

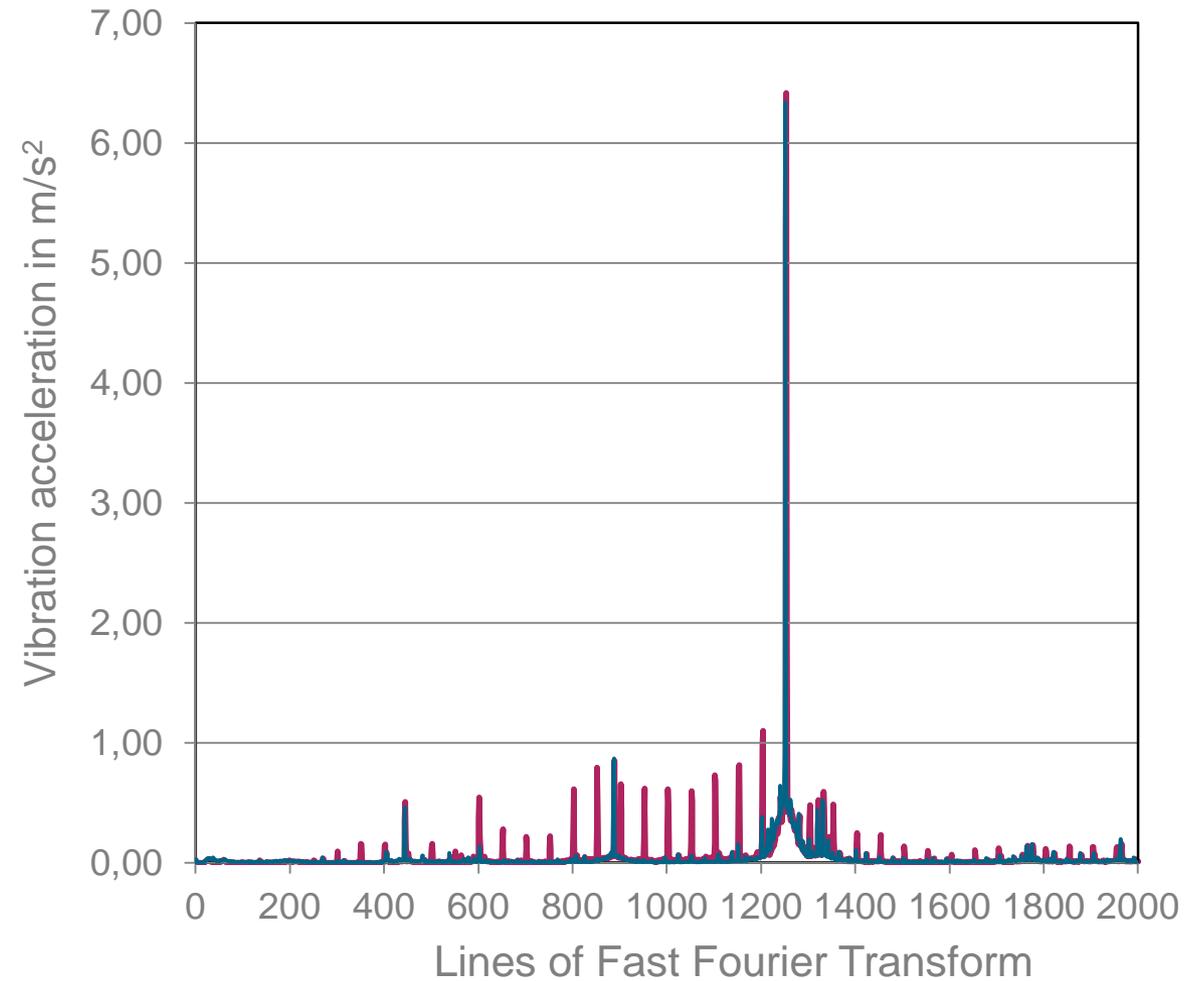
Flender
Halle 24
Stand D46

Anomalie-Diagnose und Ausfallprognose an Industriegetrieben



- Einführung zu Flender-Industriegetrieben
- Schadensdiagnosen
- Einordnung verschiedener CMS-Klassen
- Vier Fallbeispiele frühzeitig diagnostizierter Schäden
 - Wälzlagerschaden
 - Kegeleritzelschaden
 - Stirnradschaden
 - Ölleckage im Getriebeinneren
- Zusammenfassung und Ausblick

Motivation



Arten und Aufgaben von Industriegetrieben

Flender-Industriegetriebe



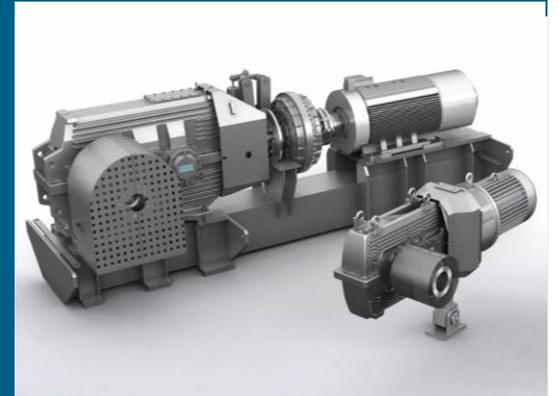
Applikationsspezifische Flender -Getriebe



Winergy-Getriebe für Windenergieanlagen



Integrated Drive Systems



- Getriebe dienen zur Umwandlung von Drehzahl und Drehmoment einer Antriebsmaschine in die passenden Größen der Arbeitsmaschine.
- Kann ein Getriebe diese Aufgabe aufgrund von Fehlern nicht mehr erfüllen, entstehen in der Regel hohe Kosten durch Betriebsunterbrechung, Reparatur oder Austausch.
- Mittels Zustandsüberwachung (Condition Monitoring) wird versucht, entstehende Schäden an Maschinenelementen so frühzeitig zu erkennen, dass die Reparaturen in geplante Betriebsunterbrechungen gelegt werden können und Folgekosten gering bleiben.

Hauptfunktion eines Industriegetriebes ist die Wandlung von Drehzahl und Drehmoment

Fehler (gem. DIN 31051)

Unfähigkeit, eine geforderte Funktion zu erfüllen.

Schaden (gem. DIN ISO 17359 Beiblatt 1)

Abweichung des Istwerts des Zustands, der Funktion oder des Verhaltens eines Überwachungs- oder Diagnoseobjekts (Anlage, Maschine) vom Sollwert über eine *zulässige Toleranz* hinaus.

Hieraus folgt:

Ein Getriebe kann einen Schaden haben und dennoch seine geforderte Funktion (Wandeln von Drehzahl und Drehmoment) ohne Fehler erfüllen.

Die Festlegung der „zulässigen Toleranz“ ist eine wesentliche Kernaufgabe.

Diagnoseansätze zur Zustandsdiagnose (gem. ISO 13379-1)



Wissensbasierte Analytik

Sie basiert auf einer expliziten Darstellung des Schadensverhaltens oder von Symptomen durch Schadensmodelle oder Modelle des korrekten Verhaltens



Datengetriebene Analytik

Sie basiert z. B. auf neuronalen Netzwerken, Mustererkennung, statistischen oder numerischen Ansätzen.

Vor- und Nachteile



Zuverlässige Diagnosen auch bei wenigen historischen Vergleichsdaten



Erfordert Maschinendiagnose-Experten bzw. gute, mathematische Modelle der Symptom-Fehler-Zusammenhänge

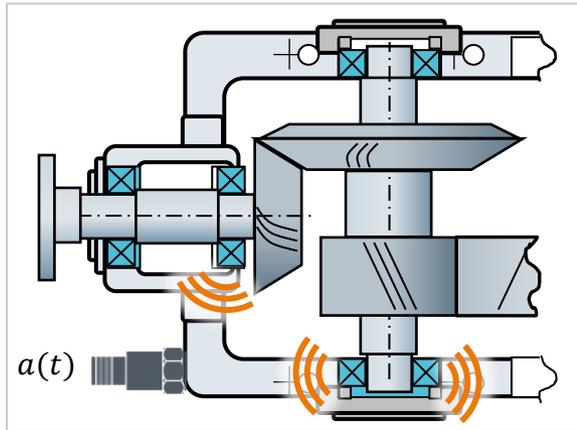


Stark automatisierbar, wenig Expertenwissen nötig

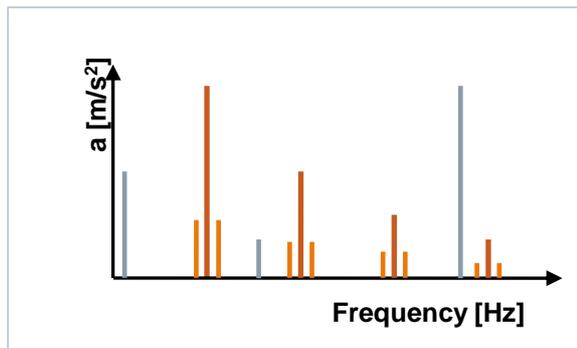


Erfordert viele Daten von beobachteten Gut- und Schlecht-Zuständen vergleichbarer Maschinen zum Trainieren der Algorithmen

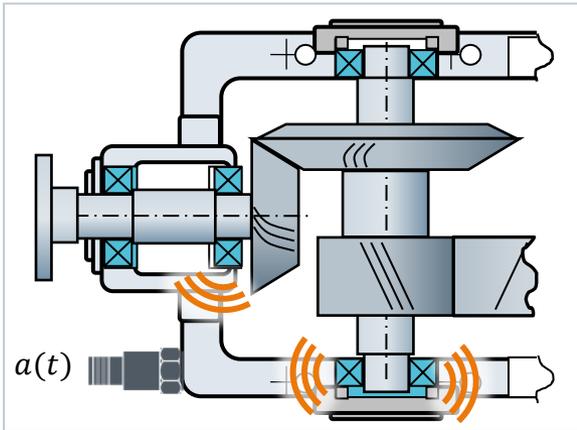
Datenerfassung und Trendanalyse signifikanter Schadensmerkmale



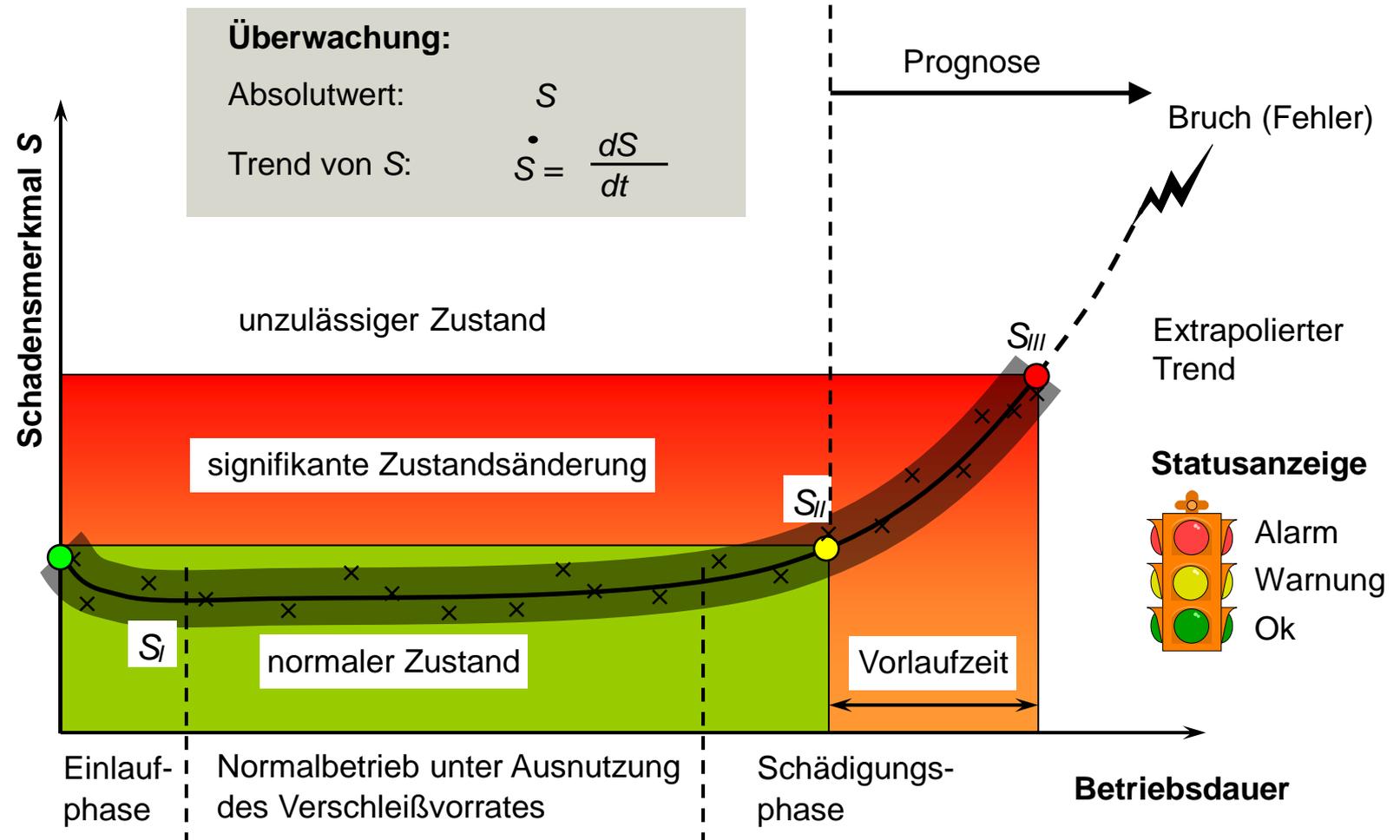
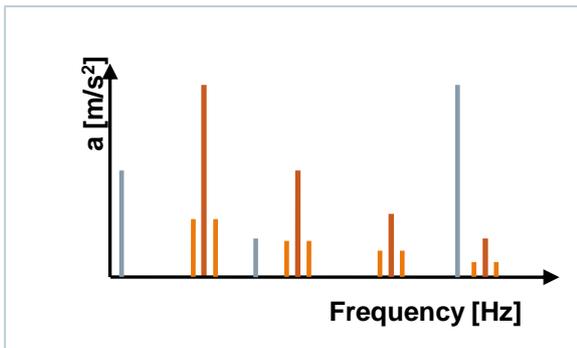
Spektrale Analyse



Datenerfassung und Trendanalyse signifikanter Schadensmerkmale

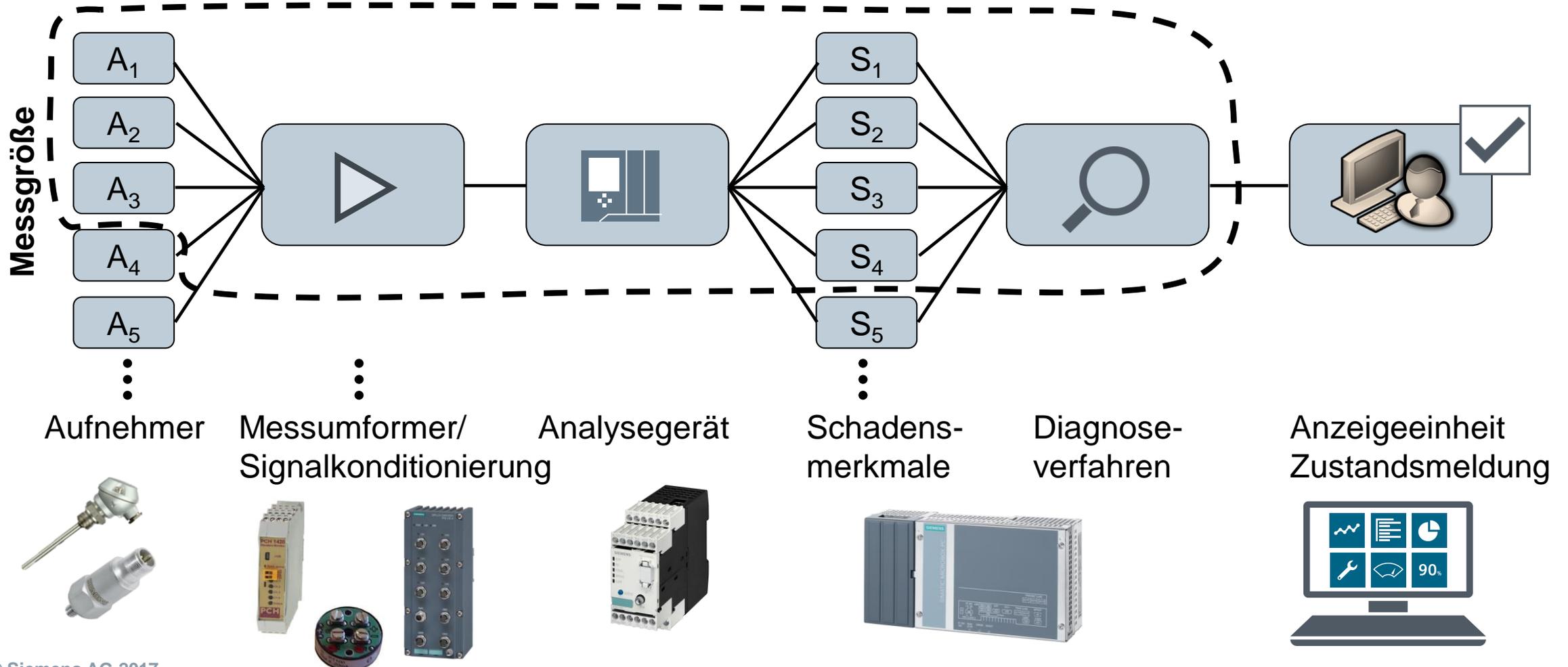


Spektrale Analyse

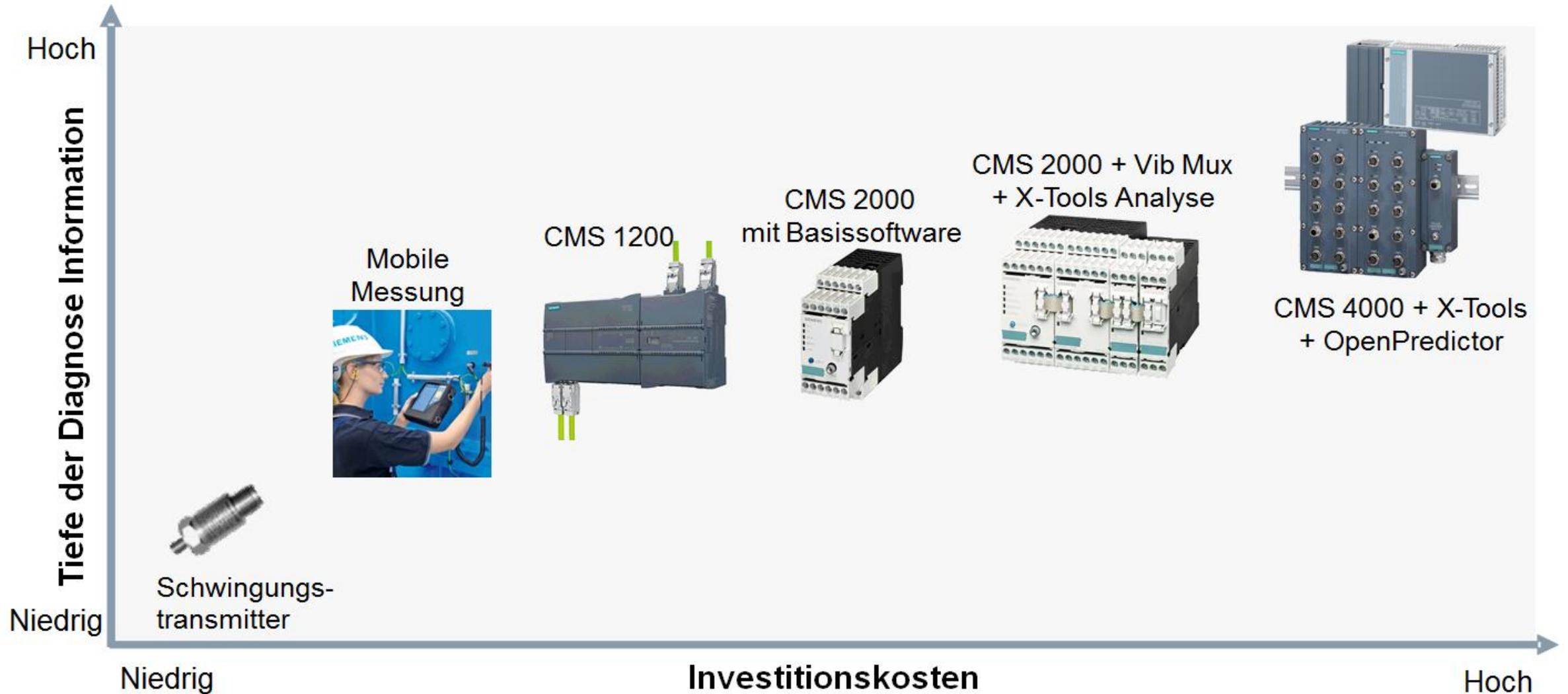


Von der Messgröße zum Zustandsindikator

Ein „Smart Sensor“ könnte diese Funktionen beinhalten.



Unterschiedliche Klassen von Sensoren und Systemkonzepten

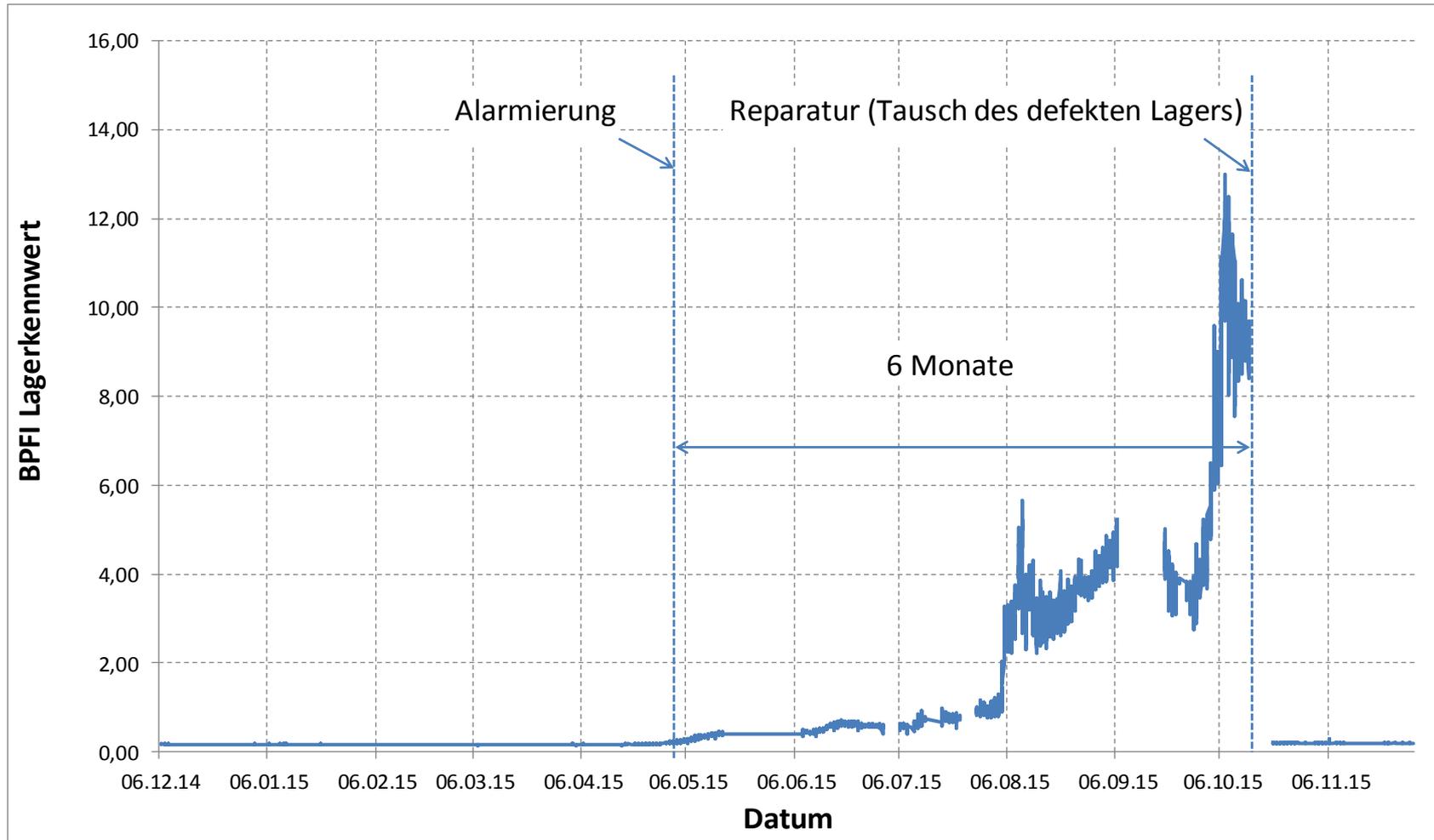


Welche Schäden können detektiert werden?

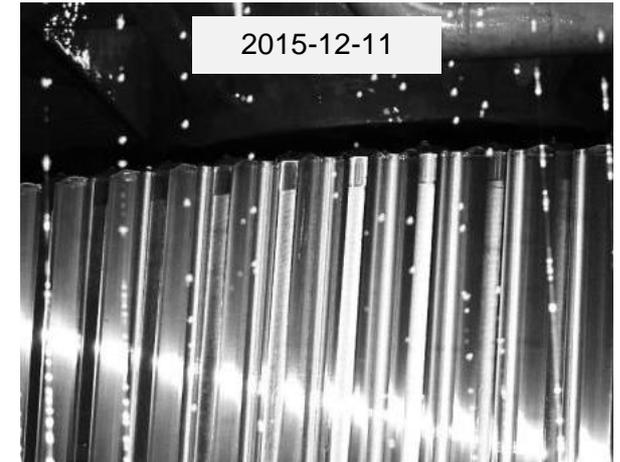
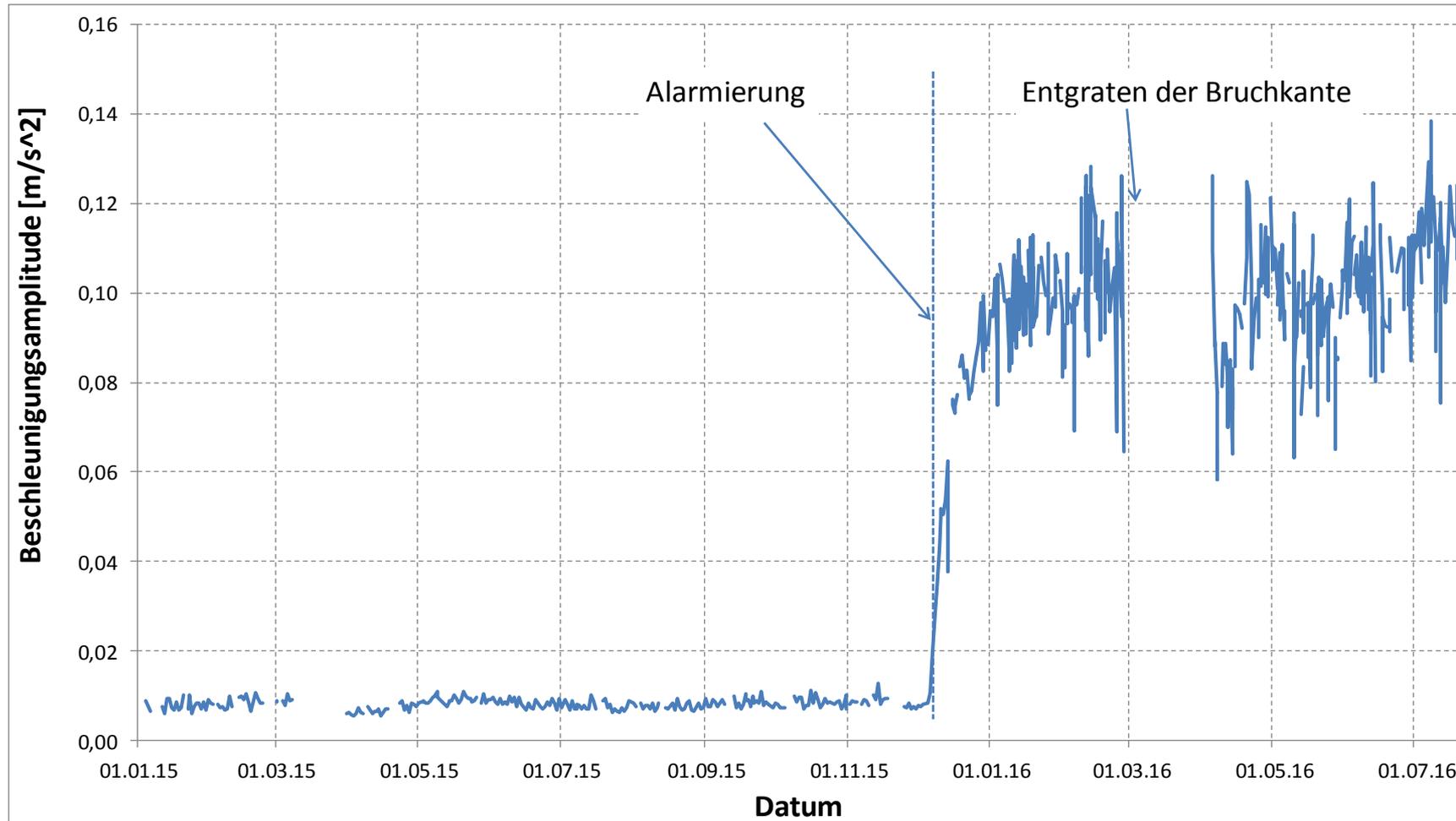
- Gehäuseschäden, z. B. ausgeschlagener Lagersitz
- Schäden an Wellen, z. B. ausgebrochene Passfedernuten
- Öl-Leckagen, auch innere Leckagen (Fallbeispiel)
- Verzahnungsschäden (Fallbeispiel)
- Wälzlagerschäden (Fallbeispiel)
- Gleitlagerschäden (im Spätstadium)
- Sonstige Schäden ...



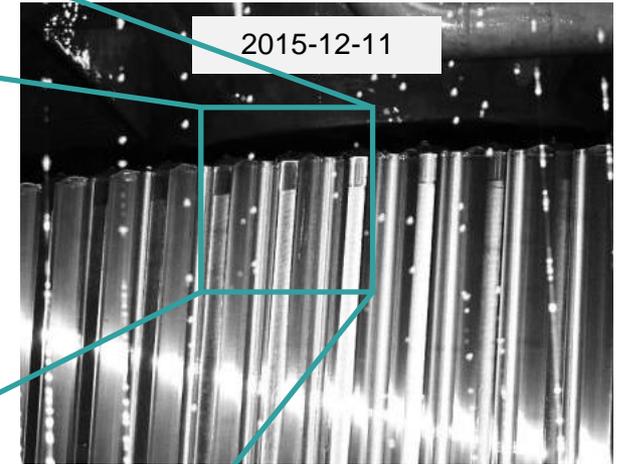
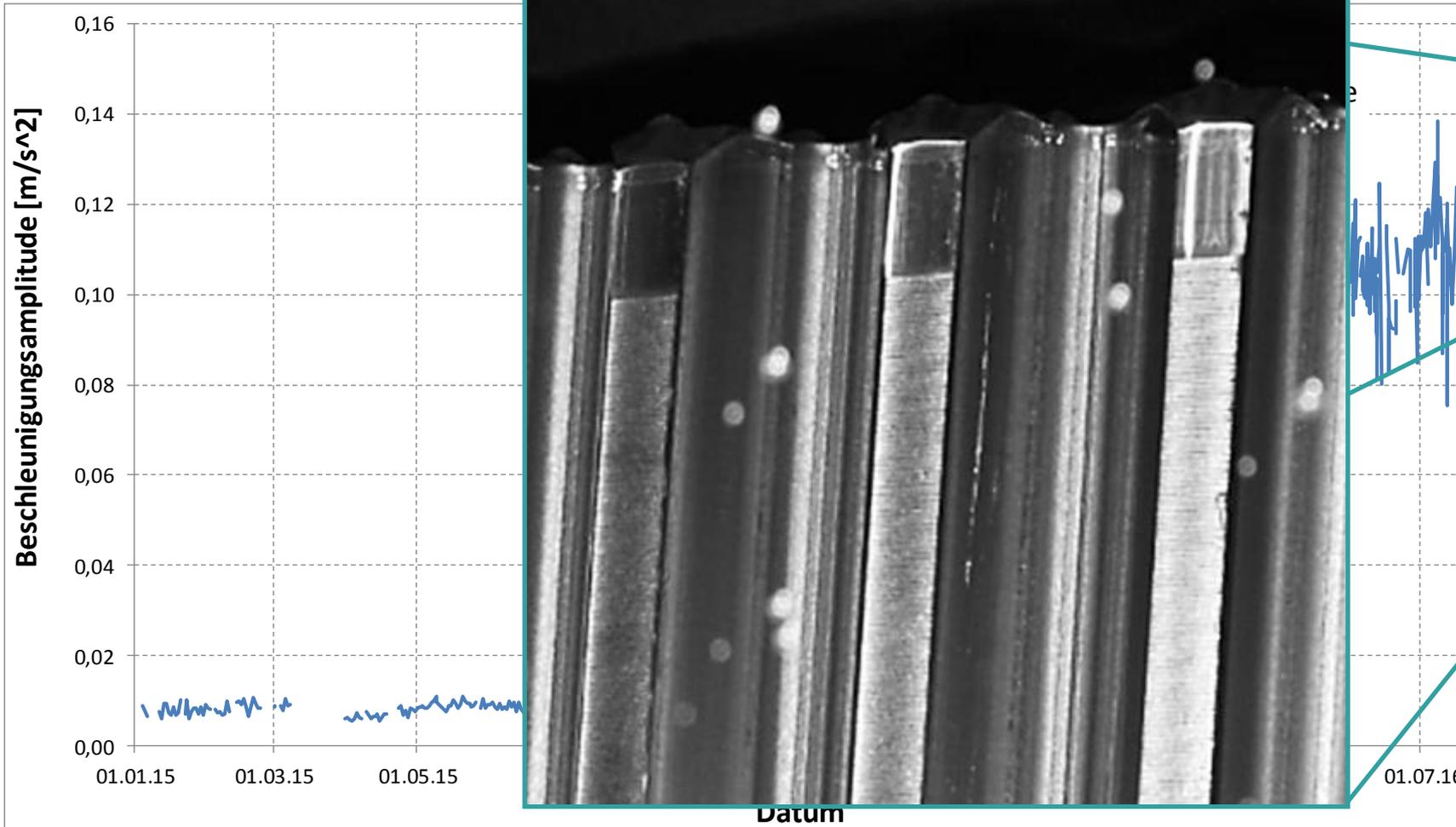
Fallbeispiel: Frühzeitige Erkennung eines Wälzlerschadens an einem KMPS-Getriebe



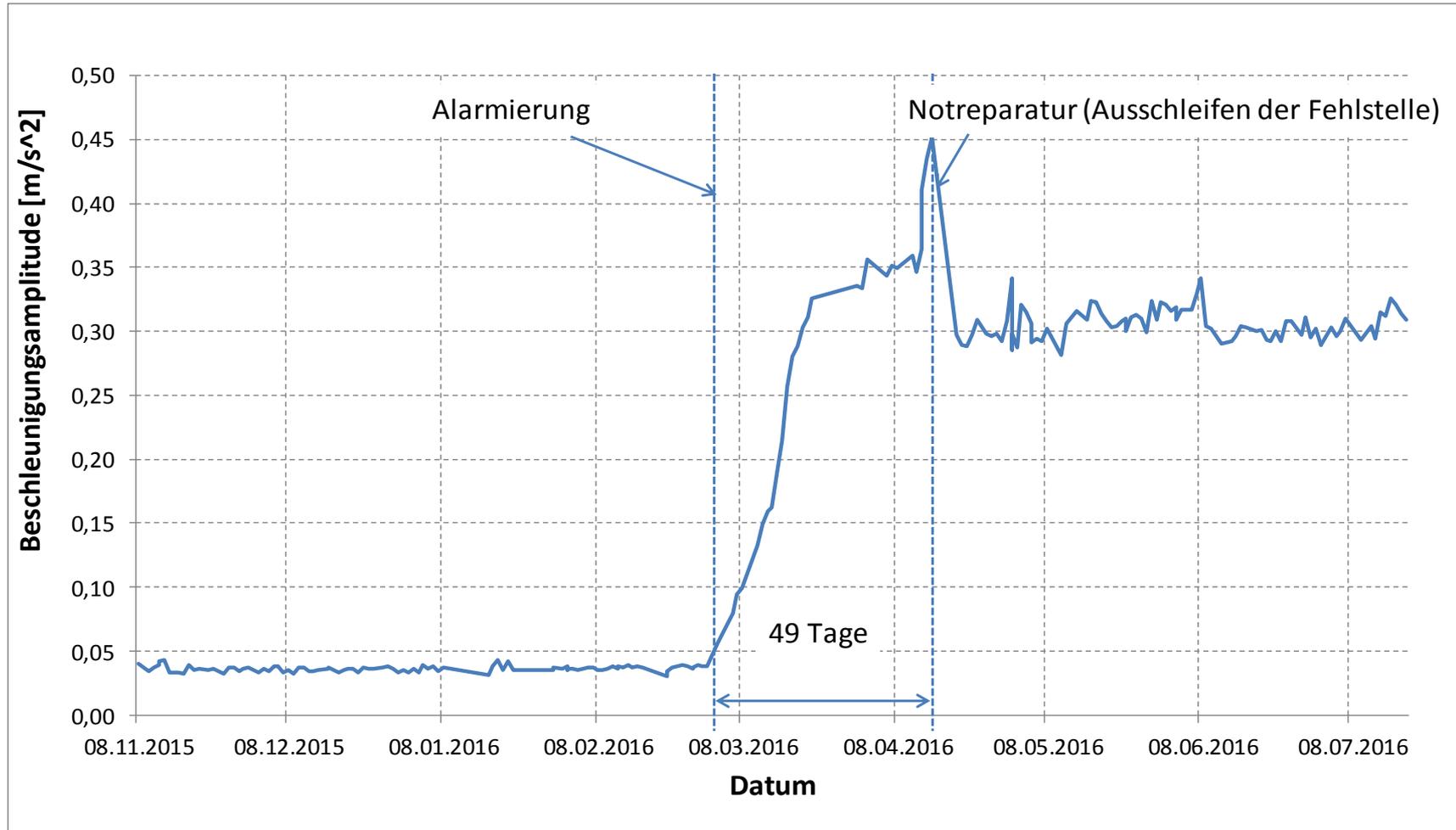
Fallbeispiel: Frühzeitige Erkennung eines Verzahnungsschadens an einem KMPS-Getriebe



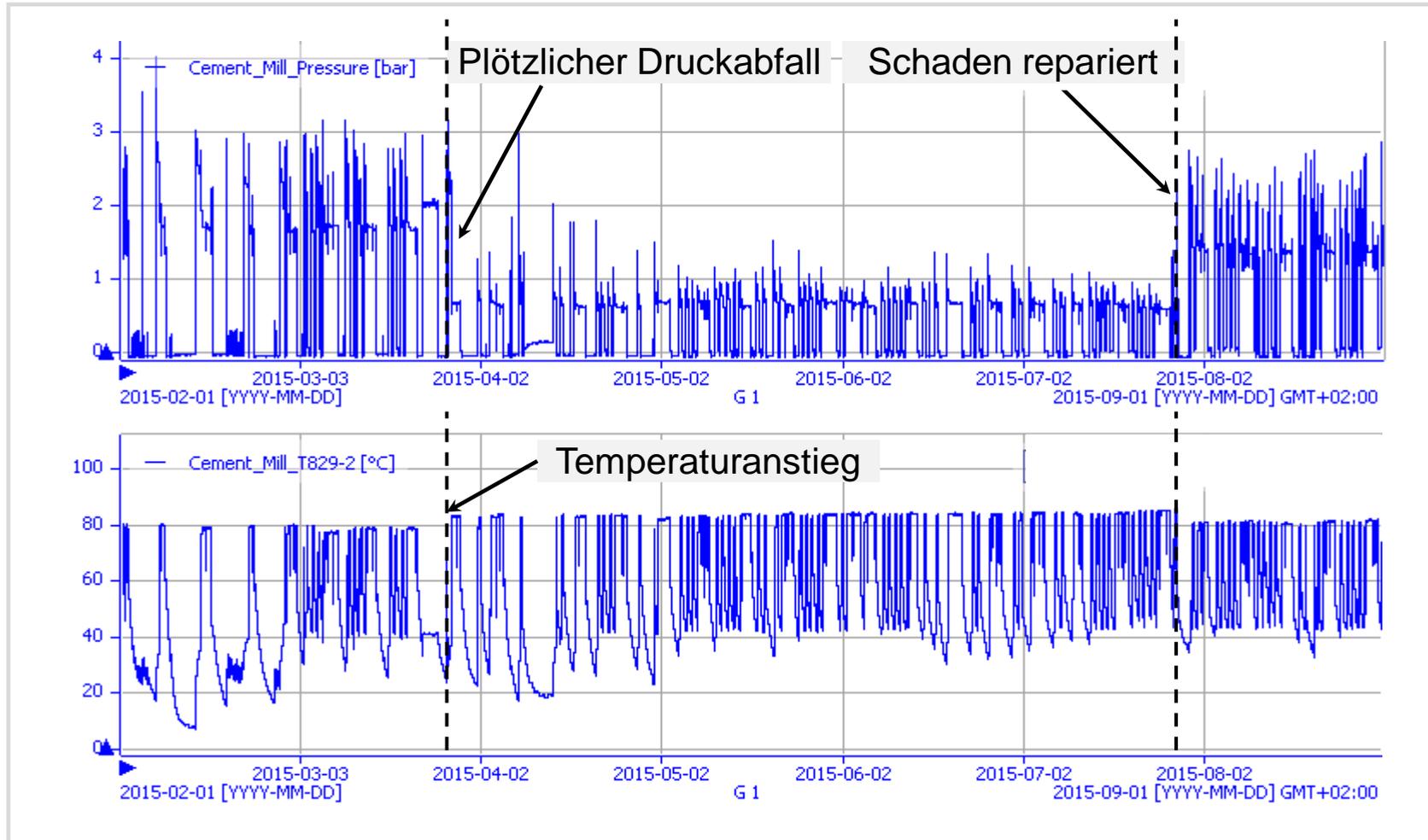
Fallbeispiel: Frühzeitige Erkennung eines Verzahnungsschadens an einem KMPS-Getriebe



Fallbeispiel: Frühzeitige Erkennung eines Verzahnungsschadens an einem KMPP-Getriebe



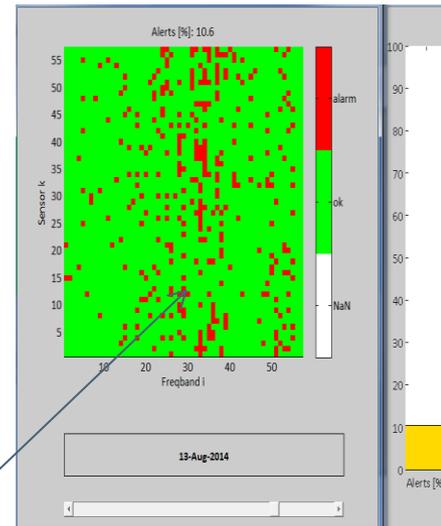
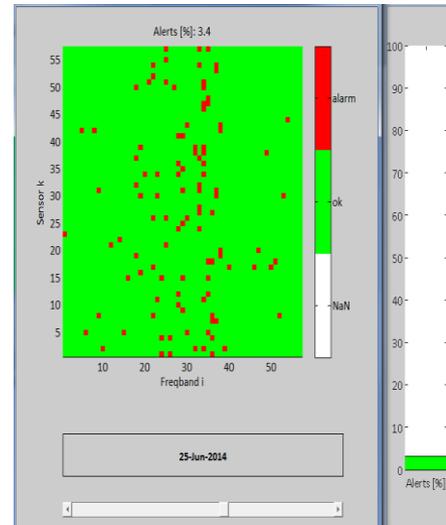
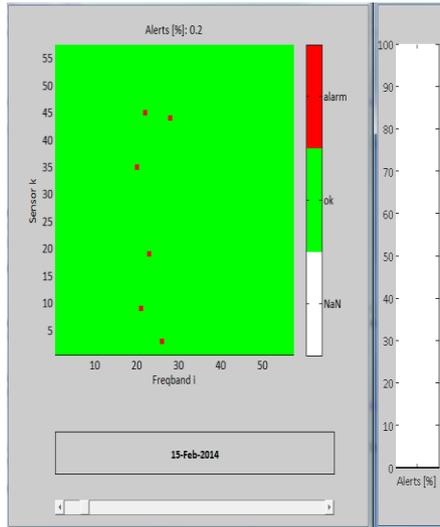
Fallbeispiel: Schmieröl-Druckabfall an einem KMPP-Getriebe



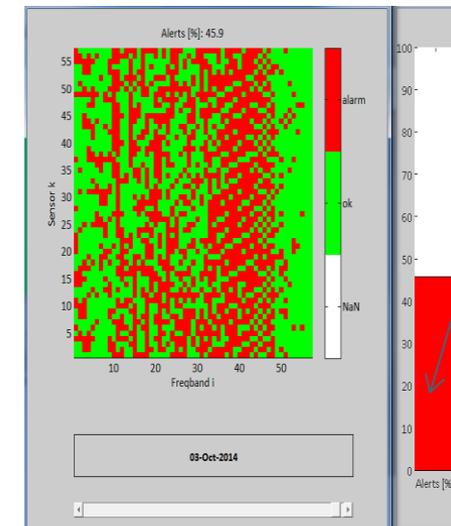
Was lernt man daraus?

- Schäden nennenswerter Ausprägung rufen deutliche Amplitudenanstiege der Schadensmerkmale hervor. Eine geeignete Signalanalyse und Merkmalsbildung vorausgesetzt sind die meisten Getriebeschäden zuverlässig erkennbar.
- Schwingungsbasiertes Condition Monitoring erkennt Schäden in der Regel bereits in einem sehr frühen Stadium.
- Vom Zeitpunkt der Schadensdetektion bis zu einer kritischen Eskalation des Schadens vergehen meist Wochen bis Monate. Es bleibt daher in der Regel genügend Zeit, eine Instandsetzungsmaßnahme zu planen und mit den entsprechenden Vorrichtungen von versierten Monteuren durchzuführen zu lassen.
- Zieht man weitere Informationen aus visuellen Inspektionen, Ölanalysen, Erfahrungen mit vergleichbaren Antrieben und der Instandhaltungsplanung hinzu, findet man meist einen geeigneten Instandsetzungszeitpunkt. Teure Folgeschäden oder Fehler können verhindert werden.

Datengetriebene Anomaliedetektion, multivariate Analyseverfahren



Aggregierte Zustandsinformation der binären Ergebnisse als prozentualer Alarmzustand kodiert.



Einzelne Sensoren und Frequenzbänder als binäre Ergebnisse, kodiert als farbige Pixel in einem 2D-Bild

- Unbekannte und komplexe Anomalien werden automatisch erkannt.
- Mit zunehmendem Datenbestand wächst die Sicherheit der Anomaliedetektion und automatische Diagnosen werden möglich.

MindSphere – das Cloud-basierte, offene IoT operating system



MindApps

- Verwendung von **Apps von Siemens, Partnern oder eigenen** Apps
- **Transparenter Überblick** in Maschinen und Anlagen
- **Pay-per-Use-Preismodell**

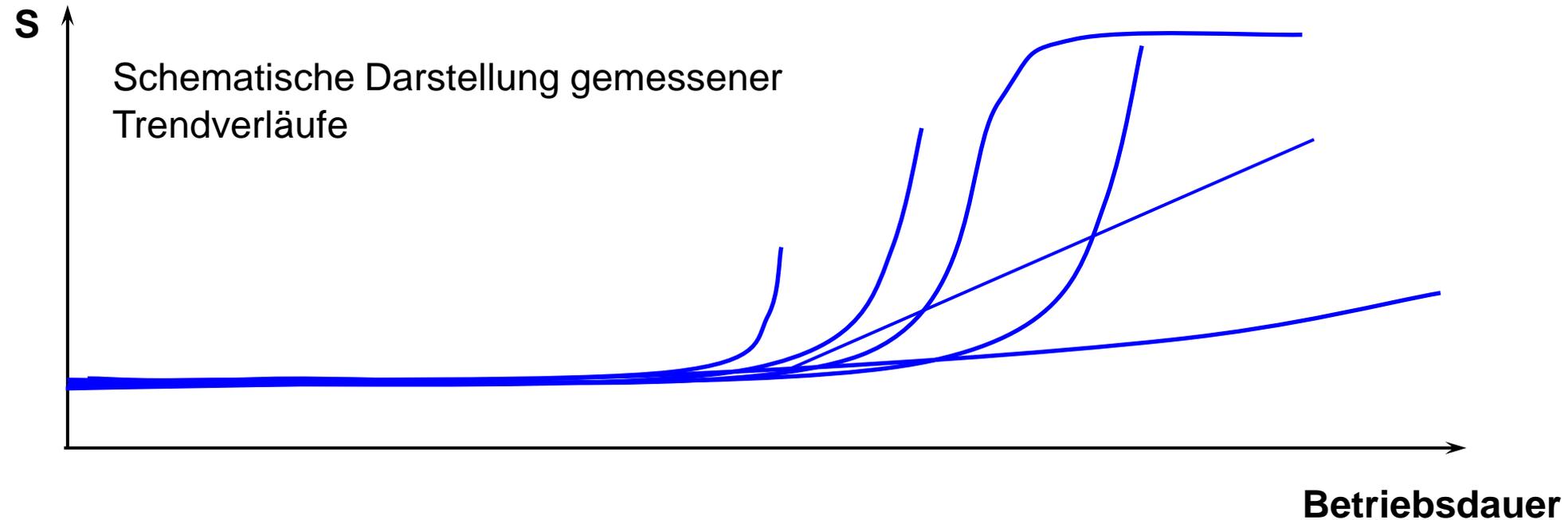
MindSphere

- Offene Schnittstelle zur Entwicklung **kundenspezifischer Apps**
- **Unterschiedliche Cloud-Infrastrukturen: SAP, AtoS, Microsoft Azure;** public, private oder on-premise (in Vorbereitung)

MindConnect

- **Offene Konnektivitätsstandards (z.B. OPC UA)**
- **Anbindung** von Siemens Produkten und Fremdherstellern **per Plug&Play**
- **Sichere und verschlüsselte Datenübertragung**

Kann der ideale Instandsetzungszeitpunkt für Getriebe prognostiziert werden?



- In Abhängigkeit vom Schädigungsmechanismus haben die Schadensentwicklungen sehr unterschiedliche Verläufe
- Wohin legt man die Grenze?



- Condition Monitoring an Industriegetrieben funktioniert.
- Auswahl, Anbringung und Betrieb von CMS erfordert immernoch entsprechende Expertise.
- Algorithmen zur experten-basierten Maschinendiagnose sind bewährt und zuverlässig.
- Der Nutzen zur Verfügbarkeitssteigerung ist nachgewiesen.
- Kunden öffnen sich zunehmend den Themen Remote Service und Cloud, da sie den Mehrwert erkennen.
- Der Einsatz von Data Analytics und Big Data lässt weitere Effizienzsteigerung erwarten.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

SIEMENS
Ingenuity for life



Dr. Jörg Deckers

Senior Key Expert Condition Monitoring
Siemens AG

Am Industriepark 2
46562 Voerde

Telefon: +49(0)2871-92-1064

E-Mail: joerg.deckers@siemens.com

[siemens.com/gcm](https://www.siemens.com/gcm)

Flender

Halle 24

Stand D46