ROMO WIND

WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

Spreewindtage 2018, Forum 5
Harald Hohlen, ROMO Wind

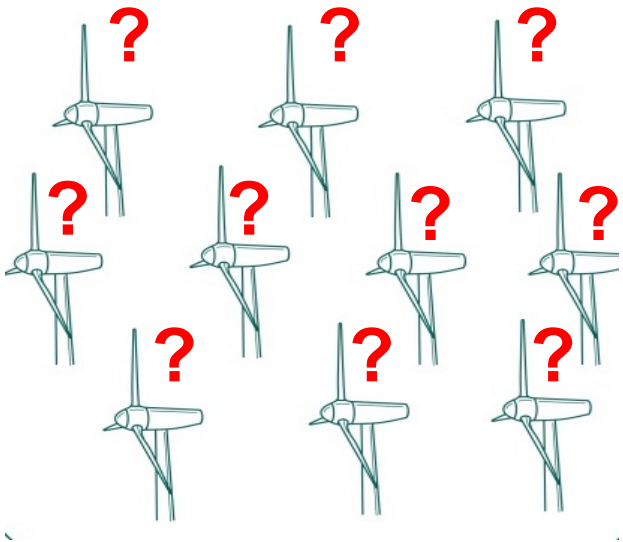
Ganzheitliche Betrachtung von Windparks

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

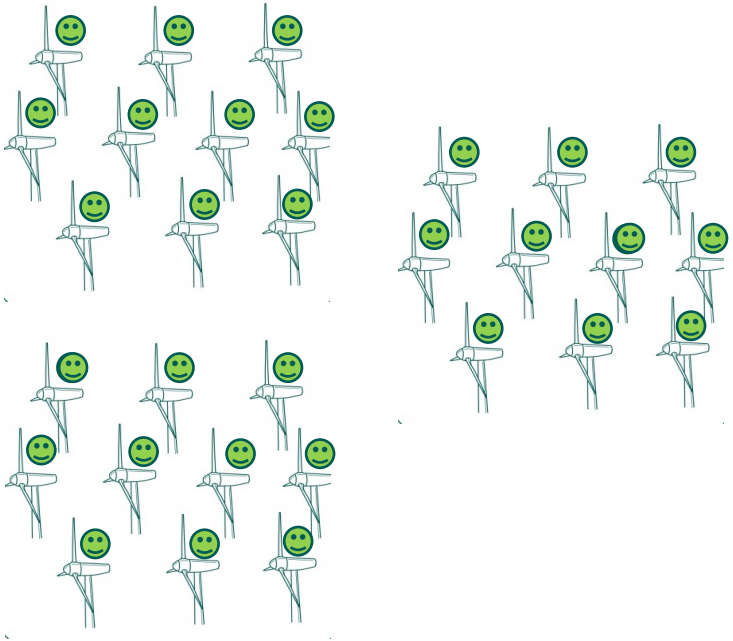
Ein Problem in der Windbranche – Wie beurteilt man die Performance von Windpark-Turbinen?

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

Wie gelangt man von hier ...



... bis schließlich hier?

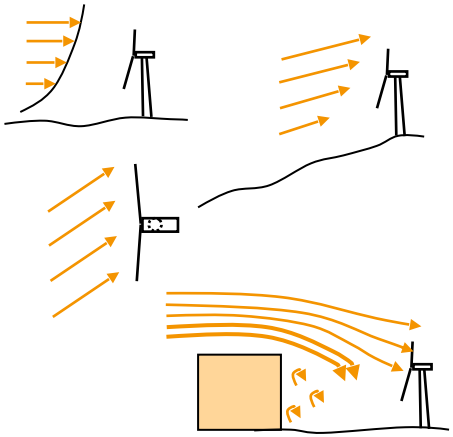


Performance- und Belastungs-Beurteilung ist möglich, aber ...

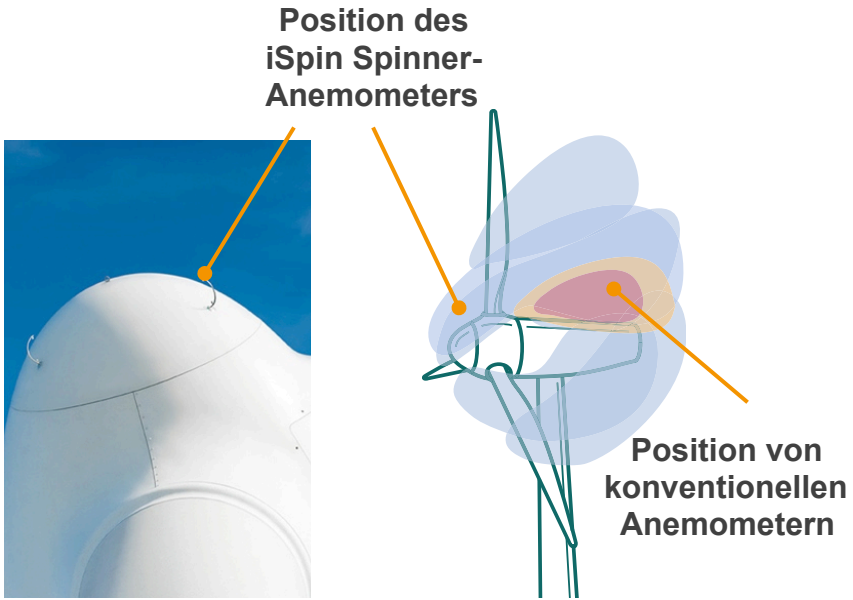
ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

relevante Umgebungsgrößen...

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



... sollten am richtigen Ort gemessen werden



iSpin – Kurzbeschreibung

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

- 2004 erfunden an der DTU (RISØ)
- bewährte und robuste Ultraschalltechnologie
- aufgenommen im IEC 61400-12-2 Standard zur LK-Vermessung
- ab 2011 Industrielle Entwicklung/Anwendung durch ROMO Wind
- seit Q2/2018 neue iSpin-Generation – auch zum Einsatz als Single-Sensorsystem - verfügbar
- mehr als 800 Systeme installiert in mehr als 50 Anlagentypen

Messgrößen:

- Windgeschwindigkeit (Strömung am Spinner und ”freier” Wind)
- Gondelfehlausrichtung, Windrichtung, Gondelausrichtung
- Schräganströmungswinkel
- Turbulenzintensität
- Lufttemperatur und Luftdruck
- Rotordrehwinkel und Rotordrehzahl

Vergleich von Windmesssystemen – Wie erhält man die Umgebungsgrößen während des Betriebs?

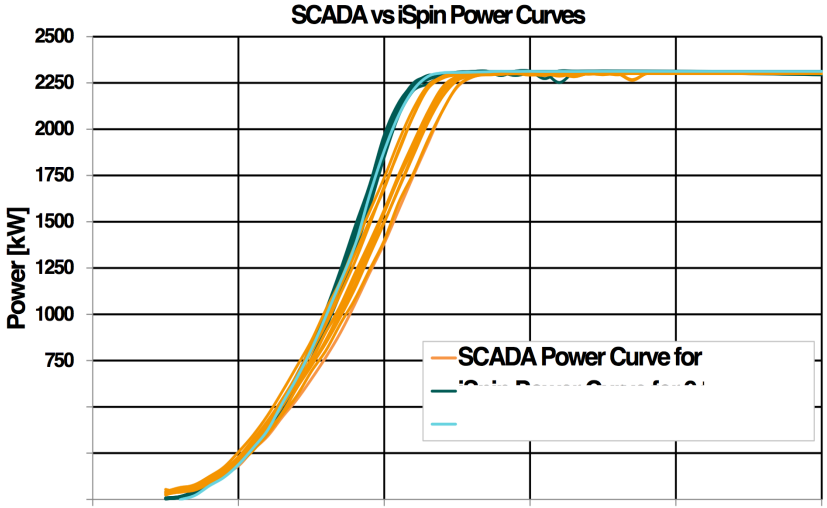
ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

Messgröße	Messmast / Bodenbasiertes Lidar	Gondel-Lidar	Gondelanemometer	Spinneranemometer
Windgeschwindigkeit	+/+	+	-	+
Turbulenzintensität	+/o	o	-	+
Fehlausrichtung	-/-	+	-	+
Vertikale Anströmung	+/o	o	-	+
Vertikale Scherung	+/+	+	-	-
Horizontale Scherung	o/+	+	-	-
Luftdruck	+/+	+	o	+
Lufttemperatur	+/+	+	o	+
Luftfeuchtigkeit	o/o	o	o	o
Anwendbar auf allen Windparkanlagen	Nein, Freier Sektor notwendig	Nein, Freier Sektor notwendig Empfindlich auf Nachlauf	Nein, NTF empfindlich gegenüber unterschiedliche Anströmbedingungen	Ja, STF unempfindlich, auch unter Nachlaufbedingungen
Kosten	Sehr hoch (>150k€)	Sehr hoch (>80k€)	Sehr niedrig (<5k€)	**Sehr niedrig (<10k€)**
Langzeitanwendung	Bedingt, Hohe Wartungs-/ Instandhaltungskosten	Bedingt, Hohe Wartungs-/ Instandhaltungskosten	Ja (im Fall von USA), Niedrige Wartungs- / Instandhaltungskosten	Ja, Niedrige Wartungs- / Instandhaltungskosten

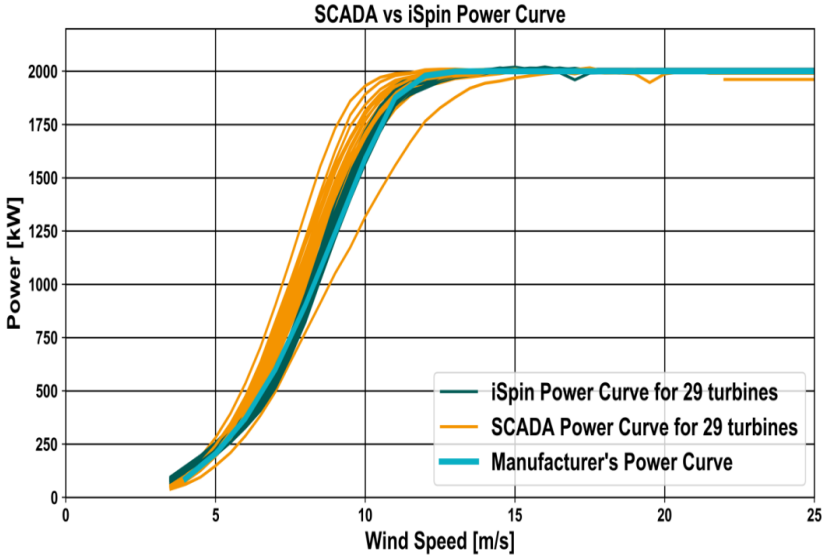
Grenzen der Performance-Beurteilung auf Basis von SCADA-Daten

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

Eher die Ausnahme:
Gondelanemometer misst
tendenziell zu hohe Windgeschwindigkeiten

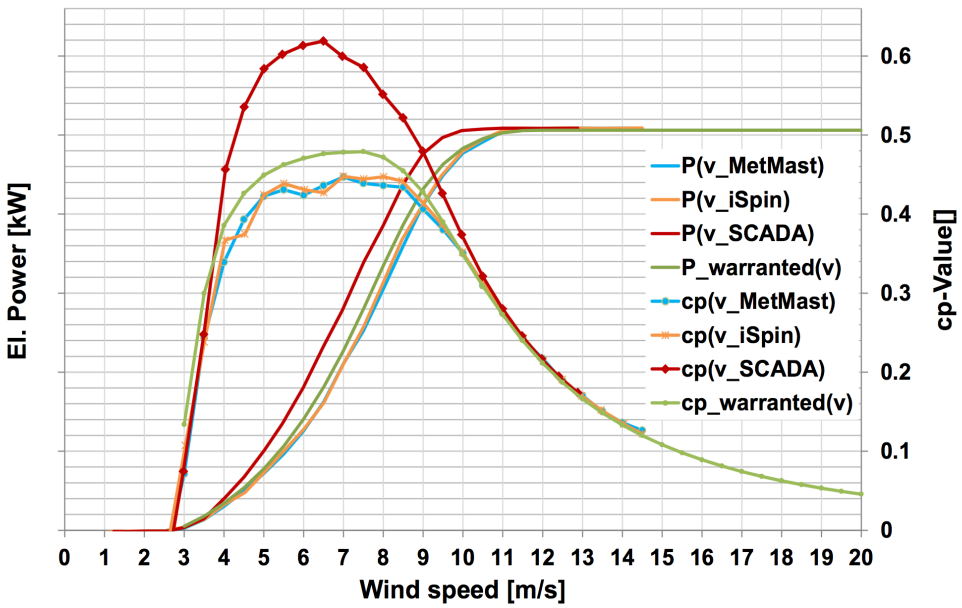


Eher der Regelfall
Gondelanemometer misst
tendenziell zu niedrige Windgeschwindigkeiten



Performance-Beurteilung auf Basis von iSpin-Daten
Vergleich mit Messmast- und SCADA-basierten LKs

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER



+ iSpin-basierte Leistungskurven stimmen mit den tatsächlichen, d.h. Messmast-LK überein.

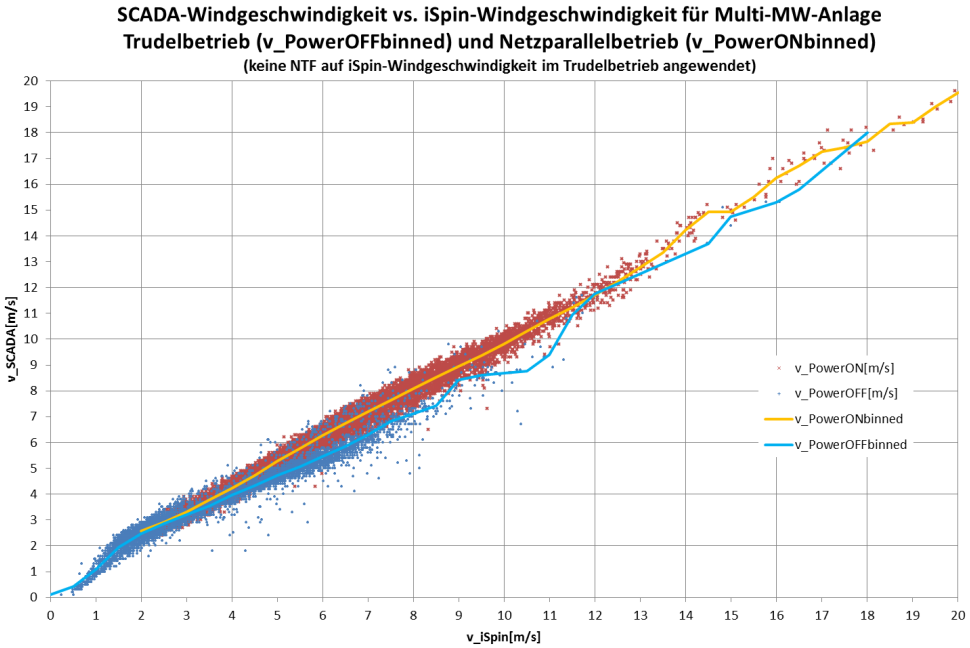
+ iSpin ermöglicht „neutrale“ Messung, ohne Messmast

+ iSpin-Daten führen zu belastbaren Erkenntnissen

- SCADA-Leistungskurven sind oft irreführend!

iSpin ermöglicht erweiterte Analysen –
Anlagenspezifische Windgeschwindigkeitsanalyse

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER



Gondelanemometer bestimmter Anlagentypen zeigen im Vergleich zum iSpin-Anemometer im Trudelbetrieb deutlich geringere Windgeschwindigkeiten an.

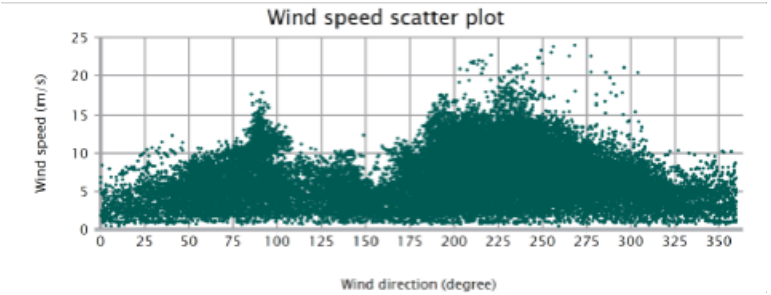
Ursache sind Abschattungseffekte durch große Blatttiefen während des Trudelns oder des Anlagenstillstands.

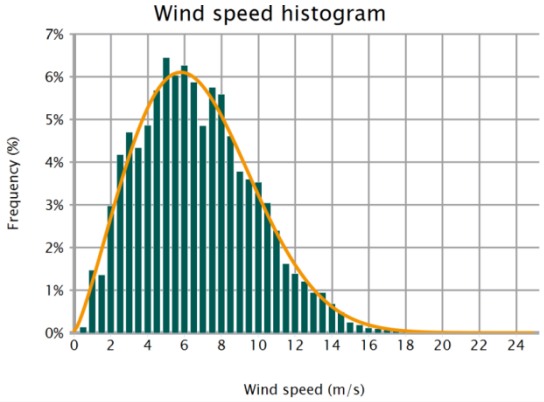
<u>iSpin misst vor dem Rotor und ist daher nicht beeinflusst!</u>

iSpin ermöglicht erweiterte Analysen –
Standortspezifische Windgeschwindigkeitsanalyse

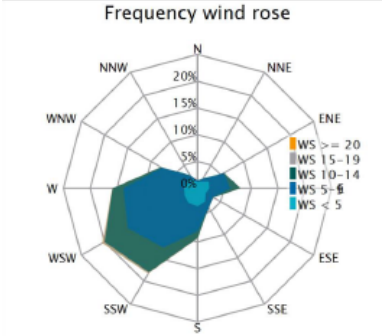
ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

- Wie ist die Windverteilung vor Ort?
- Welche mittlere Windgeschwindigkeit tritt auf?
- Ändern sich die Bedingungen im Laufe der Zeit?





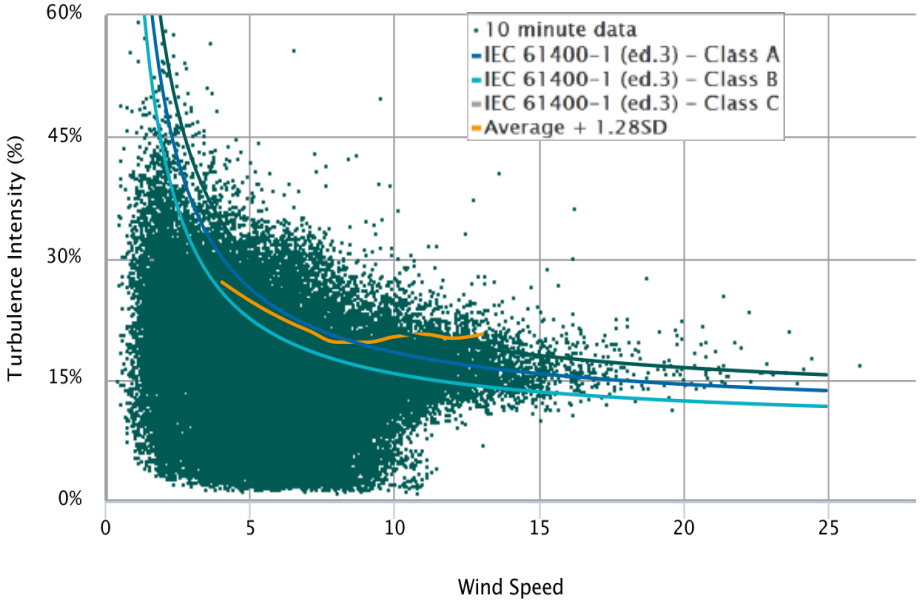
Sektor	A parameter	k parameter	Häufigkeit (%)	Mittlere Windgeschwindigkeit (m/s)
Mittelwert (Grad)	7,57	2,23	100	6,70
N	4,24	2,08	1,46	3,75
NNE	4,77	2,25	2,15	4,22
ENE	6,21	2,71	5,70	5,52
E	8,08	2,38	8,11	7,15
ESE	5,59	2,48	3,42	4,95
SSE	4,90	2,35	4,22	4,33
S	7,37	2,14	9,40	6,51
SSW	9,17	2,72	18,41	8,16
WSW	9,41	2,79	20,51	8,40
W	8,07	3,17	15,85	7,25
WNW	6,61	2,81	7,92	5,91
NNW	4,70	2,61	2,84	4,17



iSpin ermöglicht erweiterte Analysen –
Standortspezifische Turbulenzintensitätsanalyse

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

- Wie ist die tatsächliche Turbulenzintensitäts-verteilung am Standort im Vergleich zur Rechnung?
- Welche Auswirkung hat die Turbulenz-intensität auf das Leistungsverhalten und die Lebensdauer der Anlagenkomponenten?
- Verwenden Sie iSpin-Messdaten anstelle von Windmodell- oder SCADA-Winddaten um die Aussagekraft der Restlebensdauer-berechnung zu erhöhen

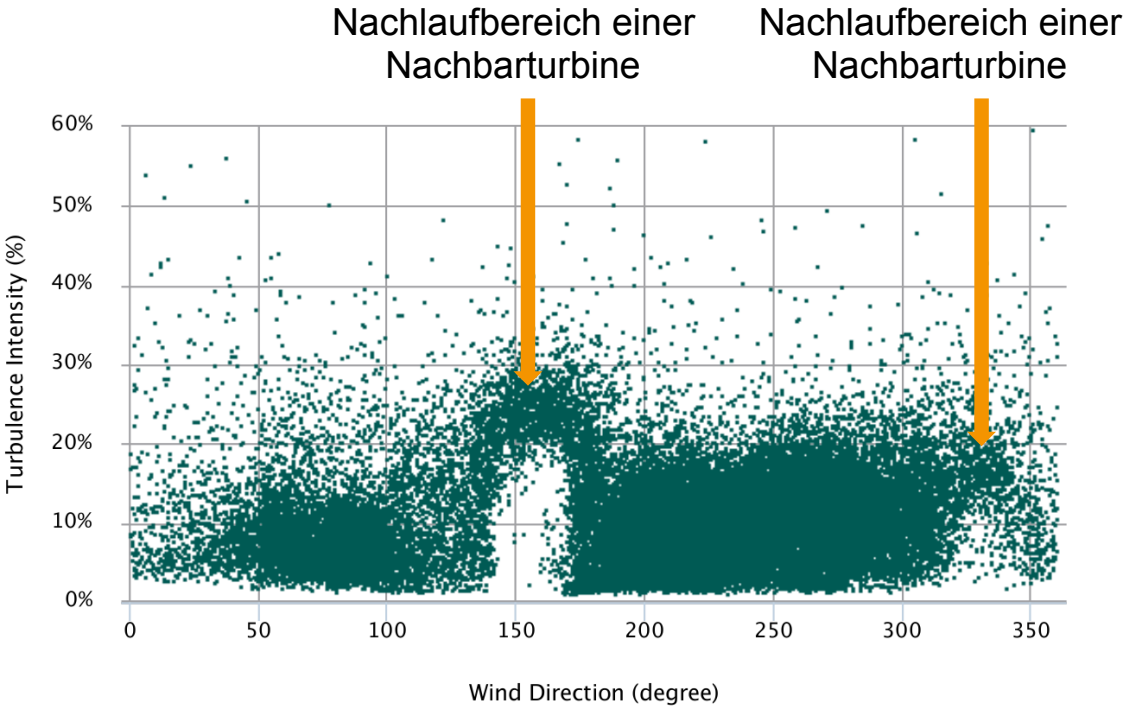


iSpin ermöglicht erweiterte Analysen –
Standortspezifische Turbulenzintensitätsanalyse

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

Wie beeinflussen benachbarte Turbinen meine Anlagen?

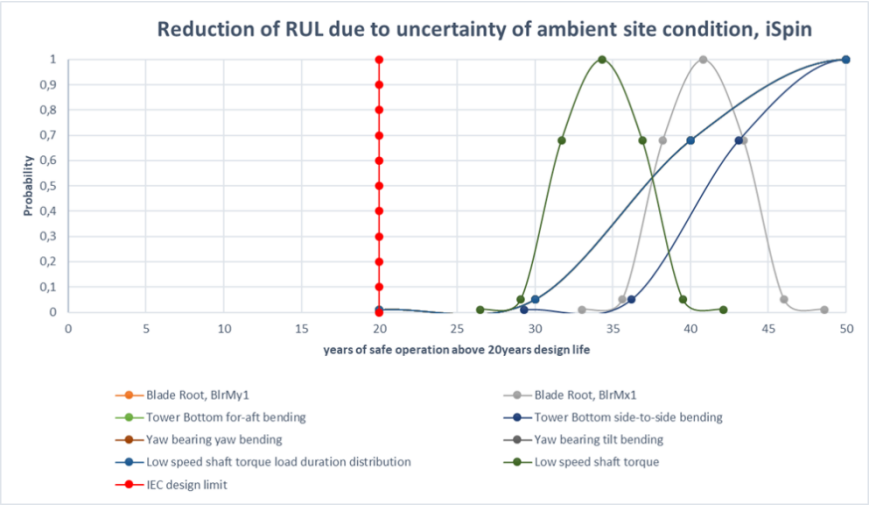
- Benachbarte Turbinen können eine Gefahr für die Standsicherheit und Performance sein.
- Wurde der Nachbar-Windpark (die Nachbar-Anlage) zu dicht gebaut?
- Kann mittels Sektormanagement die Lebensdauer der Turbine verlängert werden?
- Stimmt das Standsicherheits-gutachten mit der Realität überein?



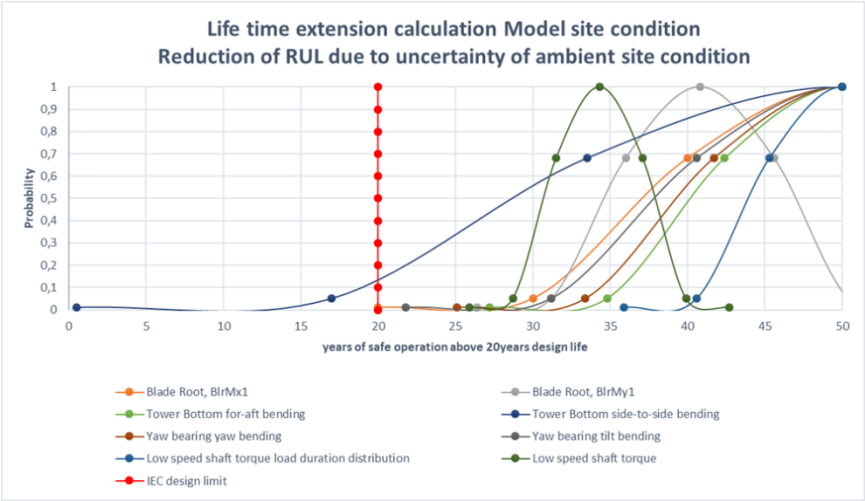
iSpin ermöglicht erweiterte Analysen -
Reduzierung der Unsicherheit in der Restlebensdaueranalyse

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

Komponentenlebensdauer berechnet
mit iSpin-Winddaten



Komponentenlebensdauer berechnet
mit Wind-Modelldaten

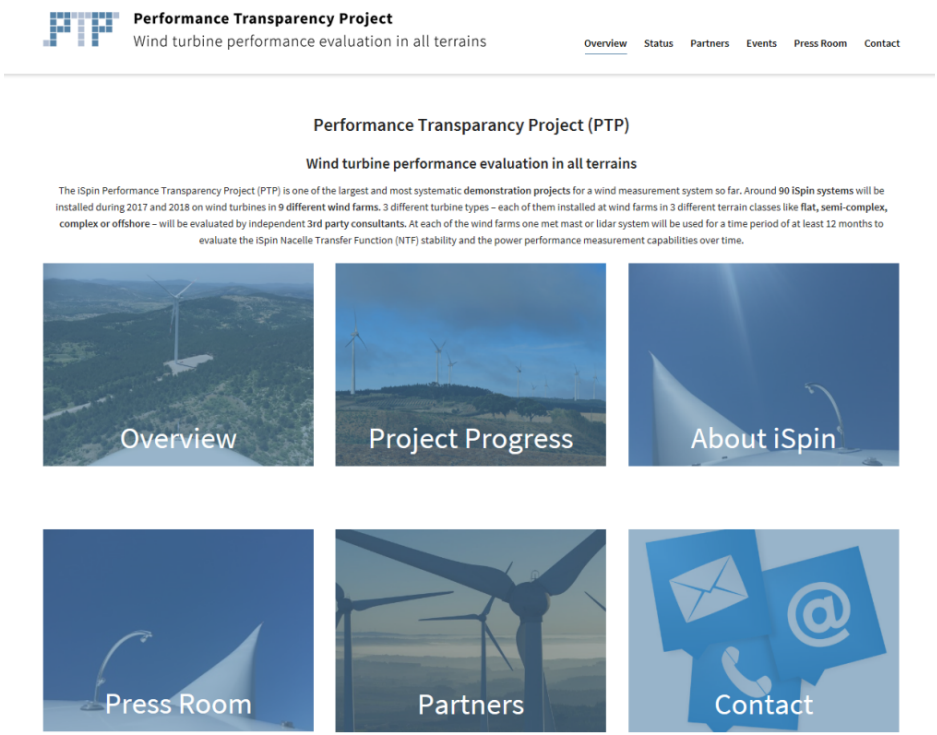


Um 30% reduzierte Unsicherheit in der Restlebensdauerberechnung bei Verwendung von iSpin-Daten

Quelle: EMD-Beispielrechnung mit und ohne iSpin-Daten

Das iSpin Performance Transparency Project (PTP): www.ispin-ptp.com

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER



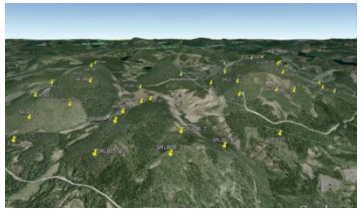
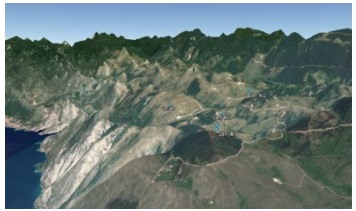
Fragestellung des PTP hinsichtlich der iSpin-Messeigenschaften (Spinnertransferfunktion - STF):

Frage 1: Ist die STF saisonal stabil (zeitlich robust)?

Frage 2: Ist die STF unabhängig vom Terrain (räumlich robust)?

PTP Set-up:
Evaluierung an 89 Anlagen verteilt in 9 Windparks in verschiedenen Terrains

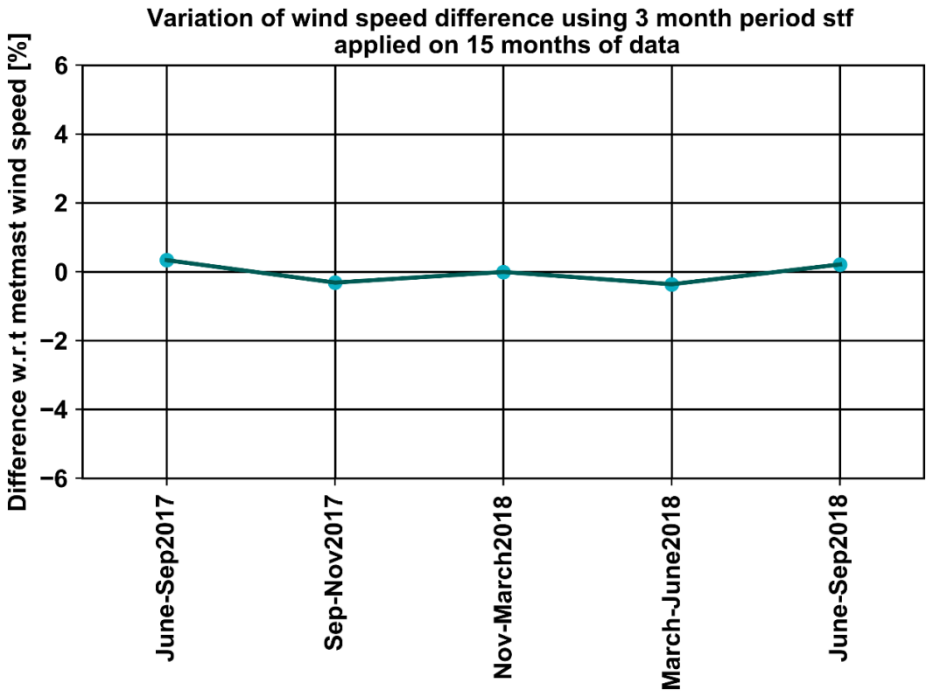
ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

	Simple terrain	Semi complex terrain	Complex terrain	Offshore
				
Turbinentyp A (30)	Windpark in Rumänien (10)		Windpark in Kroatien (10)	Windpark in Belgien (10)
Turbinetyp B (29)	Windpark in Polen (10)	Windpark in Portugal (9)	Windpark in Portugal (10)	
Turbinetyp C* (30)	Windpark in Frankreich (8)	Windpark in Portugal (10)		Windpark farm in NL (12)

*) Windparks noch nicht bestätigt

PTP-Antwort auf Frage 1:
Kein saisonaler Effekt auf die STF sichtbar!

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

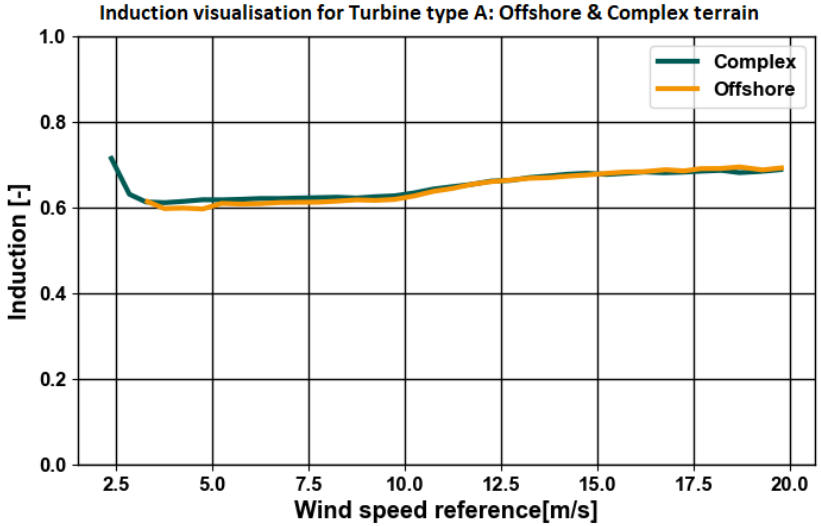


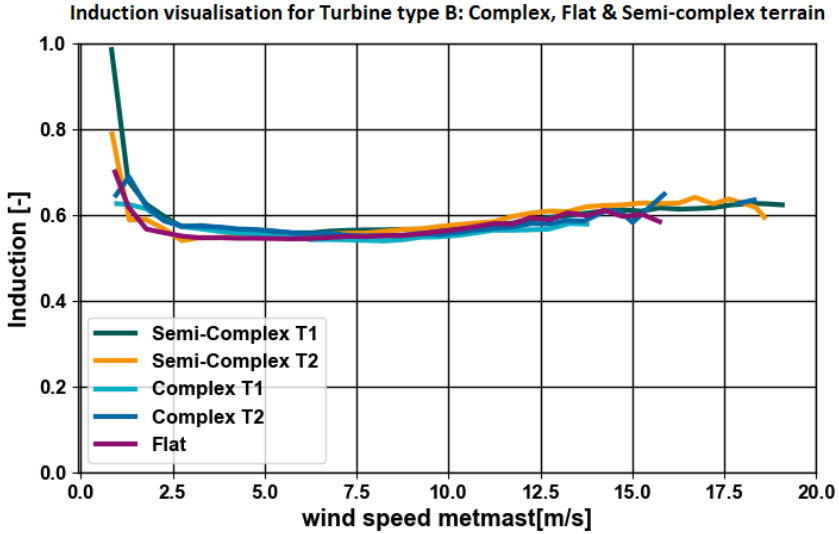
- IEC 61400-12-2 veranschlagt standardmäßig 2% Unsicherheit aufgrund saisonaler Schwankungen
- iSpin zeigt demgegenüber minimale saisonale Schwankungen

► Direkter Vergleich der Performance zwischen Winter / Frühling / Sommer und Herbst möglich!

PTP-Antwort auf Frage 2:
STF robust in verschiedenen Orten!

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER



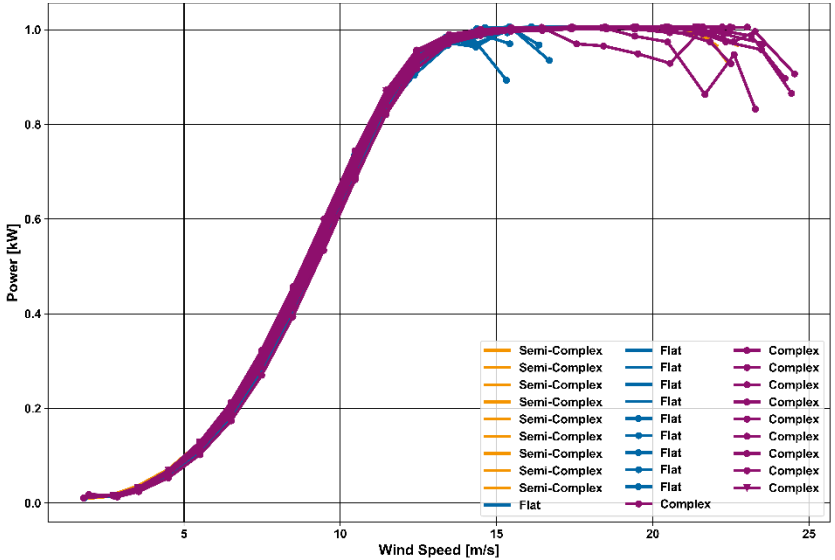


- Keine Standortkalibrierung notwendig. Direkter Vergleich von WEAs - unbeeinträchtigt vom Ort – möglich!
- Deutlich Reduzierung der Unsicherheiten beim Vergleich der WEA-Performance verschiedener WEA!
- Zuverlässige Messungen in allen Windsektoren (360°-Leistungskurven)!

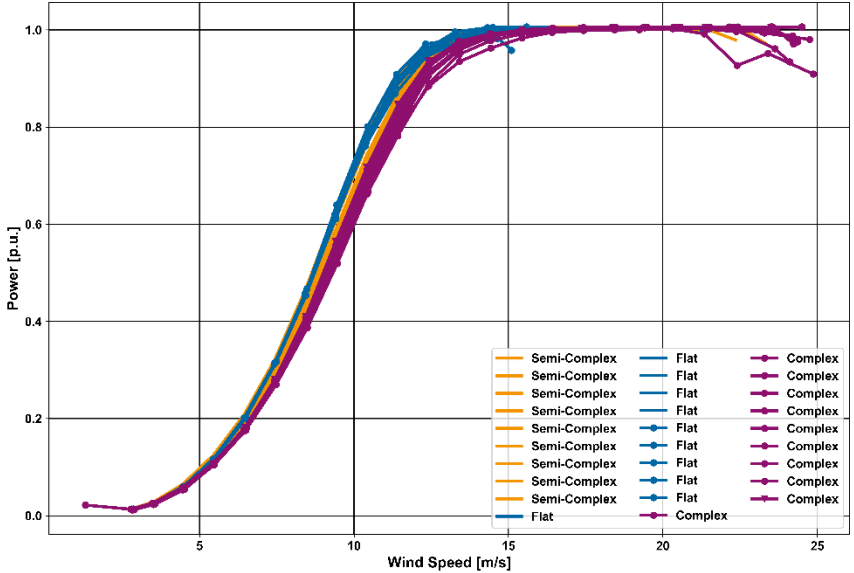
Leistungskurvenvergleich zwischen Windparks
Beispiel Turbinentyp B) (29 Anlagen)

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

iSpin basierte Leistungskurven

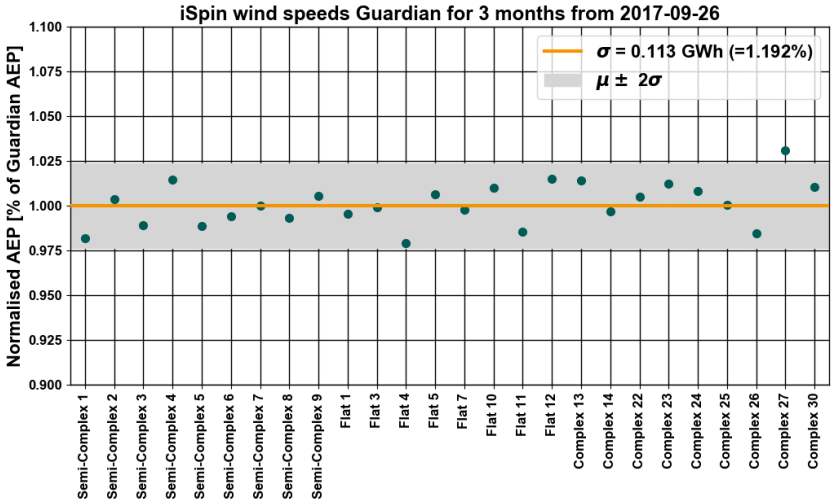


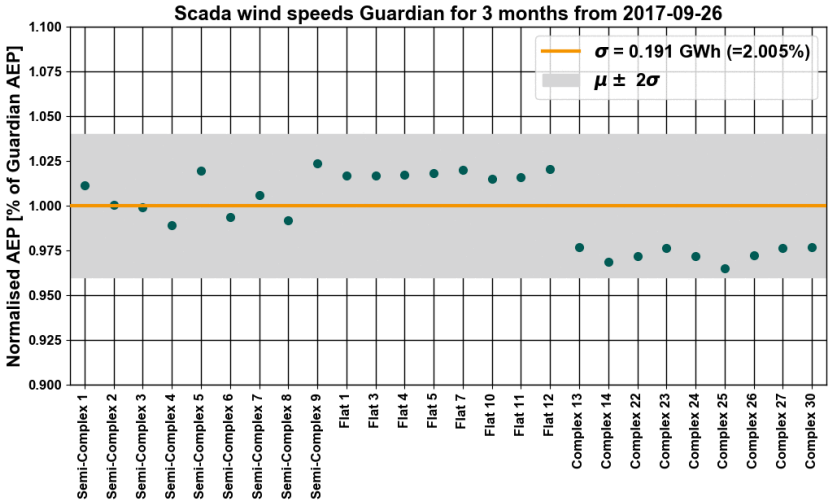
SCADA basierte Leistungskurven



Wechsel der Performance über Zeit
Darstellung normierter Erträge (AEPs)

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER





- AEP-Vertrauensband (+/- 2 std dev) basierend auf iSpin-LKs bleibt gleich!
- Parkübergreifendes Benchmarking von Anlagen wird möglich!

Vielen Dank!
Haben Sie Fragen?

Contact:
Harald Hohlen
hho@romowind.com

ROMO WIND
WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER

ROMO WIND

WIND KNOWLEDGE IS WIND POWER