

Blade Unbalance Calculator

Unwucht des Rotors einer Windenergieanlage erkennen.





element i with:
 $d_{i,in}$, $d_{i,out}$, l_i

UNWUCHTERKENNUNG OHNE WEA- BETRIEBSUNTERBRECHUNG

WARUM IST ES WICHTIG, DIE UNWUCHT DER ROTOREN

VON WINDENERGIEANLAGEN (WEA) ZU KENNEN?

Die mechanische Unwucht eines WEA-Rotors kann erhebliche Kräfte auf den Antriebsstrang und den Turm ausüben und damit die »Ermüdung« vorantreiben. In der Regel hat der Hersteller eine Spezifikation für die Unwucht. Tatsächlich kann aber ein deutlich besserer Toleranzwert erreicht werden.

Dieser Aspekt ist umso bedeutender, als dass Blatterosion oder -beschädigung sowie das Eindringen von Feuchtigkeit in die Blattstrukturen die Unwucht im Lauf der Zeit verstärken können.

»TRADITIONELLE« BESTIMMUNG DER MASSENUNWUCHT

Die Standardmethode zur Messung der mechanischen Unwucht verwendet das Montieren von Prüfgewichten. Das liefert sowohl Informationen über den Unwuchtzustand der Rotorblätter als auch über die notwendige Korrekturmasse und deren Positionen. Allerdings erfordert der Prozess einen Zugang zu den Rotorblättern und somit einen Anlagenstillstand. Bei mindestens zweimaligem Zugriff auf die Rotorblätter aller Anlagen eines Windparks – mit jeweiligem Probelauf der Turbinen – kann ein durchaus erheblicher Ertragsverlust auftreten.

WIE MACHT MAN'S BESSER?

Unsere Softwarelösung tauscht die Begehung vor Ort an der WEA durch die Online-Berechnung der Unwucht ohne Betriebsunterbrechung aus. Erst bei einer festgestellten Unwucht müssen Korrekturmaßnahmen vor Ort durchgeführt werden. Obwohl die Massenunwucht ein klares Signal liefert, erschweren Windenergieanlagen die Identifikation der Unwucht, denn ...

- die Betriebsdrehzahl variiert
- der Turm zeigt Eigenfrequenzen
- aerodynamische Unwucht induziert – ebenfalls einmal je Rotorumdrehung – einen Impuls, jedoch in axialer Richtung

Die notwendige Unterscheidung zwischen mechanischen und anderen Ursachen der Unwucht erfordert eine Software, welche die Auslöser von Unwuchterregungen differenziert ermitteln und darstellen kann.

DIE BACHMANN-LÖSUNG

Blade Unbalance Calculator

Das Unbalance-Plugin für die CMSSTD-Software der Bachmann Monitoring ermöglicht die Berechnung der Massenunwucht. So ist es möglich, gezielt jene Turbinen zu identifizieren, die eine Korrektur der Massenunwucht erfordern. Eine Vor-Ort-Untersuchung des gesamten Windparks mit entsprechenden Produktionsausfällen ist unter Einsatz des Blade Unbalance Calculator nicht mehr erforderlich.

Ein modellbasierter Algorithmus berechnet aus den grundlegenden Konstruktionsdaten die jeweilige Massenunwucht. Das Modell wird einmalig hinterlegt und gilt für alle ähnlichen Anlagen. Die Messdaten eines 2D-MEMS-Sensors, positioniert in der Mitte der Gondel, werden zur Berechnung der Massenunwucht (in kgm) genutzt.

Optional kann auch ein zusätzlicher Positionssensor auf der Rotorwelle zum Einsatz kommen. Aus dessen Ist-Werten ermittelt das Unbalance-Plugin die Winkellage der Unwucht.

Das Plugin stellt zudem dar, ob die Unwucht auf einem aero-

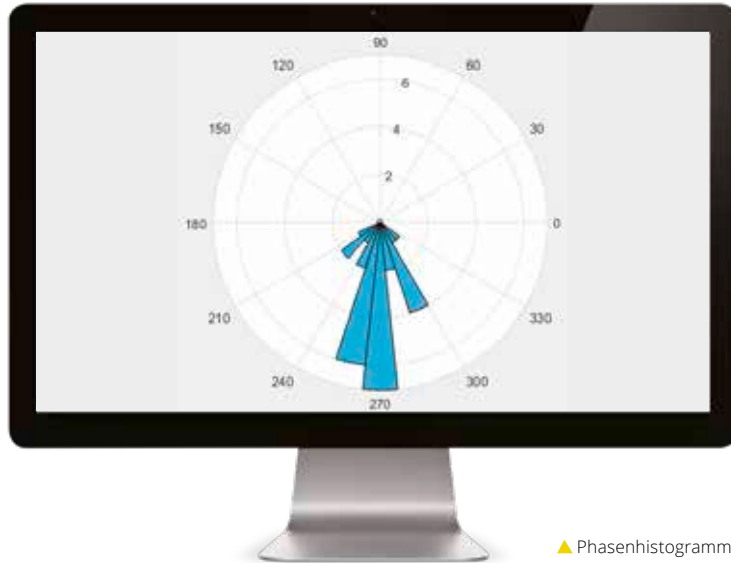
dynamischen Fehler oder mechanischer Masse basiert. Dies erlaubt eine vorausschauende Planung des Zeitpunkts für entsprechende Instandsetzungsmaßnahmen. Weiter ist eine genaue Beobachtung einer sich sukzessive verändernden Unwucht möglich.

Der Blade Unbalance Calculator basiert auf zwanzig Jahren Erfahrung der Bachmann Monitoring im Bereich Condition Monitoring. In die Entwicklung des Algorithmus sind zahlreiche Fallanalysen eingeflossen. Das verleiht dem Plugin ein Höchstmaß an Treffsicherheit hinsichtlich der Zustandsdiagnosen der Massenunwucht.

AUF WELCHE TURBINEN IST DIE BACHMANN-LÖSUNG ANWENDBAR?

Bei der beschriebenen Software handelt es sich um ein Plugin für das Bachmann-CMS und erfordert keine detaillierte Schwingungsmessung. Aus diesem Grund ist das Plugin für den Einsatz an jeder Turbine geeignet, die mit einer Bachmann-M1-Steuerung oder einem Bachmann-CMS sowie einem Eingang für den 2D-MEMS-Sensor ausgestattet ist – Plug & Play.

Windturbinen, die über kein Bachmann-Steuerungssystem verfügen, benötigen für den Einsatz des Blade Unbalance Calculator mindestens ein Bachmann-CMS mit entsprechendem freien 2D-MEMS Sensor-Signaleingang – und wenn die Installation eines Condition Monitoring Systems bereits geplant ist, empfiehlt sich von vornherein die Entscheidung für Bachmann.



▲ Phasenhistogramm

Ein Erfolgsbeleg

Das alles ist nicht nur Theorie, sondern praxisbewährte Realität. Bei der Erprobung des Systems an der WEA eines Bachmann-Kunden konnte mithilfe des Blade Unbalance Calculator beispielsweise ermittelt werden, dass eine an der Rotorwelle beobachtete Unwuchtveränderung nicht auf eine mechanisch bedingte Unwucht zurückzuführen war, sondern während eines Serviceeinsatzes aufgetreten ist. Eine anschließende Untersuchung ergab, dass der Service einige Arbeiten am Pitchsystem durchgeführt hatte und daraus eine aerodynamische Unwucht resultierte.

Vorteile und Nutzen

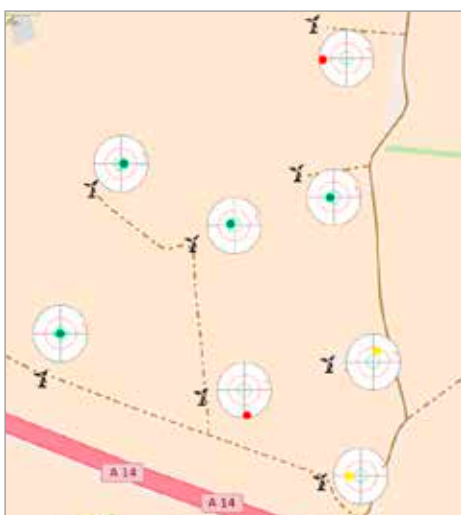
Der Blade Unbalance Calculator, eine einfache Softwarelösung, ermöglicht es, den Zustand auf Unwucht von WEA regelmäßig

ohne Betriebsunterbrechung zu überprüfen – immer dann, wenn die Maschinen in einem bestimmten Drehzahlbereich laufen.

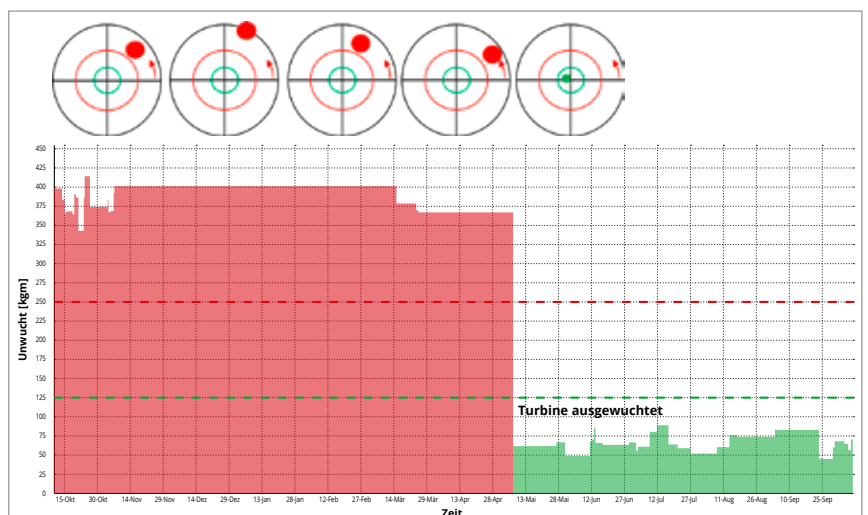
Nicht zuletzt wird auf diese Weise ein noch tieferes Verständnis für den Zustand der WEA generiert. Vor allem aber entfällt der Aufwand für parkweite Unwuchtmessungen. Künftig melden nur noch jene Anlagen die Notwendigkeit zum Auswuchten, an denen das System Auffälligkeiten detektiert hat – und diese gezielte Maßnahme stellt einen überschaubaren Aufwand dar.

Die Ursachen von Unwuchtveränderungen an Rotoren können zudem zuverlässig nach mechanischer oder aerodynamischer Herkunft differenziert werden. Das schafft Planungssicherheit für geeignete Korrekturmaßnahmen.

▼ Turbinen mit Unwuchterkennung



▼ Trenddiagramm berechnete Unwucht



Anmerkung: Alle dargestellten Diagramme werden aus aktuellen Validierungsmessdaten unter der Verwendung von Visualisierungstools erstellt.

