



# Technische Optimierung von Windparkprojekten in Betrieb

- Zwischen Anspruch und Betriebsrealität -

Peter Spengemann.  
wpc windmanager GmbH & Co. KG

Windenergietage in Linstow,  
Forum Service und  
Instandhaltung

11.11.2015

## ENHANCE YOUR ASSET MANAGEMENT & OPTIMISE YOUR O&M STRATEGY FOR REDUCED OPEX

INCREASED

- 25% OPEX reduction by 2020 - strategy review
- Private, owner only pre-conference workshop on what to do when O&M goes wrong
- Cost benefit analysis of data
- Spare part strategies revealed
- Discuss how you can save up to 3-5% of lost production each year with DNV GL

Will

### How do you know if your wind assets are performing well?

The event is heading for another successful year with already over 220 attendees registered and an exhibition area almost sold out! Some companies already registered include: 2 KOMPONENTEN MASCHINENBAU GmbH - Germany, 3A COMPOSITES - Switzerland, 3A COMPOSITES CORE MATERIALS AIREX AG - Switzerland, 3B FIBREGLASS SPRL - Belgium, 3M - United States, 3M DEUTSCHLAND GmbH - Germany, AB INVENTECH A/S - Denmark, ACCIONA BLADES S.A. - Spain, ADITYA BIRLA CHEMICALS (EUROPE) GmbH - Germany, ADITYA BIRLA CHEMICALS (THAILAND) LIMITED (EPOXY DIVISION) - Thailand, AERO DYNAMIK CONSULT GmbH - Germany, AEROBLADE - Spain, AEROX ADVANCED POLYMERS S.L. - Spain, AHLSTROM GLASSFIBRE OY - Finland, AKZONOBEL - United Kingdom, ALLIANZ GLOBAL CORPORATE & SPECIALTY SE - Germany, ALSTOM WIND - Spain, ARKEMA - France, ARMACELL BENELUX S.A - Belgium, AUTOMATED PRECISION EUROPE GmbH - Germany, BASE COATINGS GmbH - Germany, BASE POLYURETHANES GmbH - Germany, BASE SE - Germany, BLADE TEST CENTRE A/S - Denmark, BLADEWORKS - Netherlands, CARBON ROTEC GmbH & Co. KG. - Germany, CHEM-TREND (DEUTSCHLAND) GmbH - Germany, CHOMARAT TEXTILES INDUSTRIES - France, CHONGQING POLYCOMP INTERNATIONAL CORP. - Netherlands & China, COMPOSITE INTEGRATION DEUTSCHLAND AG - Germany, COVESTRO POLYMER CHINA Co. Ltd. - China, DANTEC DYNAMICS GmbH - Germany, DD-COMPOUND - Germany, DEUTSCHE ZENTRUM FÜR INGENIEURBAU UND BAUWISSENSCHAFT (DZB) - Germany, DIAB INTERNATIONAL - Sweden, LACKFABRIK NOVATIC GmbH & Co. KG - Germany, DTU WIND ENERGY - Denmark, EDF ENERGIES MEXICO - Mexico, ENGINEERING OFFICE CHRISTOPH KENSCHE - Germany, EPSILON COMPOSITE - France, EUROS GmbH - Germany, EVONIK RESOURCE EFFICIENCY GmbH -

### So etwas wirft Fragen auf:

- Wie hoch ist das Optimierungspotenzial? 20% bis 2020?
- Haben wir eine konsequent vorhandene Underperformance?
- Werden diese Abweichungen im Betrieb gesehen?



**17**

Jahre Erfahrung



**280**

Mitarbeiter



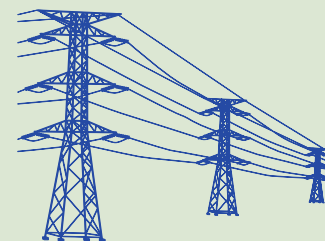
**278**

Windparks, Solarparks  
und Biogasanlagen



**1.700**

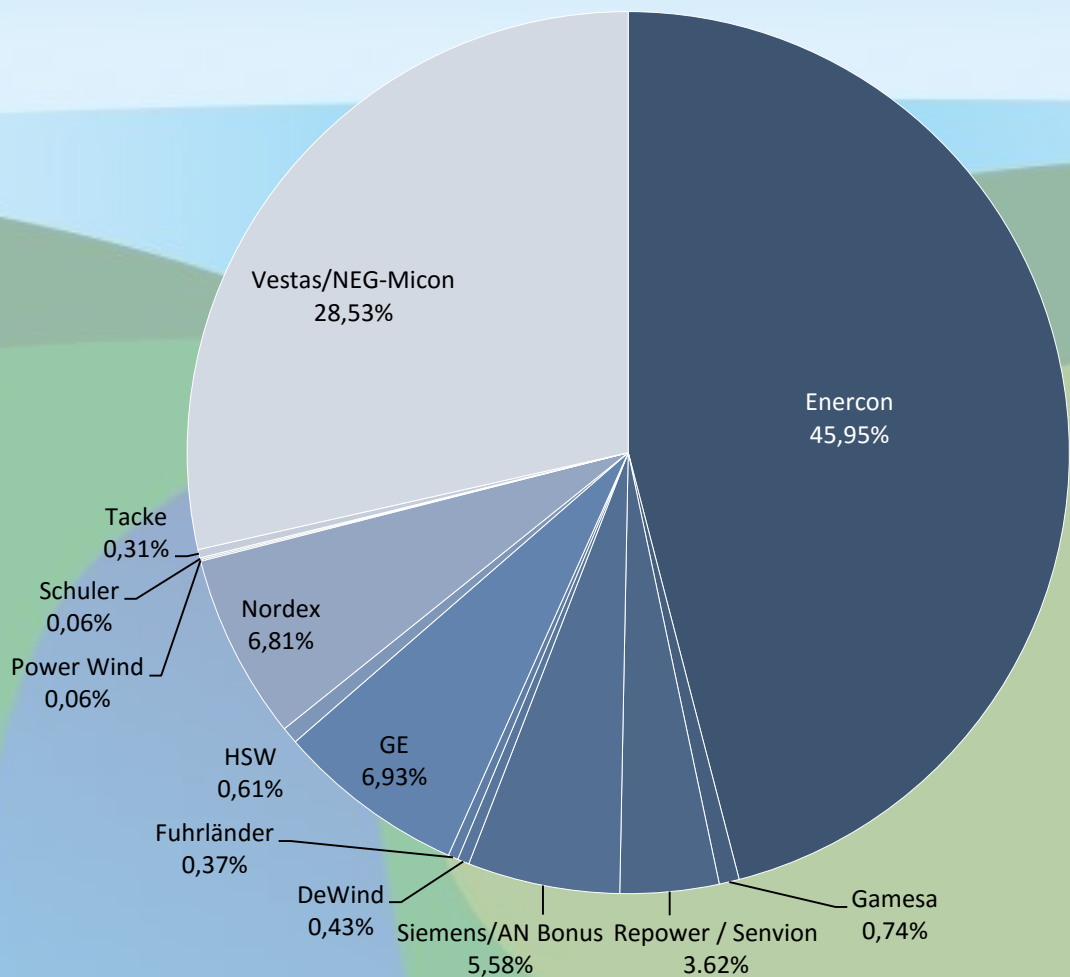
Windenergieanlagen



**3.000**

Megawatt  
Gesamtleistung

# Portfolio Windenergieanlagen



Hersteller	WEA
Enercon	749
Gamesa	12
Repower / Senvion	59
Siemens/AN Bonus	91
DeWind	7
Fuhrländer	6
GE	113
HSW	10
Nordex	111
Power Wind	1
Schuler	1
Tacke	5
Vestas / NEG-Micon	465
<b>Summe</b>	<b>1.630</b>

### **Upgrade:**

**Änderung auf höherwertige Konfiguration**

### **Updates**

**Kleine Verbesserungen, Beseitigung von Fehlern, Anpassungen an technische/Gesetzliche Vorgaben**

### **Retrofit:**

**Upgrading durch neue oder zusätzliche Komponenten**

### **Modernisierung:**

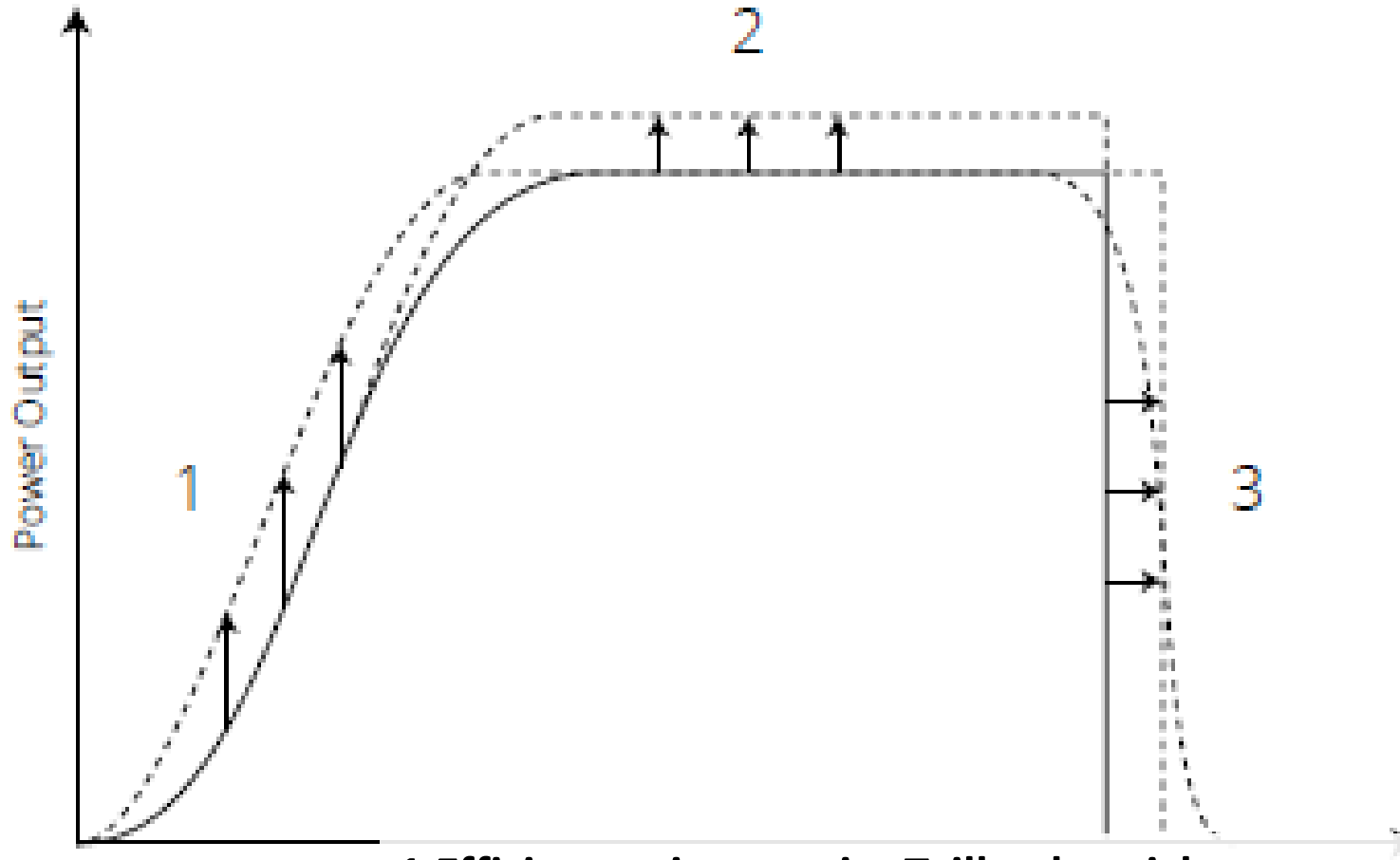
**Auf den aktuellen Stand der Technik bringen**

### **Repowering:**

**Abbau der WEA und ersetzen durch neue Anlagen**

*(keine exakte Begriffsabgrenzung im Markt)*

Quelle: Power Performance Upgrades to Wind Turbines, 2015



**1** Effizienzsteigerung im Teillastbereich

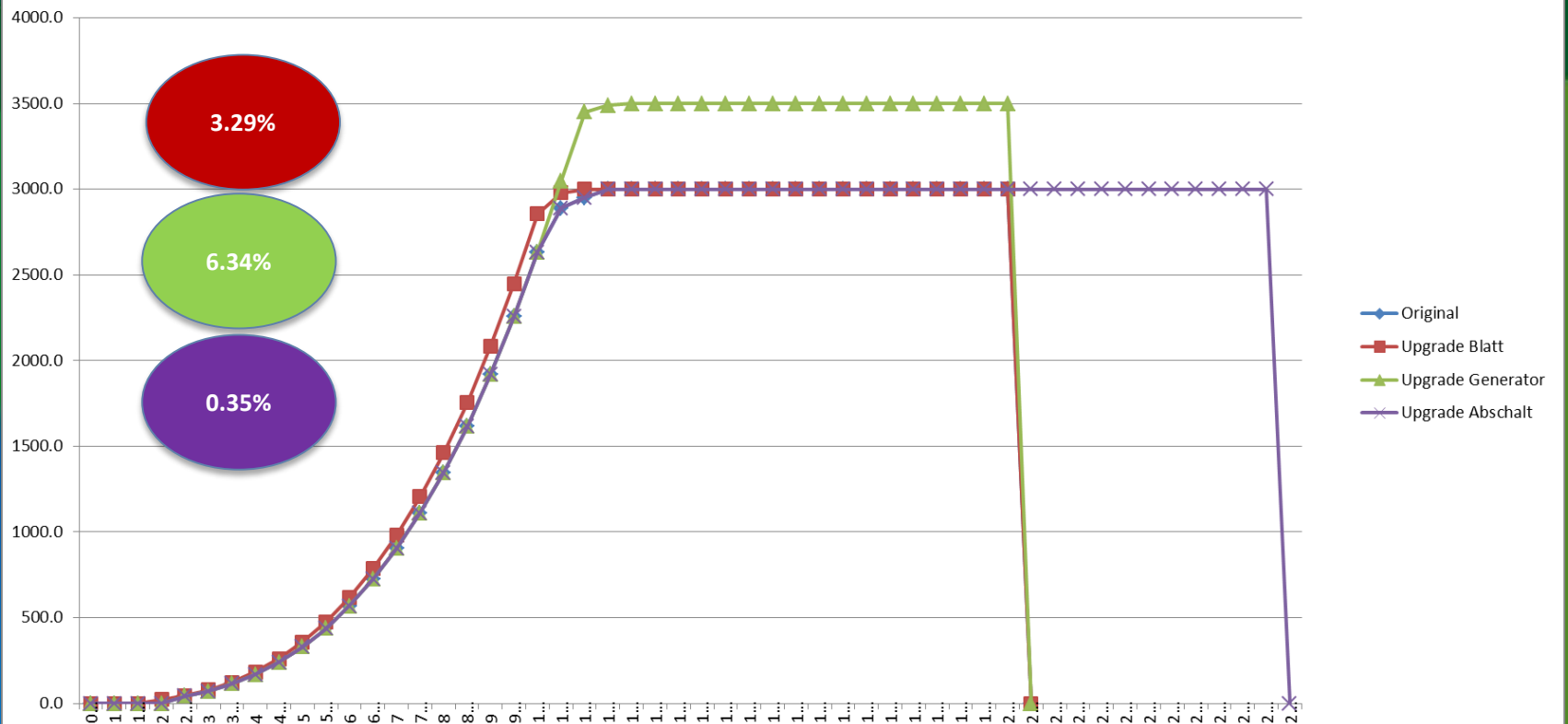
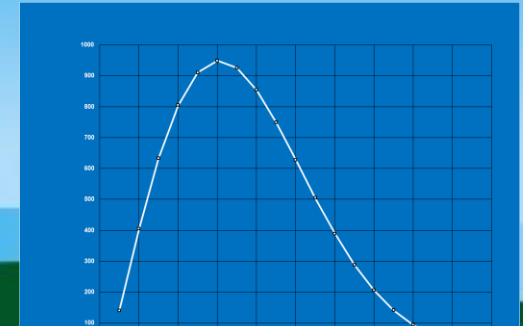
**2** Steigerungen der Nennleistung

**3** Erweiterung des Betriebsbereichs, Abschalthysterese

# Am Beispiel – technische Veränderung der WEA Parameter

Standort nach EEG referenzertrag: 7 m/s,  
( $a=7.9$  m/s,  $k = 2.0$ )

WEA-Typ: 3 MW Nennleistung, Durchmesser  
120 m, Nabenhöhe 140 m



### Verbesserung der Anlagenzuverlässigkeit

- Fehler- und Störungsanalysen
- Bauteilverfügbarkeit
- „Reparaturfreundlichkeit“
- Konstruktionsmangel
- Modernisierung
- Großschäden

### Wirtschaftliche Optimierung

- Reduzierung der Instandsetzungskosten
- Reparatur von Großkomponenten auf der WEA
- Überwachung der Betriebsstoffe
- Wiederaufarbeitung / Gebrauchteile
- Herstellerunabhängiger Service
- Minimierung von Stillstandszeiten
- Ersatzteilbevorratung für kritische Bauteile
- Anpassung an neue Verordnungen/Vorschriften
- Direktvermarktung
- (...)

## Unterteilung erfolgt in:

1. Optimierung (Technologie, Einstellungen für den Standort, Betrieb)
2. Korrektur von Fehlern („Underperformance“)

Und

3. Kaufmännische Optimierung
4. Kostenreduktionen, Portfolioeffekte

→ Vortrag PNE

## Bestimmung Optimierungspotenzial (1 und 2):

- Erfassung der relevanten Standortparameter
- Betriebsdatenanalyse
- Identifizierung von Abweichungen

# Einführung – Ertragsoptimierung im Betrieb

## Erfassung IST-Zustand

### Standort:

Komplexität, Turbulenz, Wind- und Ertragspotential , Parkverluste, Standortgröße, Erreichbarkeit und Infrastruktur

### Portfolio:

Geographische Lage  
Verschiedene Technologie  
Ausgleich- und Masseneffekte  
Repowering Potential

### Technologie:

WEA-Typ, Nabenhöhe, Zuverlässigkeit  
Leistungskennlinien, Verfügbarkeit  
Service, Monitoring und Inspektionen

Korrekte Definition der Standortbedingungen



Auswahl der WEA-Technologie und der Standorte



Datenanalyse und WEA-Optimierung

**Technisches Management**

## Standortbedingungen:

- Windgeschwindigkeiten
- Relativer Ertragsvergleich
- Turbulenzbedingungen

## Technische Parameter

- Leistungskurve
- Windrichtung und Fehlstellungen
- Verfügbarkeit
- Inspektionen und techn. Zustand

## Vermessung

- LiDAR / Mast
- Zeitraum
- Messdauer
- Flexibilität
- Inhouse / Extern

## Vorgehensweise

1. Relativer Ertragsvergleich
2. Analyse Scada Daten / Logbuch
3. Vermessung und Standortverifizierung

## Vermessung

(Anemometer, SODAR, LIDAR)

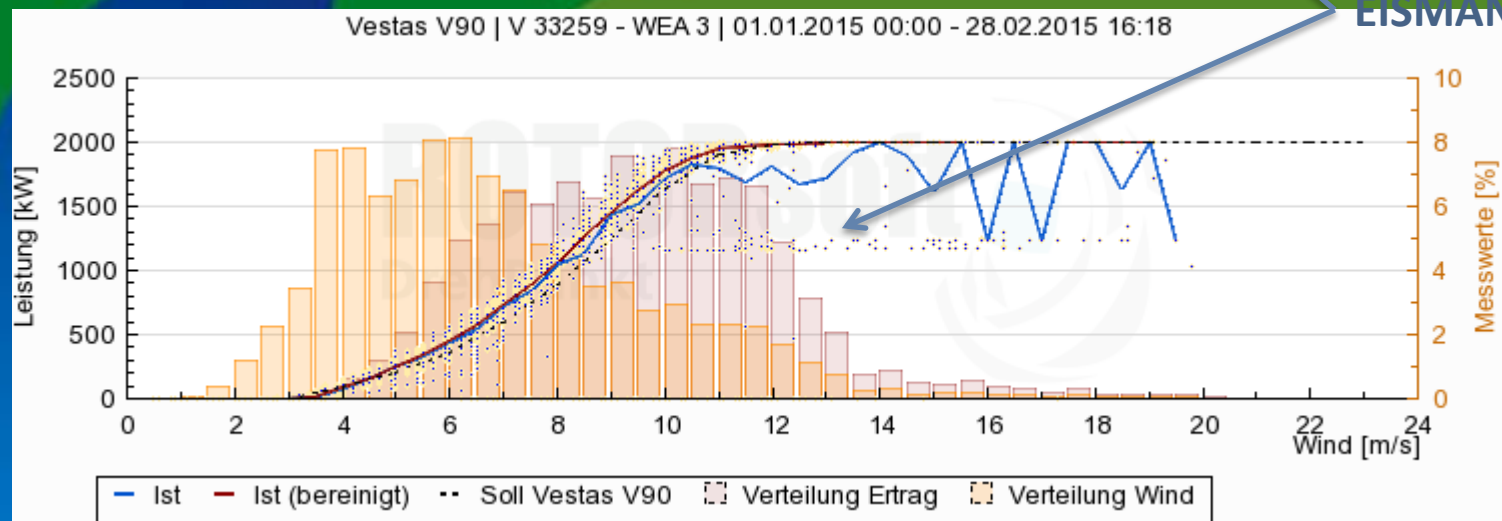
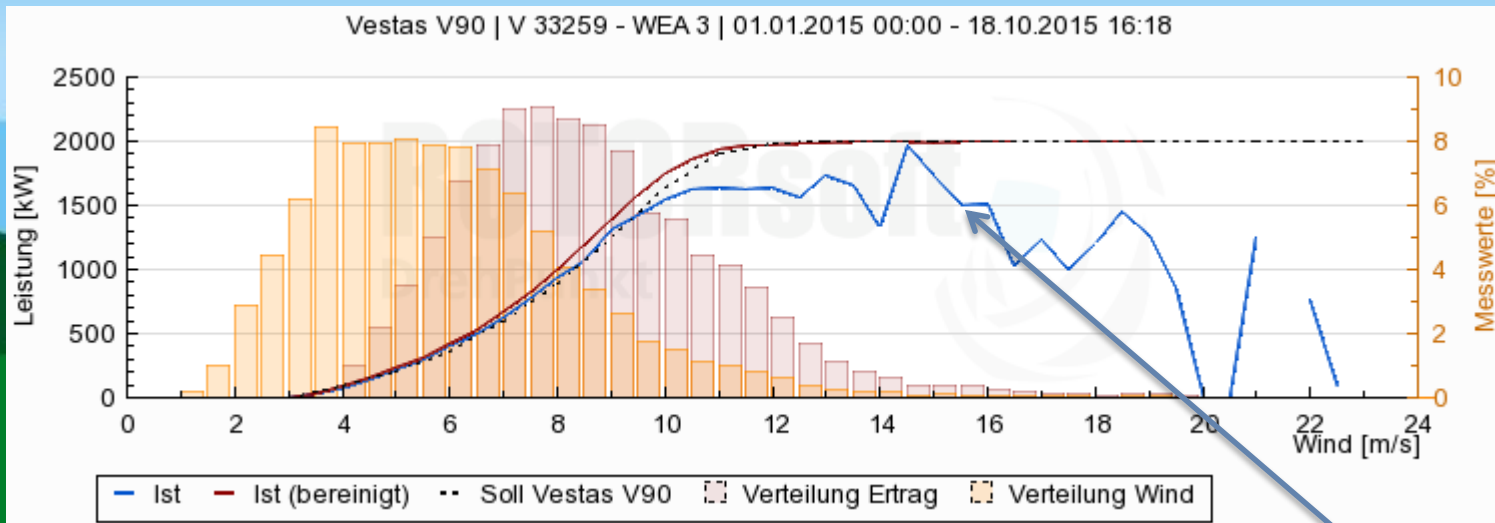
- Boden
- Gondel
- Stationär
- Mobil

- Betriebsdatenanalyse (detailliert)
  - Relativer Vergleich von Ertragsdaten innerhalb eines Windparks
  - Vergleich zu Ertragsermittlung (SOLL, PWG, freier Ertrag)
  - 10 Minuten Daten Analyse
- Inspektion und Verifizierung am Standort
- Absprachen mit dem Betreiber
- Ggf. Messkampagnen
- Datenanalyse (vorher, nachher)
- Diskussion der Ergebnisse (Service / Hersteller)
- Falls notwendig, IEC konforme Messkampagne der Leistungskennlinie

# Vorgehensweise

WP	WEA ID	WEA Typ	Nennleistung [kW]	NH [m]	Abweichung zur Prognose [%]	Abweichung freier Ertrag	Kommentar
Musterstadt	E110000	Enercon E-70	2000	98	5%	5%	Fledermausabschaltung
Musterstadt	E110001	Enercon E-70	2000	98	8%	6%	Fledermausabschaltung
Musterstadt	E110002	Enercon E-70	2000	98	7%	5%	Fledermausabschaltung
Musterstadt	E110003	Enercon E-70	2000	98	5%	3%	
Musterstadt	E110004	Enercon E-70	2000	98	9%	5%	
Musterstadt	E110005	Enercon E-70	2000	98	9%	8%	
Musterstadt	E110006	Enercon E-70	2000	98	7%	7%	
Musterstadt	E110007	Enercon E-70	2000	98	11%	10%	
Musterstadt	E110008	Enercon E-70	2000	98	13%	5%	
<b>Gesamt</b>					<b>8%</b>	<b>6%</b>	

## Ergebnisse Beispiele



EISMAN

## Standortbedingungen (wpd):

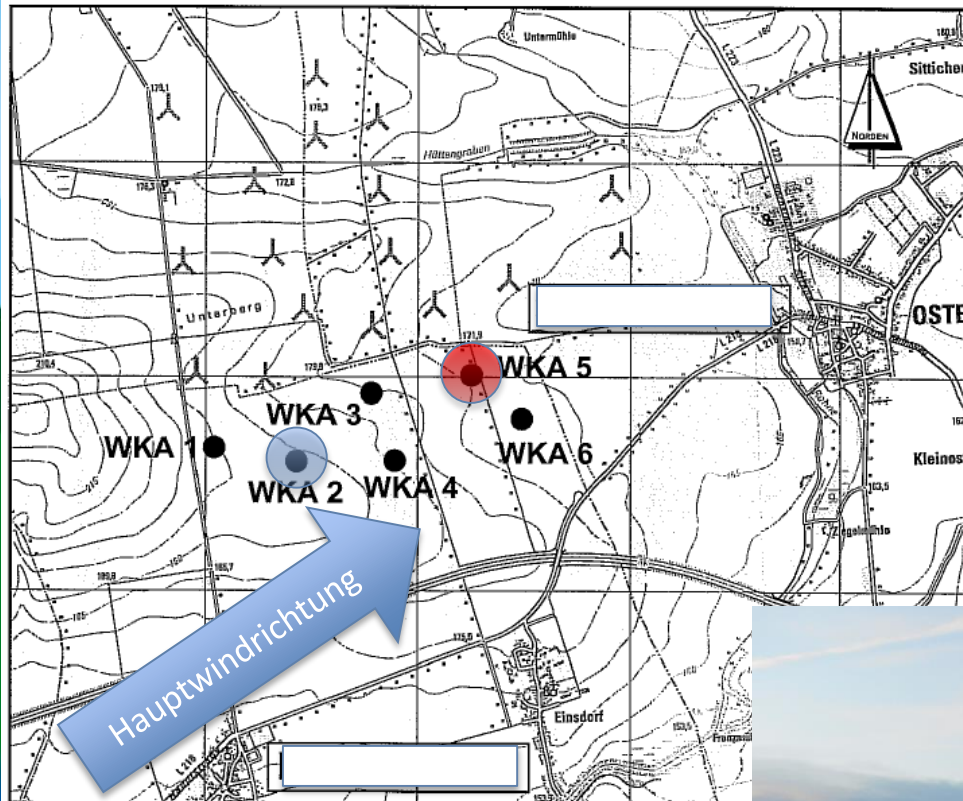
- Anwendung des LIDAR in Zusammenhang von Site Assesment
- Anwendung von LIDAR in Zusammenhang mit Ertragsdaten, 10 Minuten Daten WEA
- Leistungskurvenverifizierung





## Technologiebewertung (windmanager)

- Verifizierung von Leistungskurven an ausgewählten WEA
- Vermessung Azimuth Fehlstellung (Yaw Misalignment)
- Messkampagnen (onshore und offshore)
- Messung der Gondelanemometerkorrekturfunktion (NTF)

# Identifikation Abweichung und Analyse



## ZEICHENERKLÄRUNG:

-  Standorte der vorhandenen / bereits genehmigten Windkraftanlagen
-  Standorte der geplanten Windkraftanlagen mit Numerierung WKA 2



### Azimuth-Fehlstellung / Yaw Misalignemnt

- Messungen mit verschiedenen Systemen an bisher 15 WEA,  
*eine WEA auffällig*

### Leistungskurven

- Messungen mit LIDAR an 5 Standorten
- Externe Leistungskennlinienverifizierung an 3 Standorten (Messmast, 10 Minuten Daten)
- Permanente LK Kontrolle durch TBF an allen Standorten  
*wenige Anlagen sind auffällig*

### Controller

- Einzelne ältere WEA verifiziert  
*Ein WEA-Typ zum Austausch Controller vorgesehen, 1 System (SPICA) installiert, Versuch läuft*

### Rotorblatt

- 2 Teststandorte vorgesehen, Ringversuch vorgehen

### **Standortanpassungen / site specific tuning**

- Primär vom Hersteller
- Wettereinstellung (Climate Package)
- Standortanpassungen im Controller (Turbulenz, Luftdichte, Leistungskurve, Pitch, Anemometer)
- Retrofits (aufwendig)

**Potenzieller Mehrwert: sehr hoch**

### **Korrektur Fehleinstellungen**

#### **Probleme Rotorblatt, Fehlstellungen**

- Standortabhängig und WEA-Typ spezifisch
- Vorherige Betriebsdatenanalyse notwendig
- Standortanpassungen im Controller (Turbulenz, Luftdichte, Leistungskurve, Pitch, Anemometer)
- Retrofits (aufwendig)



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

wpd windmanager GmbH & Co. KG  
Stephanitorsbollwerk 3 (Haus LUV)  
D-28217 Bremen  
Deutschland

Tel: +49 - 421 89 7660 0

Fax: +49 - 421 89 7660 99

E-mail: [info@wpd.de](mailto:info@wpd.de)

Web: [www.windmanager.de](http://www.windmanager.de) / [www.wpd.de](http://www.wpd.de)