

28. WINDENERGIETAGE POTSDAM

BETRIEBSLASTENERMITTLUNG MIT HILFE VON KÜNSTLICHER INTELLIGENZ

DNV GL – NEUE LÖSUNGEN FÜR DIE WINDENERGIE

Mike Lüdde

06. November 2019



Dipl.-Geoph. Mike Lüdde

Senior Engineer Wind Turbine Measurements

- 13+ Jahre in DNV GL's ISO17025-akkreditiertem Testinstitut
- Durchführung von Belastungs- und Leistungskennlinienvermessungen seit 2007
- Mitglied der "Expert Group Loads" in MEASNET
- Leiter des "Global Expert Teams" für Belastungsmessungen in DNV GL
- Mitglied des Fachausschusses Leistungskennlinie (FALK) in der FGW (Fördergesellschaft Windenergie)

Agenda

BETRIEBSLASTENERMITTLUNG MIT HILFE VON KÜNSTLICHER INTELLIGENZ

01 The New Value of Measurements

02 LoadsPredict

03 Betriebslastenermittlung

04 Diskussion



The New Value of Measurements – Insights

After many years of simulation-based tools being the principal approach for engineering tasks, **data-driven analysis** faces a comeback, baring a new world of insights when **measurements** are combined with innovative **machine learning** techniques.

SIMULATION BASED
SOLUTIONS



DATA-DRIVEN
SOLUTIONS

The New Value of Measurements – Machine Learning Analysis

HOW DOES DNV GL LINK MACHINE LEARNING WITH MEASUREMENTS?

NEURAL NETWORKS

DETERMINE COMPLEX RELATIONS AND PATTERNS ACROSS MEASURED QUANTITIES

+

LEARNING

THROUGH ANALYSIS OF MEASURED "TRAINING" DATA

=

TRAINED NEURAL NETWORKS

- PREDICT "AS MEASURED"
- REVEAL DEPENDENCIES
- TRIGGER DECISIONS
- DETECT ANOMALIES EARLY



Agenda

BETRIEBSLASTENERMITTLUNG MIT HILFE VON KÜNSTLICHER INTELLIGENZ

01

The New Value of Measurements

02

LoadsPredict

03

Betriebslastenermittlung

04

Diskussion



LoadsPredict – Was ist das?



- LOADSPREDICT is an artificial intelligence tool where the rules of the model are built by the data itself.
- Deep Neural Networks are used to capture the relationship between the given data and learn the dynamic behaviour of the turbine.
- The trained model is used to determine the fatigue loads acting on the turbine

STEP 1



STEP 2



TRAINING DATA

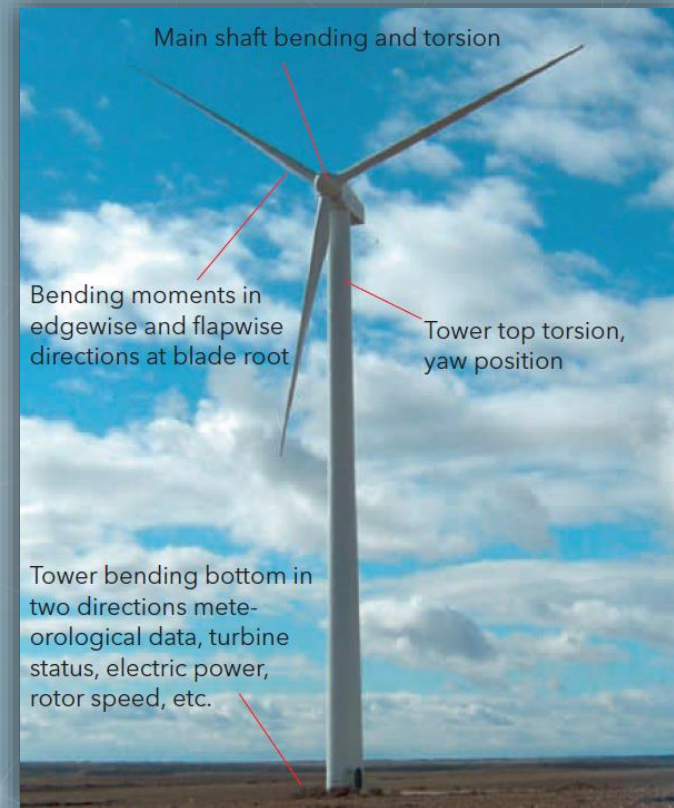
- IEC 61400-13 Belastungsvermessung
- 30 Tage kontinuierlicher Messzeitraum

INPUT PARAMETER FÜR LOADSPREDICT

- Standard SCADA Parameter und Turmkopf-Beschleunigungssensoren
- 10-min. Statistiken (mean, min, max, stdev)

ZIEL PARAMETER

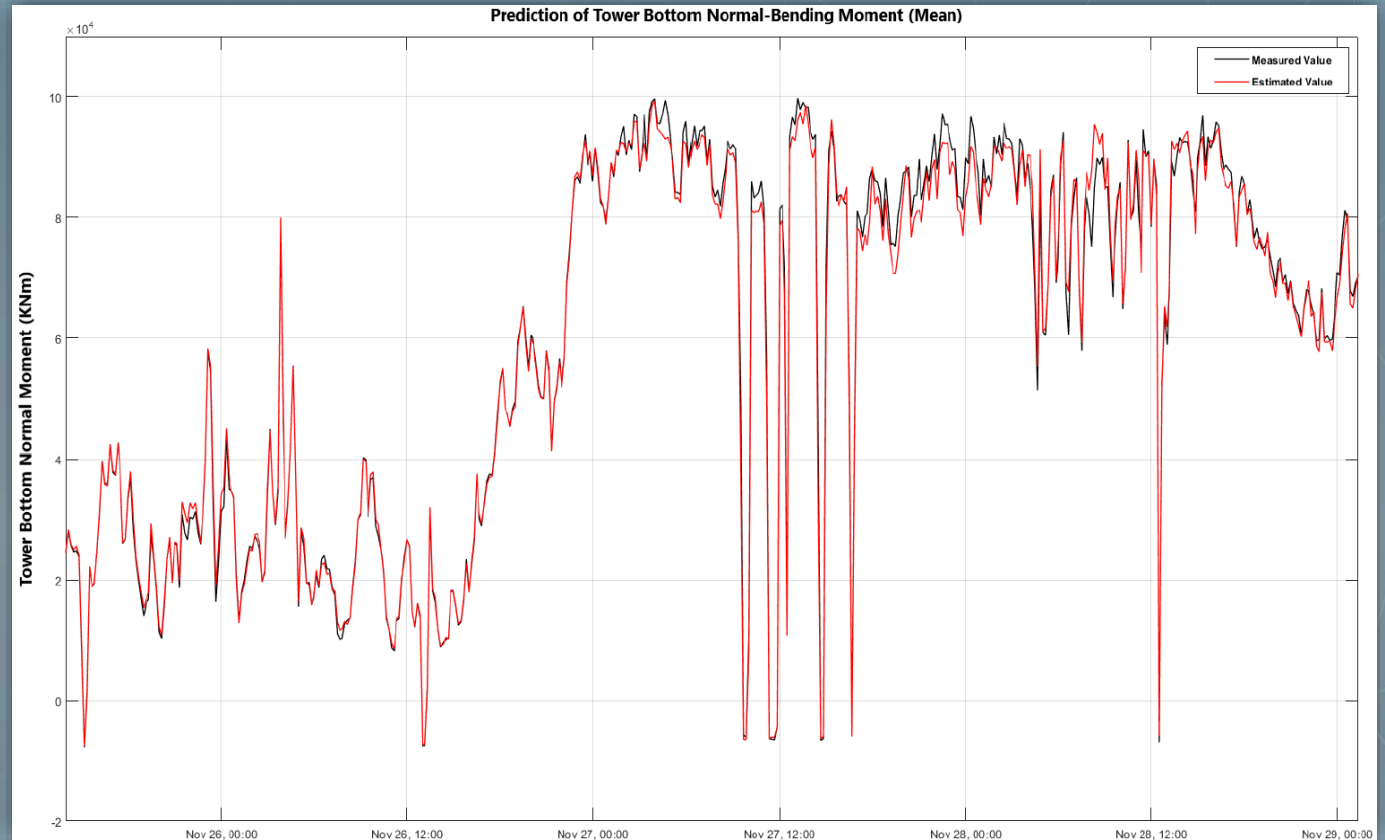
- Turmfuß-Biegung, Normal-Komponente
10-minute mean



LoadsPredict – Erste Ergebnisse

BESTIMMUNG DER TURMFUß BIEGUNG

- Normale Komponente
- 10-min. Mittelwerte

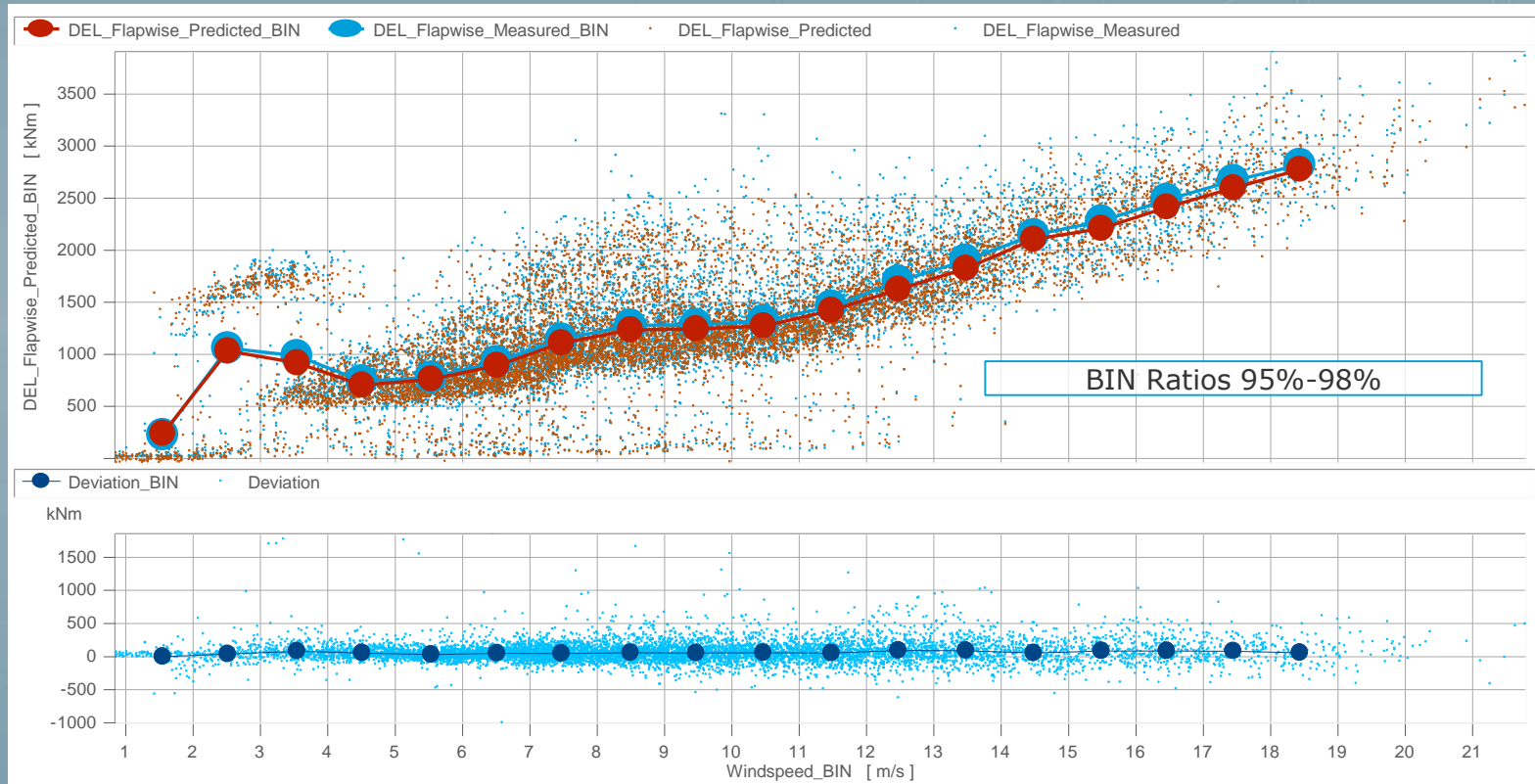


- Basierend auf 30 Tagen "Trainingsdaten" wurden die Lasten für den Folgezeitraum mit SCADA Daten und LoadsPredict rechnerisch bestimmt und mit den gemessenen Daten verglichen
- Datenbasis enthält sowohl Normalbetrieb als auch transient events (Starts / Stops)
- Die ermittelten Lasten zeigten eine sehr gute Korrelation mit den gemessenen Daten.

LoadsPredict - Ermüdungslasten

BETRIEBSLASTENERMITTLUNG VON ERMÜDUNGSEQUIVALENTLASTEN (DEL) (BIEGUNG SCHLAGMOMENT)

- BIN Mittelung über Windgeschwindigkeit



Agenda

BETRIEBSLASTENERMITTLUNG MIT HILFE VON KÜNSTLICHER INTELLIGENZ

01

The New Value of Measurements

02

LoadsPredict

03

Betriebslastenermittlung

04

Diskussion



Betriebslastenermittlung – Einblicke

„Wir versuchen, ein neues Verfahren zur Windparkoptimierung zu entwickeln, das den Ermüdungslastverbrauch von Strukturbauteilen berücksichtigt.“

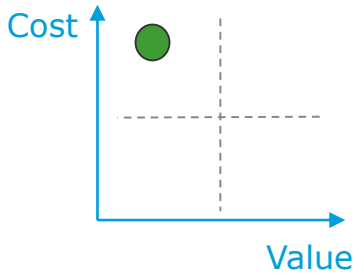
„Im Moment sind wir ziemlich blind, was die tatsächlichen Belastungen der Turbine angeht.“

„Ein definierter und kosteneffizienter Prozess zur Überwachung und Verifizierung der Lasten ist erforderlich.“



Betriebslastenermittlung - Überblick

BELASTUNGSMESSUNGEN FÜR BETREIBER



- Welche Ermüdungsbelastungen hat ein Bauteil erfahren?
- Wie können Betriebslasten zugunsten der Lebensdauer minimiert werden, um den Gesamtenergieertrag zu maximieren?

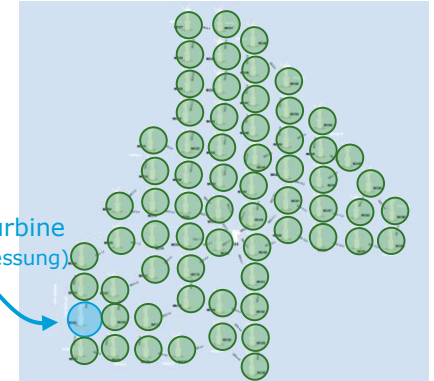


AI DATA ANALYSIS



Betriebslasten aus SCADA berechnet

Erfahrung und Datenbasis zur Entwicklung optimaler Strategien



WINDGEMINI
VERACITY

- LoadsPredict ermöglicht eine bessere Optimierung während des Betriebes.
- LoadsPredict Daten sind ein wichtiger Faktor für Verfahrensverbesserungen im Bereich Laufzeitverlängerung
- Die Einbeziehung von realen Messdaten birgt eine qualitativ wertvolle Komponente für LTE und Optimierung

Betriebslastenermittlung – Probleme & Lösungen

Lastenverbrauch \approx Lebenszeit-Reduktion

CONTROL STRATEGIEN ZUR LASTENREDUKTION



BESSERE VERTEILUNG DER LASTEN

- Lasten-Monitoring in jeder Anlage
- Strategien für einen Ausgleich der Lasten zwischen den Anlagen

⇒ Lebenszeitgewinn für den Windpark

LoadsPredict Daten ermöglichen es unseren Kunden, strategische Entscheidungen zu treffen, die die Lebensdauer effektiv erhöhen können.

Betriebslastenermittlung – Der Nutzen für Betreiber

BELASTUNGSMESSUNGEN + LOADSPREDICT FÜR BETREIBER

WIND TURBINE MONITORING

- Unabhängige Überprüfung der Lasten
- Quantifizierung von Änderungen im Lastverhalten nach Steuerungsupdates oder Turbinenwartungen
- Identifizieren Sie Situationen und Zustände, die die Lebensdauer stark beeinträchtigen
- Gleiches Verfahren zur Leistungsüberwachung und Erkennung von Anomalien geeignet

WINDPARK OPTIMIERUNG

- LoadsPredict Daten ermöglichen Entscheidungen zur Maximierung des Gesamtenergieertrags durch ganzheitliche Betrachtung von Stromerzeugung, Lasten und Energiepreisen
- Ausgleich der Lastverteilung im Windpark
- Konservative Loads-Curtailments könnten reduziert werden
- Input für Strategien zur Reduzierung von Komponentenausfallrisiken und Optimierung von O&M-Aktivitäten

LAUFZEIT VERLÄNGERUNG

- Erhöhung der Lebensdauer durch strategische Optimierung
- Durch die Einbeziehung realer, gemessener Belastungsdaten werden dezidierte Methoden für zukünftige LTE-Bewertungen möglich, z.B. mit reduzierten Unsicherheiten
- Dokumentierte Aufzeichnung der Ermüdungslasten für jede Turbine verfügbar
- Kostenreduzierung im Falle erforderlicher Verifizierungsmessungen

Agenda

BETRIEBSLASTENERMITTLUNG MIT HILFE VON KÜNSTLICHER INTELLIGENZ

01

The New Value of Measurements

02

LoadsPredict

03

Betriebslastenermittlung

04

Diskussion



WELCHE AUFGABE HABEN SIE FÜR DNV GL?



Herzlichen Dank.

Kontakt

Mike.Luedde@dnvgl.com

+49 40 36149 2905

www.dnvgl.com

SAFER, SMARTER, GREENER

The trademarks DNV GL®, DNV®, the Horizon Graphic and Det Norske Veritas® are the properties of companies in the Det Norske Veritas group. All rights reserved.