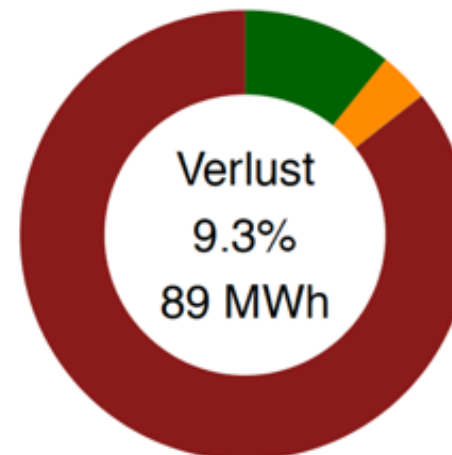
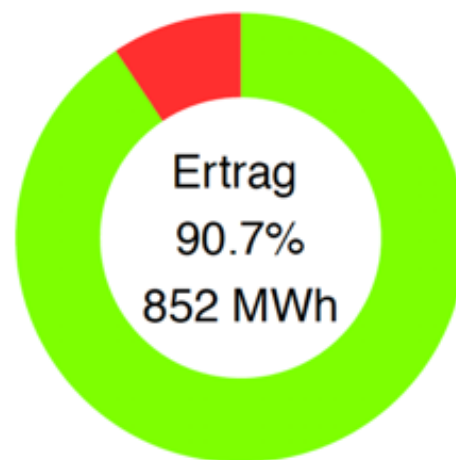


# WINDplus 4.0

## Progressive Analyse der WEA Performance



---

## Agenda

- I. Kurzvorstellung Green4net GmbH
- II. WINDplus 4.0: Intelligente Anlagendiagnostik
- III. Zweistufige WEA-Bewertung
- IV. Module der progressiven Windanalyse
  - ➔ Datengrundlage
  - ➔ Produktionsdaten und Verfügbarkeit
  - ➔ Erträge und Verluste
  - ➔ Gruppierungen der WEA-Verluste
  - ➔ Nicht dokumentierte WEA-Verluste
- V. Zusammenfassung

---

## I. Kurzvorstellung Green4net GmbH

- Gegründet 2011
- Sitz: Frankfurt am Main
- Geschäftsführende Gesellschafter: Peter Pobuda und Oliver Skadow
- Kooperationspartner und Gesellschafter: Dr. Thomas Littmann (DLC Consulting)
- Mitarbeiteranzahl: 8
- Gutachter und Sachverständiger für Wind- und PV-Anlagen
- Softwareentwicklung WINDplus 4.0 und PVplus 4.0
- Energieeffizienz für Industrieunternehmen – Umstellung Eigenenergieversorgung durch regenerative Energien

---

## II. WINDplus 4.0: Intelligente Anlagendiagnostik

- Hintergrund und Zielsetzung der Entwicklung von WINDplus 4.0:
  - Qualitätssteigerung in der Anlagenbewertung jenseits des Betriebsführungs-Reportings (Stichwort „Technische Verfügbarkeit“); u.a. durch die Analyse nicht dokumentierter Verluste
  - Datenanalyse als Basis für eine zielgerichtete Komponentenanalyse (das System erkennt vorliegende oder beginnende Komponentenfehler wie z.B. Lagerschäden oder Fehler im Pitchantrieb)
  - Laufende Performancebewertung für Anlagen im post-EEG-Weiterbetrieb/PPA (Stichwort „jede Kilowattstunde zählt“; vgl. dazu Artikel in 50,2 Ausgabe 5/2019 S. 12-13)
  - Dokumentation der Verluste nach den Anforderungen des EEG 2017 und der FGW TR 10 (energetische Verfügbarkeit, Statuscodes, status quo-Bewertung der Standortgüte)

## II. WINDplus 4.0: Intelligente Anlagendiagnostik

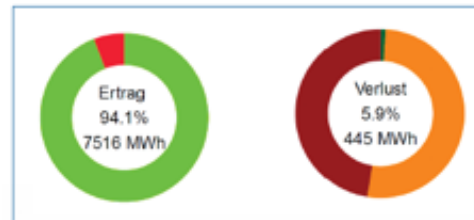
System zur Analyse und Kontrolle der Anlagenperformance



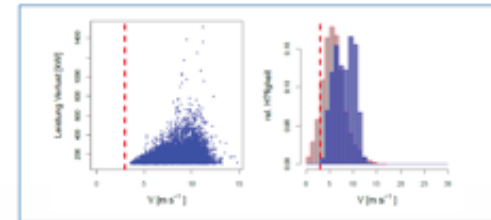
### III. Zweistufige WEA-Bewertungen

WINDplus 4.0 bewertet Windanlagen auf zwei verschiedenen Analyseebenen:

1. Verluste nach Statuscodes des EEG 2017

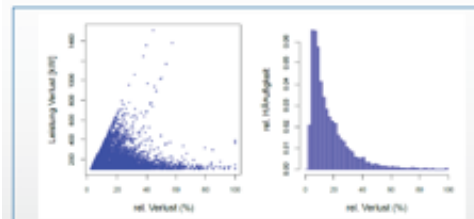


*Verluste nach Soll- / Istertrag und Fehlergruppen*

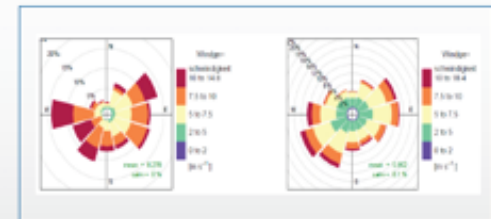


*Nicht dokumentierte Verluste und Windgeschwindigkeit*

2. Analyse der nicht dokumentierten Verluste



*Häufigkeiten der Verluste*



*Nicht dokumentierte Verluste durch Gondelfehlstellung*

## IV. Module der progressiven Windanalyse

### Datengrundlage

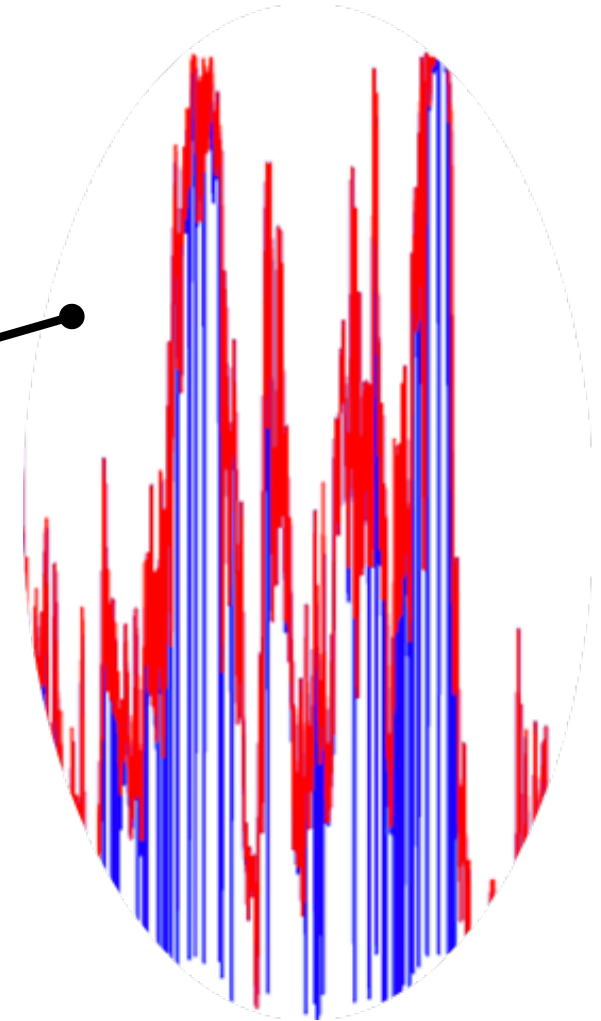
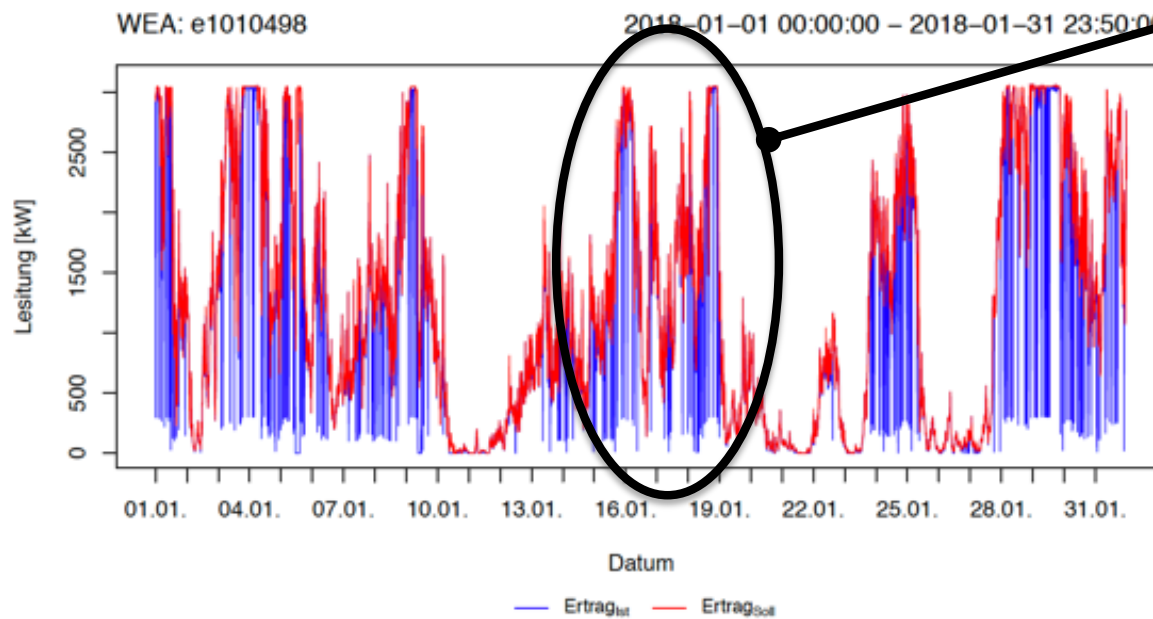
**Tabelle 2.3:** Datengrundlage

<b>Parameter</b>	<b>N (Ist)</b>	<b>N (Soll)</b>	<b>Verfüg- barkeit</b>	<b>Bemerkung / Fehlende Werte</b>
Vorhandene Datensätze	4464	4465	100.0%	Datensatz vollständig
Temperatur in Nabenhöhe	4464	0	0.0%	Temperatur in Nabenhöhe: höhenkorrigierte Temperaturwerte der nächsten DWD Station
Luftdruck in Nabenhöhe	4464	0	0.0%	Luftdruck in Nabenhöhe: höhenkorrigierte Luftdruckwerte der nächsten DWD Station
Windrichtung in Nabenhöhe	4464	0	0.0%	Fehlende Werte: Ersetzt durch Gondelposition
Gondelposition	4464	4465	100.0%	

## IV. Module der progressiven Windanalyse

Produktionsdaten und Verfügbarkeit

Anlagenleistung Soll- / Ist-Vergleich





## IV. Module der progressiven Windanalyse

### Produktionsdaten und Verfügbarkeit

**Tabelle 2.1:** Produktionsdaten

Produktionszähler Startdatum (MWh):	18864.790
Produktionszähler Enddatum (MWh):	19788.226
Differenz Produktionszähler (MWh):	923.436
Gesamter Ist Ertrag im Zeitraum (MWh):	852.425
Gesamter Soll Ertrag im Zeitraum (MWh):	948.540
Gesamtverlust im Zeitraum (MWh):	96.115
davon < Verlustschwelle (MWh):	7.476
davon > Verlustschwelle (MWh):	88.639
Anteil Verlust (>Verlustschwelle) (%):	9.3

**Tabelle 2.2:** Energetische Verfügbarkeit

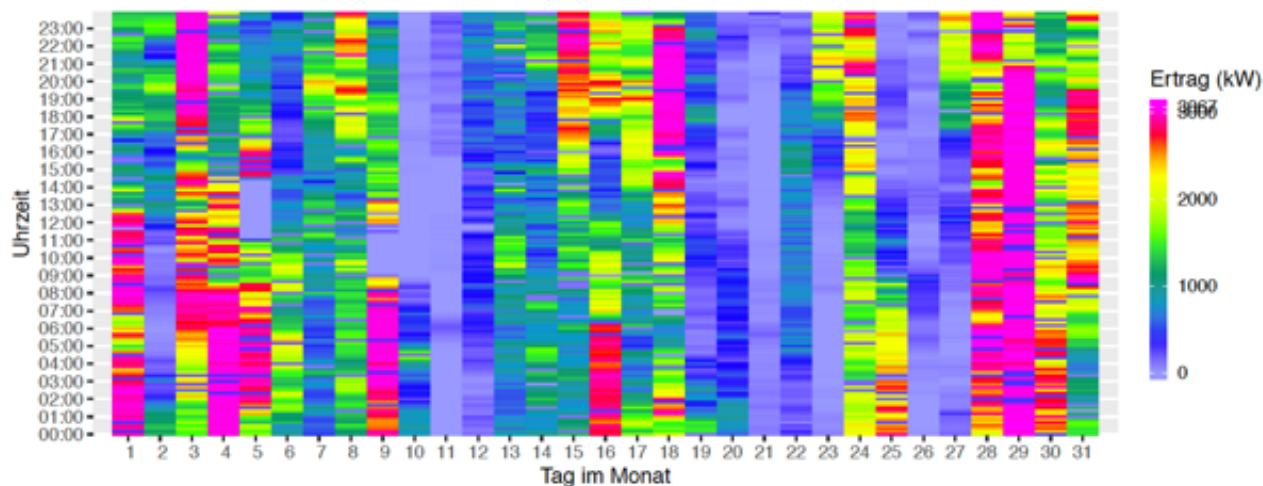
	Stunden	
Betriebsstunden im Berichtszeitraum	744.2	100.0%
Stillstände (EEG Kategorie 2)	3.2	0.4%
Stillstände (nicht dokumentiert)	15.5	2.1%
Summe Stillstände	18.7	2.5%
<b>Energetische Verfügbarkeit</b>	<b>725.5</b>	<b>97.5%</b>



## IV. Module der progressiven Windanalyse

Erträge und Verluste

Zeitlicher Überblick über den Anlagenenertrag

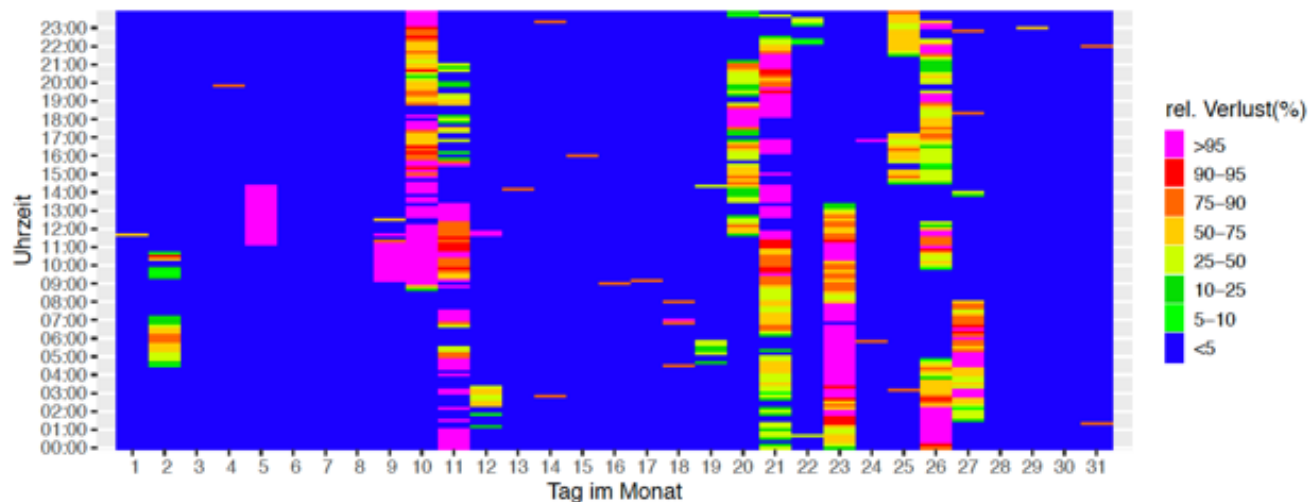


- Überblick der Produktion nach Tagen und Stunden

## IV. Module der progressiven Windanalyse

Erträge und Verluste

Zeitlicher Überblick über den relativen Verlust

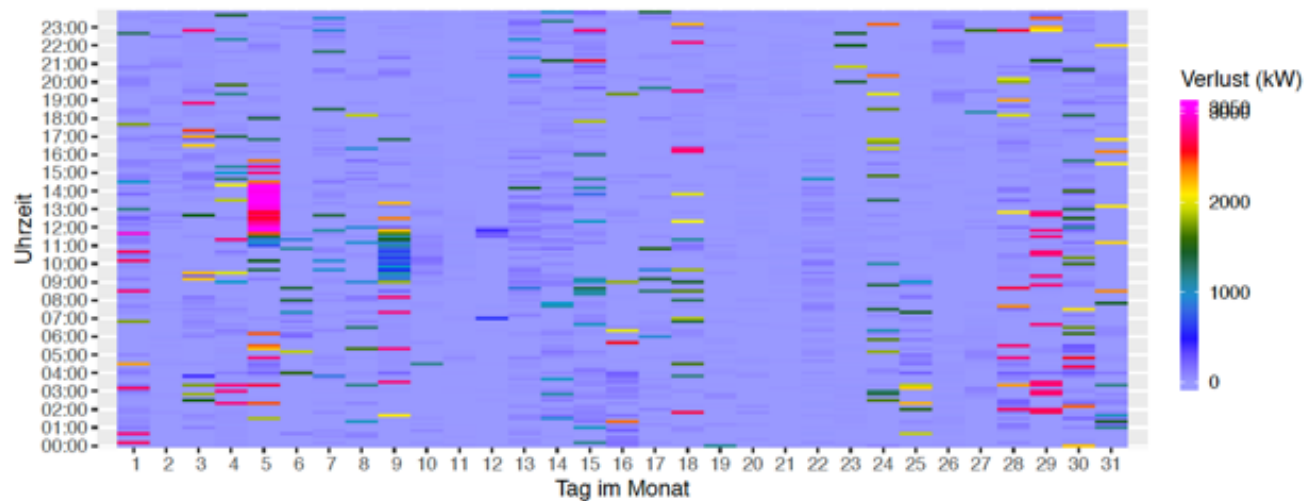


- Identifikation von Zeiträumen mit episodischen oder kontinuierlichen Verlusten

## IV. Module der progressiven Windanalyse

### Erträge und Verluste

#### Zeitlicher Überblick über den absoluten Verlust



- Mustererkennung der absoluten Verluste wird zur Interpretation von nicht dokumentierten Verlusten verwendet

## IV. Module der progressiven Windanalyse

### Erträge und Verluste

#### Gruppierung der Verluste:

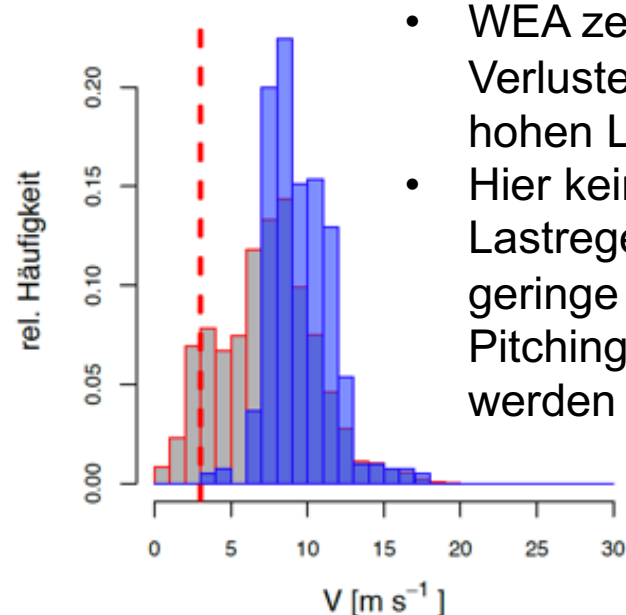
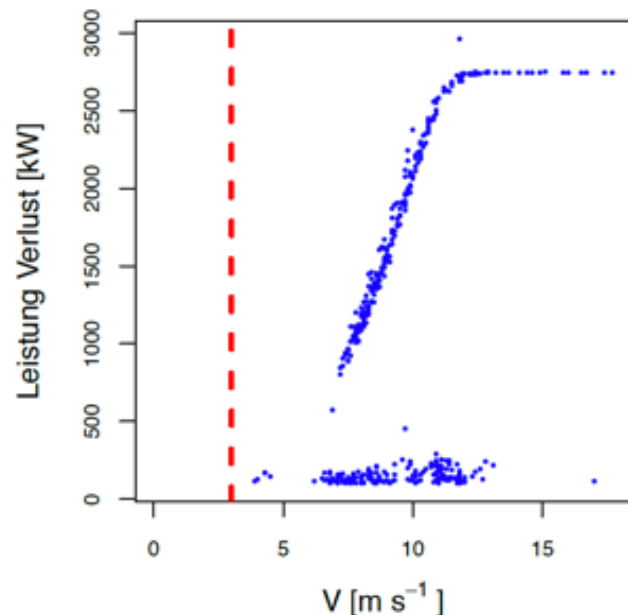
Status-Code	Meldung	Verlust (MWh)	(%)
	<b>Gesamt Soll-Ertrag</b>	<b>948.540</b>	<b>100.0%</b>
0	<b>Intentionierter Betrieb</b>	<b>9.552</b>	<b>1.0%</b>
0.1	Betriebsermöglichende Vorgänge	9.552	1.0%
1	<b>Einschränkungen aus genehmigungsrechtlichen Gründen</b>	<b>0.000</b>	<b>0.0%</b>
2	<b>Einschränkungen aus technischen Gründen</b>	<b>3.205</b>	<b>0.3%</b>
2.1	Manueller Betrieb	3.205	0.3%
3	<b>Einschränkungen durch Einspeisemanagement</b>	<b>0.000</b>	<b>0.0%</b>
4	<b>Einschränkung durch optimierte Vermarktung</b>	<b>0.000</b>	<b>0.0%</b>
88	<b>Dokumentiert, keine Zuordnung</b>	<b>0.000</b>	<b>0.0%</b>
	<b>nicht dokumentiert</b>	<b>75.882</b>	<b>8.0%</b>
	Schwachwind < cut-in (nicht Verfügbarkeitsrelevant)	0.000	0.0%
	Stillstand ohne Meldung	29.523	3.1%
	Gondelfehlstellung < 3°	0.000	0.0%
	weitere Verluste ohne Meldung	46.359	4.9%
	<b>Summe Verluste (&gt; Verlustschwelle)</b>	<b>88.639</b>	<b>9.3%</b>
	<b>Summe Verluste (&lt; Verlustschwelle)</b>	<b>7.476</b>	<b>0.8%</b>
	<b>Summe Verluste (Gesamt)</b>	<b>96.115</b>	<b>10.1%</b>
	<b>Summe Verluste (Verfügbarkeitsrelevant)</b>	<b>79.087</b>	<b>8.3%</b>

- Gruppierung der Verluste nach Statuscodes (EEG 2017 und FGW TR 10)
- Verluste der Kategorien 0,1,3,4 sind nicht verfügbarkeitsrelevant und werden zum Ertrag addiert.
- Verluste der Kategorie 2 sind verfügbarkeitsrelevant und werden vom Ertrag abgezogen

## IV. Module der progressiven Windanalyse

Nicht dokumentierte WEA-Verluste

Nicht dokumentierte Verluste und Windgeschwindigkeit:



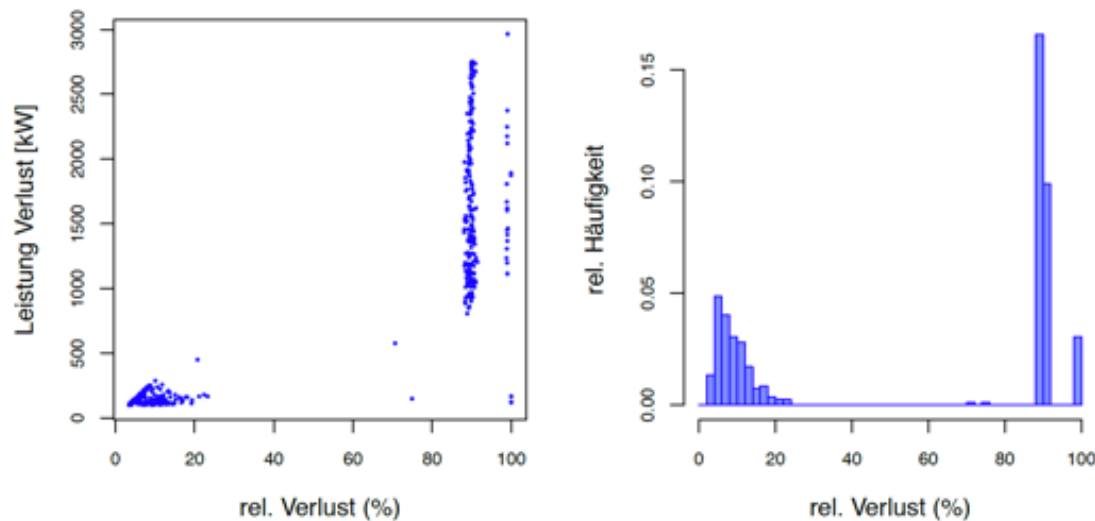
- WEA zeigt nicht dokumentierte Verluste im mittleren und hohen Lastbereich
- Hier keine Stillstände und Lastregelung, sondern zu geringe Rotordrehzahl und Pitchingfehler (diese Daten werden parallel ausgewertet)

**Abbildung 5.1:** Nicht dokumentierte Verluste und Windgeschwindigkeit (graue Balken im Histogramm repräsentieren die Verteilung des gesamten Zeitraumes)

## IV. Module der progressiven Windanalyse

Nicht dokumentierte WEA-Verluste

Nicht dokumentierte Verluste: Stillstände



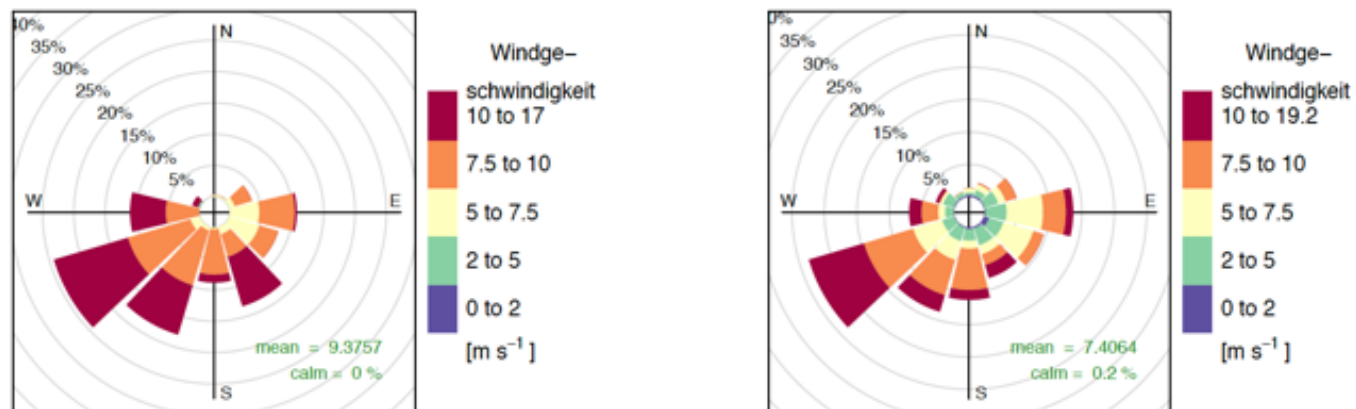
- Nicht dokumentierte Stillstände können zur Klärung an die Betriebsführung weitergeleitet werden

**Abbildung 5.2:** Nicht dokumentierte relative Verluste vom Soll-Ertrag (graue Balken im Histogramm repräsentieren die Verteilung des gesamten Zeitraumes). Relative Verluste von 100% bedeuten Stillstand der Windkraftanlage trotz Wind, für die keine Dokumentation im Logbuch vorliegt.

## IV. Module der progressiven Windanalyse

Nicht dokumentierte WEA-Verluste

Nicht dokumentierte Verluste: Gondel / Windrichtung



**(a)** Windrose für nicht dokumentierte Verluste (siehe obige Annahmen)

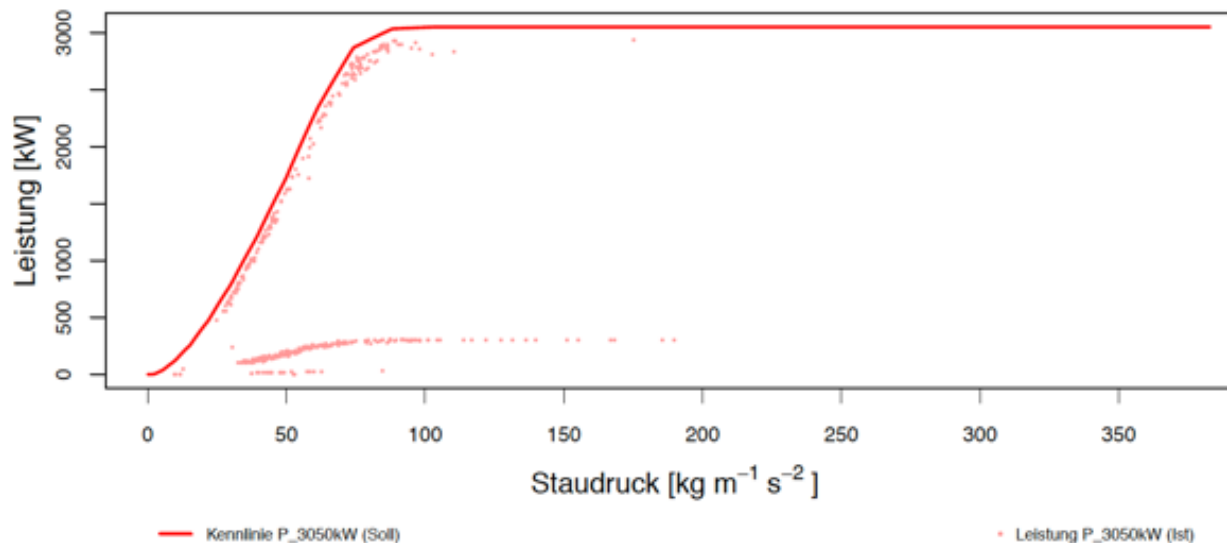
**(b)** Zum Vergleich: Windrose für den Betrachtungszeitraum



## IV. Module der progressiven Windanalyse

Nicht dokumentierte WEA-Verluste

Nicht dokumentierte Verluste: Leistungskennlinie



- Nicht dokumentierte Anlaufprobleme, Stillstände, Betrieb mit konstanter Rotor-drehzahl etc. werden mit der Soll-Leistungskennlinie sichtbar gemacht

Vergleich der Verluste mit der Kennlinie (Staudruck)

---

## V. Zusammenfassung

### WINDplus 4.0 liefert:

- Einen anlagenspezifischen Sollertrag, genau für den Anlagenstandort und den Diagnosezeitraum
- Eine Analyse von Fehlercodes und Bestimmung der nicht erzielten Energieproduktion nach Statuscodes und EEG 2017 (erfüllt nach heutigem Stand die Dokumentationspflicht des Betreibers)
- Eine Ermittlung der energetischen Anlagenverfügbarkeit
- Detaillierte Diagnosen der nicht dokumentierten Stillstände und des entgangenen Ertrages
- Fehlerursachen und Empfehlung zur Optimierung

**Wir machen aus Ihren Daten Informationen!**

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**