

WINDENERGIETAGE 2023

FORUM
8



Deutsche
Windtechnik

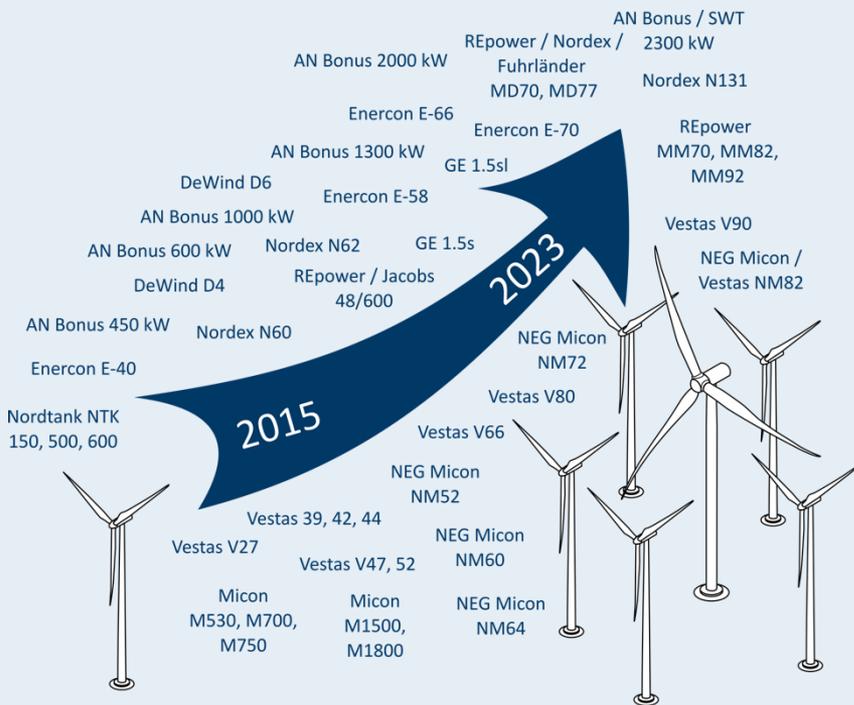


**Betriebsbeschränkungen und Restnutzungsdauer –
wo lassen Sie Weiterbetriebsjahre liegen?**

Dominik Schefter – Deutsche Windtechnik
Matthias Saathoff – P. E. Concepts

Bewertung und Prüfung über den Weiterbetrieb von WEA (BPW)

Was hat sich über die Jahre verändert:



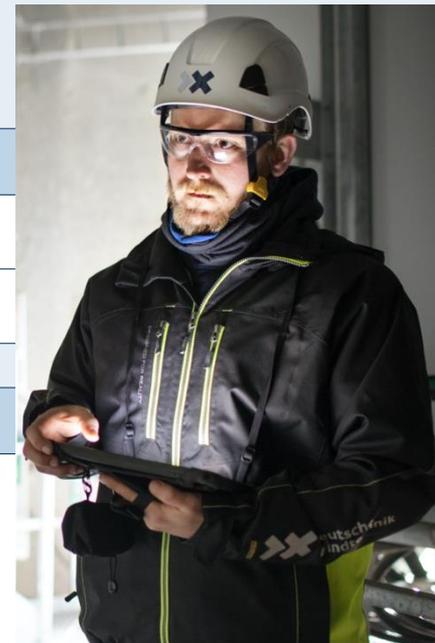
Gemeinsamer Track Record

≈ 100 verschiedene Anlagentypen

≈ 750 einzelne BPW

BPW – alles aus einer Hand

- **Praktische Methode:** Inspektion der lastabtragenden Komponenten
- **Analytische Methode:** Lastsimulation und Berechnung der Restnutzungsdauer (RND)
- **Zusammenführung der Ergebnisse**



Die BPW über die Jahre – was hat sich verändert?

Damals wie heute:
Herausforderung Datengrundlage



Unterlagen zur
Typenprüfung

Ertragsdaten /
SCADA-Daten

Nachweise
über Prüfung
und Wartung

Tausch
von Groß-
komponenten

Konformitäts-
erklärung

...

... also
alles gut ?

Heute:
Gute Datenbasis

Viele Typenprüfungen liegen intern vor

i.d.R. gute Verfügbarkeit von SCADA-Daten



Die BPW über die Jahre – was hat sich verändert?

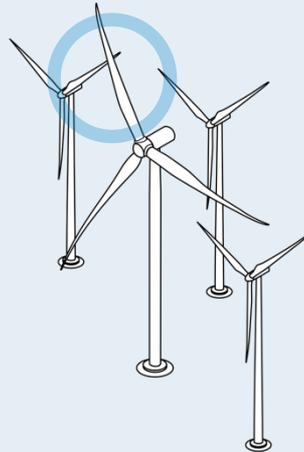
Die Herausforderungen liegen heute in der **Komplexität** der Windparkprojekte

Zubau/Repowering

Große Windparks



Geringe Rotorabstände



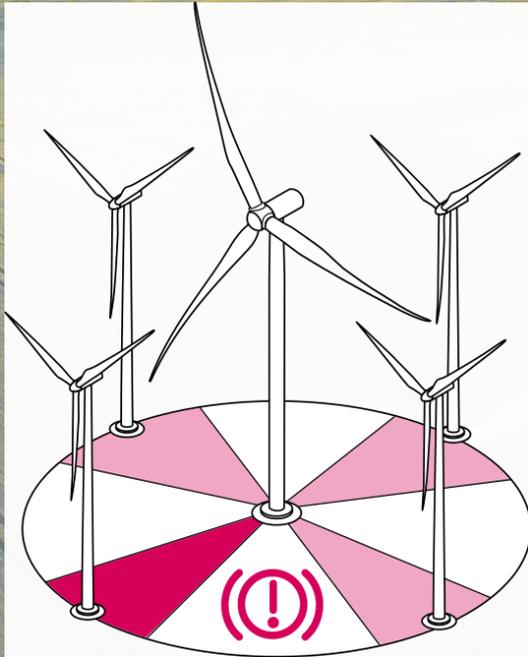
Komplexe Parklayouts



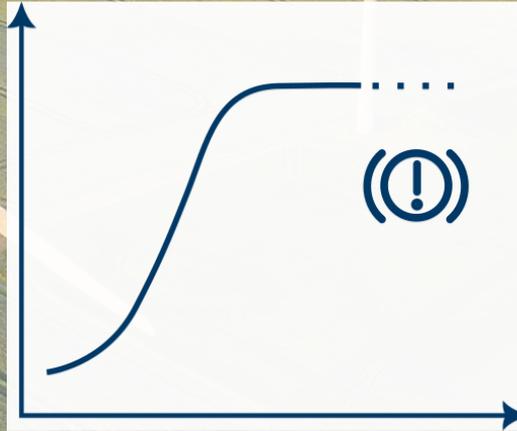
Netzengpässe



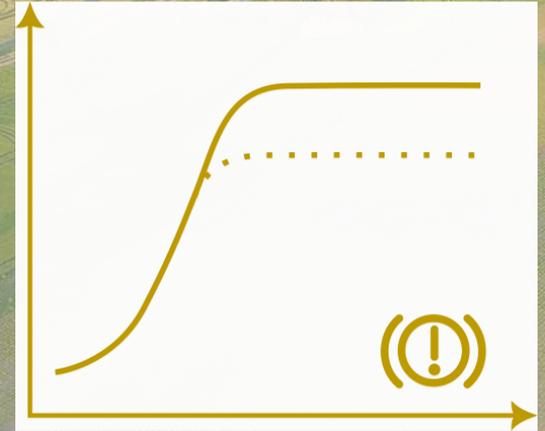
Neue Herausforderungen im Rahmen der BPW



Sektor-Management



Geänderte
Ein-/Abschaltwindgeschwindigkeit



Geänderte Leistungskurve
(Schalloptimierung, Curtailment)

Was bedeuten Betriebsbeschränkungen (BBS) für die BPW?

BBS berücksichtigen – ja oder nein?

- 1 BBS für die BPW relevant?
- 2 Einfluss von BBS auf die Bewertung?
- 3 Wie kann ich meine Sachverständigen mit Informationen unterstützen?
- 4 Gezielte Optimierung der Weiterbetriebszeit durch BBS?

BBS berücksichtigen – ja oder nein?

1. BBS für die BPW relevant?

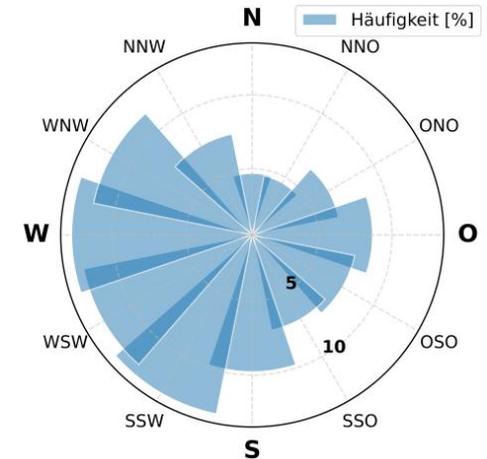
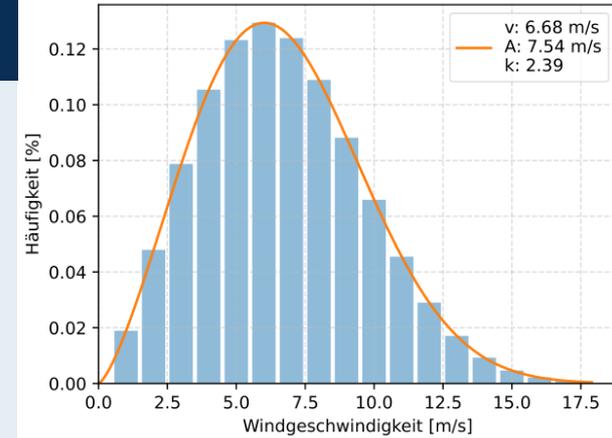
Bewertung der Windbedingungen:

BBS (Stillstand, Leistungskurve) beeinflussen die Erträge

Nichtberücksichtigung solcher Betriebsweisen erhöht die Unsicherheit bei der Bestimmung der Windbedingungen (Weibull-Parameter)

Im schlimmsten Fall kann die mittlere Windgeschwindigkeit über- oder unterschätzt werden

Wenn Zweifel an der Plausibilität bestehen: **Sicherheitsabschläge**



BBS berücksichtigen – ja oder nein?

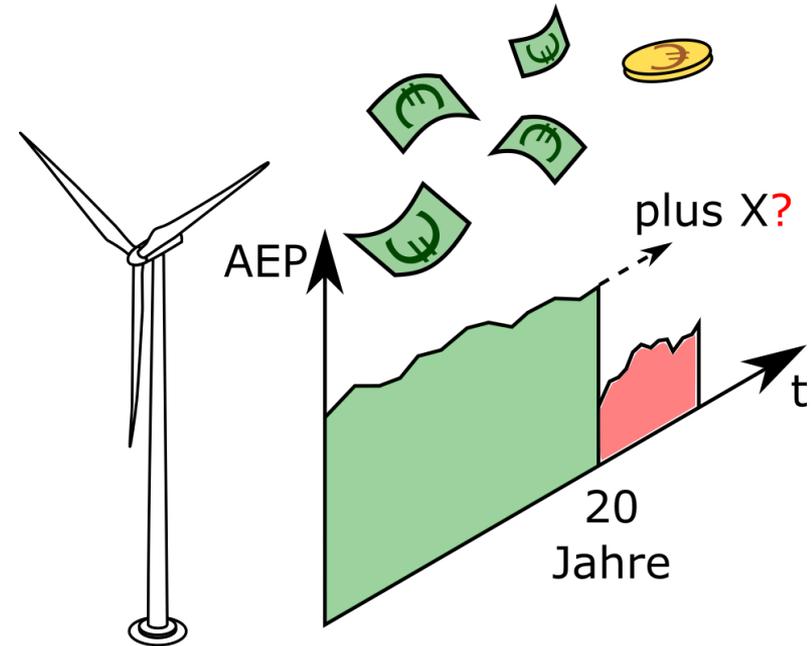
1. BBS für die BPW relevant?

Bewertung der Lasten:

Generell:
Leistungsreduktion und Stillstand verringern die Lasten

Nichtberücksichtigung verringert die Lastreserven am Ende der Entwurfslebensdauer

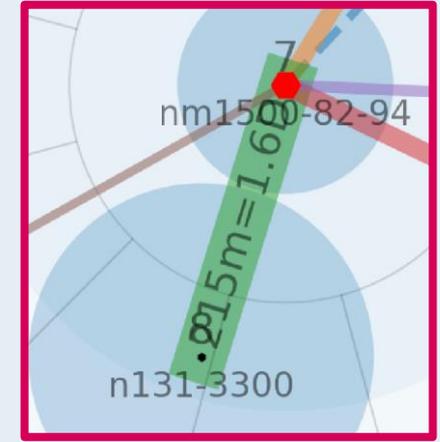
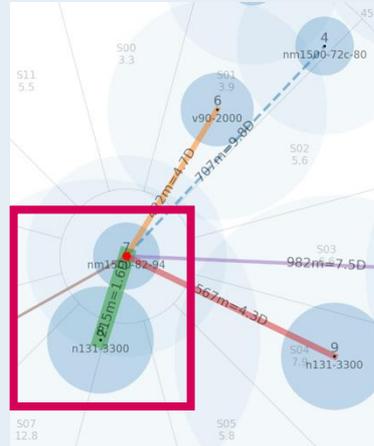
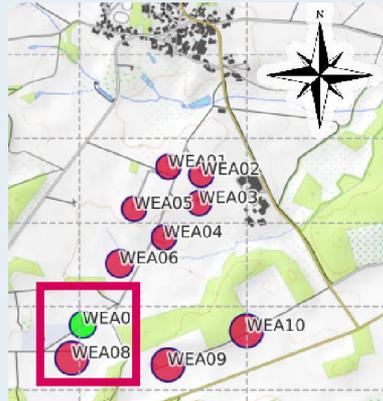
Im Ergebnis verringert sich die mögliche Weiterbetriebszeit



BBS berücksichtigen – ja oder nein?

2. Einfluss von BBS auf die Bewertung?

Fallbeispiel A

Sektorielle
Betriebsbeschränkung

Zunächst:

- Bestimmung des Parklayouts zur Berechnung der Windbedingungen

Dabei fällt auf:

- Rotorabstand zur nächsten Nachbaranlage: 1,6 D
- Eine BBS ist vorgeschrieben

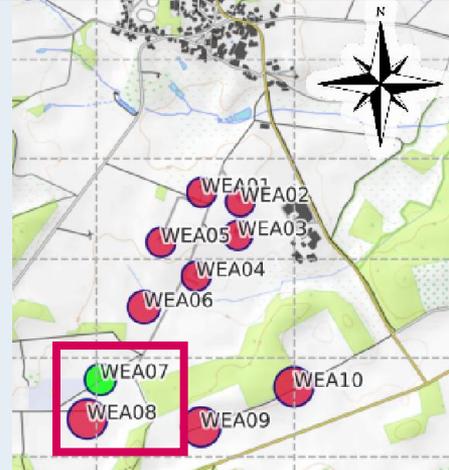
Zu klären:

- Welche WEA wird abgeschaltet?
- Muss die Nachbaranlage in Turbulenzberechnung berücksichtigt werden?
- Hat die gegenständliche WEA erhöhte Standzeiten?

2. Einfluss von BBS auf die Bewertung?

Fallbeispiel A

Sektorielle
Betriebsbeschränkung



Zunächst:

- Gegenständliche WEA wird zugunsten der neuen WEA abgeschaltet
- Beginn der sektoriellen BBS im 15. Betriebsjahr
- Keine Turbulenz durch Nachbaranlage während Betrieb
- ca. 21% zusätzliche Standzeit

Ergebnis:

Restnutzungsdauer (RND)
in Jahren
(kritische Komponenten)

Szenario

Blattbolzen

Nabe

Ohne BBS

-

-

BBS Neu-WEA

5,7

7,6

BBS BPW-WEA

8,8

11,3

Differenz

+3,1

+3,7

BBS berücksichtigen – ja oder nein?

2. Einfluss von BBS auf die Bewertung?

Fallbeispiel B

Reduzierte
Abschaltgeschwindigkeit



Zunächst:

- Normale Berechnung der RND

Dabei fällt auf:

- In der Vergangenheit ist ein Rotorblattschaden aufgetreten
- Nach Instandsetzung wurde die maximale Windgeschwindigkeit auf 10 m/s (10-Min.-Mittel) reduziert

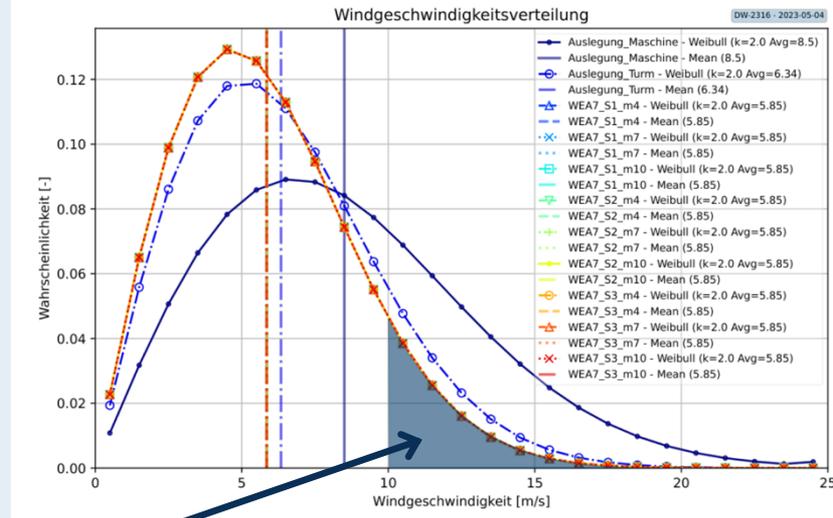
Zu klären:

- Seit wann liegt die Änderung der Betriebsparameter vor?

BBS berücksichtigen – ja oder nein?

2. Einfluss von BBS auf die Bewertung?

Fallbeispiel B

Reduzierte
Abschaltgeschwindigkeit

Ergebnis:

Restnutzungsdauer (RND) in Jahren
(kritische Komponenten)

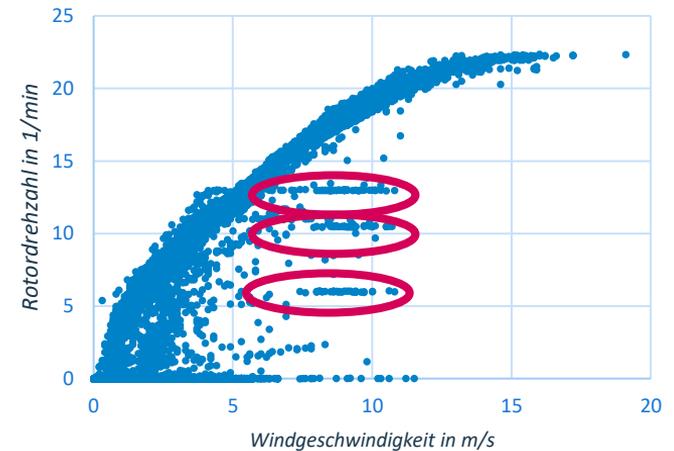
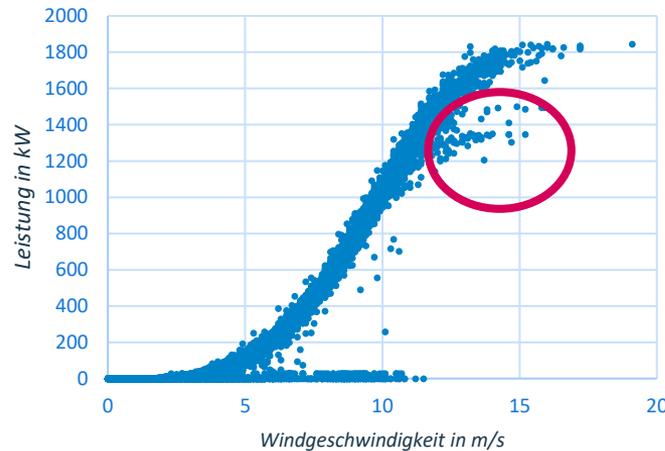
Aus Weibull-Verteilung:
zusätzliche Standzeit 10%

Szenario	Blattbolzen	Nabe
ohne BBS	5,1	6,5
mit BBS	5,9	8,0
Differenz	+0,8	+1,5

2. Einfluss von BBS auf die Bewertung?

Fallbeispiel C

Anpassungen
in Leistungskurve



Zunächst:

Sichtung der Eingangsdaten

Dabei fällt auf:

- SCADA-Daten zeigen andere Betriebsmodi
- Geringe Leistung → geringere Last
- Geringere Drehzahl → weniger Schwingspiele

Zu klären:

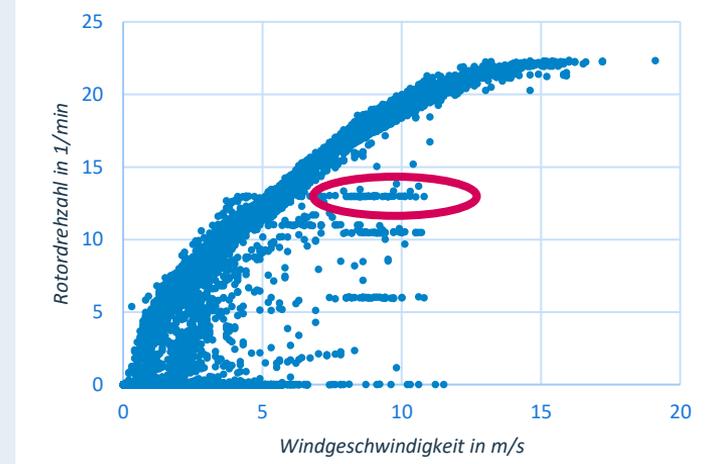
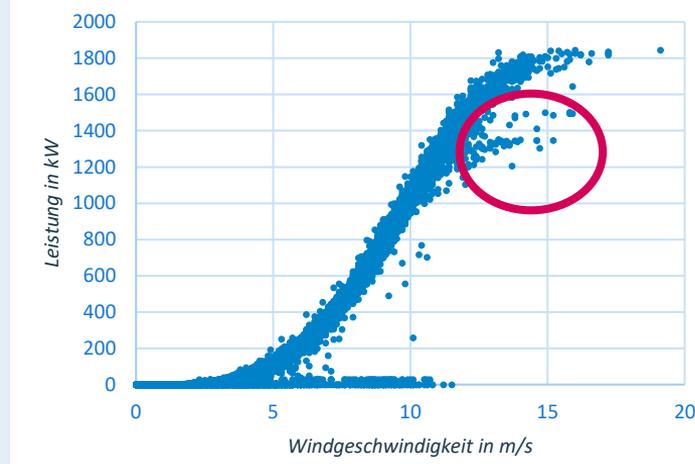
- Um welche BBS handelt es sich?
- Seit wann ist die BBS aktiv?
- In welcher Frequenz ist die BBS aktiv?

BBS berücksichtigen – ja oder nein?

2. Einfluss von BBS auf die Bewertung?

Fallbeispiel C

Anpassungen
in Leistungskurve



Nach Klärung:

- Schalloptimierung während der Nachtzeit für zwei von vier WEA aktiv

Ergebnis:

RND in Jahren
(kritische Komponenten)

Szenario

Blattbolzen

Rotorblatt

ohne BBS

6,8

3,3

mit BBS

8,4

5,9

Differenz

+1,6

+2,6

BBS berücksichtigen – ja oder nein?

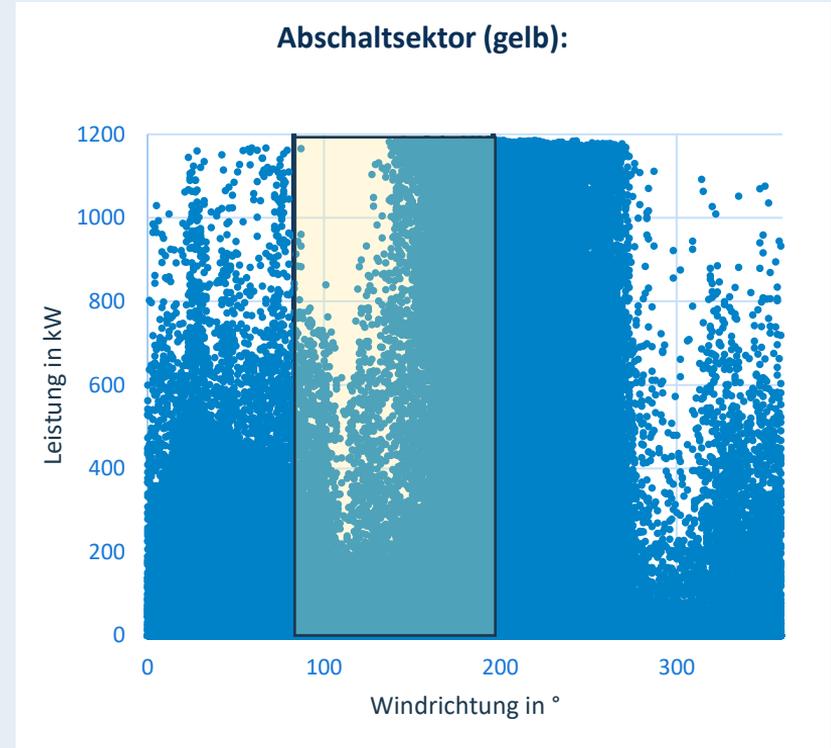
2. Einfluss von BBS auf die Bewertung?

Fallbeispiel D

Sektorielle Abschaltung

Nach Klärung:

- BBS nicht wirksam umgesetzt?



BBS berücksichtigen – ja oder nein?

2. Einfluss von BBS auf die Bewertung?

Zusammengefasst

Berücksichtigung von BBS ist eine „**low hanging fruit**“:

- Die Informationen sind i.d.R. leicht verfügbar
- BBS wirken sich positiv auf die Restnutzungsdauer aus

Ertragsverlust während der Entwurfslebensdauer wird durch Ertragssteigerung nach Entwurfslebensdauer kompensiert



BBS berücksichtigen – ja oder nein?

3. Wie kann ich meine Sachverständigen mit Informationen unterstützen?

Bringen wir Licht ins Dunkel!

Als Teil des Datenpakets:

An welchen WEA sind BBS vorhanden?

Welche Art von BBS liegt vor?

Seit wann ist die BBS aktiv?

SCADA-Daten enthalten Informationen,
müssen aber eingeordnet werden!



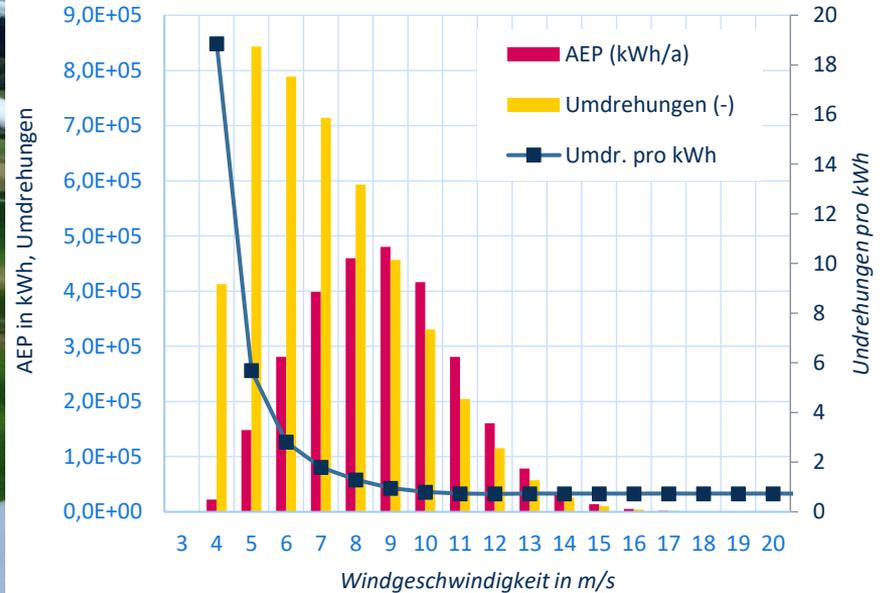
BBS berücksichtigen – ja oder nein?

4. Gezielte Optimierung der Weiterbetriebszeit durch BBS?

Szenario 1:

Definition von BBS, um zeitliche Zielvorstellung für den Weiterbetrieb zu erreichen

Beispiel: GE 1.5sl, $v_{ave} = 5,6$ m/s
Nabe ist limitierende Komponente



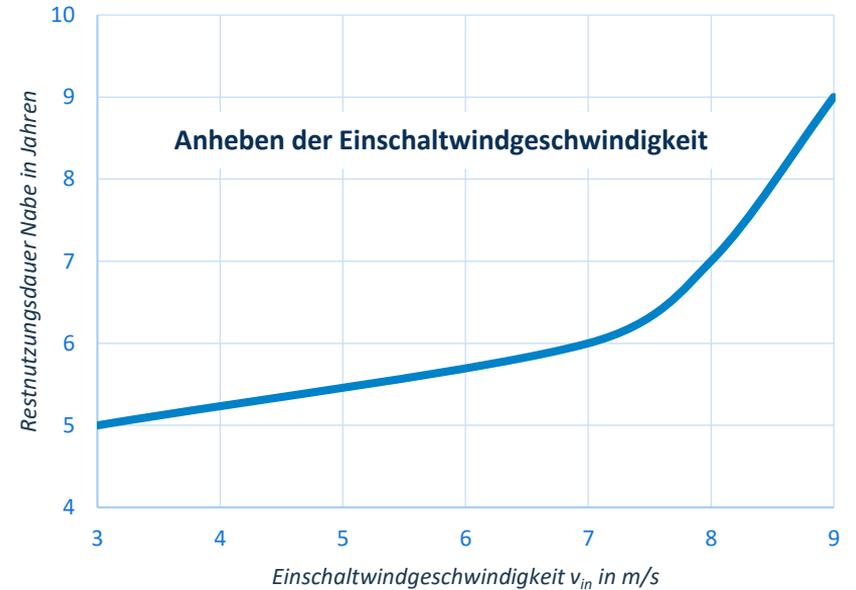
BBS berücksichtigen – ja oder nein?

4. Gezielte Optimierung der Weiterbetriebszeit durch BBS?

Szenario 2:

Definition von BBS, um Ertrag im Weiterbetrieb zu maximieren

Beispiel: GE 1.5sl, $v_{ave} = 5,6 \text{ m/s}$
Nabe ist limitierende Komponente



Ihre Ansprechpartner:

Dominik Schefter

Technical Expert,
Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting

+49 421 69105-190
d.schefter@deutsche-windtechnik.com

Matthias Saathoff

Load Simulation & Life Time Extension,
P. E. Concepts

+49 (0)421 244 066 06
Matthias.Saathoff@p-e-c.com

