

## Spinneranemometer in der Praxis

Dipl.-Ing. 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

In diesem Vortrag möchten wir über unsere Erfahrung mit ROMO iSpin und  
vergleichbaren Geräten berichten



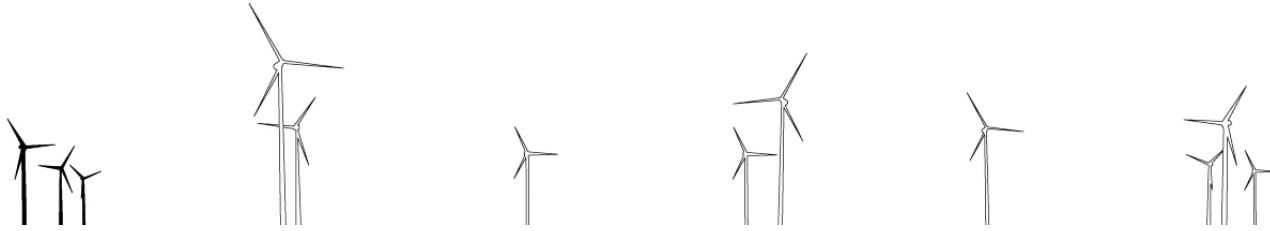
Reservice Betriebsführung GmbH

Osterholder Allee 2  
25421 Pinneberg

Tel: 04101 85482-80  
Fax: 04101 85482-89

Gerhard Schirmacher  
Geschäftsführer

Tel: 04101 85482-81  
Mobil: 0160 35 11 609  
Email: [gs@reservice.de](mailto:gs@reservice.de)



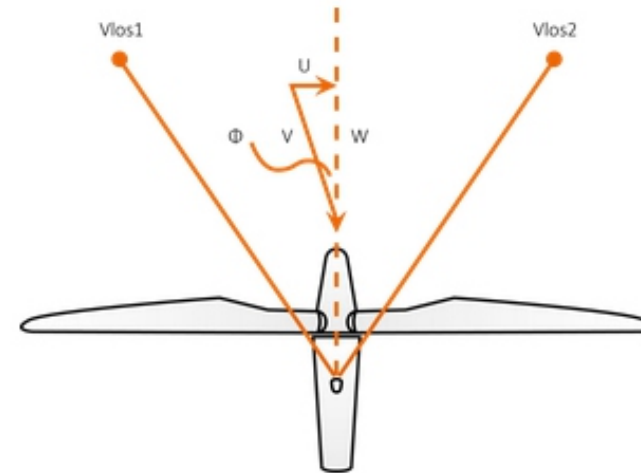
## Seit 2015 haben wir Maschinenhaus-Windmessungen eingesetzt

- um unabhängige Windmessdaten zu erhalten
- um Optimierungspotentiale für die Betreiber zu erschließen bzw. Ertragseinbußen aufzuspüren

### Lidar „WindEYE“ von Windar Photonics



Maschinenhaus Lidar Windar Photonics „WindEYE“

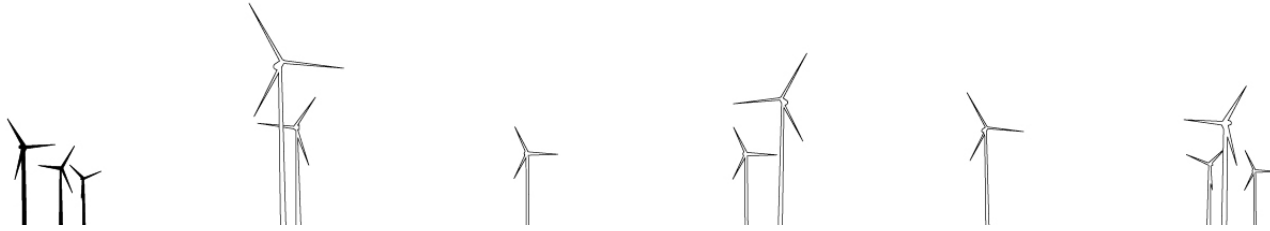


Die Messpunkte befinden sich ca 60 m vor dem Rotor

-das entspricht bei 7,5 m/s 8 Sekunden

-bei 20 m/s 3 Sekunden

Quelle: Windar Photonics

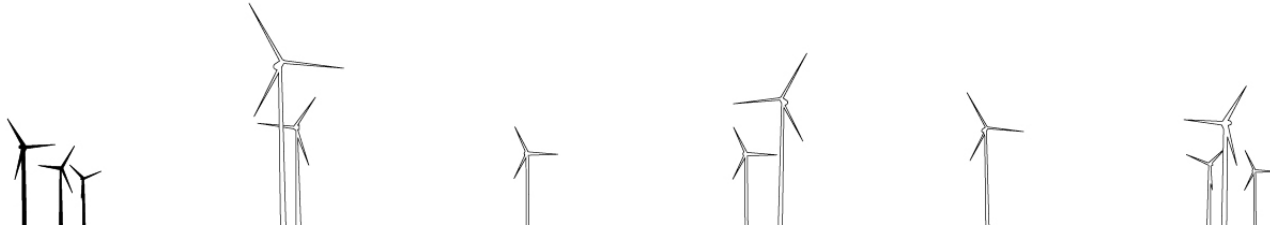


## Spinneranemometer iSpin von ROMOWind



ROMO Wind „iSpin“  
an einer Vestas V80

Foto: Simon Hagen



## Gondelfehlstellung (yaw-misalignment)

Der am einfachsten zu messende und am leichtesten zu korrigierende Fehler ist die Gondelfehlstellung „Yaw-Misalignment“, also der statische Fehler der Windmessung, der eine Schrägstellung des Rotors zur Windrichtung hervorruft

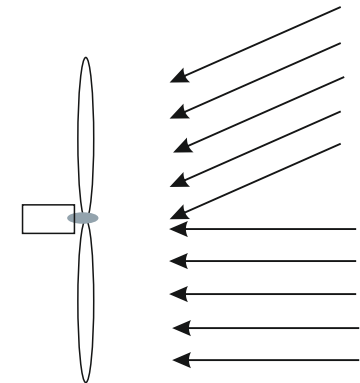
Eine Gondelfehlstellung führt zu Mindererträgen.  
Das Ausmaß dieser Mindererträge ist jedoch nicht leicht zu quantifizieren  
Der von ROMO Wind und Garrad Hassan aus der Geometrie abgeleitete Ansatz ist „Cos<sup>2</sup>“ :

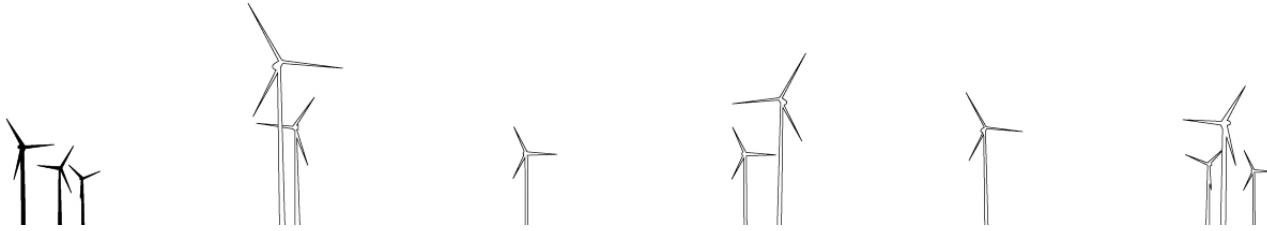


Energy with yaw misalignment =  $\cos^2(\gamma)$  \* Energy without yaw misalignment

Optimization potential =  $(1 - \cos^2(\gamma))$  \* Energy without yaw misalignment

$$= \frac{1 - \cos^2(\gamma)}{\cos^2(\gamma)} * \text{Energy with yaw misalignment}$$





## Quantifizierung der Ertragsgewinne bei Korrektur der Fehlstellung

→ **Wie hoch ist der Ertragsgewinn durch eine Korrektur der statischen Fehlstellung in der Praxis?**

### **Masterarbeit von Simon Hagen**

*„Windpark- Ertragsoptimierung und Windverhältnisanalyse anhand Windmessungen mittels Spinneranemometer“*

Betreuung: Prof. Dr.-Ing. Rainer Stank und Dipl.-Ing. Gerhard Schirmacher

die Masterarbeit wurde unterstützt durch:

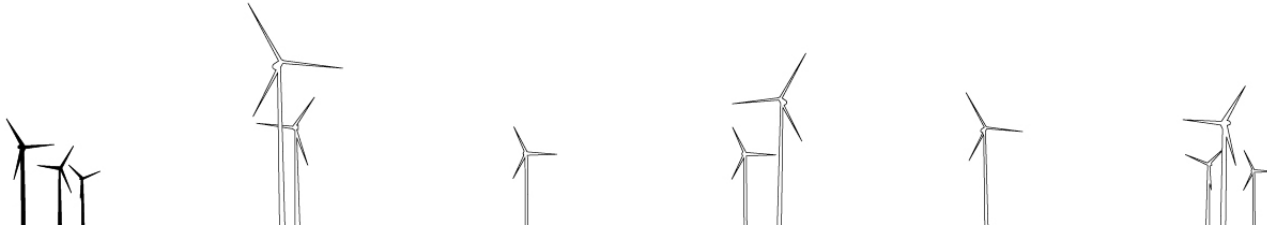
  
DEUTSCHE  
**WINDGUARD**

  
ROMO WIND  
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

*Hamburg University of Applied Sciences*

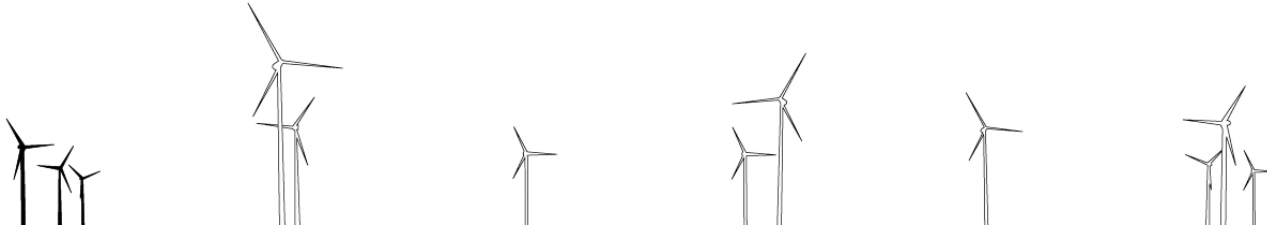


## Brandenburg Vestas V80 10,6° Fehlstellung

### Örtliche Verhältnisse

- Standort mitten im Windpark
- Nabenhöhe 100 m
- Nabelhöhen der umliegenden WEA 78 -100 m
- freier Sektor nur im Osten
- Auswertung als Vorher- Nachher Messung





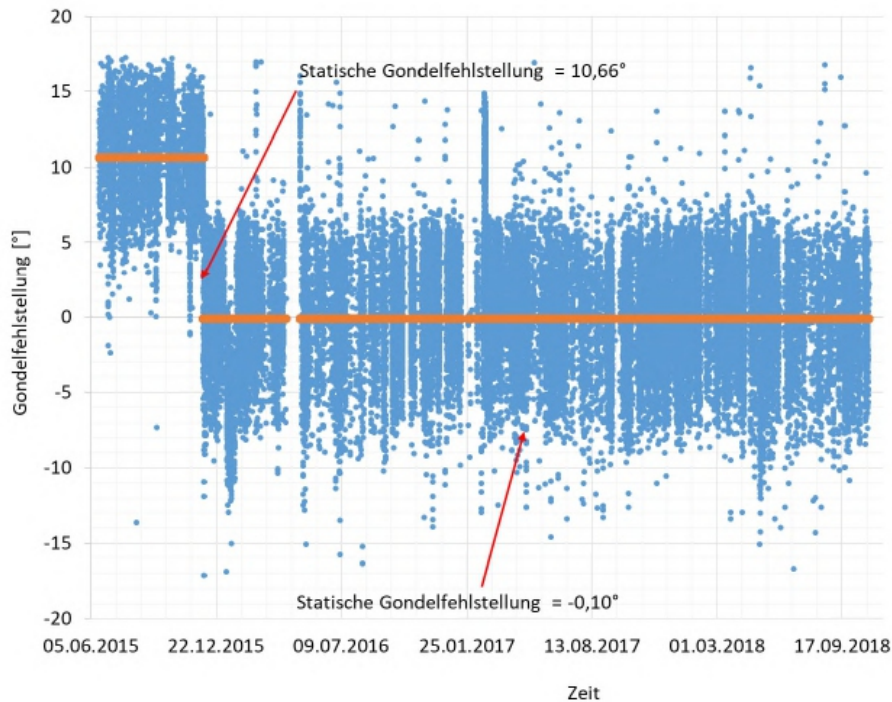
Die Auswertung erfolgte als Vorher-Nachher Versuch

Wegen der „schlechten“ 10-Min. Daten des Vestas/Oltec SCADA Systems musste auf 30s-Daten aus dem vorhandene Quantec-System zurück gegriffen werden

Vorher-Nachher Versuch, theoretischer Ertragsgewinn bestätigt

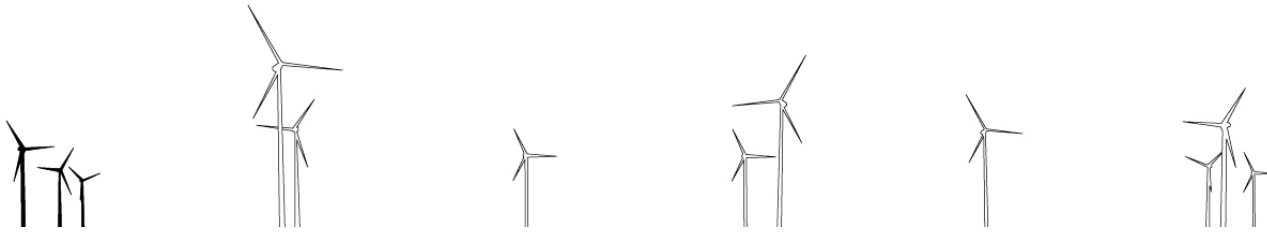
Die Messungen benötigt eine sehr lange Messzeit für verlässliche Ergebnisse (+1Jahr)

Die Datensammlung und Auswertung wurde nach 2016 fortgeführt



theoretischer Gewinn ( $\cos^2$ ) 3,6 %

gemessener Gewinn 3,5 %

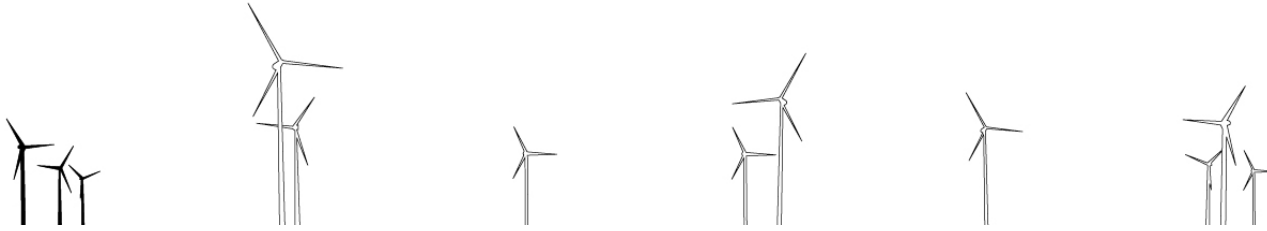


Ort	Nr	Typ		Fehler	% ( <u>cos<sup>2</sup></u> )	% <u>Ausw.</u>
Thüringen	Wu07	V90	Seit 07/2018	0,7	0,0	
Thüringen	Wu05	V90	Seit 07/2018	3,1	0,3	
Frankreich	E5	MM92	Seit 05/2016	4,2	0,5	
Brandenburg	W07	V80	Seit 2019	4,3	0,6	
Frankreich	B1 ( <u>Lidar</u> )	V100	Seit 2016	5,0	0,9	
Brandenburg	W02	V80	Seit 2019	6,6	1,3	
Brandenburg	W09	V80	Seit 01/2018	6,8	1,4	
Brandenburg	W05	V80	Seit 01/2018	6,9	1,4	
Brandenburg	W10	V80	Seit 02/2017	7,2	1,6	
Frankreich	E1 ( <u>+Lidar</u> )	MM92	Seit 06/2015	7,9	1,9	
Brandenburg	W03	V80	Seit 01/2018	8,2	2,1	
Frankreich	E6	MM92	Seit 05/2018	8,2	2,0	
Brandenburg	W04	V80	Seit 01/2018	8,4	2,2	
Brandenburg	W08	V80	Seit 01/2018	8,5	2,2	
Frankreich	E3	MM92	Seit 05/2018	8,9	2,4	
Brandenburg	W01	V80	Seit 01/2018	10,5	3,4	
Brandenburg	W12	V80	Seit 06/2015	10,6	3,6	3,5
Frankreich	E4	MM92	Seit 05/2018	13,9	5,4	
Frankreich	E2	MM92	Seit 05/2016	19,5	9,3	4,4

Beobachtete  
 Gondelfehlstellung  
 bei verschiedenen  
 WEA

Optimierungspotenzial nach  
 cos<sup>2</sup>-Formel





# Quantifizierung der Ertragsgewinne bei Korrektur der Fehlstellung

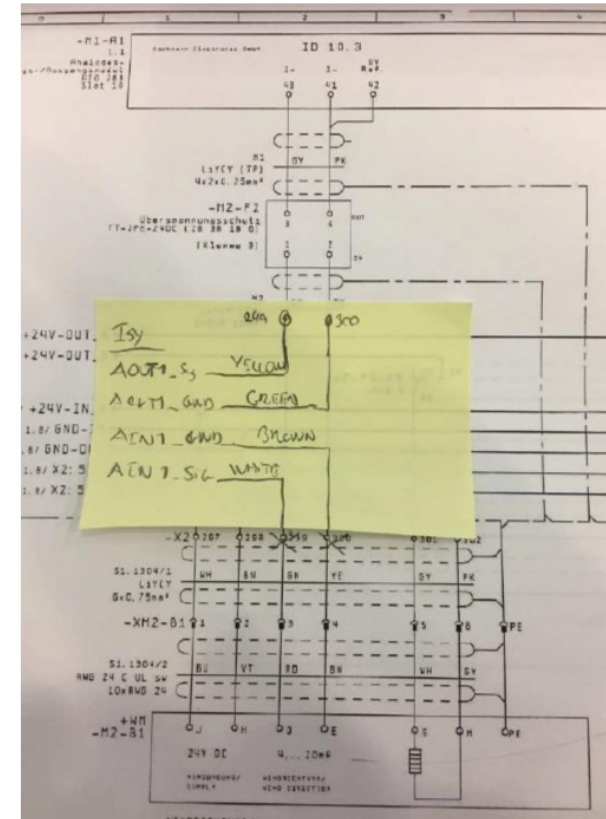
## Frankreich Senvion MM92

gemessen wurde 2016 an der E2 mittels iSpin eine Fehlstellung von  $19,5^\circ$

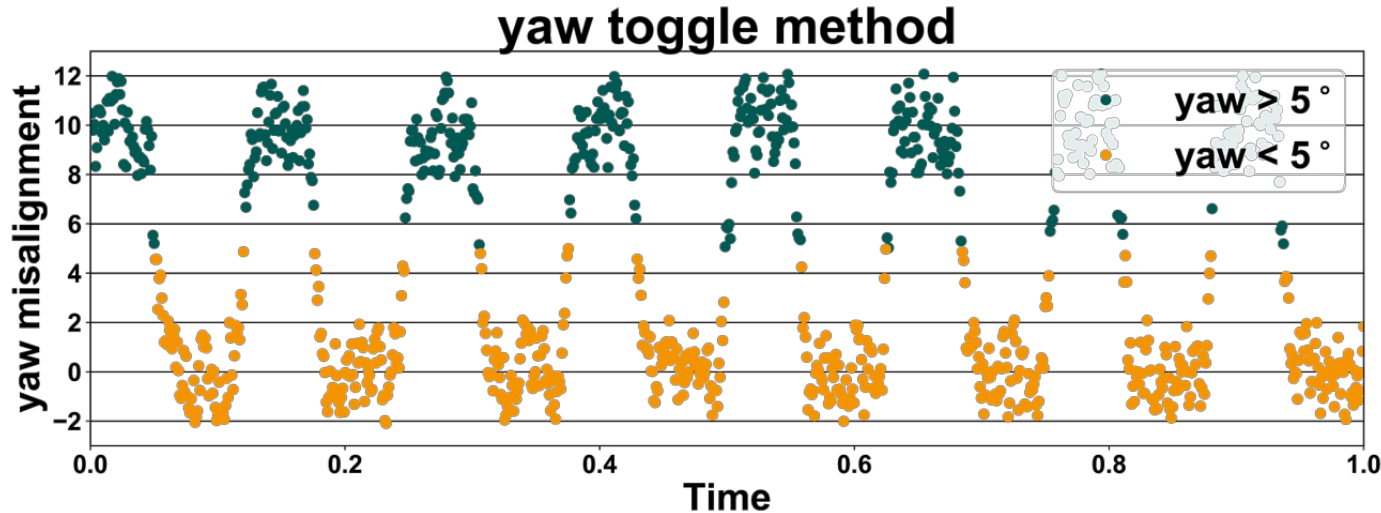
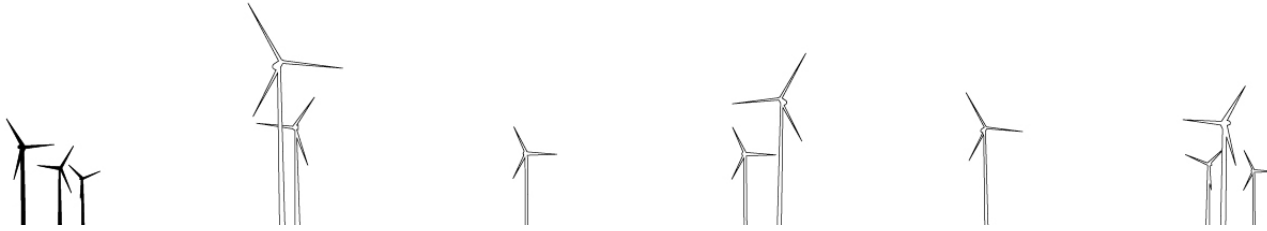
Wegen fehlendem Zugriff auf die Steuerung konnte die Fehlstellung nicht korrigiert werden

es sollte daher die gemessene Windrichtung für die Steuerung der WEA benutzt werden

Um die Auswirkungen zu untersuchen, wurde die Quelle der Daten stündlich zwischen Anemometer und iSpin hin- und hergeschaltet



Die Installation wurde vor Ort an die Steuerung MM92 angepasst, die Daten werden im SCADA System protokolliert  
Abb: ROMOWind



Stündliche Umschaltung  
zwischen den Datenquellen  
Abb: ROMOWind

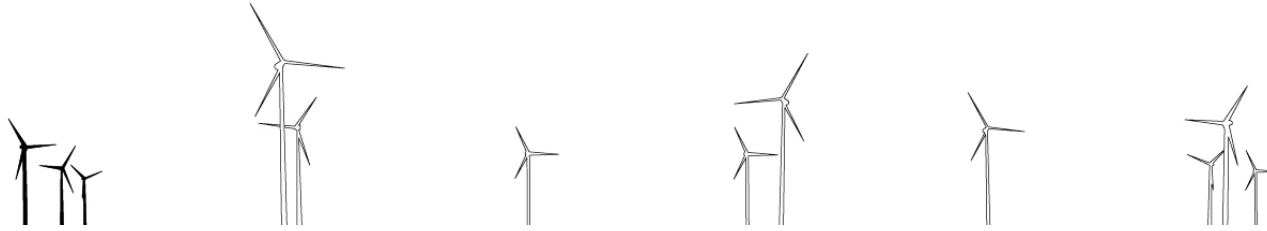
Die Schaltzustände wurden für die Auswertung protokolliert  
und durch ein unabhängiges Büro ausgewertet.

Es ergab sich eine Ertragsverbesserung von 4,4%

Die Verbesserung ist geringer, als die durch die  $\text{Cos}^2$  Beziehung erwartete Verbesserung  
von 9,3%

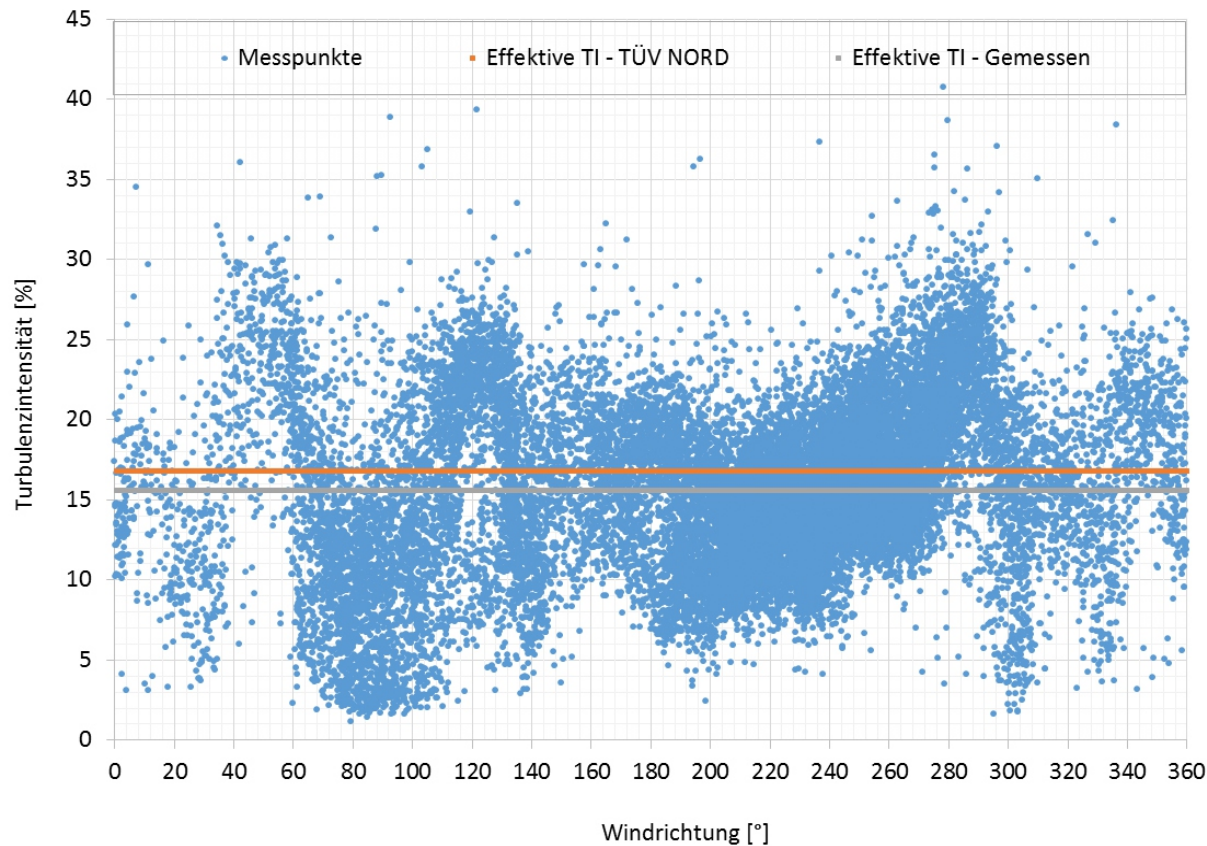
Möglicherweise ist die sehr konservative Yaw-Steuerung von Senvion dafür  
verantwortlich

Da die Ergebnisse strittig geblieben sind, wurde mittlerweile eine weitere Untersuchung  
begonnen. Unabhängige Winddaten werden mit einem Lidar „WindIRIS“ aufgenommen,  
Ergebnisse der Untersuchung liegen noch nicht vor



## Turbulenzmessung - Betriebslasten

Die Turbulenz am Standort lässt sich mit iSpin direkt messen  
im Windpark in Brandenburg liegt die gemessene Turbulenz deutlich unter  
der Prognose aus dem Windgutachten, obwohl seit dem Gutachten ein  
weiterer Zubau an WEA stattgefunden hat

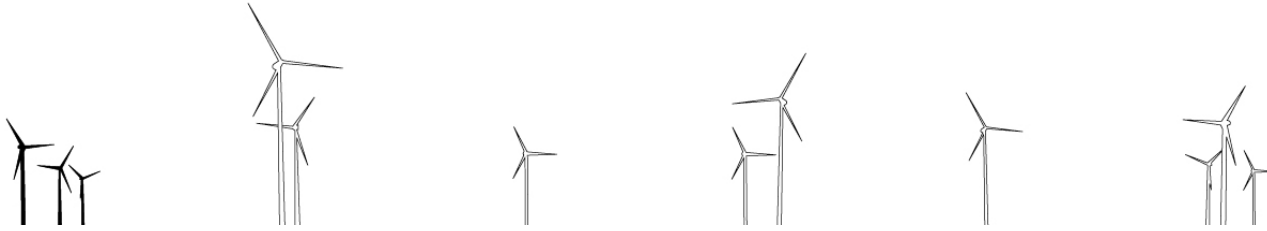


gemessene Turbulenzintensität für eine  
Vestas V80 über die Windrichtung 0°-360°

orangene Linie: Prognose aus dem  
Gutachten 16,8%

graue Linie: gemessener Mittelwert 14,5%

die geringere gemessene Turbulenz kann zu  
einer längeren rechnerischen Lebensdauer  
der Komponenten führen  
(Weiterbetrieb)



## Einbindung in Wonder 3.0

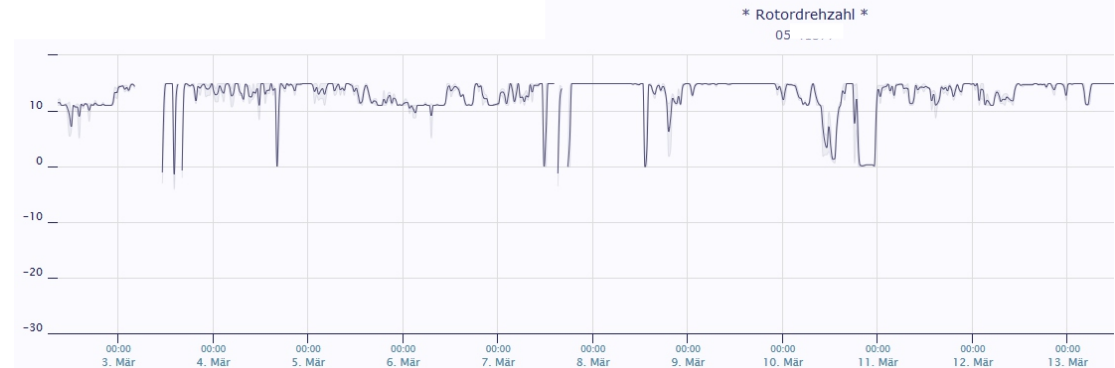
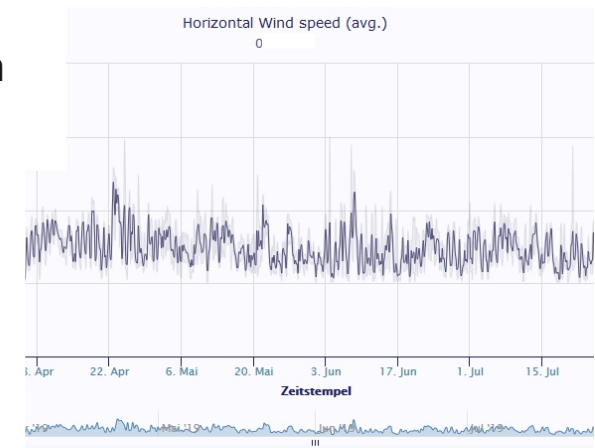
Die mit iSpin gemessenen Daten wurden für zwei deutsche Projekte in unsere Betriebsführungssoftware Wonder 3.0 der deutschen Windguard eingebunden

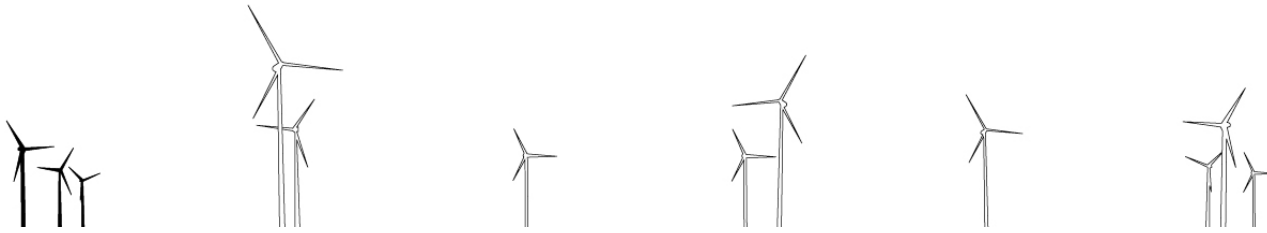
Die iSpin Daten werden dabei automatisch aus dem ROMO System geladen und als 10-Min Daten parallel zu den SCADA Daten im System abgelegt

Schnelle und einfache Auswertungen werden so auch mit iSpin Daten möglich

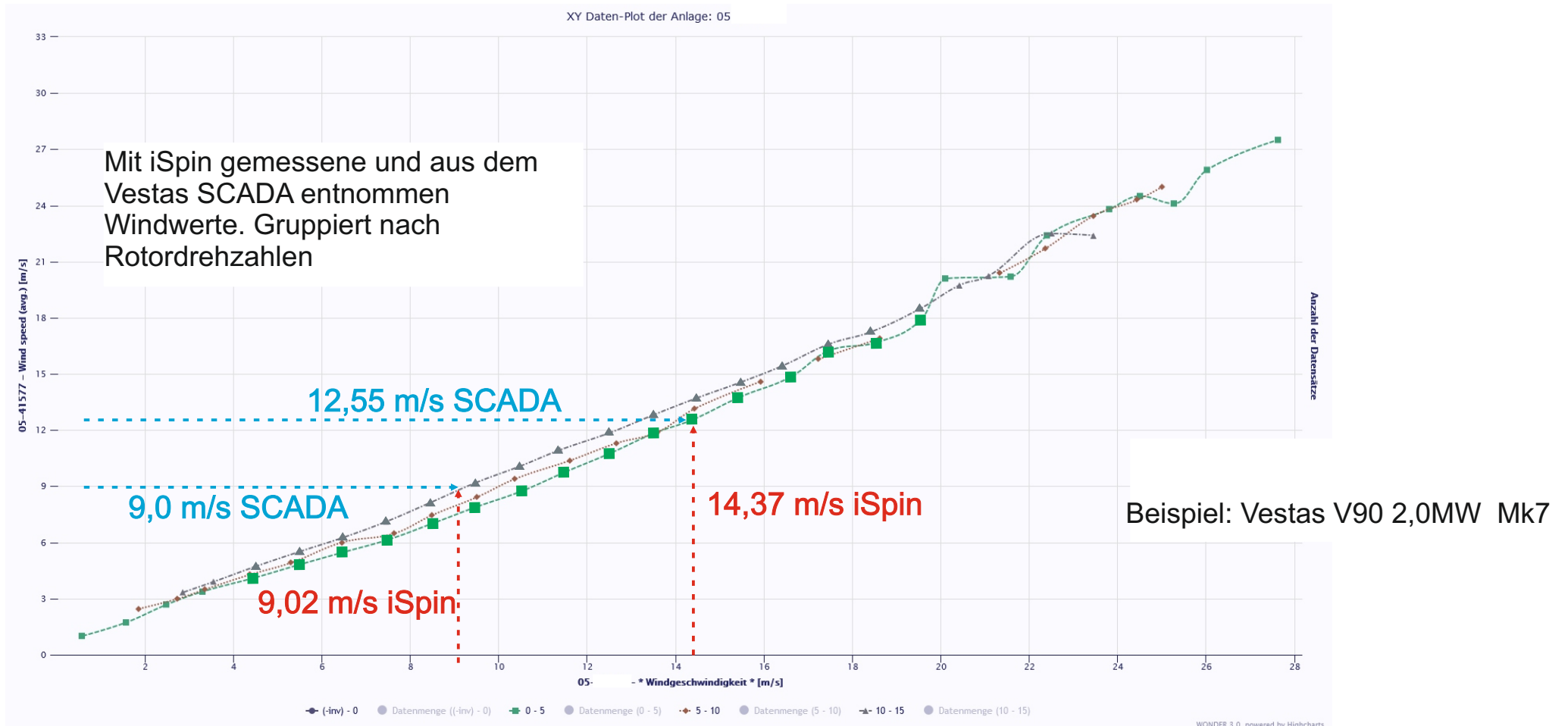
Berechnungen von Ausfallentschädigungen oder NSM-Abrechnungen sind unter Wonder 3.0 mit Verwendung der neuen Daten möglich

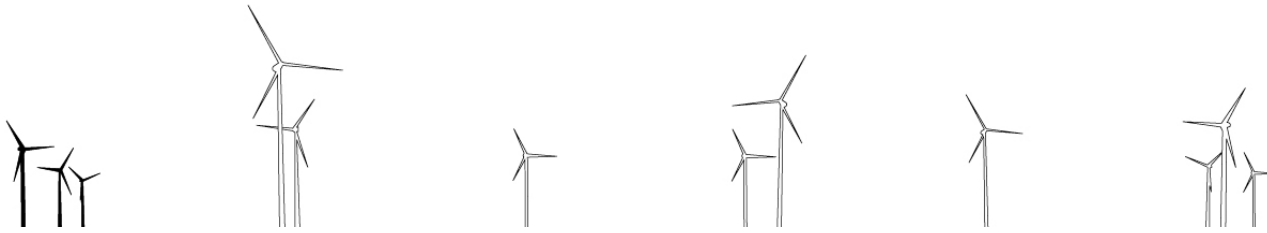
Bei den Auswertungen aufgefallen sind die Unterschiede in den Windmessungen zwischen Betrieb und Stillstand



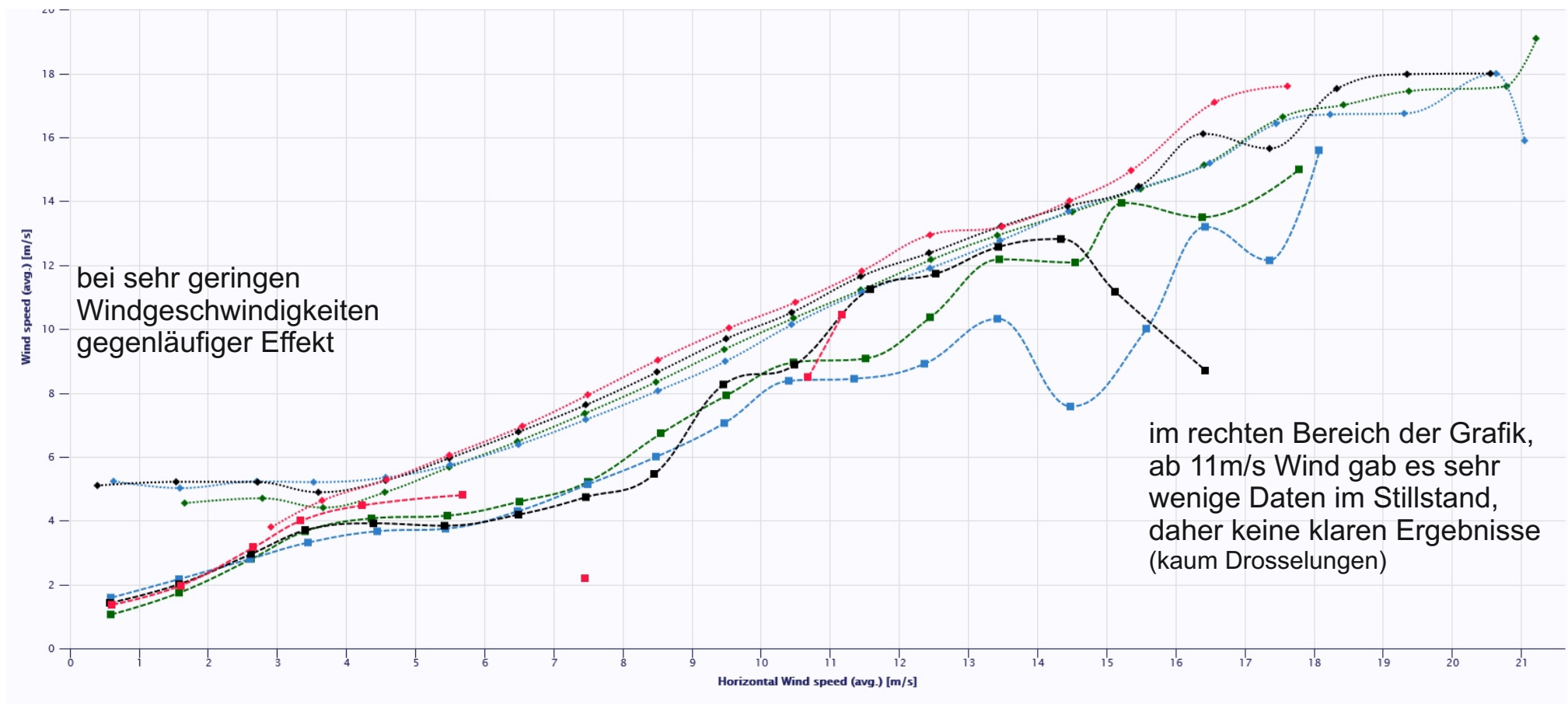


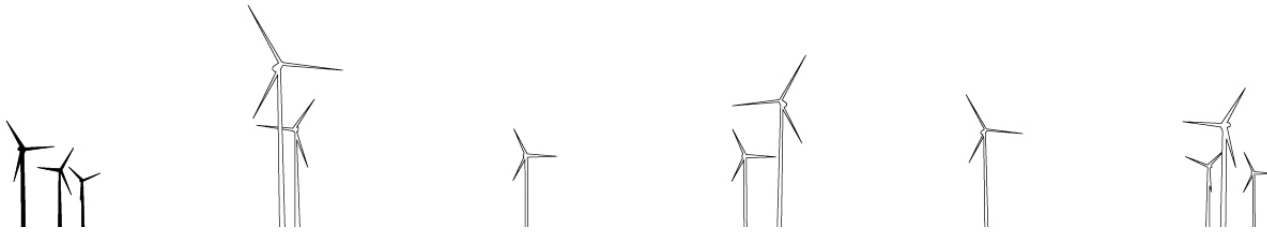
## Manche WEA-Typen messen unterschiedliche Windgeschwindigkeiten im Betrieb und im Stillstand





Dieser Geschwindigkeitsunterschied lässt sich auch bei anderen WEA Typen beobachten, hier an 4 Vestas V80





Name	Bemerkungen	Ursprung	Von	Bis	Dauer	Vorgabe [...]	Vorgabe [...]	Spitz. Ausfall [kWh]	Pausch. Ausfall [kWh]	Entschädigung [€]	Selbstbehalt [€]	Buchu...	10-Mi...	Re.-Nr.
2018-99793.1-03	Anemometer Vestas (Kein iSpin)	alles	05.04.2018 20:46	06.04.2018 01:59	05:13	0%	-	8.749	14.823	0,00 €	0,00 €		<input checked="" type="checkbox"/>	
2018-99086.1-14	mit iSpin Daten	alles	19.11.2018 12:33	20.11.2018 11:47	23:14	0%	-	91.989	82.848	0,00 €	0,00 €		<input checked="" type="checkbox"/>	
TEN20190010	mit iSpin Daten	alles	26.04.2019 09:46	26.04.2019 12:16	02:30	0%	0	4.485	2.687	0,00 €	0,00 €		<input checked="" type="checkbox"/>	

<b>Entschädigung nach Leistungsgewichtung der einzelnen Erzeugereinheiten</b>			
EEG-Schlüssel	Gewichtung im Park	Ausfallarbeit gewichtet [kWh] (iSpin)	Ausfallarbeit gewichtet [kWh] (Anemometer)
05-	50,00%	2.242,66	1.373,45
07-	50,00%	2.242,66	1.373,45
<b>Summe</b>		<b>4.485,33</b>	<b>2.746,91</b>

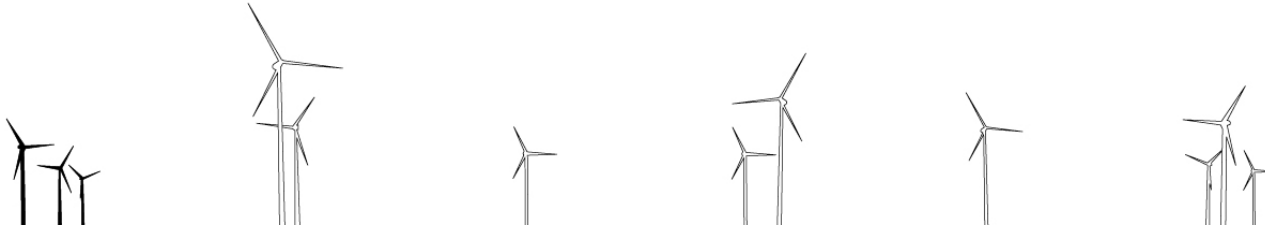
**63,29 %**

<b>Entschädigung nach Leistungsgewichtung der einzelnen Erzeugereinheiten</b>			
EEG-Schlüssel	Gewichtung im Park	Ausfallarbeit gewichtet [kWh] (iSpin)	Ausfallarbeit gewichtet [kWh] (Anemometer)
05-	50,00%	45.994,50	41.779,29
07-	50,00%	45.994,50	41.779,29
<b>Summe</b>		<b>91.989,00</b>	<b>83.558,59</b>

**10,09 %**

**Beispiel EEG Abrechnung**  
mit Wonder 3.0 (NSM)  
in 2019 gab es nur zwei  
Drosselungen an den WEA  
in beiden Fällen ergaben die  
Probeabrechnungen mit iSpin-  
Winddaten eine höhere  
Entschädigung als bei  
Verwendung der SCADA  
Winddaten



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Reservice Betriebsführung GmbH

Osterholder Allee 2  
25421 Pinneberg

Tel: 04101 85482-80  
Fax: 04101 85482-89

Gerhard Schirmacher  
Geschäftsführer

Tel: 04101 85482-81  
Mobil: 0160 35 11 609  
Email: [gs@reservice.de](mailto:gs@reservice.de)