WIND-consult

Laseroptische Vermessung des Blatteinstellwinkels

WIND-consult

Ingenieurgesellschaft für umweltschonende Energiewandlung mbH

Reuterstr. 9 / D-18211 Admannshagen-Bargeshagen

www.wind-consult.de

company@wind-consult.de

WIND-consult

Seit 25 Jahren unabhängiges Messinstitut

1996 Akkreditiertes Testlabor für Windenergie nach ISO 17025

Leistungen

Messungen an WEA nach den IEC 61400 Richtlinien

Windmessungen, Leistungskurvenvermessung, Netzmessungen, Schallmessungen, Belastungsmessungen

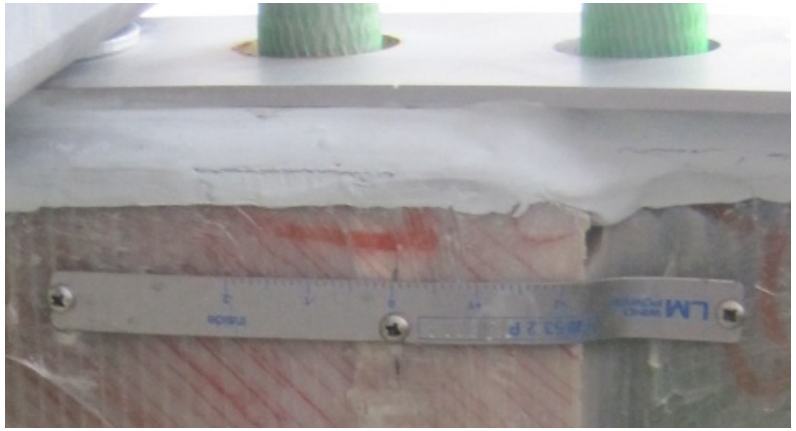
Windpotential, Energieertrag, Turbulenz Analysen,

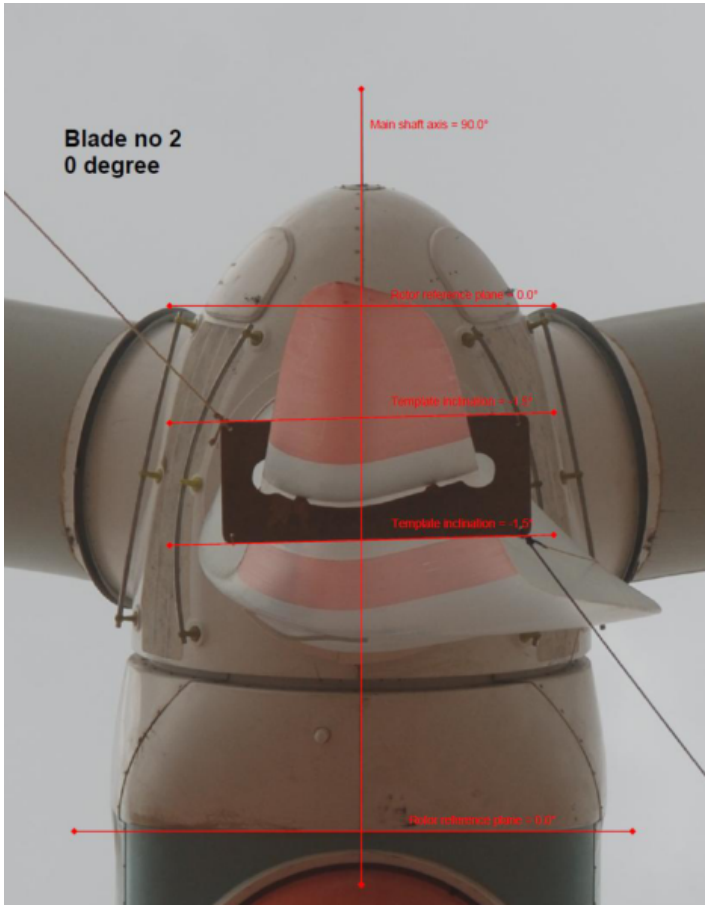
Wiederkehrende Prüfungen ,

Weiterbetriebnsprüfungen und

Blattwinkelmessungen

Blatteinstellung





Messtechnik

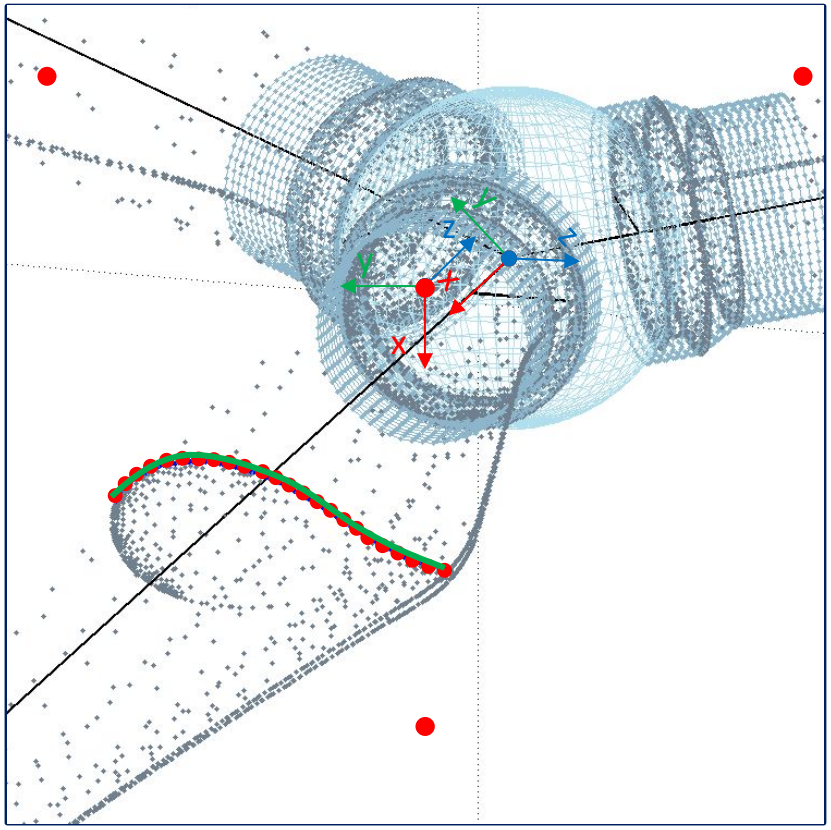
Leica Nova MS60 Multistation

- Erfassung von 3D Koordinaten durch Entfernungs- und Winkelmessung
- Reflektorlos bis 2000 m
- Genauigkeit von 2 mm bei < 500 m
- Genauigkeit von 0.00027 ° (0.3 mgon)
- Temperaturbereich -20 … +50 °C / IP65

Messprozedur

Messung

Auswertung vor Ort

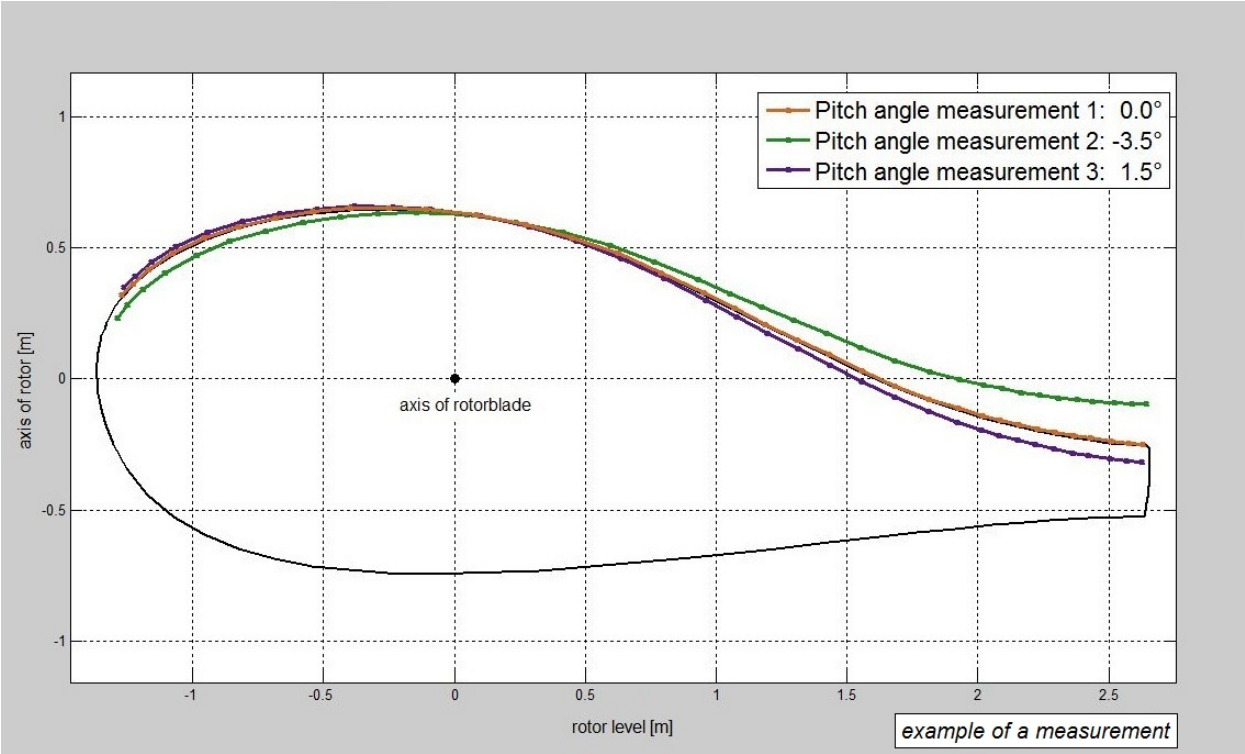


Ergebnis

Vergleich Soll-Ist-Profil

Unsicherheit von ± 0.1°

Korrektur notwenig



Erfahrungen

Seit 2014 über 1100 WEA vermessen

37 verschiedene Anlagentypen

Alt- und Neuanlagen

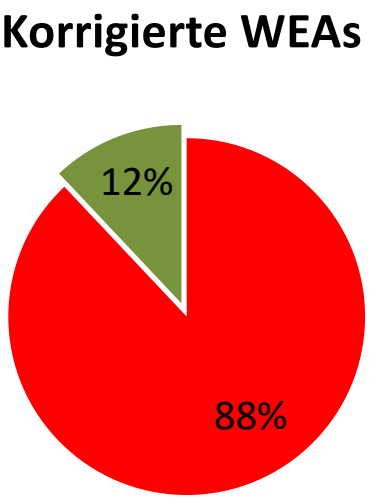
Unterschiedlichste Hersteller

Europa, Türkei, USA, Uruguay …

Statistiken

Erreichbare Messunsicherheit ± 0,1°

➢ Einstellung der Blätter ab ≥ 0.2° Abweichung



Abweichungen

WEA1

Beispiel:

Blatt 1: + 1.2°

Blatt 2: + 1.0°

Blatt 3: + 1.1°

- **Maximalabweichung = 1.2°**
- Aerod. Unwucht = 0.2°

WEA2

Beispiel:

Blatt 1: - 0.5°

Blatt 2: + 0.1°

Blatt 3: + 0.5°

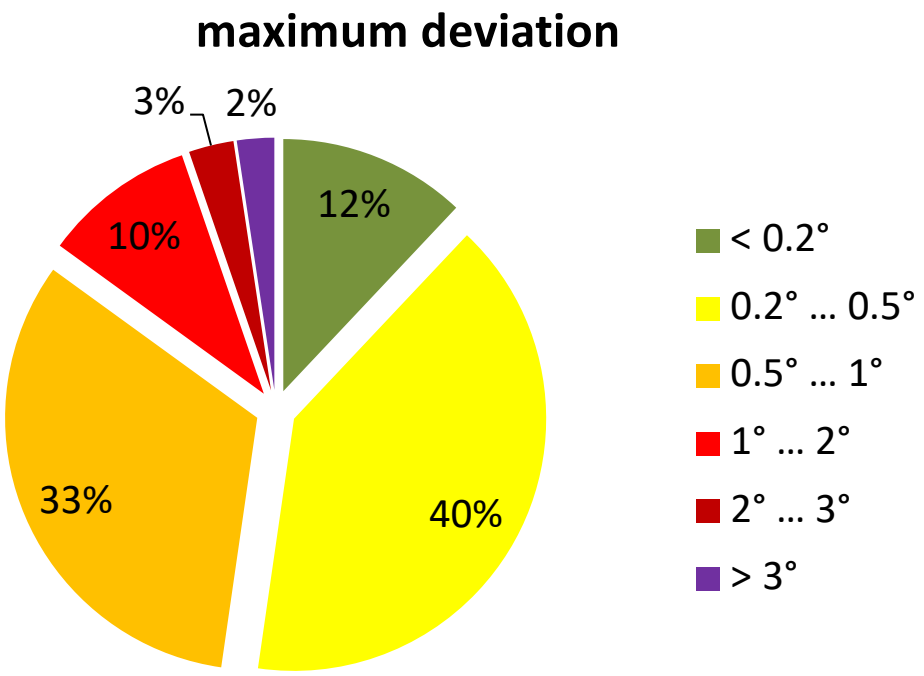
- Maximalabweichung = 0.5°
- **Aerod. Unwucht = 1.0°**

Maximalabweichung

12 % < 0.2° = ok

40 % < 0.5° ≈ ok

- 48 % mit Abweichungen > 0.5°

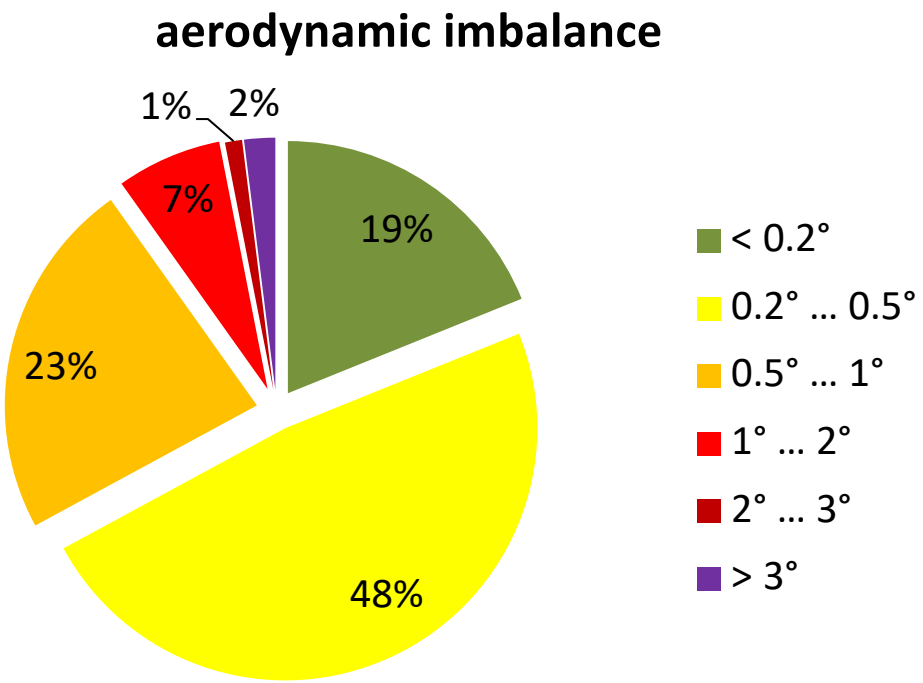


Aerod. Unwucht

19 % < 0.2° = ok

48 % < 0.5° ≈ ok

- 33 % mit Abweichungen > 0.5°



Auswirkungen

Aeroelastisches Simulationsmodell

Leistung: 3 MW wind turbine

Rotordurchmesser: 115 m

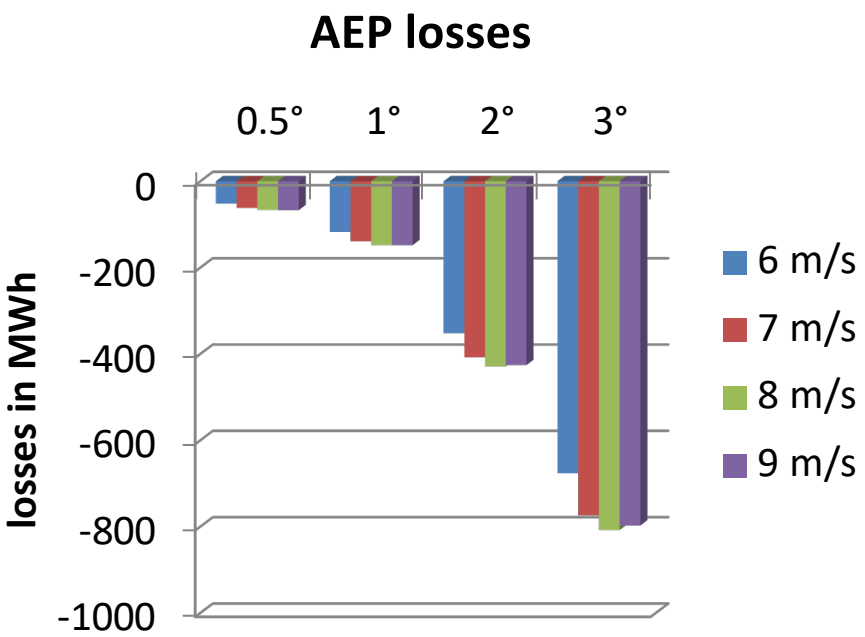
Nabenhöhe: 90 m

- Simulation mit verscheidenen Blattwinkelabweichnungen
- Auswertung der Ertragsverluste und Lasten

Ertragsverluste

Mittlere Jahreswind-
geschwindigkeit: 7 m/s

0.5°	->	62 MWh/a
1°	->	140 MWh/a
2°	->	410 MWh/a
3°	->	800 MWh/a

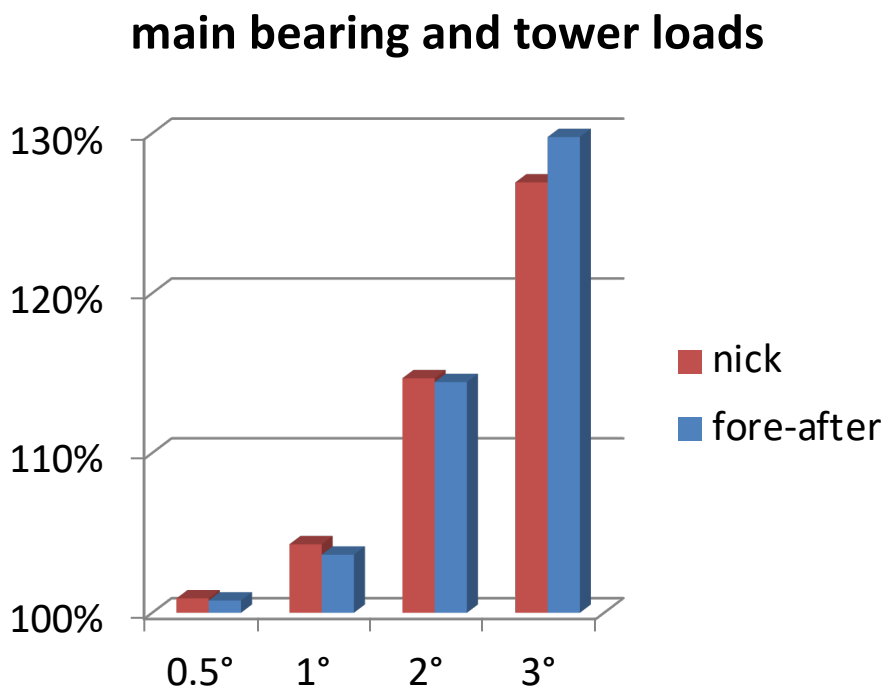


- Nichtlineares Verhalten

Lasten

Lasten durch aerod. Unwucht

0.5°	->	1 %
1°	->	4 %
2°	->	14 %
3°	->	30 %



➢ Nichtlineares Verhalten

Zusammenfassung

Minimierung - Ertragsverlusten

- Komponentenschäden (Pitchantriebe, Blattlager, Triebstrang) durch aerodynamische Unwucht
- Schallemission

Empfehlung: Messung vor Inbetriebnahme der WEA

Vielen Dank!