



Ein Digitaler Zwilling für Windenergieanlagen

Datenmanagement und
KI-basierte Instandhaltung

Dr. Nicole Göckel

23. Mai 2024, Zukunftssymposium

Unternehmensprofil



Fokus

Seit über 30 Jahren Innovationen für **digitale Produktprozesse**



Mission

Die **Zusammenarbeit der Mitarbeiter stärken und Unternehmen agiler** machen



Branchen

Kunden mit **herausfordernden Prozessen**

Maschinen- und Anlagenbau
Automotive
Hightech & Medical
Consumer



~**450 Mitarbeiter**

Mehr als **27%** F&E-Investitionen



Global Ecosystem

Community mit **2000** Kundenstandorten in 40 Ländern

60 Partner

Zuhause, wo Zukunft entsteht

Unsere strategischen Bereiche

Digitalisierung

Internet der Dinge
Industrie 4.0

Systems Engineering

PLM/ALM
Model Based Systems Engineering

Engineering Collaboration

PDM/PLM
Supply Chain Collaboration
Multidisziplinarität

Quality & Compliance

Produktqualität
Prozess- und Änderungs-
mgmt.
Compliance "in Process"

Agilität

Hybrides Projektmodell
Bimodale IT-
Vorgehensmodelle

CONTACT Elements

The world's best platform to design and operate smart products

Product Mgmt.											Industrialization		
Innovations IN	Project Mgmt.											xBOM XB	Smart Product & Factory
Portfolio Mgmt. PO	Process Mgmt. PM	Quality & Compliance		Product Architect.		Product Elaboration							
Technical Sales TS	Project Costing JC	Agile Methods AM	Best Practice Templates PT	Audit Trail & Change Records AC	Module & Platform Mgmt. MP	Variants VA	Closed Loop Engineering CL	Bill of Materials BM	Test Management & Ramp-up TR	Digital Twin DT	Manufact. Operations Mgmt. MO		
Product Costing DC	Work Breakdown WB	Resource Planning RP	Project Risk Mgmt. RM	Material Compliance MC	Requirements Engineering RE	Part Classification & Reuse PA	CAX Document Mgmt. CX	Simulation Mgmt. SI	Work Plan WP	Customer Services CS	Monitoring & Analytics MA		
Product Information Mgmt. PI	Scheduling SC	Documentation DM	Controlling & Maturity Mgmt. CO	Quality Issue Mgmt. QI	Product Structure PS	DMU DU	Material Data Mgmt. MM	Engineering Change Mgmt. EC	Tool Design TD	Device Mgmt. DE			
Core Services	Configuration Mgmt. CM	Document Mgmt. DM	Enterprise Collaboration EN	Workflows WF	Tasks TA	Activity Stream AS	3D Visualization 3D	Metrics & Reporting MR	Universal Classification UC				
Technologies	Component Architecture CA	Security SE	Roles & Access Rights RR	Digital Signatures DS	Webservices & Interoperability WI	Multi-Cloud & On-Premises Operations OP	Global Data Mgmt. GD	UX for Web & Mobile UX	My Elements Framework EF				

Ausprägung „Elements for IoT“

Shopfloor Management sorgt für zufriedene Kunden und kontinuierlichen Verbesserungsprozess

Shopfloor Management inkl. automatisierter Bereitstellung von Prozessdaten und Prozesskennzahlen sowie Condition Monitoring der Fertigungslinien

Orchestrierung der Kundenaufträge aus ERP in der Produktion mit Shopfloor Navigator Schichtführung und Koordination inkl. Arbeitsanweisungen, Werker-Führung und Werker-Rückmeldung zu Abarbeitung/Problemen

Live Kennzahlen der Produktionsanlagen für automatisierte Prozesse in der Fertigung inkl. Visual Cockpit

Condition Monitoring für das Wartungspersonal

Vorteile IoT

Basis für kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) der Produktion dank Transparenz durch Live-Daten und Analysemöglichkeit historischer Daten der Anlagen

Einfache Bereitstellung der Produkt- und Prozessdaten für die Kunden

Verbesserte Kundenzufriedenheit durch hohe Servicequalität mit Kundenportal



HBC-radiomatic. Globale Serviceprozesse optimieren.

Hersteller von Funksystemen zur Maschinensteuerung und Spezialanwendungen



Plattform für globales Servicegeschäft, Kopplung in das PLM

Optimierung **Dokumentation und Beschleunigung** der Bearbeitung



Agenda

1 Motivation

2 Digitale Zwillinge für Windenergieanlagen

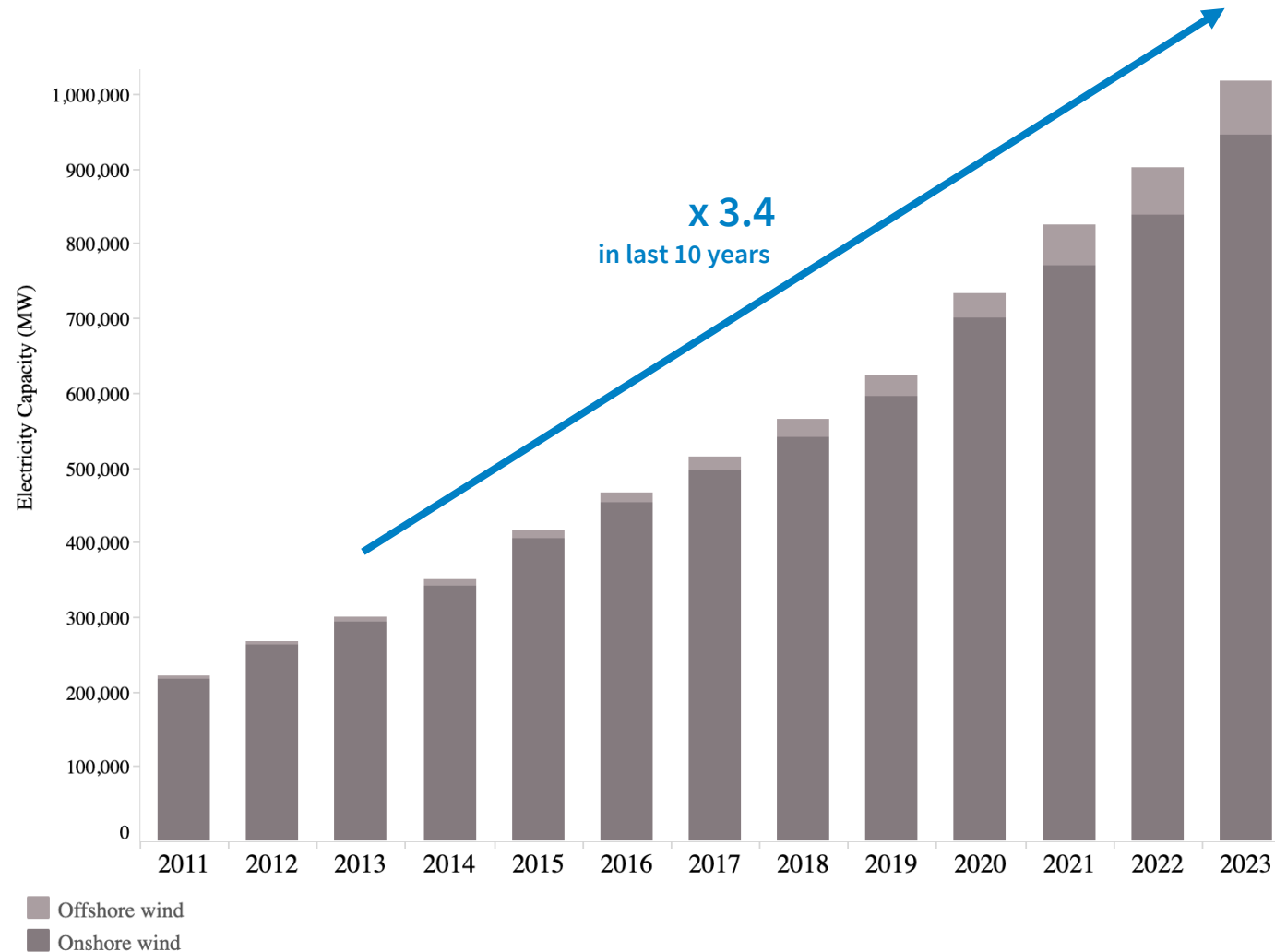
3 Dateninfrastruktur und Datenanalyse

4 Use Case: Prognose von Zeitfenstern für die Instandhaltung

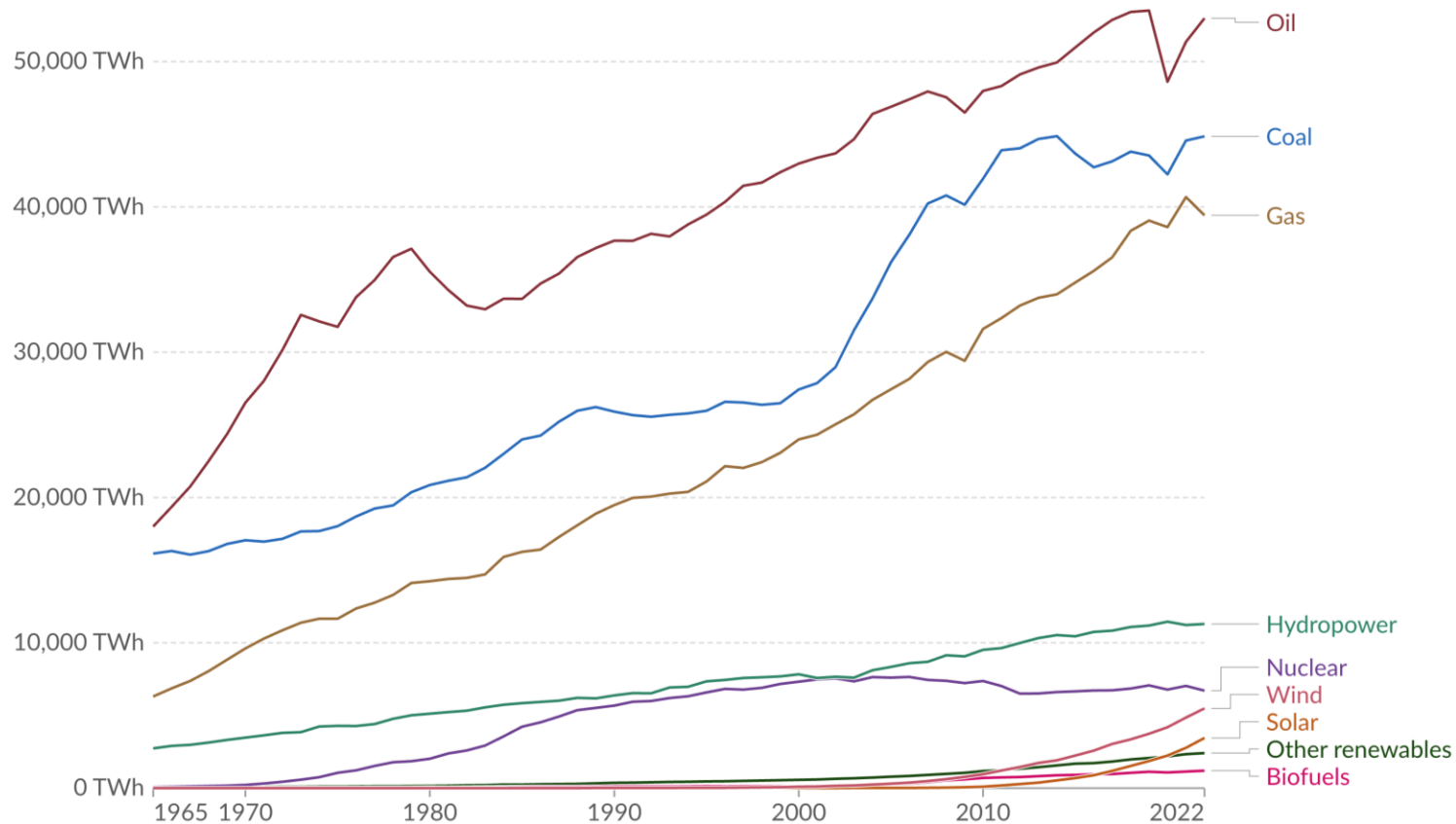
5 Use Case: Prognose des Energieertrags

6 Ausblick

Windenergie ist weltweit am Wachsen



Aber: Im Vergleich zur fossilen Energie ist der Anteil gering



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023)

OurWorldInData.org/energy | CC BY



Agenda

1 Motivation

2 Digitale Zwillinge für Windenergieanlagen

3 Dateninfrastruktur und Datenanalyse

4 Use Case: Prognose von Zeitfenstern für die Instandhaltung

5 Use Case: Prognose des Energieertrags

6 Ausblick

Wie kann die Windindustrie von einem Digitalen Zwilling profitieren?

Was bezeichnet hier ein Digitaler Zwilling?



Digitale Zwillinge für smarte Assets

- Virtuelles Abbild eines physikalischen Assets oder Prozesses
 - Asset Monitoring mit Dashboards
 - Sammeln von Betriebs- und Sensordaten -> Konnektivität
 - Implementierung von Ereignissen und Alarmfunktionen
 - Monitoring von Produktionsvorgängen
 - Berechnung von Key-Performance-Indikatoren (KPIs) zur Bestimmung der Effizienz einer Fabrik
 - Virtuelle Darstellung der Fabrik mit ihren Maschinen und deren Komponenten
 - Wartungen, Service und Ersatzteilgeschäft
- ➔ Unterstützt datengetriebene Geschäftsmodelle



Big Data. How „big“ is „big“?

Beispiel: **Beispielwerte aus einem Kundenprojekt, Abfüllanlage**

- Bis zu 3000 produktive Assets
- Daten aus Steuerungen, Sensorik, Industrie-PC
- Senden sekundlich Daten
- Rohdaten: 57,6 MB/Min

Der Digitale Zwilling für Windenergieanlagen

Der Digitale Zwilling repräsentiert den physikalischen Status der Windenergieanlage:

- Baustruktur und
- aktueller Betriebszustand basierend auf Live-Daten

In der Betriebsphase dient der Digitale Zwilling zum

- Monitoring der Betriebsdaten und des Betriebszustandes,
- Planung von Instandhaltungsmaßnahmen,
- Dokumentenmanagement (Technische Datenblätter, Anweisungen, Instandhaltung)

Entwicklung des Digitalen Zwillings

Ziel des Projektes WindIO: Konzeptualisierung und Entwicklung eines Digitalen Zwillings für den operationalen Betrieb der Windenergieanlage und der integrierten Sensorik

Zwei Anlagen:

Uni Bremen's 50 kW Krogmann Turbine,

WindGuard's 3.4 MW Senvion Turbine

Partner: CONTACT Software, Deutsche WindGuard, Fibretech, Pumacy, SWMS Consulting, University of Bremen.



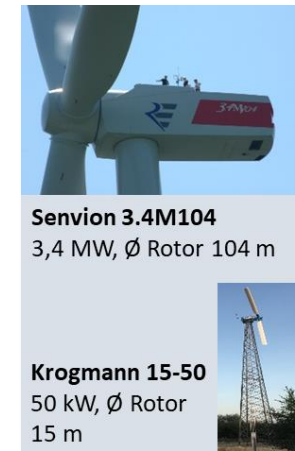
Relevante Daten für den Digitalen Zwilling

SCADA Daten

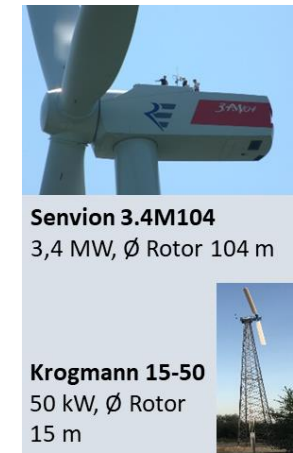
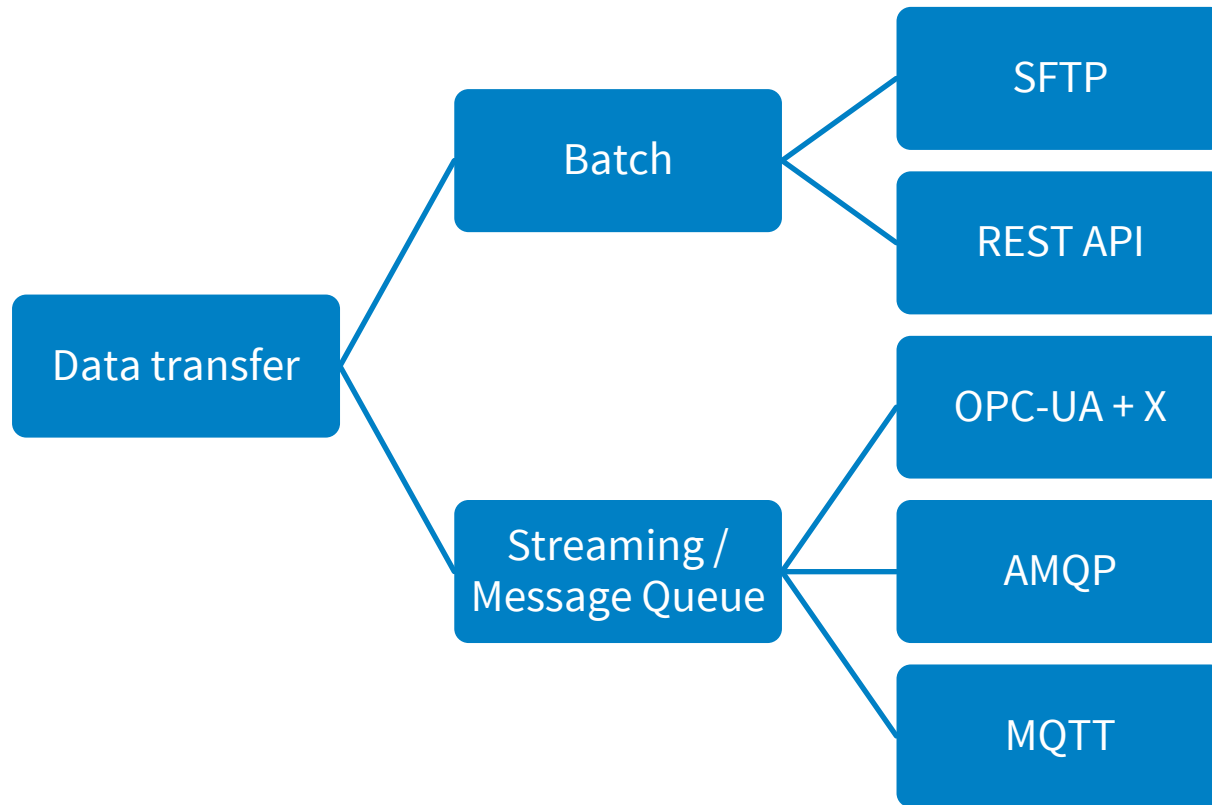
Zählerdaten

Zusätzliche Windmessungen (Lidar)

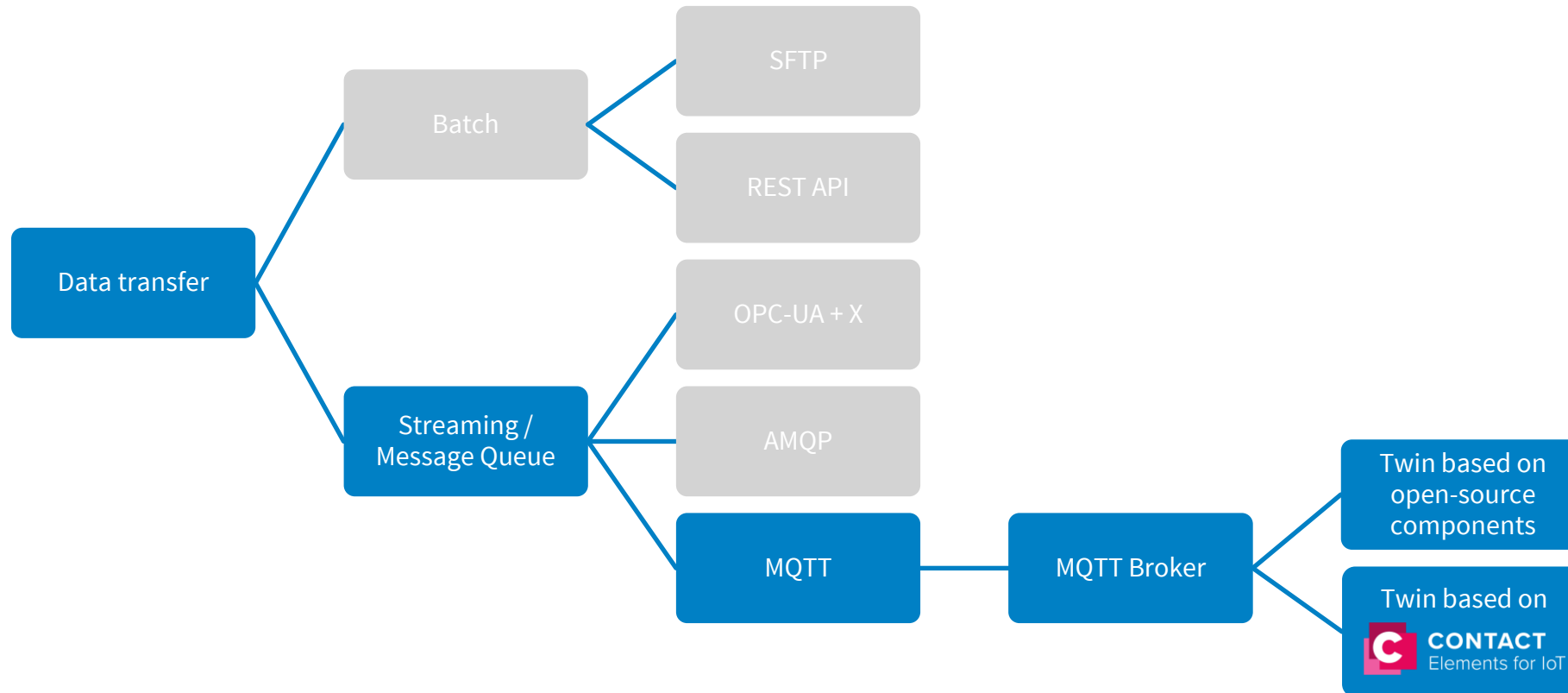
Zusätzliche Sensordaten für das Monitoring (motion sensor box)



Wie werden die Daten in die Cloud transferiert?



Zwei Digitale Zwillinge für jede Turbine: Open Source und basieren auf Contact Elements for IoT



Agenda

1 Motivation

2 Digitale Zwillinge für Windenergieanlagen

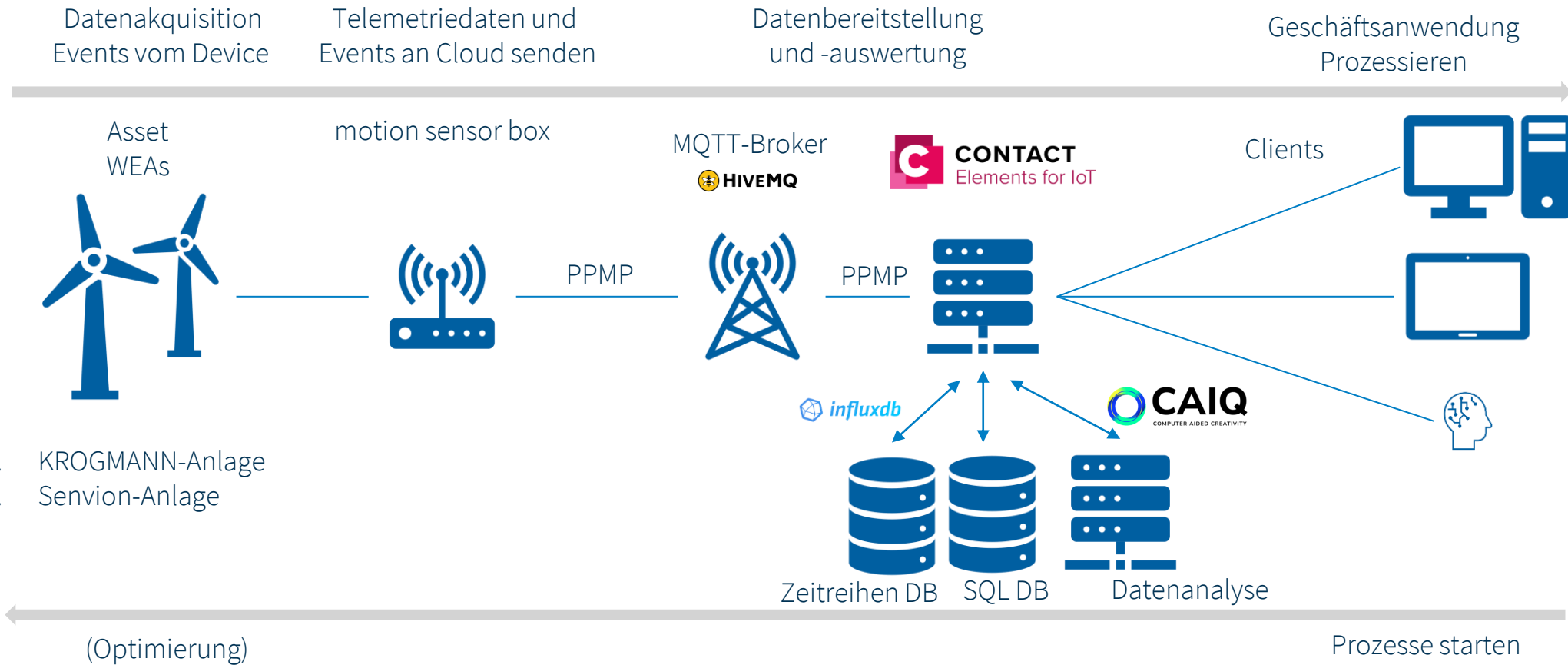
3 Dateninfrastruktur und Datenanalyse

4 Use Case: Prognose von Zeitfenstern für die Instandhaltung

5 Use Case: Prognose des Energieertrags

6 Ausblick

Konnektivität & Dateninfrastruktur



1. KROGMANN-Anlage
2. Senvion-Anlage





Betriebszustand Grün
 Keine Wetterdaten

Betriebszeit [h] **24.24**

Leistung [kW] **12.11**

Auslastung [%] **24**

Gondelposition [°] **230.00**

Energieertrag **0.087**

Rotorblattposition [°] **0.00**

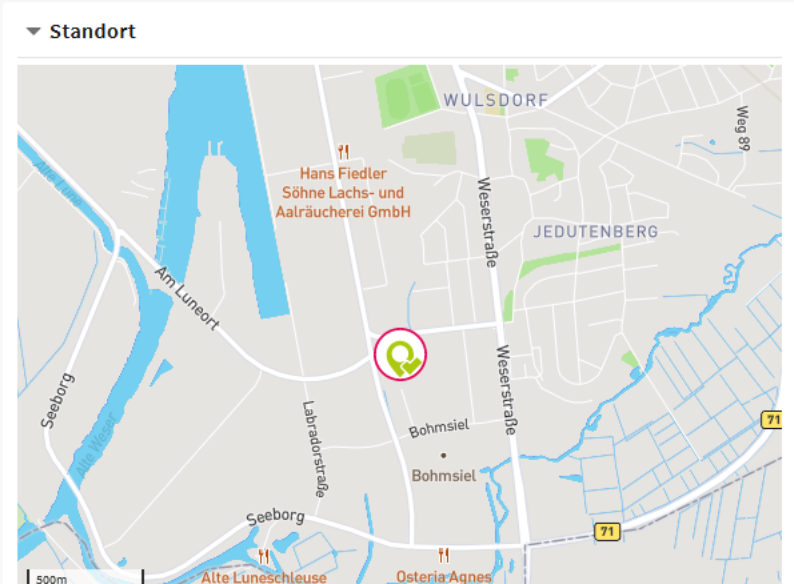
Rotorgeschwind... [rpm] **7.80**

Temperatur max. [°C] **6.95**

Min. Temperatur... Keine Werte im ausgewählten Zeitfenster.



- Komponentenstruktur
- ✓ KROGMANN Windenergieanlage 15/50-G30 (AS000002)
 - Stromerzeugungssystem (AS000038)
 - Energieableitung (AS000040)
 - Umweltmesssystem (AS000046)
 - Fernüberwachungssystem (AS000047)
 - Turmsystem (AS000061)
 - Windturbinensystem (AS-000014-0003)
 - Gemeinsame Systeme für Windenergieanlagen (AS-000015-0003)
 - Elektrisches Eigenbedarfssystem (AS-000016-0003)



Leistungskurve

Keine Werte im ausgewählten Zeitfenster.

Servicekalender

Heute Juni 2023 Monat

Mo.	Di.	Mi.	Do.	Fr.	Sa.	So.
29	30	31	01	02	03	04
05	06	07	08	09	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	01	02

Buttons: Wiederke...

Digitale Zwillinge für die Windenergieanlagen

Senvion Anlage

- Daten der motion sensor box
- Prognose für Zeitfenster für die Instandhaltungsarbeiten

KROGMANN Anlage

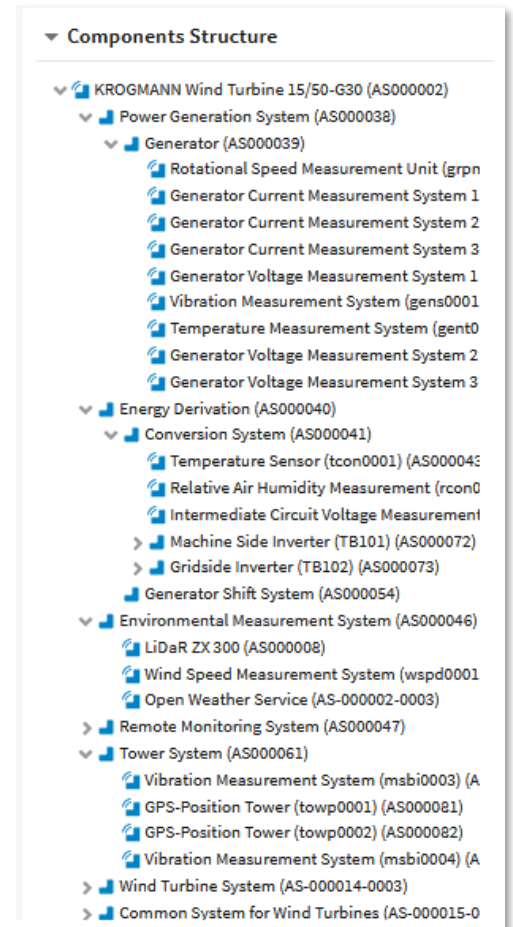
- Modellierung der **Komponenten**
- Dashboards mit KPIs
- Konnektivität via mqtt
- **LiDAR** installiert, streaming data
- Prognose des Energieertrags



Senvion 3.4M104
3,4 MW, Ø Rotor 104 m

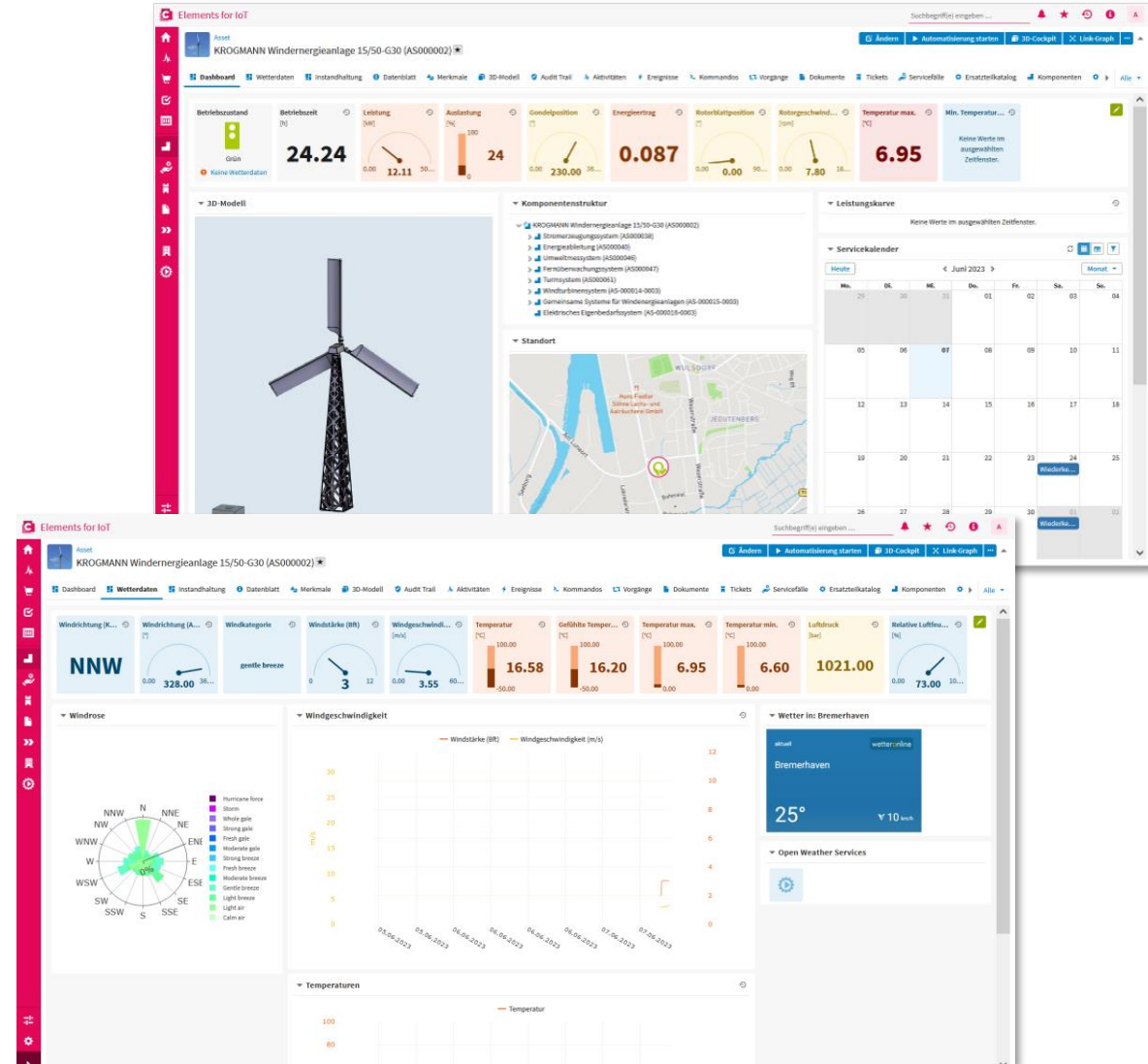


Krogmann 15-50
50 kW, Ø Rotor
15 m

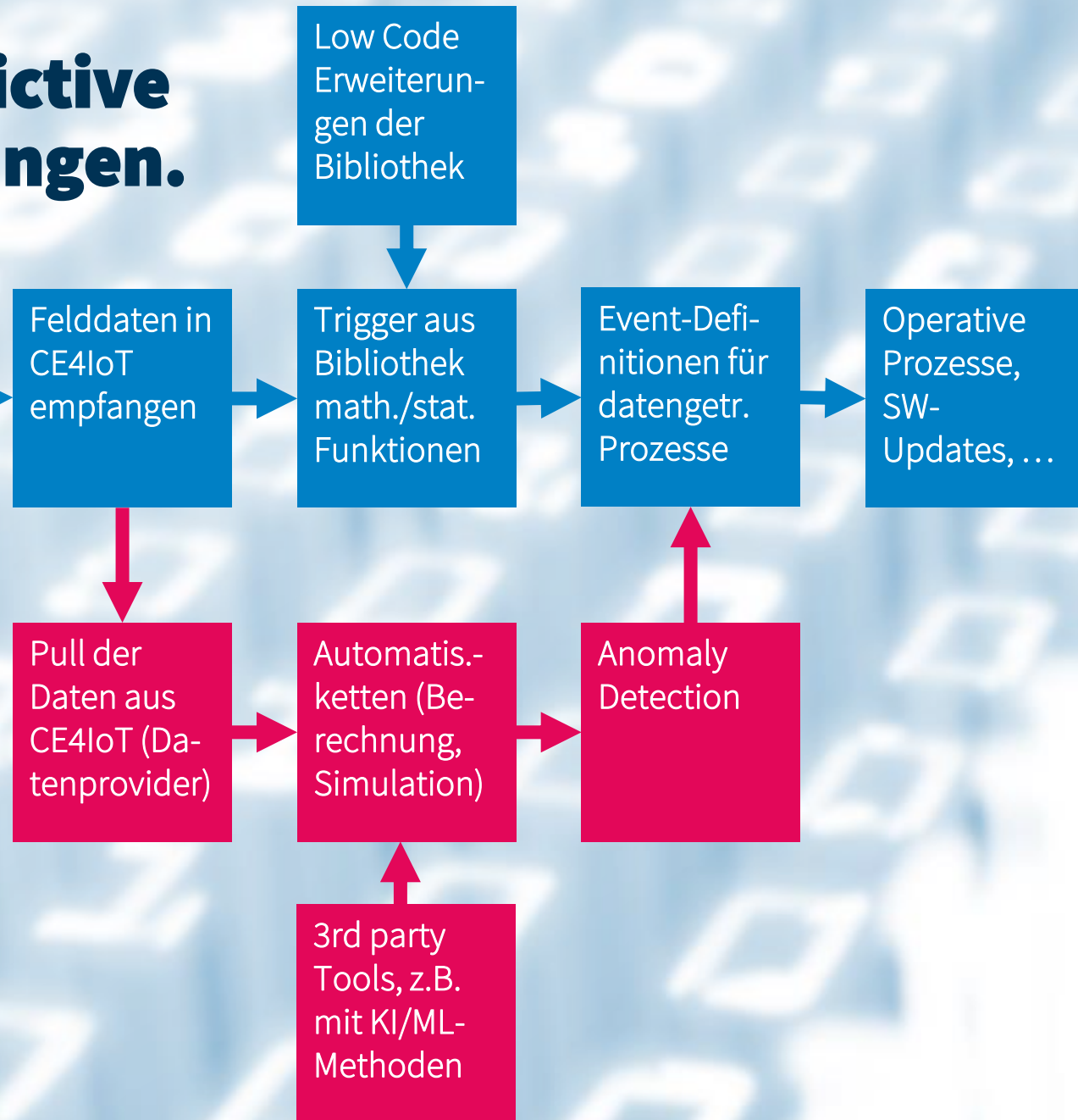
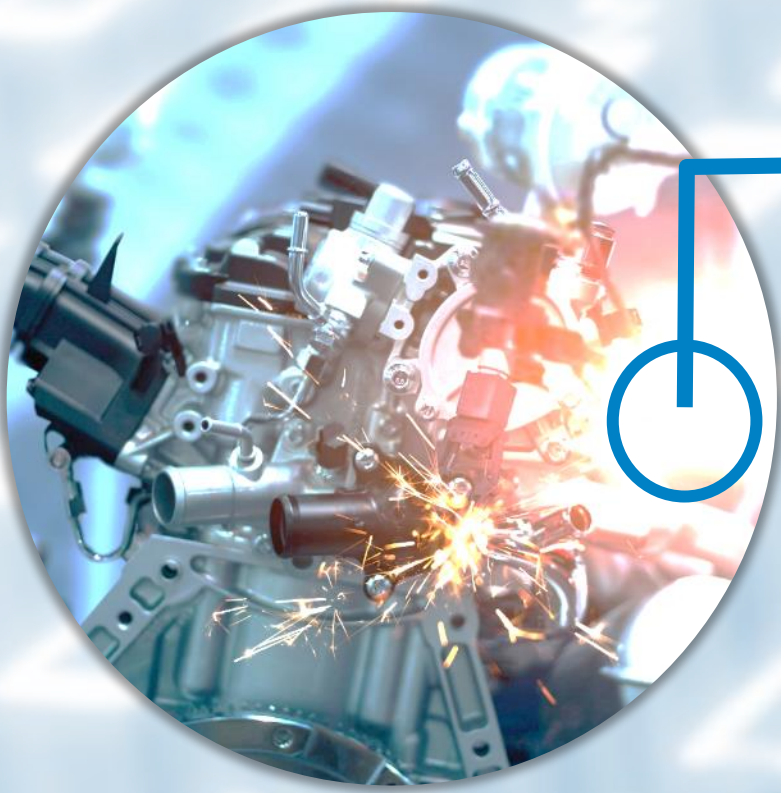


Digitaler Zwilling: Die Dashboards

- Technische Betriebsführung
 - Komponentenarchitektur für Instandhaltung und Ersatzteilmanagement
 - Ticket-System für Instandhaltungstätigkeiten
 - Condition Monitoring: Key-Performance-Indikatoren (KPIs) für Effizienzbetrachtungen
 - Energieertrag kWh, Stillstandszeiten, Meantime-between-Failure (MTBF)
 - Dashboard für Wetterdaten
 - Effizientes no-coding basierte Datenanalysemöglichkeit, KI-basiert/statistisch,
 - Algorithmen für Datenanalysen
- ➔ Energieertrag und Wartungsfenster prognostizieren



Datenanalyse für Predictive Maintenance Anwendungen.



Analyse der Streaming-Daten des Assets

I. Vorhersagemodelle entwickeln

Statische Modelle
Maschinelles Lernen
Deep Learning
...



interaktiv

II. Operativer Betrieb der Analyse-Engine



Sensordaten



Trigger analysieren Daten



Simulation



Ereignisse



Prüfung OK

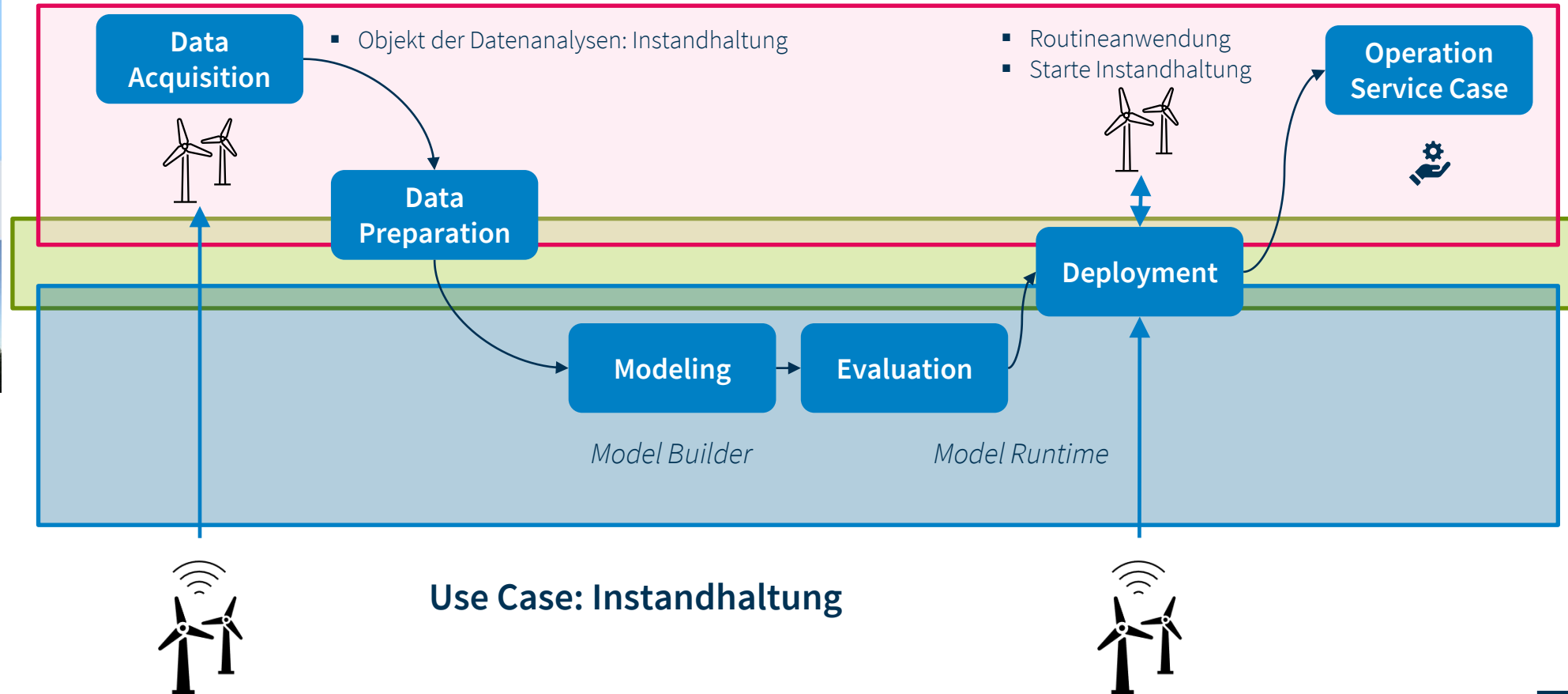
Prüfung Fehler

Maßnahme

automatisch



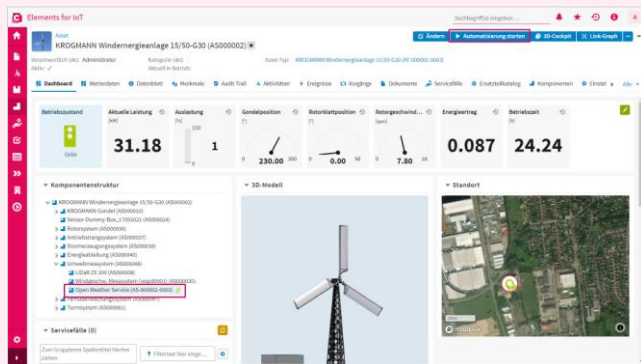
No-Code/Low-Code Datenanalysen



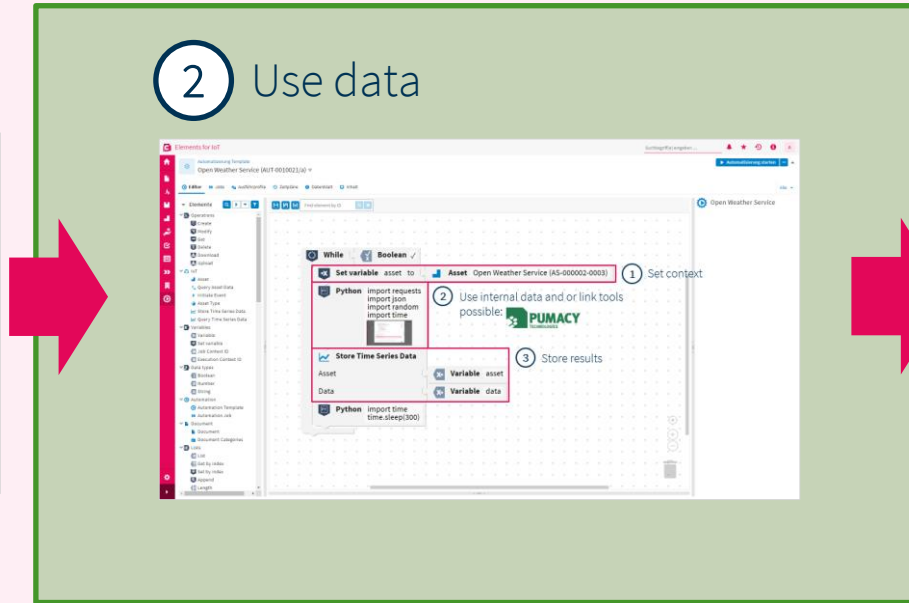
Initialer UseCase: Erfassen von Wetterdaten



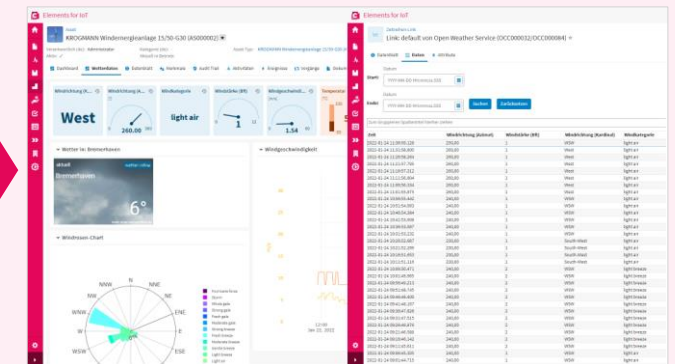
1 Set context



2 Use data



3 Store & visualize results



Automatization integrated in CONTACT Elements for IoT




- Home
- Automation Template
 - Open Weather Service (AUT-0010021/a) ☆
- Editor
 - Jobs
 - Ausführprofile
 - Zeitpläne
 - Datenblatt
 - Inhalt
- Alle ▾
- Elemente
 - Operations
 - Create
 - Modify
 - Get
 - Delete
 - Download
 - Upload
 - IoT
 - Asset
 - Query Asset Data
 - Initiate Event
 - Asset Type
 - Store Time Series Data
 - Query Time Series Data
 - Variables
 - Variable
 - Set variable
 - Job Context ID
 - Execution Context ID
 - Data types
 - Boolean
 - Number
 - String
 - Automation
 - Automation Template
 - Automation Job
 - Document
 - Document
 - Document Categories
 - Lists
 - List
 - Get by index
 - Set by index
 - Append
 - Length

Find element by ID

While Boolean

1 Set context

2 Use internal data and or link tools possible: 

3 Store results

```
Set variable asset to Asset Open Weather Service (AS-000002-0003)
```

```
Python import requests import json import random import time
```

```
Store Time Series Data
```

Asset Variable asset

Data Variable data

```
Python import time time.sleep(300)
```

Open Weather Service

Automation starting button

Zoom controls

Trash icon



Asset KROGMANN Windernergieanlage 15/50-G30 (AS000002) ★

Verantwortlich (de): Administrator Kategorie (de): - Asset-Typ: KROGMANN Windernergieanlage 15/50-G30 (A) Aktiv: ✓ Aktuell in Betrieb:

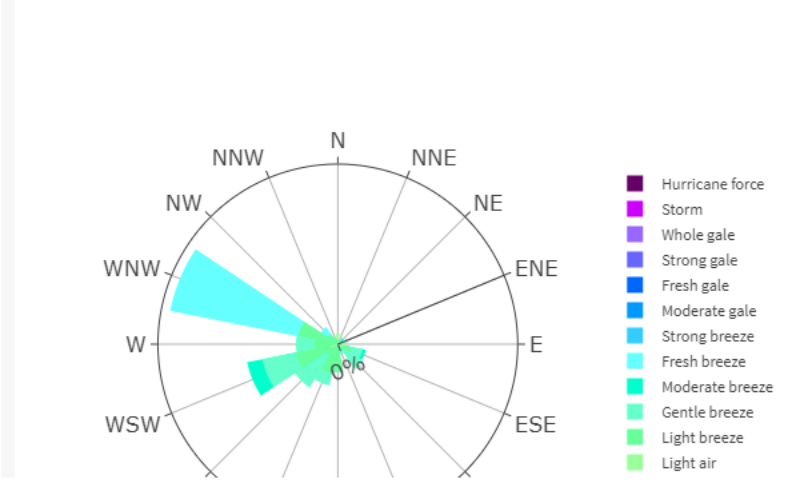
Dashboard Wetterdaten Datenblatt Merkmale Audit Trail Aktivitäten Ereignisse Vorgänge Dokument



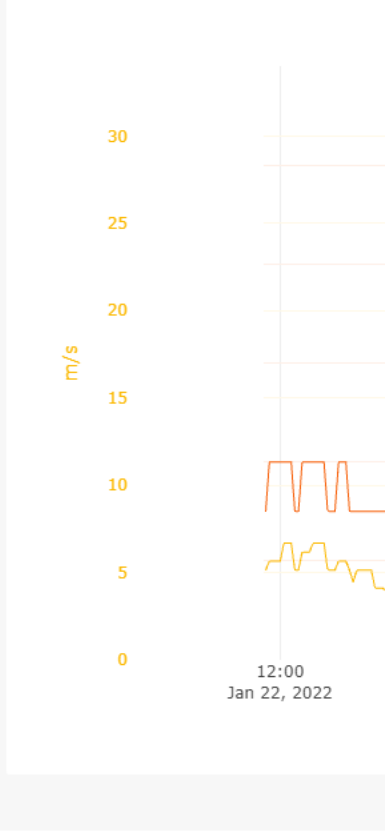
Wetter in: Bremerhaven



Windrosen-Chart



Windgeschwindigkeit



Zeitreihen-Link Link: default von Open Weather Service (OCC000032/OCC000084) ★

Datenblatt Daten Attribute

Datum
 Start: YYYY-MM-DD HH:mm:ss.SSS
 Datum
 Ende: YYYY-MM-DD HH:mm:ss.SSS
 Suchen Zurücksetzen

Zum Gruppieren Spaltentitel hierher ziehen

Zeit	Windrichtung (Azimut)	Windstärke (Bft)	Windrichtung (Kardinal)	Windkategorie
2022-01-24 11:36:59.128	250,00	1	WSW	light air
2022-01-24 11:31:58.800	260,00	1	West	light air
2022-01-24 11:26:58.264	260,00	1	West	light air
2022-01-24 11:21:57.795	260,00	1	West	light air
2022-01-24 11:16:57.312	260,00	1	West	light air
2022-01-24 11:11:56.804	260,00	1	West	light air
2022-01-24 11:06:56.334	260,00	1	West	light air
2022-01-24 11:01:55.875	260,00	1	West	light air
2022-01-24 10:56:55.442	240,00	1	WSW	light air
2022-01-24 10:51:54.993	240,00	1	WSW	light air
2022-01-24 10:46:54.384	240,00	1	WSW	light air
2022-01-24 10:41:53.908	240,00	1	WSW	light air
2022-01-24 10:36:53.587	240,00	1	WSW	light air
2022-01-24 10:31:53.232	240,00	1	WSW	light air
2022-01-24 10:26:52.687	230,00	1	South-West	light air
2022-01-24 10:21:52.269	230,00	1	South-West	light air
2022-01-24 10:16:51.653	230,00	1	South-West	light air
2022-01-24 10:11:51.116	230,00	1	South-West	light air
2022-01-24 10:06:50.471	240,00	2	WSW	light breeze
2022-01-24 10:01:49.965	240,00	2	WSW	light breeze
2022-01-24 09:56:49.213	240,00	2	WSW	light breeze
2022-01-24 09:51:48.745	240,00	2	WSW	light breeze
2022-01-24 09:46:48.409	240,00	2	WSW	light breeze
2022-01-24 09:41:48.167	240,00	2	WSW	light breeze
2022-01-24 09:36:47.828	240,00	2	WSW	light breeze
2022-01-24 09:31:47.515	240,00	2	WSW	light breeze
2022-01-24 09:26:46.876	240,00	2	WSW	light breeze
2022-01-24 09:21:46.588	240,00	2	WSW	light breeze
2022-01-24 09:16:46.142	240,00	2	WSW	light breeze
2022-01-24 09:11:45.611	240,00	2	WSW	light breeze
2022-01-24 09:06:45.305	240,00	1	WSW	light air
2022-01-24 09:01:44.715	240,00	1	WSW	light air

Agenda

1 Motivation

2 Digitale Zwillinge für Windenergieanlagen

3 Dateninfrastruktur und Datenanalyse

4 Use Case: Prognose von Zeitfenstern für die Instandhaltung

5 Use Case: Prognose des Energieertrags

6 Ausblick

Wie sich der Turm einer Windenergieanlage bewegt

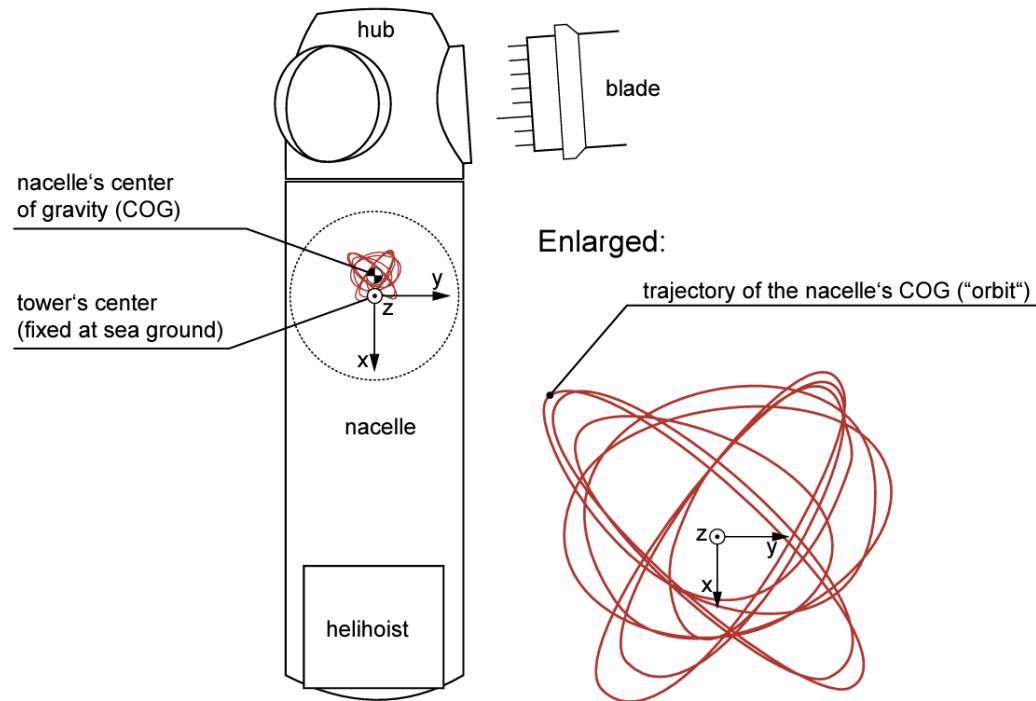
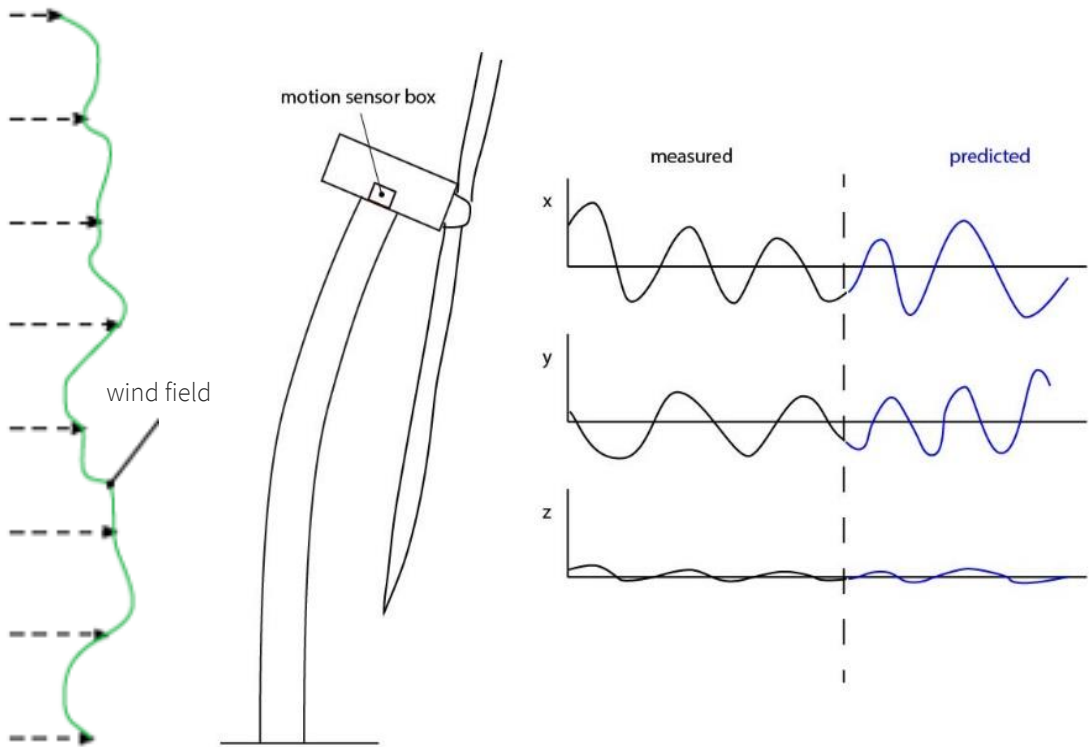


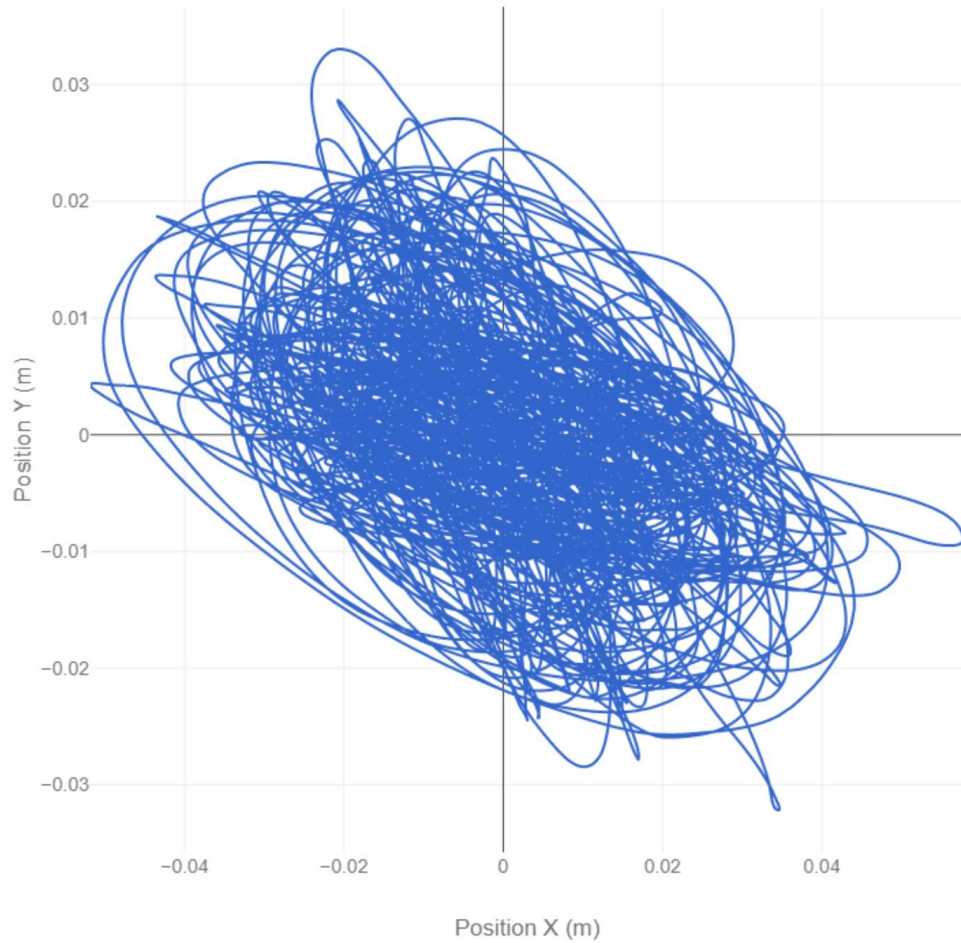
FIGURE 1. Formation of orbits as observed during the installation of the offshore wind farm “Trianel Windpark Borkum II.” Note: to enhance visibility, the orbits are not to scale.

Vorhersage der Turmschwingungskinematik mit statistischen Modellen

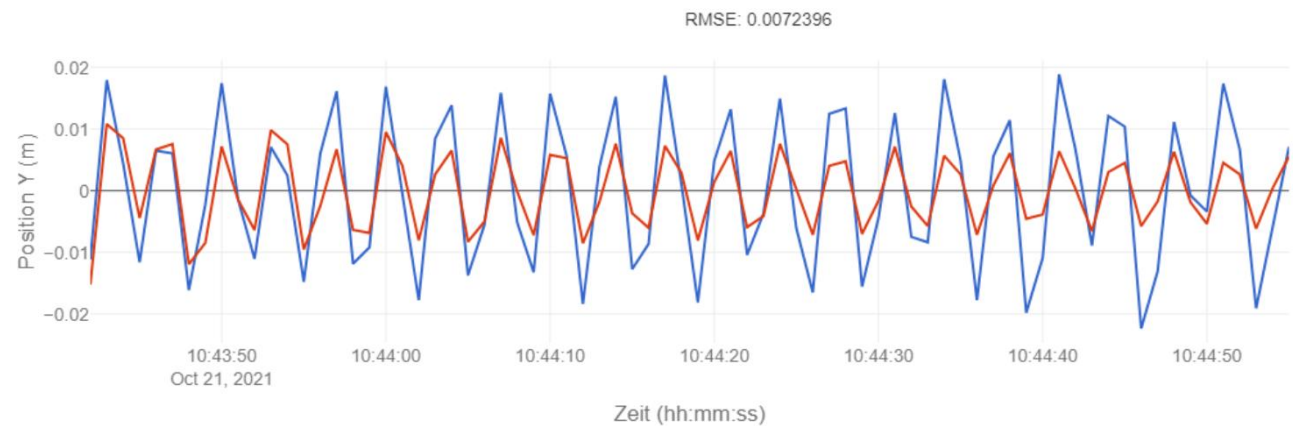
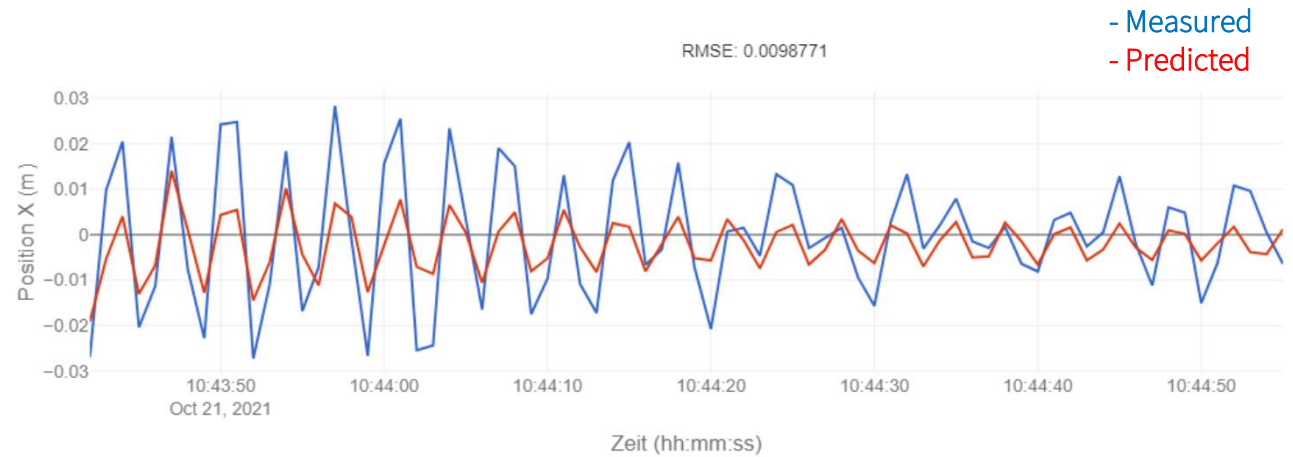
Bachelor Thesis by Zelgai Nemati: *Kurzzeitprognose der Turmschwingungskinematik für Onshore-Windenergieanlagen* by Zelgai Nemati



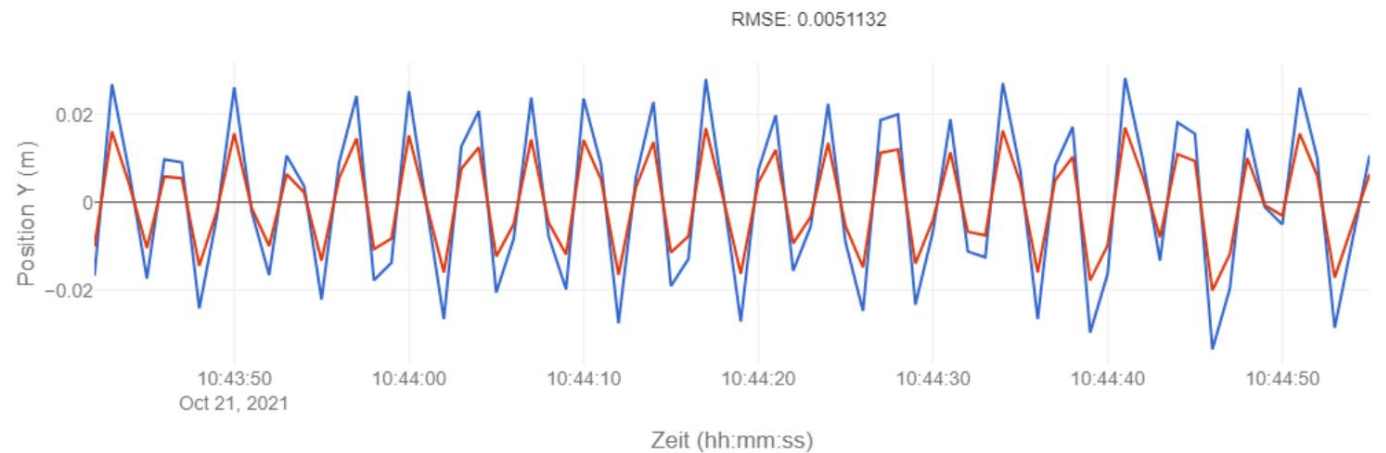
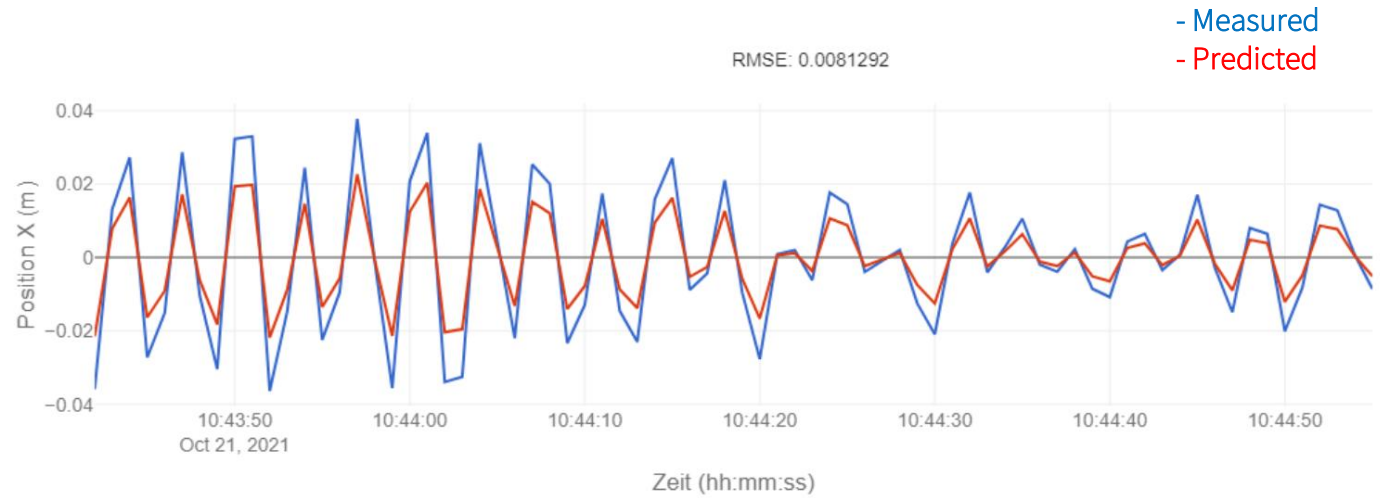
3.4 MW Anlage bewegt sich mit Amplituden bis zu 30 cm



Das klassische Zeitreihenmodell ARIMA trifft die korrekten Frequenzen, jedoch nicht die Amplituden

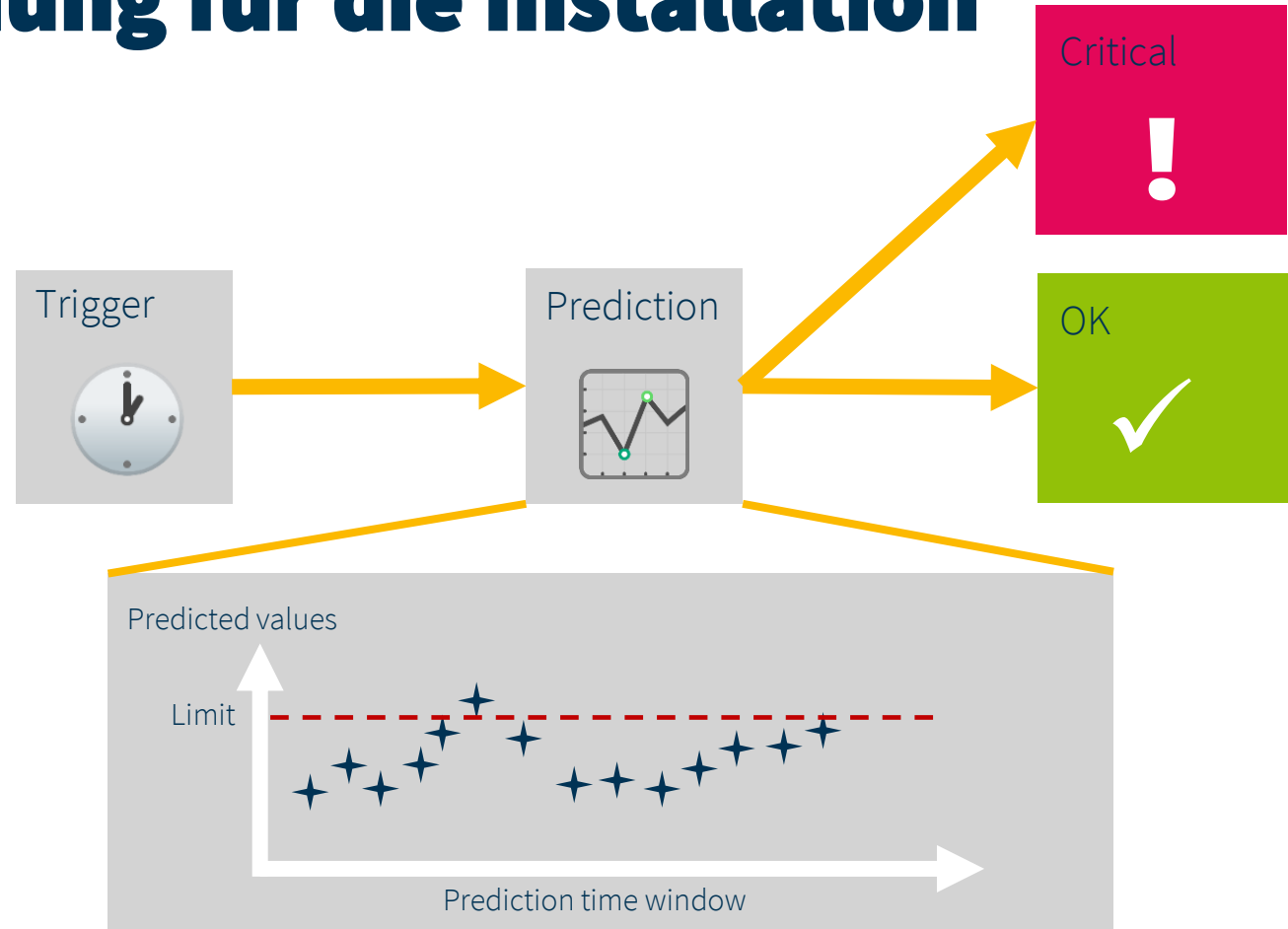


Das Regressionsmodell „Prophet“ prognostiziert die Amplituden besser



Go oder no-Go Entscheidung für die Installation der Rotorblätter

- Trigger stößt kontinuierlich Automatisierungstemplate an
- Vorhersage der Position (x-, y-Koordinate) wird im Zeitfenster berechnet -> Prophetie-Modell
- Bestimmung des Maximums im Zeitfenster
- Bei Überschreiten des Grenzwertes wird kritisches Ereignis ausgelöst



→ Ampel des Assets „Wind Turbine Prediction“ zeigt geeignete Wartungsintervalle an

Agenda

- 1 Motivation
- 2 Digitale Zwillinge für Windenergieanlagen
- 3 Dateninfrastruktur und Datenanalyse
- 4 Use Case: Prognose von Zeitfenstern für die Instandhaltung
- 5 Use Case: Prognose des Energieertrags
- 6 Ausblick

Prognose des Energieertrags

... ist von ökonomischer Bedeutung und ermöglicht nachhaltiges Wirtschaften

- Integration der erneuerbaren Energien in das Stromnetz
 - Stabilität der Netzfrequenz
 - Kostenreduktion
- Optimierung im Bereich der Instandhaltung



Prognose des Energieertrags

... ist von ökonomischer Bedeutung und ermöglicht nachhaltiges Wirtschaften

➤ **Integration der erneuerbaren Energien in das Stromnetz**

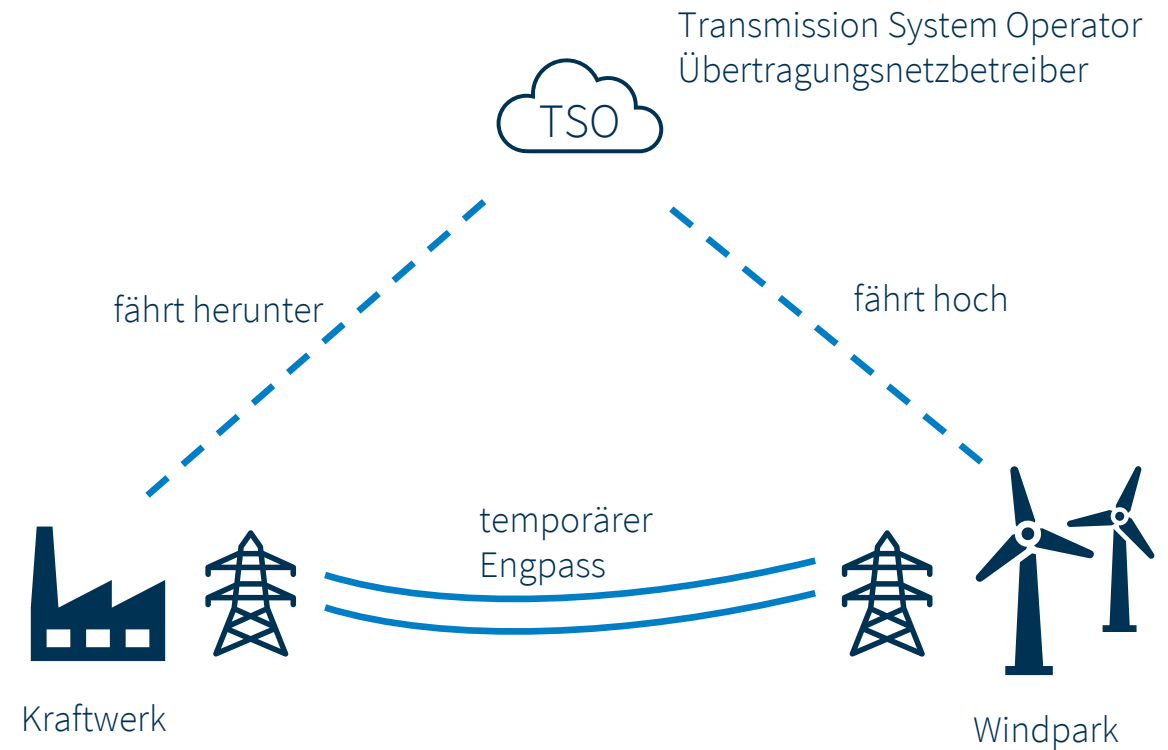
- **Stabilität der Netzfrequenz**
- **Kostenreduktion**

➤ Optimierung im Bereich der Instandhaltung



Redispatch, Kosteneffizienz und Förderung der erneuerbaren Energien

- Erneuerbare Energie wird in das Stromnetz integriert
 - Netzstabilität gewährleisten
 - Herunterfahren von Kraftwerken in Folge eines Redispatch bedeutet Kompensation durch Ausgleichszahlungen
 - Redispatch Kosten in Deutschland 2022:
 - 1895,6 Mio. €
 - Faktor 3 Anstieg 2021-2022
- ➔ Erneuerbare werden erst herunter gefahren, wenn konventionelle erschöpft sind oder Engpassbeseitigung durch sie um Faktor 10 günstiger ist
- **Prognose des Energieertrags**



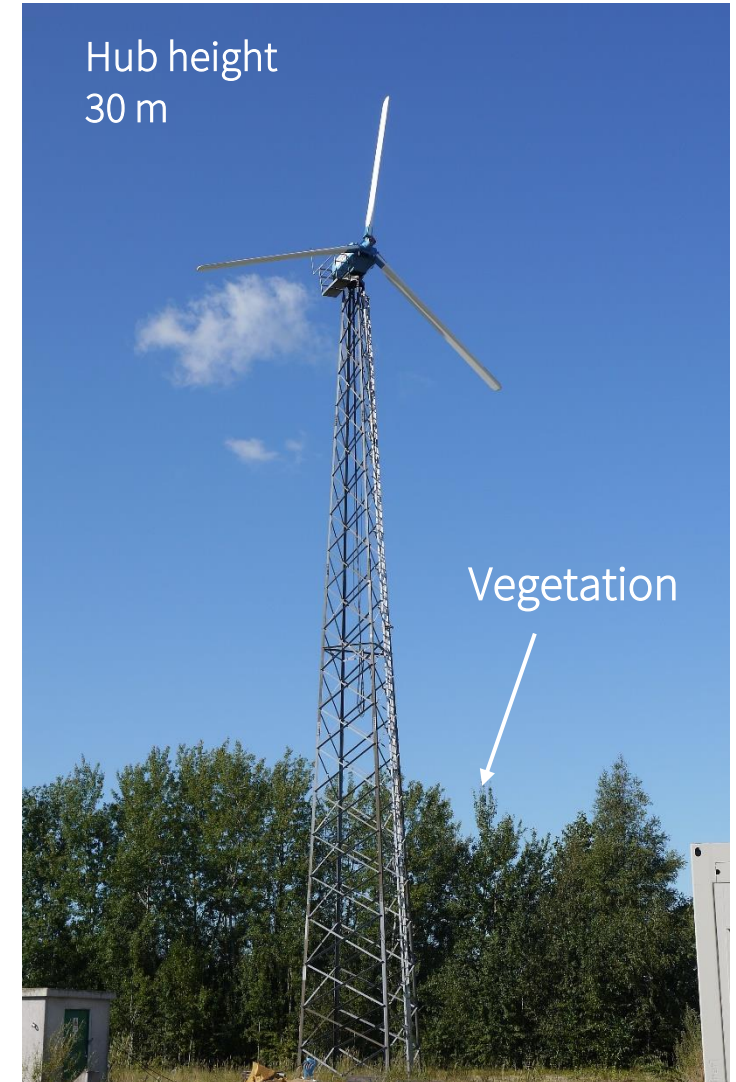
Vorhersage des Windes verbessern

Prognose des Windertrags ist von der Vorhersage des Windes abhängig

- **Lokale** und
- **zeitliche** Unsicherheit



Im Vergleich zu regionalen Wettervorhersagen gibt es **lokale** und **systematische** Abweichungen der Windgeschwindigkeit und -richtung



In Bremerhaven: Forschungsanlage "Krogmann 15/50"
Foto | Image: fibretech composites 2020

Vorhersage des Windes verbessern (2)

$$\text{Lokale Wetterdaten} = f(\text{Regionale Wetterdaten})$$

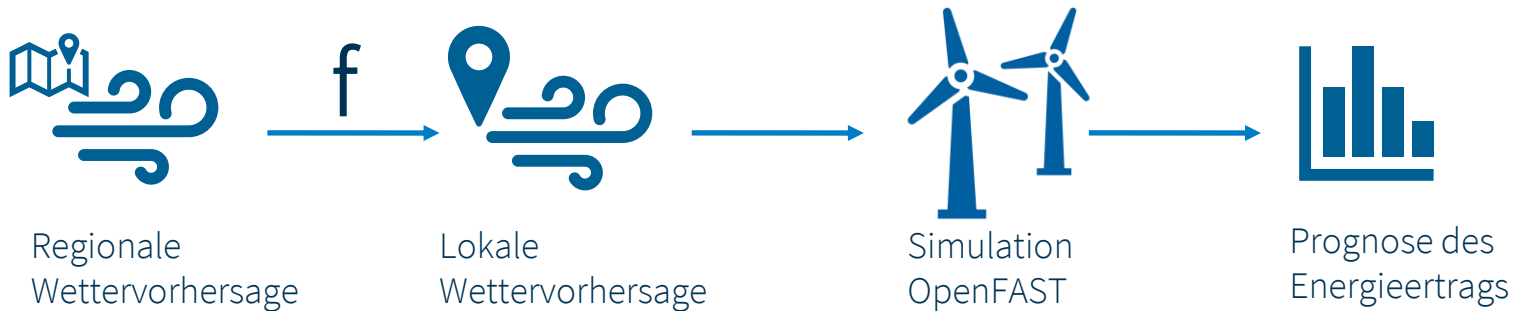
f berechnet durch Regression

Lokale Wetterdaten
LiDAR

Regionale Wetterdaten
openweathermap

Training
benutzt
Archivdaten

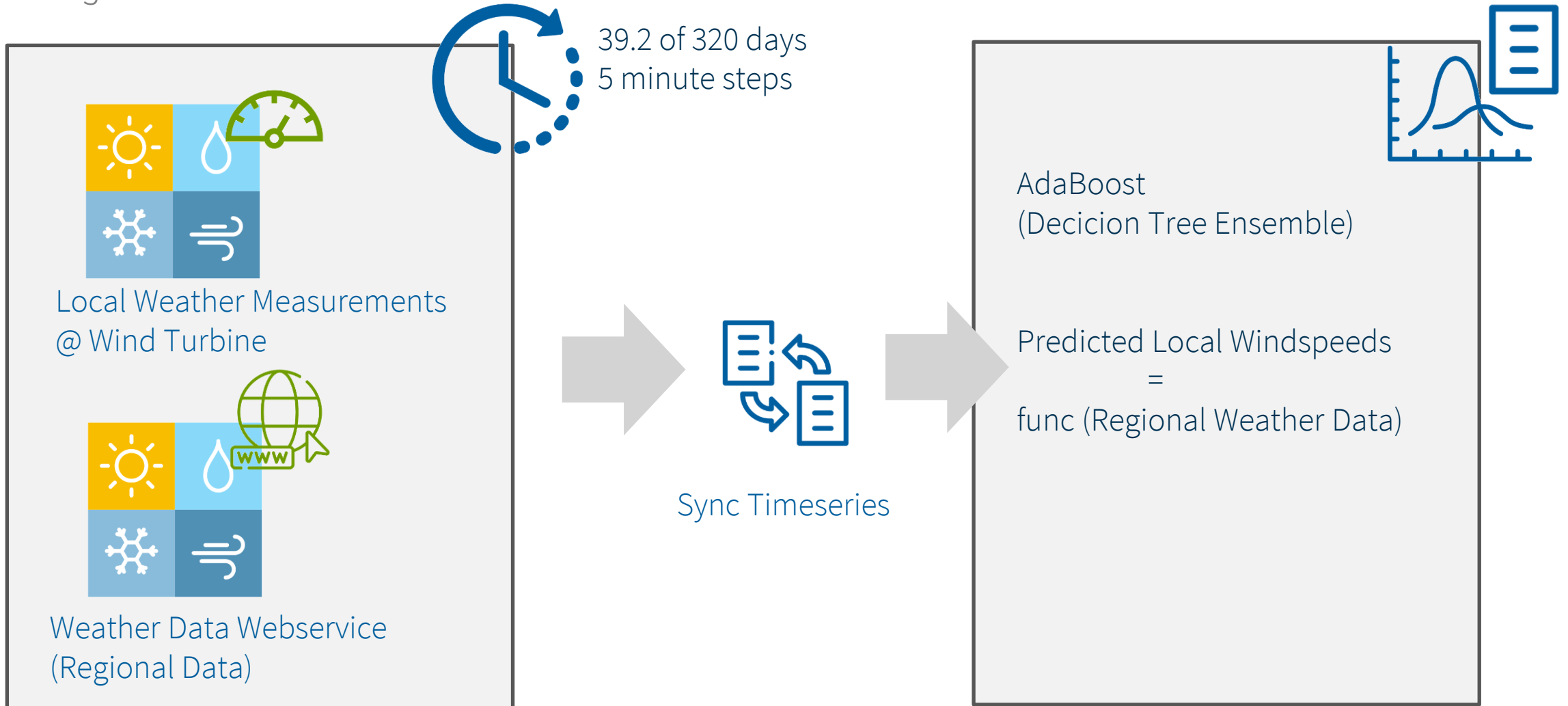
Berechnung des Energieertrags:



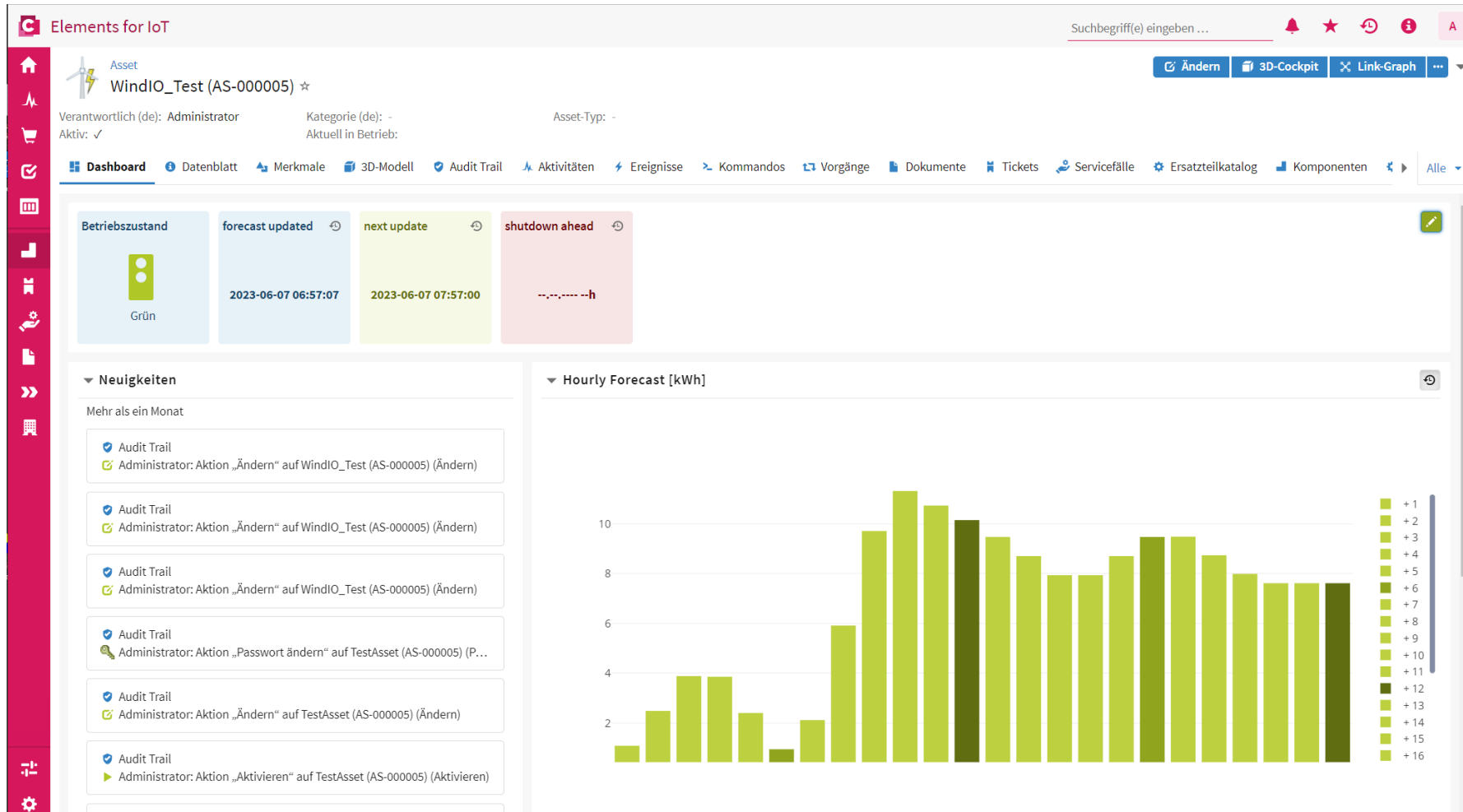
Berechnung der lokalen Vorhersage der Windbedingungen aus der regionalen Vorhersage

Prognose des Energieertrags der Windenergieanlage

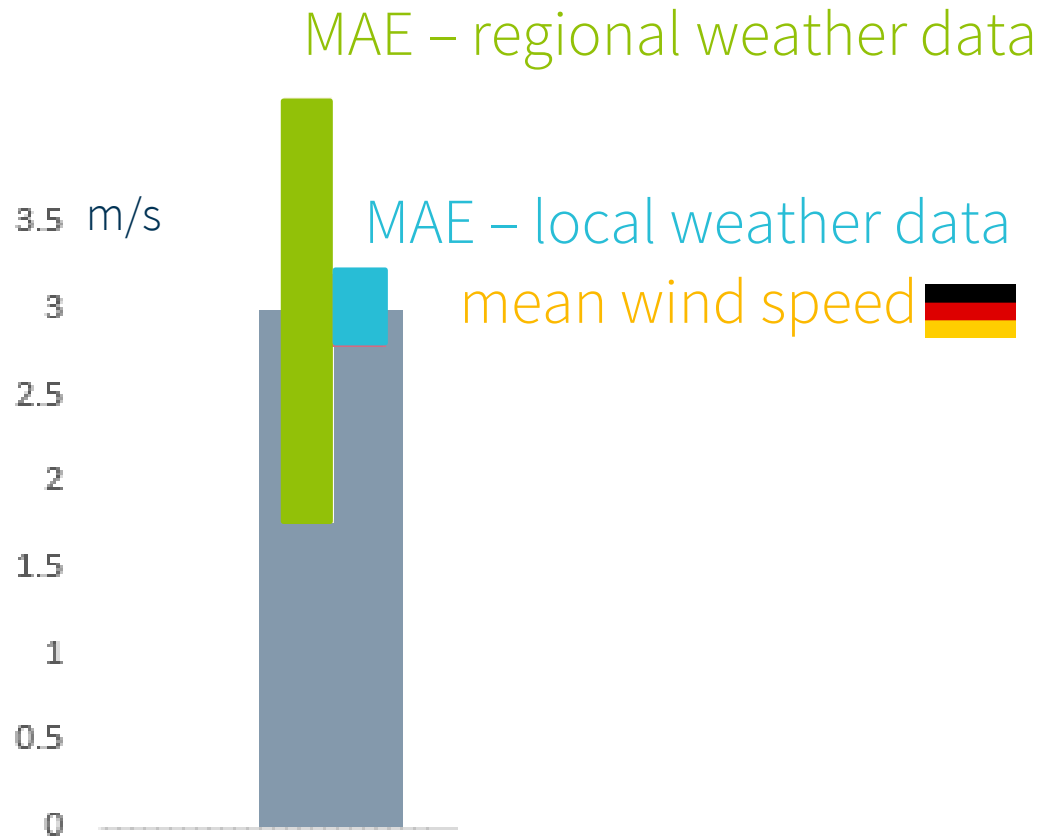
Training



Dashboard der Prognose



Ergebnisse des Modells



Inputs	Output
Wind Speed	Wind Speed
Wind Direction	
Temperature	
Relative Humidity	
Pressure over Ground	

Mean Absolute Error (MAE)

MAE (Forecast measurement) : 0.19 m/s

Reference:

- MAE (Weather service measurement): 1.22 m/s
- Mean wind speed DE: ~ 3 m/s

Agenda

- 1 Motivation
- 2 Digitale Zwillinge für Windenergieanlagen
- 3 Dateninfrastruktur und Datenanalyse
- 4 Use Case: Prognose von Zeitfenstern für die Instandhaltung
- 5 Use Case: Prognose des Energieertrags
- 6 Ausblick

Zusammenfassung und Ausblick

- Digitale Zwillinge ermöglichen Monitoring der Windenergieanlagen und Kostenersparnis
- Implementierung von **Instandhaltungsstrategien**
 - Vorhersage der Turmschwingung für die Installation der Rotorblätter
 - Vorhersage von Zeitfenstern mit geringem Energieertrag für geplante Instandhaltungsarbeiten
- Plattform Elements for IoT ermöglicht **low-code Techniken** zur Implementierung von Datenanalysen inklusive **AI/ML**
- Implementierung der Strategien für **Windparks** und Entwicklung einer **smarten Betriebsführung**
- **Redispatch** Strategien für Windparks



Kontakt

Dr. Nicole Göckel
CONTACT Software

nicole.goeckel@contact-software.com
www.contact-software.com

energizing great minds

© **2024 CONTACT Software GmbH** or a CONTACT Software GmbH affiliate

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or for any purpose without the permission of CONTACT Software GmbH or a CONTACT Software GmbH affiliate. The information contained herein may be changed without prior notice.

Third Party Trademark Notices

Adobe, the Adobe logo, Acrobat, Flash, PostScript, and Reader are either registered trademarks or trademarks of Adobe Systems Incorporated in the United States and / or other countries.

Amazon Web Services, the “Powered by Amazon Web Services” logo and Amazon S3 are trademarks of Amazon.com, Inc. or its affiliates in the United States and/or other countries.

Apple, App Store, FaceTime, iBooks, iPad, iPhone, iPhoto, iPod, iTunes, Mac OS, Multi-Touch, Objective-C, Retina, Safari, Siri, and Xcode are trademarks or registered trademarks of Apple Inc.

Git and the Git logo are either registered trademarks or trademarks of Software Freedom Conservancy, Inc., corporate home of the Git Project, in the United States and/or other countries.

Google App Engine, Google Apps, Google Checkout, Google Chrome, Google Data API, Google Maps, Google Mobile Ads, Google Mobile Updater, Google Mobile, Google Store, Google Sync, Google Updater, Google Voice, Google Mail, Gmail, YouTube, Dalvik, and Android are trademarks or registered trademarks of Google Inc.

HTML, XML, XHTML, and W3C are trademarks, registered trademarks, or claimed as generic terms by the Massachusetts Institute of Technology (MIT), European Research Consortium for Informatics and Mathematics (ERCIM), or Keio University.

Microsoft, Windows, Windows Phone, Excel, Outlook, PowerPoint, Silverlight, and Visual Studio are registered trademarks of Microsoft Corporation in the United States and other countries.

Linux is the registered trademark of Linus Torvalds in the United States and other countries.

Mozilla and Firefox and their logos are registered trademarks of the Mozilla Foundation.

SAP, SAP ABAP, SAP HANA and SAP NetWeaver are registered trademarks of SAP in Germany and other countries

All other product and service names mentioned are the trademarks of their respective companies.

CONTACT Trademark Notices

CONTACT Software, CONTACT Elements, CONTACT CIM Database, CONTACT Project Office, CONTACT Collaboration Hub, CONTACT Workspaces and CONTACT Elements for IoT are registered trademarks of CONTACT Software GmbH.


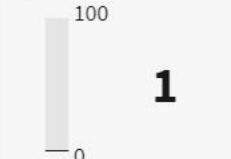





Asset  **KROGMANN Windenergieanlage 15/50-G30 (AS000002)** ★


[Ändern](#)
[Automatisierung starten](#)
[3D-Cockpit](#)
[Link-Graph](#)
⋮

Verantwortlich (de): Administrator Kategorie (de): - Asset-Typ: KROGMANN Windenergieanlage 15/50-G30 (AT-000001-0003)
 Aktiv: ✓ Aktuell in Betrieb:

- [Dashboard](#)
[Wetterdaten](#)
[Datenblatt](#)
[Merkmale](#)
[Audit Trail](#)
[Aktivitäten](#)
[Ereignisse](#)
[Vorgänge](#)
[Dokumente](#)
[Servicefälle](#)
[Ersatzteilkatalog](#)
[Komponenten](#)
[Einstel](#)
▶
Alle
▶

Betriebszustand  Grün	Aktuelle Leistung [kW] 31.18	Auslastung [%]  1	Gondelposition [°]  230.00	Rotorblattposition [°]  0.00	Rotorgeschwind... [rpm]  7.80	Energieertrag 0.087	Betriebszeit [h] 24.24
---	---	--	--	---	--	--------------------------------------	---

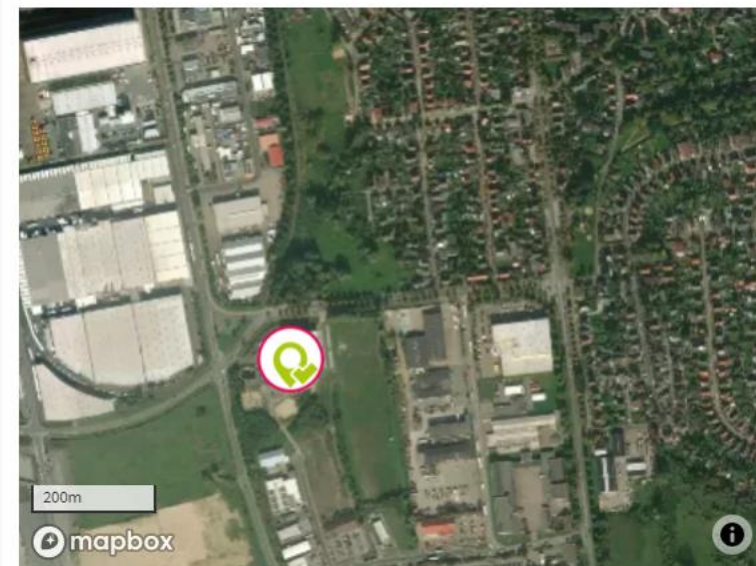
▼ **Komponentenstruktur**

- KROGMANN Windenergieanlage 15/50-G30 (AS000002)
 - KROGMANN Gondel (AS000010)
 - Sensor-Dummy-Box_17092021 (AS000024)
 - Rotorsystem (AS000036)
 - Antriebstrangsystem (AS000037)
 - Stromerzeugungssystem (AS000038)
 - Energieableitung (AS000040)
 - Umweltmesssystem (AS000046)
 - LiDaR ZX 300 (AS000008)
 - Windgeschw. Messsystem (wspd0001) (AS000035)
 - Open Weather Service (AS-000002-0003)** 
 - Fernüberwachungssystem (AS000047)
 - Turmsystem (AS000061)

▼ **3D-Modell**



▼ **Standort**



▼ **Servicefälle (0)** 

Zum Gruppieren Spaltentitel hierher ziehen

▼ 



Betriebszustand Grün
Keine Wetterdaten

Betriebszeit [h] **24.24**

Leistung [kW] **12.11**

Auslastung [%] **24**

Gondelposition [°] **230.00**

Energieertrag **0.087**

Rotorblattposition [°] **0.00**

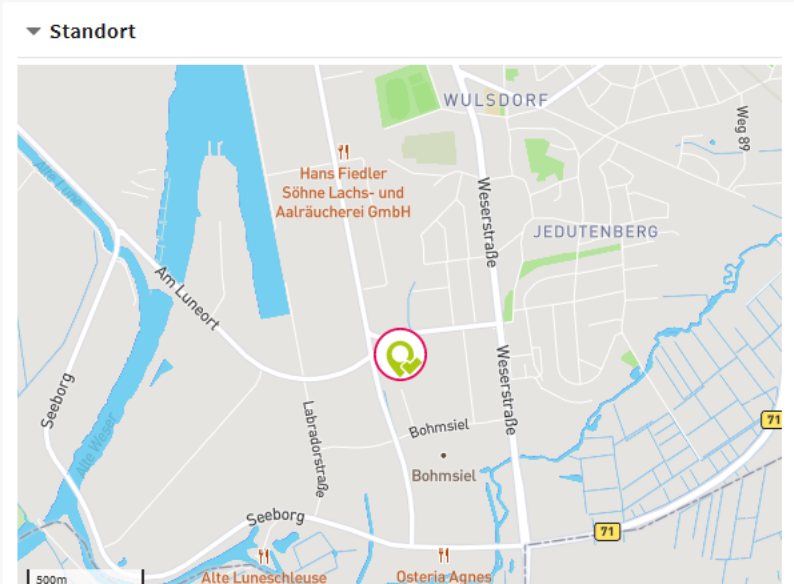
Rotorgeschwind... [rpm] **7.80**

Temperatur max. [°C] **6.95**

Min. Temperatur...
Keine Werte im ausgewählten Zeitfenster.



- Komponentenstruktur
- ✓ KROGMANN Windenergieanlage 15/50-G30 (AS000002)
 - Stromerzeugungssystem (AS000038)
 - Energieableitung (AS000040)
 - Umweltmesssystem (AS000046)
 - Fernüberwachungssystem (AS000047)
 - Turmsystem (AS000061)
 - Windturbinensystem (AS-000014-0003)
 - Gemeinsame Systeme für Windenergieanlagen (AS-000015-0003)
 - Elektrisches Eigenbedarfssystem (AS-000016-0003)



Leistungskurve

Keine Werte im ausgewählten Zeitfenster.

Servicekalender

Heute ← Juni 2023 → Monat ▾

Mo.	Di.	Mi.	Do.	Fr.	Sa.	So.
29	30	31	01	02	03	04
05	06	07	08	09	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	01	02

Buttons: Wiederke...