
Condition Monitoring und Predictive Maintenance

Umsetzung eines "Condition Monitoring" und "Predictive Maintenance" - System

Innovationsforum PredictiveMaintenance@KMU

10.-11. September 2020 digital

Dr. Benjamin Adrian

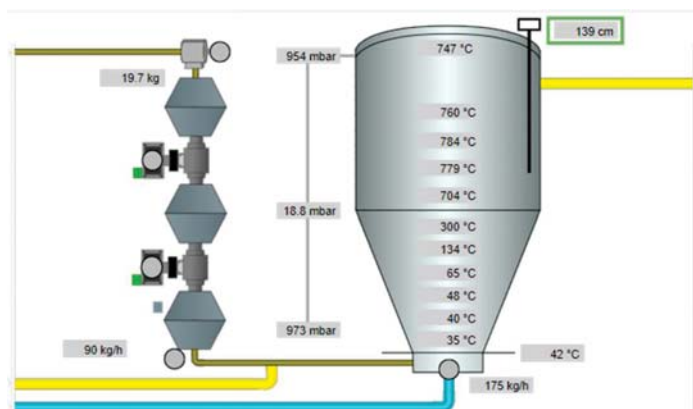
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik
Systemanalyse, Prognose und Regelung

Benjamin.Adrian@itwm.fraunhofer.de

<https://www.itwm.fraunhofer.de/pm>



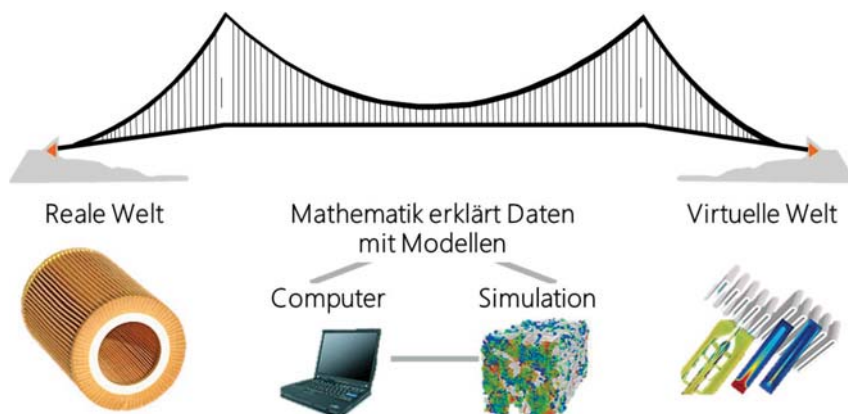
Wenn Sie ANLAGEN
mit DATEN
erklären wollen ...



* Skizzierter Holzgasreaktor der Burkhardt GmbH

Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik

... dann ist
MATHEMATIK die
Brückentechnologie




Abteilung »Systemanalyse, Prognose und Regelung« Anwendungsgebiet – Anlagen und Maschinenregelung

Hardware in the Loop



Math Energy
AREND
PROZESSAUTOMATION

Condition Monitoring & Predictive Maintenance



uni per
BURKHARDT
SIEMENS
Siemens Wind Power

Aktive Dämpfung

Volkswagen



Modeling
Sensor / Actuator
Controller Design
System Analysis
System Simulation

Temperierungsprozesse



Schott AG
Immersion-lithografie

Elektromotoren



ebmpapst
Bosch

Extrusion / Spritzgießen



Fraunhofer ICT
Brandenburger
Ultrastromquelle

Was ist der aktuelle Systemzustand?

Ist der Systemzustand gut oder schlecht?



* Holzgasreaktor der Burkhardt GmbH

Wodurch verändert sich der Systemzustand?

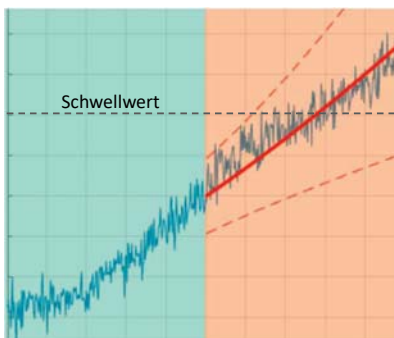
Wie verbessere ich den Systemzustand?

WELCHE FRAGEN BEANTWORTE ICH MIT PREDICTIVE MAINTENANCE?

Condition Monitoring und Predictive Maintenance

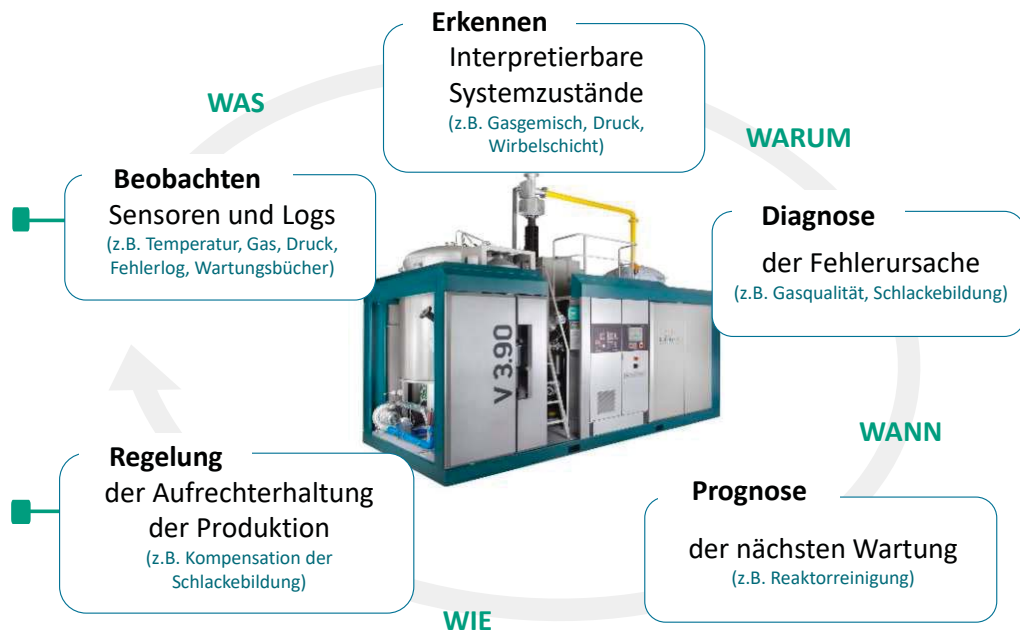
Vorteile

- Maximale Ausnutzung der verbleibenden Lebensdauer
- Geplante Stillstandzeiten
- Vermeidung von Stillstandzeiten



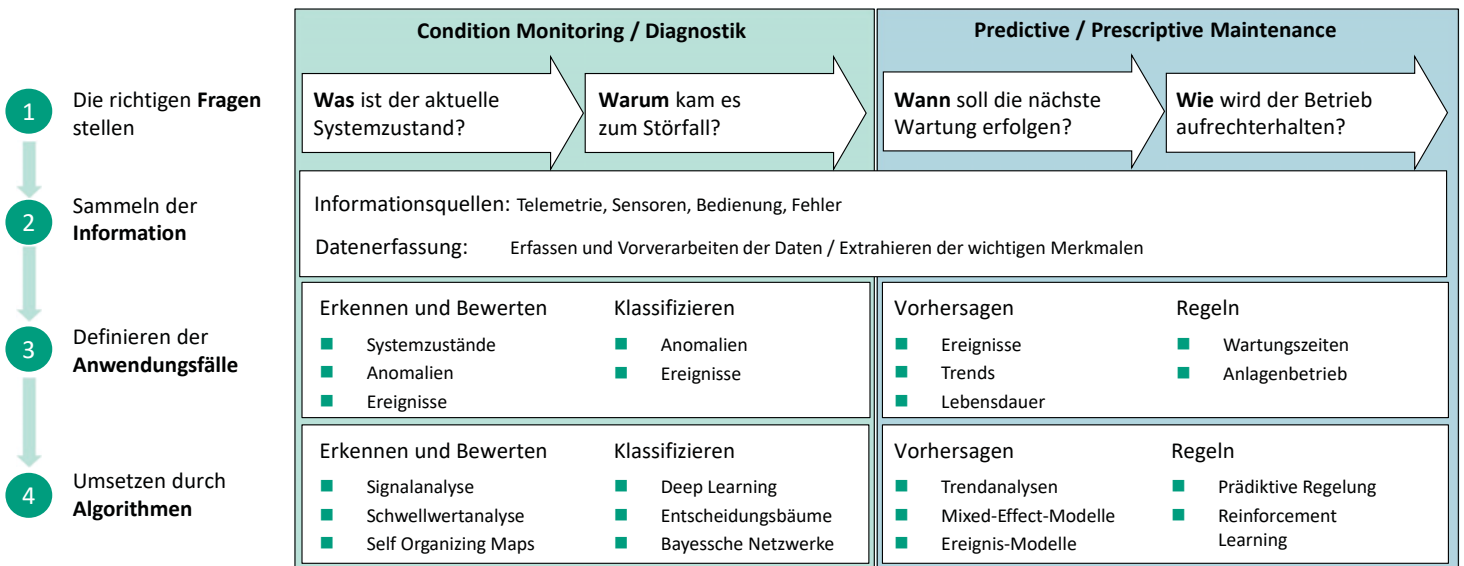
Historie
seit letzter
Reinigung

Prognose
zur nächsten
Reinigung

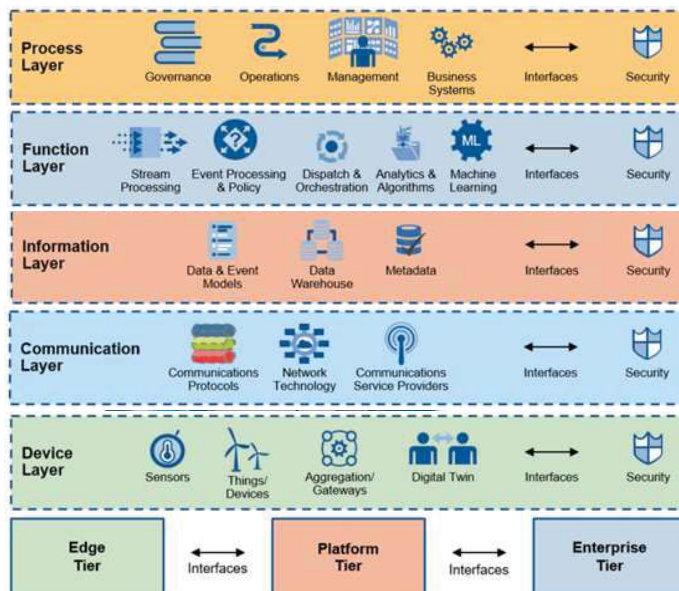
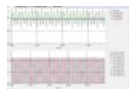
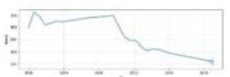


Condition Monitoring und Predictive Maintenance

Mehrwerte in jedem Stadium möglich



Integration der Ergebnisse Realisierung Digitaler Zwillinge



© 2017 Gartner, Inc.

- ▶ Kosten rechnen
Risiko bewerten
- ▶ Zustände überwachen
Prädiktiv Instandhalten
Regeln, Simulieren
- ▶ Speichern
Aggregieren
Filtern
- ▶ Übertragung
- ▶ Datenerfassung
Messtechnik

* <https://www.fourquadrant.com/go-to-market-iiot-research/>



WELCHE DATEN KANN ICH VERWENDEN?

Beschreibung von Systemzuständen

Daten – welches Format?

Zeitreihen

- Telemetrie
- Sensoren
- Ereignisse

Metadaten

- Spezifikationen
- Eigenschaften

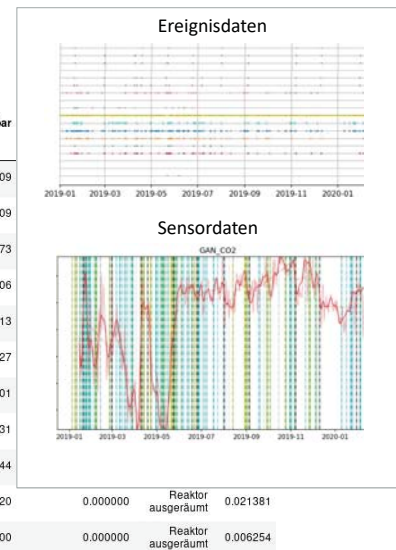
Kategorische Daten

- Fehlercode, Hersteller

Numerische Daten

- Alter, Drehzahl, Temperatur, Druck, Spannung

Timestamp	ID	GRE_T13	KHR_PosKokstr_cm	KHR_SollKoks_cm	Zuluft_kgh	dpGRE_mbar
2019-01-20 11:45:46.786116100	2955	670.299988	139.497482	142	178	8.389709
2019-02-28 15:19:22.818805100	3077	692.900024	134.663834	142	175	7.019409
2019-04-09 10:51:04.411159100	3196	34.799999	134.557007	144	180	1.472473
2019-04-18 12:38:37.807448200	3243	541.599976	139.602264	145	175	6.588806
2019-05-23 14:53:27.282505300	3340	742.500000	142.063858	142	180	7.150513
2019-06-25 13:49:24.215101700	3427	507.100006	134.956314	142	175	6.130127
2019-08-01 10:55:17.294146000	3518	700.799988	139.784882	148	185	7.623901
2019-09-05 09:52:58.989883700	3604	402.299988	139.602875	142	180	5.926331
2019-11-07 13:48:16.535733800	3763	670.299988	134.667770	140	180	8.290344
2019-12-10 10:05:55.247044500	3876	21.500000	127.531670	144	185	0.185120
2020-01-30 09:59:20.562631600	3966	3276.699951	122.531670	140	180	0.044800



* Auszug aus einem Logbuch eines Holzgasreaktors der Burkhardt GmbH

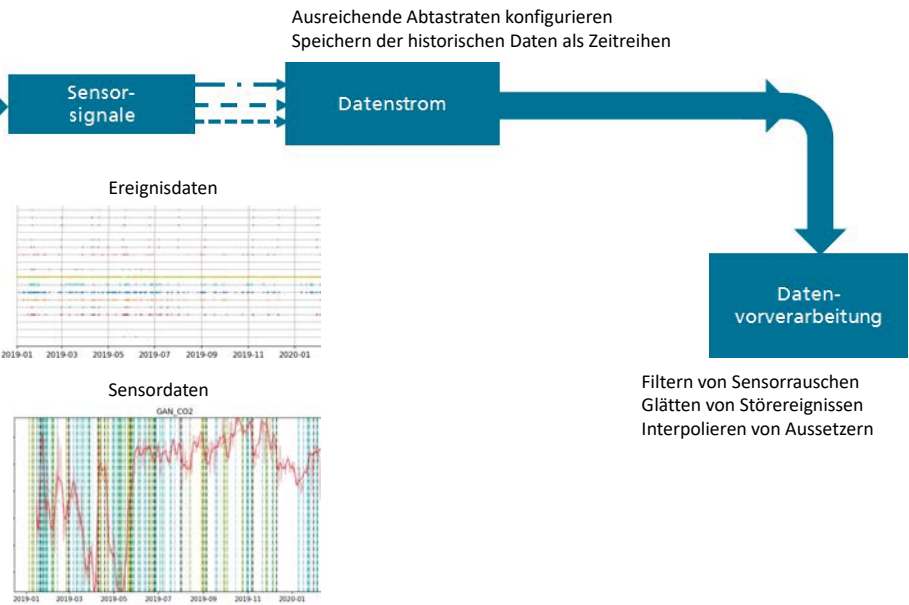
Vorgehensweise

Erhebung und Vorverarbeitung der Daten



Analyse von Sensoren zu Gas, Druck, Koksmenge, Temperatur, etc.

Analyse der Reinigungsintervalle



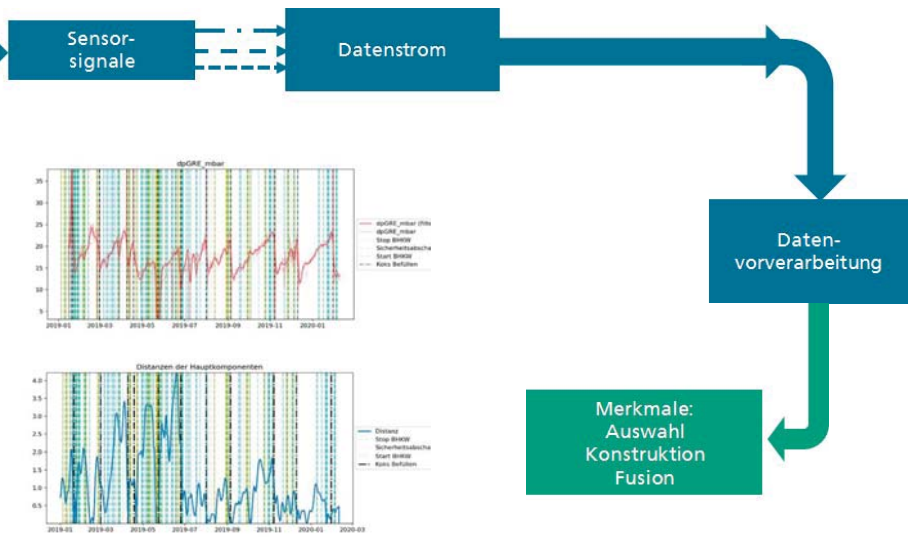
Vorgehensweise Konstruktion von Merkmalen



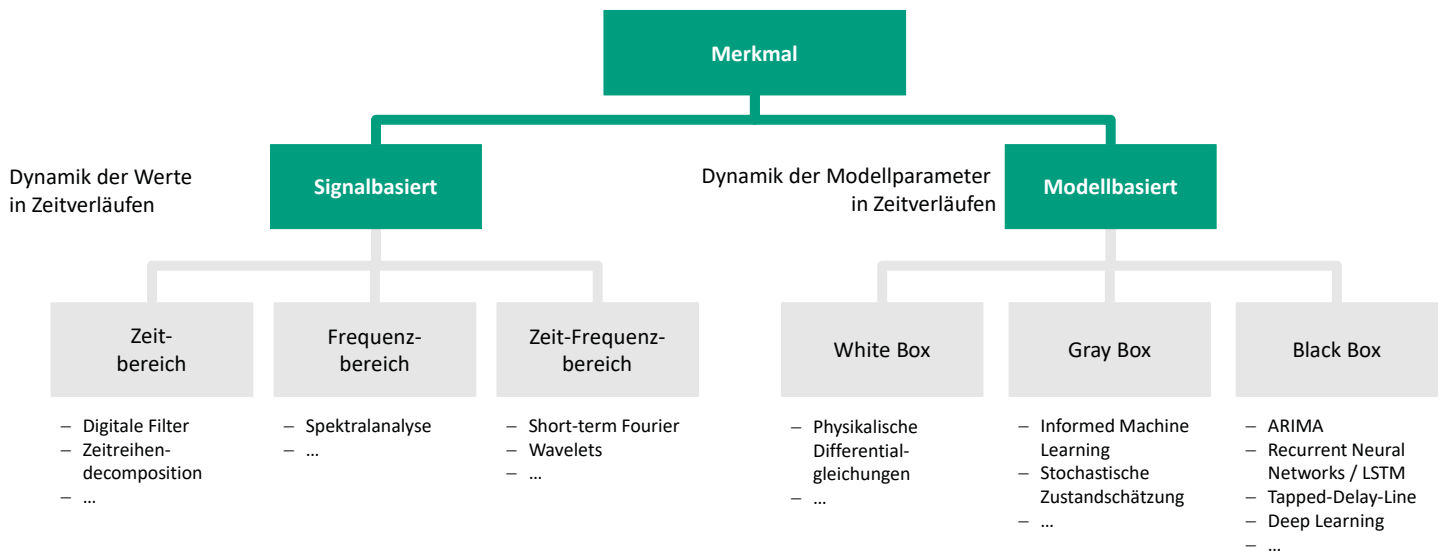
V 3.90

Merkmale zur Gasqualität,
Druckverhältnissen,
Wirbelschicht.

Relevanter Bezug zu
Reinigungsaktionen



Beschreibung von Systemzuständen Konstruktion von Merkmalen



Beschreibung von Systemzuständen

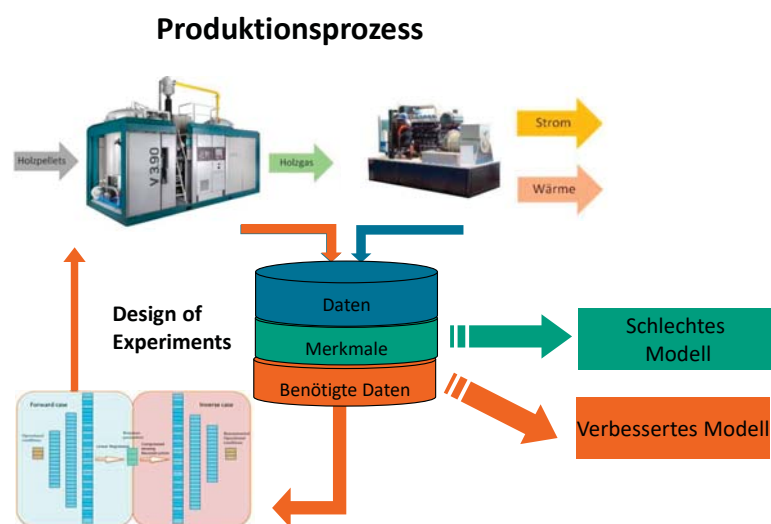
Wie erkenne ich ob Daten fehlen? / Welche Daten brauche ich?

Relevante Kenngrößen

- Merkmale mit hohem Einfluss auf die Systemzustände finden
- Prozessparameter mit hohem Einfluss auf Qualität von Resultaten finden
- Unvollständige Datenbasis mit wenigen relevanten Einflussgrößen erweitern

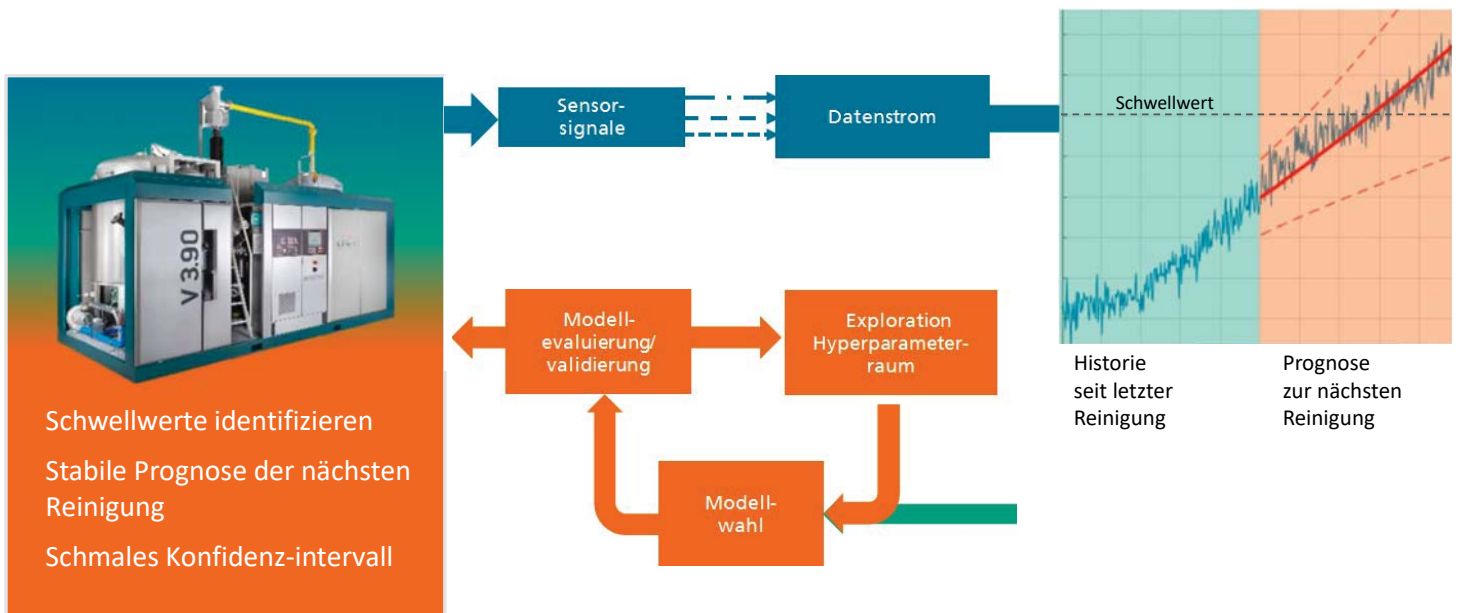
Je mehr Systemwissen vorhanden ist, ...

- ✓ desto weniger Daten sind nötig.
- ✓ desto einfach identifiziert man Ihre Relevanz



Vorgehensweise

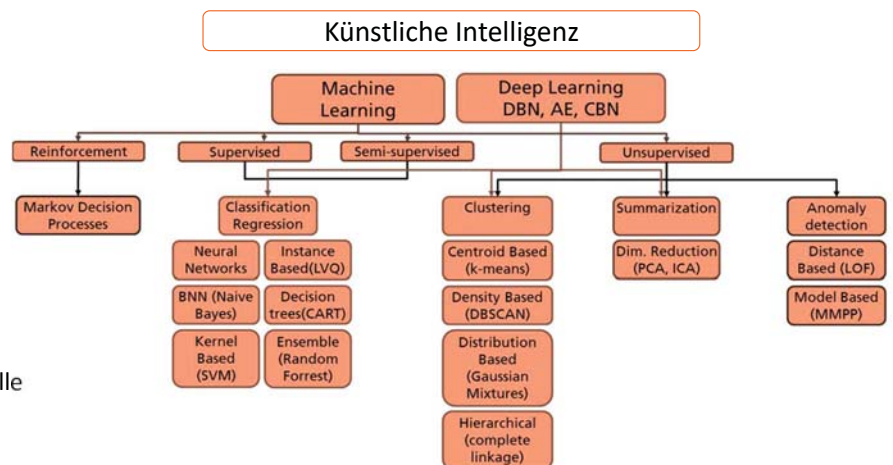
Maschinelles Lernen: ein Modell trainieren, bis es die Daten erklärt

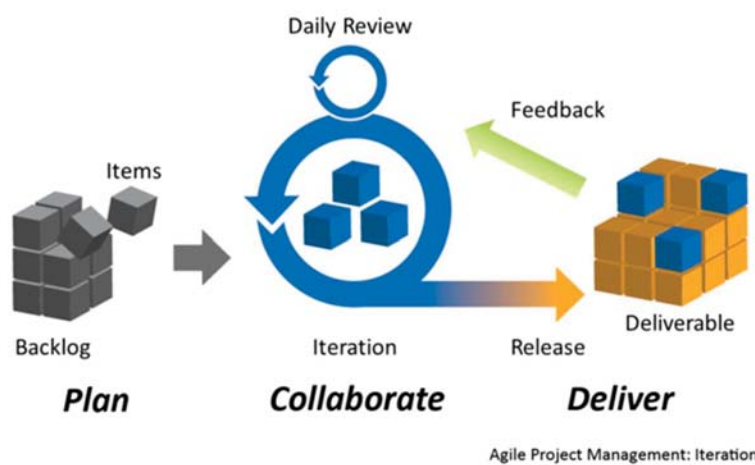


Maschinelles Lernen

Welches Modell ist das richtige?

- Wahl des Verfahrens abhängig von
 - der Aufgabenstellung
 - Daten und Informationen
- Kopplung von Verfahren sinnvoll
 - So einfach wie möglich, so komplex wie nötig.
- Integration von Systemwissen hilft immer
 - Verringert Komplexität datenbasierter Modelle



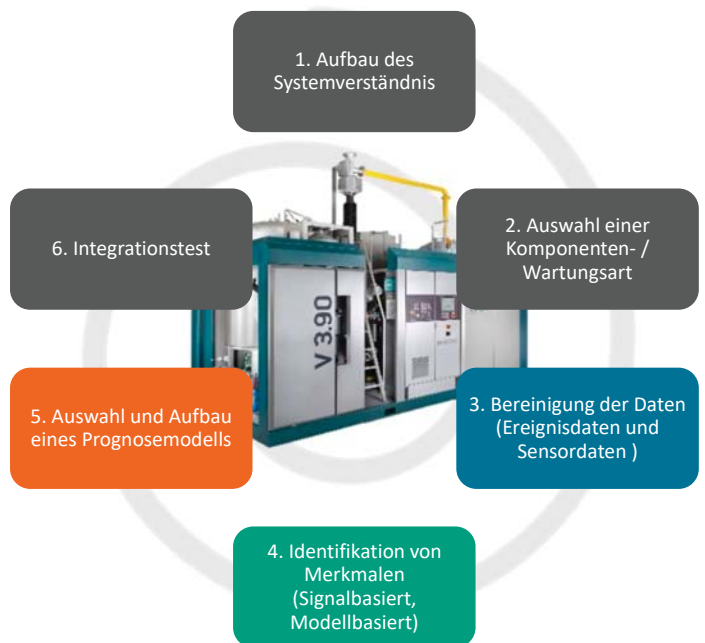
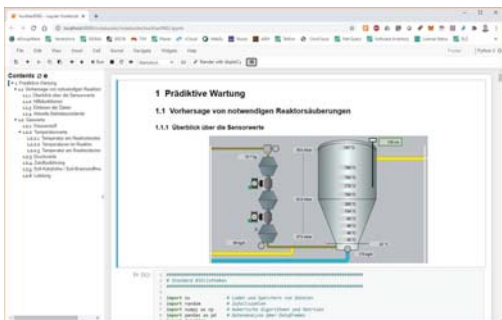


WIE SOLLTE ICH BEI DER EINFÜHRUNG VON PREDICTIVE MAINTENANCE VORGEHEN?

Predictive Maintenance

Iterative agile Vorgehensweise am ITWM

- Gemischtes Team
 - Regelmäßige Ziel- und Projektabsprachen
 - Kontinuierlich interne Ergebnisse liefern
- <https://gitlab.itwm.fraunhofer.de/sys>



HOLZVERGASER V3.90 MIT BHKW ECO 165 HG



Projektbeispiel

BHKW MIT HOLZPELLETS BURKHARDT GMBH

Predictive Maintenance an Blockheizkraftwerken

Vision: Reduktion von Reaktorreinigungen

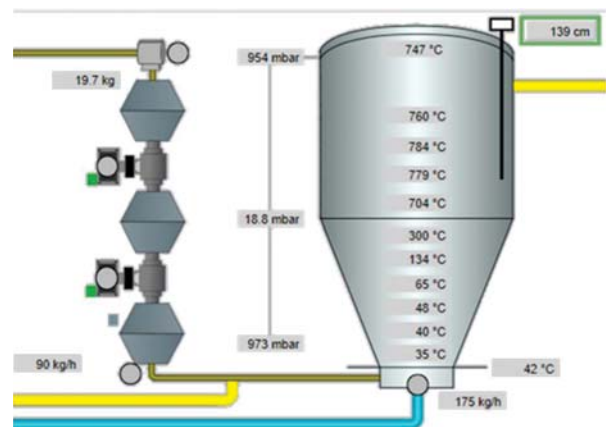
Daten: Jahresdaten, > 40 Kanäle, >20 Anlagen

Merkmale:

- Druckverhältnisse
- Gasqualität
- Zustand der Wirbelschicht

Prognosemodell:

- Vorhersage der nächsten Reinigungen über Schwellenwerte

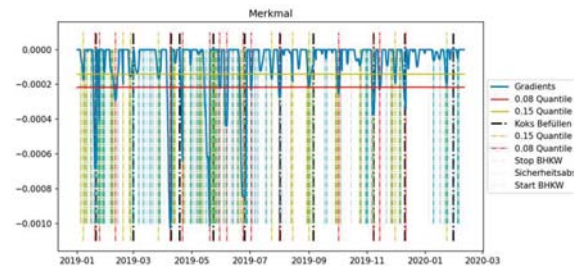
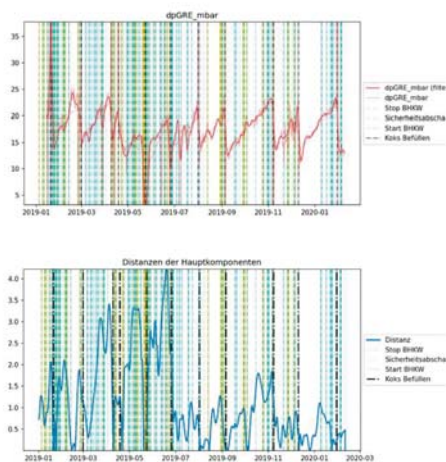


Predictive Maintenance für Blockheizkraftwerke: Vorhersage der nächsten Rektorauskehrung



Identifikation der Trendentwicklung von Druck und Gasqualität

Resultierender Prädiktor mit Ampelschwellen



Predictive Maintenance



Tipps aus eigener Erfahrung

- Hab EIN festes Ziel
- Geh in kleinen konzentrierten Schritten
- Bleib im Fokus, man verläuft sich
- Pass auf, es ist steinig
- Es lohnt sich

Walking to the Matterhorn

Photo by [Tyler Scheviak](#) on [Unsplash](#)

Umsetzung eines Condition Monitoring und Predictive Maintenance Systems

Dr. Benjamin Adrian
 Fraunhofer ITWM
 Systemanalyse, Prognose und Regelung

Benjamin.Adrian@itwm.fraunhofer.de
<https://www.itwm.fraunhofer.de/pm>



Mit herzlichem Dank an die
 Burkhardt GmbH.

