



We create chemistry

Die Digitalisierung in der Prozess-/ Chemieindustrie

Roland Schuhmann, BASF SE,
GET/RR – Diagnostik / Monitoring

Praktikerkonferenz Graz, Sept 2021



We create chemistry

Gliederung

- Rückblick
- Themenbereich Digitalisierung
- Vertikal Integration
- Smart manufacturing – Predictive maintenance
- Proaktive Maschinenüberwachung
- Sensor-Entwicklungen
- IT – Security
- Zusammenfassung und Ausblick

Rückblick

- „4. Industrielle Revolution“
- Begriffsdefinitionen
- Motivation
- Vertikale Integration
- Horizontale Integration
- Beispiele



Roland Schuhmann
BASF SE - Ludwigshafen

20. Praktiker - Konferenz
“Pumpen in der Verfahrens-, Abwasser- und Kraftwerkstechnik”
4. – 6. April 2016 an der TU Graz

 **BASF**
We create chemistry

04.04.2016

1

In den letzten 5 Jahren hat sich sehr viel getan!!

 **BASF**
We create chemistry

BASF: Digitalisierung Themenbereiche

» Mehr



Digital Business Models

Mit neuen Geschäftsmodellen kreieren wir zusätzliche Chancen.

» Mehr



Smart Innovation & Technology

Wir nutzen Daten, um neue Lösungen für unsere Kunden zu entwickeln.

» Mehr



Workforce Enablement

Wir nehmen alle Mitarbeiter mit auf die Reise.

» Mehr



Smart IT

Eine sichere und agile IT-Infrastruktur bildet das Rückgrat der Digitalisierung.

» Mehr



Smart Supply Chain

Um unsere Kunden besser zu bedienen, vernetzen wir die gesamte Lieferkette und bringen so Kunde, Zulieferer und BASF näher zusammen.

» Mehr

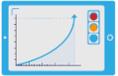


Smart Manufacturing

Digitale Technologien helfen uns, die Produktionsprozesse effizienter zu machen.

» Mehr

Höhere Effizienz und verbesserte Entscheidungsprozesse durch digitale Technologien



Fehlererkennung führt zu höherer Anlageneffektivität
durch Predictive Maintenance

- Zuverlässigkeit steigern
- Unerwartete Stillstände reduzieren
- Transparenz erhöhen



Entscheidungen schneller und besser treffen
durch Vertikale Integration

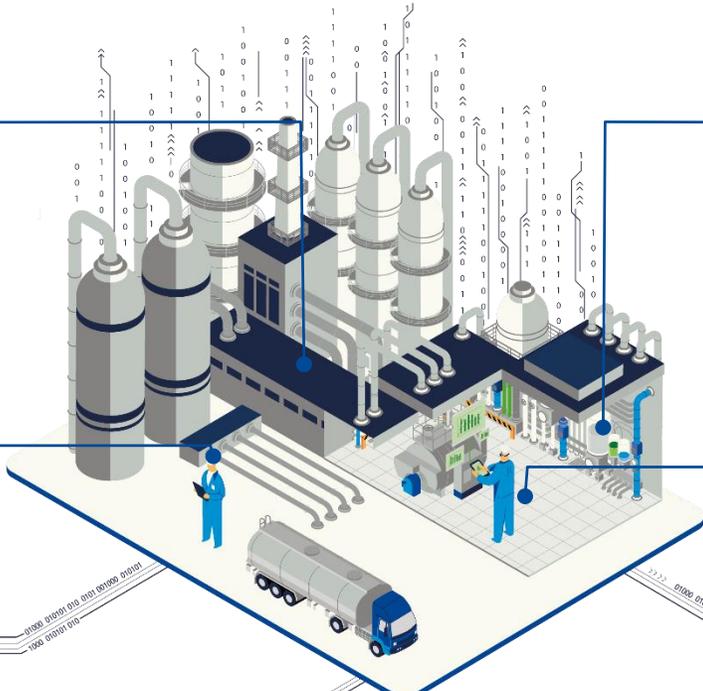
- Geschäfts- und Produktionsprozesse verbinden, um Transparenz und Effizienz zu steigern
- Komplexität der Systemlandschaft reduzieren

Lieferant



Experten

Unterstützen die Analyse und Interpretation von Daten zur Erstellung intelligenter Anwendungen für die Produktion



Effizientere Produktionsprozesse
durch Prozessoptimierung mithilfe von Big Data

- Produktionsprozesse optimieren
- Ausbeute steigern
- Energieverbrauch senken



Unterstützung der Mitarbeiter
durch Augmented Reality

- Effizienz erhöhen
- Potenzielle Fehler vermeiden
- Wissen nachhaltig austauschen

Kunde



BASF Anlagen

Werden vernetzt und Prozesse durch Anwendung intelligenter Lösungen in der Produktion verbessert



BASF: Digitalisierung Themenbereiche

» Mehr



Digital Business Models

Mit neuen Geschäftsmodellen kreieren wir zusätzliche Chancen.

» Mehr



Smart Innovation Technologies

Wir nutzen Daten, um neue Lösungen zu entwickeln.

» Mehr



Smart Manufacturing

Digitale Technologien helfen uns, die Produktionsprozesse effizienter zu machen.

» Mehr



Smart Supply Chain

Um unsere Kunden besser zu bedienen, optimieren wir unsere Lieferkette und bringen so Kunden, Zulieferer und Partner zusammen.

» Mehr



Smart IT

Eine sichere und agile IT-Infrastruktur bildet das Rückgrat der Digitalisierung.

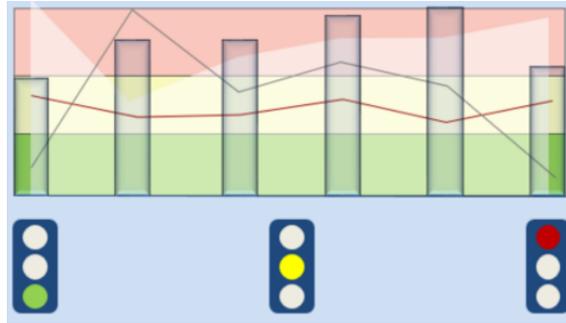
» Mehr

Themenbereich Smart Manufacturing



Augmented Reality

Die Verbindung von der realen und virtuellen Welt unserer Anlagen bringt deren Wartung auf ein neues Level.



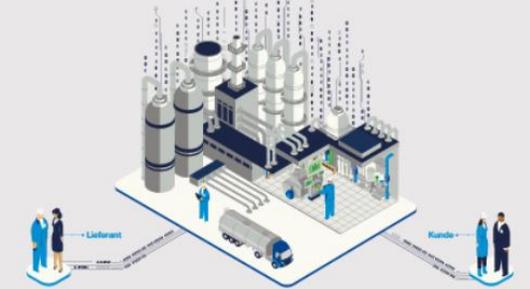
Predictive Maintenance

Wie wir mithilfe von Big Data Analysen, Ausfälle und Stillstand verhindern.



Prozess Optimierung mit Big Data

Prozess Optimierung mit Hilfe von Big Data kombiniert Prozesswissen mit Statistik um Modelle zu erstellen.



Vertikale Integration

Vertikale Integration (VI) verbindet die Geschäftsprozesse des Unternehmens mit den ausführenden Automatisierungslösungen.

Die „digitale Fabrik“

Ziele der „Digital Factory“:

- Kapazitätssteigerung
- Höhere Anlagenverfügbarkeit
- Höhere Produkt-Qualität



Materialflussanalyse:

- Vorhersagen der nächsten Prozessschritte in Echtzeit
- Abgleich der Tätigkeiten in Messwarte und z.B. Labor
- Hochfahren von Equipment im Labor bevor Probe eintrifft



Advanced Instrumentation Diagnostics:

- Nutzung alle Werte des Feldgerätes
- z.B. Manometer: Druck, Druckspitze, Gerätealter etc.
- Digitaler Zwilling des Feldgerätes

Digital Asset Network:

- Zugriff mittels QR-Code auf die Feldgeräte-Informationen mittels z.B. Smartphone
- Aktuelle Geräteinformationen aus der Hersteller - Cloud



Vertikale Integration – Digitale Vernetzung

LoRaWAN

WLAN

5G

Datenraten

max. **50**
Kilobit/s



max. **1.300**
Megabit/s



max. **20**
Gigabit/s



Distanz

kleine Datenmengen,
große Distanz



große Datenmengen,
geringe Distanz



große Datenmengen,
große Distanz



Reichweite

kilometer-
weit



max.
300 Meter



Meter bis Kilometer
je Frequenzband



Latenz
(Reaktionszeit)

im
Sekundenbereich



100 Millisekunden
max.



10 Millisekunden
max.



Stromverbrauch

sehr
gering



hoch



variabel
abhängig vom Anwendungsfall



Anwendungsmöglichkeiten LoRaWAN



Korrosion

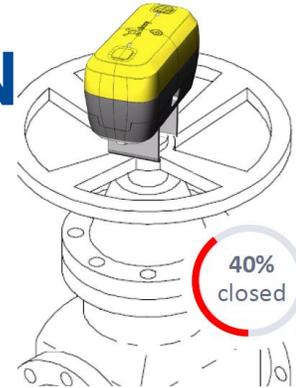


Füllstand

Druck



Handventilstellung



Impuls



Wasserschaden



Jeder Sensor der LoRaWAN zertifiziert ist, kann in das interne BASF LoRaWAN Netzwerk eingebunden werden



Umgebung



Steam Trap



Temperatur



Vibration



Digitale Zähler



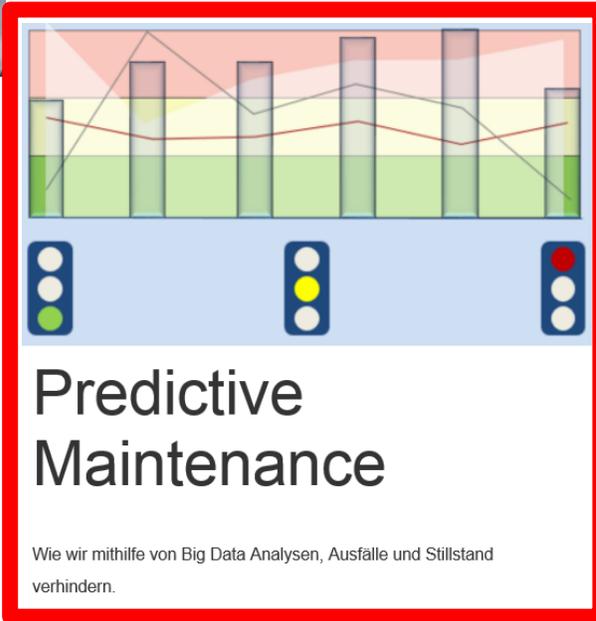
Füllstand

Themenbereich Smart Manufacturing – Predictive Maintenance



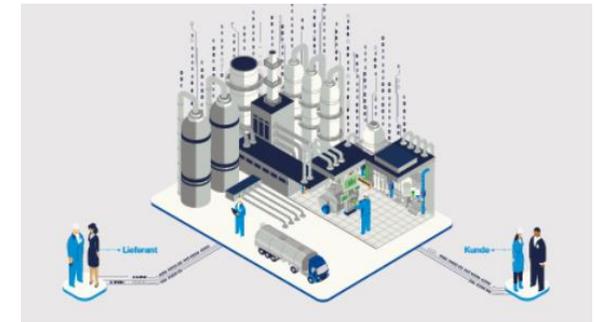
Augmented Reality

Die Verbindung von der realen und virtuellen Welt unserer Anlagen bringt deren Wartung auf ein neues Level.



Prozess Optimierung mit Big Data

Prozess Optimierung mit Hilfe von Big Data kombiniert Prozesswissen mit Statistik um Modelle zu erstellen.



Vertikale Integration

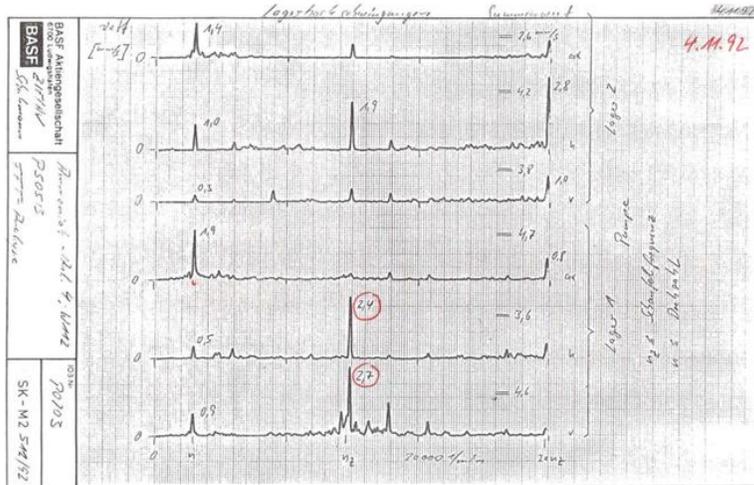
Vertikale Integration (VI) verbindet die Geschäftsprozesse des Unternehmens mit den ausführenden Automatisierungslösungen.

Predictive Maintenance ist zentraler Baustein der BASF 4.0 Aktivitäten

Die 4. industrielle Revolution

Gab es tatsächlich revolutionäre Ideen?

Beispiel: Signalanalyse



Messschrieb FFT Analyse 1992



Messgeräte 1992

Konsequenter Einsatz der Digitalisierung durch:

- Standardisierung
- Miniaturisierung
- Kostenreduzierung
- Kommunikation (Kabelgebunden / WLAN etc.)

Digitalisierung: Besonderheiten eines “Mega-Standorts”



■ Verbundstandort

- Ca. 220 Einzelanlagen
- Vernetzung der Anlagen

■ Maschinenpark

- ~ 150 Turbomaschinen
- ~ 300 Kolbenverdichter
- ~ 200 Prozesskälteanlagen
- ~ 20 000 Gebläse
- ~ 35 000 Pumpen
- ~ 5 000 Rührwerke
- ~ 200 Zentrifugen
-

Besonderheiten bei der Digitalisierung eines “Mega-Standorts”

- Vorteile:
 - Fachexpertise für praktisch alle technischen Belange verfügbar
 - Sehr gute Infrastruktur aller Nebengewerke
 - Fertigungseinrichtungen vorhanden
 - Sehr gute IT-Infrastruktur
- Nachteile:
 - Sehr starke Arbeitsteilung, dadurch viele Schnittstellen
 - Entscheidungsprozesse oft sehr “zeitintensiv”
 - Werksweite IT-Systeme passen nicht unbedingt für die einzelne Fachabteilung
 - Unterschiedliche Nutzung von IT-Systemen führt bei zentralen Fachstellen zu Problemen
 - Akribisches “a-jour”-Halten der Datenbanken wird oft unzureichend durchgeführt

BASF Reliability Center – Stand Mai 2021

Proaktive Maschinenüberwachung



2 Monitoring Center in
Ludwigshafen und
Antwerpen



>25 verschiedene
Maschinentypen und
Apparate



92 verschiedene Anlagen

Regionen:

Europa

Nord Amerika

Süd Amerika

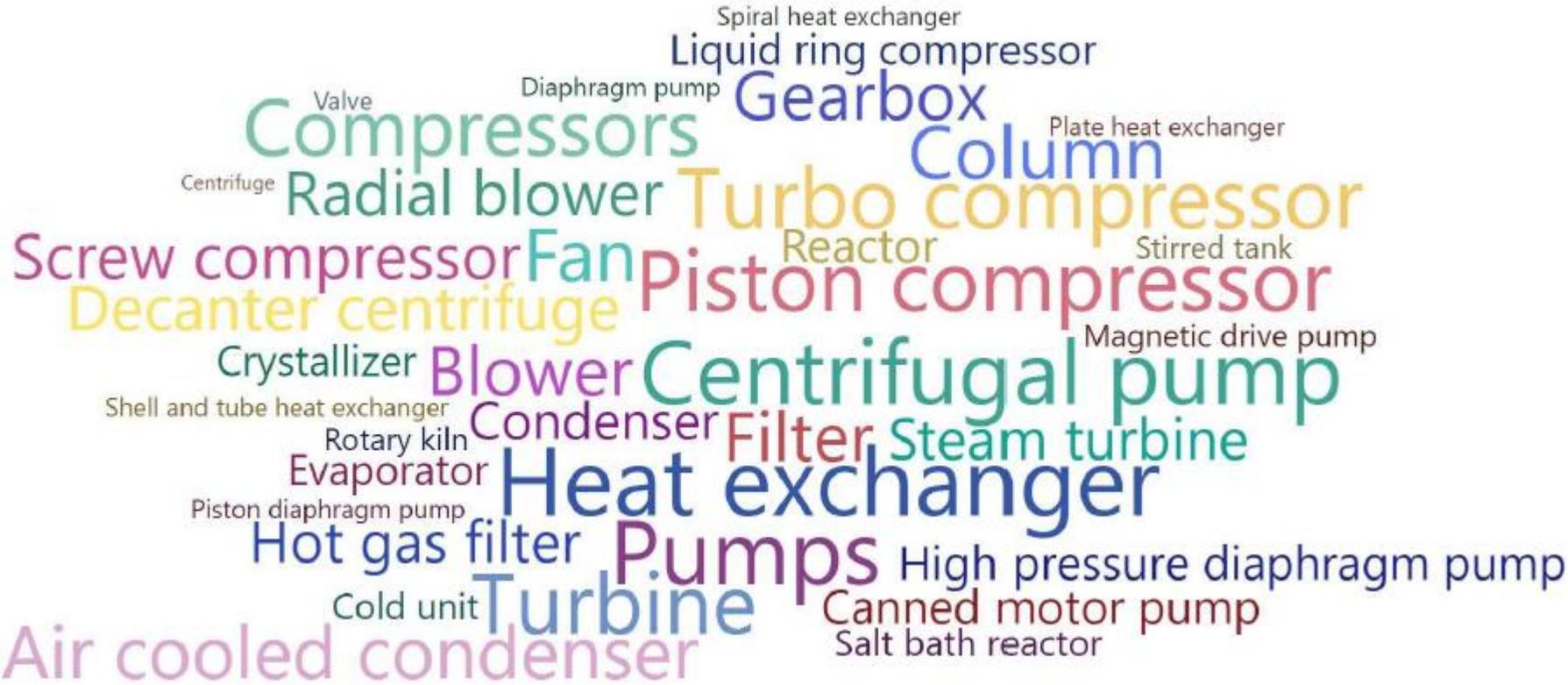
Asien (China/ Malaysia/ Korea)



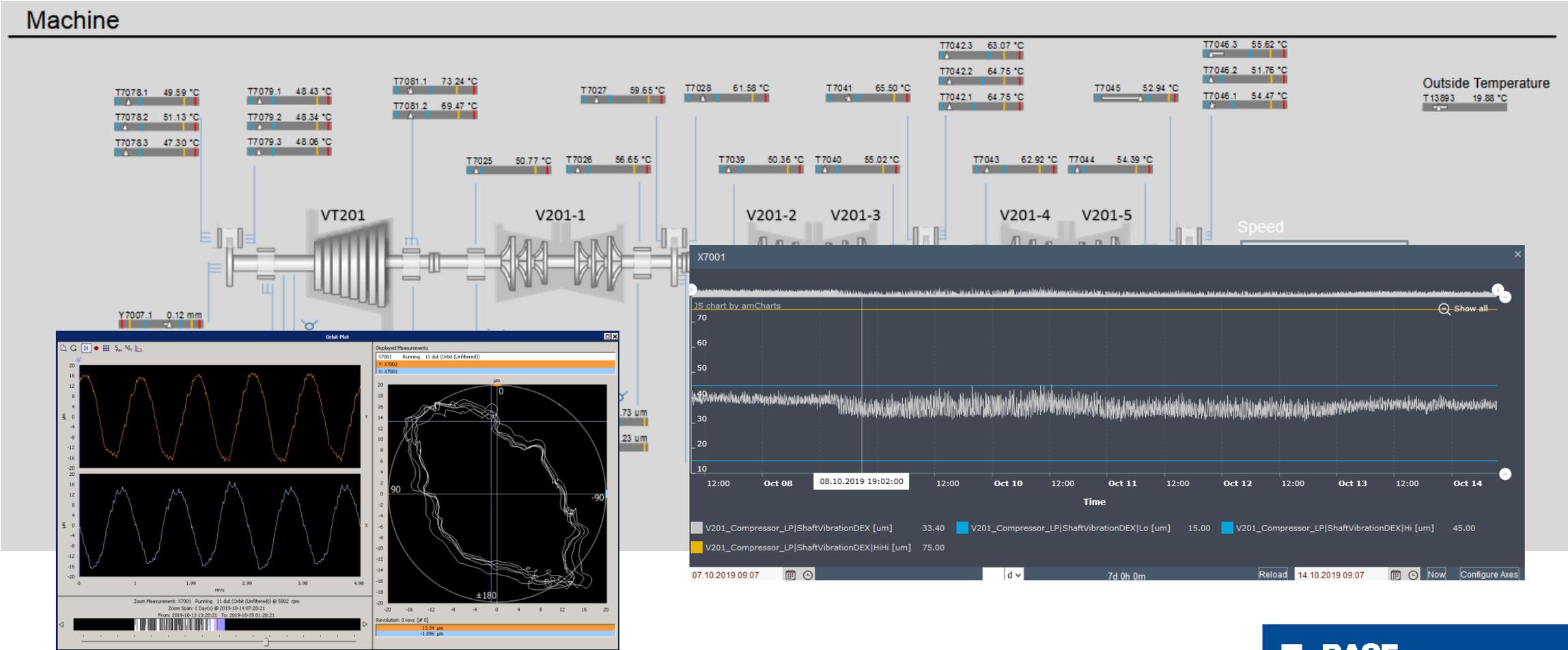
Gesamtanzahl der überwachten Maschinen **597**

Hotline 24/7

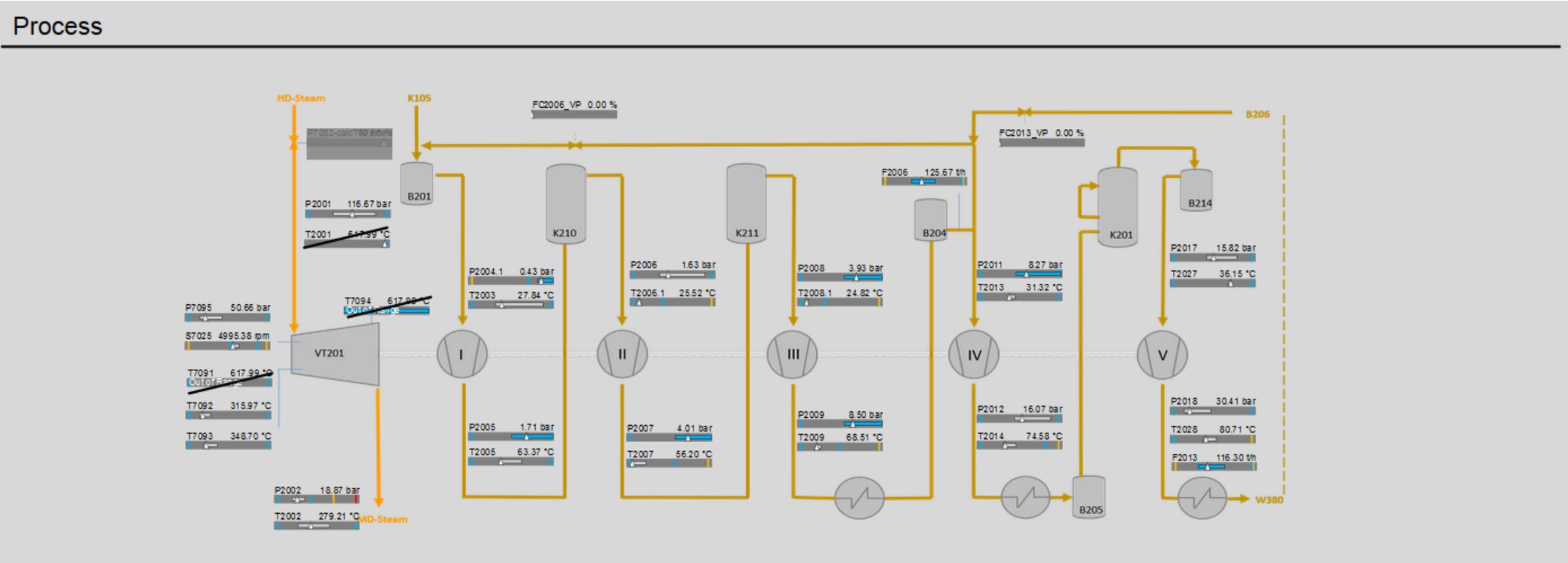
Reliability – Center – überwachte Maschinentypen



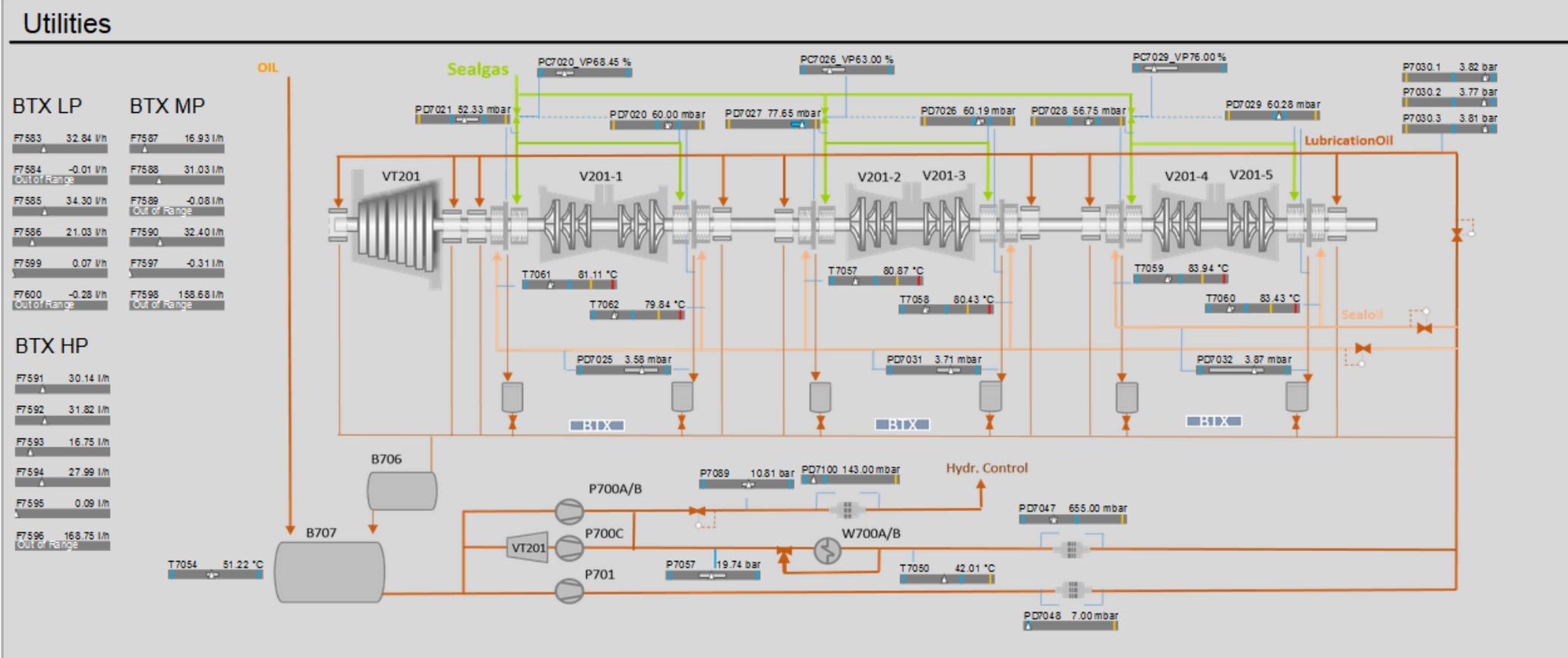
Predictive Maintenance: Dashboard Reliability Center Maschinen-Monitoring “Mechanik”



Predictive Maintenance: Dashboard Reliability Center Maschinen-Monitoring “Prozess”



Predictive Maintenance: Dashboard Reliability Center Maschinen-Monitoring “Ölssystem / Dichtungssystem”



Predictive Maintenance Maschinen-Monitoring

Automatisierte Datenkorrelation

■ Problem:

- ~ 200 Messstellen an einer Maschine
- Messwertänderungen und Korrelation der Daten für den Menschen nicht mehr überschaubar
- Alarmschwellen müssen "weit" gesetzt werden, dadurch sehr "späte" Erkennung von Veränderungen

■ Lösung:

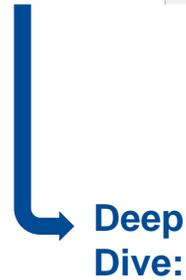
- Datenkorrelationssoftware

■ Schlagwörter:

- Data Lake, Big Data, Black Box Modelle

Overview:

| Name | Runtime Status | Alarm State | 5 Day Event History (days) | Earliest Event | Latest Event |
|------------------------------------|----------------|-------------|----------------------------|---------------------|---------------------|
| DE_LU_U310_TG_V701Y_Process | ● | ✳ | ■ | 04-29-2019 19:55:40 | 04-30-2019 12:45:40 |
| DE_LU_U310_TG_V701Y_Stages | ● | ✳ | ■ | 04-29-2019 20:40:40 | 04-30-2019 12:45:40 |
| DE_LU_U310_TG_V701Y_Motor | ▲ | ✳ | ■ | 04-29-2019 19:55:40 | 04-30-2019 06:45:40 |
| DE_LU_N420_HNO3_V100_CompressorAir | ● | ✳ | ■ | 04-30-2019 05:00:40 | 04-30-2019 07:25:40 |
| DE_LU_N420_HNO3_V100_CompressorNO | ● | ✳ | ■ | 04-29-2019 21:13:40 | 04-30-2019 05:15:41 |

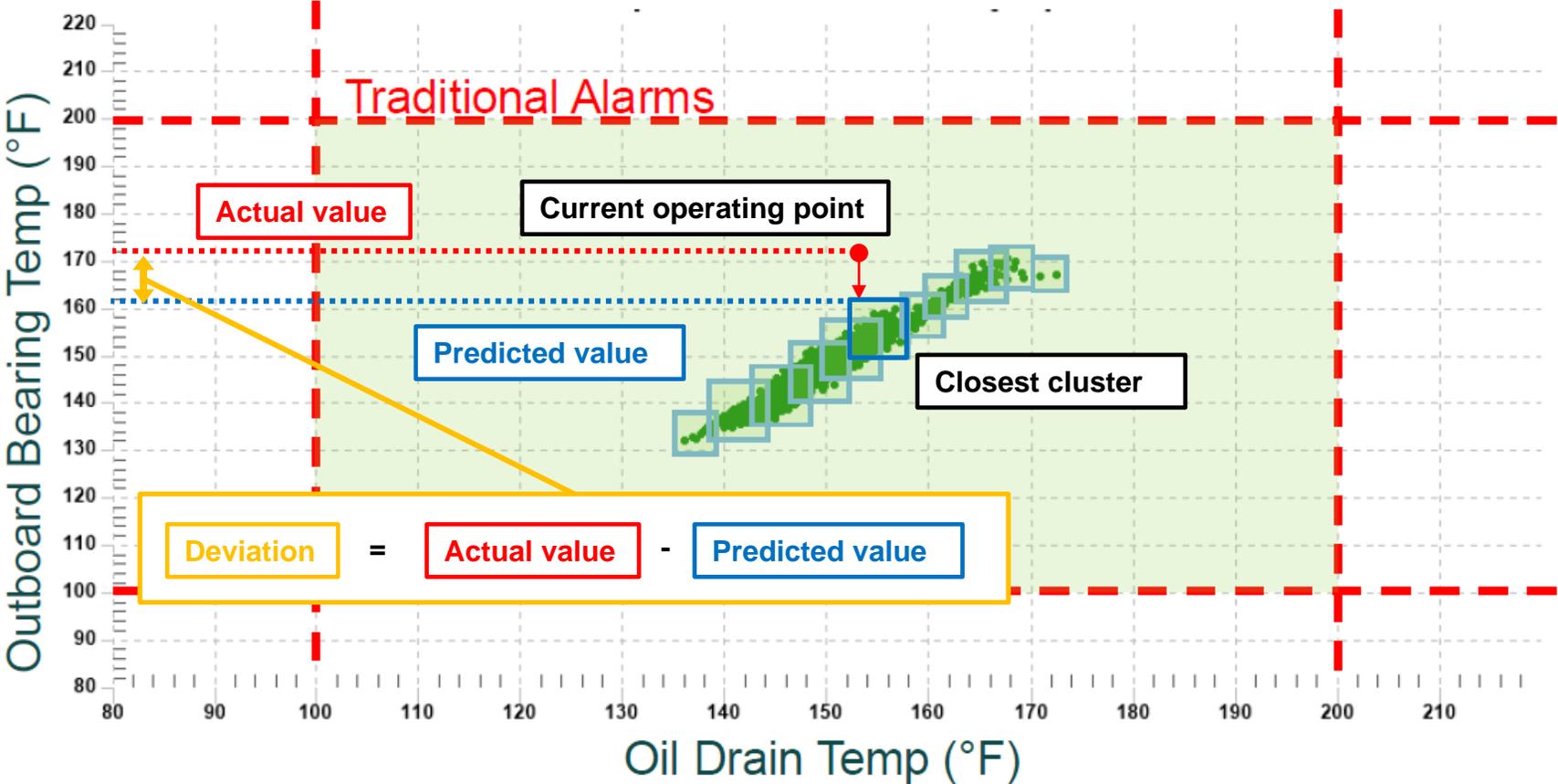


Deep Dive:



Predictive Maintenance Maschinen-Monitoring

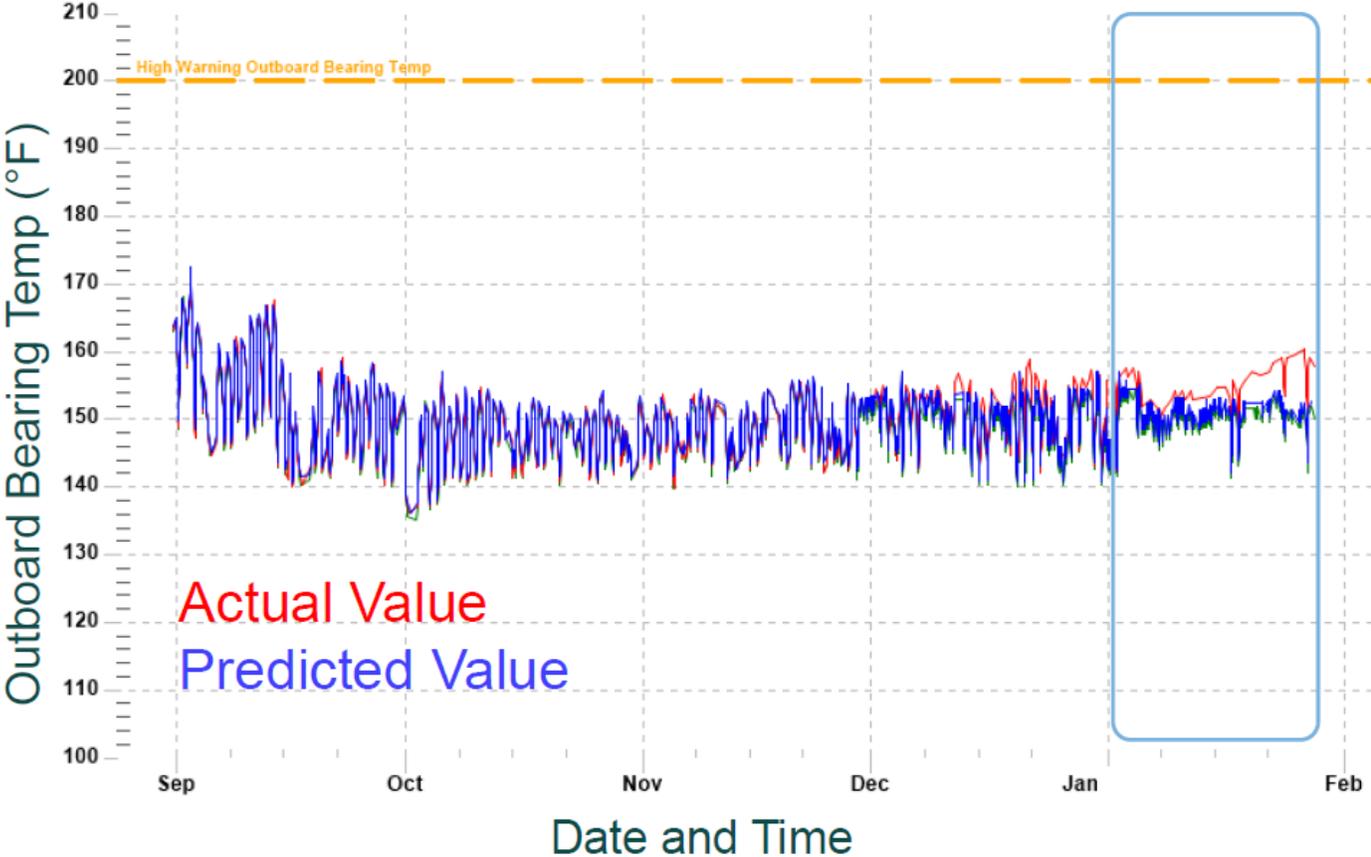
Automatisierte Datenkorrelation „Clustering“



Predictive Maintenance Maschinen Monitoring

Automatisierte Datenkorrelation

Minimierung des Alarmabstandes durch Überwachung der Differenz zwischen dem aktuellem und erwartetem Wert



Predictive Maintenance Maschinen-Monitoring

Automatisierte Datenkorrelation

■ Vorteile:

- Schnelle Konfiguration Erstellung der “Modelle”
- Enge Alarmgrenzen und dadurch sehr frühzeitige Alarmierung von Abweichungen

■ Erfahrungen:

- Ausreichender “Trainingsdatensatz” ist erforderlich
- Geregelte Größen korrelieren nicht mit anderen Parametern und dürfen daher nicht verwendet werden
- Auslösen einer “Alarmflut”
- Dilemma: Ist der Alarm echt oder handelt es sich um ein Betriebszustand, der noch nicht eingelernt wurde?
- Erhöhter Aufwand durch “Nachtrainieren”
- Durch „Nachtrainieren“ können nicht erkannte Störungen als „normaler Betriebszustand“ eingelernt werden

Frage: Tatsächlicher zusätzlicher Nutzen oder „nur“ Mehraufwand?

Predictive Maintenance Condition Monitoring

Was tut sich auf dem Markt?

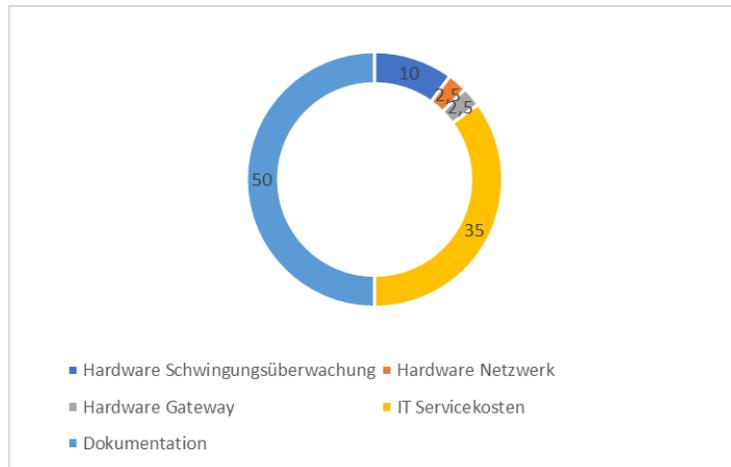
- **Neue Schwingungsüberwachungssysteme kommen verstärkt auf den Markt von:**
 - Traditionellen Schwingungsüberwachungsherstellern
 - Maschinenherstellern
 - PLS Hersteller
 - Sensorhersteller
 - Start up's
- **Schwierigkeiten für den Betreiber**
 - Bewerten der Funktionalität des Sensors
 - Datenübertragung herstellerspezifisch
 - Integration in vorhandene Systeme schwierig
 - Hype: Wireless Technologie
 - Sensor Leasing und Analysedienstleistung im Angebot

Predictive Maintenance Condition Monitoring

Hype: Wireless Technologie

Angepriesen wird:

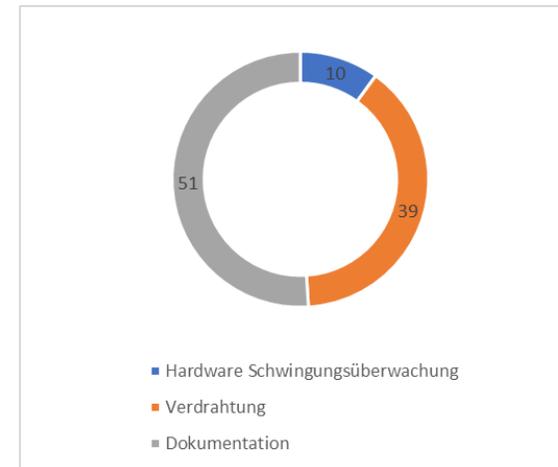
- Einfachste Installation
- Keine Verkabelung
- Keine Stromversorgung (Batterie)
- Geringe Kosten



Wireless Installation

Ist-Stand:

- IT-Infrastruktur ist noch sehr aufwendig und teuer
- Wegen Batteriebetrieb nur geringe Datenmengen
- Automatische Diagnose noch nicht möglich
- Experte für die Datenanalyse wird benötigt
- Überblick / Tracking der verbauten Sensoren



Konventionelle Installation

Predictive Maintenance Condition Monitoring Sensor-Entwicklung

Man kann nur erkennen was man auch sehen kann

Neue Sensoren eröffnen neue Möglichkeiten der Diagnose

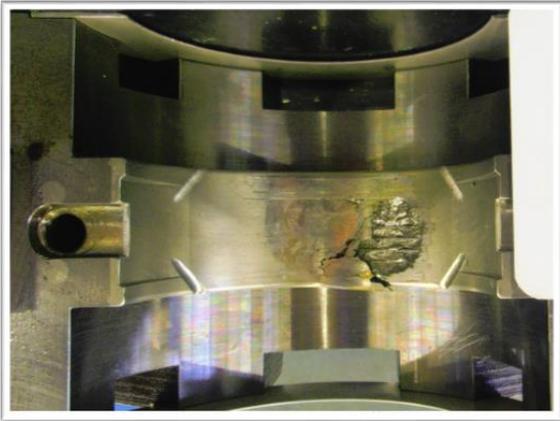
Trends:

- Bauteilintegrierte Sensorik zur Ermittlung der Bauteilbelastung
- Non Intrusive Sensoren für nachträgliche Installationen
- Erweiterung des Frequenzbereiches bei der Schwingungsanalyse
- Neue Technologien wie Schwingungskamera oder Leckagekamera
- Neue Signalanalysen: Nutzung von Sprach- und Bilderkennungsalgorithmen



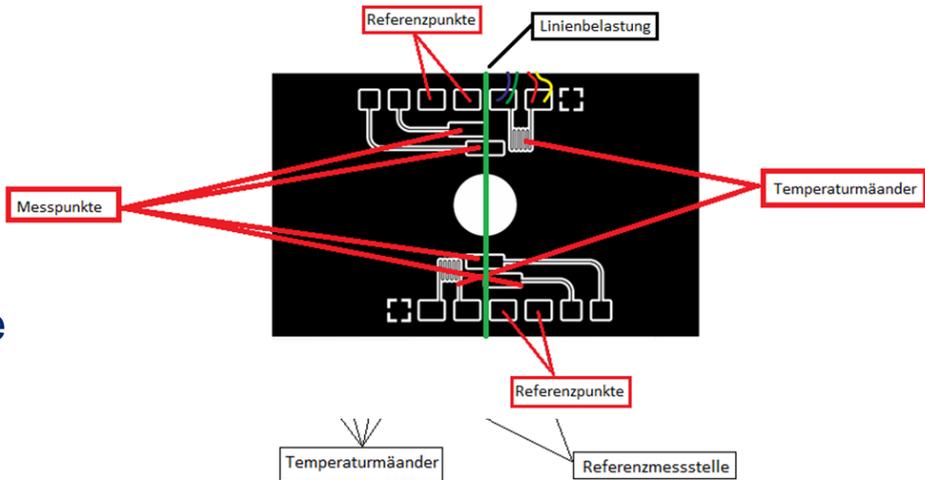
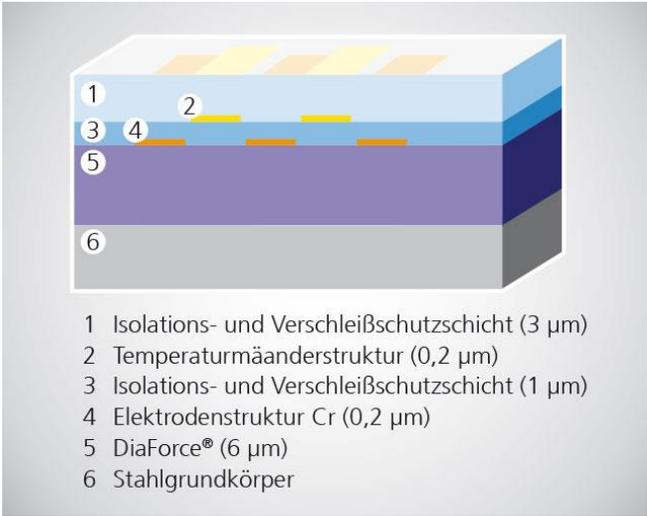
Bauteil-integrierte Sensorik

Beispiel: Messung von dynamischen Kräften



Beispiel: Lagerschaden

Bauteilbeschichtung für Messung der dynamischen Kräfte



Quelle: Fraunhofer IST

Anordnung der Mess- und Referenzpunkte

Datenhoheit und Expertise der Datenanalyse Fleet-management in der Prozess Industrie

Beispiel: Triebwerksmonitoring in der Flugzeugindustrie

Aber Prozess-Industrie:

- Kompressoren sind maßgeschneidert auf den Prozess
- Sehr starker Einfluss des Prozesses

Beispiel Pumpen:

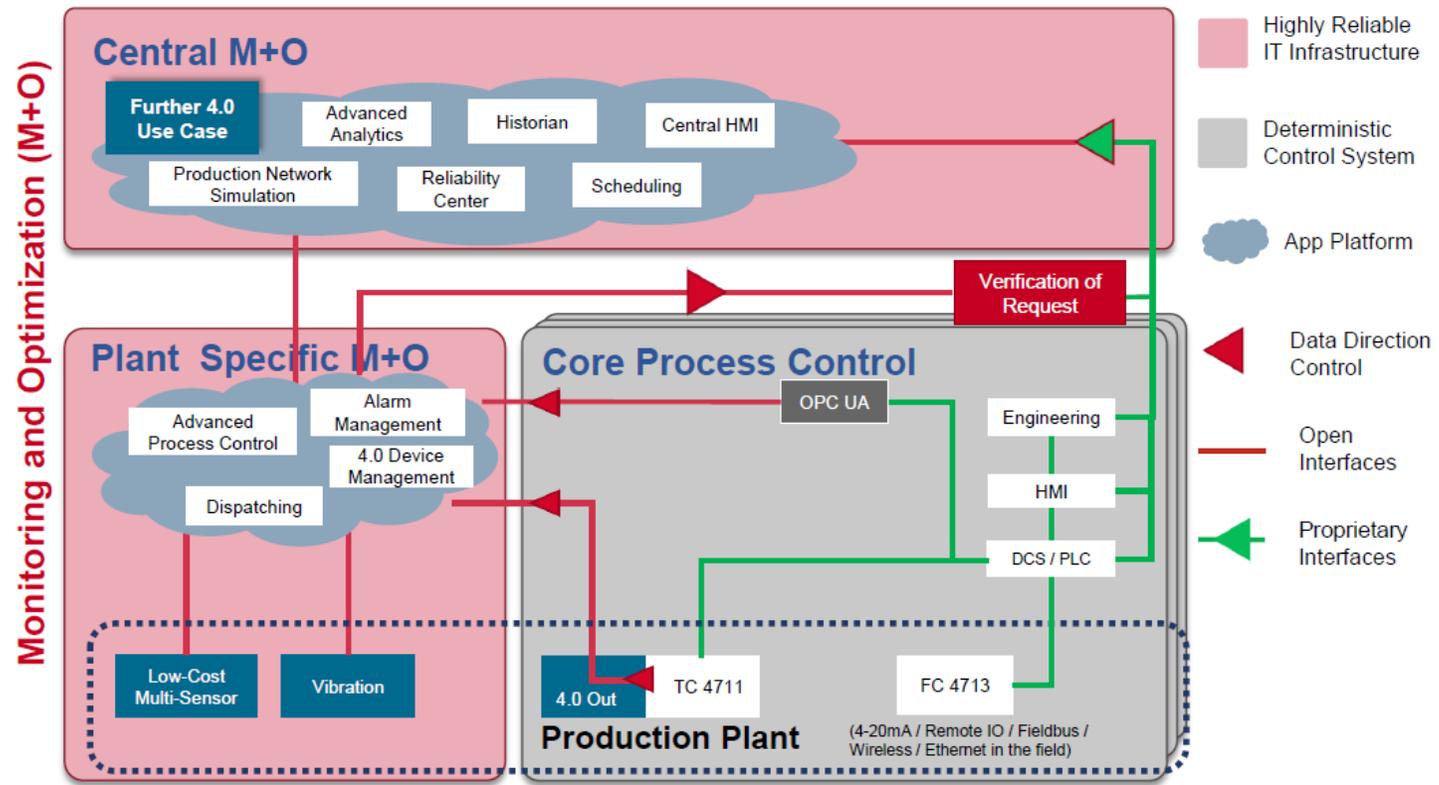
- Trotz baugleicher Maschinen unterschiedliche geförderte Medien
- Maschinen sind daher nicht vergleichbar

Fazit:

- Fleet-Management durch Hersteller praktisch nicht möglich
- Betreiber haben in der Regel das “Diagnose-know how”

Predictive Maintenance Notwendige Infrastruktur - IT Security

NOA – NAMUR Open Architecture



Predictive Maintenance

Notwendige Infrastruktur

Condition Monitoring Systeme müssen:

- Meldungen an übergeordnete Systeme übergeben
- Austauschbar sein
- Ohne Engineering- Aufwand integrierbar sein
- Standardisierte Protokolle
- Klartext- Diagnose- Informationen liefern

Ist – Zustand:

- Herstellerspezifische Lösungen
- Keine Klartext- Diagnoseinformation

Ansätze:

- **VDMA: Verwaltungsschalen für Pumpen und Vakuumpumpen**



Quelle: Chemie Technik TH Köln

Voraussetzungen für eine effiziente Nutzung der Digitalisierung in der Instandhaltung

- IT-Infrastruktur muss vorhanden sein
- Condition Monitoring Sensoren müssen “Low cost” sein
- Dokumentationsaufwand für Condition Monitoring Sensoren muss minimiert werden
- Systeme müssen ohne Engineering-Aufwand austauschbar sein
- Schnittstellen müssen standardisiert sein
- ERP-Systeme müssen einheitlich konsequent gepflegt werden
Beispiel: Equipment-Wechsel
- Aus Messwerten müssen automatisierte Diagnoseinformationen werden

Zusammenfassung und Ausblick

- Großer Nachrüstbedarf bei “Altanlagen” bzgl. Sensorik und IT-Infrastruktur
- Kosten für zusätzliche Sensoren und Dokumentation müssen deutlich gesenkt werden
- Sensorik: Momentan sehr herstellerspezifische Lösungen “Jeder hat seine eigene Cloud”
- Standardisierung muss vorangetrieben werden, um effiziente Datenintegration zu ermöglichen
- Automatisierte Diagnose ist noch nicht möglich
- Experten sind immer noch notwendig

Das Ziel: Prediction “Vorhersage der Restlebenszeit” ist noch lange nicht erreicht!

Zusammenfassung und Ausblick

- Virtuelle Maschinen wird es auch in Zukunft nicht geben
- Maschinenzuverlässigkeit wird nach wie vor erreicht durch:
 - Gute Konstruktion
 - Richtige Auslegung und Installation
 - Bestimmungsgemäße Betriebsweise
 - Qualität in der Instandhaltung
- Verbesserung der Zustandsbewertung und Störungsfrüherkennung durch:
 - Viele zusätzliche Sensoren (WLAN, Non-Intrusive)
 - Bauteilintegrierte Sensorik zur besseren Ermittlung der Materialermüdung
 - Nutzung von Signalanalyse-Algorithmen z.B. Spracherkennung
 - Nutzung von Bilderkennungs – Algorithmen z.B. Gesichtserkennung

Das Ziel: Prediction “Vorhersage der Restlebenszeit” ist noch lange nicht erreicht!

“Die Digitalisierung kann uns helfen, Prozesse und Instandhaltung zu vereinfachen. Sie wird jedoch den Menschen nie ersetzen!”



Matthias Fankhänel, ehemals Senior Vice President, Technical Expertise, BASF SE, International Rotating Equipment Conference 2019, Wiesbaden.



We create chemistry