ENERTRAG
Eine Energie voraus

Betrieb

Post-EEG, was nun? – Laufzeitverlängerung erfolgreich planen und durchführen mit ENERTRAG Betrieb

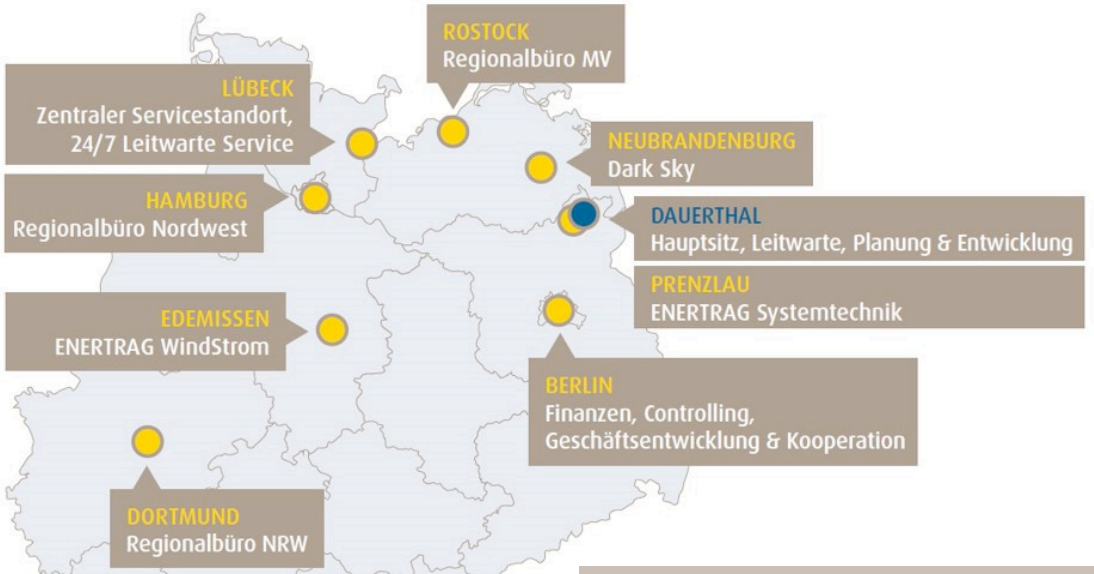
Potsdam, 7. November 2019

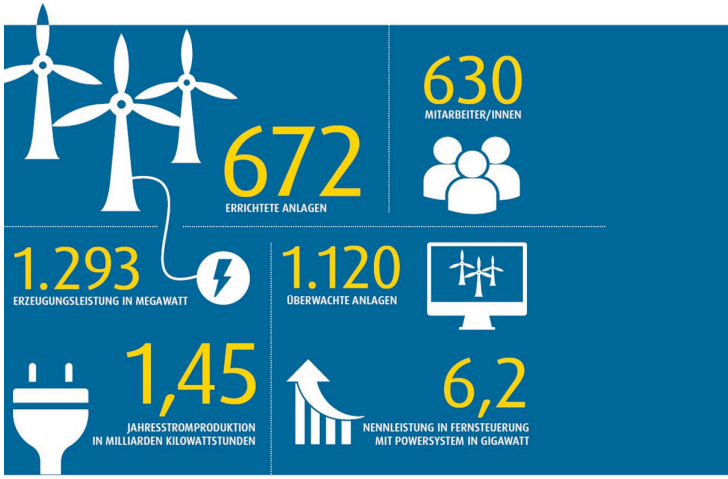
Dr. Konrad Iffarth

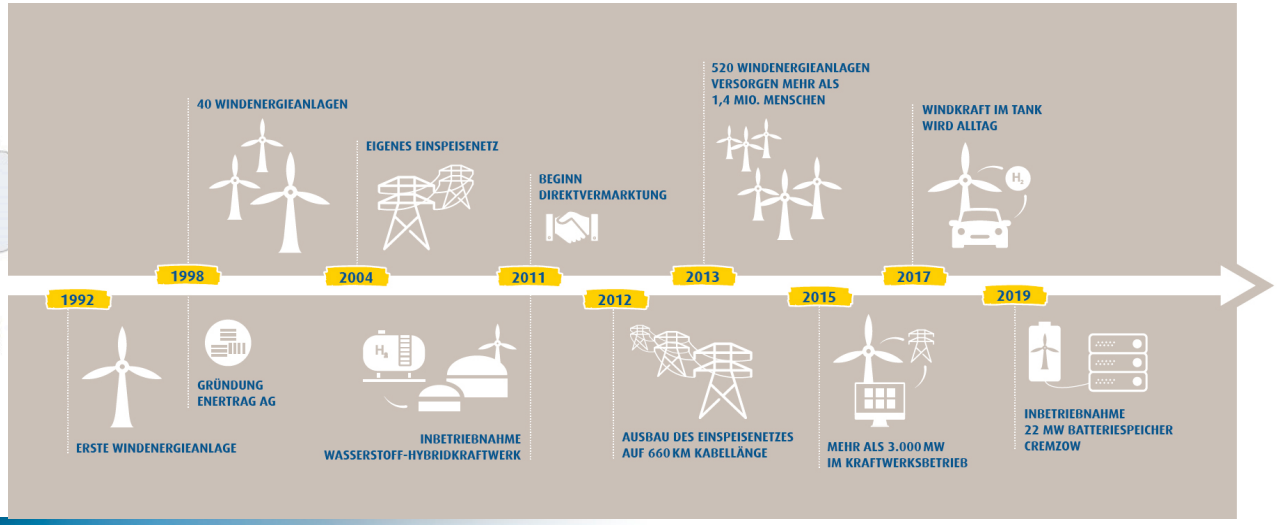
Agenda

- ENERTRAG – das Unternehmen
- Ausgangssituation für den Weiterbetrieb
- Voraussetzungen für den Weiterbetrieb nach 20 Jahren
- DIBt Richtlinie §17
- Richtlinien zum Weiterbetrieb
- Erforderliche Dokumente
- Praxisbeispiel
- Alterungsbedingte Retrofits und Upgrades

ENERTRAG







ENERTRAG International

- Frankreich, Cergy
- Südafrika, Kapstadt
- Polen, Szczecin

ENERTRAG – Leistungen

ENERTRAG
Eine Energie voraus
Betrieb

ENERTRAG Projekte

Wer plant gewinnt: Wir planen erfolgreiche Projekte mit Weitblick und nah am Bürger.

ENERTRAG Service

Es dreht voran: Wir halten Windenergieanlangen zuverlässig in Stand und lösen Probleme schnell und unkompliziert.

ENERTRAG Invest

Energie ist mehr Wert: Wir bieten Kapitalanlagen mit Sinn- erfolgreich und für eine sichere Energieversorgung.

ENERTRAG Betrieb

Läuft wie von selbst: Wir gewährleisten den sicheren und erfolgreichen Betrieb von Windenergieanlagen.

ENERTRAG Technik

Das Licht denkt mit: Wir statten Windenergieanlagen mit intelligenter Flugsicherheits-kennzeichnung aus.

Gemeinsam sind wir eine Energie voraus!

ENERTRAG - Betrieb

ENERTRAG
Eine Energie voraus
Betrieb

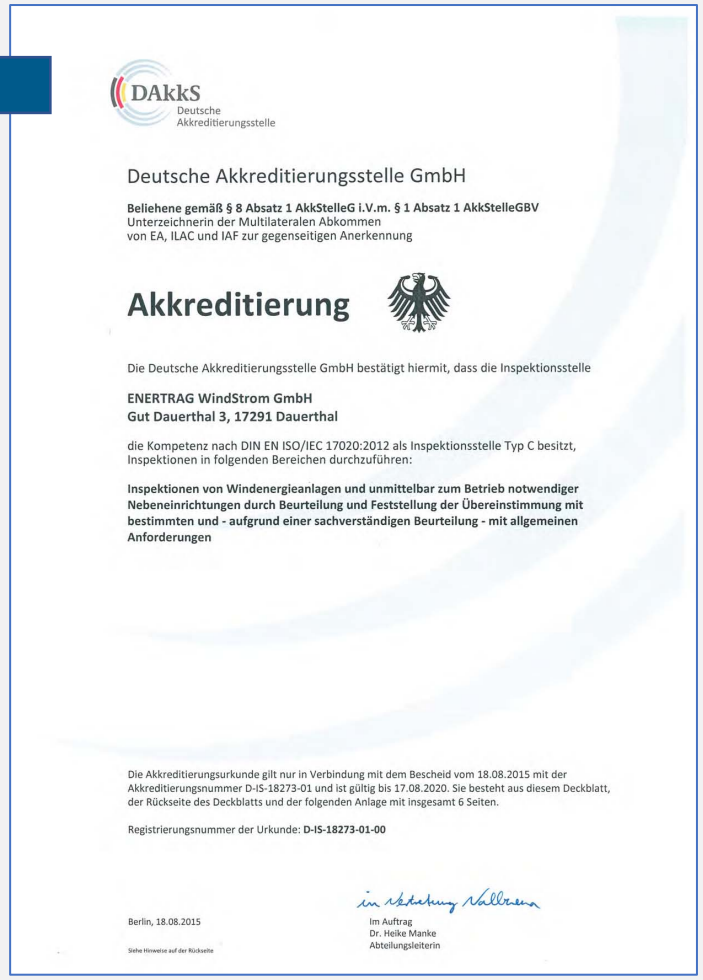
Inspektionsstelle

Betriebsüberwachung - Leitwarte

Betriebsführung

Vertragsmanagement

Biogas / Wasserstoff



DAkkS
Deutsche Akkreditierungsstelle

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

Akkreditierung

Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass die Inspektionsstelle

ENERTRAG WindStrom GmbH
Gut Dauerthal 3, 17291 Dauerthal

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17020:2012 als Inspektionsstelle Typ C besitzt, Inspektionen in folgenden Bereichen durchzuführen:

Inspektionen von Windenergieanlagen und unmittelbar zum Betrieb notwendiger Nebeneinrichtungen durch Beurteilung und Feststellung der Übereinstimmung mit bestimmten und - aufgrund einer sachverständigen Beurteilung - mit allgemeinen Anforderungen

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 18.08.2015 mit der Akkreditierungsnummer D-IS-18273-01 und ist gültig bis 17.08.2020. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 6 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-IS-18273-01-00**

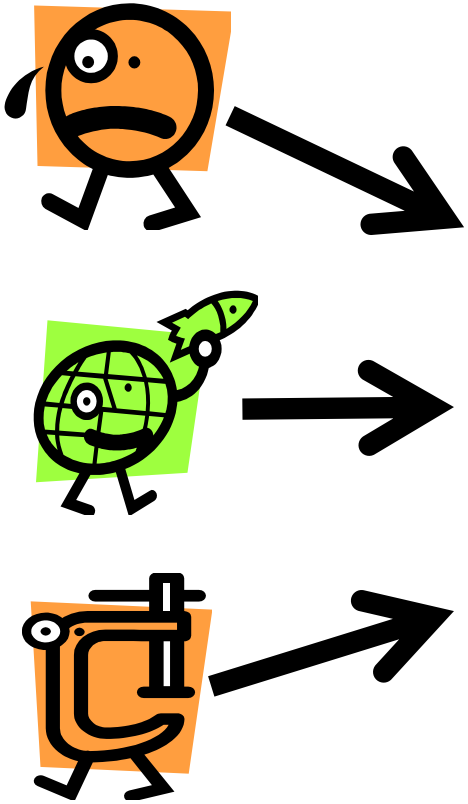
Berlin, 18.08.2015

Im Auftrag
Dr. Heike Manke
Abteilungsleiterin

Siehe Hinweise auf der Rückseite

INSPEKTIONEN bisher

ENERTRAG
Eine Energie voraus
Betrieb



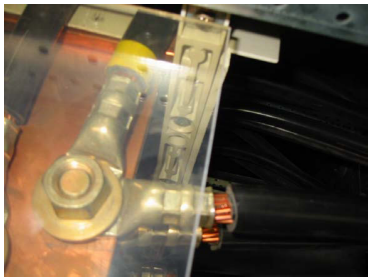
Akkreditierte Inspektionsstelle

ENERTRAG
Eine Energie voraus
Betrieb

Nachweis von Kompetenz + Vergleichbarkeit

Akkreditierte Inspektionsstelle

- Qualifizierte Inspekteure
- Kontinuierliche Ausbildung
- Wirksamkeits-Kontrolle
- Ressourcen



Handlungsempfehlungen

Akkreditierte Inspektionsstelle

ENERTRAG
Eine Energie voraus
Betrieb

Prüfungen und Inspektionen

Erste Hauptprüfung (H1)	Prüfung vor Abnahme
Zweite Hauptprüfung (H2)	Prüfung vor Ende der Gewährleistung
Wiederkehrende Prüfung (WKP)	Nach den Vorgaben „Deutsches Institut für Bautechnik", Reihe B, Heft 8: „Richtlinie für Windenergieanlagen – Einwirkungen und Standardsicherheitsnachweise für Turm und Gründung"
DGUV3-Prüfung	Gefährdungsanalyse, Ermittlung der Prüffristen, Durchführung der Prüfung
Sicherheitsprüfung	Prüfzeitraumplanung, Beauftragung, Koordination und Durchführung der Prüfung, Prüfdokumentation und Behördenbericht: Leitern, Winden, Befahranlage, Abseilgerät, Feuerlöscher, PSA
ZOP	Feststellung momentaner technischer Zustand der WEA, Initialschäden zu erkennen und zu benennen; durch Früherkennung von Schäden Folgeschäden vermeiden
Rotorblattinspektion Basis	Außen und Innen, Überprüfung Blitzschutz

Akkreditierte Inspektionsstelle

ENERTRAG
Eine Energie voraus
Betrieb

Gutachterliche Stellungnahmen

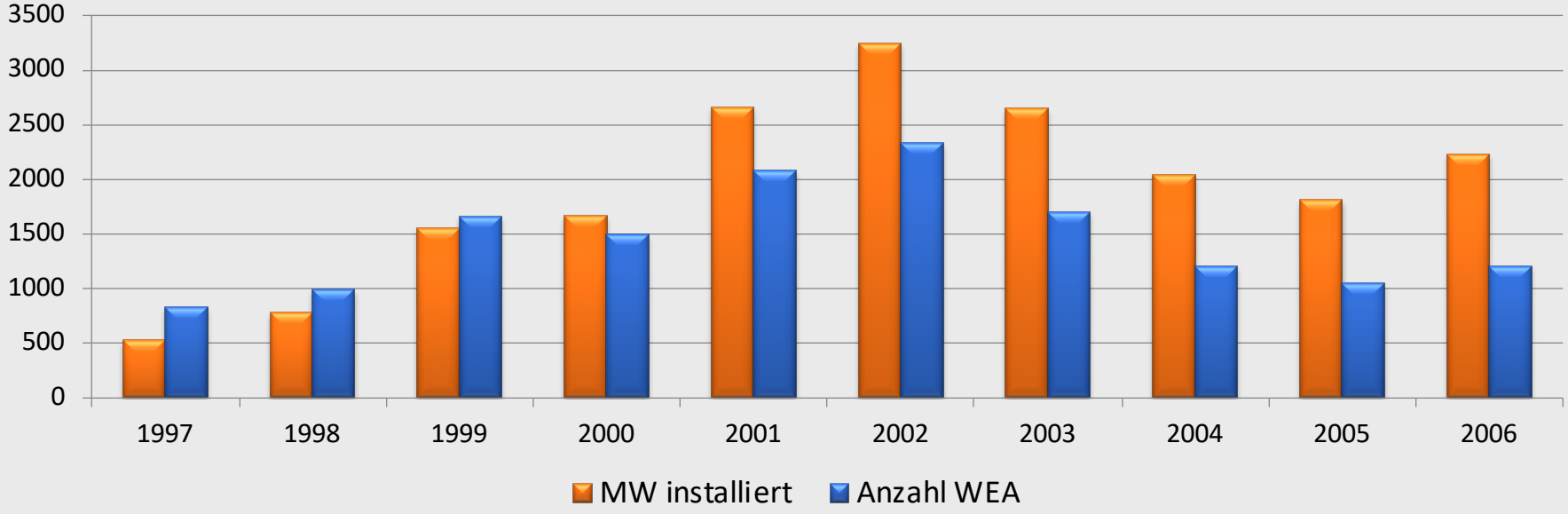
Elektrische Prüfung	Prüffristermittlung, Gefährdungsbeurteilung
Technische due diligence	zustandsorientierte Prüfung mit Handlungsempfehlung
Antriebsstrang-Gutachten	Schadendiagnose (Endoskopie) und Handlungsempfehlung
Rotorblattinspektion	Untersuchung Rotorblätter von innen und außen, inkl. Blitzschutzprüfung, Blattwinkelinspektion, Unwucht Messung
Generatorprüfung	Endoskopie, Schwingungsmessung, Isolationswiderstände
Getriebeinspektion	Video Endoskopie, Ermittlung von Schäden an Lagern und Zahnrädern, Beurteilung der Schadenshöhe
Schmierstoffanalyse	Rotorlagerfett und WEA-Getriebeöl, Hauptlagerfette, Fette der Azimut- und Pitchverzahnung, Hydrauliköl, BHKW Motorenöl

ENERTRAG
Eine Energie voraus
Betrieb

Weiterbetrieb nach 20 Jahren

Situation in den kommenden 7 Jahren:

- Installierte Leistung 1997 bis 2006: 19.154 MW
- Anzahl der installierten WEA: 14.548



ENERTRAG
Eine Energie voraus
Betrieb

Weiterbetrieb nach 20 Jahren

Auslegung der Lebensdauer einer Windenergieanlage auf 20 Jahre

→ Materialermüdung
→ Auslegung nach Dauerfestigkeit nicht rentabel – zu teuer

Gesamtnutzungsdauer > 20 Jahre

Auslegung der Lebensdauer auf 20 Jahre → **Weiterbetrieb**

Ausgangssituation

Weiterbetrieb nach 20 Jahren

Geschäftsmodell

Gutachten zum Weiterbetrieb

Vertrag Stromeinspeisung/ Strompreis

Pachtverträge/Grundstücksrechte

Instandhaltung

Positiv

Negativ

Weiterbetrieb der WEA

Demontage WEA

Weiterbetrieb nach 20 Jahren

Erforderliche Dokumente

- Technische Daten der WEA
  - -Typ
  - -Hersteller
  - -Konfiguration
  - -Steuerungs- und Bremssystem
  - -Rotorblatt Typ
  - -Auslegungslebensdauer
  - -Windklasse am Standort der WEA
- Genehmigungsunterlagen
- Unterlagen/Nachweis zur Inbetriebnahme
- Ertragsdaten [kWh] und Betriebsstunden
- Logbuch
- Bedienungsanleitung
- Wartungspflichtenheft
- Nachweis über durchgeführte Wartungen

- Lebenslaufakte
  - Standsicherheitsrelevante Maßnahmen
  - Instandsetzungen
  - Ertüchtigungen
  - Verbesserungen
- Schalt- und Hydraulikpläne
- Parametrierung der WEA Steuerung
- Berichte aller vorausgegangenen technischen Überprüfungen
- Berichte zu den durchgeführten wiederkehrenden Prüfungen
- Karte/plan des Windfelds
- Standortspezifische Windverhältnisse inkl. Turbulenzintensität

Ausgangssituation

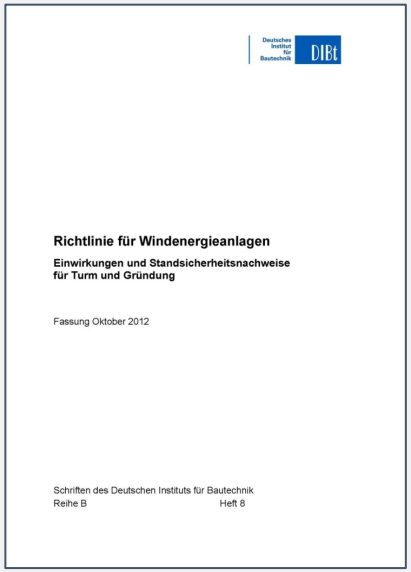
DIBt Richtlinie §17

Praktischer Nachweis

Die praktische Methode ist eine Prüfung durch Inspektion der Windenergieanlage, dies beinhaltet sowohl die visuelle Inspektion als auch zerstörungs-freie Prüfmethoden und, falls erforderlich, auch eine Probenahme aus dem Tragwerk

Analytischer Nachweis

Prüfung durch Neuberechnung der Windenergieanlage unter Berücksichtigung der standortspezifischen Anlage und deren lokalen Randbedingungen


Deutsches Institut für Bautechnik DIBt

Richtlinie für Windenergieanlagen

Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung

Fassung Oktober 2012

Schriften des Deutschen Instituts für Bautechnik
Reihe B Heft 8

Alle im Rahmen der Beurteilung auf Weiterbetrieb gemäß dieser Richtlinie anfallenden Inspektionen der WEA sowie Beurteilungen von Lasten und/oder Komponenten der WEA müssen von **geeigneten unabhängigen Sachverständigen für Windenergieanlagen** durchgeführt werden.
Die für die Beurteilung zum Weiterbetrieb von Windenergieanlagen eingeschalteten Sachverständigen müssen eine entsprechende Ausbildung haben und die fachlichen Anforderungen für die Beurteilung der Gesamtanlage erfüllen. **Eine Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17020 oder DIN EN 45011 oder gleichwertig ist erforderlich.**

ENERTRAG Betrieb

Weitere Richtlinien

DNV GL

DNVGL-ST-0262 Edition March 2016

„Lifetime extension of wind turbines"

→ The evaluation of a turbine with regard to an extension of service life shall always be based on a combination of an **analytical part** and a **practical part**.

→ Different approaches can be used to achieve the lifetime extension of a wind turbine. Guidance on possible approaches is provided in [2.2] and [2.3]. Application of approaches other than described in this standard shall be agreed on between the customer and DNV GL.

BWE

„Grundsätze für die Durchführung einer Bewertung und Prüfung über den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen(BPW)"

→ Anlehnung an die DIBt Richtlinie, §17

→ Anforderung an den Sachverständigen

→ Bewertungsgrundlagen

→ Erforderliche Unterlagen für die Überprüfung

→ Prüfumfang

- Analytischer Teil
- Praktischer Teil

→ Prüfergebnis und Prüfbericht

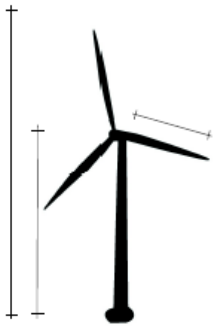
→ Auflagen zum Weiterbetrieb

Analytischer Teil

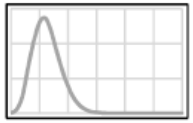
Prozesskette

Daten	Schnittgrößen	Bewertung

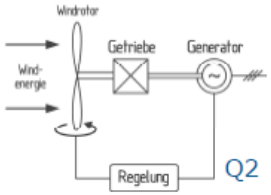
Anlage



Umgebung



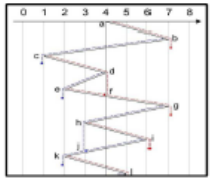
Steuerung



Simulation

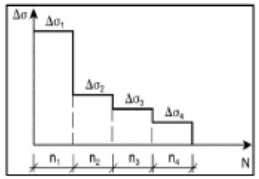
ADCoS

Klassierung



Rainflow-Methode

Schadensak-kumulation

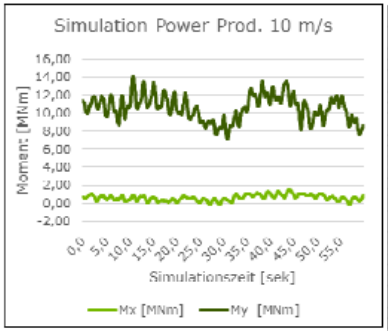


Miner-Regel

Lastfälle

Betriebsbedingung	DLC	Windbedingung	Sonstige Bedingungen
1. Produktionsbetrieb	1.1	NTM $V_{in} \leq V_{hub} \leq V_{out}$	
	1.4	NWP $V_{in} \leq V_{hub} \leq V_{out}$	Netzausfall
	0.4	NWP $V_{hub} = V_r$	Stillstand
2. Produktionsbetrieb und Auftreten eines Fehlers	2.1	NWP $V_{in} \leq V_{hub} \leq V_{out}$	Fehler des Betriebsführungssystems
	2.2	NWP $V_{in} \leq V_{hub} \leq V_{out}$	Fehler des Sicherheitssystems oder vorausgegangener interner elektrischer Fehler
	–	NTM $V_{in} \leq V_{hub} \leq V_{out}$	Überdrehzahl bei V_{max}/ V_{out}
	–	NTM $V_{in} \leq V_{hub} \leq V_{out}$	Betrieb mit extremem Eisfehler
3. Start	3.1	NWP $V_{in} \leq V_{hub} \leq V_{out}$	
4. Normale Abschaltung	4.1	NWP $V_{in} \leq V_{hub} \leq V_{out}$	
6. Parken (Stillstand oder Leerlauf)	6.4	NTM $V_{hub} < V_r$ und $V_{out} < V_{hub} < 0{,}8\,V_{out}$	

Schnittgrößen



Time [s]	Mx [MNm]	My [MNm]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

Bewertung zum Weiterbetrieb als Beispiel

WEA Typ XXX	Rechnerische Lebensdauer [Jahre]	
	entsp. Auslegung	entspr. erlebten Umgebung
Turmfuß	20	26
Flanschverbindung	20	30
Fundament	20	32
Blattlaminat	20	22
Blattbolzen	20	22

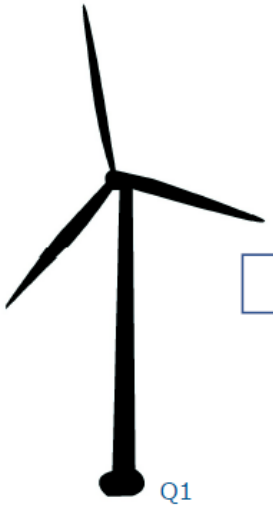
Simulation

Programm: - ADCoS

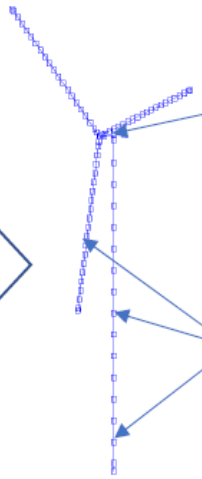
$E, I_y, I_z, J_{yz}, m \rightarrow$

Prinzip:
- Alle Bauteile werden auf Finite-Balken-Element reduziert
- Alle relevanten Informationen werden in den Knoten zusammengefasst
- Es wird eine Simulation über die Zeit durchgeführt

Anlage



Mathematisches Modell



Pitch- und Azimut-Geschwindigkeiten

Reaktionszeiten

Zeitlicher Ablauf der Lastfälle

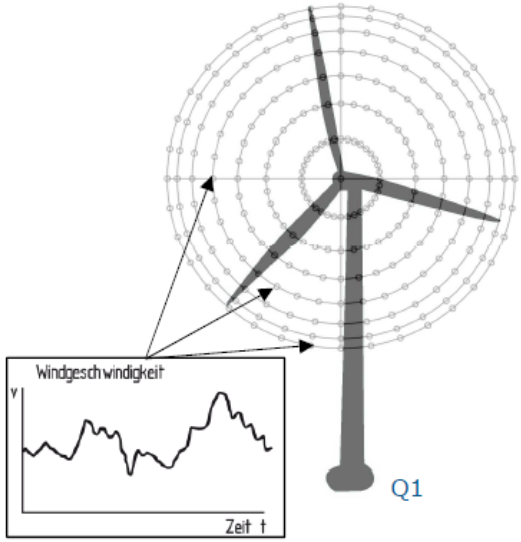
Biege- und Torsionssteifigkeit

Masse und Trägheit

Aerodynamische Kennwerte

Material- und Dämpfungsparameter

3D Windfeld

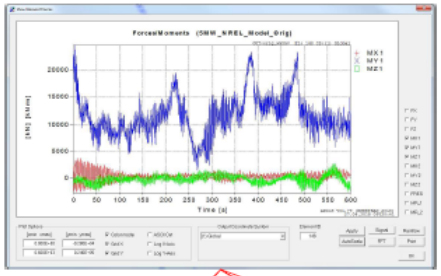


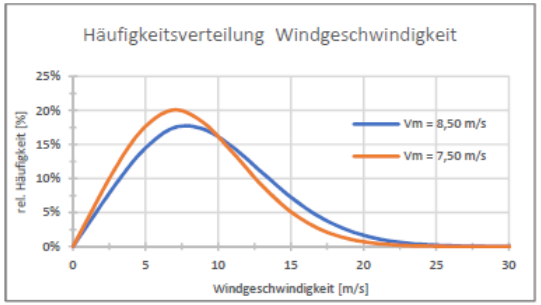
Q3

Analytischer Teil

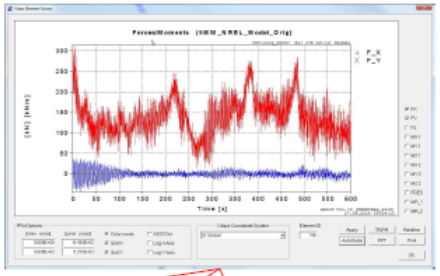
Post-Processing

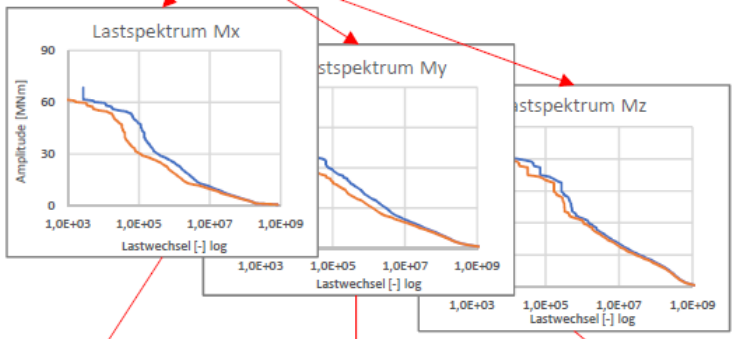
Momente

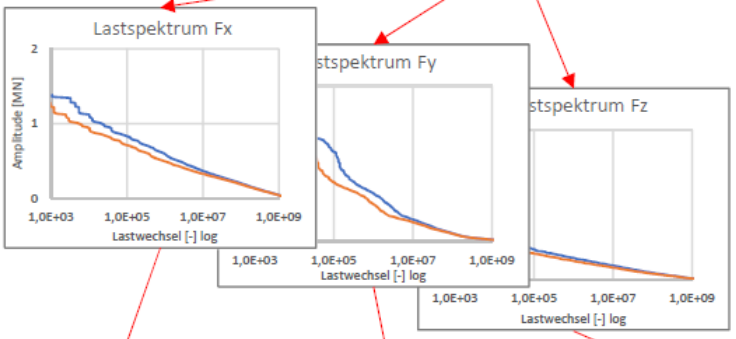




Kräfte







Wöhler Neigung	Auslegung	Tatsächlich erlebt	Möglicher Weiter-betrieb
	[kNm]	[kNm]	[Jahre]
3	7,53E+03	6,09E+03	17,70
4	1,02E+04	8,12E+03	29,85
5	1,32E+04	1,06E+04	39,21
6	1,61E+04	1,32E+04	44,55
7	1,89E+04	1,59E+04	47,25
8	2,15E+04	1,84E+04	48,59
9	2,38E+04	2,07E+04	49,17
10	2,59E+04	2,29E+04	49,41
11	2,78E+04	2,48E+04	49,47
12	2,96E+04	2,67E+04	49,46

Wöhler Neigung	Auslegung	Tatsächlich erlebt	Möglicher Weiter-betrieb
	[kNm]	[kNm]	[Jahre]
3	1,38E+04	1,20E+04	9,89
4	1,62E+04	1,38E+04	18,17
5	1,94E+04	1,62E+04	28,84
6	2,30E+04	1,92E+04	39,69
7	2,69E+04	2,25E+04	48,98
8	3,08E+04	2,61E+04	56,07
9	3,47E+04	2,97E+04	61,10
10	3,84E+04	3,32E+04	64,44
11	4,19E+04	3,67E+04	66,58
12	4,51E+04	3,99E+04	67,90

Wöhler Neigung	Auslegung	Tatsächlich erlebt	Möglicher Weiter-betrieb
	[kNm]	[kNm]	[Jahre]
3	3,72E+03	3,49E+03	4,27
4	4,05E+03	3,78E+03	6,20
5	4,55E+03	4,24E+03	8,55
6	5,16E+03	4,80E+03	10,98
7	5,79E+03	5,39E+03	13,14
8	6,40E+03	5,97E+03	15,02
9	6,97E+03	6,51E+03	16,67
10	7,48E+03	7,01E+03	18,22
11	7,95E+03	7,47E+03	19,72
12	8,38E+03	7,89E+03	21,24

Wöhler Neigung	Auslegung	Tatsächlich erlebt	Möglicher Weiter-betrieb
	[kNm]	[kNm]	[Jahre]
3	2,52E+02	2,27E+02	7,39
4	2,68E+02	2,37E+02	12,56
5	2,95E+02	2,57E+02	19,77
6	3,30E+02	2,85E+02	28,34
7	3,68E+02	3,17E+02	37,03
8	4,08E+02	3,53E+02	44,81
9	4,49E+02	3,90E+02	51,24
10	4,89E+02	4,28E+02	56,32
11	5,28E+02	4,65E+02	60,15
12	5,64E+02	5,01E+02	62,95

Wöhler Neigung	Auslegung	Tatsächlich erlebt	Möglicher Weiter-betrieb
	[kNm]	[kNm]	[Jahre]
3	9,60E+01	7,84E+01	16,69
4	1,26E+02	1,01E+02	28,65
5	1,61E+02	1,30E+02	38,14
6	1,96E+02	1,61E+02	43,81
7	2,29E+02	1,93E+02	46,81
8	2,59E+02	2,23E+02	48,31
9	2,87E+02	2,50E+02	49,06
10	3,12E+02	2,76E+02	49,36
11	3,35E+02	2,99E+02	49,49
12	3,56E+02	3,21E+02	49,50

Wöhler Neigung	Auslegung	Tatsächlich erlebt	Möglicher Weiter-betrieb
	[kNm]	[kNm]	[Jahre]
3	6,34E+01	5,49E+01	10,81
4	6,75E+01	5,84E+01	15,84
5	7,42E+01	6,43E+01	21,06
6	8,20E+01	7,13E+01	26,27
7	9,05E+01	7,91E+01	31,38
8	9,92E+01	8,72E+01	36,31
9	1,08E+02	9,54E+01	41,00
10	1,17E+02	1,04E+02	45,37
11	1,25E+02	1,12E+02	49,34
12	1,33E+02	1,20E+02	52,90

ENERTRAG
Eine Energie voraus
Betrieb

Alternative Methoden

Messverfahren zur Analyse der Bauteilermüdung

windtest
grevenbroich gmbh

ENERTRAG
Eine Energie voraus
Betrieb

Alterungsbedingte Updates und Verbesserungen

Frequenzumrichter
→ Ersatz von nicht mehr lieferbaren Komponenten
→ Höhere Verfügbarkeit der WEA durch Umrichter mit hoher Zuverlässigkeit
→ Sichere Versorgung mit Ersatzteile

Steuerungssysteme
→ Upgrade auf aktuelles Steuerungssystem
→ Stabilisierung des Betriebes der WEA

Antriebsstrang / Getriebe
→ Neue Getriebe entsprechen der aktuellen Spezifikation und beinhalten die bisherige technische Weiterentwicklung

WEA Komponenten
→ Analyse von Schwachstellen
→ Lieferanten definieren
→ CMS Antriebstrang (Getriebe)

Alle Verbesserungen und Upgrades während der 20 jährigen Betriebsphase verbessern den Zustand und die Zuverlässigkeit der WEA. Sie bieten daher die besten Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Betrieb über das 20. Betriebsjahr hinaus.

ENERTRAG
Eine Energie voraus
Betrieb

Kompetenz in Komponenten

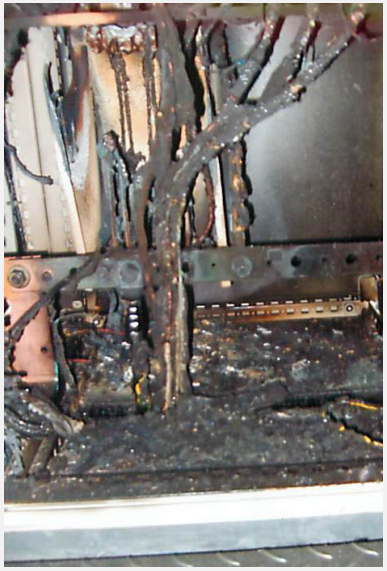
Elektrotechnik – Frequenzumrichter
→Fehleranalyse
→Entwicklung von Verbesserungen

Steuerungssysteme
→Re Engineering der Steuerungssoftware
→Definition von Datenschnittstellen

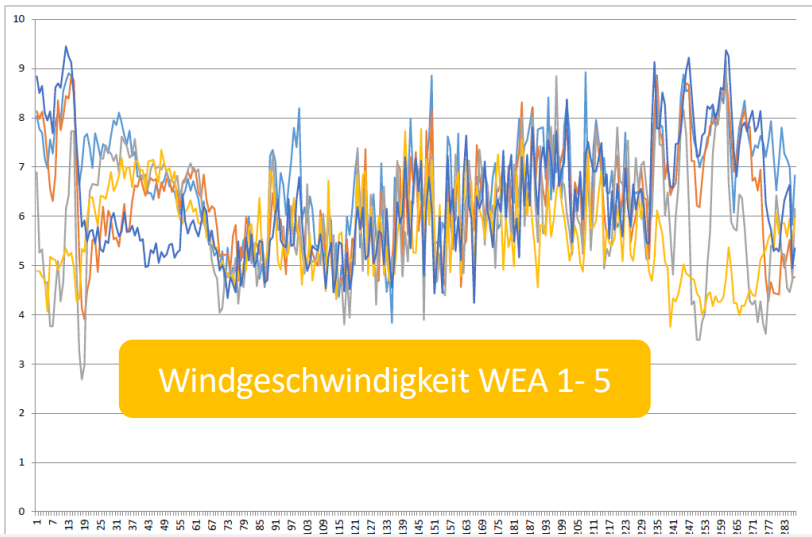
Rotorblätter
→Analyse von Schäden und strukturellen Schwächen
→Qualitätssicherung von Reparaturen

WEA Komponenten
→Analyse von Schwachstellen
→Lieferanten definieren
→ CMS Antriebstrang (Getriebe)

Inspektionsstelle
→ Kontrollinstrument für externen Dienstleister

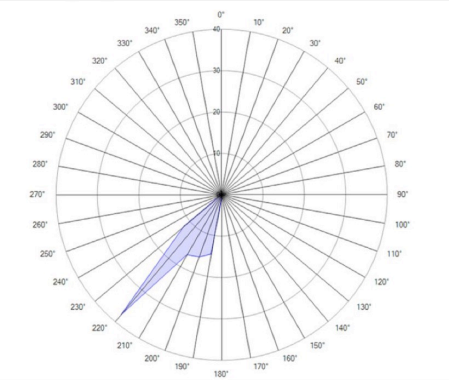


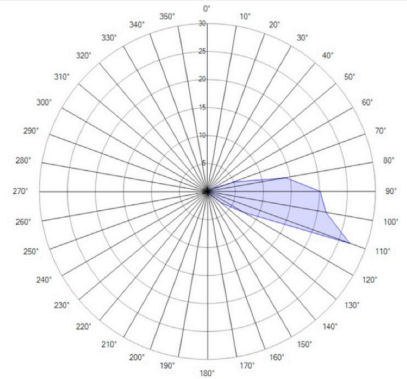
Analyse von Betriebsdaten

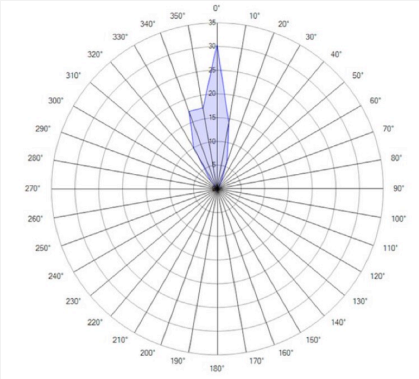


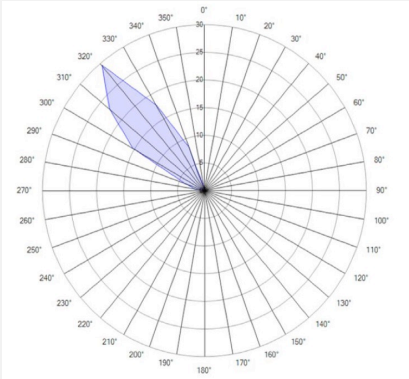
Die Starke Streuung der Windgeschwindigkeit in Kombination mit der nicht korrekten Windrichtung und erheblichen Ertragsunterschieden der WEA lassen auf eine fehlerhafte Einstellung der Steuerung der WEA schließen.

Windrichtung WEA 1- 4



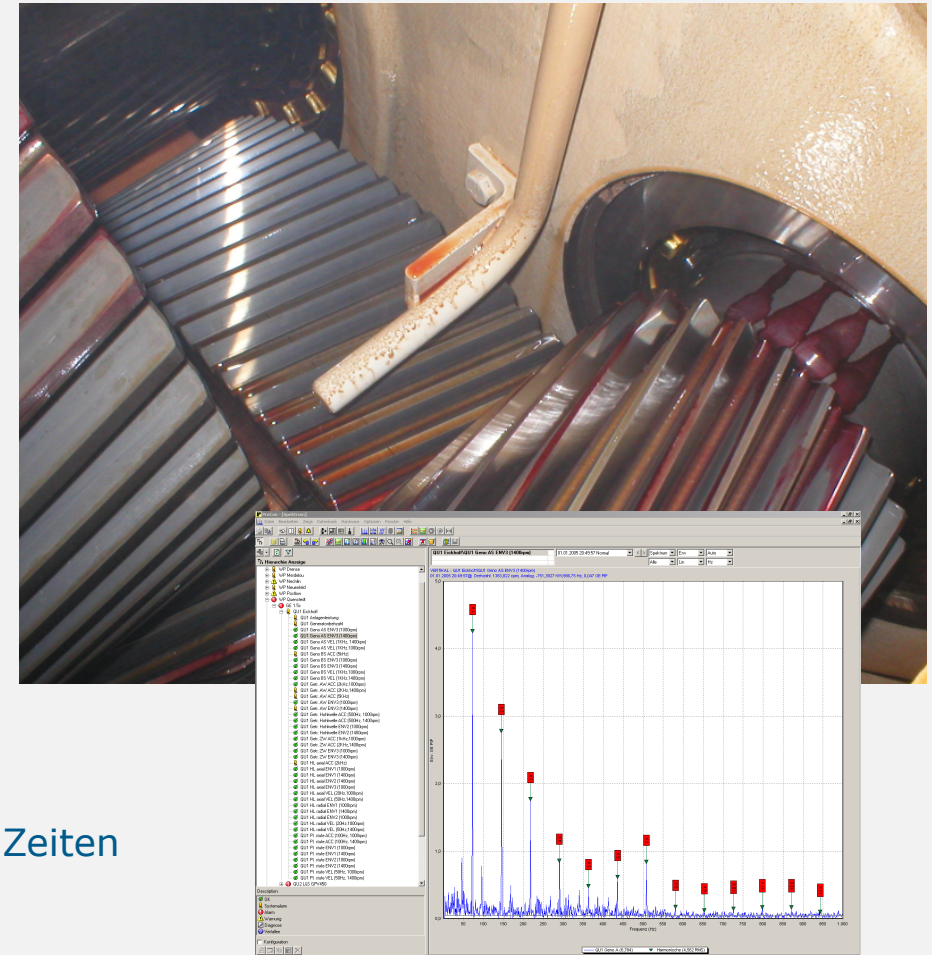






Schwingungsanalyse - CMS

Online Überwachung des kompletten Triebstranges mittel Condition Monitoring System von SKF



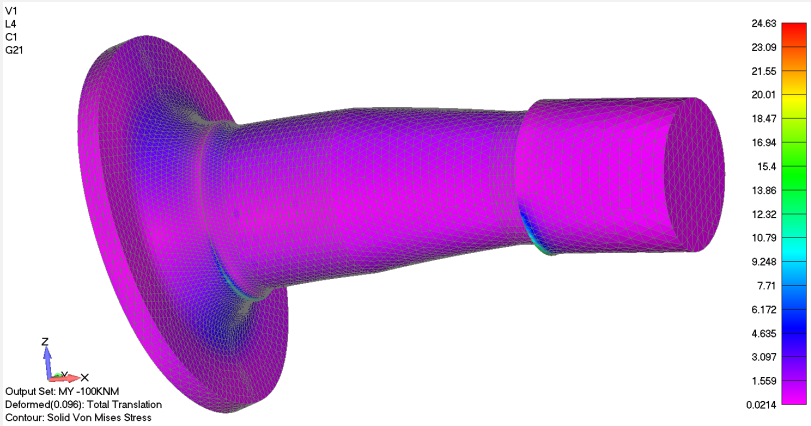
- 8 Schwingungssensoren pro Anlage
- Hardware mit eigenem Diagnosesystem
- Intelligente Datenbank
- 190 WEA mit CMS ausgerüstet

- Minimale Ausfallzeiten
- Volle Nutzung der Lebensdauer
- Zustandsorientierte Instandhaltung
- Früherkennung von Anlagenschäden
- Geplante Instandsetzung in windschwachen Zeiten

Technisches Consulting

ENERTRAG
Eine Energie voraus
Betrieb

Analyse von Belastungen



Analyse der Betriebsdaten von WEA
- CMS
- Leistungsdaten
- Häufigkeit und Art der Fehler

Identifizierung der Ursachen
- MTBF
- Root Course Failure Analysis

Technische Ursachen für Fehler
- Design / Konstruktion
- Qualität und Häufigkeit der Wartung
- Betrieb
- Betriebliche Ursachen

Technische Modifikation
- Instandhaltungstechnologie
- Konstruktive Änderungen
- Wechsel des Lieferanten

Testphase
- Messungen
- Analyse der Leistungsdaten
- Sind Fehler noch vorhanden
- Neue Fehler

Produktentwicklung

Implementierung
- Konstruktive Änderungen
- Modifikation der Wartung
- Modifikation der Betriebsregimes
- Wechsel des Lieferanten

Betriebsüberwachung

ENERTRAG
Eine Energie voraus
Betrieb

- Sofortige Reaktion auf alle Meldungen, rund um die Uhr
- Alle Windenergieanlagen online

→ Permanente Information

ENERTRAG
Eine Energie voraus
Betrieb

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!