

Untersuchung der iSpin-
Messcharakteristik
Leistungskurvenvermessungen

06.11.2019

Davide Trabucchi

Sabine Helber

Motivation

Braucht man immer einen Mast für Leistungskurvenvermessungen?

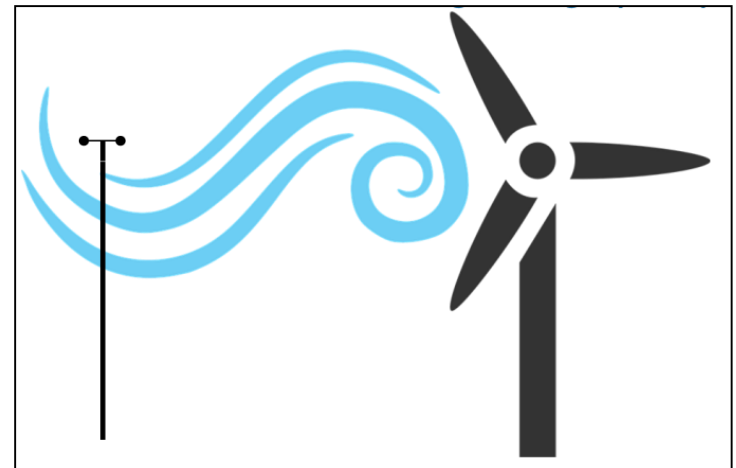
IEC-61400-12-1

- Lidarmessungen VOR der WEA

IEC-61400-12-2

Messungen AUF der WEA mit

- Gondelanemometer, oder
- Spinneranemometer



Messungsrückführung erforderlich

- »Nacelle/Spinner Transfer Function« (NTF/STF)
(Korrektur des Rotorvorstaus, typabhängig)

Wie Robust ist die STF?

- Einführung
- STF Messung und Evaluierung
- Sensitivität der STF
- STF Anwendung (Spinner Power Curve)
- Schlussfolgerung

Performance Transparency Project

Untersuchungen zum iSpin

- 3 unabhängige Messinstitute
- 1 WEA Typ pro Institut
- 3 Standortklassen pro WEA Typ

Erste Ergebnisse für leicht komplexes Gelände

Windpark:

- 9 WEA
- 1 Mast

Zeitraum:

- Okt. 2017 – Mai 2019



Standort

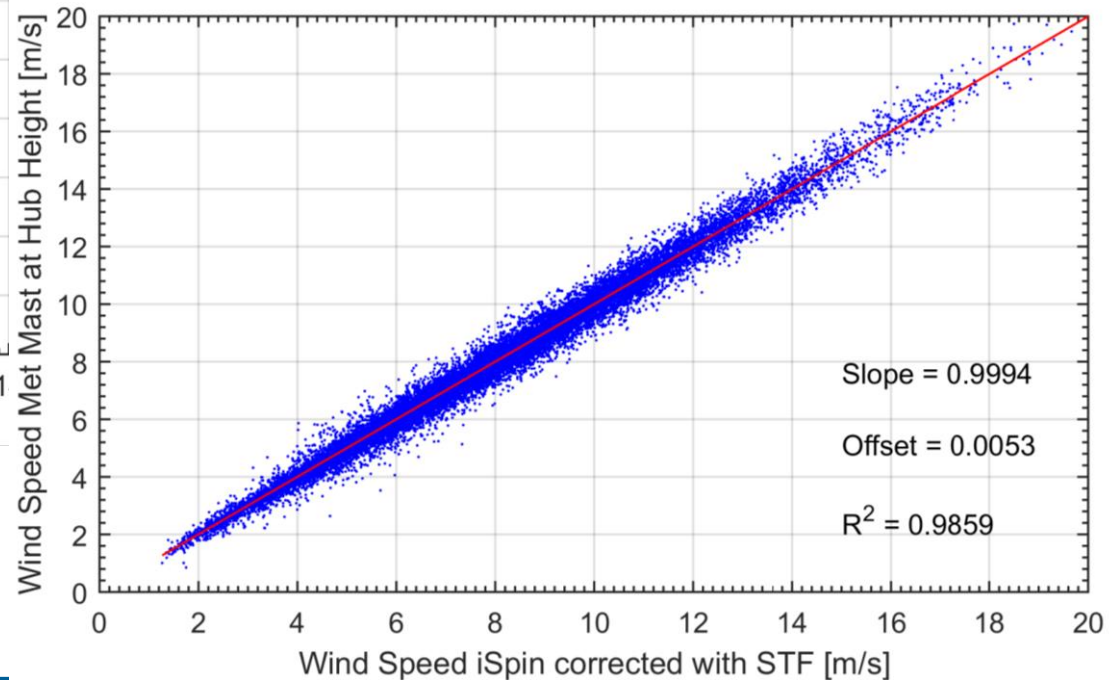
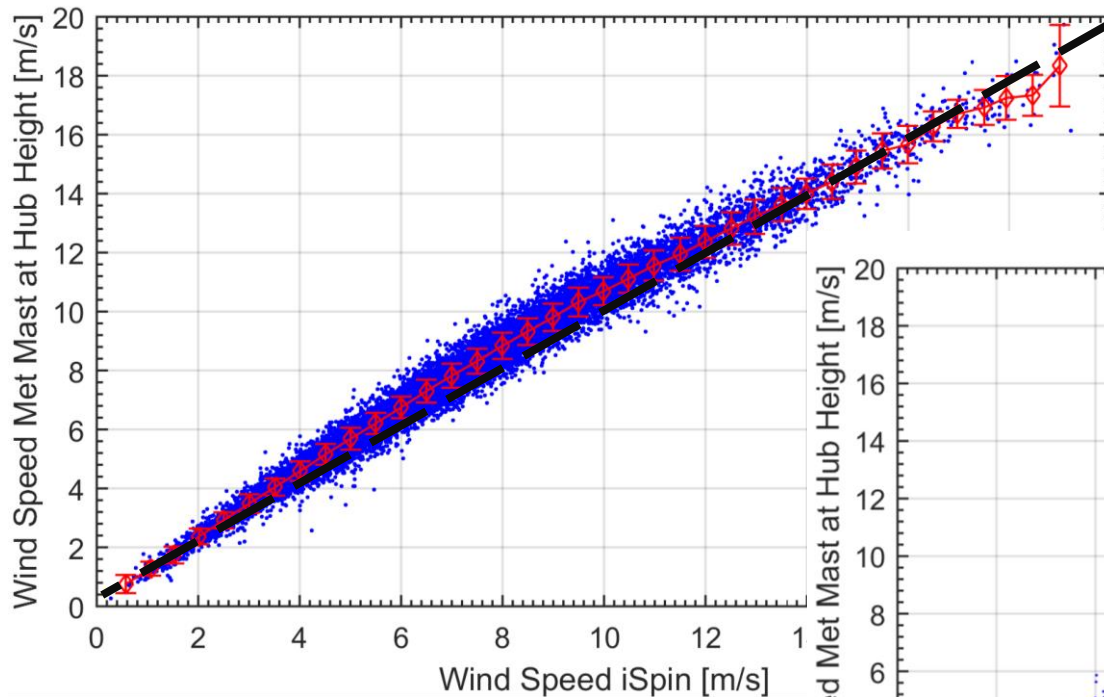
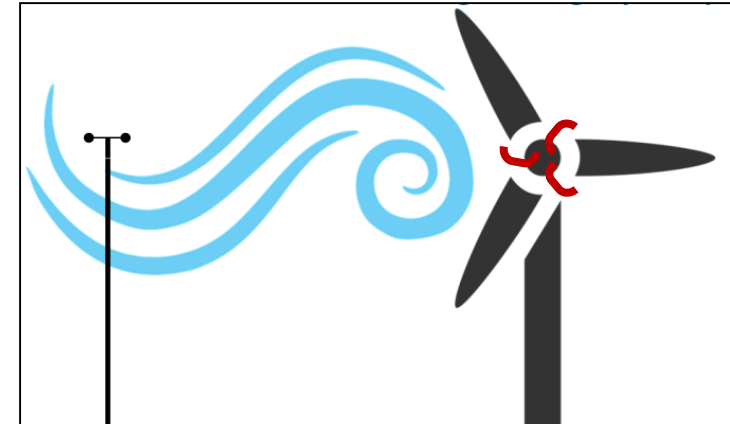


- Standortkalibrierung (inkl. TI Abhängigkeit)
- STF von WT4 und WT5
- Spinner Power Curve (SPC) von WT1 bis WT9

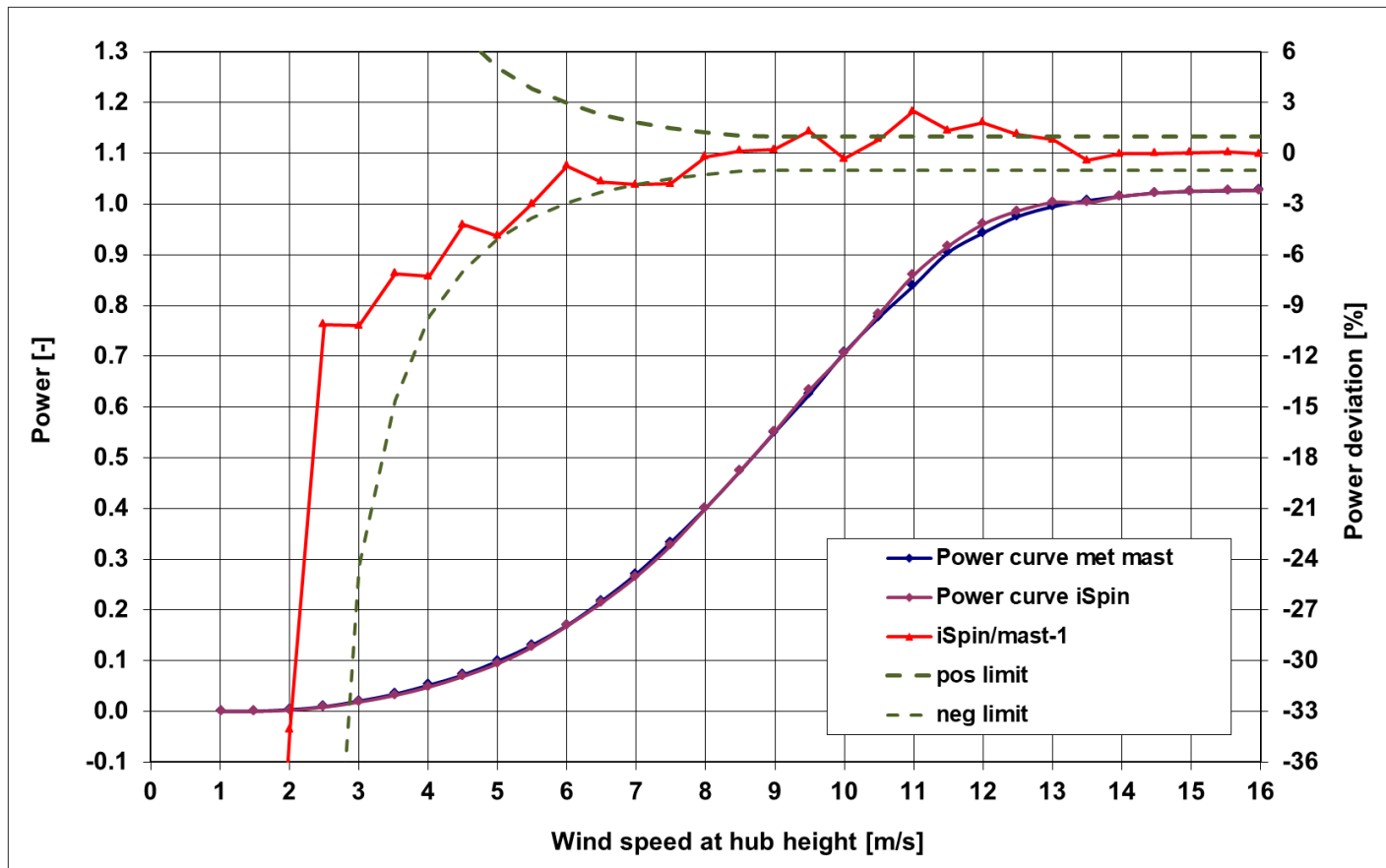


Spinner Transfer Function (WT5)

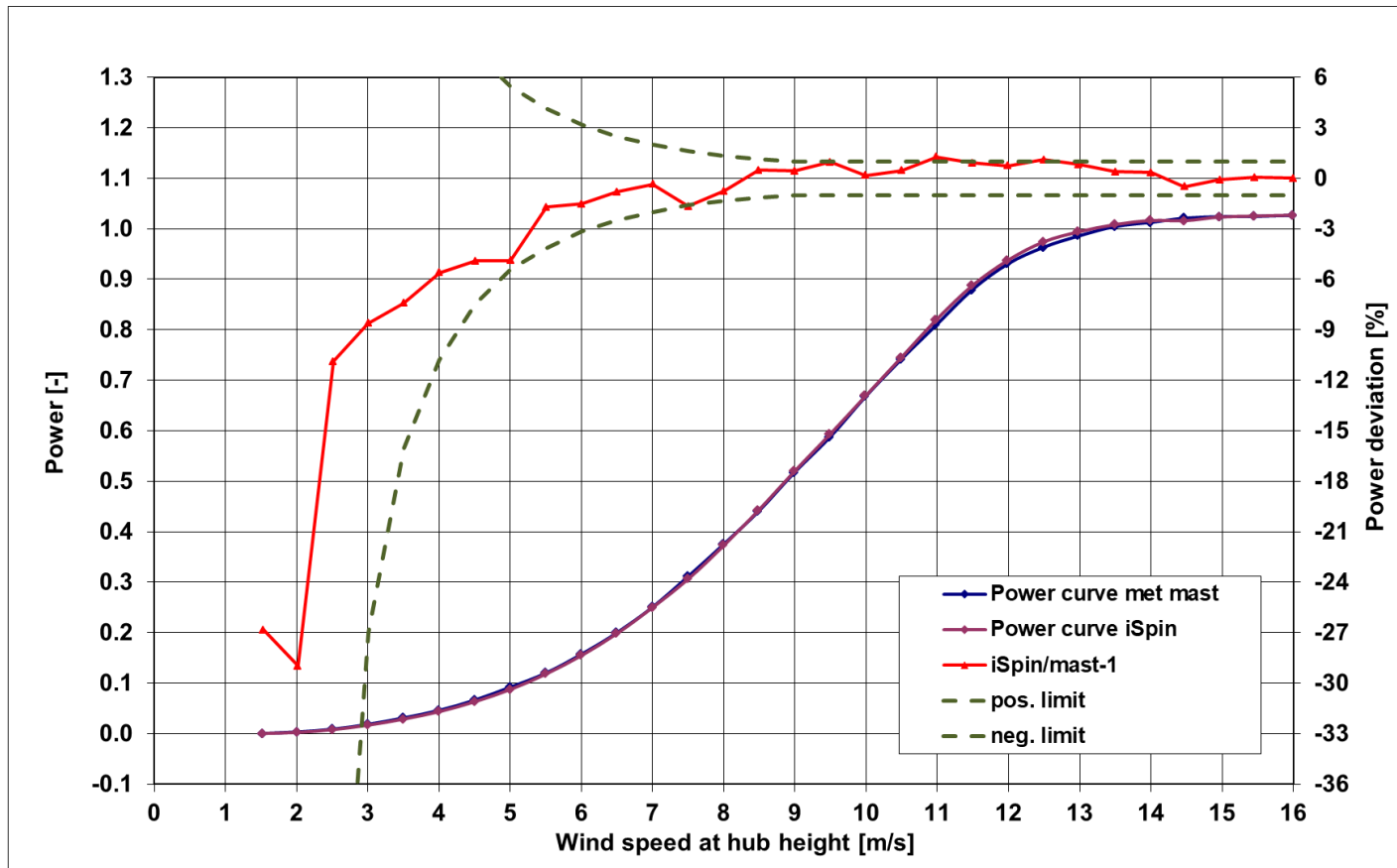
Wie ist das Verhältnis zwischen Messmast und iSpin Windmessungen?



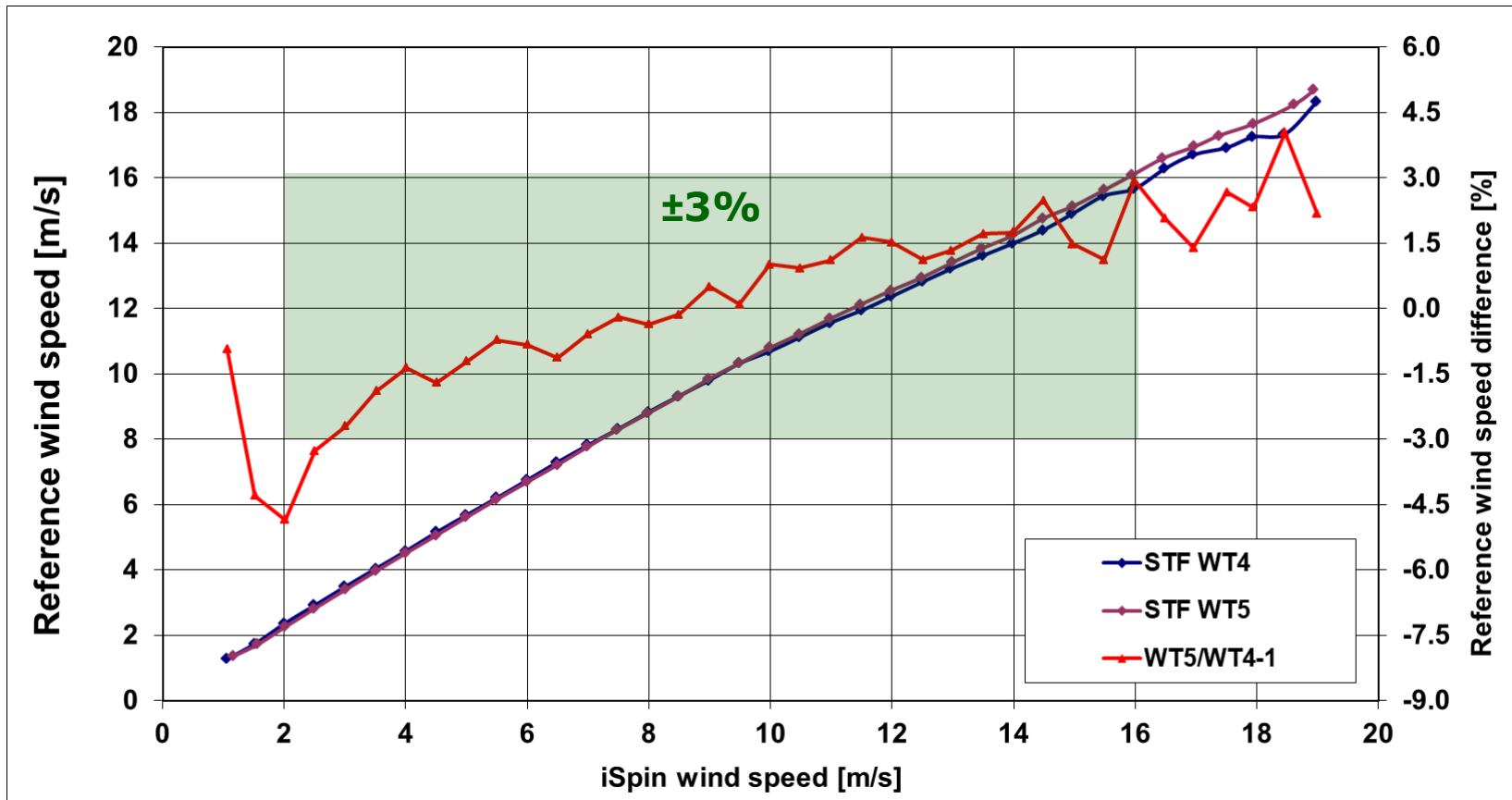
Korrektur anhand von Bin-Mittelungswerten



- Leistungskurve aus Mastmessungen
- Leistungskurve aus iSpin-Messungen korrigiert mit STF (SPC)
- Datensatz von STF-Messungen

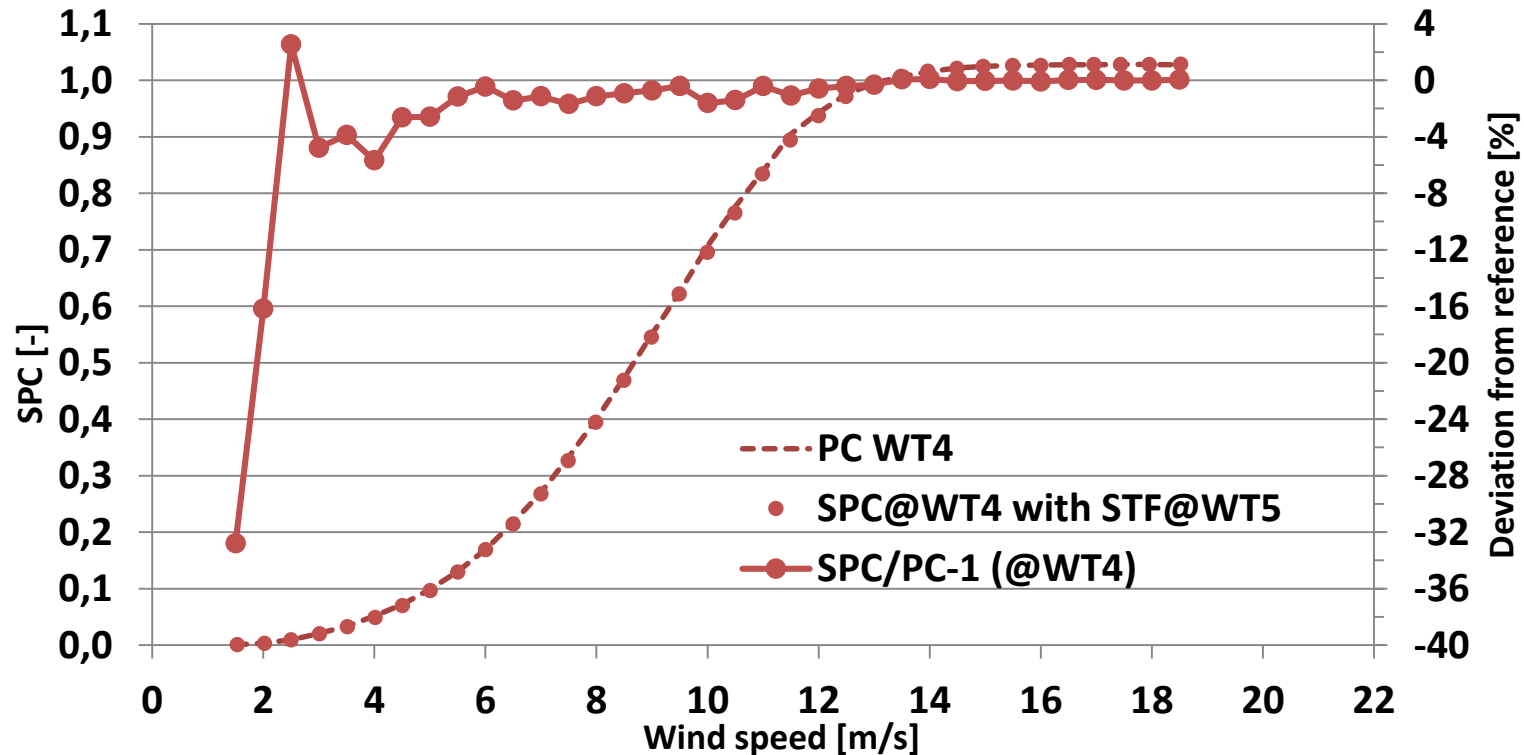


- Leistungskurve aus Mastmessungen
- Leistungskurve aus iSpin-Messungen korrigiert mit STF (SPC)
- Datensatz von STF-Messungen



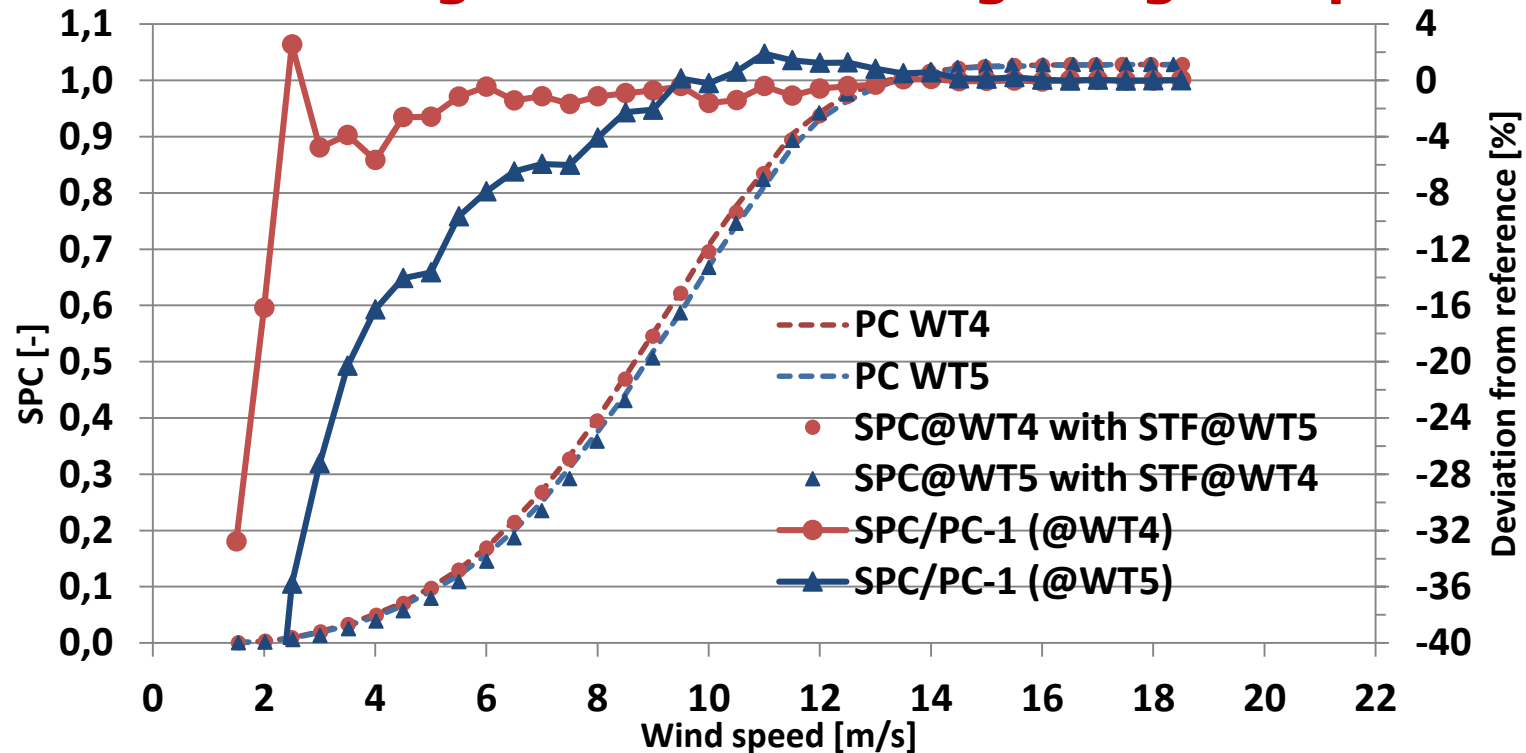
Abweichung vermutlich aufgrund von

- Nicht korrelierten Unsicherheiten in Standort-Kalibrierung



- Referenzleistungskurve WT4 aus Mastmessungen
- SPC WT4: iSpin WT4 Daten korrigiert mit STF WT5
- Deviation: $\text{SPC}(\text{WT4}) / \text{PC}(\text{WT4}) - 1$

Abweichungen nicht unbedingt wegen iSpins!



- Referenzleistungskurven WT4 und WT5 aus Mastmessungen
- SPC WT4: iSpin WT4 Daten korrigiert mit STF WT5
- SPC WT5: iSpin WT5 Daten korrigiert mit STF WT4

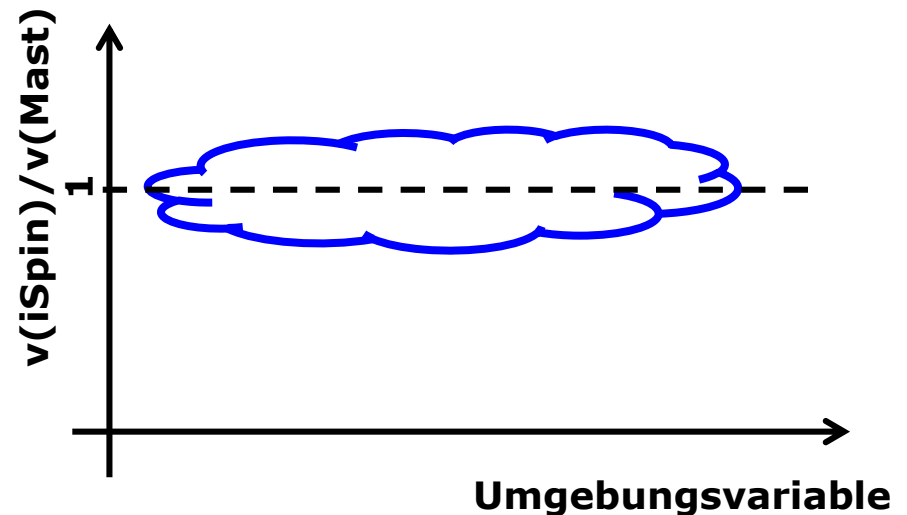
STF-Sensitivität: Überblick

Wie ändert sich das Windgeschwindigkeitsverhältnis

$$v(iSpin)/v(Mast)$$

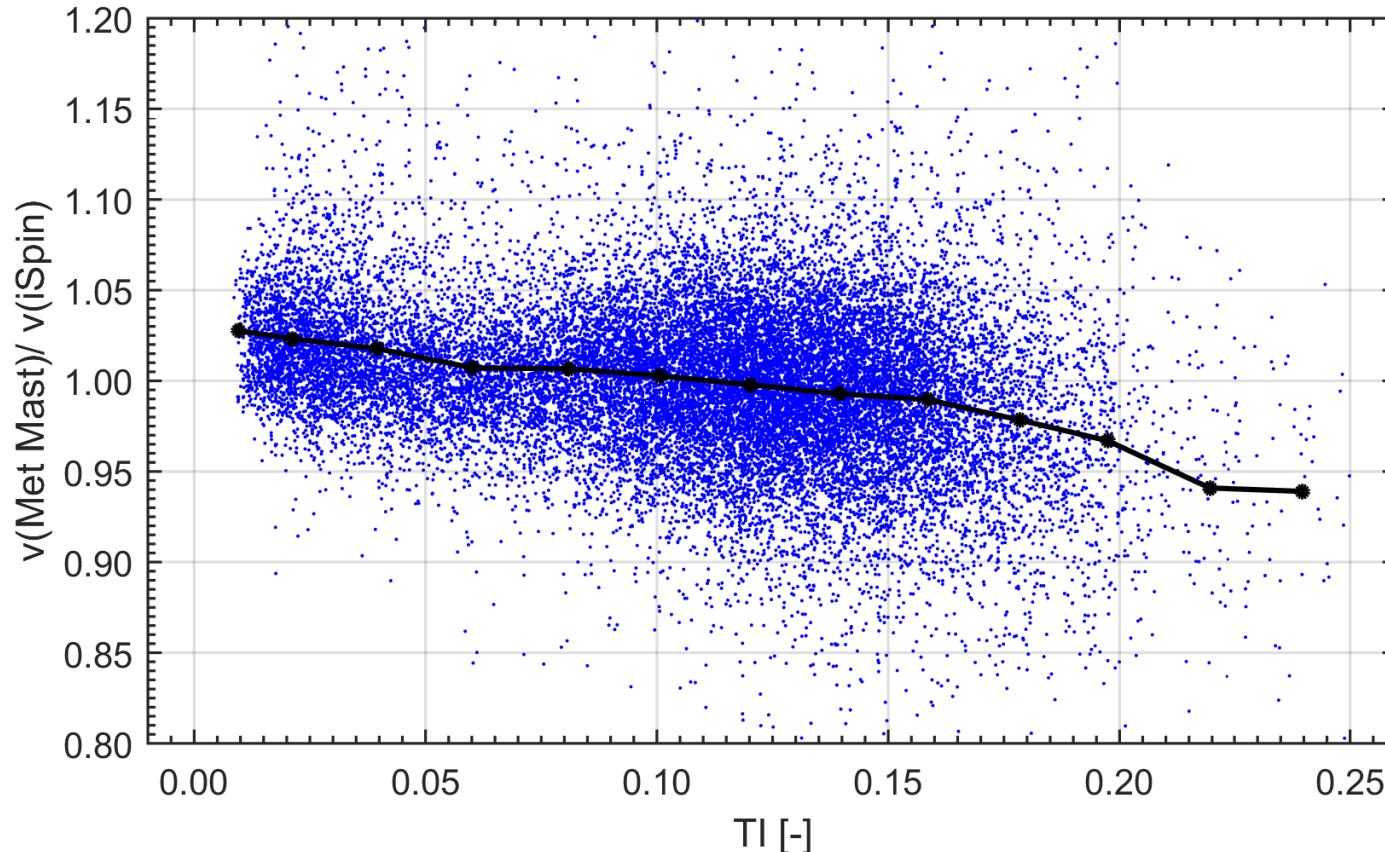
in Abhängigkeit von Umgebungsvariablen?

- Windgeschwindigkeit
- Turbulenz
- Vertikale Windscherung
- Gondelfehlausrichtung
- Rotordrehzahl
- Regen
- Uhrzeit
- Monat
- Zeitraum



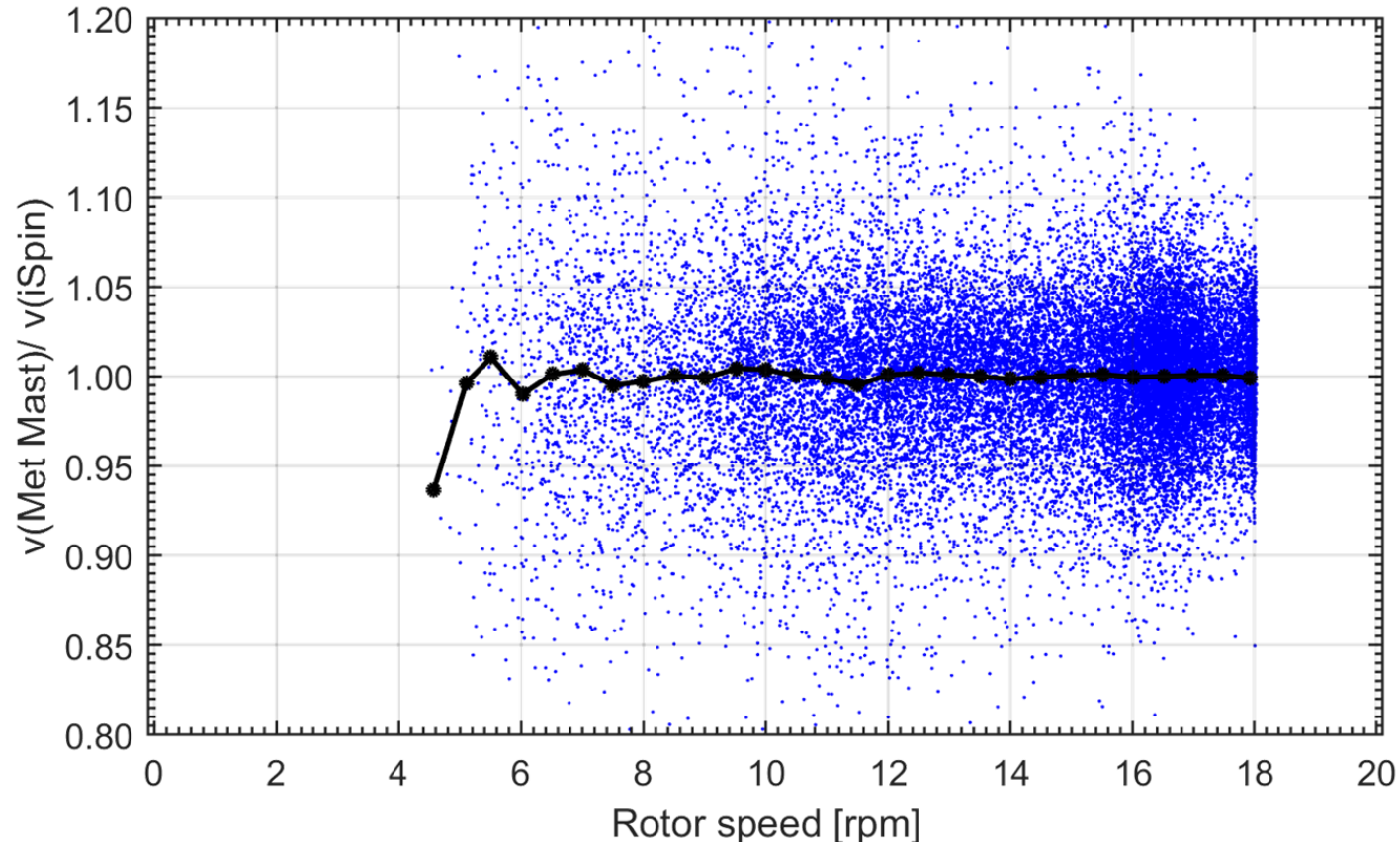
Konsistente Ergebnisse für WT4 und WT5

Hohe lineare Abhängigkeit (Abstiegsrate 0.25)!



Denkbare Lösungen: STF in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Turbulenz oder lineare Korrektur

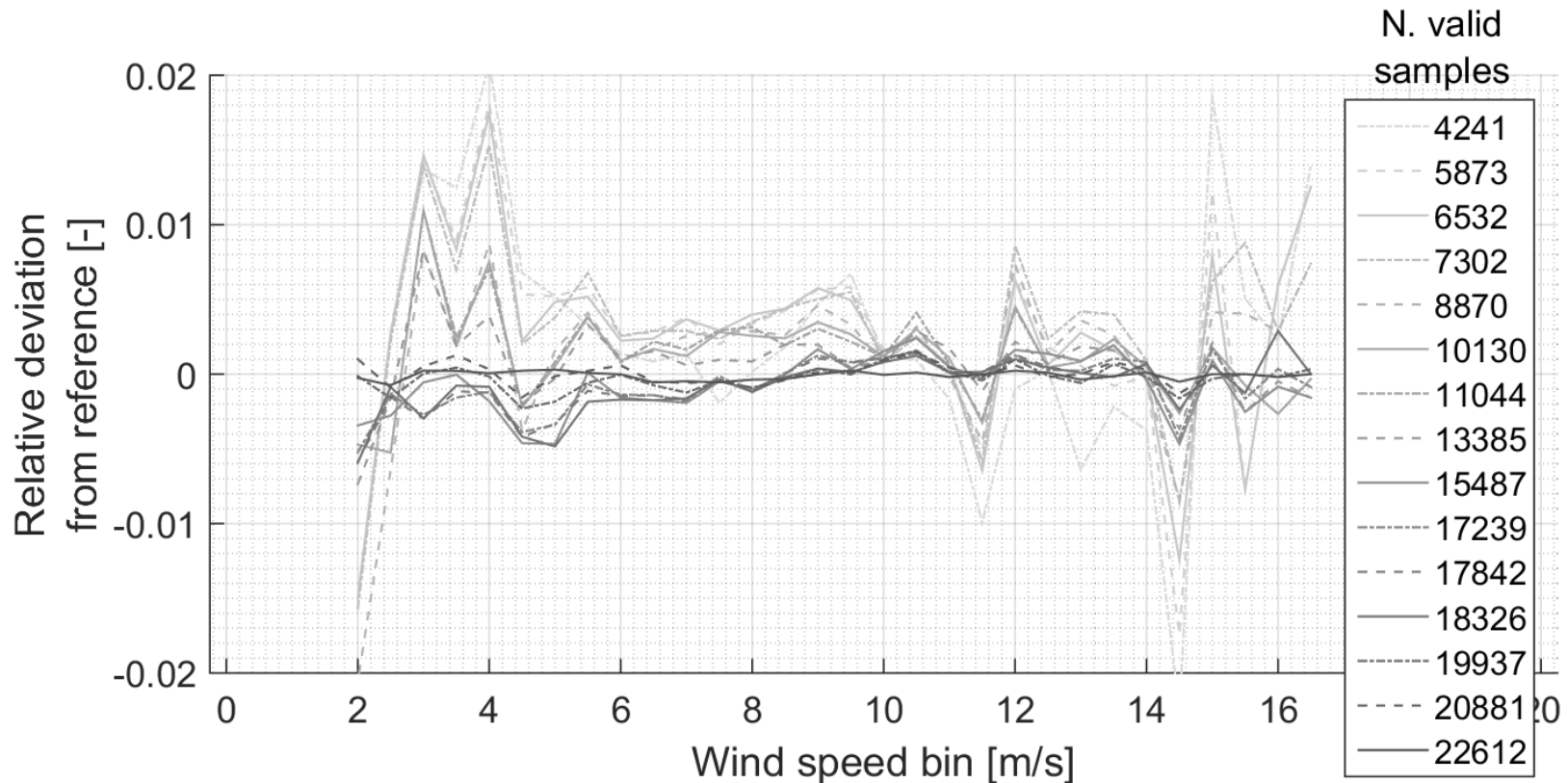
Keine Abhängigkeit!



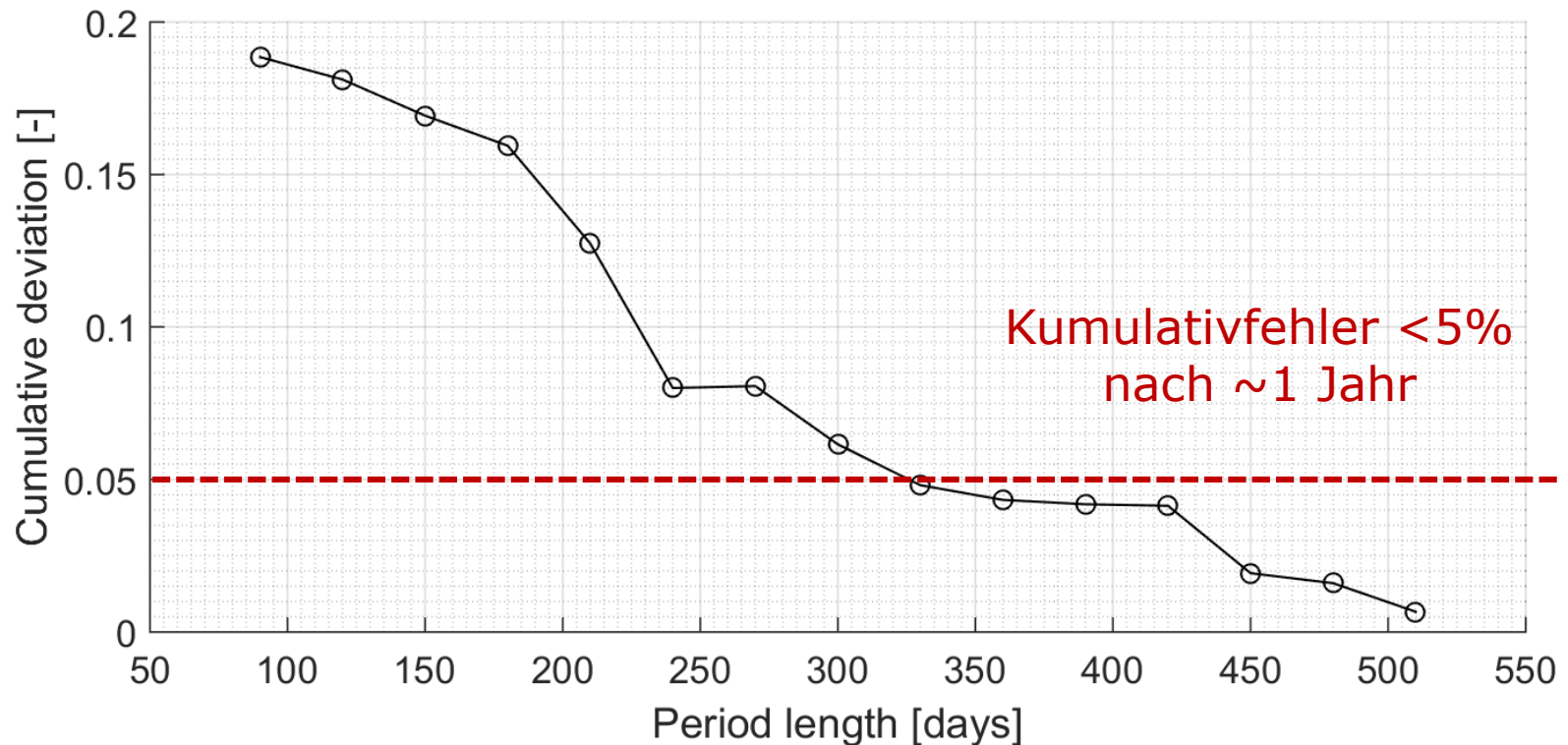
Guter Hinweis auf »reibungslöse« Anwendung der STF auf anderen WEA gleichen Typs

STF-Stabilität: Länge des Zeitraums (i)

STF komplett in 4 Monaten, dann monatsweise Verlängerung (WT5)
Referenz: STF vom vollen Zeitraum



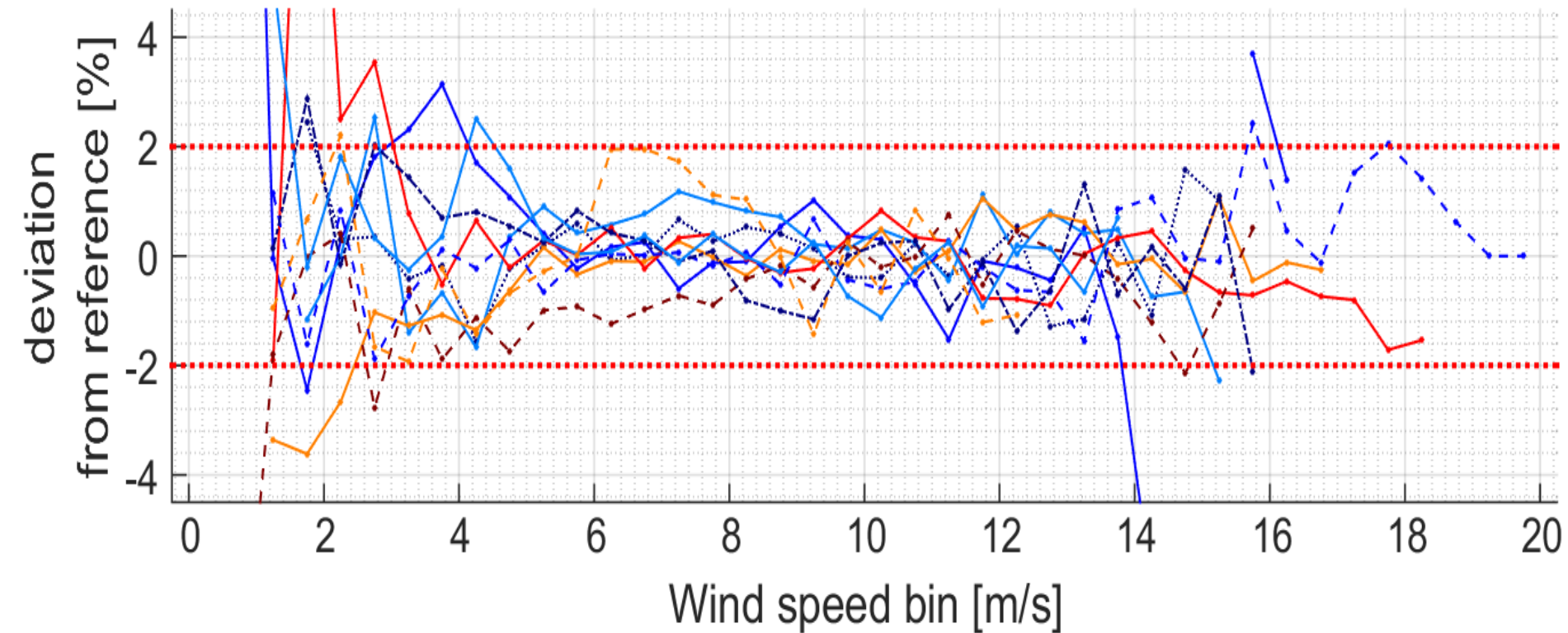
STF komplett in 4 Monaten, dann monatsweise Verlängerung (WT5)



Ergebnisse abhängig von Datenverfügbarkeit!

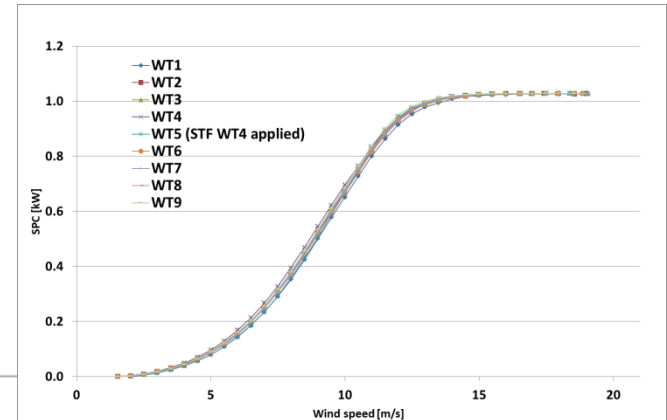
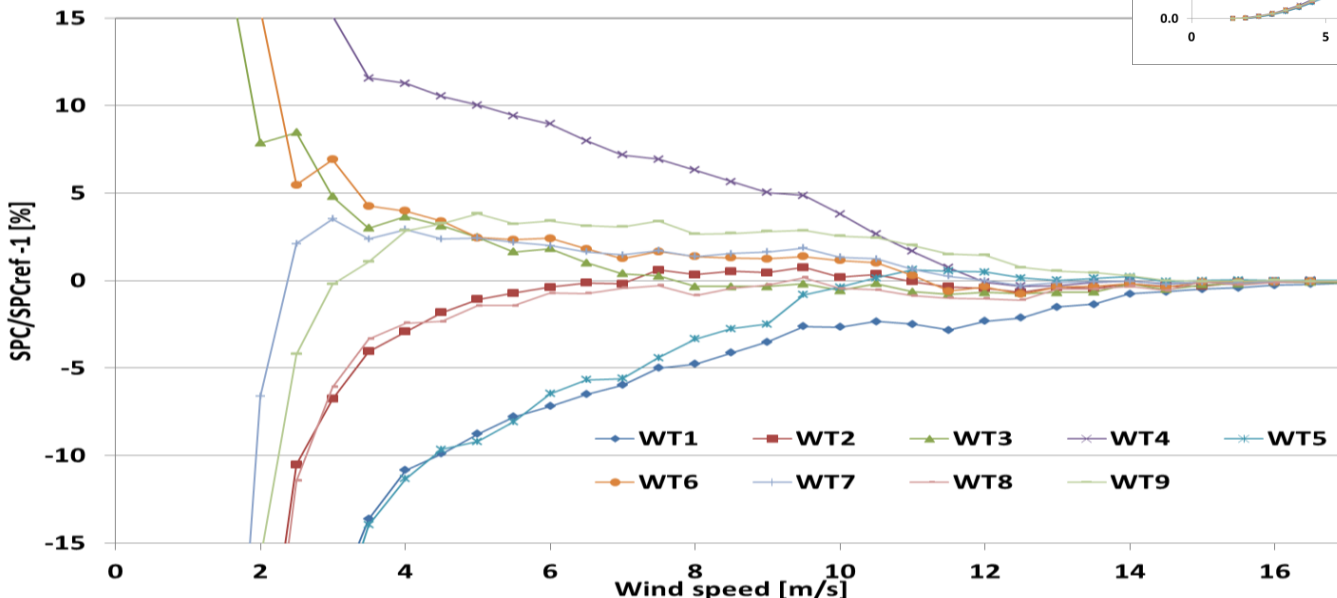
STF-Stabilität: Jahreszeit (WT5)

03-10	02-12	31-01	11-04	01-06	30-07	28-09	29-11	26-01	27-03
01-12	30-01	29-03	27-05	28-07	27-09	26-11	25-01	26-03	13-04
(2672)	(1588)	(2289)	(2352)	(2214)	(4457)	(2401)	(2120)	(2678)	(568)



Spinner Power Curve (SPC)

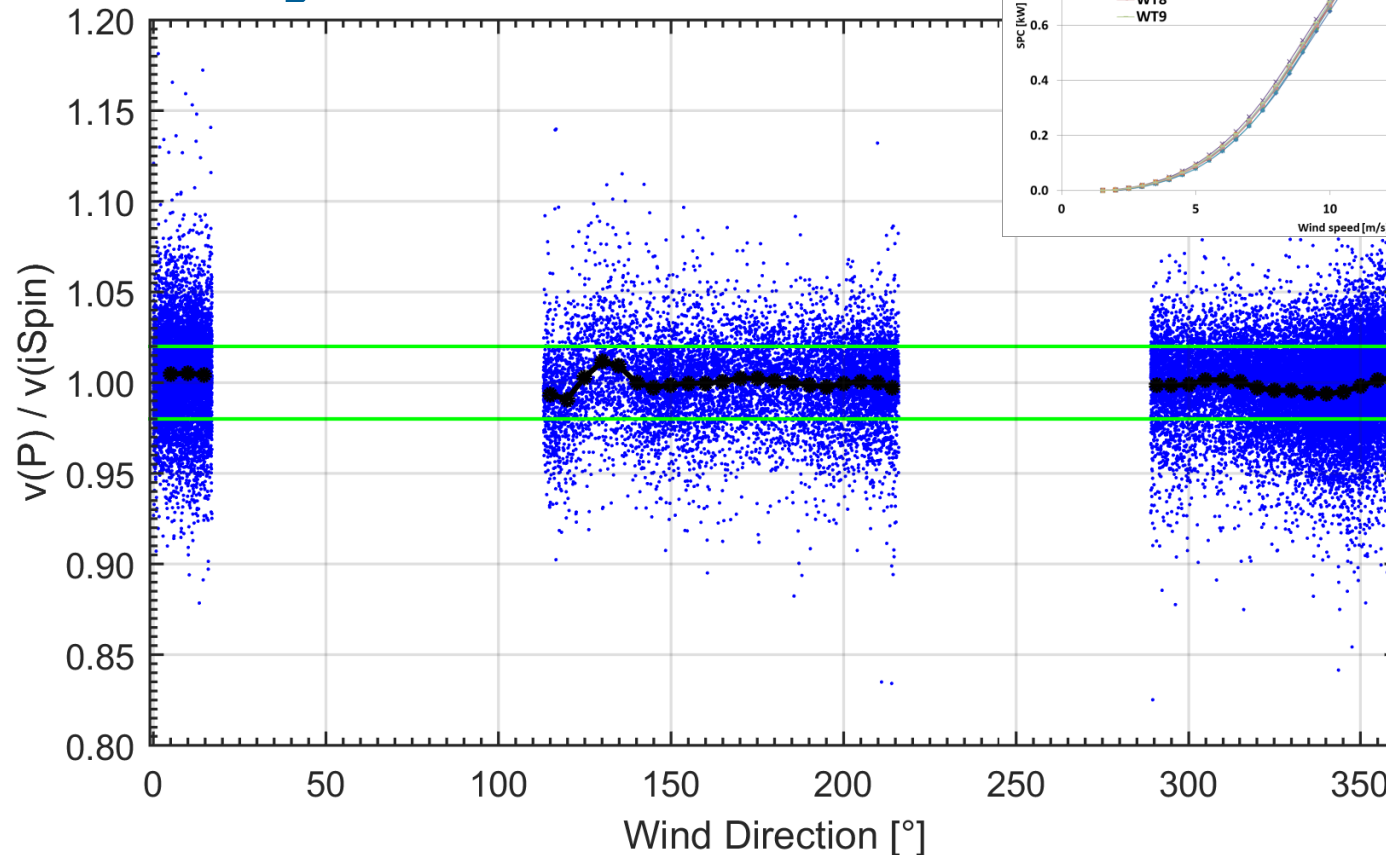
- WT1-WT4 und WT6-WT9 mit STF von WT5
- WT5 mit STF von WT4
- Referenz: WT5 mit STF von WT5



- Größere Abweichungen für WT1, WT4 und WT5
- **Keine absolute Aussage möglich!**

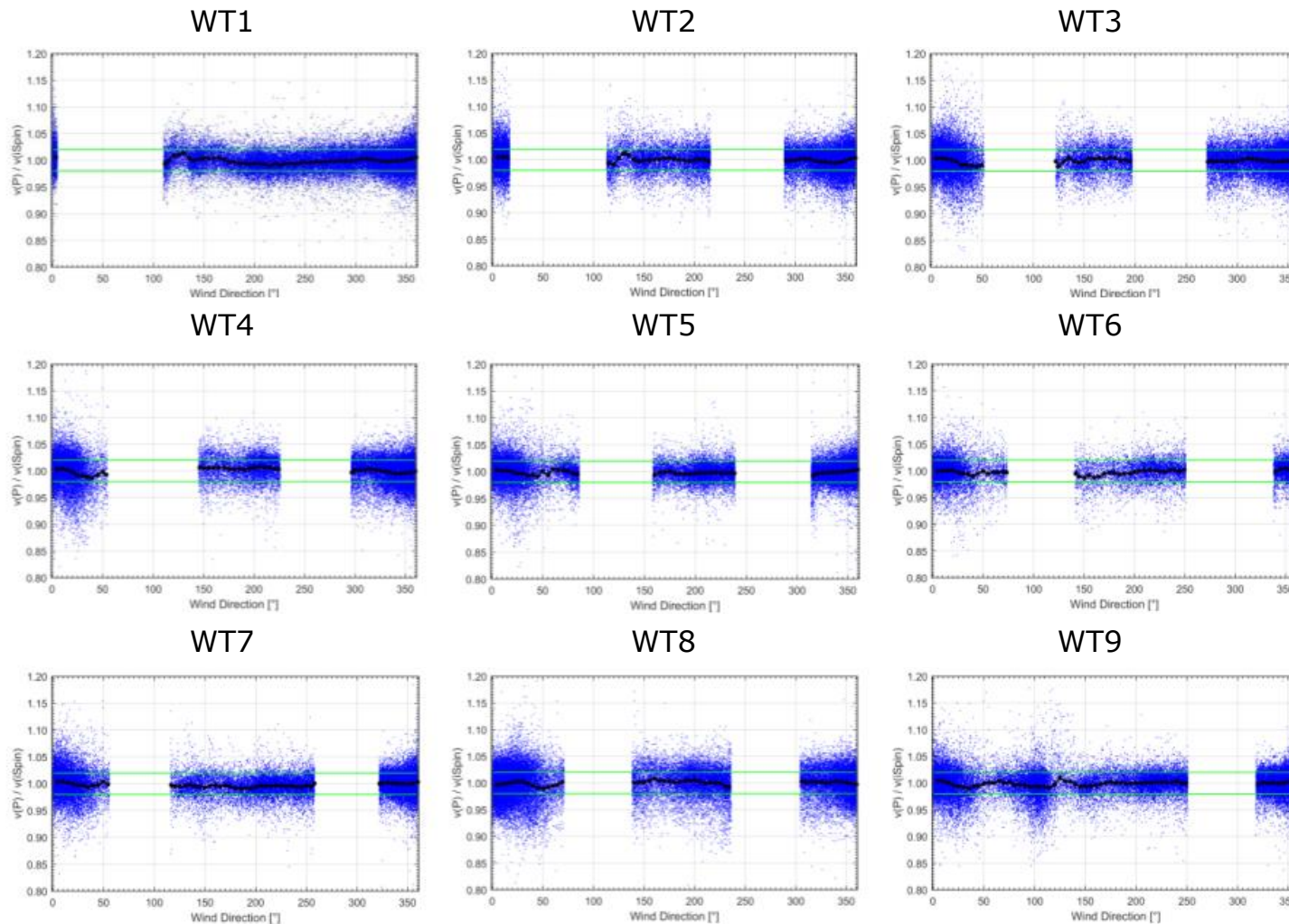
Selbst-Konsistenz Test (WT1)

- Teillast-Bereich
- Wind aus ungestörten Sektoren



Keine Geländestörungen größer als 2%!

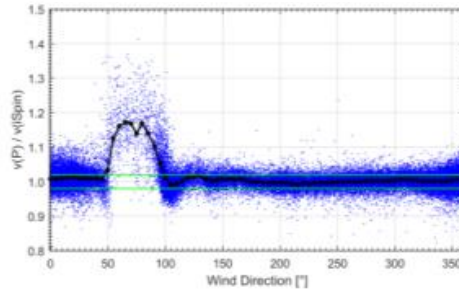
Selbst-Konsistenz Test (WT1-WT9)



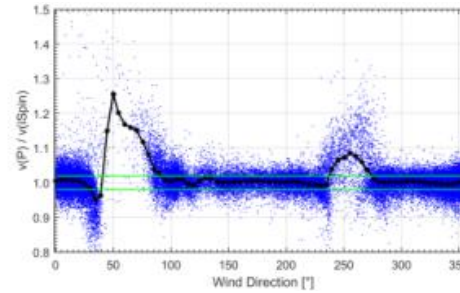
Keine Geländestörungen größer als 2%!

Selbst-Konsistenz Test (360°)

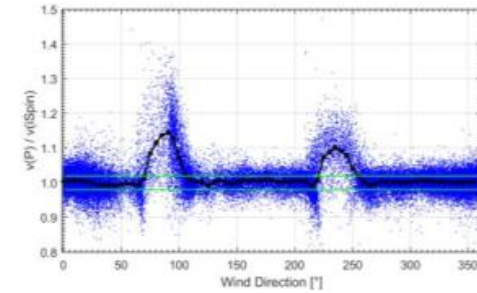
WT1



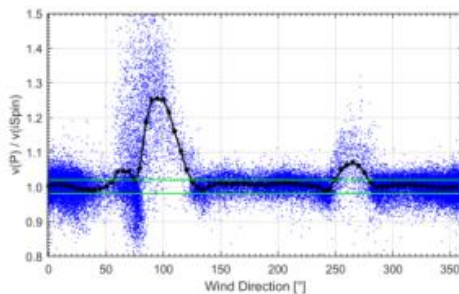
WT2



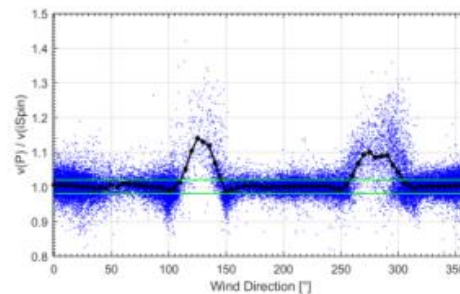
WT3



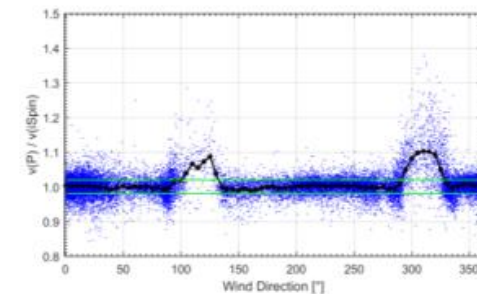
WT4



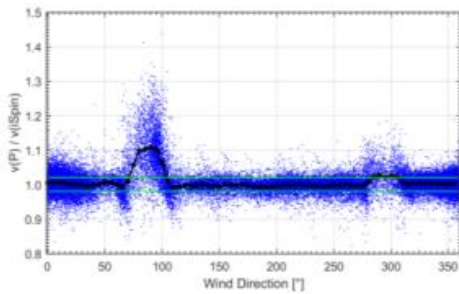
WT5



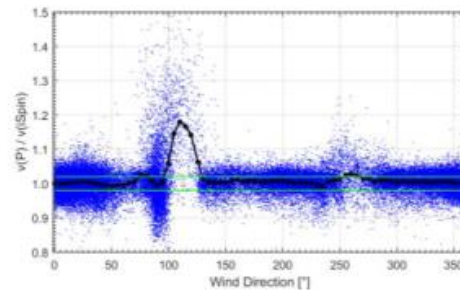
WT6



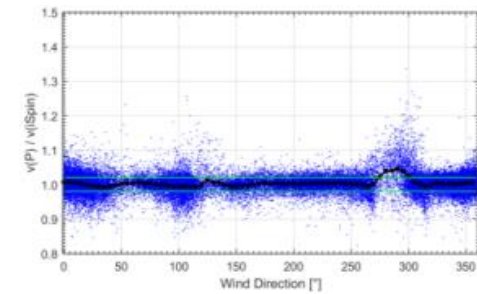
WT7



WT8



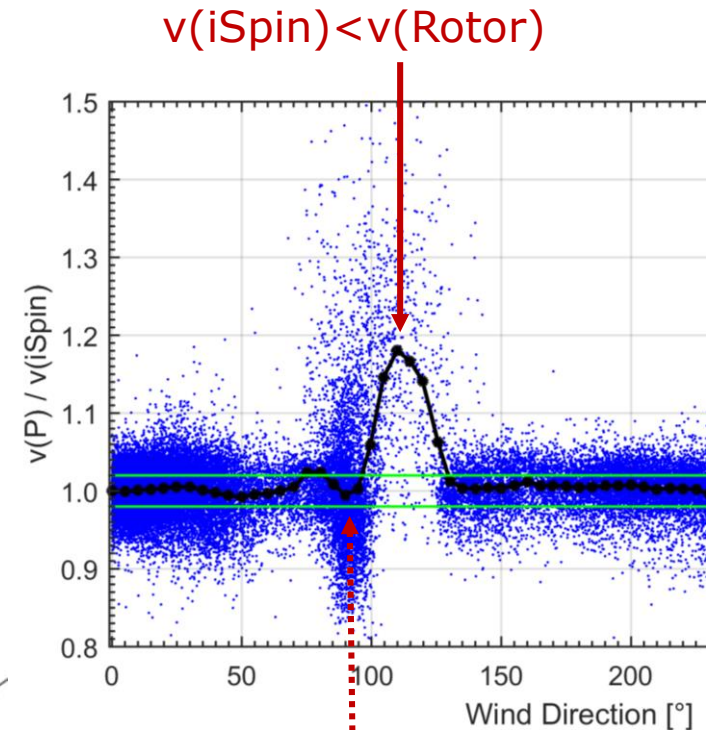
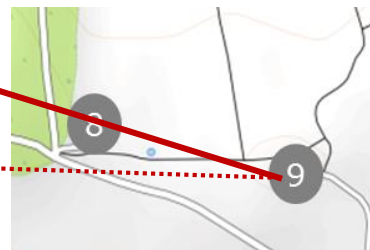
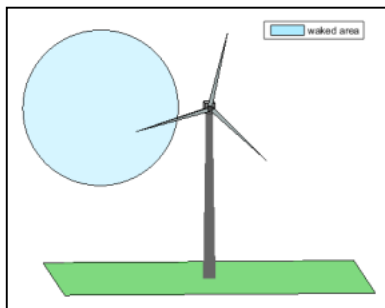
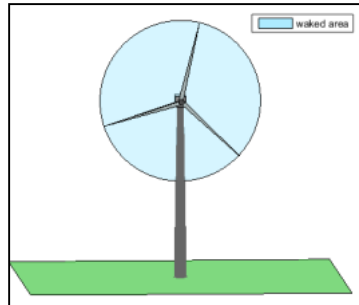
WT9



Leistungskennlinie und iSpin nicht konsistent in Nachlauf!

Selbst-Konsistenz Test (WT8)

- iSpin : Punkt-Messung in der Rotormitte
- Leistung : Geschwindigkeitswirkung auf gesamten Rotor



$v(iSpin) > v(Rotor)$

Schlussfolgerung

- STF entspricht der Normvorgabe (meistens)
- Weniger Turbulenzeffekte auf Leistungskurve mit iSpin (?)
- Starke Turbulenzabhängigkeit von STF (Korrektur?)
- Keine Gelände-Effekte auf SPC (und STF)
- Hinweis auf STF-Anwendbarkeit auf WEA gleichen Typs mit unterschiedlicher Regelung
- STF ändert sich nicht stark mit der Zeit
- Leistungskurve und iSpin Messungen korrelieren schlecht im Nachlauf

Ausblick:

- Untersuchungen zur Turbulenz
- Untersuchung weiterer Standorte (flaches Gelände)
- Unsicherheitsbetrachtung

Danke für die
Aufmerksamkeit!

Daide Trabucchi
davide.trabucchi@windguard.de



Discover the full spectrum of
the WindGuard Universe on
[www.windguard.de!](http://www.windguard.de)