

**Überraschung vermeiden:
Bestimmung der Standortgüte gemäß
TR10 nach erstem Betriebsjahr**

**13. Branchentag Windenergie NRW
27.10.2021**

Martin Schneider

anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH
www.anemos.de

Windgutachten

WASP / CFD, Standorteignung
Betriebseinschränkungen
Standortgüte, Due Diligence
Windmessung (Mast, Lidar)

Mesoskalige Modellierung WRF

Windatlas Optimierung
50-Jahres Extremwert, Vereisung, Index
10-min. Zeitreihe, 20 Jahre

Performance Analyse

SCADA-Daten Analyse, Optimierung
Performance Check / Due Diligence
Portfolio Analyse (Wind+Solar)

Strommarktanalysen

Marktwertatlas
Erlösgutachten
Risikobewertung für PPA's

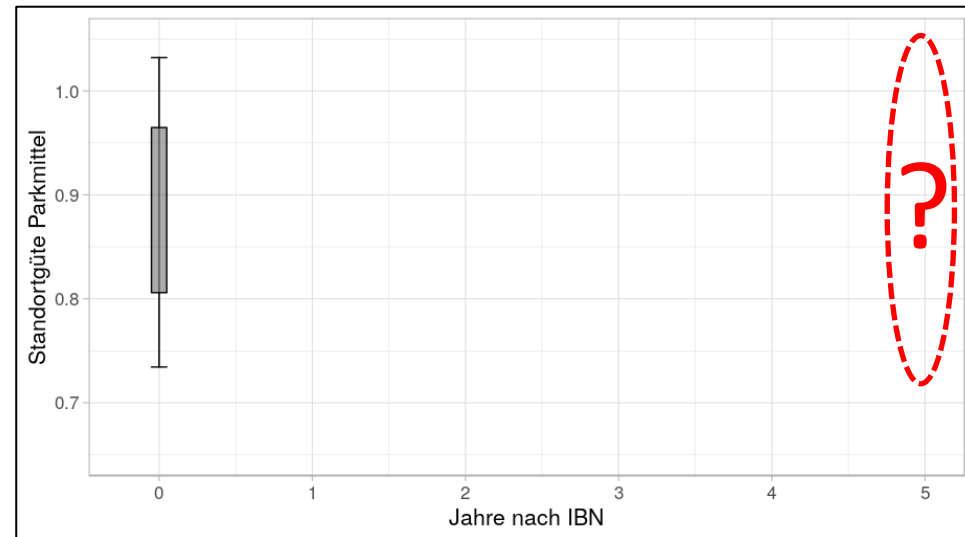
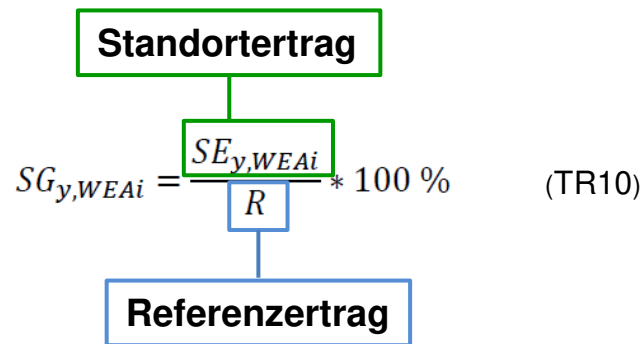
awis

Online Datenzugang
(Zeitreihen, Karten, Statistiken, Index)
Ertragsberechnung
Marktwertatlas

Forschung & Entwicklung

UBA Windatlas, SunDAY
VERIMA, Roadmap Windatlas
WinBin II, SOPCAWIND

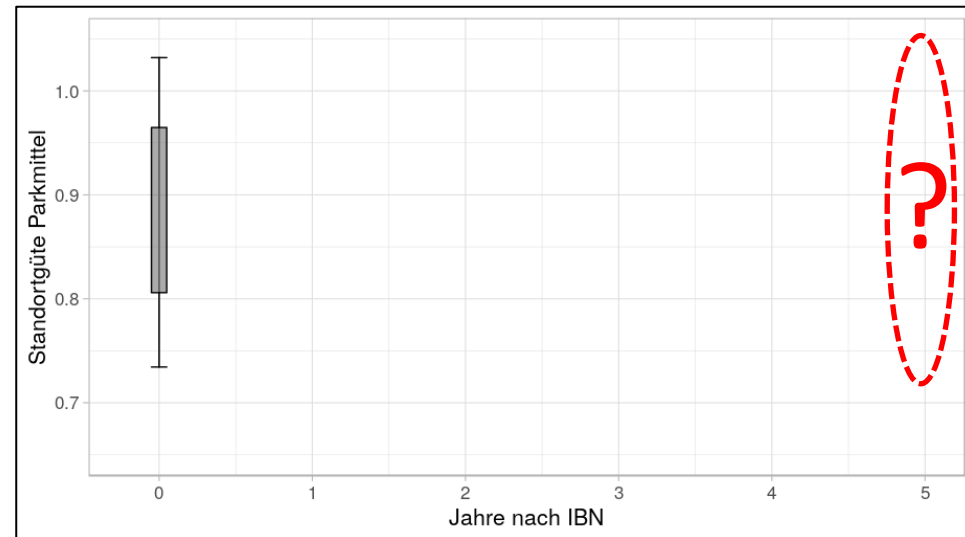
- Nach **EEG 2021** muss die Standortgüte nach 5, 10 und 15 Betriebszeit überprüft werden



- Nach **EEG 2021** muss die Standortgüte nach 5, 10 und 15 Betriebszeit überprüft werden

$$SG_{y,WEAi} = \frac{SE_{y,WEAi}}{R} * 100 \% \quad (TR10)$$

Standortertrag
 $SE_{y,WEAi}$
 R
Referenzertrag



- Differenz zur Standortgüte **vor** Inbetriebnahme?

➤ Ab einer Differenz von 2%-Punkten



Neuer Korrekturfaktor



Neue Vergütungshöhe

	Gütefaktor	Korrekturfaktor
<	70,00%	1,29
SG vor IBN =	70,00%	1,29
	80,00%	1,16
	90,00%	1,07
	100,00%	1
	110,00%	0,94
	120,00%	0,89
	130,00%	0,85
	140,00%	0,81
	150,00%	0,79
	>	150,00%

FGW

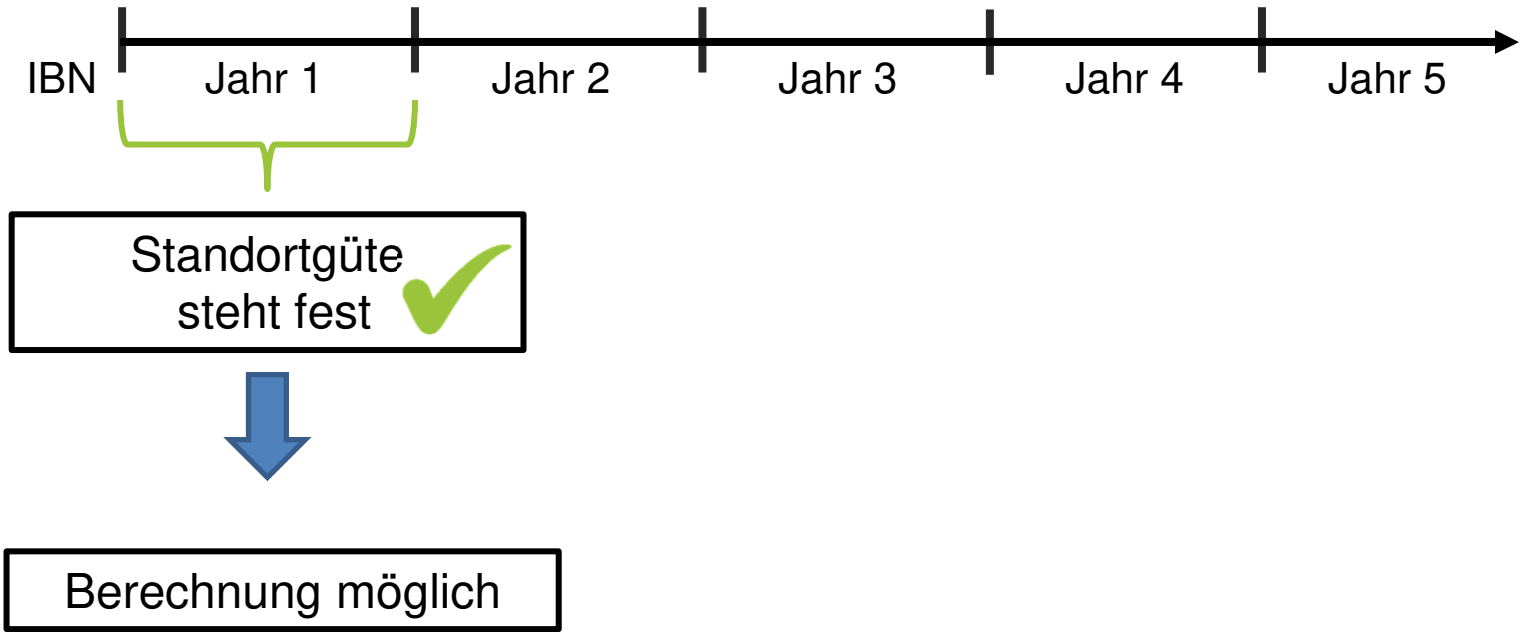
10% geringere Standortgüte
➤ 7% höhere Vergütung

10% höhere Standortgüte
➤ 6% geringere Vergütung

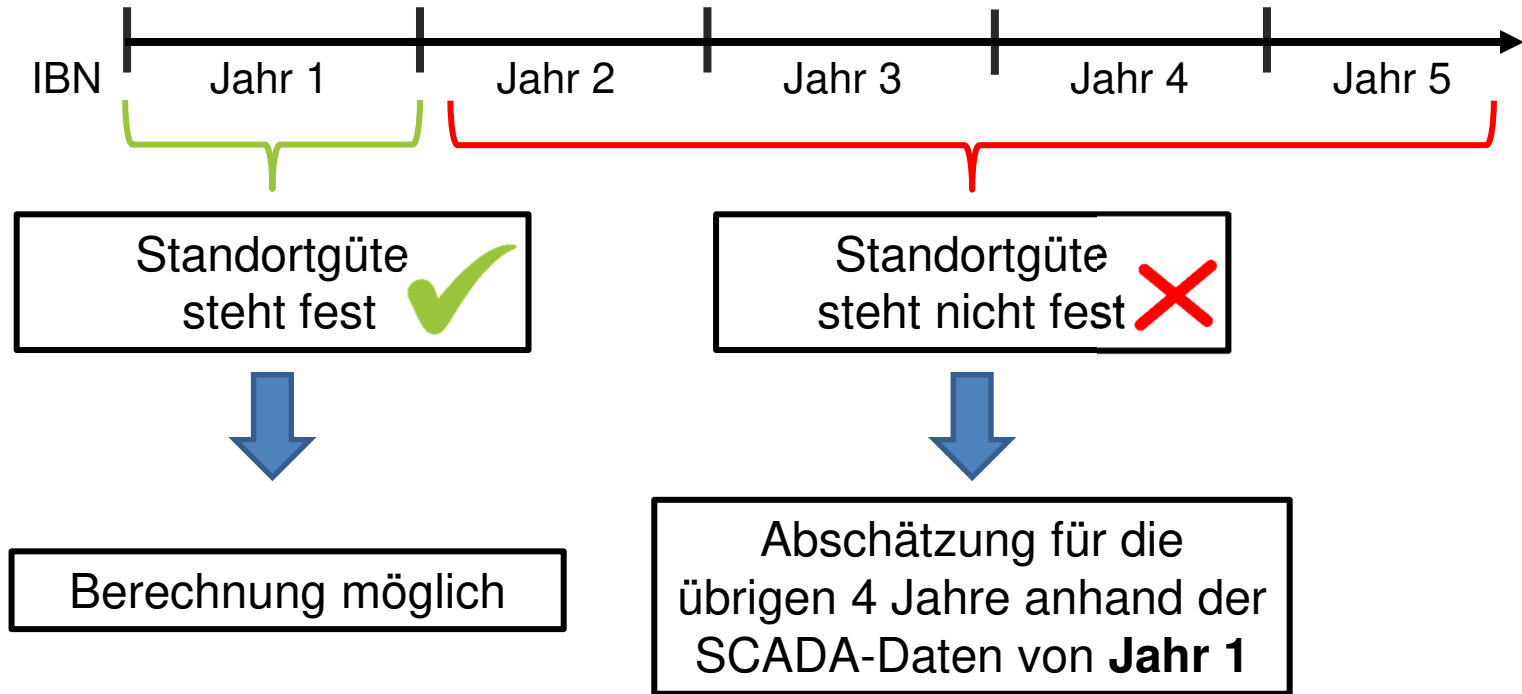
- **Wichtig zu wissen:**

Ist für die Standortgüte nach 5 Jahren eine Differenz von **mehr als 2%-Punkten** zur Standortgüte **vor** Inbetriebnahme zu erwarten?

Wie gut kann man bereits nach **einem Jahr Betriebszeit** die Standortgüte nach 5 Jahren prognostizieren?



Wie gut kann man bereits nach **einem Jahr Betriebszeit** die Standortgüte nach 5 Jahren prognostizieren?

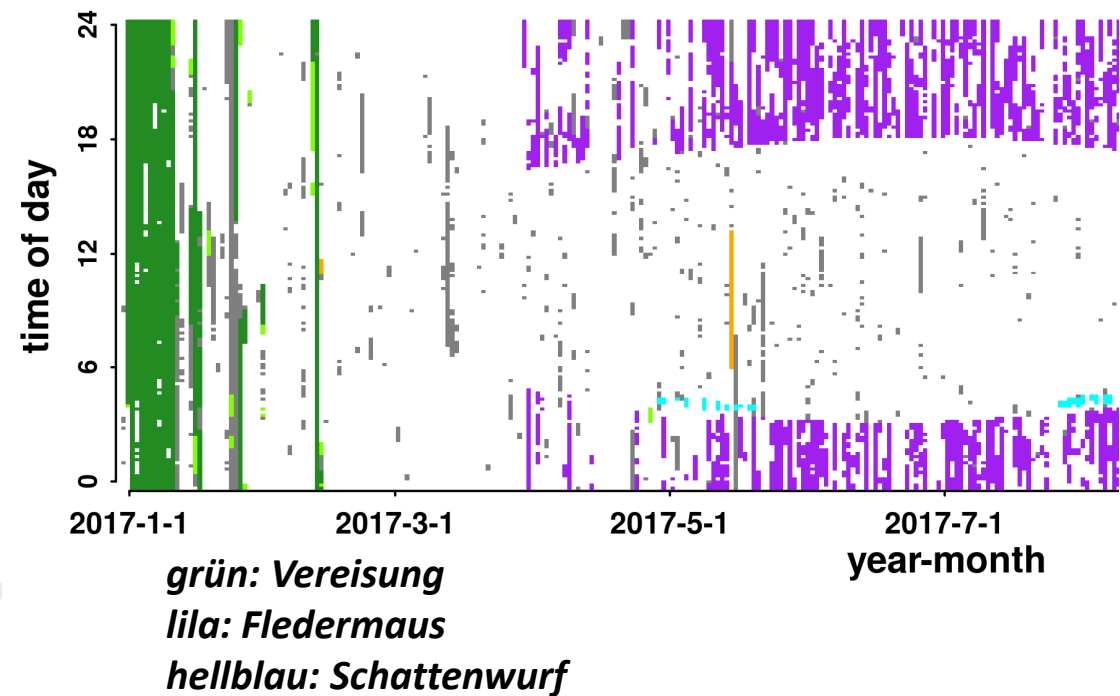
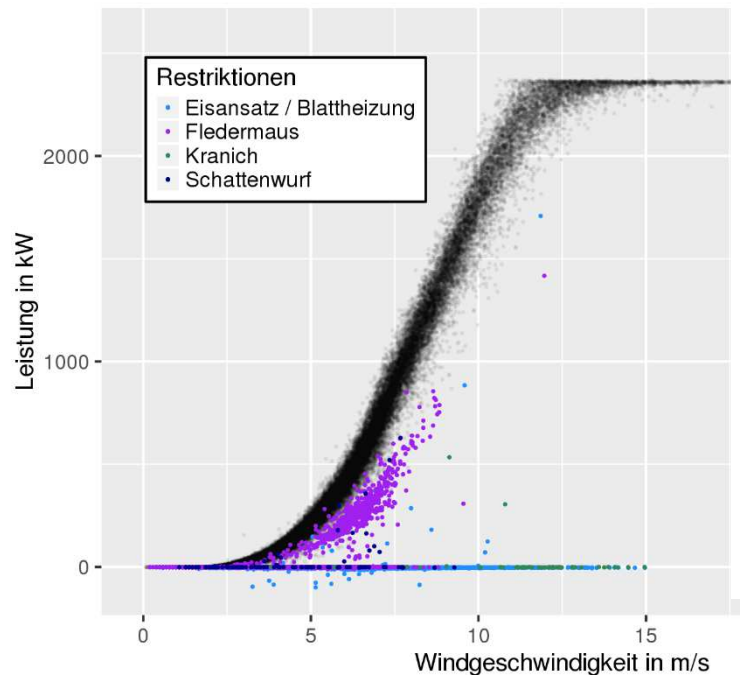


- Vorteil** zur Standortgüte **vor** Inbetriebnahme:
- Wind- und Ertragsdaten vom Standort selbst liegen vor
 - keine Modellunsicherheit mehr (WAsP, windPRO,..)

- Methoden zur Abschätzung der Standortgüte der **übrigen 4 Jahre**:

	Ertragsindex-Methode	Windatlas-Methode
Komplexität	mittel	umfangreich
Datengrundlage Langzeitbezug	Standortertrag von Jahr 1	gefilterte SCADA-Ertragsdaten von Jahr 1

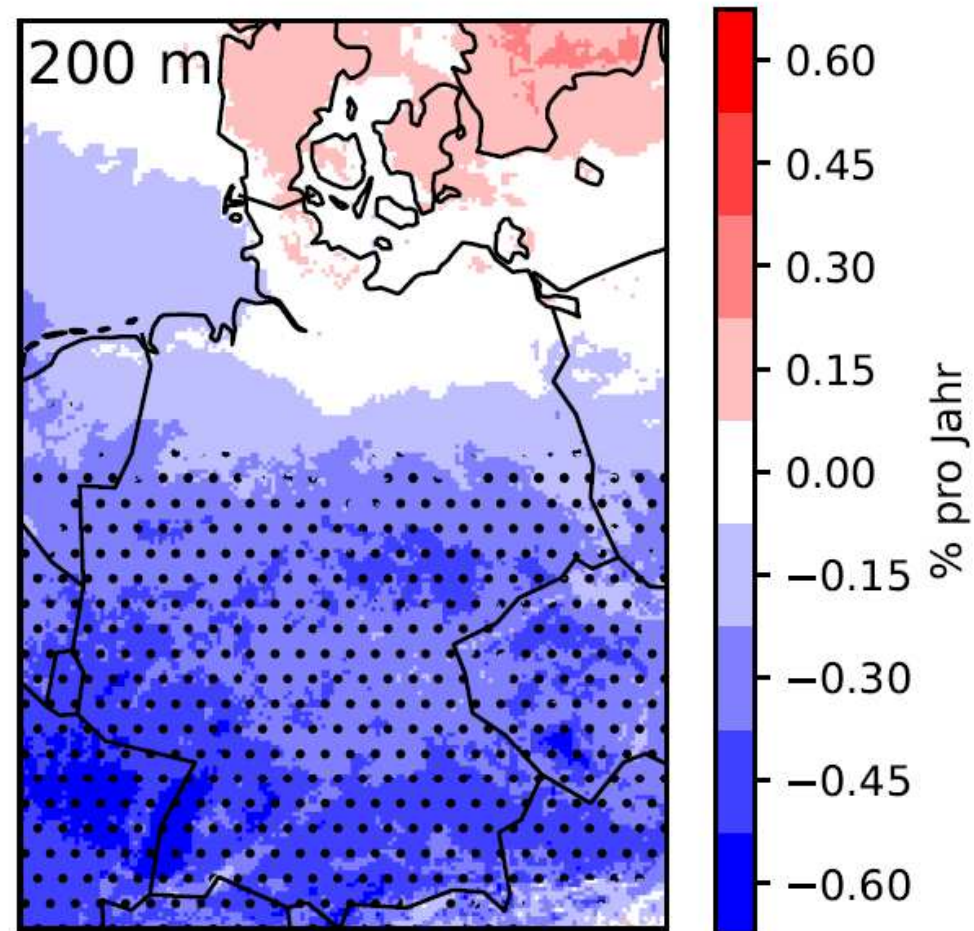
- Detaillierte Auswertung der SCADA-Daten
- Filterung der unplausiblen Daten; Bestimmung der REAL-Verluste durch BlmSchG-Einschränkungen
- Berechnung des fiktivem Ertrages (Ertrag, der aufgrund der Windverhältnisse möglich gewesen wäre) und REAL-Ertrag sowie der energetischen Verfügbarkeit



- Methoden zur Abschätzung der Standortgüte der **übrigen 4 Jahre**:

	Ertragsindex-Methode	Windatlas-Methode
Komplexität	mittel	umfangreich
Datengrundlage Langzeitbezug	Standortertrag von Jahr 1	gefilterte SCADA-Ertragsdaten von Jahr 1
Langzeitdaten	Ertragsindex jährlich	Windatlas-Zeitreihe inklusive Wake-Effekte mit zeitl. Auflösung von 10 min
Trendkorrektur der Langzeitdaten	möglich	möglich

- Trend in der Windgeschwindigkeit
(anemos Windatlas für Deutschland 1998-2017*)



*Master Arbeit Julia Marschall

- Methoden zur Abschätzung der Standortgüte der **übrigen 4 Jahre**:

	Ertragsindex-Methode	Windatlas-Methode
Komplexität	mittel	umfangreich
Datengrundlage Langzeitbezug	Standortertrag von Jahr 1	gefilterte SCADA-Ertragsdaten von Jahr 1
Langzeitdaten	Ertragsindex jährlich	Windatlas-Zeitreihe inklusive Wake-Effekte mit zeitl. Auflösung von 10 min
Trendkorrektur der Langzeitdaten	möglich	möglich
Langzeitbezug	Via Indexwert	10-min-Basis

Ertragsindex Methode

Beispiel (**Jahr 1** = 2018):

anemos Ertragsindex für Deutschland 3km

	A	B
		Windatlas D-3km.M2 Cell 189x242 2.0MW Hub height: 100.0 Reference period: 1999 - 2018
1		
2	1997	101.2%
3	1998	114.5%
4	1999	98.0%
5	2000	102.7%
6	2001	93.1%
7	2002	98.7%
8	2003	94.0%
9	2004	102.8%
10	2005	99.3%
11	2006	97.2%
12	2007	111.7%
13	2008	106.5%
14	2009	94.5%
15	2010	96.2%
16	2011	110.7%
17	2012	105.8%
18	2013	95.3%
19	2014	94.5%
20	2015	110.3%
21	2016	94.2%
22	2017	107.8%
23	2018	90.3%

$$\text{Langzeitertrag} = \frac{\text{Standortertrag}_{2018}}{90.3\%}$$

Windatlas Methode

- Langzeitbezug auf **10-min-Basis**:
 - Für jede WEA:
Windatlas-Windgeschwindigkeit an gefilterten Ertrag der SCADA-Daten von **Jahr 1** anpassen
 - Skalierte 20-Jahres-Windgeschwindigkeitszeitreihe des Windatlas ergibt den Langzeitertrag

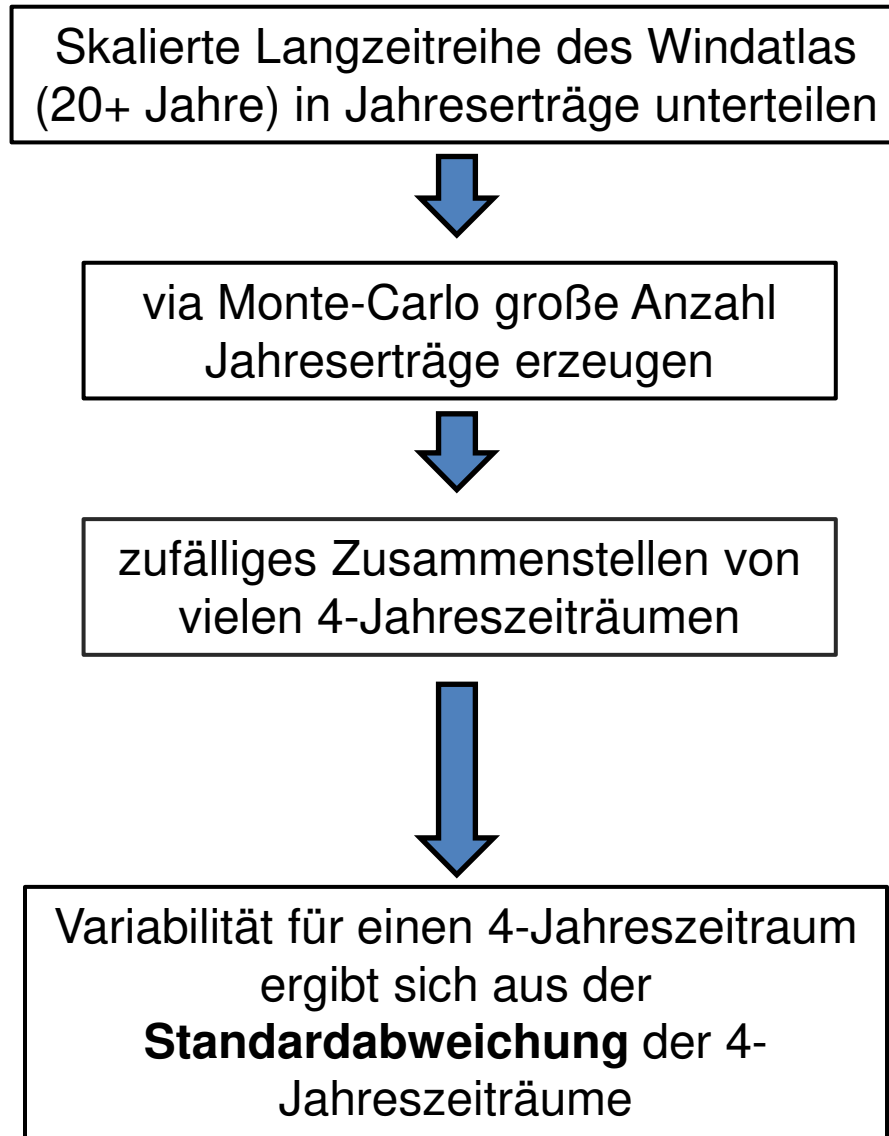
- Methoden zur Abschätzung der Standortgüte der **übrigen 4 Jahre**:

	Ertragsindex-Methode	Windatlas-Methode
Komplexität	mittel	umfangreich
Datengrundlage Langzeitbezug	Standortertrag von Jahr 1	gefilterte SCADA-Ertragsdaten von Jahr 1
Langzeitdaten	Ertragsindex jährlich	Windatlas-Zeitreihe inklusive Wake-Effekte mit zeitl. Auflösung von 10 min
Trendkorrektur der Langzeitdaten	möglich	möglich
Langzeitbezug	Via Indexwert	10-min-Basis
Langzeitbezug von BImSchG- Auflagen (EEG-Kategorie 1)	Nicht möglich	Kann durchgeführt werden
Abschätzung der Variabilität für einen 4-Jahreszeitraum	Via Standardabweichung von 4-Jahres Indexperioden	Monte-Carlo Simulation
Unsicherheit	mittel	niedrig

Ertragsindex-Methode

	A	B
		Windatlas D-3km.M2 Cell 189x242 2.0MW Hub height: 100.0 Reference period: 1999 - 2018
1		
2	1997	101.2%
3	1998	114.5%
4	1999	98.0%
5	2000	102.7%
6	2001	93.1%
7	2002	98.7%
8	2003	94.0%
9	2004	102.8%
10	2005	99.3%
11	2006	97.2%
12	2007	111.7%
13	2008	106.5%
14	2009	94.5%
15	2010	96.2%
16	2011	110.7%
17	2012	105.8%
18	2013	95.3%
19	2014	94.5%
20	2015	110.3%
21	2016	91.2%
22	2017	107.8%
23	2018	90.3%

Windatlas-Methode



zwei Test-Windparks:

- ✓ 5 Jahre SCADA-Daten aus der Vergangenheit
- ✓ Standortgüte nach 5 Jahren berechnet

Verifikation:

- SCADA-Daten von **Jahr 1** nehmen und die Standortgüte **nach 5 Jahren** prognostizieren



Generell:

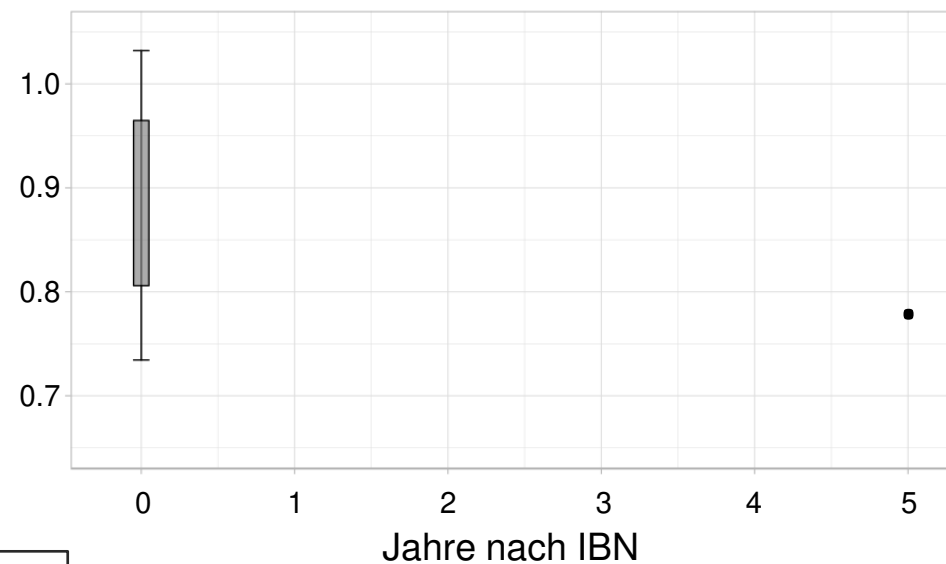
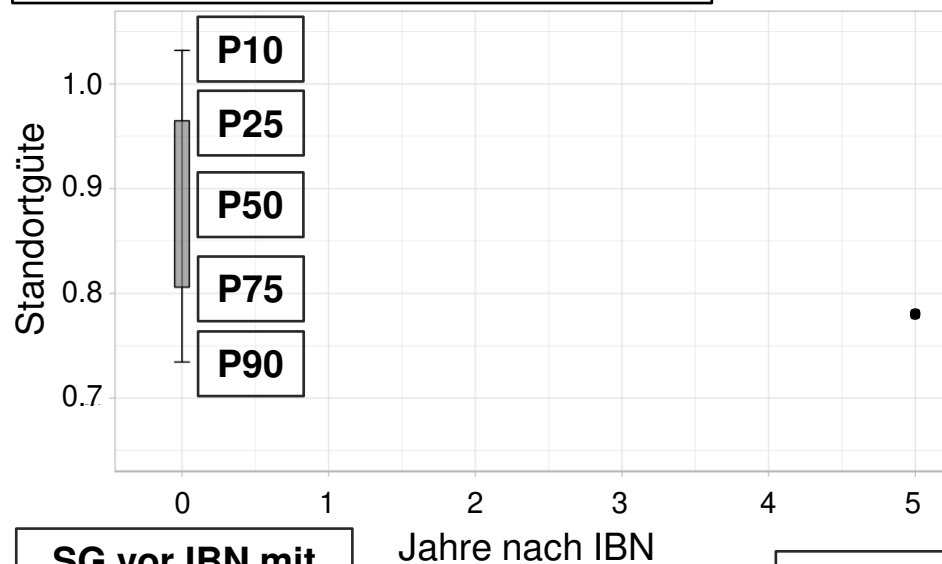
- Mehrere Ertragsindizes bzw. Windatlanten verwenden

Windpark I (Mecklenburg-Vorpommern): 6x Vestas V112, 2014-2018

Ertragsindex-Methode

Windatlas-Methode

Überschreitungswahrscheinlichkeit



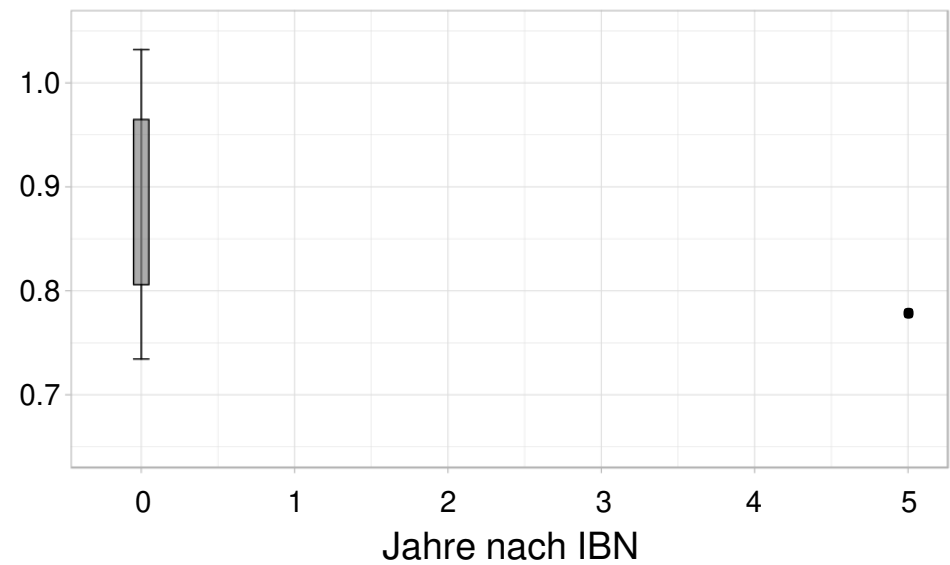
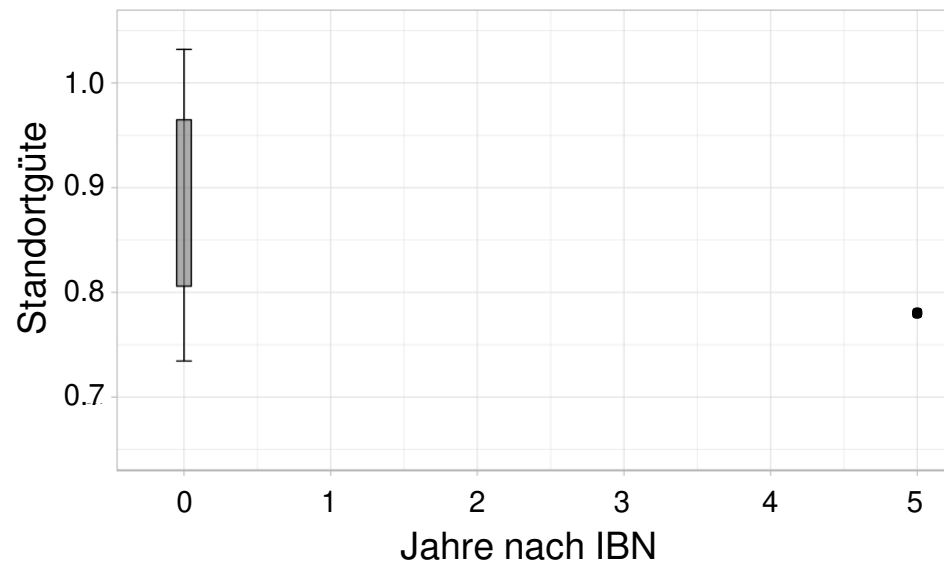
SG vor IBN mit Gutachten-
Unsicherheit

SG nach 5 Jahren

Windpark I (Mecklenburg-Vorpommern): 6x Vestas V112, 2014-2018

Ertragsindex-Methode

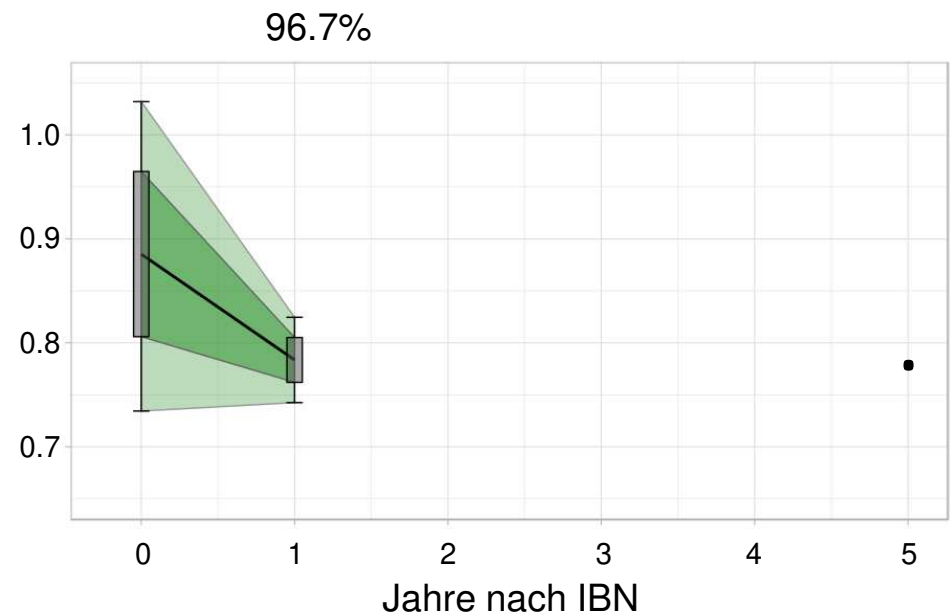
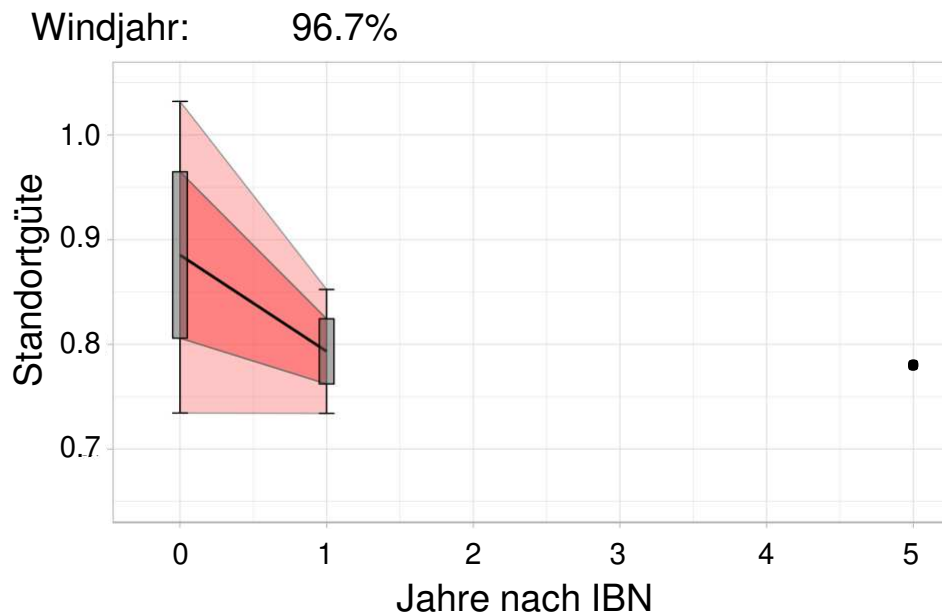
Windatlas-Methode



Windpark I (Mecklenburg-Vorpommern): 6x Vestas V112, 2014-2018

Ertragsindex-Methode

Windatlas-Methode



- deutlich verbesserte Einschätzung der Standortgüte nach **Jahr 1**

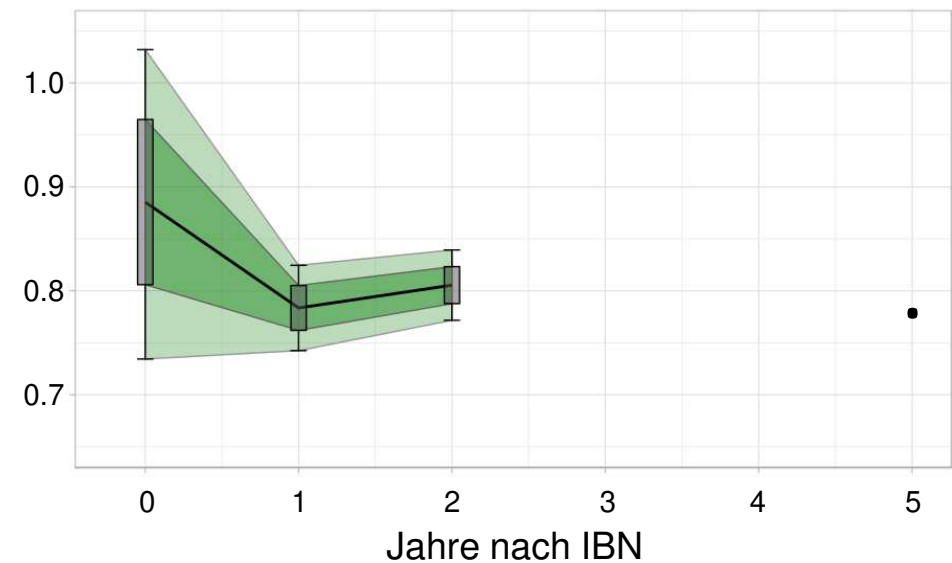
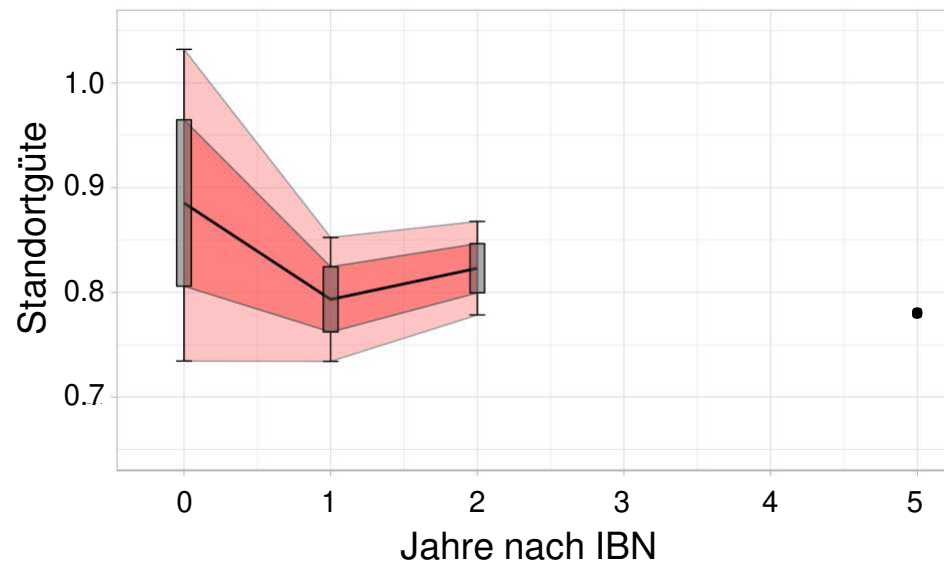
Windpark I (Mecklenburg-Vorpommern): 6x Vestas V112, 2014-2018

Ertragsindex-Methode

Windatlas-Methode

Windjahr: 96.7% 107.3%

96.7% 107.3%



- deutlich verbesserte Einschätzung der Standortgüte nach **Jahr 1**
- Windatlas-Methode zeigt bessere Performance (v.a. **Jahr 2**) und erlaubt kleinere Schwankungsbreite

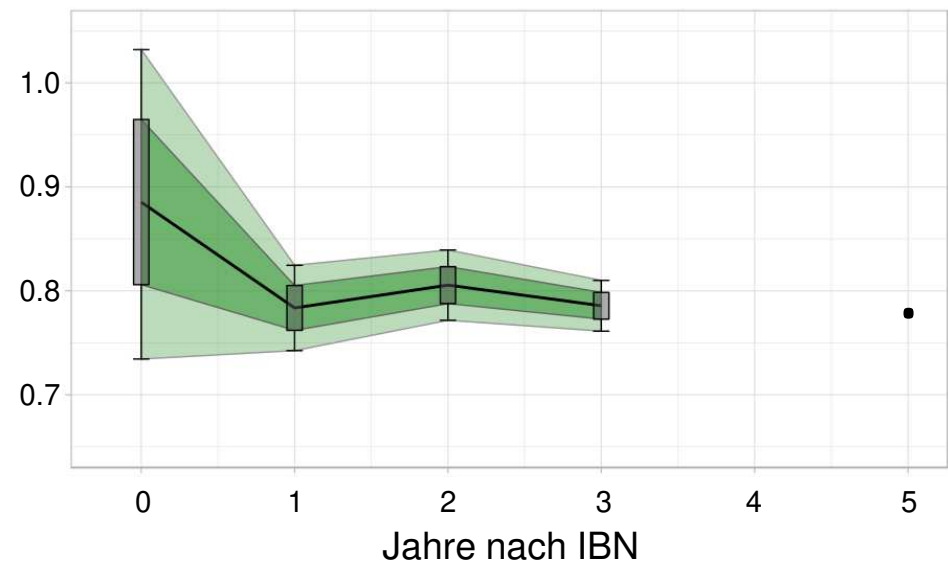
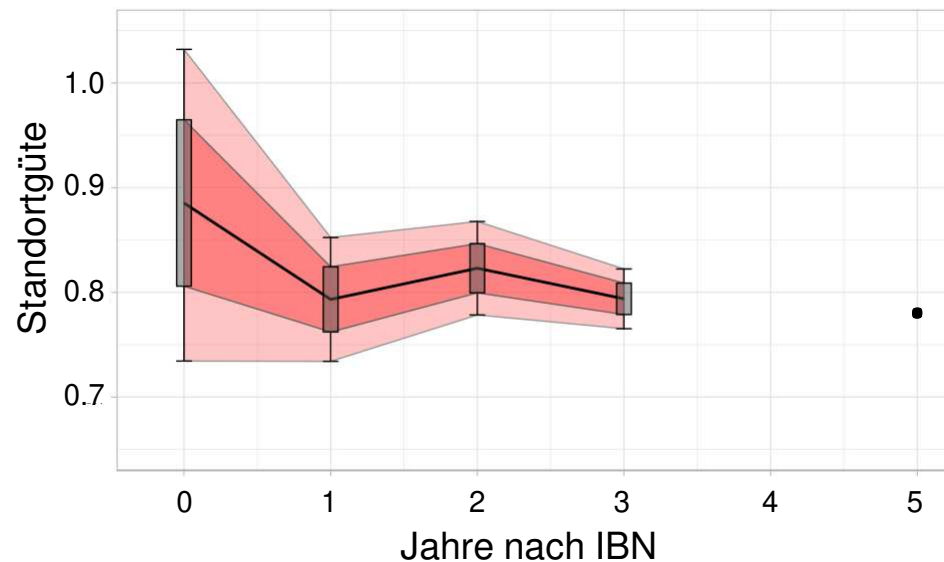
Windpark I (Mecklenburg-Vorpommern): 6x Vestas V112, 2014-2018

Ertragsindex-Methode

Windatlas-Methode

Windjahr: 96.7% 107.3% 92.6%

96.7% 107.3% 92.6%



- deutlich verbesserte Einschätzung der Standortgüte nach **Jahr 1**
- Windatlas-Methode zeigt bessere Performance (v.a. **Jahr 2**) und erlaubt kleinere Schwankungsbreite

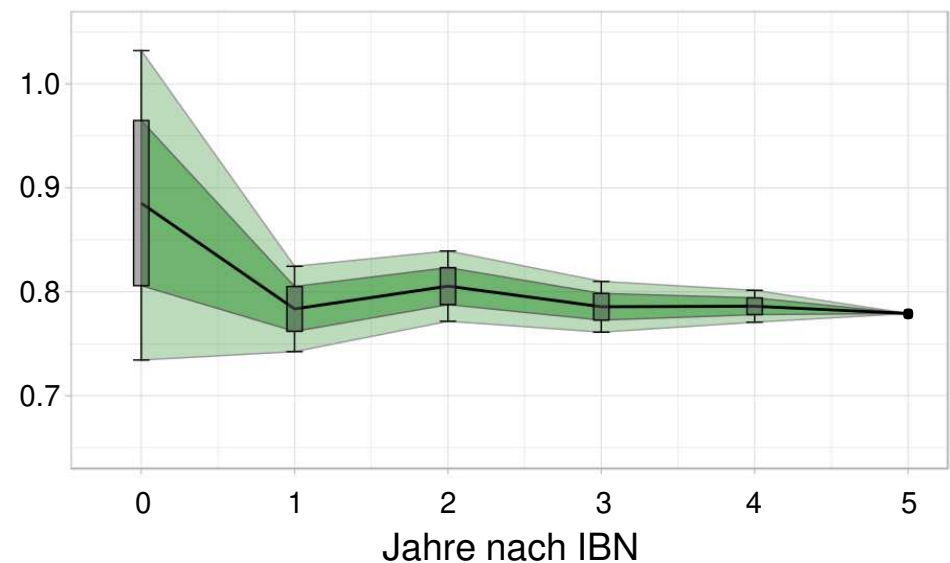
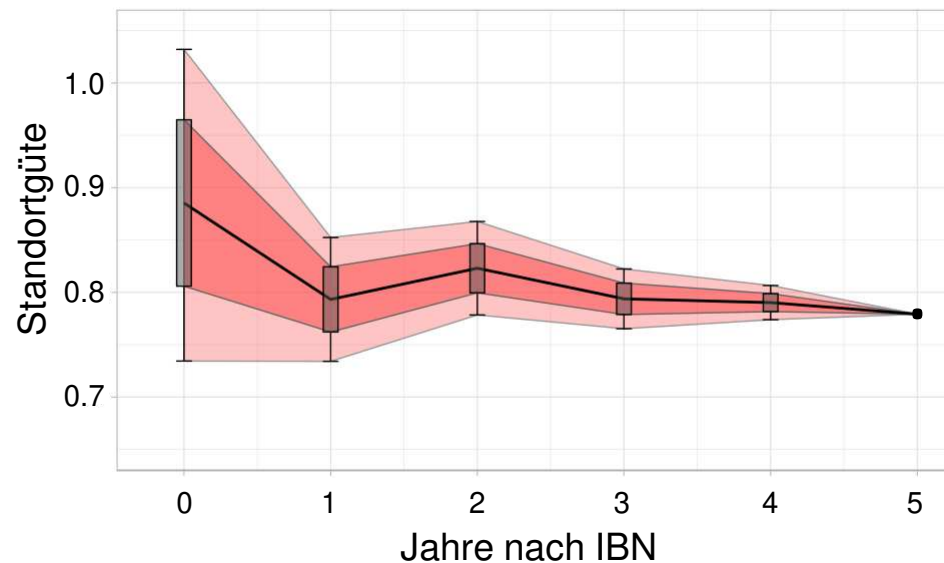
Windpark I (Mecklenburg-Vorpommern): 6x Vestas V112, 2014-2018

Ertragsindex-Methode

Windatlas-Methode

Windjahr: 96.7% 107.3% 92.6% 107.0% 92.0%

96.7% 107.3% 92.6% 107.0% 92.0%



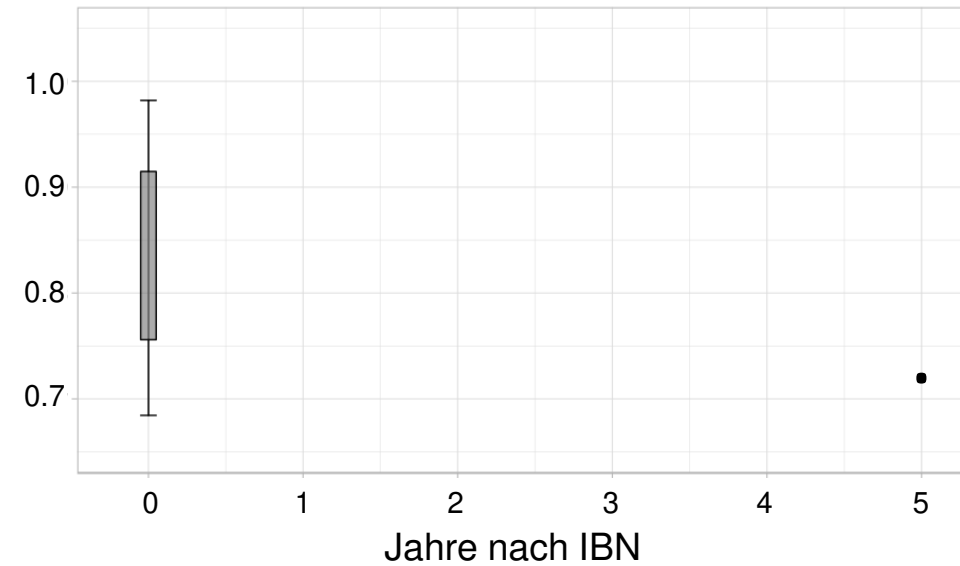
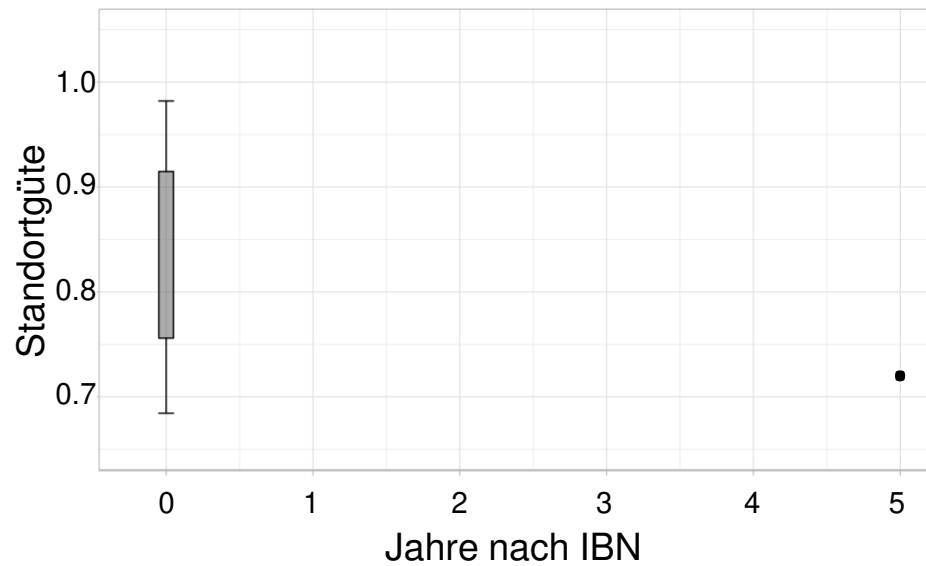
- deutlich verbesserte Einschätzung der Standortgüte nach **Jahr 1**
- Windatlas-Methode zeigt bessere Performance (v.a. **Jahr 2**) und erlaubt kleinere Schwankungsbreite

Windpark II (Thüringen): 4x Enercon E82, 2012-2016

Ertragsindex-Methode

Windatlas-Methode

Windjahr:



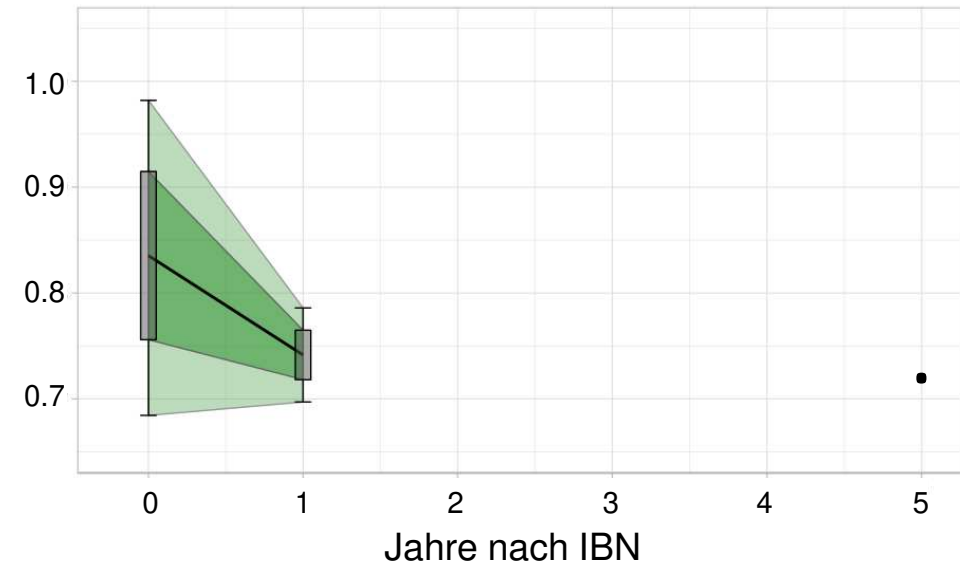
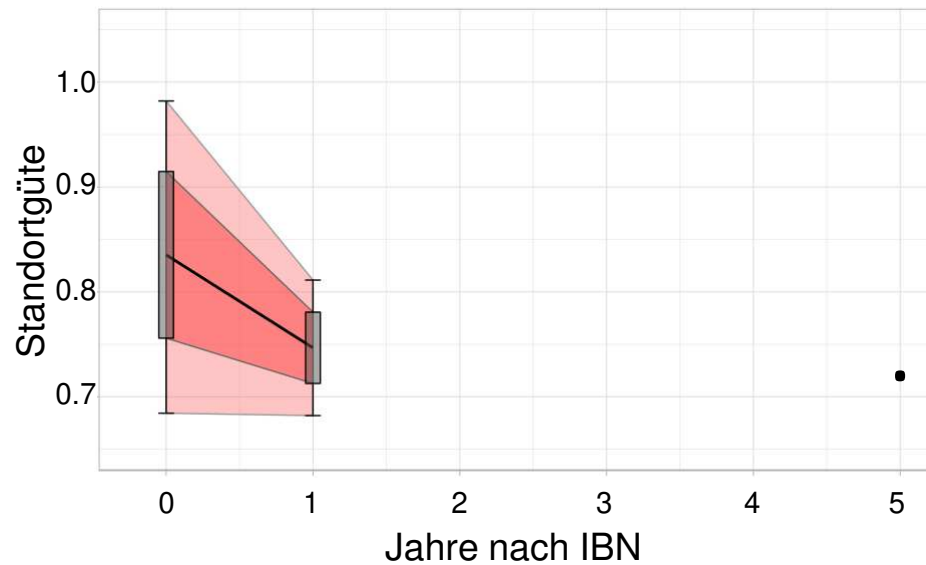
Windpark II (Thüringen): 4x Enercon E82, 2012-2016

Ertragsindex-Methode

Windatlas-Methode

Windjahr: 105.6%

105.6%



- deutlich verbesserte Einschätzung der Standortgüte nach **Jahr 1**

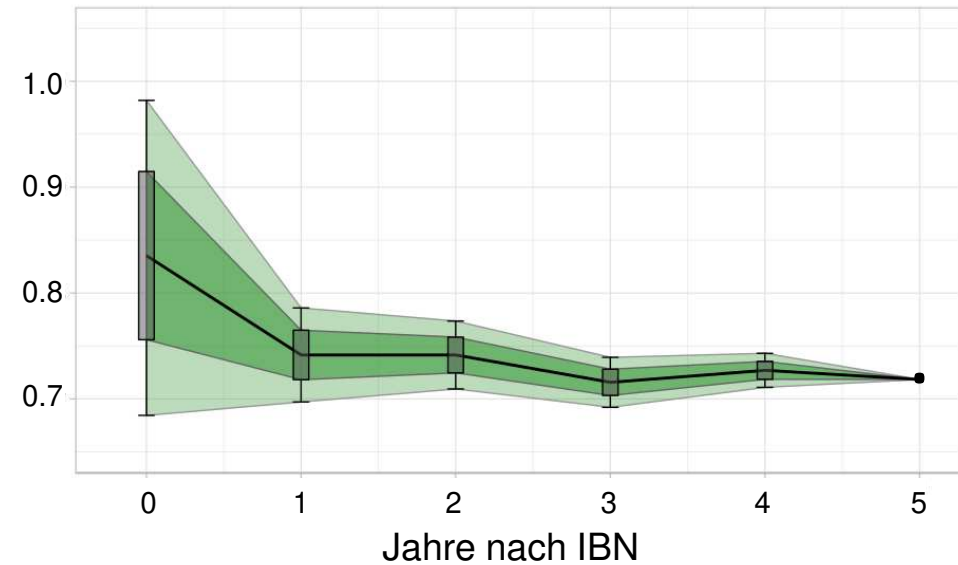
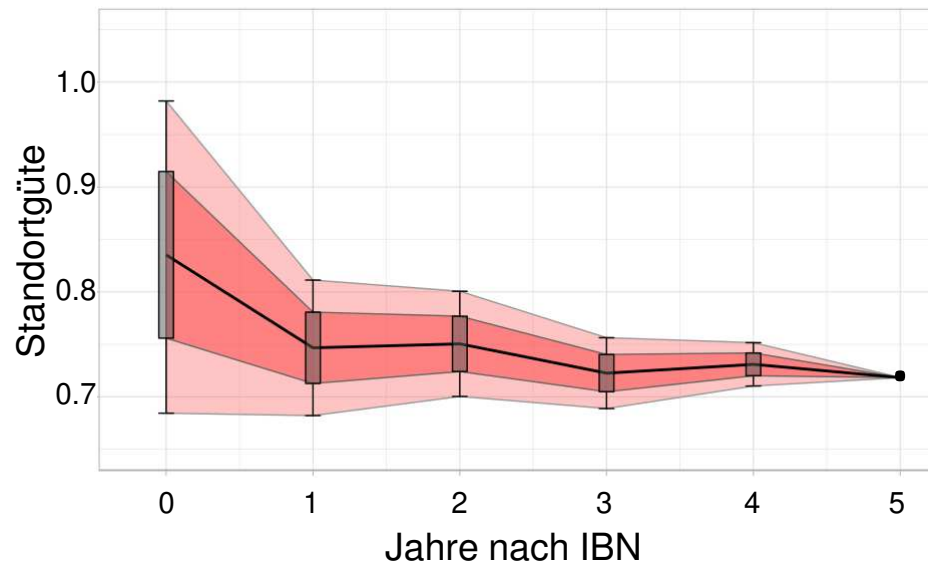
Windpark II (Thüringen): 4x Enercon E82, 2012-2016

Ertragsindex-Methode

Windatlas-Methode

Windjahr: 105.6% 90.7% 88.2% 107.0% 88.4%

105.6% 90.7% 88.2% 107.0% 88.4%



- deutlich verbesserte Einschätzung der Standortgüte nach **Jahr 1**

- Bereits **ein Jahr nach Inbetriebnahme** ist eine gute Einordnung der Standortgüte möglich
- beide vorgestellten Methoden liefern gute Ergebnisse
- **Windatlas-Methode** bietet aufgrund der feineren Methodik genauere Ergebnisse sowie eine geringere Schwankungsbreite
 - ✓ inkl. SCADA-Daten Analyse

**Prognose der Standortgüte nach
Jahr 1 ist sehr zu empfehlen**

- Bereits **ein Jahr nach Inbetriebnahme** ist eine gute Einordnung der Standortgüte möglich
- beide vorgestellten Methoden liefern gute Ergebnisse
- **Windatlas-Methode** bietet aufgrund der feineren Methodik genauere Ergebnisse sowie eine geringere Schwankungsbreite
 - ✓ inkl. SCADA-Daten Analyse

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!