig dient diese Analyse zur Beurteilung der Analyseergebnisse unserer Bots und ermittelt die Randbedingungen für die reale Vergleichbarkeit.

Für eine ideale Baureihe, die unter **idealen Betriebsbedingungen** betrieben wird, erwartet man z. B. eine sehr kleine Streuung um einen gemeinsamen Mittelpunkt.

Je länger eine Maschine betrieben wird, umso mehr erwartet man, dass sich diese vom gemeinsamen Zentrum entfernt, sie verliert also mit der Zeit ihre idealen Betriebseigenschaften, durch z. B. Lagerermüdung oder anderen Verschleiß.



Es kann daher im Flottenvergleich sinnvoll sein eine derartige **Analyse im zeitlichen Verlauf zu betrachten** und damit zwar zunächst keine genaue Verschleißursache zu ermitteln, aber zu beobachten, dass die Maschineneigenschaften sich verschlechtern.

Eine derartige Überwachung ist **für KPIs hilfreich**, um Wartungs- und Serviceeinsätze in Hinblick auf Erhaltung oder Verbesserung der Maschinenperformance zu beurteilen.

In unserem Standard bieten wir Cluster Analysen nicht als Echtzeit Bot an. Dies ist eine durch Use Cases getriebene Individualentwicklung.

Herausfinden, was in Ihren Daten steckt und wie Sie zur Industrie 4.0 kommen

JETZT ANALYTICS QUICK ASSESSMENT BUCHEN.

Der Data Analytics Workshop inklusive der Feasibility Study ermöglicht es Ihnen gemeinsam mit Ihren Experten die Möglichkeiten von Data Analytics herauszufinden und konkrete Anwendungsfälle herauszuarbeiten.

Wir schauen in Ihre Daten und Sie erhalten Informationen über die Lesbarkeit, notwendige Datenstruktur und zu erwartende Ergebnisse sowie fundierte Vorschläge zum Vorgehen und zu umsetzbaren Anwendungsfällen.

Weitere Informationen unter:
<https://www.empolis.com/empolis-industrial-analytics/#angebot>

Download Flyer

