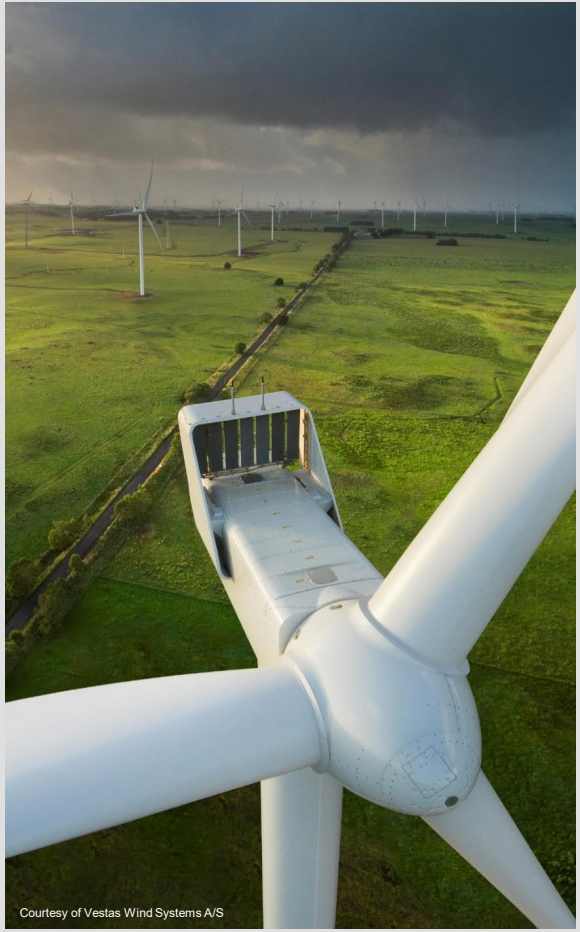
ONLINE-ÜBERWACHUNG VON STRUKTURELLEN SCHÄDEN

Welchen konkreten Nutzen bietet SHM für Betreiber?

EXPERTEN FÜR STRUKTURDYNAMIK UND AKUSTIK

- Spezialisten für Strukturüberwachung und Schwingungsreduktion
- Langjährige Expertise für Strukturmechanik über 50 Jahre
- Referenzen in der ganzen Windindustrie (Onshore + Offshore-Geschäft)
- Serienlieferant für mehrere OEMs und diverse Betreiber
- 2.500+ installierte Systeme weltweit

© Wölfel 2021. Alle Rechte vorbehalten.



Wölfel | WIND ENERGIE **SYSTEME**

SHM.Blade®, SHM.Tower® and SHM.Foundation®
– Offshore & Onshore Structural Health Monitoring

IDD.Blade®
– Ice detection with automatic restart function

DLM.Blade
– Dynamic load monitoring

ADD.Sound® and TMD.Sound
– Reduction of tonalities with active & passive absorbers

TMD.Tower
– Tuned Mass Damping for vibration reduction at the tower

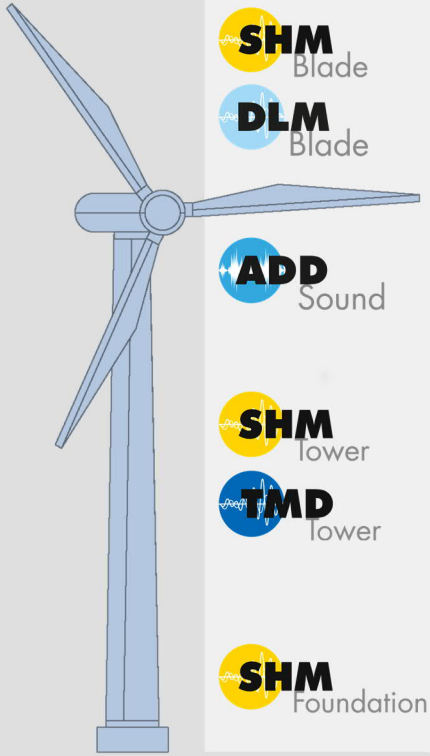
© Wölfel 2021. Alle Rechte vorbehalten.

TRACK RECORD

SHM — Systems installed: **> 1.200**

ADD Sound — Systems installed: **> 1.100**

TMD Tower — Systems installed: **> 120**



© Wölfel 2021. Alle Rechte vorbehalten.

AGENDA

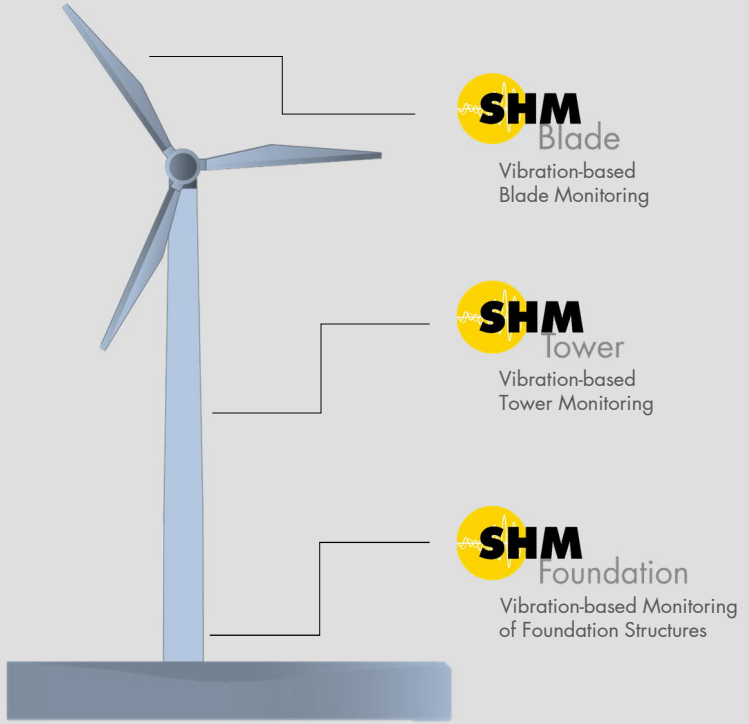
1. Relevanz der Strukturüberwachung
2. Detektion von Strukturveränderungen und Schäden
3. Visualisierung & Automatisierte Benachrichtigung
4. Mehrwert von SHM

© Wölfel 2021. Alle Rechte vorbehalten.

STRUKTURÜBERWACHUNG IST WICHTIG

Schlüsselfragestellungen

- Lebensdauerverlängerung und Weiterbetriebsgutachten 20+
- Frühzeitige Erkennung von strukturellen Schäden zur Vermeidung von Folgeschäden
- Sicherer Weiterbetrieb mit bekannten Schädigungen
- Messdatenbasiertes Logbuch für einzelne WEA und ganze Windparks



SHM = Structural Health Monitoring

© Wölfel 2021. Alle Rechte vorbehalten.

SHM LIEFERT DIE ENTSCHEIDENDEN KPI FÜR DEN OPTIMIERTEN BETRIEB IHRER WINDENERGIEANLAGEN

Online-Bewertung der Vibrationslevel und frühzeitige Detektion von Auffälligkeiten

Kontinuierliche Bewertung der Strukturintegrität mit KI-basierter Anomalie-Erkennung

Individuelle Lebensdauerprognose für jede WEA mittels modellbasierter Lastrekonstruktion

Identifikation von schwarzen Schafen in der Flotte für zielgerichtete Wartungseinsätze

Pictures: Courtesy of GE Renewable Energy

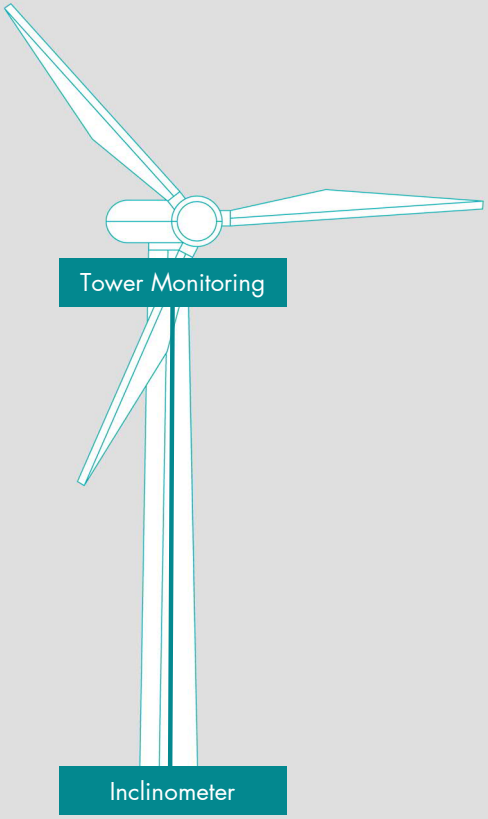
KPI = Key Performance Indicator
SHM = Structural Health Monitoring

AGENDA

1. Relevanz der Strukturüberwachung
2. Detektion von Strukturveränderungen und Schäden
3. Visualisierung & Automatisierte Benachrichtigung
4. Mehrwert von SHM

© Wölfel 2021. Alle Rechte vorbehalten.

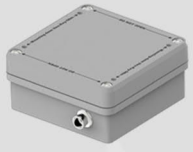
EINFACHE INSTALLATION DER SENSORIK



Integrierte Sensorik, Datenerfassung und -verarbeitung

- 3D-Beschleunigungssensor
- Schwingungs- und Lastmonitoring
- plus 3 Sensorkanäle (optional)
  → Beschleunigung, Neigung, Temperatur,…

SHM.Tower



Inclinometer

Accelerometer

© Wölfel 2021. Alle Rechte vorbehalten.

„PLUG & PLAY“-INSTALLATION IN JEDER WEA

Einfache Installation & 24/7 Datenerfassung für alle Betriebszustände

Installation im Turmkopf

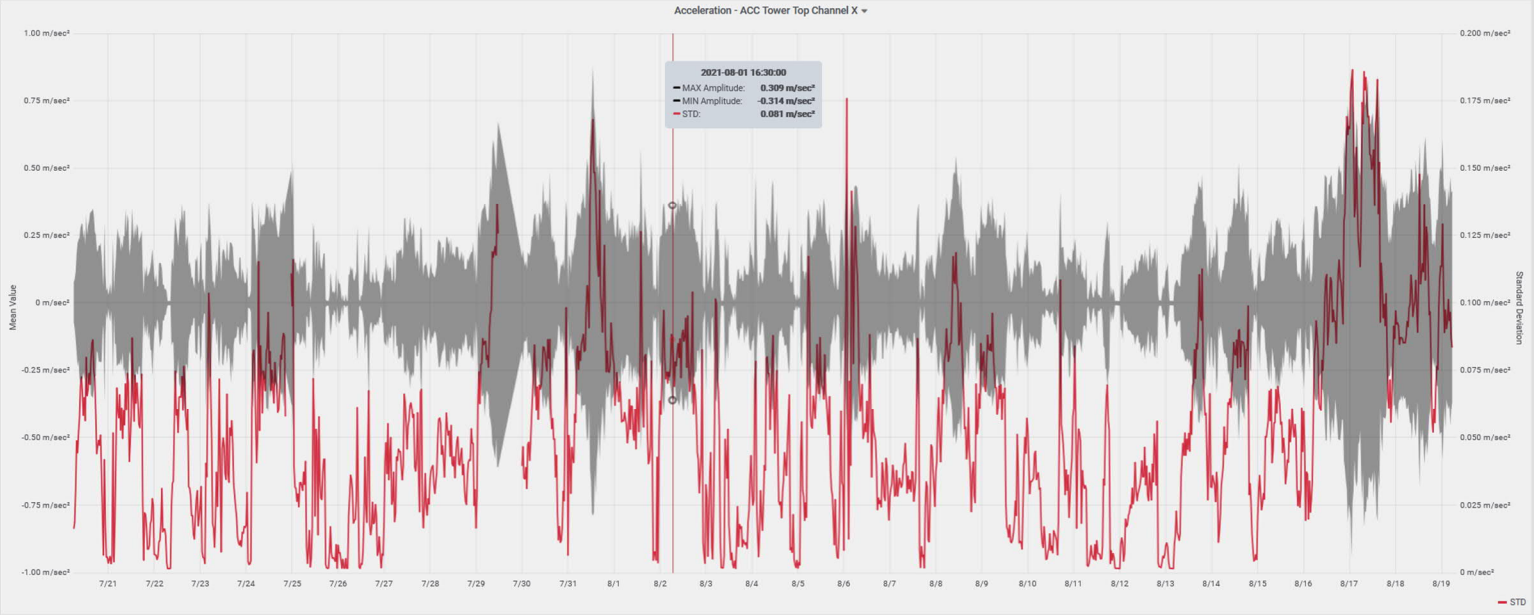
Installation im Turmfuß

System mit direkter Fernanbindung

© Wölfel 2021. Alle Rechte vorbehalten.

INTEGRIERTE DATENANALYSE BEWERTET LAUFEND DEN STRUKTURZUSTAND

Beschleunigungsdaten ermöglichen Rückschluss auf strukturelle Veränderungen



AGENDA

1. Relevanz der Strukturüberwachung
2. Detektion von Strukturveränderungen und Schäden
3. Visualisierung & Automatisierte Benachrichtigung
4. Mehrwert von SHM

© Wölfel 2021. Alle Rechte vorbehalten.

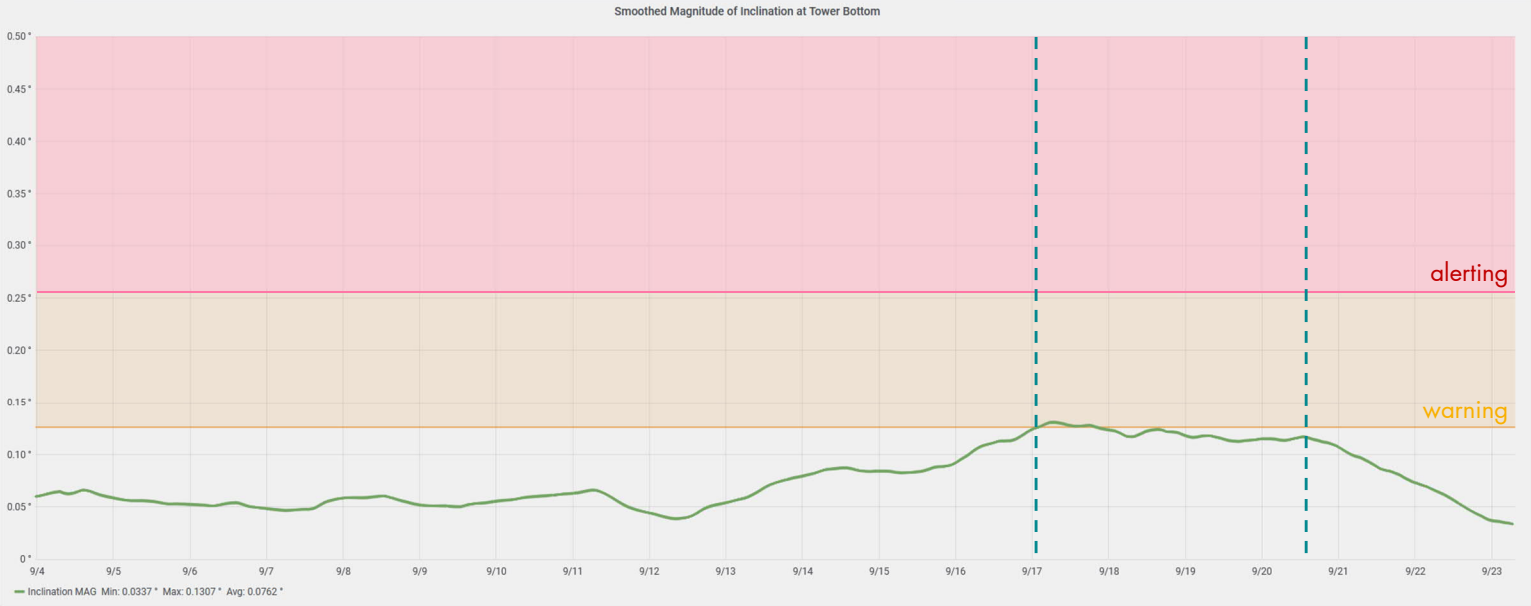
ALLE RELEVANTEN INFORMATIONEN IN EINEM DASHBOARD

Beispiel für ein „Live“-System für Fundamentüberwachung

© Wölfel 2021. Alle Rechte vorbehalten.

ÜBERWACHUNG MINIMIERT DIE ERTRAGSAUSFÄLLE

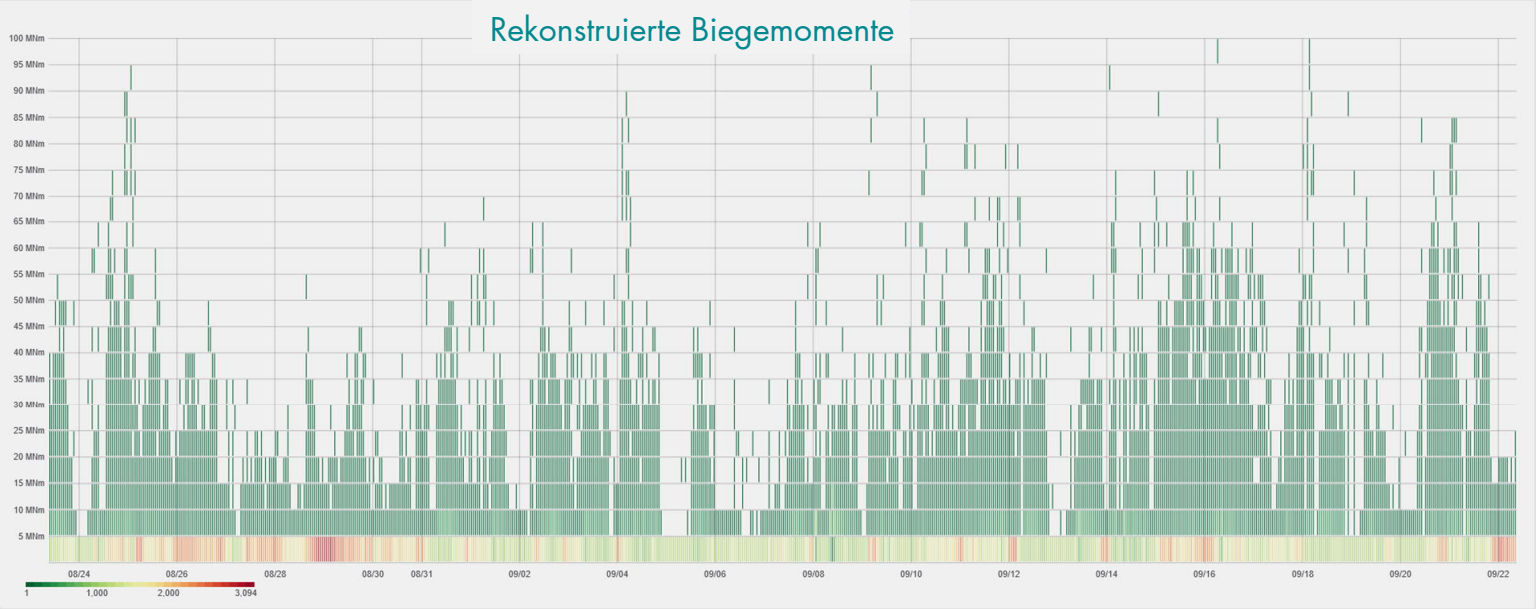
Neigungsüberwachung bei bekannten Fundamentschäden vs. leistungsreduzierten Betrieb



© Wölfel 2021. Alle Rechte vorbehalten.

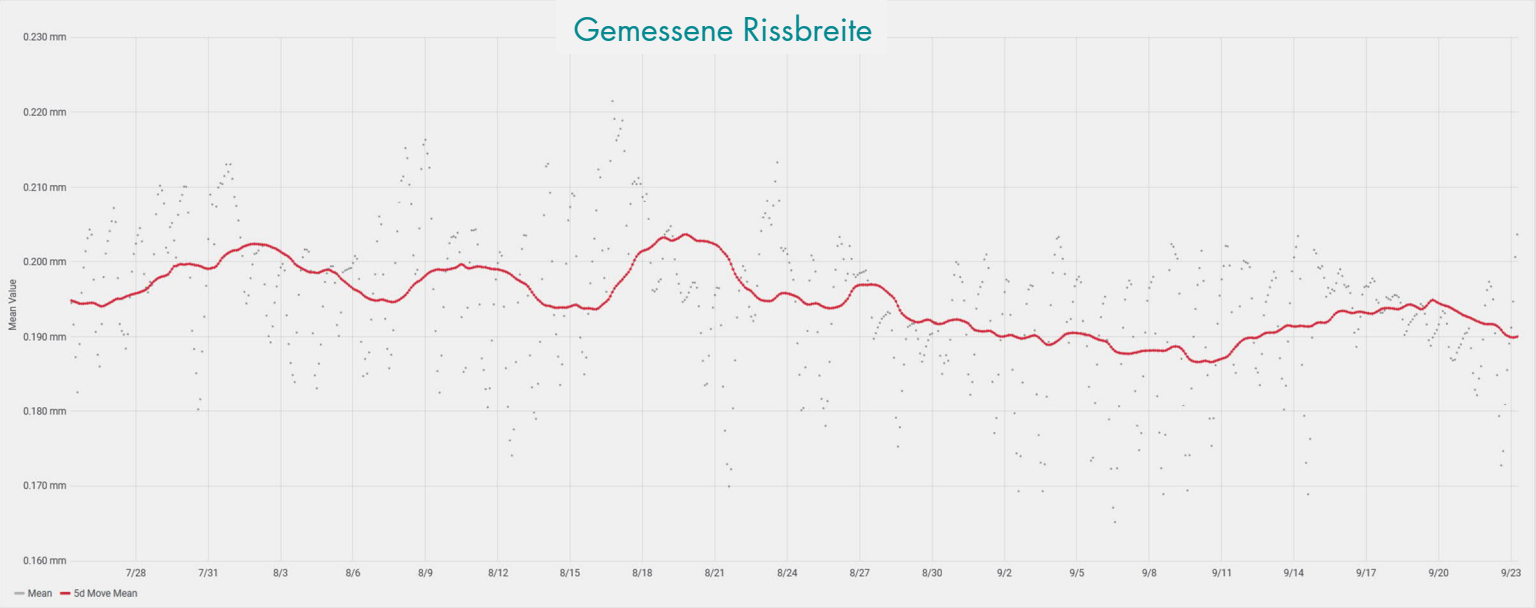
PRÄZISERE WEITERBETRIEBSGUTACHTEN BASIEREND AUF REALEN LASTEN

Rekonstruktion des bereits erfahrenen, historischen Lastkollektivs



VORAUSSCHAUENDES SHM SCHAFFT TRANSPARENZ

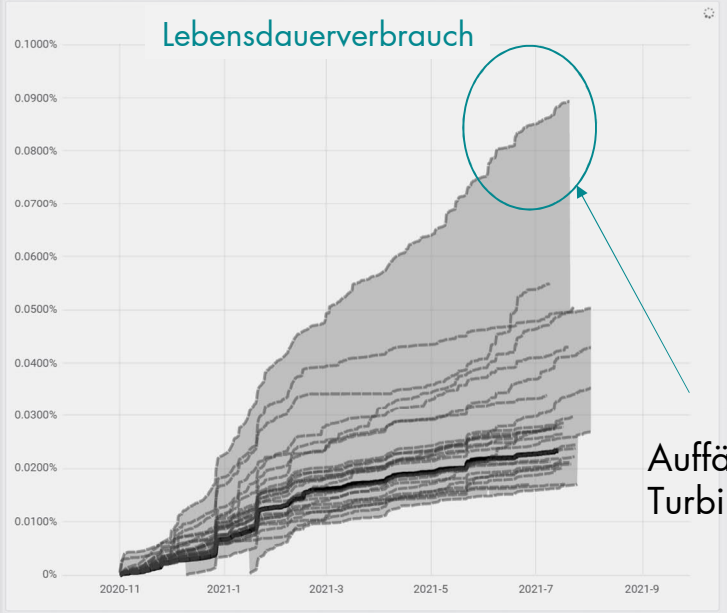
Rissbreitenüberwachung als belastbare Datengrundlage insb. bei kritischen Wetterlagen und einer unzugänglichen WEA



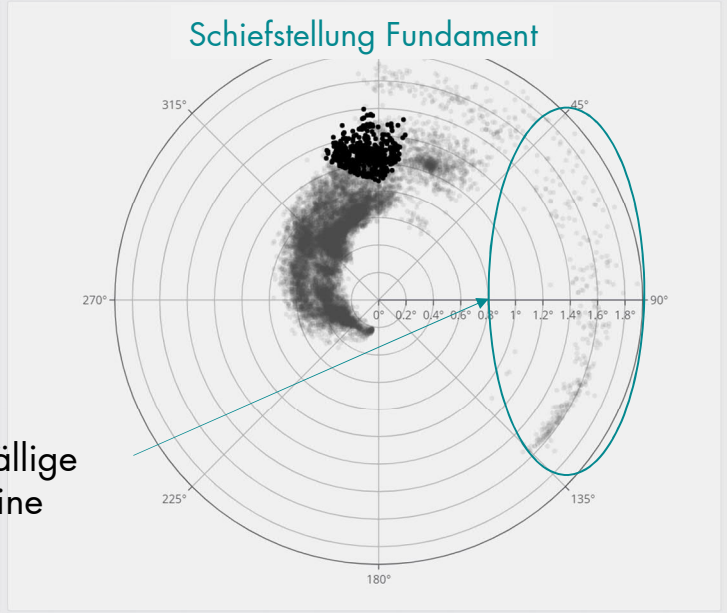
© Wölfel 2021. Alle Rechte vorbehalten.

DETEKTION VON ANOMALIEN ERFOLGT AUCH ÜBER DEN VERGLEICH INNERHALB DER FLOTTE

Frühzeitige Erkennung von schwarzen Schafen in der Flotte



Auffällige Turbine



AGENDA

1. Relevanz der Strukturüberwachung
2. Detektion von Strukturveränderungen und Schäden
3. Visualisierung & Automatisierte Benachrichtigung
4. Mehrwert von SHM

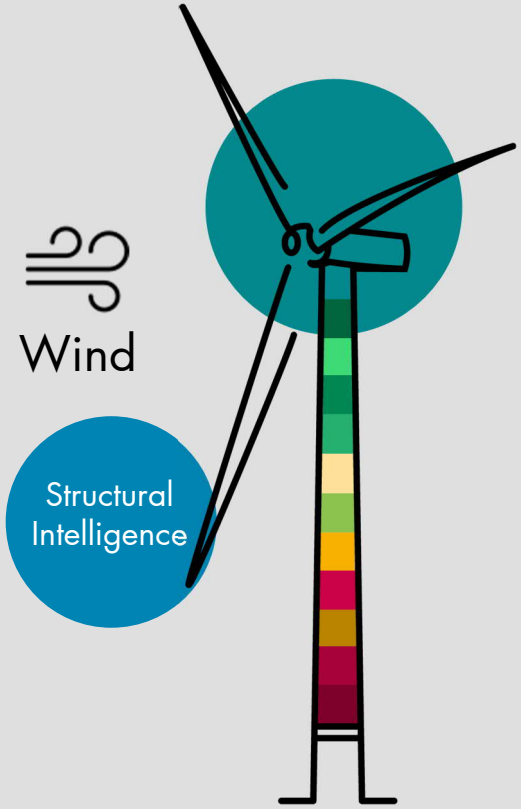
© Wölfel 2021. Alle Rechte vorbehalten.

MEHRERTRAG ÜBER DIE GESAMTE LEBENSDAUER

Schlüsselbotschaften

- Zuverlässige & robuste Sensoren ermöglicht lebenslange Strukturüberwachung
- Frühzeitige, automatisierte Benachrichtigung bei Anomalien in der Anlagendynamik
- Messdatenbasiertes Logbuch über die gesamte Betriebszeit ab der Inbetriebnahme der WEA

→ Mit zunehmender Größe und Höhe der WEA gewinnt das SHM immer mehr an Bedeutung.



© Wölfel 2021. Alle Rechte vorbehalten.

Wölfel