

**Abschalten zum Schutz der Fledermaus –  
Betrachtung der prognostizierten und tatsächlich  
auftretenden Energieverluste**

**29. Windenergietage in Potsdam**

**Anna-Lena Stubbenhagen, Lasse Blanke**

**11.11.2021**

**anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH**

**Böhmsholzer Weg 3, D-21391 Reppenstedt**

**[www.anemos.de](http://www.anemos.de)**

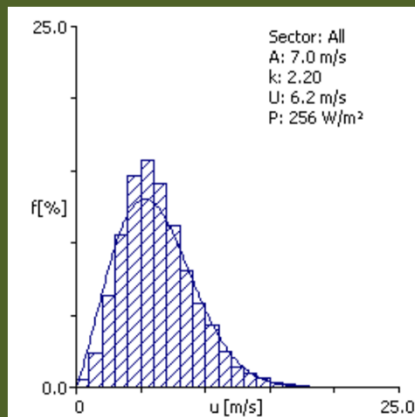
# Problematik

- Differenz zwischen prognostizierten und tatsächlich auftretenden Verlusten
- Mögliche Gründe
  - Methodik
  - Datengrundlage

Wind- und Ertragsgutachten  
beruhen auf langjährigen  
Statistiken und mittleren  
Windverhältnissen



Häufigkeitsverteilung  $f(u, dd)$

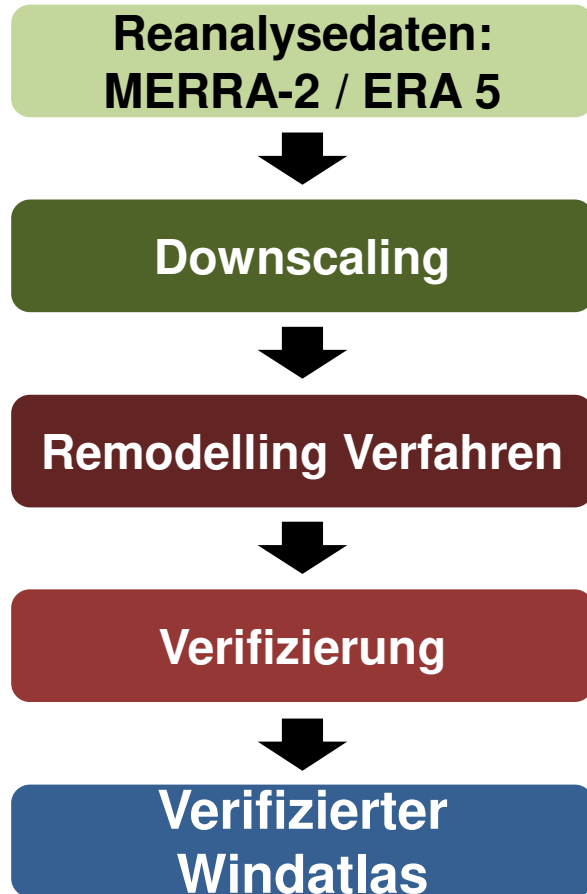


Restriktionsbedingungen

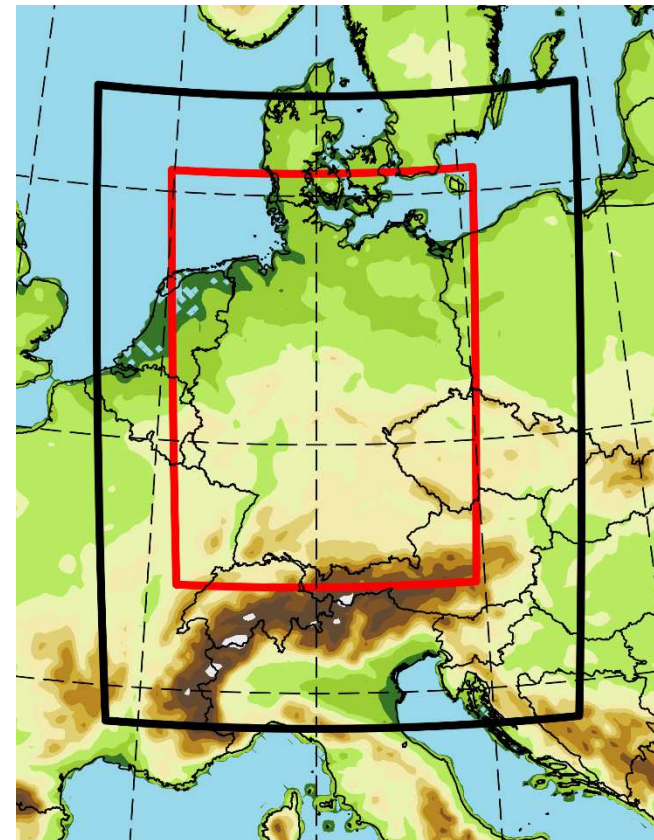


Vorgaben z.B.

- von April bis Oktober
- 1 h vor SU bis 1 h nach SA
- Windgeschwindigkeit < 6 m/s
- Temperatur > 10°C
- kein Niederschlag



D-3km.M2 / D-3km.E5



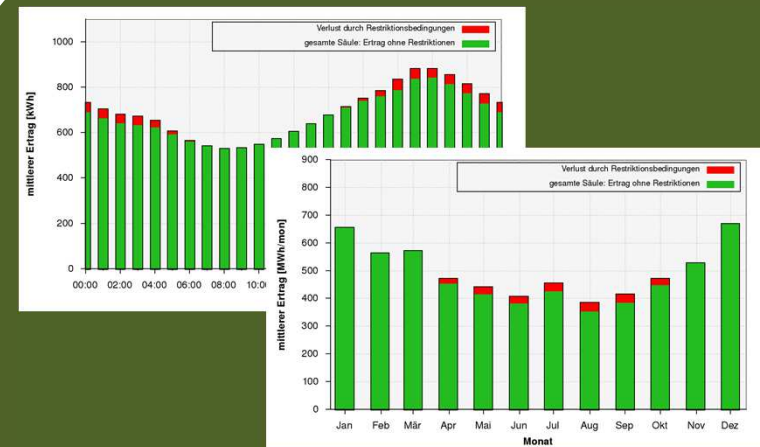


Date [UTC+0]	V [m/s]	T [°C]	E [kW]	E-res [kW]	reason
21.04.2018 19:00	2.34	12.73	6.6	0	restrict
21.04.2018 19:10	2.55	12.74	11.3	0	restrict
21.04.2018 19:20	2.74	12.75	15.4	0	restrict
21.04.2018 19:30	2.96	12.75	20	0	restrict
21.04.2018 19:40	3.15	12.75	32.2	0	restrict
21.04.2018 19:50	3.33	12.78	50.9	0	restrict



## Vorgaben z.B.

- von April bis Oktober
- 1 h vor SU bis 1 h nach SA
- Windgeschwindigkeit < 6 m/s
- Temperatur > 10°C

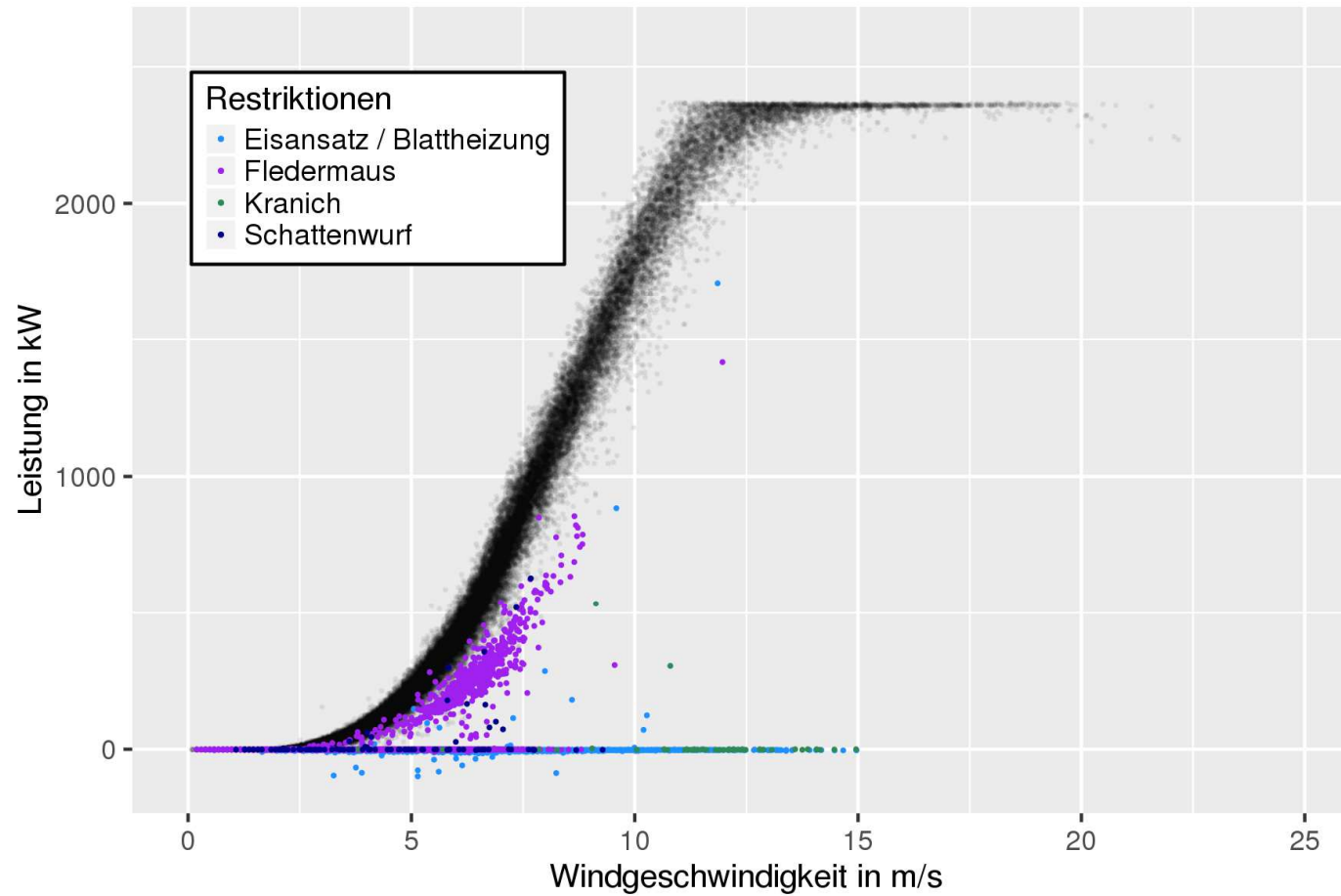


# Beispiel

- 3x WEA, NH: ca. 130 m
- Auswertung von SCADA-Daten von 2 Jahren

	Gutachten	Betriebsdaten
Langzeitertrag [MWh/a]	ca. 35 000	
Langzeitverlust Fledermaus [%]	2.17	4.04

# Hysterese





# Hysterese

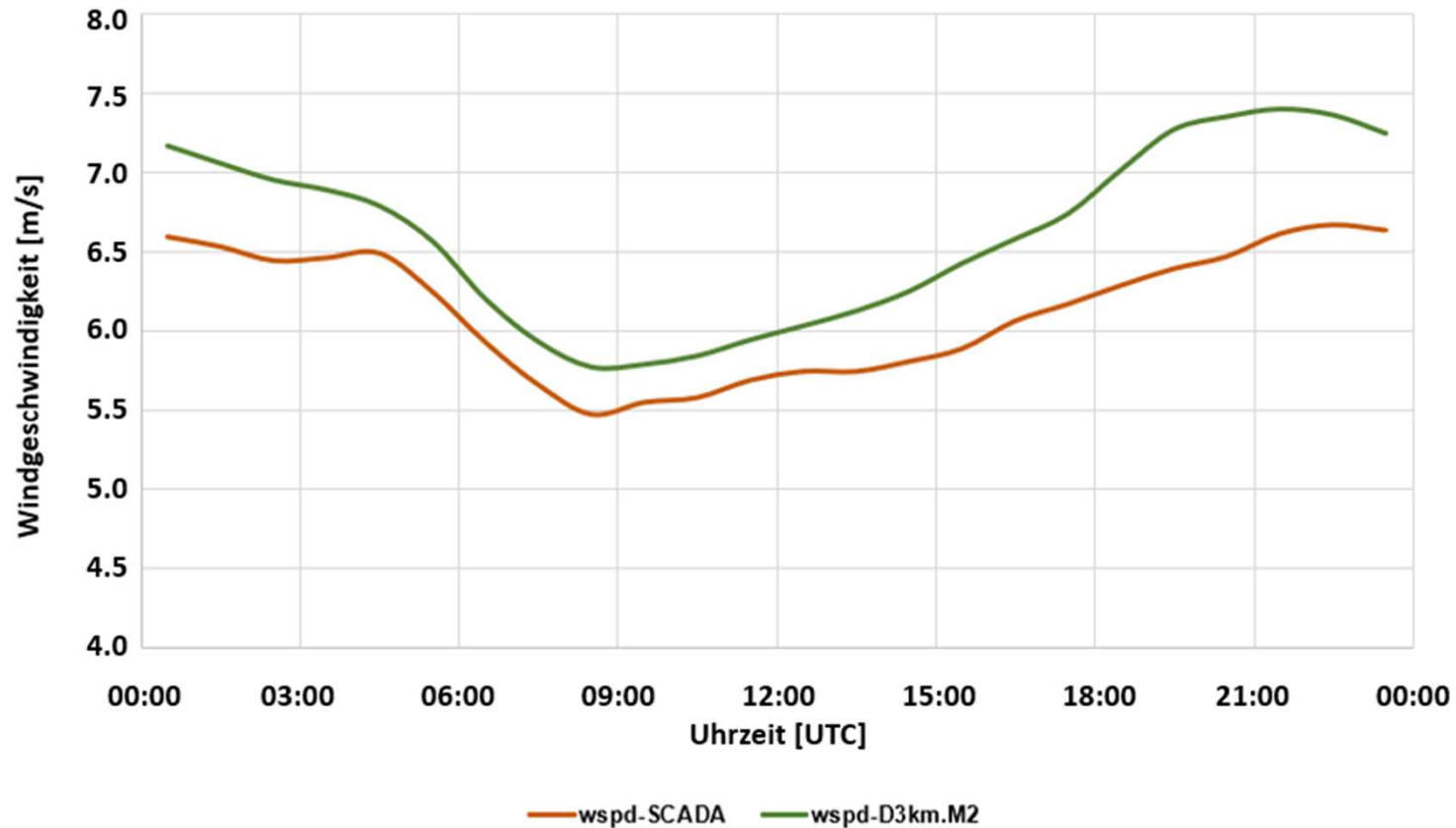
- Kriterien für saisonalen Zeitraum, täglichen Zeitraum, Windgeschwindigkeit und Lufttemperatur berücksichtigt
- zeitschrittabhängige Luftdichtekorrektur
- Hysterese Fall 1:
  - Anlaufen der WEA, wenn wspd-Kriterien in 3 aufeinanderfolgenden 10-Min-Zeitschritten erfüllt sind
- Hysterese Fall 2:
  - Anlaufen der WEA, wenn wspd-Kriterien  $+0.5$  m/s erfüllt sind

# Hysterese

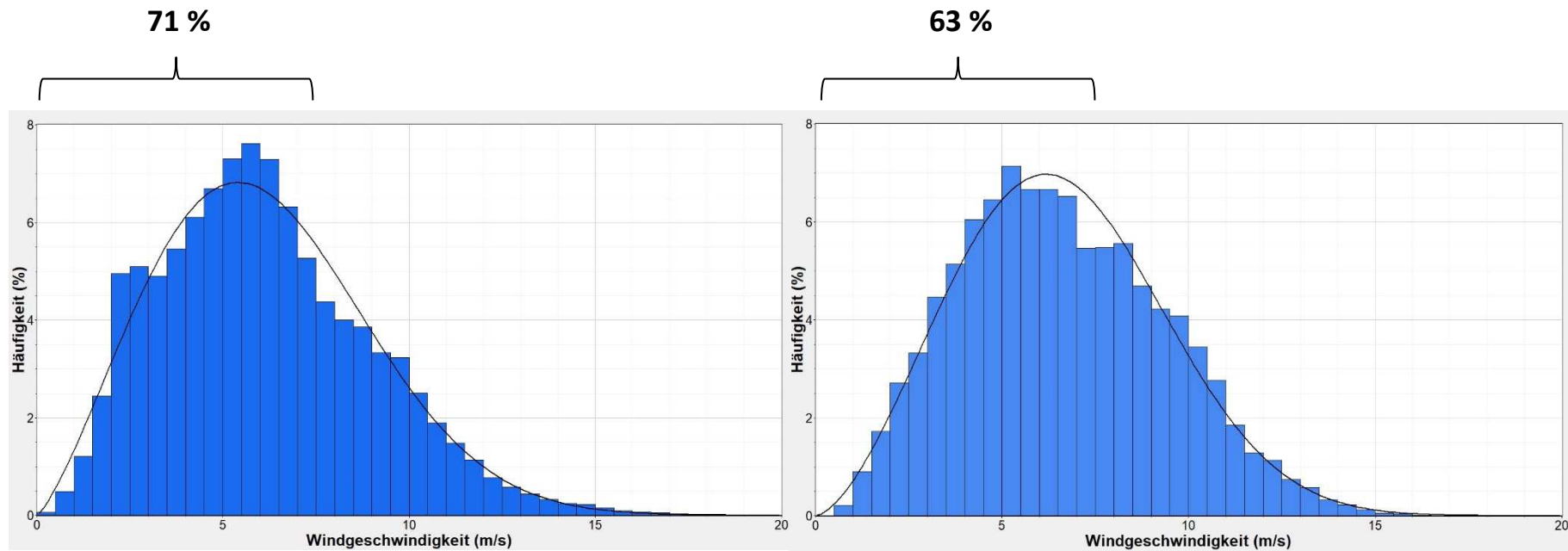
- Kriterien für saisonalen Zeitraum, täglichen Zeitraum, Windgeschwindigkeit und Lufttemperatur berücksichtigt
- zeitschrittabhängige Luftdichtekorrektur

		Verlust [%]
ohne Berücksichtigung von Hystereseeffekten		2.17
mit Berücksichtigung von Hystereseeffekten	30 Minuten wspd	2.57
	0.5 m/s höhere wspd	2.57
	30 Minuten wspd + 0.5 m/s höhere wspd	3.00

# Tagesgang der Windgeschwindigkeit



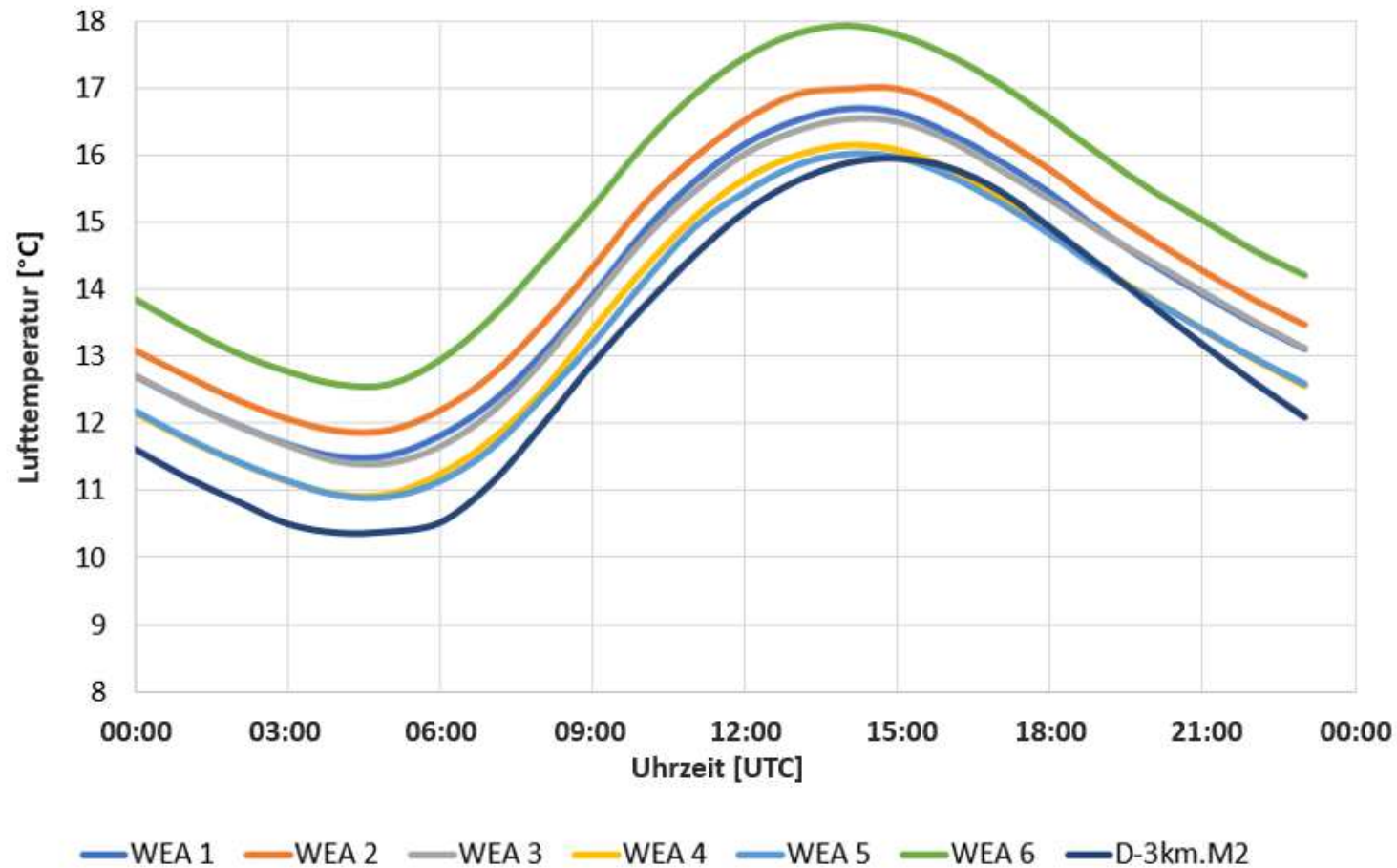
# Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit

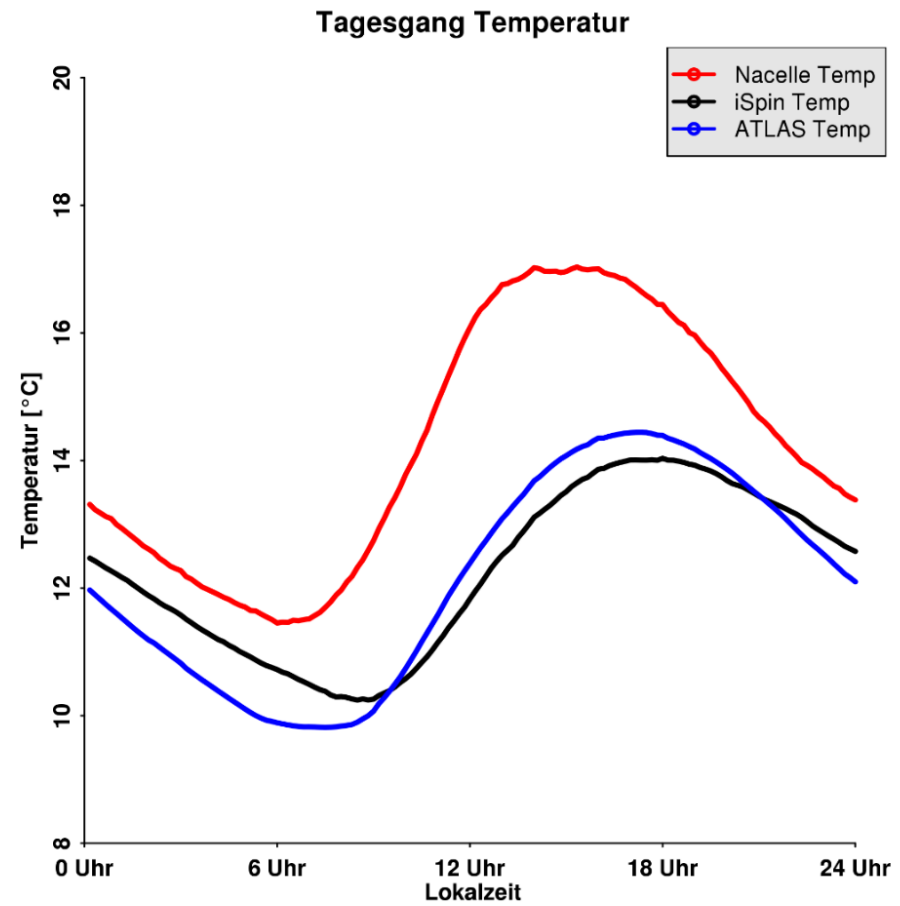
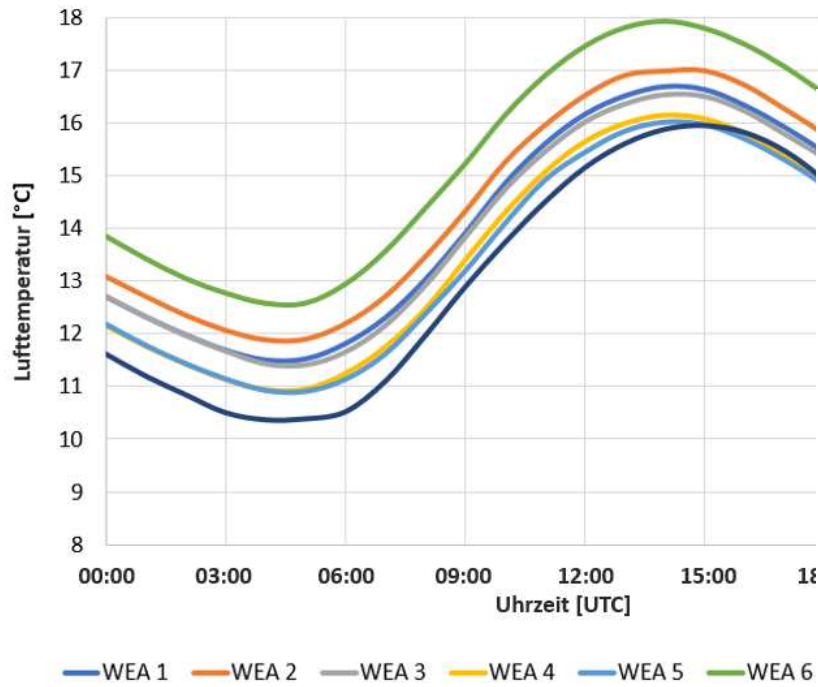


Betriebsdaten

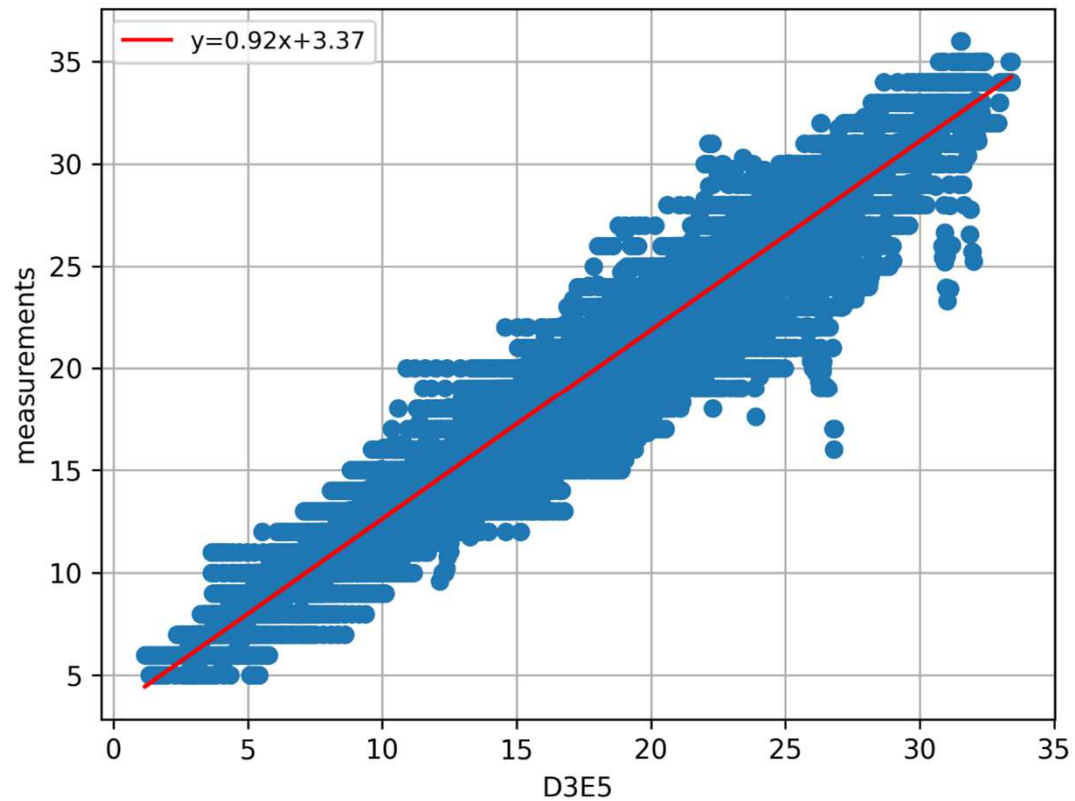
D-3km.M2

# Tagesgang der Lufttemperatur





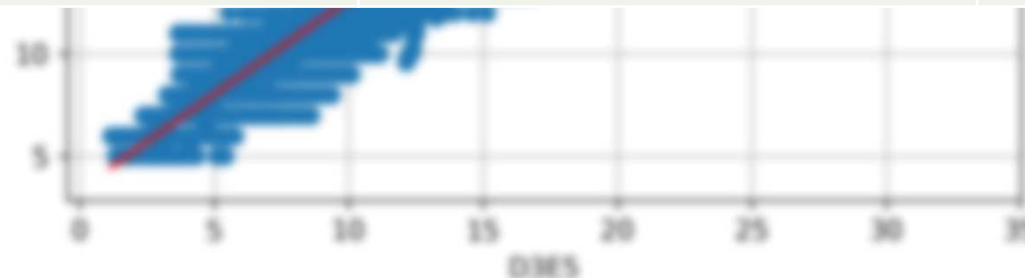
# Korrelation zwischen Lufttemperatur von WEA und D-3km.E5



# Korrelation zwischen Lufttemperatur von WEA und D-3km.E5



		Verlust [%]
ohne Berücksichtigung von Hystereseeffekten		2.17
mit Berücksichtigung von Hystereseeffekten	T +3.4 K	2.44





# Zusammenfassung

		Verlust [%]
Betriebsdaten		4.04
ohne Berücksichtigung von Hystereseeffekten		2.17
mit Berücksichtigung von Hystereseeffekten	30 Minuten wspd	2.57
	0.5 m/s höhere wspd	2.57
	30 Minuten wspd + 0.5 m/s höhere wspd	3.00
	T +3.4 K	2.44
	30 Minuten wspd + 0.5 m/s höhere wspd + T+3.4 K	3.35

# Parkabschattung

- Abschattung → Reduktion der Windgeschwindigkeit → höhere Verluste
- Modellierung der wake-Effekte spielt wichtige Rolle

# Zusammenfassung

- Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Verluste
  - **Hystereseeffekte** können teilweise nicht (ausreichend) berücksichtigt werden
  - Gemessene **meteorologische Bedingungen** an WEA weichen von modellierten Zeitreihen ab
  - **Parkabschattung** wird nicht ausreichend stark berücksichtigt
- Berücksichtigung der Hystereseregulungen und Anpassung der meteorologischen Parameter führen zu plausibleren Ergebnissen

***Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !***

**Für Fragen und Rückmeldungen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung:**

anemos GmbH  
Anna-Lena Stubbenhagen  
Böhmsholzer Weg 3  
21391 Reppenstedt  
04131-8308-116  
anna-lena.stubbenhagen@anemos.de

**anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH**  
**[www.anemos.de](http://www.anemos.de)**