Reservice Betriebsführung GmbH

Windmessung, Optimierung und Analyse von Windenergieanlagen mittels Spinneranemometer – Erfahrungen aus Betriebsführungssicht

Vorstellung der Masterarbeit von Simon Hagen

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Mit freundlicher Unterstützung von:

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

DEUTSCHE WINDGUARD

Simon Hagen
ROMO Wind Deutschland GmbH
Simon Hagen war als Praktikant und Werkstudent bei Reservice tätig, wo wir gemeinsam die Idee für die Masterarbeit entwickelten und durchführten.
Nach dem erfolgreichen Masterabschluss war Herr Hagen bei Reservice als Ingenieur in der Betriebsführung tätig, bis er im Jahre 2017 zu ROMO Wind wechselte.

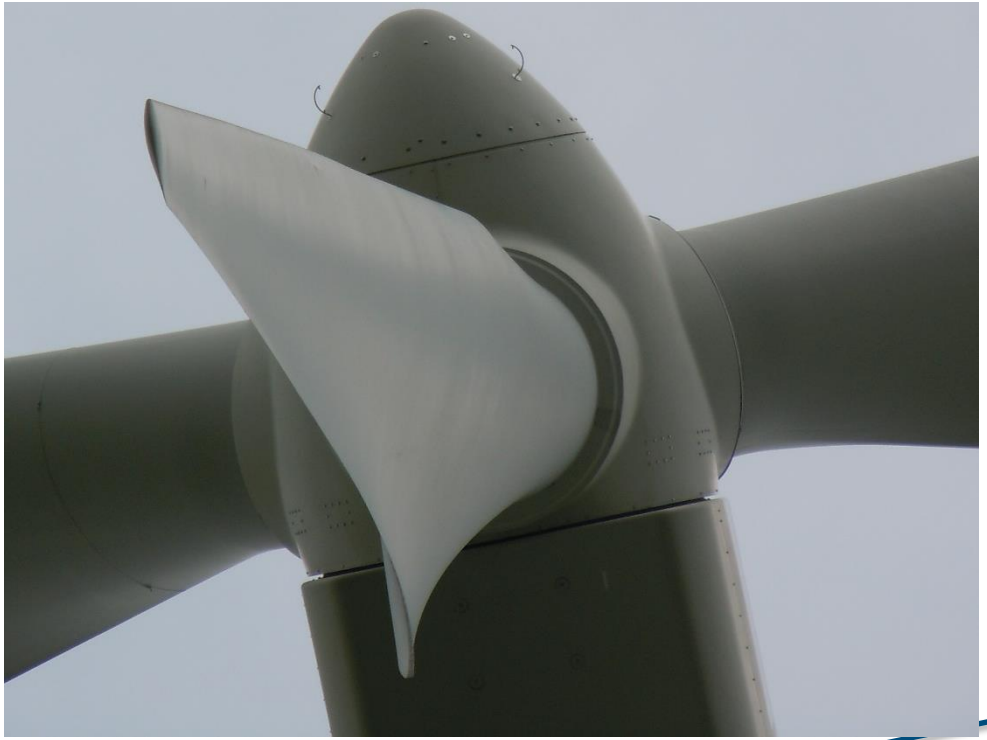
Gerhard Schirmacher
Reservice Betriebsführung GmbH
Reservice ist Anbieter für technische Betriebsführung von Windenergieanlagen
Wir haben unseren Sitz in Pinneberg am Hamburger Stadtrand, die von uns betreuten WEA befinden sich in Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Brandenburg, Thüringen und Nordrhein-Westfalen.
Neben den klassischen umfassenden Betriebsführungsverträgen zu einem Prozentsatz der Erträge bieten wir auch Basisverträge mit reduzierten Aufgabenbereichen zu günstigen Pauschalpreisen an.

Windmessung, Optimierung und Analyse von Windenergieanlagen mittels Spinneranemometer – Erfahrungen aus Betriebsführungssicht

Reservice Betriebsführung GmbH

Aufgaben-Stellung

- Marktübersicht und Technologievergleich (iSpin/Lidar/...)
- Vermessung einer V80 mitten im Windpark
- Erfassung der Windverhältnisse im Park
- Detektion der Gondelfehlstellung
- Leistungskurven-Vergleich vor und nach der Korrektur der Gondelfehlstellung



Der Standort

Reservice Betriebsführung GmbH

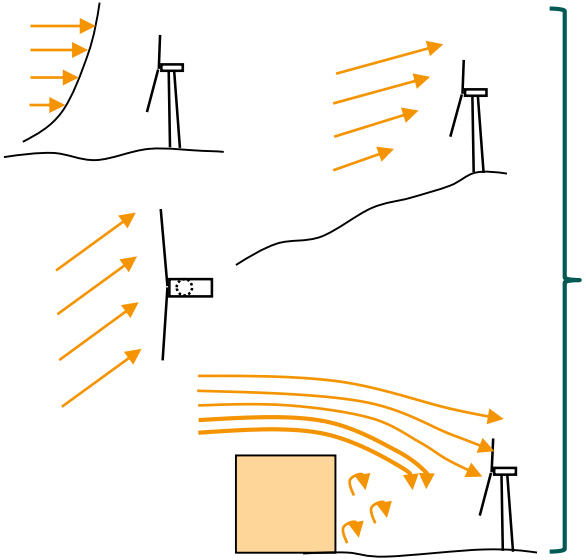
Standort:

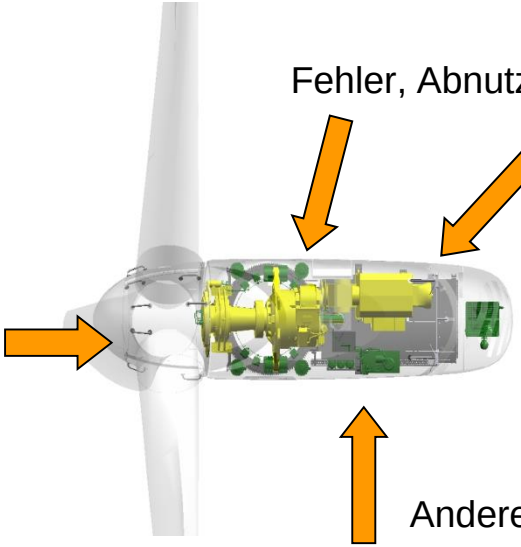
- WEA steht mitten im Windpark
- Nabenhöhe: 100m
- Nabenhöhen der umliegenden WEA: 78 – 120m
- Freier Sektor: nur im Osten

Was beeinflusst die Performance von Windenergieanlagen?

Reservice Betriebsführung GmbH

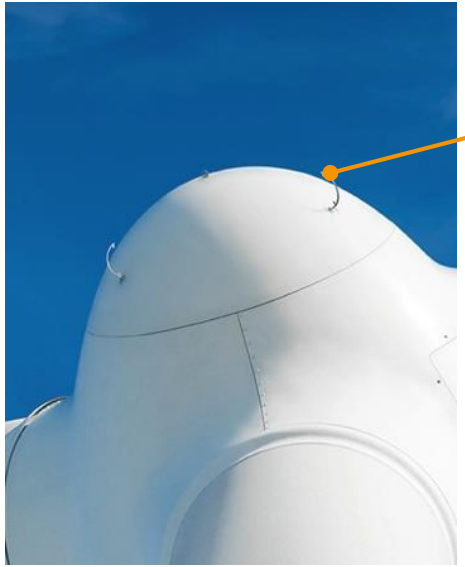
- Windgeschwindigkeit
- Turbulenzintensität
- Höhengradient
- Windscherung
- Vertikale-Anströmrichtung
- Fehlausrichtung
- Luftdruck
- Lufttemperatur
- Feuchtigkeit
- Nachlauf

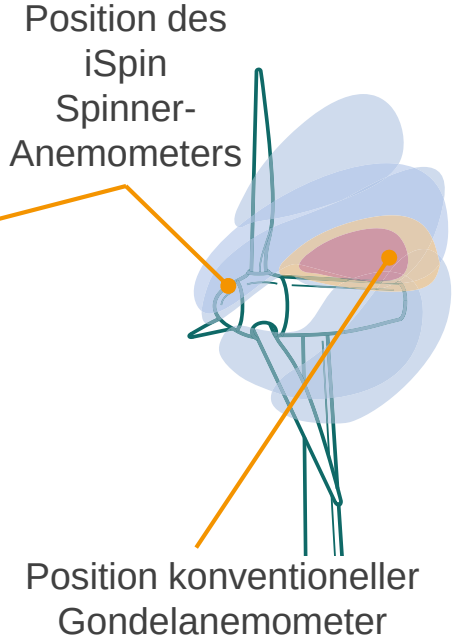


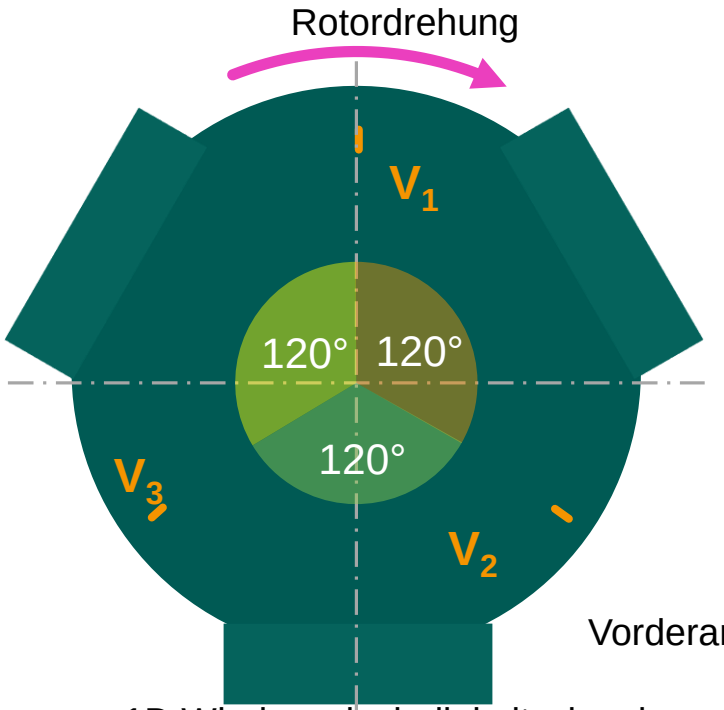


+ Wartung und Instandsetzung
+ Umweltauflagen etc.

Das Messgerät







$v_{1,2,3}$ = 1D Windgeschwindigkeitssignal

Korrektur der Gondelfehlstellung

Reservice Betriebsführung GmbH

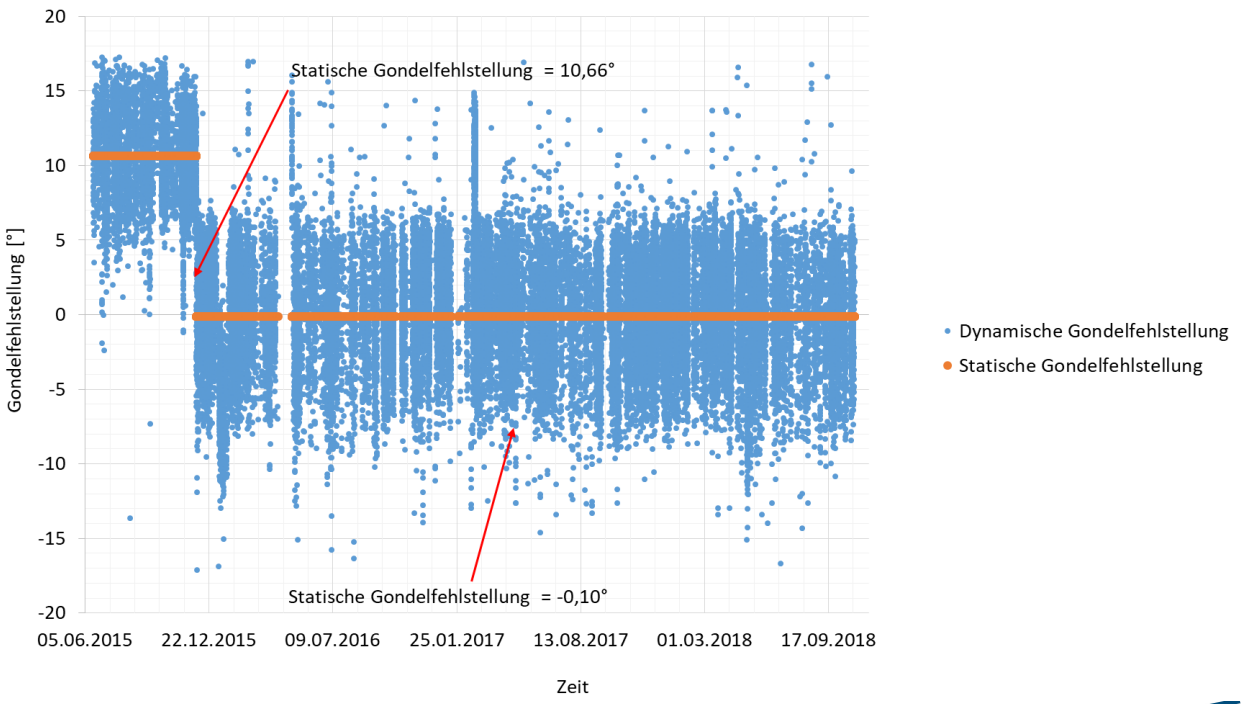
Statische Gondelfehlstellung:

- entspricht dem mittleren Fehlstellungswinkel

Dynamische Gondelfehlstellung:

- Ist die Schwankung bzw. Standardabweichung um die statische Gondelfehlstellung.

Theoretischer Ertragsgewinn bei 10,66 Grad entsprechend cos²-Ansatz: **3,6 %**

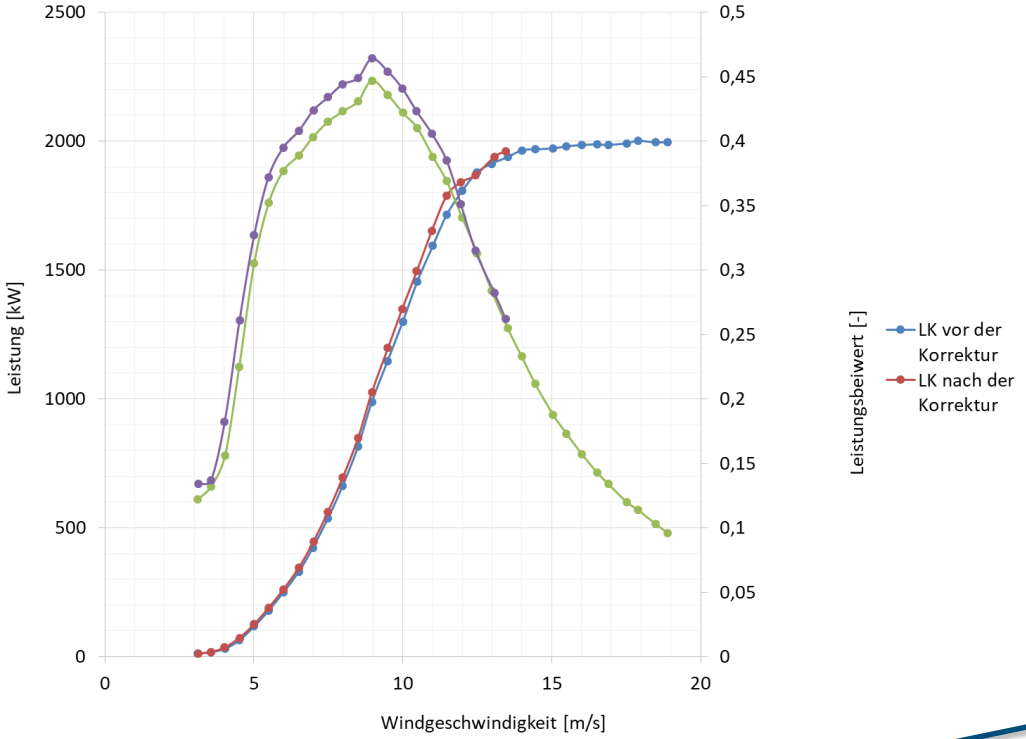


Leistungskurven-Vergleich

Reservice Betriebsführung GmbH

Vergleich des Leistungsverhaltens zweier gleicher Jahreszeiten vor und nach der Korrektur

- Erste Messperiode: 11.06.2015 bis 01.12.2015
- Zweite Messperiode: 11.06.2016 bis 01.12.2016



Ertragsteigerung

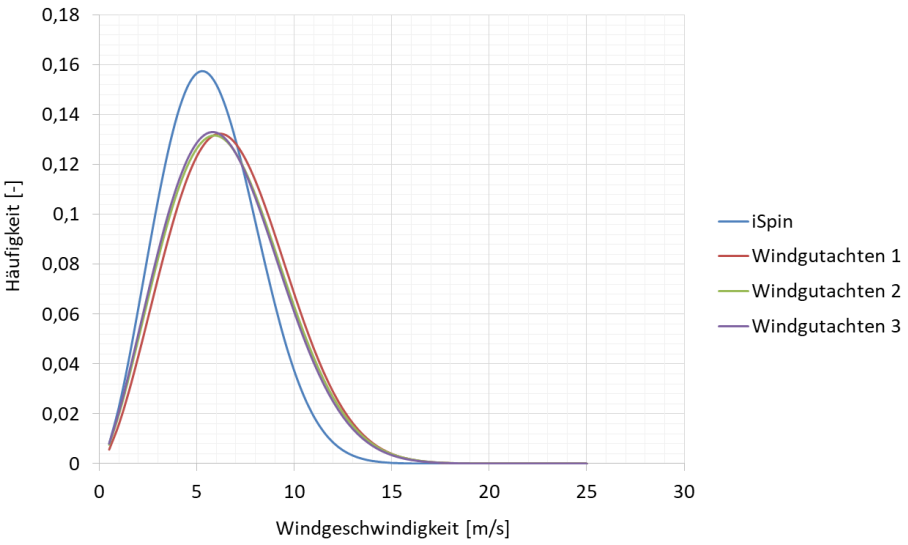
Reservice Betriebsführung GmbH

JAHRES-WINDGESCHWINDIGKEIT (RAYLEIGH) [M/S]	EXTRAPOLIERTER AEP VOR DER KORREKTUR [MWH]	EXTRAPOLIERTER AEP NACH DER KORREKTUR [MWH]	AEP MEHRERTRAG [%]	MEHRERTRAG [EURO]
4	1159	1222	5,44	5481
5	2384	2491	4,49	9309
6	3879	4022	3,69	12441
6,5	4669	4826	3,36	13659
7	5433	5596	3,00	14181
8	6899	7062	2,36	14181
9	8190	8340	1,83	13050
10	9255	9385	1,40	11310
11	10073	10178	1,04	9135

Weibull-Verteilung nach 3 ½ Jahren Messung

Reservice Betriebsführung GmbH

	Mittlere Windgeschwin-digkeit [m/s]	A [m/s]	k [-]
iSpin	5,43	6,45	2,52
Windgutachten 1	6,8	7,6	2,49
Windgutachten 2	6,5	7,4	2,39
Windgutachten 3	6,5	7,3	2,38

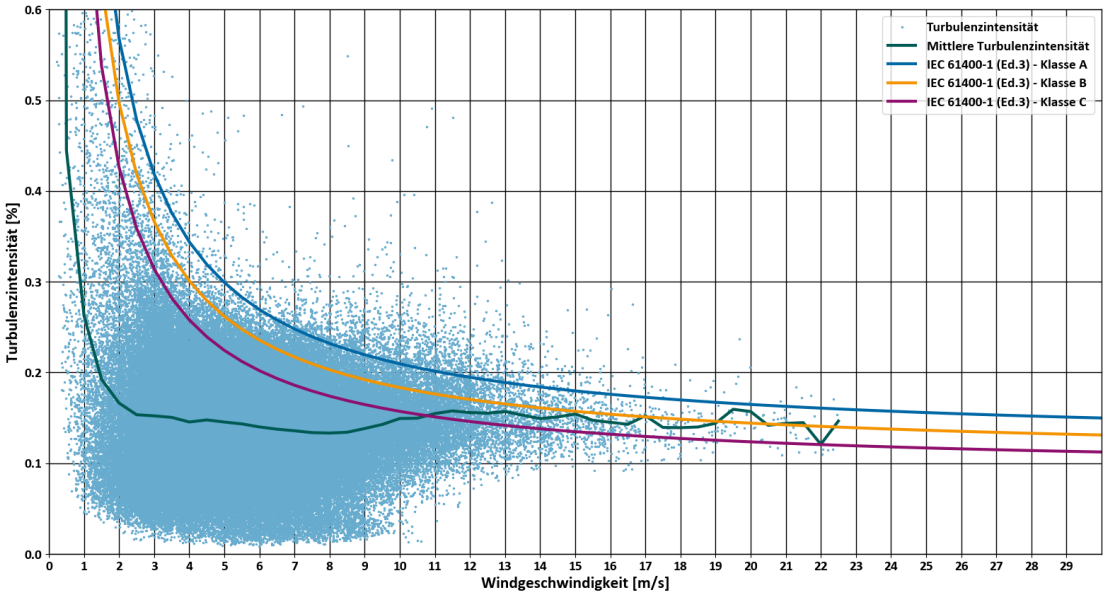


Turbulenzintensität am Standort

Reservice Betriebsführung GmbH

Die Turbulenzintensität im Windpark:

- Trotz der zentralen Position liegt die Turbulenzintensität (TI) deutlich unter der Errichtungsklasse (A)
- Ein Windgutachten prognostizierte eine effektive TI von 16,8 %
- Ermittelte effektive TI nach 3 ½ Jahren Messung: 14,53 %
- Die geringere TI hat positive Auswirkungen auf die Lebensdauer-Berechnung für den Weiterbetrieb nach 20 Jahren.



Fazit

Reservice Betriebsführung GmbH

- Eine signifikante Gondelfehlstellung von 10.6° wurde mittels iSpin festgestellt **und** daraufhin korrigiert
- Der theoretische Ertragszuwach von 3,6 % infolge der Fehlausrichtungskorrektur konnte mittels eines Leistungsvergleiches zweier aufeinanderfolgender Jahre mit einem Wert von 3,36 % bestätigt werden
- Die mit iSpin über 3 ½ Jahre gemessene Windverteilung weicht deutlich von dem Standortgutachten ab
- Die effektive Turbulenzintensität liegt mit 14,53 % deutlich unterhalb der prognostizierten von 16,8 %. Dies sollte sich positiv auf die zu erwartende Restlebensdauer auswirken.
- Seit der Masterarbeit wurden weitere WEA in diesem Windpark mit iSpin-Systemen ausgerüstet.
- Reservice betreut auch andere iSpin-Installationen in Deutschland und Frankreich. Nähere Informationen dazu im Forum 5 (heute um 12:45 Uhr).

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!