

bachmann.





bachmann.

SHM für Betriebs- und O&M-Optimierung als Voraussetzung für den Weiterbetrieb

28. Windenergiertage, 6. November 2019, Potsdam

Kirsten Larson
Team Leader SHM
Bachmann Monitoring GmbH

Inhalt:

- 1. Bachmann Monitoring**
- 2. Aktuelle Situation – Weiterbetrieb 20+**
- 3. Optionen Weiterbetrieb**
- 4. Roadmap Weiterbetrieb**
- 5. SHM für den Weiterbetrieb**
- 6. Beispiele SHM**
- 7. Fazit**

Bachmann Monitoring

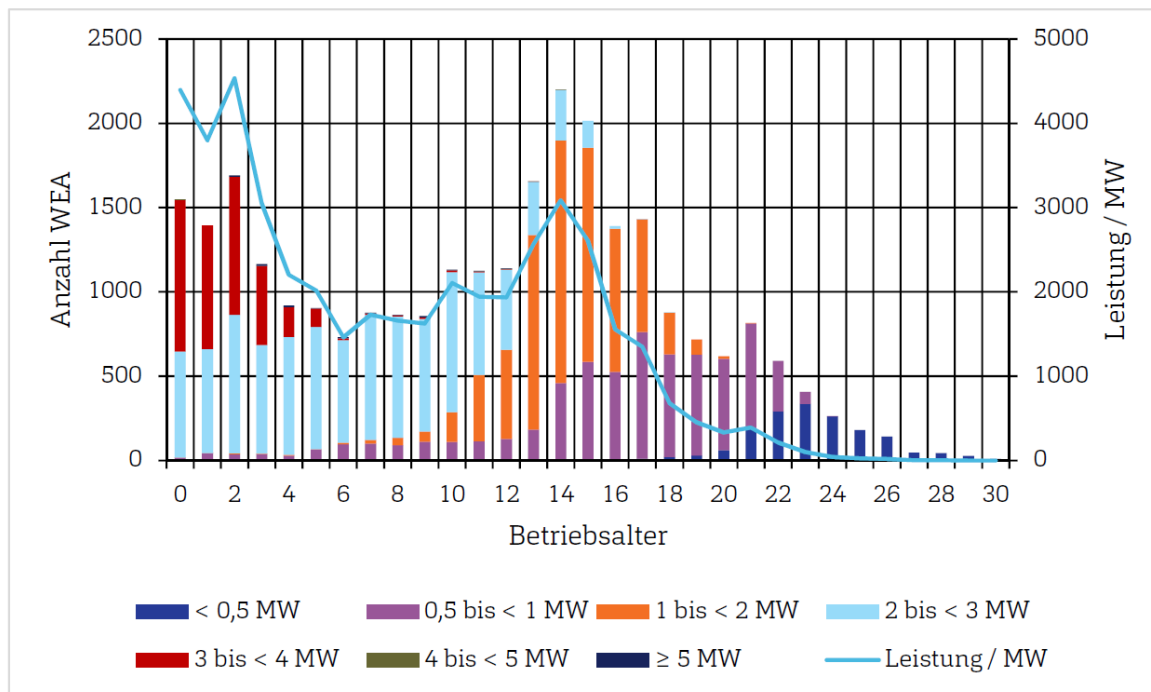
Structural Health Monitoring für WEAs On- und Offshore

- Hauptsitz in Rudolstadt, Thüringen
- Seit 01.01.2011 Teil der Bachmann Electronic Gruppe
- 1998 als μ -Sen gegründet >20 Jahre Erfahrung in der Windbranche
- Gesamtanbieter für
 - Hardware
 - Software
 - Monitoring Services
 - Training
 - Sensor Technologies
 - Installation
 - Project Management
- Expertise in CMS und SHM
- ~60 Mitarbeiter an 4 Standorte



Altersstruktur WEA

Onshore Windenergieanlagen kommen in die Jahre



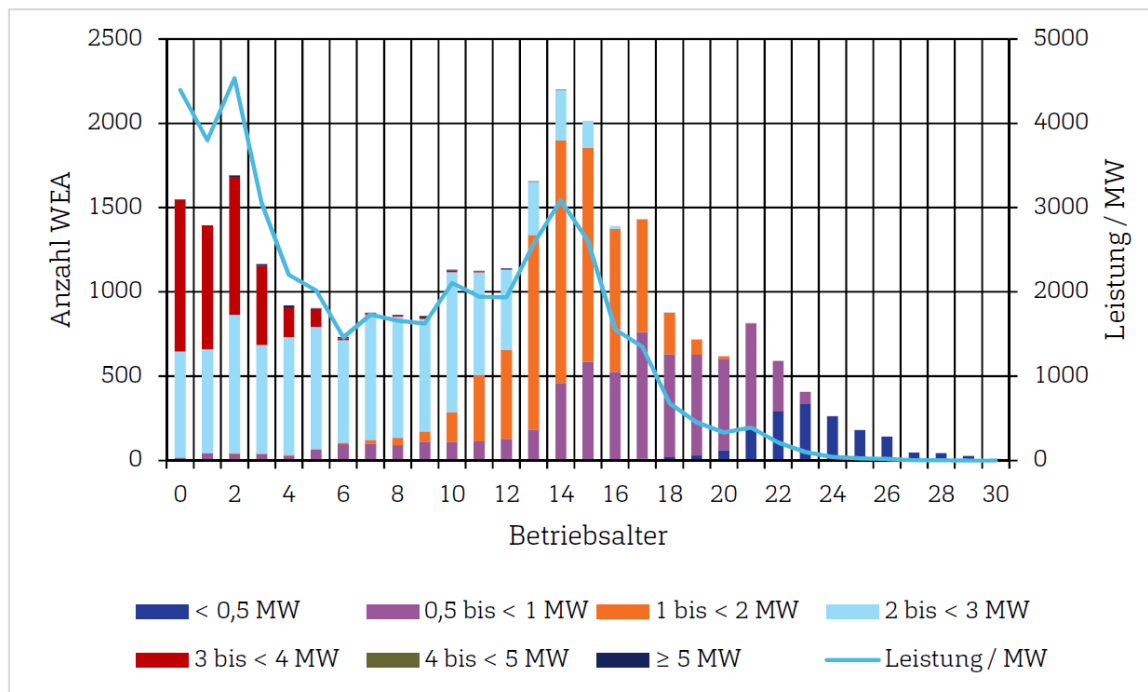
Überblick über die Altersstruktur der WEA in Deutschland (Stand 31.12.2016)
Quelle: Fraunhofer IWES 2016

2020 werden **41%** der derzeit in Deutschland installierten Kapazität älter als 15 Jahre sein
In Spanien sind es **44%** und in Dänemark sogar **57%**



Altersstruktur WEA

Onshore Windenergieanlagen kommen in die Jahre



Überblick über die Altersstruktur der WEA in Deutschland (Stand 31.12.2016)
Quelle: Fraunhofer IWES 2016

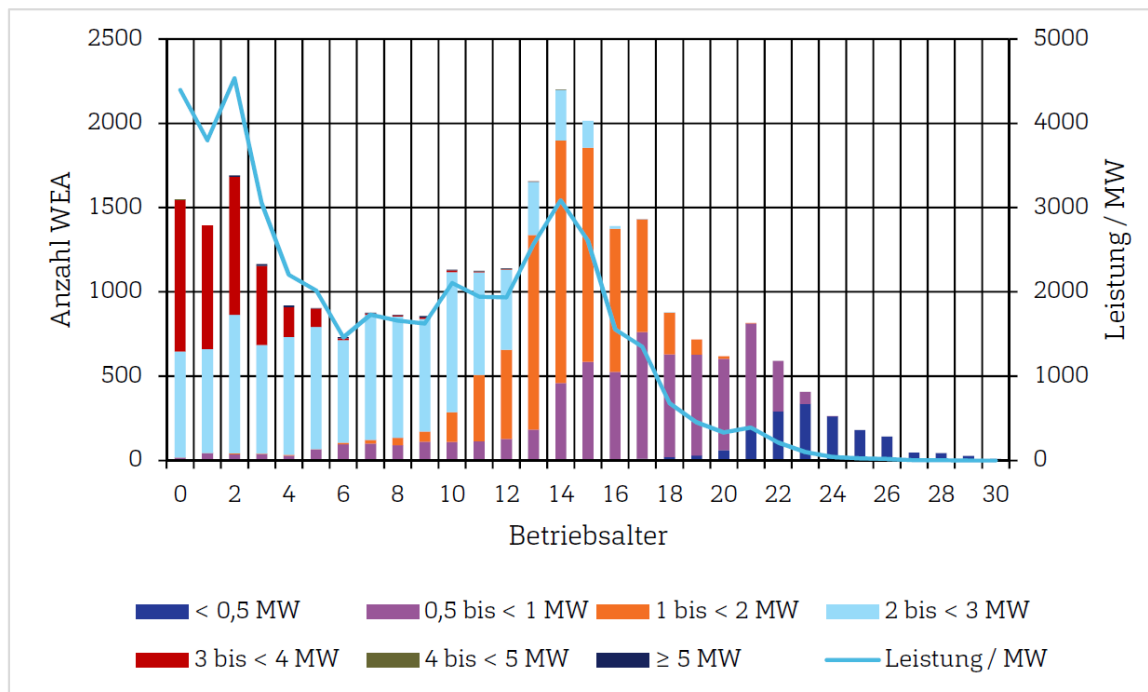
2020 werden **41%** der derzeit in Deutschland installierten Kapazität älter als 15 Jahre sein
In Spanien sind es **44%** und in Dänemark sogar **57%**

5.600 – 7.000 WEA fallen Ende 2020 aus der EEG-Vergütung



Altersstruktur WEA

Onshore Windenergieanlagen kommen in die Jahre



Überblick über die Altersstruktur der WEA in Deutschland (Stand 31.12.2016)
Quelle: Fraunhofer IWES 2016

2020 werden **41%** der derzeit in Deutschland installierten Kapazität älter als 15 Jahre sein
In Spanien sind es **44%** und in Dänemark sogar **57%**

5.600 – 7.000 WEA fallen Ende 2020 aus der EEG-Vergütung

2021-2026 fallen jährlich ca. 1.600 weitere WEA aus der EEG-Vergütung



Optionen für alternde Windparks

Was tun, wenn die EEG ausläuft?

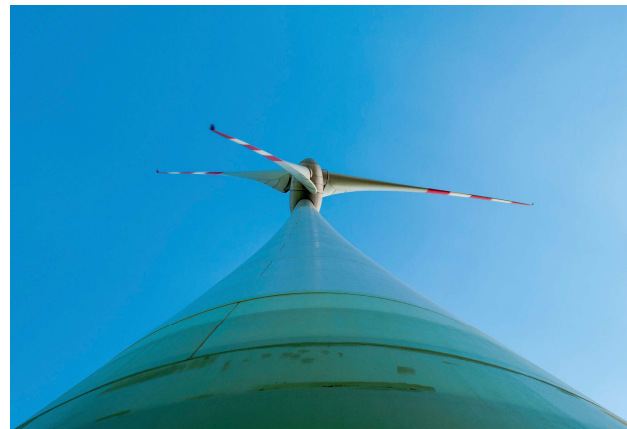


Es gibt 3 Optionen für alternde Windparks:

1) Repowering



2) Weiterbetrieb



3) Rückbau



Optionen für alternde Windparks

Was tun, wenn die EEG ausläuft?

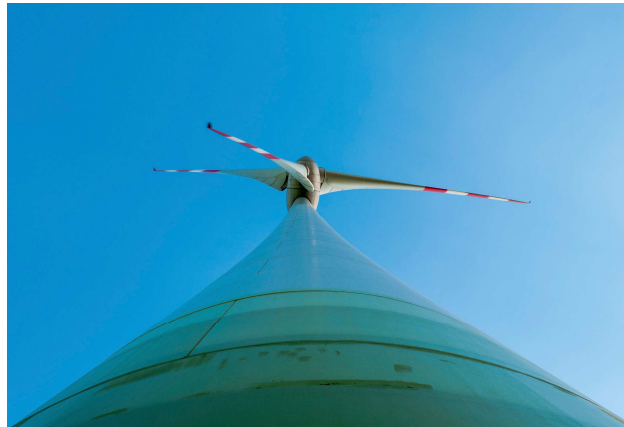


Der Weiterbetrieb nimmt an Attraktivität zu

1) Repowering



2) Weiterbetrieb

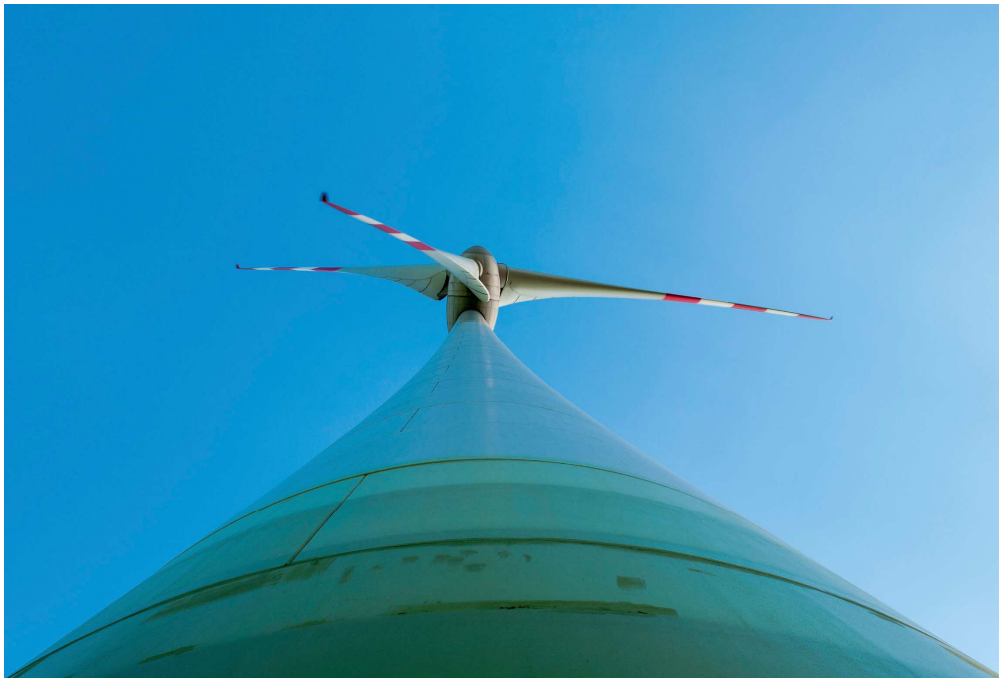


3) Rückbau



Roadmap Weiterbetrieb

Was tun, um den Weiterbetrieb zu ermöglichen?



Weiterbetrieb WEAs nach 20 Jahre Betriebsleben

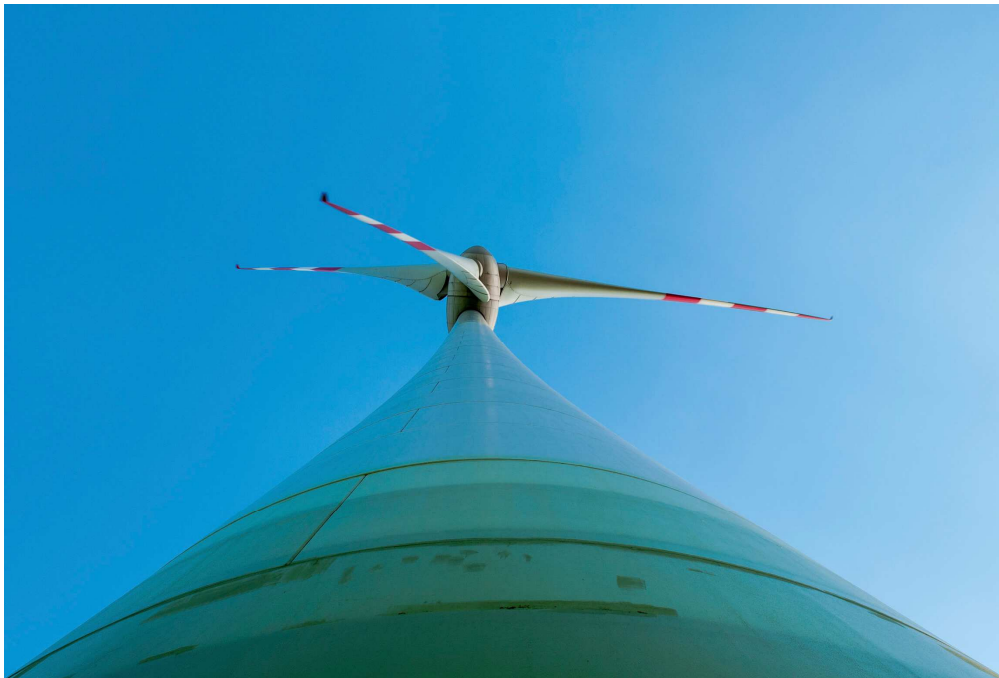
Ab ca. 15 Jahre Service Lifetime:

- Wirtschaftliche und technische Rahmenbedingungen prüfen
- Formelle Prüfung basierend auf Betriebsdaten oder Modelle durch Experten/ Zertifizierer (BPW)
- Recherche Vergütungsmodelle



Roadmap Weiterbetrieb

Was tun, um den Weiterbetrieb zu ermöglichen?



Weiterbetrieb WEAs nach 20 Jahre Betriebsleben

Ab ca. 15 Jahre Service Lifetime:

- Wirtschaftliche und technische Rahmenbedingungen prüfen
- Formelle Prüfung basierend auf Betriebsdaten oder Modelle durch Experten/ Zertifizierer (BPW)
- Recherche Vergütungsmodelle

Ab 20 Jahre Service Lifetime:

Weiterbetrieb mit Maßnahmen/Auflagen, z.B.

- Betriebsoptimierung
- Datenerfassung zusätzlicher Messungen
- Anpassung von Wartungsintervallen



Roadmap Weiterbetrieb

Grundsätze für die Durchführung einer Bewertung und Prüfung über den Weiterbetrieb von WEAs an Land

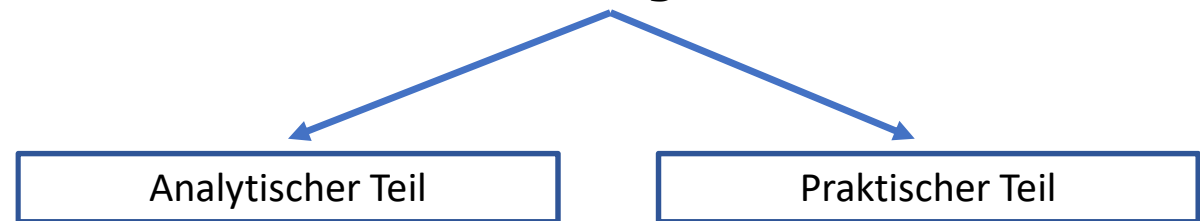


BWE Grundsätze



www.wind-energie.de

Ziel der technischen Beurteilung ist den sicheren Weiterbetrieb der WEA zu gewährleisten

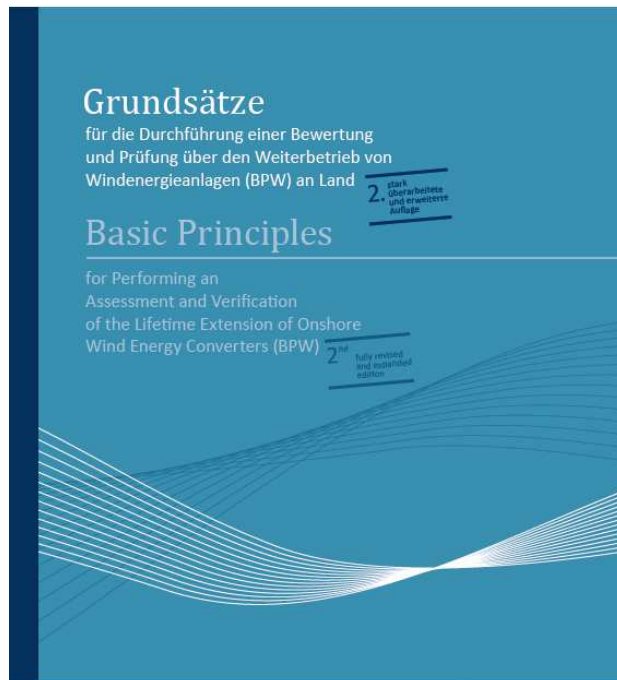


Roadmap Weiterbetrieb

Grundsätze für die Durchführung einer Bewertung und Prüfung über den Weiterbetrieb von WEAs an Land

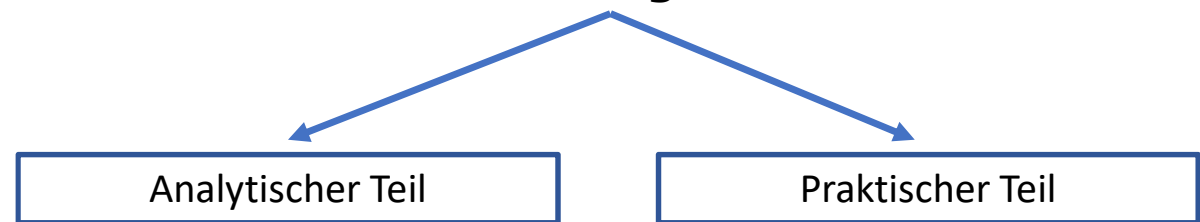


BWE Grundsätze



www.wind-energie.de

Ziel der technischen Beurteilung ist den sicheren Weiterbetrieb der WEA zu gewährleisten



- Ermittlung Wind- u. Umgebungsbedingungen, inkl. Turbulenzintensität, Parkeffekte
- Lastberechnung, inkl. Vergleich Auslegungs- und standortspezifische Lasten
- Schwachstellenanalyse

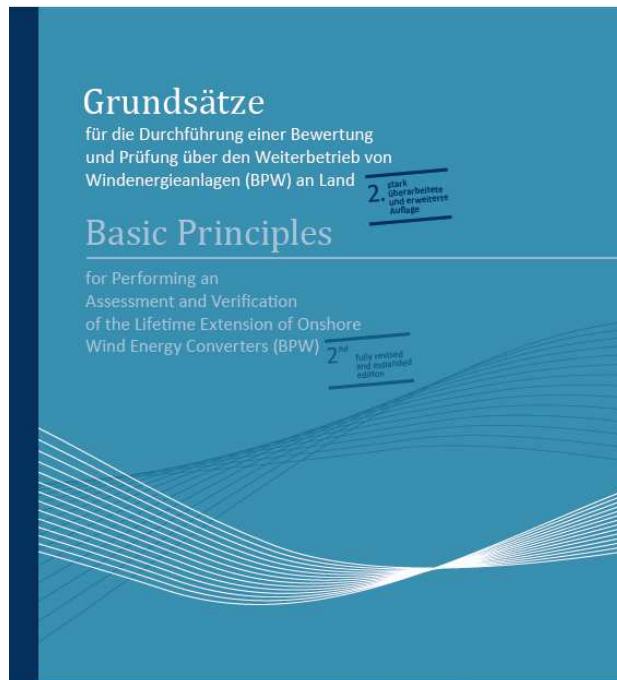


Roadmap Weiterbetrieb

Grundsätze für die Durchführung einer Bewertung und Prüfung über den Weiterbetrieb von WEAs an Land

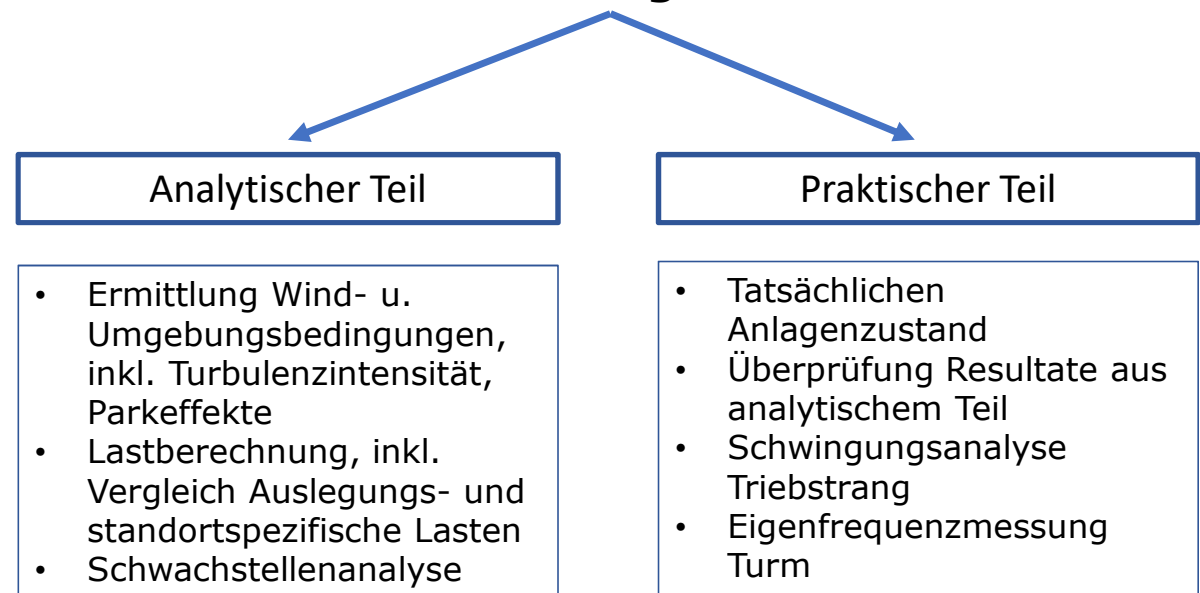


BWE Grundsätze



www.wind-energie.de

Ziel der technischen Beurteilung ist den sicheren Weiterbetrieb der WEA zu gewährleisten

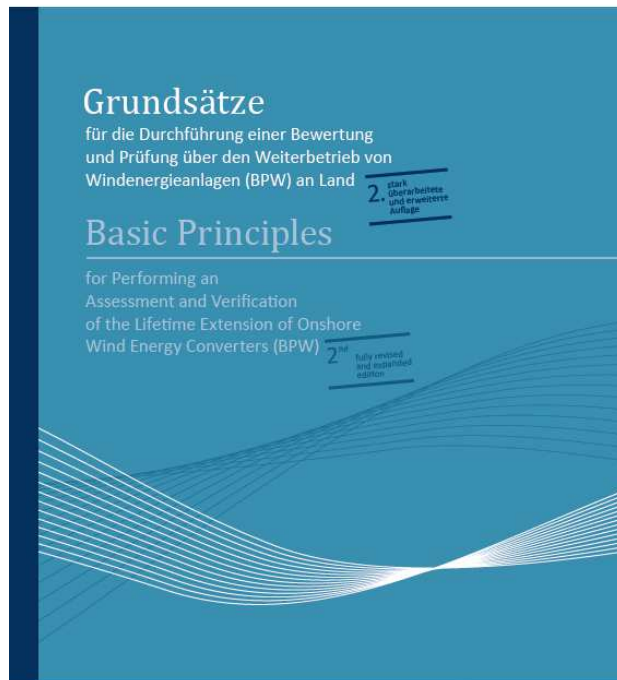


Roadmap Weiterbetrieb

Grundsätze für die Durchführung einer Bewertung und Prüfung über den Weiterbetrieb von WEAs an Land

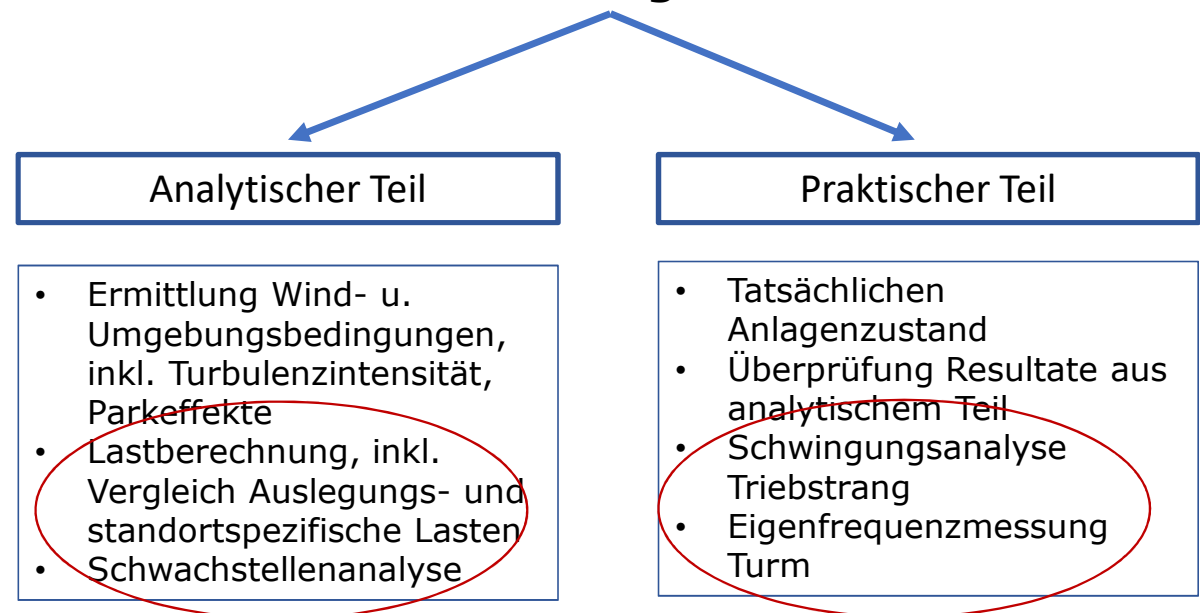


BWE Grundsätze



www.wind-energie.de

Ziel der technischen Beurteilung ist den sicheren Weiterbetrieb der WEA zu gewährleisten



SHM für den Weiterbetrieb

Warum Strukturüberwachung oft notwendig und sinnvoll ist



- **vollständige Entwurfsunterlagen von älteren WEAs fehlen**
- **die tatsächliche Schwingungsverhalten von individuellen WEAs wird vernachlässigt**
- **Mögliche Soll/Ist Strukturzustandsabweichungen bleiben unerkannt**



SHM für den Weiterbetrieb

Warum Strukturüberwachung oft notwendig und sinnvoll ist



- **vollständige Entwurfsunterlagen von älteren WEAs fehlen**
- **die tatsächliche Schwingungsverhalten von individuellen WEAs wird vernachlässigt**
- **Mögliche Soll/Ist Strukturzustandsabweichungen bleiben unerkannt**
 - Abweichende Standortbedingungen?
 - Abweichender Rotorzustand?
 - Verzögerte Wartungen & Reparaturen?
 - Extremereignisse?



SHM für den Weiterbetrieb

Warum Strukturüberwachung oft notwendig und sinnvoll ist



- **vollständige Entwurfsunterlagen von älteren WEAs fehlen**
- **die tatsächliche Schwingungsverhalten von individuellen WEAs wird vernachlässigt**
- **Mögliche Soll/Ist Strukturzustandsabweichungen bleiben unerkant**

- Abweichende Standortbedingungen?
- Abweichender Rotorzustand?
- Verzögerte Wartungen & Reparaturen?
- Extremereignisse?



**Erhöhte
Strukturlasten und
Materialermüdung!**



SHM für den Weiterbetrieb

Warum Strukturüberwachung oft notwendig und sinnvoll ist



- vollständige Entwurfsunterlagen von älteren WEAs fehlen
- die tatsächliche Schwingungsverhalten von individuellen WEAs wird vernachlässigt
- Mögliche Soll/Ist Strukturzustandsabweichungen bleiben unerkannt

Folge: Größere Unsicherheitsabschläge reduzieren oder gefährden die Weiterbetriebspotential



SHM für den Weiterbetrieb

Warum Strukturüberwachung oft notwendig und sinnvoll ist



- vollständige Entwurfsunterlagen von älteren WEAs fehlen
- die tatsächliche Schwingungsverhalten von individuellen WEAs wird vernachlässigt
- Mögliche Soll/Ist Strukturzustandsabweichungen bleiben unerkannt

Lösung: Datenbasierte Weiterbetriebsprüfung mit Strukturmessungen um Weiterbetriebspotential zu maximieren



SHM für den Weiterbetrieb

Wenige Sensoren für mehr Zustandswissen



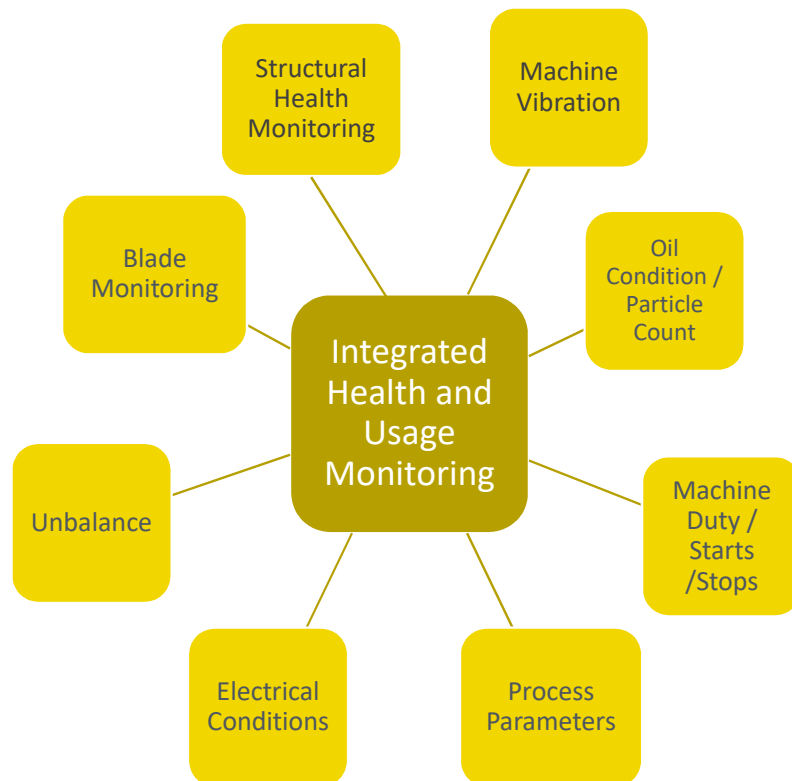
SHM Struktursensoren

Wenige Beschleunigungs-sensoren/ DMS zusammen mit unserer Datenauswertungs-expertise reichen um eine belastbare Aussage über den aktuellen Zustand der Struktur zu machen



SHM für den Weiterbetrieb

Globaler Monitoring Ansatz - Integrated Health and Usage Monitoring System (HUMS)



Optimiertes Monitoring Konzept (vom CMS zu HUMS)

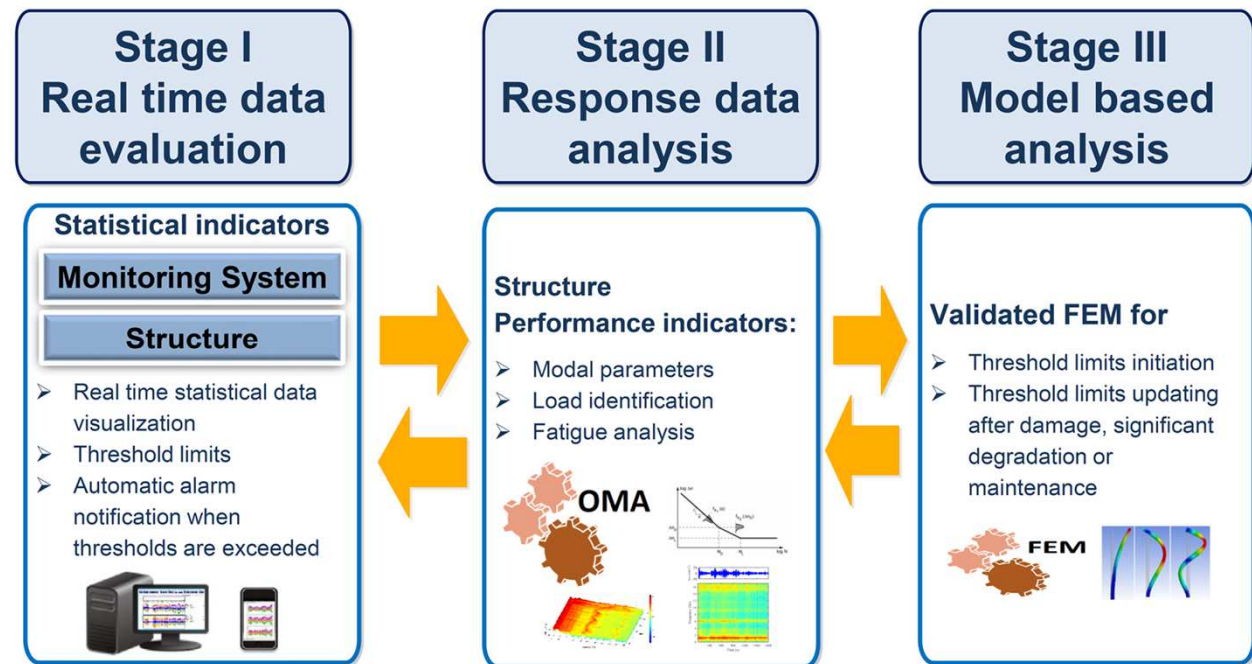
- HUMS (Health from condition & structure monitoring systems):
 - Vibration
 - Öl-Monitoring
 - SCADA Daten (z.B. Temperaturen)
 - Elektrische Parameter
 - Strukturlasten
- Informationen vom Steuerungssystem
 - Starts / stops
 - Rainflow Analyse
 - Extreme Wind Ereignisse

SHM für den Weiterbetrieb

Structural Health Monitoring Konzept



Das SHM-Konzept beinhaltet die Installation einiger hochempfindlichen Sensoren (DMS, Beschleunigung) an einer Struktur, um die globale Parameter der Struktur zu überwachen, die empfindlich auf Beschädigungen reagieren.



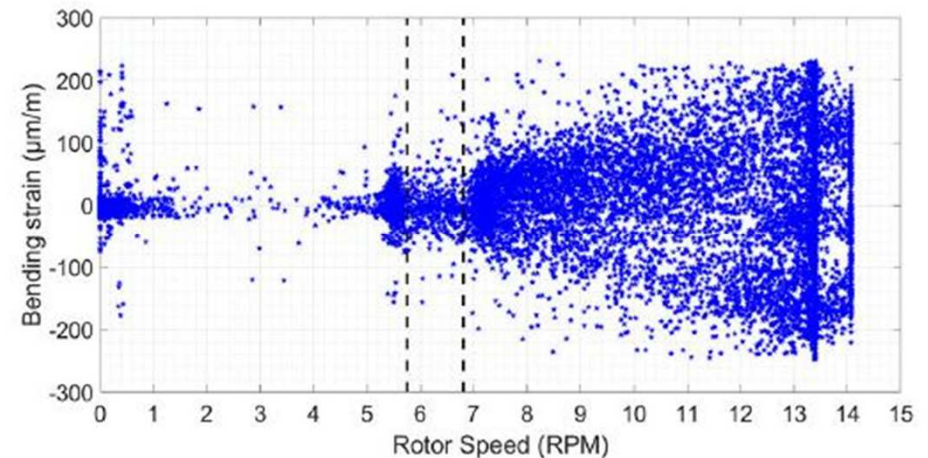
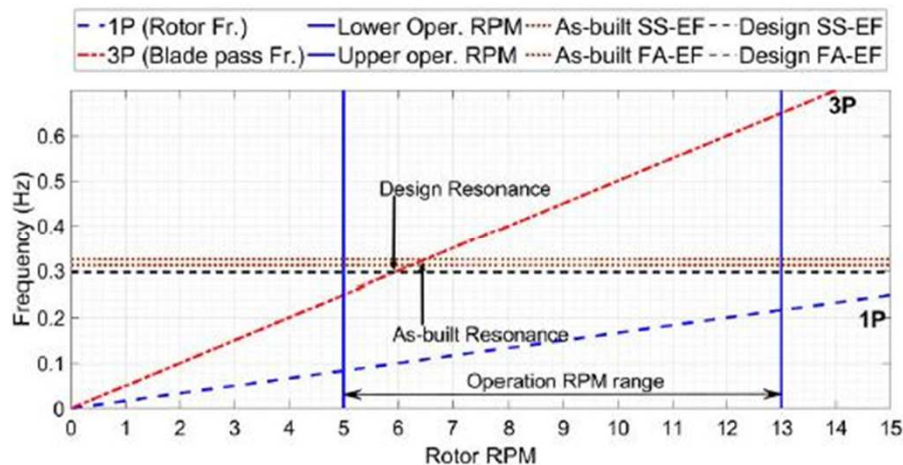
SHM für den Weiterbetrieb

Beispiel: Betriebsoptimierung und Reduzierung von Lasten durch SHM



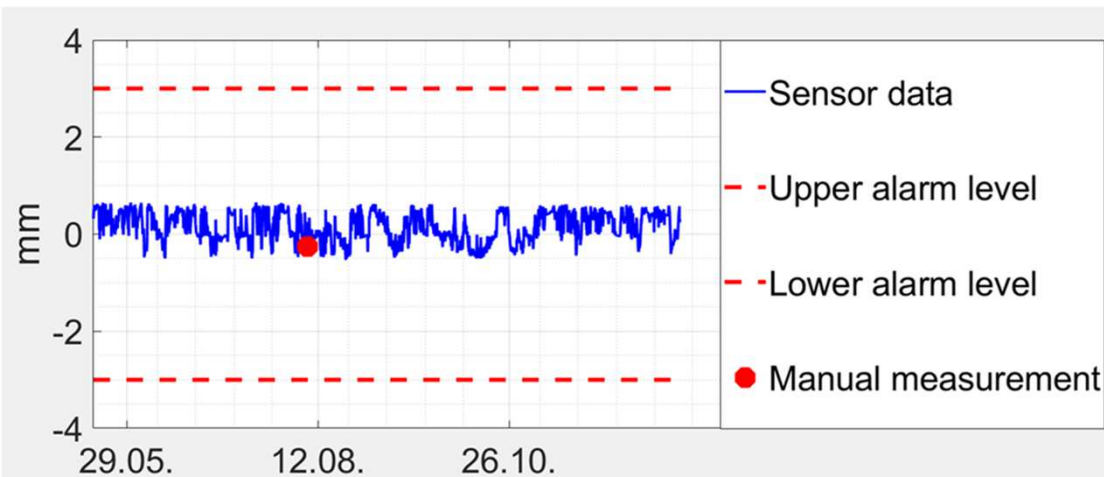
Die Verwendung von As-Built Eigenfrequencies (EFs), um den Controller in der Gondel neu zu kalibrieren.

Die Steuerung ist so programmiert, dass die Resonanz der Struktur-EFs (Design) mit den Rotorfrequenzen (oder Blattdurchgangsfrequenzen) vermieden wird. Wenn sich die vorhandenen EFs jedoch von den Entwurfsdaten unterscheiden, muss die Steuerung entsprechend aktualisiert werden. Wenn dies nicht aktualisiert wird, kann ein kontinuierlicher Betrieb unter diesen Resonanzbedingungen zu einer Verstärkung der Lasten führen, die sich auf die Lebensdauer der mechanischen Teile und die Tragstruktur auswirken.



SHM für den Weiterbetrieb

Beispiel: O&M Optimierung durch SHM



Vergleich manueller Messungen mit Sensordaten

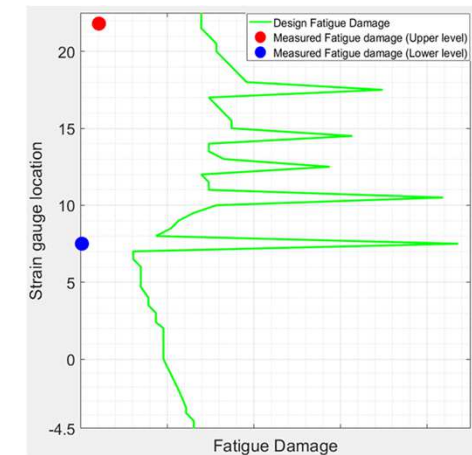
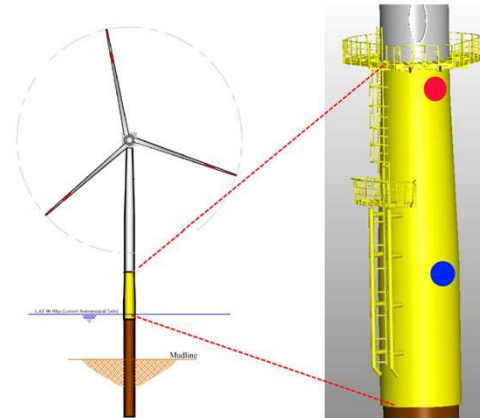
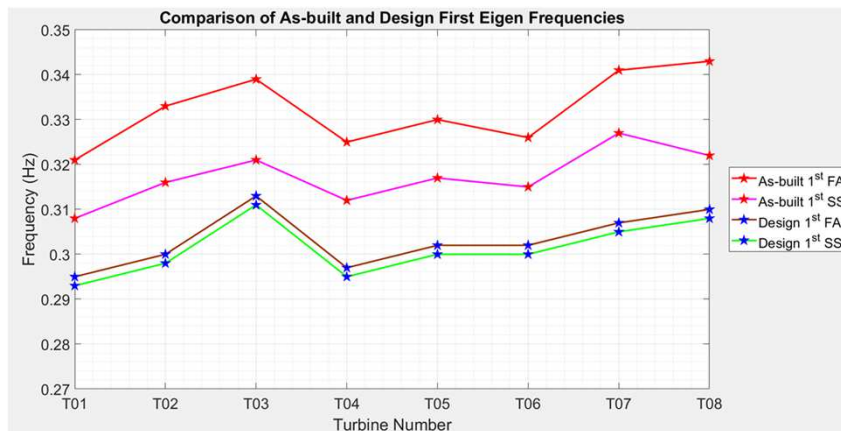
Die Ergebnisse der SHM-Datenanalyse rechtfertigen die Reduzierung der Anzahl der jährlichen regelmäßigen Inspektionen, einschließlich der Überprüfung der Integrität der Groutverbindung durch manuelle Messung der Transition Piece (TP)-Position.

Die Sensordaten erwiesen sich im Vergleich zur manuellen Messung an denselben Stellen als wesentlich zuverlässiger und konsistenter.



SHM für den Weiterbetrieb

Beispiel: Fatigue Identifizierung und Lebensdauererlängerung

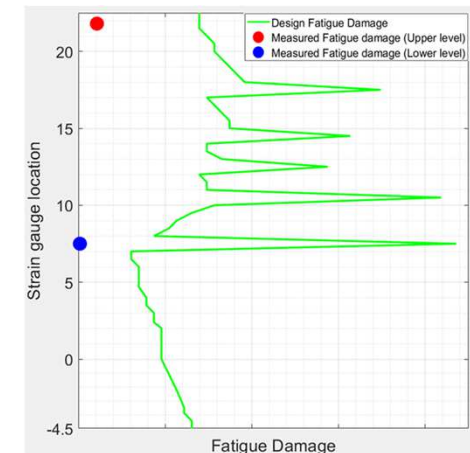
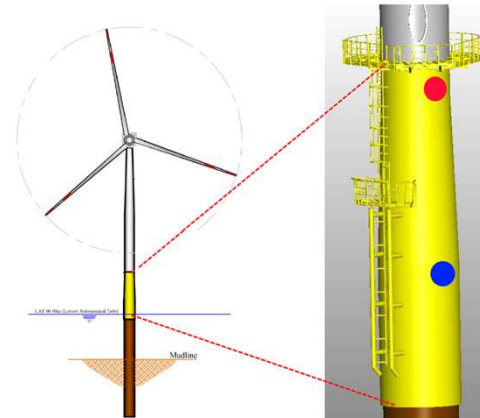
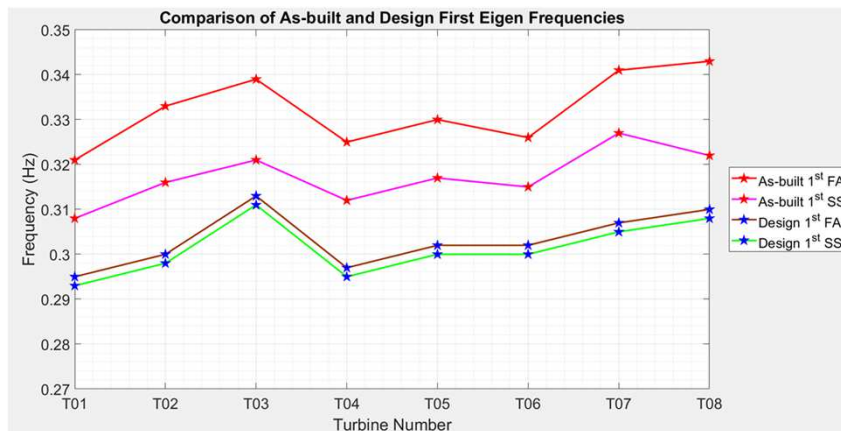


Die Eigenfrequenzen (EFs) im Bauzustand lagen über den Bemessungswerten (Abbildung 3, links), was darauf hindeutet, dass die Bauwerke vor allem aufgrund der Unterschätzung der geotechnischen Bedingungen (Bodenbedingungen) stärker gebaut sind als geplant.



SHM für den Weiterbetrieb

Beispiel: Fatigue Identifizierung und Lebensdauererlängerung



Die As-Built Eigenfrequenzen (EFs) lagen über den Design-Werten (links), was darauf hindeutet, dass die Bauwerke vor allem aufgrund der Unterschätzung der geotechnischen Bedingungen (Bodenbedingungen) stärker gebaut sind als geplant.

Dehnmessstreifen wurden an Orten mit erwarteten maximalen Lasten installiert. Der maximale gemessene Ermüdungsschaden betrug 5% des im Design erwarteten Ermüdungsschadens für eine Betriebsdauer von einem Jahr (rechts).



FAZIT

Structural Health Monitoring für gesteigerte Weiterbetriebspotential



Ältere WEAs:

- Rechtzeitig über notwendige Strukturdaten bei der Weiterbetriebsprüfung nachdenken
- Reicht ein Gutachten basierend auf Designannahmen und vorhandene Daten aus?
- Zusätzliche, einfache Strukturmessungen können die Weiterbetriebspotential und –laufzeit deutlich steigern

Allgemein – der Weg zu HUMS:

- Reduzierung der Lasten durch datenbasierte Betriebsoptimierung
- Datenunterstützte O&M Optimierung
- Mit Bachmann integriertem Health and Usage Monitoring System von Anfang an eine maximale an Betriebsoptimierung und dadurch belastbare Betriebslaufzeitverlängerung erreichen!

Vielen Dank!

bachmann.



Kirsten Larson
Team Leader SHM
Bachmann Monitoring GmbH