

Methoden und Grundprobleme der präventiven und prädiktiven Maschinenzustandsüberwachung

Windenergie: alte Probleme und neue Herausforderungen für Industrie, Technik, Informationsverarbeitung und Mathematik

Prof. Dr. Michael Schulz
IM&P Halle (Saale) CEO

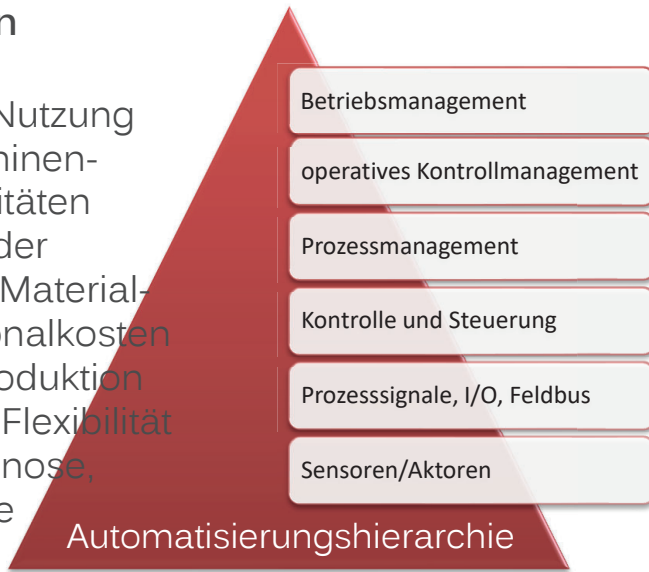
Leoben, 10. Oktober 2018

Industrie 4.0 - Basisanforderungen

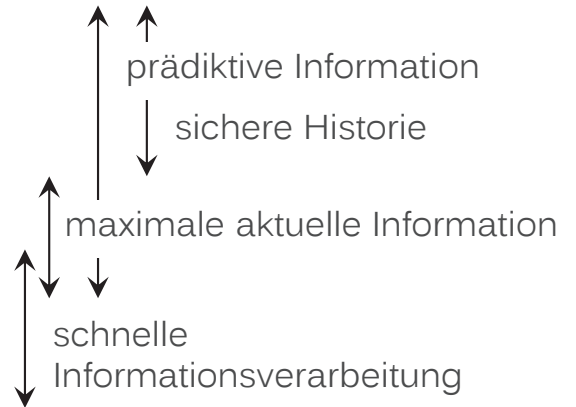


Erwartungen

- optimale Nutzung der Maschinen-funktionalitäten
- Senkung der Betriebs-, Material- und Personalkosten
- smarte Produktion mit hoher Flexibilität
- Eigendiagnose, Autonomie



Bedingungen aus Sicht der Informationsverarbeitung

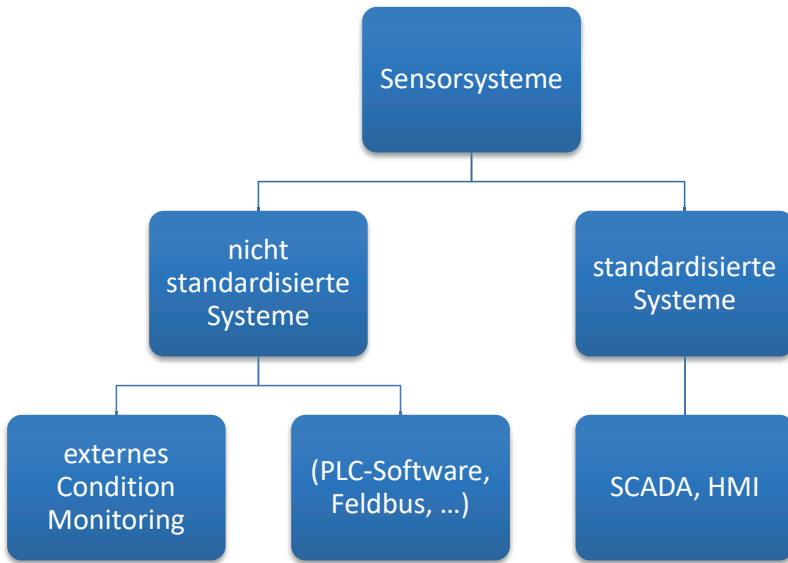


Erwartungen

- optimale Nutzung der Maschinen-funktionalitäten
- Senkung der Betriebs-, Material- und Personalkosten
- smarte Produktion mit hoher Flexibilität
- Eigendiagnose, Autonomie

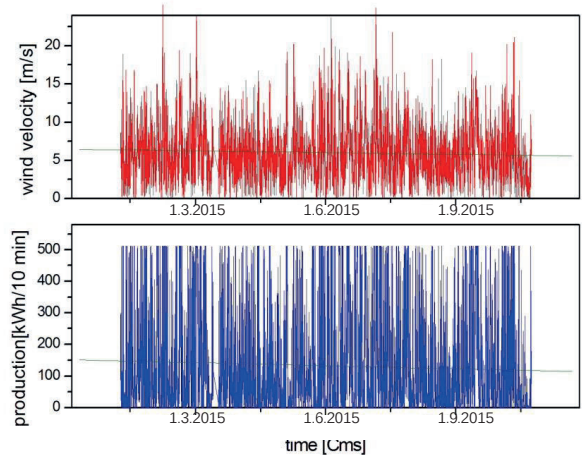
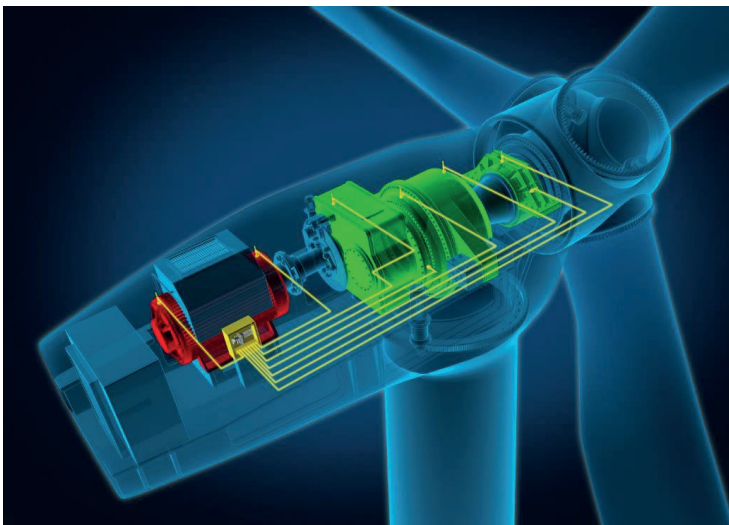


- dezentralisierte Anlagen
- Fernkontrolle und Fernsteuerung
- starke Umwelteinflüsse
- Kopplung mit elektrischem Netz
- interne Prozess- und externe Zustandsüberwachung



Erfordernisse an Sensorsignale

- Aufbereitung auf Feldebene (PLC)
 - Skalierung und Prüfung
 - Grenzüberschreitungstests
 - Verfügbarkeit von Ersatzwerten
 - Datenkompression (FFT,...)
- Selbstkontrolle
- Stabilität und Robustheit
- nichtinvasiv
- redundant





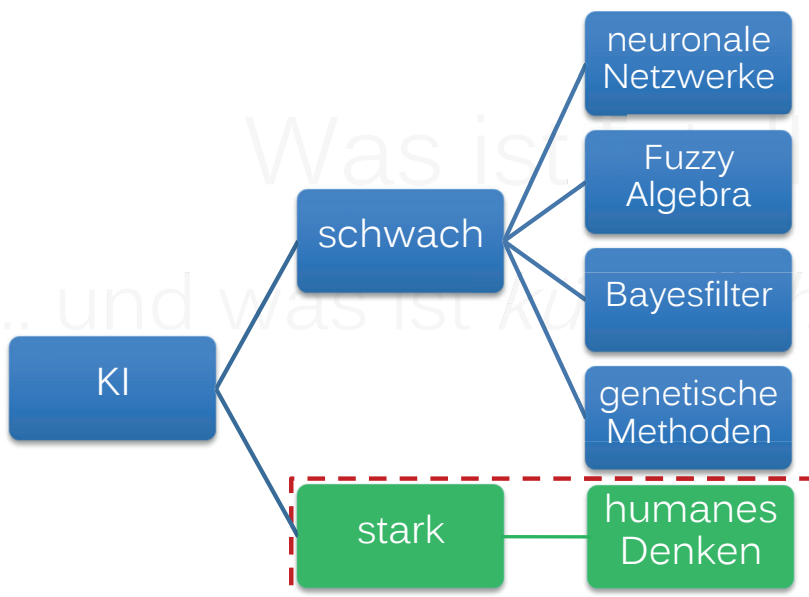
Rohdaten
akustisches Signal

Auflösung : 1 μ s
1 min = 60 Mio. Datenpunkte
= 480 MB

100 ... 500 Peaks
0.8 4 kB

Komprimierte Daten

Parameter	#
Produktion	40
Temperatur	40
Beschleunigung	80
Vibration	500
Maschinenstatus	1000
Umgebung	20
Rotor	60
Elektrik	60
Gesamt	1800



Applikationen

- Mustererkennung
- Expertensysteme
- logische Modellierung
- optimale Suchalgorithmen
- Approximationsmethoden

visionär

1. Verspricht die Prozessdatenanalyse ökonomische Nutzen? ✓

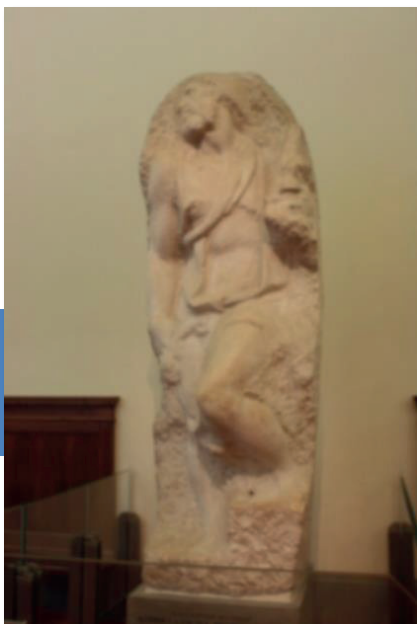
2. Wie steht es mit Verfügbarkeit und Informationsgehalt?

- SCADA-Archive, CMS-Datenbanken, ... ✓
- Probleme: Datenlücken, Messfehler, Maschinenrauschen, asynchrones Verhalten, ... ⚠

3. Wie verbessert man die Qualität der Information?

- klassischer Weg: Regressionsmethoden, Rauschfilter, ...
- **moderner Weg: Anwendung von KI-Konzepten** ?

4. Lohnt sich ein derartigen Aufwand? ✓



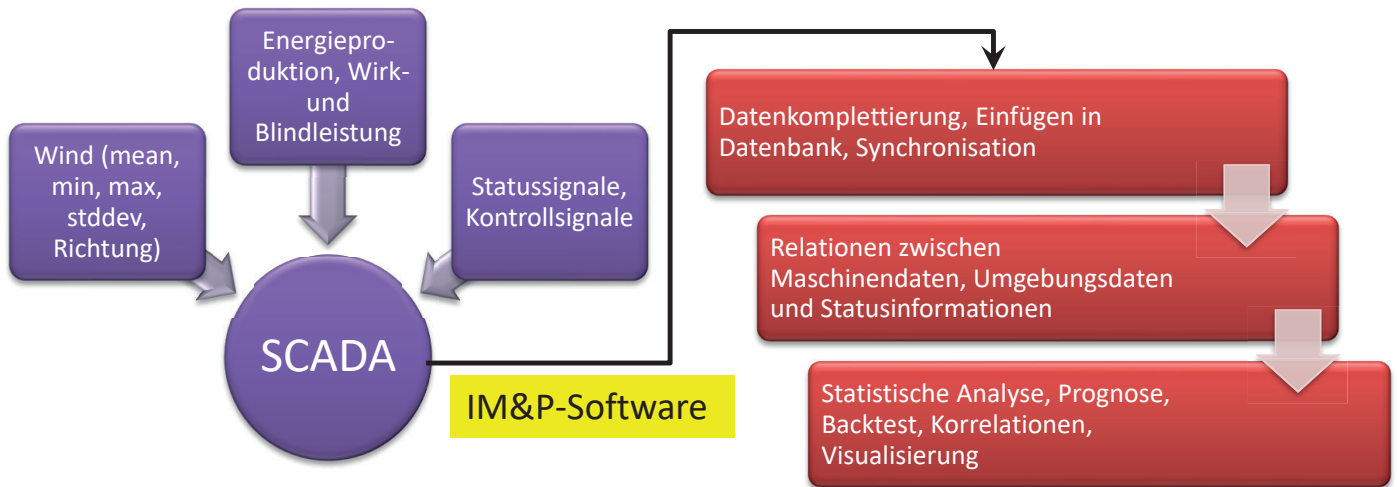
Michelangelo

The figure was already in the rough stone.
All I had to do was throw away everything superfluous

... aber der bekannte Zusammenhang zwischen Information und Entropie wird hier deutlich ...

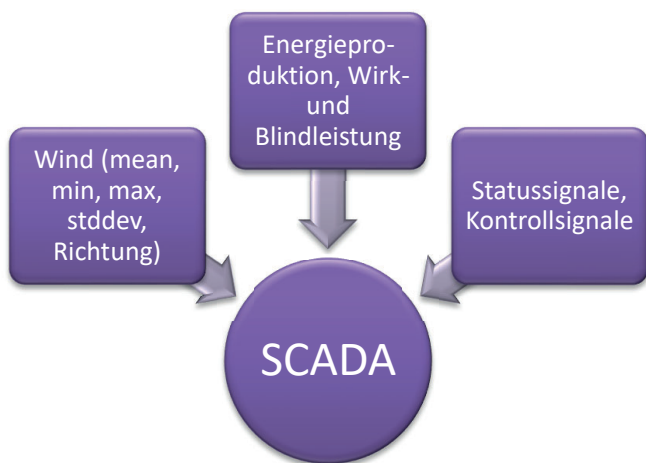
Die Verdichtung der Daten zu relevanten Informationen erfordert einen hohen mathematisch-algorithmischen Aufwand

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition



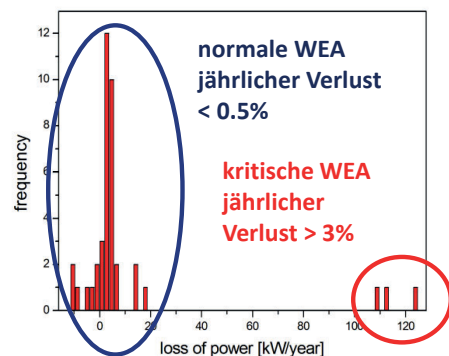
Charakterisierung des Maschinenzustandes?

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition

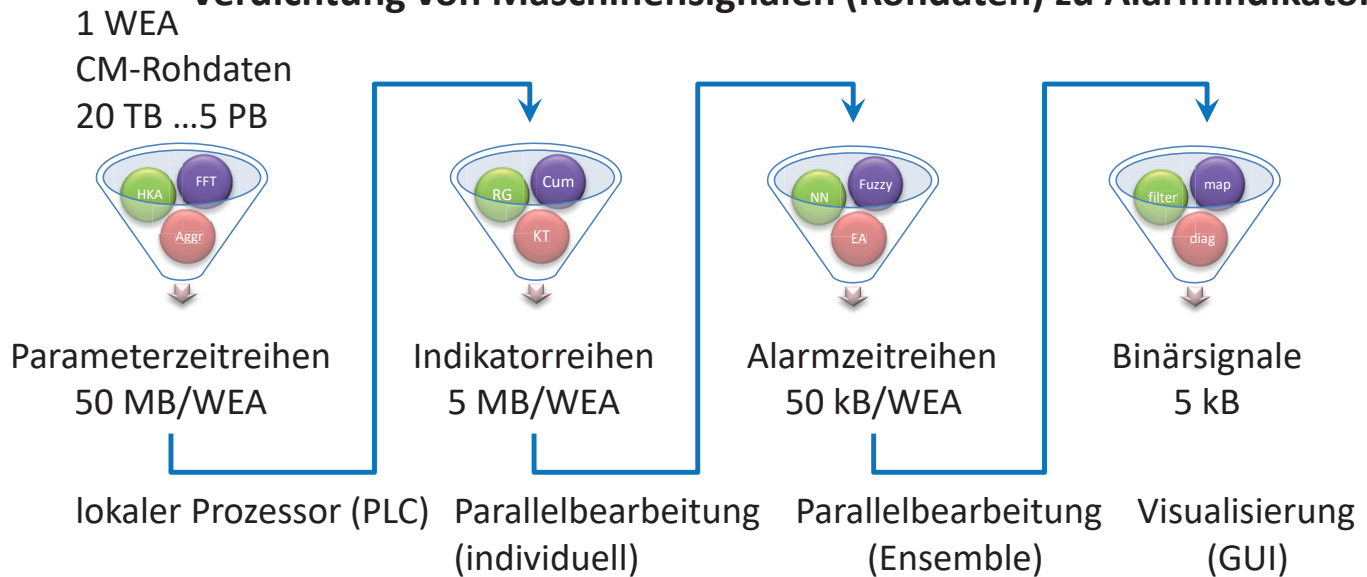


Beispiel:

Berechnung der erwarteten Energieproduktion erlaubt Einschätzung des technologischen Maschinenzustandes



Verdichtung von Maschinensignalen (Rohdaten) zu Alarmindikatoren

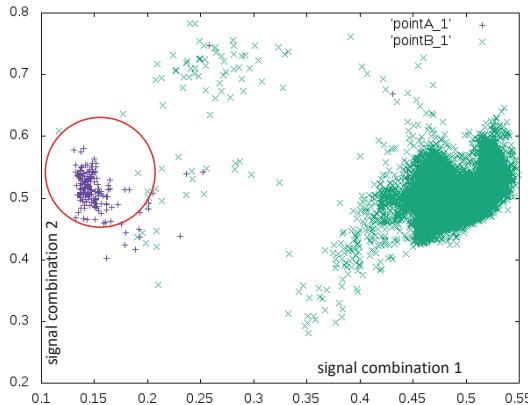
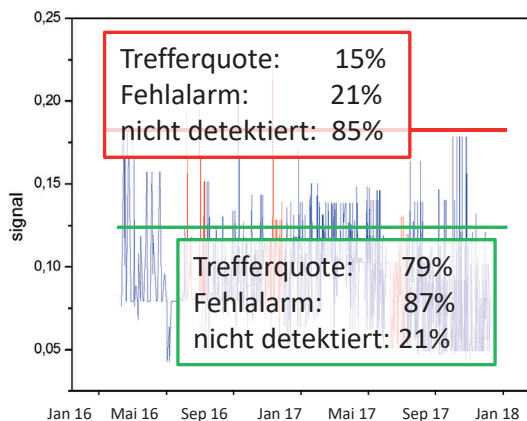


Was ist ein tatsächlicher Alarm?

KI: Kombination aller Signale

klassischer Weg:

Analyse eines 1-Komponentensignals



Trefferquote:	98.2%
Fehlalarm:	4.6%
nicht detektiert:	1.8%

Nutzen:
signifikant
eindeutiges
Alarmmanagement



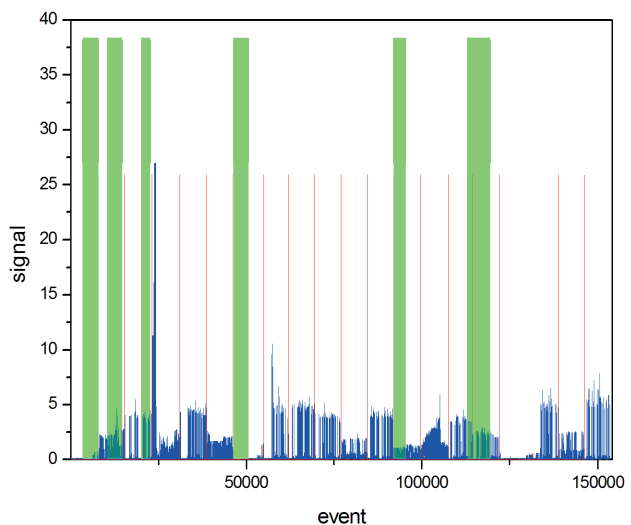
Konstruktion von Signalen zur Indikation der zeitlichen Entwicklung eines bestimmten Schadensfalls

- Ist es möglich ein Signal zu konstruieren, das die beginnende Entwicklung einer Fehlfunktion anzeigt?
 - Condition Monitoring Datenbank, ...
 - Problem: Realzeitdarstellung, nur wenige bekannte Fehlfunktionen
- Nutzen: Früherkennung (vor)geschädigter Anlagen
 - klassischer Weg: manuelle Beobachtung, Regressionsmethoden, ...
 - **Industry 4.0: Anwendung von KI-Konzepten**
- Gibt es dafür ausreichend relevante Informationen?



originales Signal (akustisch)

bachmann.





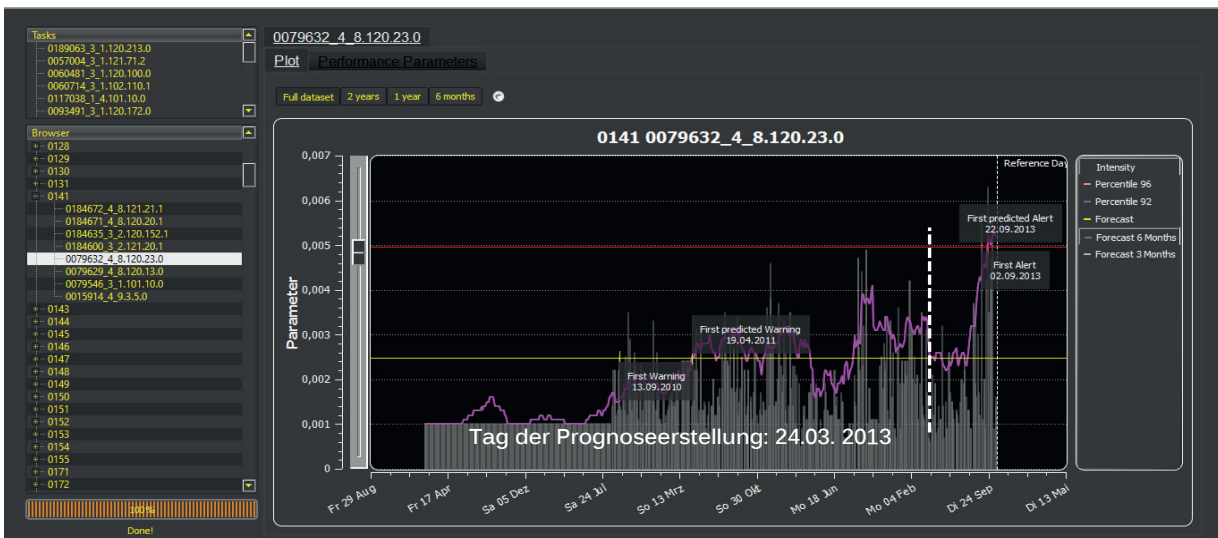
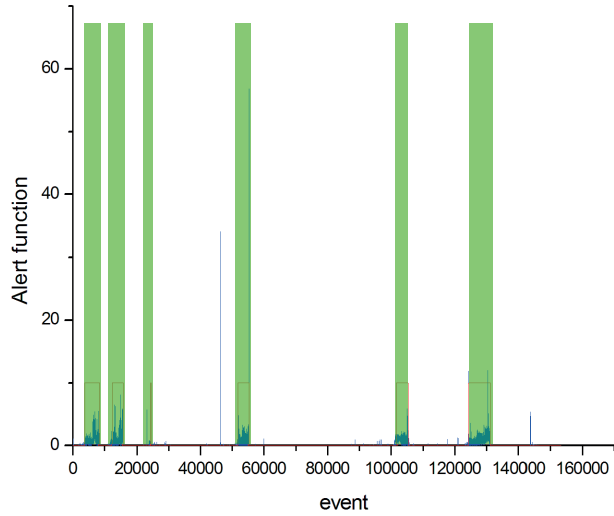
finales Signal

bachmann.



	fun>0	fun<0
Alarm	Treffer 21389*	nicht entdeckt 94
kein Alarm	Fehlalarm 2048**	negative Treffer 129896

*isoliert: 12 ** isoliert: 2014



Messwerte (grau) und 6-Monats-Prognose (magenta)



KI: finde die wahrscheinlichste Entwicklung des Maschinenzustandes



Qualität und Zuverlässigkeit

Prognosehorizont: 6 Monate	Wartung war notwendig	Wartung war nicht notwendig
kritischer Zustand detektiert	94.83 %	4.65 %
kein kritischer Zustand detektiert *	0.52 %**	

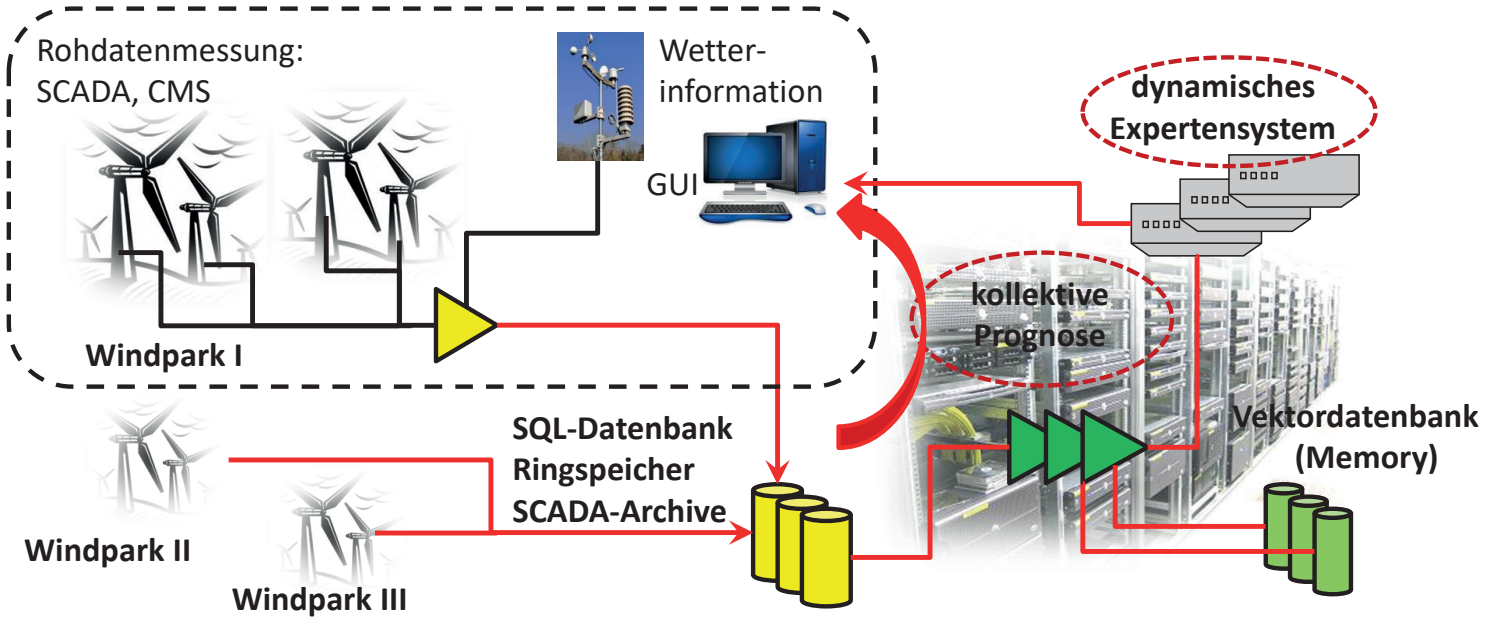
*) kritischer Zustand detektiert: in 6 Monaten erreicht ein definiertes Bauteil den kritischen Zustand

**) Spontanbruch durch Mikrorisse oder Extrembelastung





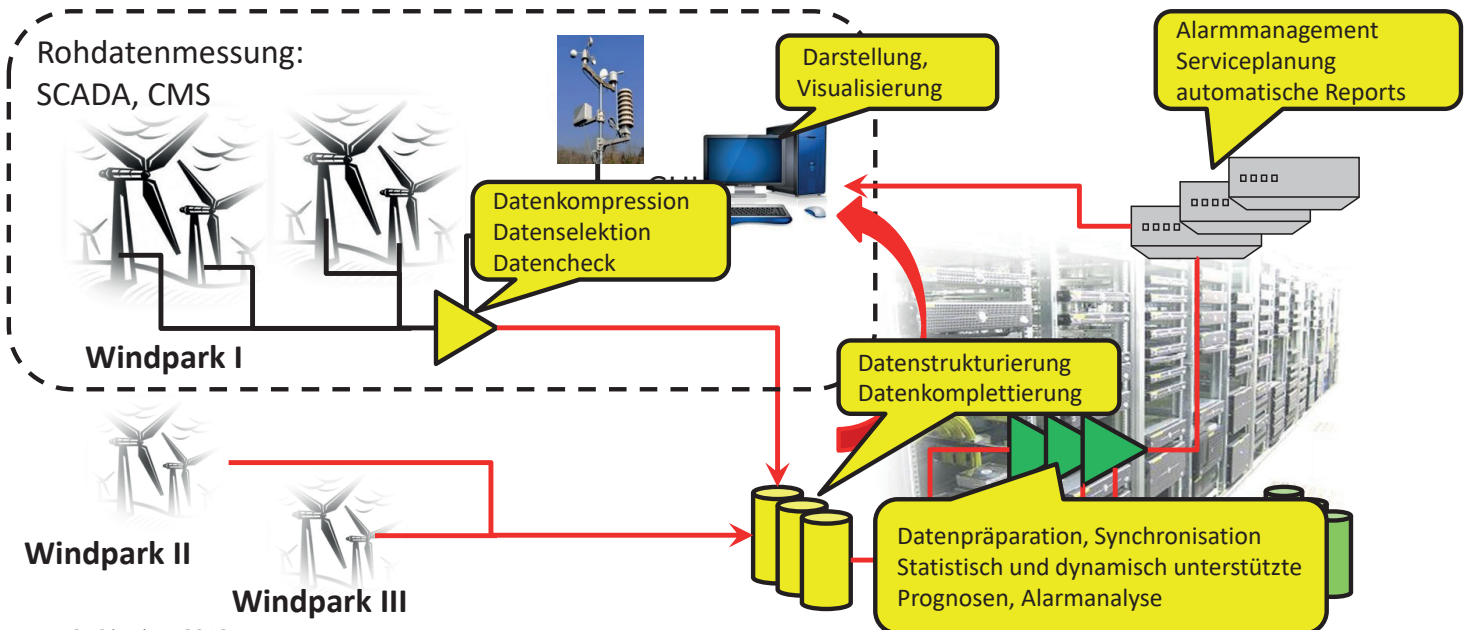
KI als integraler Bestandteil einer prädiktiven Wartung



10. Oktober 2018



KI als integraler Bestandteil einer prädiktiven Wartung



10. Oktober 2018



Weinbergweg 23
D-06120 Halle (Saale)

<https://www.imprognostics.com>

Tel: +49 345 279 55 610
Fax: +49 345 279 55 613
E-Mail: info@imprognostics.com

bachmann.



EUROPÄISCHE UNION
EFRE
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung



EUROPÄISCHE UNION
ESF
Europäischer
Sozialfonds