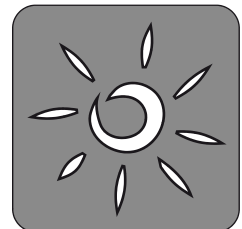
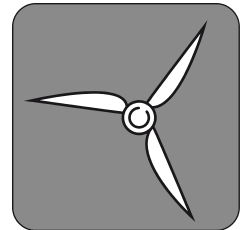


# Abschlussbericht

## **RINGVERSUCH RV-1.1**

**Ringversuch zu Teil 10 (TR 10):  
Bestimmung der Standortgüte nach Inbetriebnahme  
Revision 2**

Stand 05.06.2023



Herausgeber:  
FGW e.V.  
Fördergesellschaft Windenergie  
und andere Dezentrale Energien



---

## Vorwort

Mit dem EEG 2017 wurde die Überprüfung der Standorterträge von Windenergieanlagen nach jeweils fünf Jahren Betriebszeit eingeführt. Die FGW Technische Richtlinie 10 (TR 10) beschreibt das Verfahren zur Bestimmung der Standorterträge und Standortgüte nach den Vorgaben des EEG.

Das Ziel des Ringversuchs ist die Prüfung der methodisch richtigen Umsetzung, d.h. der Festlegung bestimmter Eingangsdaten und entsprechende Auswertung (Zeitreihen).

Das Design und Auswertekriterien des Ringversuchs wurden vorher in AG „Ringversuch“ und AK „Methodik und Validierung“ diskutiert und beschlossen.

FGW möchte sich bei allen herzlich bedanken, die die Beschreibung und Durchführung dieses Ringversuchs möglich gemacht haben.

Dank geht an die Mitglieder des Fachausschusses Betriebsdaten und Standortertrag, an die Mitarbeitenden des Arbeitskreises AK „Methodik und Validierung“ sowie der Arbeitsgruppe „Ringversuch“. Speziellen Dank dem Auswerteteam und allen teilnehmenden Firmen für ihr hohes Engagement und die gute Zusammenarbeit.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>iii</b>
<b>Verwendete Abkürzungen.....</b>	<b>iv</b>
<b>Symbole und Einheiten .....</b>	<b>v</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Aufgabenstellung, Methodik, Ablaufplan des Ringversuch 2022 RV-1.1 .....</b>	<b>2</b>
2.1 Allgemeine Vorgaben .....	2
2.2 Festlegung zur Interpretation der Eingangsdaten .....	2
2.3 Festlegungen zur Datenauswertung.....	3
2.4 Anmerkungen zu den Musterlösungen.....	4
2.5 Beschreibung der Eingangsdaten.....	5
2.6 Bewertungskriterien.....	6
2.7 Anforderungen an die Zeitreihen.....	6
2.8 Anforderungen an die Leistungskennlinien .....	7
2.9 Ablaufplan .....	8
2.10 Teilnehmende Firmen.....	8
<b>3 Durchführung und Auswertung RV-1.1.....</b>	<b>9</b>
3.1 Ergebnisübersicht .....	9
3.2 Zeitliche Verfügbarkeit und Zuordnung in die EEG-Kategorien .....	13
3.3 Standortertrag und Standortgüte.....	13
3.4 Ermittelte Leistungen .....	15
3.5 Gleitende Leistungskennlinien.....	17
<b>4 Fazit und Ausblick .....</b>	<b>22</b>

---

## Tabellenverzeichnis

<b>Tbl. 3–1:</b> Ergebnisse für WEA 90.....	10
<b>Tbl. 3–2:</b> Ergebnisse für WEA 91 mit Musterlösung .....	11
<b>Tbl. 3–3:</b> Ergebnisse für WEA 92.....	12
<b>Tbl. 3–4:</b> Abweichungen zum Standortertrag.....	13
<b>Tbl. 3–5:</b> Ergebnisse für die Standortgüte .....	14
<b>Tbl. 3–6:</b> Abweichungen zur berechneten fiktiven Leistung ( <i>powc</i> ) .....	15
<b>Tbl. 3–7:</b> Abweichungen zur aufgefüllten Leistung, final korrigiert ( <i>powf</i> ) .....	16
<b>Tbl. 3–8:</b> Abweichungen zu der Anzahl der Werte pro Bin.....	18
<b>Tbl. 3–9:</b> Abweichungen ausreichend gefüllte Bins.....	19
<b>Tbl. 3–10:</b> Anzahl Abweichungen nicht ausreichend gefüllte Bins.....	20

---

## Verwendete Abkürzungen

EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EinsMan	EinsMan
FGW e. V.	FGW e.V. - Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien
UTC	Koordinierte Weltzeit (englisch Coordinated Universal Time)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SG	Standortgüte (Gütefaktor laut EEG 2017)
TR	Technische Richtlinie
WEA	Windenergieanlage

## Symbole und Einheiten

<b>Symbol</b>	<b>Bedeutung</b>	<b>Einheit</b>
$E_{Ausf,WEAi}$	Durch Nicht-Verfügbarkeit verursachter energetischer Ausfall der i-ten WEA im Windpark	kWh
$E_{Pro,WEAi}$	Produzierter Energieertrag laut zeitintegrierter Leistungswerte der 10-Minuten-Daten für die i-te WEA im Windpark	kWh
$E_{Prod\_skal,WEAi}$	Skalierter Energieertrag laut zeitintegrierter Leistungswerte der 10-Minuten-Daten für die i-te WEA im Windpark	kWh
$m$	Minderungsfaktor nach TR 10 Kapitel 6.3.4	
$SE_{y,WEAi}$	Standortertrag	kWh
$SF_{Park}$	Skalierungsfaktor	
$SG_{y,WEAi}$	Standortgüte der i-ten WEA im Windpark nach y Betriebsjahren	%
$t_{Kat\ k}$	Gesamte Zeitdauer innerhalb des Auswertzeitraums in dem die EEG-Kategorie k (0, 1, 2, 3 oder 4) anliegt	h
$V_{t,WEAi}$	Zeitliche Verfügbarkeit der i-ten WEA im Windpark anhand der EEG-Kategorisierung	%

(siehe auch Kapitel 2.7 und 2.8)





---

# 1 Einleitung

Ringversuche dienen der Qualitätssicherung für die Anwendung der FGW-Richtlinien, zur Identifizierung von Graubereichen und Unsicherheiten und zur Verbesserung des gesamten Prozesses. Zu diesem Zweck wird das Prüfverfahren - oder Teile davon - von allen Teilnehmenden auf identische Musterdatensätze bzw. Prüflinge angewendet.

Die eingereichten Ergebnisse werden anonymisiert, untereinander verglichen und auf die im Vorfeld festgelegten Erfolgskriterien geprüft. Werden alle Erfolgskriterien eingehalten, so gilt die Teilnahme am Ringversuch als bestanden.

Mit Einführung der Ausschreibungen im Bereich der Windenergie mit dem EEG 2017 wurden die Anforderungen an die Ermittlung des Standortertrages im EEG verändert. Für die Umsetzung dieser Anforderungen wurde von Seiten der FGW die Technische Richtlinie 10 (TR 10) entwickelt und veröffentlicht. Inzwischen liegt seit dem 31.03.2021 die Revision 2 der TR 10 vor.

Die TR 10 sieht zur Qualitätssicherung der akkreditierten Institutionen und der Validierung der Methodik der TR 10 die regelmäßige Durchführung von Ringversuchen vor. Die Überprüfung des Standortertrags erfolgt nach jeweils fünf Betriebsjahren des Windparks und muss durch eine akkreditierte Stelle durchgeführt werden. Der Ringversuch wurde von der FGW Arbeitsgruppe „Ringversuch“ konzipiert und vorbereitet.

Das Auswerteteam für die eingereichten Ergebnisse bestand aus Martin Strack (Deutsche WindGuard Consulting GmbH), Carsten Albrecht (AL-PRO GmbH & Co. KG), Thomas Twardzik (WIND-consult GmbH) und Charlotte Zapfe (GEO-NET Umweltconsulting GmbH).

## 2 Aufgabenstellung, Methodik, Ablaufplan des Ringversuch 2022 RV-1.1

Die Aufgabenstellung zum RV-1.1 des Ringversuch 2022 wird im Folgenden dargestellt und gibt einen Überblick über die gewählte Methode und die Vorgehensweise.

### 2.1 ALLGEMEINE VORGABEN

Es sind die bereitgestellten Daten und Informationen zu verarbeiten und die im Ergebnisformular im Tabellenblatt "Berechnungsergebnis" abgefragten Werte gemäß der TR 10, unter weiterer Beachtung der folgenden Vorgaben, zu bestimmen und einzutragen. Die Eingangsdaten für diese Wiederholung des ersten Ringversuchs wurden modifiziert, so dass eine Abgabe der Lösung des ersten Ringversuchs nicht zum Bestehen dieser Wiederholung führt.

Im Tabellenblatt "Berechnungsergebnis" werden die Ergebnisgrößen gemäß TR 10 abgefragt. Diese Größen könnten entsprechend TR 10 je nach zeitlicher Verfügbarkeit auch nach dem vereinfachten Berechnungsverfahren berechnet werden. Aufgabe des Ringversuchs ist jedoch explizit die Anwendung des *detaillierten Rückrechnungsverfahrens* für die Ermittlung dieser Werte, unabhängig davon, ob dieses nach Berücksichtigung von Verfügbarkeitsgrenzen notwendig wäre.

Als Grundlage für die Prüfung der methodisch richtigen Umsetzung werden auch die berechneten Zeitreihen sowie die bei der Berechnung erstellten monatlichen Leistungskurven eingereicht und für den Ringversuch ausgewertet. Der Umfang und das Datenformat der Zeitreihen und Leistungskurven ist ebenfalls im Ergebnisformular (Blätter "Spezifikation Zeitreihen" und "Spezifikation Leistungskurven") beschrieben.

Es ist ein Ergebnisdatensatz unter Bildung und Anwendung des  $SF_{\text{Park}}$  den Vorgaben der TR 10 entsprechend (d.h. monatlich) unter Verwendung der gelieferten, monatlichen Zählerdaten des Einspeisezählers zu liefern. Die Lieferung eines weiteren Ergebnisdatensatzes unter Anwendung eines festen  $SF_{\text{Park}}$ , wie im ersten Ringversuch zur Identifikation der Musterlösung notwendig, entfällt für diese Wiederholung.

Ansonsten ist hinsichtlich der Berechnungsmethodik nach der TR 10 Rev. 1 vorzugehen. Zu berücksichtigende Einschränkungen, Ergänzungen und Besonderheiten sind in den folgenden Abschnitten beschrieben.

### 2.2 FESTLEGUNG ZUR INTERPRETATION DER EINGANGSDATEN

1. Die Anlagennummern sind in den Ergebnisdateien auf die letzten beiden Stellen zu kürzen, lauten also 90, 91 und 92.
2. Alle Zeitstempel geben das Ende des jeweiligen Intervalls an.
3. Das Mittelungsintervall ist generell so zu interpretieren, dass der Zeitpunkt, der ihn beschreibt, dazugehört. Das bedeutet in dem Fall, dass der Zeitstempel das Ende des Intervalls beschreibt (wie bei den Zeitreihen des Ringversuchs der Fall), dass das Intervall "2013-12-20 17:40:00" folgenden Zeitraum umfasst: "2013-12-20 17:30:01" bis "2013-12-20 17:40:00"
4. Die für die Auswertung verwendeten externen meteorologischen Daten werden vorgegeben. Es werden ausschließlich die mitgelieferten meteorologischen Daten, nach einer Interpolation auf 10-Minuten und ansonsten unverändert angewendet. Die Windrichtung ist wie in der TR 10 beschrieben zu interpolieren (d.h. vektoriell ohne Berücksichtigung der Windgeschwindigkeit). Insbesondere gilt:

- als externe Windgeschwindigkeit für Korrelationen (d.h. zusätzlich zu den Gondelanemometern) wird ausschließlich die mitgelieferte Windgeschwindigkeit angenommen, nachdem diese auf 10 Minuten interpoliert wurde
  - zur Festlegung des Windrichtungssektors wird ausschließlich die mitgelieferte Windrichtung der externen meteorologischen Daten angenommen, nachdem diese auf 10 Minuten interpoliert wurde. Windrichtungsdaten der Anlagen, sofern vorhanden, werden ignoriert.
  - zur Bestimmung der Temperatur an der Anlage wird ausschließlich die mitgelieferte Temperatur aus dem meteorologischen Datensatz verwendet, nachdem diese auf 10 Minuten interpoliert wurde, und als gültig für den Standort jeder Anlage in Nabenhöhe angenommen
5. Es ist zu beachten, dass die Zuordnungen der Statuscodes rein generisch sind, dass also keine Plausibilitätsprüfung entspr. Kapitel 4.2.3 durchzuführen ist.

## 2.3 FESTLEGUNGEN ZUR DATENAUSWERTUNG

1. Der auszuwertende Datenzeitraum liegt für alle WEA unterhalb der 5 Jahre, von denen die TR 10 ausgeht. Sämtliche in das Tabellenblatt "Berechnungsergebnis" einzutragenden Resultate sind mittels Dreisatz von dem pro Anlage zur Verfügung stehenden Auswertungszeitraum (siehe nächster Punkt) auf fünf Jahre hochzuskalieren. Dabei ist davon auszugehen, dass ein Jahr stets aus 365 Tagen besteht (keine Berücksichtigung von Schaltjahren).
2. Der Auswertungszeitraum für die jeweilige Anlage beginnt mit dem ersten Zeitschritt, der eine Wirkleistung ("ActivePower.Avg") größer Null aufweist und endet mit dem jeweils letzten vorhandenen Zeitstempel. Für den Ringversuch gilt Folgendes: Wenn für den Beginn des Auswertungszeitraums kein Statuscode anliegt (weil der erste Statuswert erst für einen späteren Zeitpunkt verfügbar ist), dann wird für den Zeitraum bis zum ersten Statuswert komplett die Kategorie 0 (verfügbar) angenommen.
3. Die Zuordnung der Statuscodes zu den EEG-Kategorien ist für die relevanten Anlagentypen vorbereitet worden, ist Teil des gelieferten Datenpakets und ist ausschließlich zu berücksichtigen. Es sind nur die Kategorien 0, 1 und 2 enthalten und für die Auswertung relevant, die weiteren Kategorien werden für diesen Ringversuch nicht betrachtet.
4. Als Statusdaten sind ausschließlich die Daten aus EventRecords relevant, für die 'EventSource' gleich 'PES', 'ParkMessage' gleich 0, 'fromController' gleich 1 und 'EventOnOff' gleich 1 ist. Alle weiteren Daten und Informationen, z.B. auch die Daten der „LogRecord“-Einträge, werden für den Ringversuch nicht angewendet.
5. Bei den Statusdaten ist die Annahme anzuwenden, dass ein Statuscode den vorherigen ablöst
6. Das Zeitformat der Eingabedateien ist im ISO8601 Format (UTC). Die Ergebniszeitreihen sind in lokaler Winterzeit (UTC+1) zu liefern.
7. Zeiträume für die Erstellung von Leistungskennlinien und Korrelationen sind entsprechend der Aufgabenstellung in lokaler Zeit (incl. Sommerzeitumstellung) zu berücksichtigen und die Kennlinien mit Zeitangaben in lokaler Zeit zu liefern.
8. Die Plausibilitätsprüfung Teil 1 aus Kap. 4.4 ist vollständig umzusetzen. Der Teil 2 der Plausibilitätsprüfung aus Kap. 4.4 ist für den Ringversuch nicht anzuwenden.
9. Die Dichteberechnung wird unter Berücksichtigung der linear auf 10 Min. interpolierten Temperatur-, Druck- und Feuchte-Daten der mitgelieferten meteorologischen Daten durchgeführt.

10. Eine Skalierung der SCADA-Leistungsdaten anhand der monatlichen Zählerwerte des Windparks, wie in Kapitel 5.1 der TR 10 beschrieben, wird vorgenommen. Die monatlichen, eingespeisten Energiemengen am Übergabepunkt ergeben sich aus der Summe der monatlichen vergüteten und nicht vergüteten Einspeisung (ProductionRefunded + ProductinNotRefunded in den bereitgestellten Daten). Hierbei ist davon auszugehen, dass es sich um monatliche, in Lokalzeit ermittelte Werte handelt. Die Werte der Zeitreihe des Energiezählers (MeteringRecords\_15minutes) werden für den Ringvergleich nicht verwendet.
11. Die Skalierung der Leistungswerte ist, wie in der TR 10 beschrieben, anfänglich vorzunehmen, d.h. alle Auswertungen einschl. der Leistungskurvenbildungen werden mit den skalierten Werten gebildet. Die unskalierten Originalwerte pow# werden trotzdem in der Ergebniszeitreihe ausgegeben. Der Wert für powc# ist entsprechend der beschriebenen Vorgehensweise durch Differenzbildung mit dem skalierten Leistungswert (nicht dem dargestellten unskalierten Originalwert) zu berechnen.
12. Als Nennwindgeschwindigkeit der WEA ist 13.5 m/s anzunehmen, also als sichere Nennwindgeschwindigkeit 16.5 m/s, die Abschaltwindgeschwindigkeit wird als 25 m/s festgelegt, Nennleistung der WEA ist 4.2 MW.
13. Für die Berechnung des ersten Bins der Leistungskennlinien (Leistungswert für  $v \leq 0.5$  m/s) sind zwei Ansätze zugelassen: es kann sowohl durch Auswertung der Daten der entsprechenden Klasse ermittelt als auch, der aktuellen Vorgabe in der TR10 entsprechend, stets durch Extrapolation gefüllt werden (vgl. folgende Anmerkung zur Musterlösung).
14. In Fällen, in denen die Durchführung nicht eindeutig durch die TR 10 geregelt ist, soll so vorgegangen werden, dass der Intention der TR 10 soweit wie möglich entsprochen wird. Z.B. ist in einem Fall, dass die beschränkte Datenmenge keine vollständige Ermittlung der Kennlinie erlaubt, keine Verlängerung des Auswertzeitraums länger als notwendig durchzuführen. Das heißt, in dem Sonderfall, dass nicht genügend Daten vorhanden sind, um alle Bins zu füllen, wird nur so lange verlängert, bis das höchste Bin, das mit den vorhandenen Daten überhaupt gefüllt werden kann, ausreichend gefüllt ist, dann wird extrapoliert.

## 2.4 ANMERKUNGEN ZU DEN MUSTERLÖSUNGEN

Die bereitgestellten Musterlösungen unterscheiden sich in folgendem Aspekt-:

Version 1:

Das erste Bin der Leistungskennlinien (Leistungswert für  $v \leq 0.5$  m/s) wurde bei Version 1 der Lösung abweichend von der Festlegung in der TR10 durch Auswertung der Daten der entsprechenden Klasse ermittelt.

Version 2:

Bei Lösung 2 wird das erste Bin, der aktuellen Vorgabe in der TR10 entsprechend, stets durch Extrapolation gefüllt.

Entsprechend des Vorgehens beim ersten Ringversuch werden beide Varianten als richtig gewertet.

## 2.5 BESCHREIBUNG DER EINGANGSDATEN

Im Datenraum werden, unter einem allen Teilnehmern zugänglichen Link, sämtliche für die Durchführung benötigten Eingangsdaten bereitgestellt. Diese Eingangsdaten bestehen aus den folgenden Dateien:

- 2022\_TR10-Ringversuch\_Aufgabenbeschreibung\_Teil\_I.pdf
- Ergebnisformular\_TR10-Ringversuch.xlsx: enthält das Formular für die Ergebnisabgabe, Hinweise für die Durchführung und die Festlegung des Formats der zusätzlich einzureichenden Ergebnisse (Zeitreihen, Leistungskurven).
- TR10-Ringversuch\_Windparkdaten.zip, welche die folgenden Dateien enthält:
  - die relevanten Daten des SCADA sowie Statusdaten in den WEA-spezifischen json-Dateien „settrup\_1410090.json“, „settrup\_1410091.json“ und „settrup\_1410092.json“
  - weitere relevante Daten (Meteorologie, Einspeisezählerdaten) in der json-Dateien „settrup\_common.json“.
- TR10-Ringversuch\_Zuordnungsliste.xlsx: für die Zuordnung der Statuscodes auf die TR10-kategorien anzuwendende Liste
- Sämtliche für den ersten Ringversuch bereitgestellten Eingangsdaten und Musterlösungen.
- Die Musterlösungen WEA 91 für den für die Wiederholung des Ringversuchs bereitgestellten, modifizierten Datensatz.

## 2.6 BEWERTUNGSKRITERIEN

Es erfolgt eine Bewertung der Ergebnisse des Ringversuchs entsprechend der in dem AG Ringversuch festgelegten Auswerteprozedur und –kriterien, welche im Folgenden zusammengefasst werden.

Die folgenden Toleranzen werden zur Bewertung der jeweiligen Teilnehmerergebnisse im Vergleich zu der im Vorfeld ermittelten Musterlösung angewendet, um die Richtigkeit zu bestimmen:

Parameter	Ergebnistoleranz
Verfügbarkeit nach TR 10 4.5, Angabe von $V_t$ , TKat0-4 incl. vorgegebener Rundung.	Korrekte Angabe innerhalb der Rundungstoleranz.
Angabe der Standorterträge SE nach 6.	Übereinstimmung unter Berücksichtigung einer Ergebnistoleranz von max. $\pm 2.5$ kWh Abweichung
Zeitreihe: zeitschrittgenaue Zuordnung der EEG-Kategorien	Null-Toleranz (jeder Wert der Zeitreihe richtig)
Zeitreihe: zeitschrittgenaue Angabe von $pow_f$ und $pow_c$	Übereinstimmung aller Werte $pow_c$ der Zeitreihe mit einer maximalen Abweichung von 0,5 kW, mit Ausnahme von maximal drei Werten pro Anlage, für die eine Abweichung von maximal 5 kW erlaubt ist.
Alle für die Berechnung erzeugten und angewendeten Leistungskennlinien	Keine Abweichungen erlaubt in der Anzahl der Werte pro Bin und $V_{ave}$ und $Pow_{ave}$ mit 2 Nachkommastellen gleich bei allen ausreichend gefüllten Bins
	Max. drei (bei zwei Nachkommastellen) abweichende Werte (d.h. Folgefehler zählen nicht) in allen Kennlinien pro WEA in $Pow_{ave}$ für nicht ausreichend gefüllte Bins.

In dem unwahrscheinlichen Fall, dass es trotz der weitgehenden Festlegungen mehrere richtige Lösungen oder eine Streuung richtiger Lösungen gibt, ist durch das Auswerteteam dieser Umstand so zu berücksichtigen, dass die Streubreite der richtigen Lösungen in die Bewertungskriterien mit eingeht, so dass keine richtige Lösung ausgeschlossen wird.

## 2.7 ANFORDERUNGEN AN DIE ZEITREIHEN

datetime	(End-)Zeitstempel im Format YYYY-MM-DD hh:mm (es ist ausschließlich Winterzeit=MEZ zu verwenden)
v#	Originalwindgeschwindigkeit (Gondelanemometer), unkorrigiert, auf 4 Nachkommastellen gerundet
dir#	Windrichtung (der externe meteorologischen Daten, wie für alle Anlagen angewendet, auf 4 Nachkommastellen gerundet)
pow#	Originalleistung (Anlage), unkorrigiert, ggf nach §5.1 über Zählerwerte aufgefüllt, auf 4 Nachkommastellen gerundet
eeg#	Zugeordneter EEG-Status (Zahl 0, 1, 2 oder 3)
vf#	Aufgefüllte Windgeschwindigkeit, dichtekorrigiert (komb. Zeitreihe aus original dichtekorrigierten & aufgefüllten Werten), auf 4 Nachkommastellen gerundet

dens#	Berechnete Luftdichte, auf 4 Nachkommastellen gerundet ( <i>optional</i> )
SF <sub>park</sub> #	Berechneter SF <sub>park</sub> , auf 4 Nachkommastellen gerundet
fsrc#	Quelle der Windgeschwindigkeitsauffüllung (Zahl 0=nicht aufgefüllt, zweistellige Anlagennummer oder -1 für externe Daten)
powf#	Aufgefüllte Leistung, final korrigiert (d.h. komb. Zeitreihe aus original korrigierten und rückgerechneten Leistungswerten), auf 4 Nachkommastellen gerundet
powc#	Berechnete fiktive Leistung, auf 4 Nachkommastellen gerundet
fsrc1-#	Quelle der Windgeschwindigkeitsauffüllung (Zahl 0=nicht aufgefüllt, zweistellige Anlagennummer oder -1 für externe Daten), identisch mit fsrc, wenn die Quellen nach dem Bestimmtheitsmass absteigend sortiert sind.
corr1-#	Bestimmtheitsmaß R <sup>2</sup> für diese Datenquelle, auf 4 Nachkommastellen gerundet
slope1-#	Steigung (slope) der Regression (durch den Nullpunkt) mit dieser Datenquelle, auf 4 Nachkommastellen gerundet
cnt_glob#	Gesamtzahl der Datenpaare, die als Datenbasis für die Windgeschwindigkeitskorrelation zur Verfügung stehen ( <i>optional</i> )
cnt_sect#	Anzahl der Datenpaare im relevanten Richtungssektor, die für die Windgeschwindigkeitskorrelation zur Verfügung stehen
fsrc2-#	Nachgelieferter Hinweis am 21.02.2022:
corr2-#	Die Parameter bzgl. des zweitbesten Korrelationspartners (fsrc2-#; corr2-#; slope2-#) sind optional; falls diese noch in den Musterlösungen enthalten sind, sind diese irrelevant und können ignoriert werden.
slope2-#	

## 2.8 ANFORDERUNGEN AN DIE LEISTUNGSKENNLINIEN

month	Jahr und Monat (YYYY-MM), zu dem die Kennlinie gehört
night	0=Tageskennlinie; 1=Nachtkennlinie
vbin	Windgeschwindigkeitsbin (Bin-Mitte, m/s)
v	Mittelwert aller eingegangenen Leistungs-Messwerte (gerundet auf 4 Nachkommastellen)
pow	Mittelwert aller eingegangenen Leistungs-Messwerte (gerundet auf 4 Nachkommastellen)
cnt	Anzahl der Messwerte im Bin (ggf nach Durchführung der Verlängerung), inter/extrapolierte Bins: fehlend oder Null
start	Datum zum Beginn des Zeitraums (YYYY-MM-DD HH:MM), der der Leistungskurvenauswertung für dieses Bin zu Grunde liegt (ggf. nach Verlängerung), gibt den Zeitstempel des ersten ausgewerteten Datensatzes an
end	Datum zum Ende des Zeitraums (YYYY-MM-DD HH:MM), der der Leistungskurvenauswertung für dieses Bin zu Grunde liegt (ggf. nach Verlängerung), gibt den Zeitstempel des letzten ausgewerteten Datensatzes an.
wtno	Nummer der Anlage (90-92).

## 2.9 ABLAUFPLAN

Der ursprüngliche Bearbeitungszeitraum wurde von 33 auf 53 Tage bis zum 24.03.2022 verlängert. Die Analyse der Ergebnisse erfolgte bis zum 10.05.2022. Die individuelle Benachrichtigung an die Teilnehmer erfolgte durch FGW e.V.

Ringversuch 2022 RV-1.1	
Datenbereitstellung	31.01.2022
Ergebnisabgabe	04.03.2022 (Verlängert bis 24.03.2022)

## 2.10 TEILNEHMENDE FIRMEN

Prinzipiell ist es allen Branchenteilnehmern möglich, an dem Ringversuch teilzunehmen. In dem Ringversuch 2022 RV-1.1 sind neun teilnehmende Firmen in der FGW organisiert, zwei teilnehmende Firmen sind keine FGW-Mitglieder.

Alle 11 Teilnehmenden haben fristgerecht Ergebnisse abgegeben. FGW hat die eingereichten Ergebnisse angenommen, anonymisiert und danach dem Auswerteteam zur Verfügung gestellt.



---

## 3 Durchführung und Auswertung RV-1.1

Für RV-1.1 wurde der Datensatz und große Teile der Aufgabenstellung aus 2021 übernommen. Um aber nicht nur eine reine Wiederholung des Ringversuch 2021 durchzuführen, wurden einige wenige Änderungen am Datensatz vorgenommen. Da es nur wenige Änderungen waren konnte trotzdem eine Musterlösung für eine der drei WEA vom Auswerteteam bereitgestellt werden. Durch die Bereitstellung der Musterlösung zum Start des Ringversuches konnte auf einen zweiten Durchgang verzichtet werden.

### 3.1 ERGEBNISÜBERSICHT

Auf den folgenden Seiten werden die Ergebnisse für die drei WEA dargestellt, wie sie von den Teilnehmenden neben den Zeitreihen abzugeben waren.

**Tbl. 3–1:** Ergebnisse für WEA 90<sup>1</sup>

Teilnehm- enden Nr	Ergebnisse für WT 90										
	Zwischenergebnis - Ermittlung der zeitlichen Verfügbarkeit				Berechnungsergebnis nach TR10				Ermittlung Ausfallarbeit nach §6.3 (Annahme $V_t, WEAi < 97\%$ )		
	t_kat0	t_Kat1	t_Kat2	V_t,WEAi	E_pro,WEAi	E_prod_skal, WEAi	SE_y,WEAi	SG_y,WEAi	E_Ausfall	m	E_Ausf,WEAi
	h	h	h	%	kWh	kWh	kWh	%	kWh	-	kWh
1	35.712,2200	6.999,3900	1.088,4000	98,2000	53.092.424,4000	52.191.501,2000	52.631.999,0000	73,2000	2.090.961,6000	0,7244	1.514.620,2000
2	35.712,2176	6.999,3850	1.088,3973	98,2000	53.092.424,3611	52.191.501,2989	52.631.999,4436	73,1540	2.090.962,1986	0,7244	1.514.620,5823
3	35.712,2176	6.999,3850	1.088,3973	98,2000	53.092.424,3611	52.191.501,2485	52.631.998,9903	73,1500	2.090.961,6297	0,7244	1.514.620,1702
4	35.712,2176	6.999,3850	1.088,3973	98,2000	53.092.424,4000	52.191.501,2000	52.631.998,8740	73,1540	2.090.961,6271	0,7244	1.514.620,1683
5	35.712,2200	6.999,3900	1.088,4000	98,2000	53.092.424,3611	52.191.501,2485	52.637.049,2330	73,1610	2.098.075,8695	0,7244	1.519.773,4791
6	35.712,2176	6.999,3850	1.088,3973	98,2000	53.092.424,3611	52.191.501,2989	52.631.999,0980	73,1540	2.090.961,7117	0,7244	1.514.620,2296
7	35.712,2176	6.999,3850	1.088,3973	98,2000	53.092.424,3611	52.191.501,3472	52.631.999,4911	73,1540	2.090.962,1988	0,7244	1.514.620,5824
8	35.712,2200	6.999,3900	1.088,4000	98,2000	53.092.424,4000	52.191.501,2000	52.631.999,0000	73,2000	2.090.961,6000	0,7244	1.514.620,2000
9	35.712,2176	6.999,3850	1.088,3973	98,2000	53.092.424,3611	52.191.501,2989	52.631.999,4436	73,1540	2.090.962,1986	0,7244	1.514.620,5823
10	35.712,2176	6.999,3850	1.088,3973	98,2000	53.092.424,3611	52.191.501,2485	52.632.185,8387	73,1543	2.091.224,8416	0,7244	1.514.810,8318
11	35.712,2176	6.999,3850	1.088,3973	98,2000	53.092.424,3611	52.191.501,2989	52.631.999,4436	73,1540	2.090.962,1986	0,7244	1.514.620,5823

<sup>1</sup> Graue Werte wurden angepasst, da Teilnehmer 1 keine Prozentzahl, sondern eine Verhältniszahl abgeben hat.

**Tbl. 3–2:** Ergebnisse für WEA 91 mit Musterlösung<sup>2</sup>

Ergebnisse für WT 91											
Teilnehm- enden Nr	Zwischenergebnis - Ermittlung der zeitlichen Verfügbarkeit				Berechnungsergebnis nach TR10				Ermittlung Ausfallarbeit nach §6.3 (Annahme $V_t, WEAi < 97\%$ )		
	t_kat0	t_Kat1	t_Kat2	V_t,WEAi	E_pro,WEAi	E_prod_skal, WEAi	SE_y,WEAi	SG_y,WEAi	E_Ausfall	m	E_Ausf,WEAi
	h	h	h	%	kWh	kWh	kWh	%	kWh	-	kWh
1 - V2	35.708,2700	6.414,9500	1.676,7900	96,9000	52.003.514,5000	51.125.552,7000	52.359.189,2000	72,8000	2.803.836,2000	0,8211	2.302.191,5000
2 - V2	35.708,2651	6.414,9483	1.676,7866	96,8567	52.003.514,4649	51.125.552,5044	52.359.199,2119	72,7748	2.803.848,5390	0,8211	2.302.201,7935
3 - V1	35.708,2651	6.414,9483	1.676,7866	96,8600	52.003.514,4649	51.125.552,5929	52.359.193,3448	72,7800	2.803.841,1398	0,8211	2.302.195,7181
4 - V2	35.708,2651	6.414,9483	1.676,7866	96,8567	52.003.514,4656	51.125.552,5924	52.359.189,2414	72,7748	2.803.836,0410	0,8211	2.302.191,5315
5 - V2	35.708,2700	6.414,9500	1.676,7900	96,9000	52.003.514,4649	51.125.552,5929	52.359.098,9023	72,7747	2.803.723,7710	0,8211	2.302.099,3482
6 - V2	35.708,2651	6.414,9483	1.676,7866	96,8567	52.003.514,4649	51.125.552,5044	52.359.189,1147	72,7748	2.803.835,9907	0,8211	2.302.191,4902
7 - V2	35.708,2651	6.414,9483	1.676,7866	96,8567	52.003.514,4649	51.125.552,5609	52.359.189,1963	72,7748	2.803.836,0233	0,8211	2.302.191,5170
8 - V1	35.708,2700	6.414,9500	1.676,7900	96,9000	52.003.514,5000	51.125.552,6000	52.359.193,3000	72,8000	2.803.841,1000	0,8211	2.302.195,7000
9 - V2	35.708,2651	6.414,9483	1.676,7866	96,8567	52.003.514,4649	51.125.552,5044	52.359.189,1382	72,7748	2.803.836,0199	0,8211	2.302.191,5142
10 - V2	35.708,2651	6.414,9483	1.676,7866	96,8567	52.003.514,4649	51.125.552,5929	52.359.189,2427	72,7748	2.803.836,0418	0,8211	2.302.191,5322
11 - V2	35.708,2651	6.414,9483	1.676,7866	96,8567	52.003.514,4649	51.125.552,5044	52.359.189,1382	72,7748	2.803.836,0199	0,8211	2.302.191,5142
ML - V1	35.708,2651	6.414,9483	1.676,7866	96,8567	52.003.514,4649	51.125.552,5929	52.359.193,3466	72,7748	2.803.841,1420	0,8211	2.302.195,7199
ML - V2	35.708,2651	6.414,9483	1.676,7866	96,8567	52.003.514,4649	51.125.552,5929	52.359.189,2444	72,7748	2.803.836,0440	0,8211	2.302.191,5340

<sup>2</sup> Graue Werte wurden angepasst, da Teilnehmer 1 keine Prozentzahl, sondern eine Verhältniszahl abgeben hat.

**Tbl. 3–3:** Ergebnisse für WEA 92<sup>3</sup>

Ergebnisse für WT 92											
Teilnehm- enden Nr	Zwischenergebnis - Ermittlung der zeitlichen Verfügbarkeit				Berechnungsergebnis nach TR10				Ermittlung Ausfallarbeit nach §6.3 (Annahme $V_t, WEAi < 97\%$ )		
	t_kat0	t_Kat1	t_Kat2	V_t,WEAi	E_pro,WEAi	E_prod_skaI, WEAi	SE_y,WEAi	SG_y,WEAi	E_Ausfall	m	E_Ausf,WEAi
	h	h	h	%	kWh	kWh	kWh	%	kWh	-	kWh
1	36.048,0300	6.699,7200	1.052,2600	98,3000	54.607.477,1000	53.679.781,3000	54.164.128,2000	75,3000	2.223.725,6000	0,7149	1.589.737,3000
2	36.048,0287	6.699,7159	1.052,2555	98,2825	54.607.477,0722	53.679.781,3805	54.164.128,4021	75,2835	2.223.725,7751	0,7149	1.589.737,3971
3	36.048,0287	6.699,7159	1.052,2555	98,2800	54.607.477,0722	53.679.781,3328	54.164.130,0278	75,2800	2.223.728,1624	0,7149	1.589.739,1037
4	36.048,0287	6.699,7159	1.052,2555	98,2825	54.607.477,0729	53.679.781,3322	54.164.128,2155	75,2835	2.223.725,5765	0,7149	1.589.737,2551
5	36.048,0300	6.699,7200	1.052,2600	98,3000	54.607.477,0722	53.679.781,3328	54.189.836,5303	75,3193	2.260.420,2782	0,7149	1.615.970,2287
6	36.048,0287	6.699,7159	1.052,2555	98,2825	54.607.477,0722	53.679.781,3805	54.164.128,3119	75,2835	2.223.725,6465	0,7149	1.589.737,3051
7	36.048,0287	6.699,7159	1.052,2555	98,2825	54.607.477,0722	53.679.781,4307	54.164.128,4519	75,2835	2.223.725,7760	0,7149	1.589.737,3978
8	36.048,0300	6.699,7200	1.052,2600	98,3000	54.607.477,1000	53.679.781,3000	54.164.130,0000	75,3000	2.223.728,2000	0,7149	1.589.739,1000
9	36.048,0287	6.699,7159	1.052,2555	98,2825	54.607.477,0722	53.679.781,3805	54.164.128,4021	75,2835	2.223.725,7751	0,7149	1.589.737,3971
10	36.048,0287	6.699,7159	1.052,2555	98,2825	54.607.477,0722	53.679.781,3328	54.164.128,2167	75,2835	2.223.725,5773	0,7149	1.589.737,2557
11	36.048,0287	6.699,7159	1.052,2555	98,2825	54.607.477,0722	53.679.781,3805	54.164.128,4021	75,2835	2.223.725,7751	0,7149	1.589.737,3971

<sup>3</sup> Graue Werte wurden angepasst, da Teilnehmer 1 keine Prozentzahl, sondern eine Verhältniszahl abgeben hat.

### 3.2 ZEITLICHE VERFÜGBARKEIT UND ZUORDNUNG IN DIE EEG-KATEGORIEN

Bei den Zwischenergebnissen zur zeitlichen Verfügbarkeit gab es bei allen Teilnehmenden für alle drei WEA keine Abweichungen. Die zeitschrittgenaue Zuordnung in die EEG-Kategorien wurde ebenfalls von allen 11 Teilnehmenden ohne Abweichungen eingereicht.

### 3.3 STANDORTERTRAG UND STANDORTGÜTE

Nur die Teilnehmenden 2, 5 und 10 konnten die vorgegebenen Grenzen bei der Bestimmung des Standortertrages nicht erfüllen. Bei den anderen Teilnehmenden kam es zu maximal 0,5 kWh Abweichungen zur Musterlösung (zwei Varianten möglich, siehe Aufgabenstellung Kapitel 2.4 und Tbl. 3–2).

Nach TR 10 muss die Standortgüte auf eine Stelle nach dem Komma gerundet werden. Da selbst die maximalen Abweichungen bei den Standorterträgen deutlich unter einem Prozentpunkt liegen, werden von allen Teilnehmenden für alle drei WEA die gleichen gerundeten Werte für die Standortgüte ermittelt.

**Tbl. 3–4:** Abweichungen zum Standortertrag

Teilnehmenden Nr.	WTNO	Abweichung zum SE [kWh]
01	90	0,0
	91	0,0
	92	0,0
02	90	0,5
	91	10,0
	92	0,2
03	90	0,0
	91	0,0
	92	0,0
04	90	-0,1
	91	0,0
	92	0,0
05	90	5.050,2
	91	-90,3
	92	25.708,3
06	90	0,1
	91	-0,1
	92	0,1

07	90	0,5
	91	0,0
	92	0,2
08	90	0,0
	91	0,0
	92	0,0
09	90	0,5
	91	-0,1
	92	0,2
10	90	186,8
	91	0,0
	92	0,0
11	90	0,5
	91	-0,1
	92	0,2

**Tbl. 3–5:** Ergebnisse für die Standortgüte

WEA Nr.	Standortgüte [%]
90	73,2
91	72,8
92	75,3

### 3.4 ERMITTELTE LEISTUNGEN

Bei den aus den gleitenden Leistungskennlinien abgeleiteten Leistungswerten pro Zeitschritt wurden zum einen die ermittelten fiktiven Leistungen (*powc*) und zum anderen die final korrigierten aufgefüllten Leistungen (*powf*) geprüft.

Abweichungen unter 0,5 kW fielen bei den Leistungswerten unter die Toleranzgrenze.

Neben dieser Toleranzgrenze waren für *powc* Werte maximal 3 Abweichungen bis 5 kW pro WEA zulässig.

**Tbl. 3–6:** Abweichungen zur berechneten fiktiven Leistung (*powc*)

Teilnehmenden Nr.	WTNO	Anzahl Abweichungen >0,5 kW und ≤5 kW	Anzahl Abweichungen > 5 kW
01	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
02	90	1	0
	91	8	0
	92	0	0
03	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
04	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
05	90	77	1.991
	91	138	2.712
	92	88	1.867
06	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
07	90	1	0
	91	0	0
	92	0	0

08	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
09	90	1	0
	91	0	0
	92	0	0
10	90	1	13
	91	0	16
	92	0	2
11	90	1	0
	91	0	0
	92	0	0

**Tbl. 3–7:** Abweichungen zur aufgefüllten Leistung, final korrigiert (*powf*)

Teilnehmenden Nr.	WTNO	Anzahl Abweichungen >0,5 kW und ≤5 kW	Anzahl Abweichungen > 5 kW
01	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
02	90	1	0
	91	0	0
	92	0	0
03	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
04	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
05	90	82	1.988
	91	194	2.656
	92	139	1.807



06	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
07	90	1	0
	91	0	0
	92	0	0
08	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
09	90	1	0
	91	0	0
	92	0	0
10	90	1	10
	91	0	0
	92	0	0
11	90	1	0
	91	0	0
	92	0	0

### 3.5 GLEITENDE LEISTUNGSKENNLINIEN

Bei den ermittelten gleitenden Leistungskennlinien wurden die Anzahl der Werte pro Bin geprüft. Abweichungen waren nicht zulässig.

Zusätzlich mussten Vorgaben für ausreichend und nicht ausreichend gefüllte Bins eingehalten werden.

Für ausreichend gefüllte Bins durften die Werte für die Windgeschwindigkeit  $V_{ave}$  und die Leistung  $Pow_{ave}$  bis zur zweiten Nachkommastelle nicht abweichen.

Für nicht ausreichend gefüllte Bins durften pro WEA für alle Leistungskennlinien maximal drei  $Pow_{ave}$  Werte von dieser Vorgabe abweichen.

**Tbl. 3–8:** Abweichungen zu der Anzahl der Werte pro Bin

Teilnehmenden Nr.	WTNO	Abweichungen Anzahl Werte pro Bin
01	90	0
	91	0
	92	0
02	90	0
	91	0
	92	0
03	90	0
	91	0
	92	0
04	90	0
	91	0
	92	0
05	90	565
	91	495
	92	533
06	90	0
	91	0
	92	0
07	90	0
	91	0
	92	0
08	90	0
	91	0
	92	0
09	90	0
	91	0
	92	0

10	90	8
	91	0
	92	0
11	90	0
	91	0
	92	0

**Tbl. 3–9:** Abweichungen ausreichend gefüllte Bins

Teilnehmenden Nr.	WTNO	Werteabweichungen in ausreichend gefüllten Bins, Max. Abweichung $V_{ave}$	Werteabweichungen in ausreichend gefüllten Bins, Max. Abweichung $POW_{ave}$
01	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
02	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
03	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
04	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
05	90	0	3.782
	91	0	3.440
	92	1	3.732
06	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
07	90	0	0

	91	0	0
	92	0	0
08	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
09	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0
10	90	0	227
	91	0	0
	92	0	0
11	90	0	0
	91	0	0
	92	0	0

**Tbl. 3–10:** Anzahl Abweichungen nicht ausreichend gefüllte Bins

Teilnehmenden Nr.	WTNO	Werteabweichungen in nicht ausreichend gefüllten Bins, Anzahl Abweichung ABS(POWave)>0,01
01	90	0
	91	0
	92	0
02	90	0
	91	0
	92	0
03	90	0
	91	0
	92	0
04	90	3
	91	0

---

	92	2
05	90	40
	91	36
	92	38
06	90	0
	91	0
	92	0
07	90	0
	91	0
	92	0
08	90	0
	91	0
	92	1
09	90	0
	91	0
	92	0
10	90	9
	91	0
	92	2
11	90	0
	91	0
	92	0

---

## 4 Fazit und Ausblick

Der Ringversuch 2022 RV-1.1 wurde erfolgreich abgeschlossen. 8 der 11 Unternehmen konnten die Musterlösungen unter Einhaltung der Erfolgskriterien reproduzieren und haben damit RV-1.1 erfolgreich abgeschlossen.

Es wurden für die Bearbeitung der Aufgaben firmeninterne oder auch externe Programme benutzt. Diese Tools basierten u. a. auf folgenden Programmen:

- Matlab
- Microsoft Excel 2019
- Python
- R
- WindPRO

Während der Bearbeitungszeit wurden von den teilnehmenden Unternehmen einige Fragen an das Auswerteteam gestellt. Fragen und Antworten wurden, soweit sie für alle bedeutend waren, transparent allen Teilnehmenden zur Verfügung gestellt.

Die Bearbeitungszeit wurde am 21.02. um drei Wochen verlängert und die Musterlösung für WEA 91 aktualisiert, da festgestellt worden war, dass bei der bis dahin bereitgestellten Musterlösung ein Wert der Zeitreihe nur ohne Nachkommastellen zur Verfügung gestellt worden war und damit eine Reproduktion erschwert wurde.

Alle abgegebenen Ergebnisse stimmten bei der Zuordnung der einzelnen Zeitschritte in die EEG-Kategorien überein und kamen auf identische Werte für die zeitliche Verfügbarkeit.

Wesentliche Abweichungen traten erst bei der Ermittlung der fiktiven Erträge auf. Doch selbst die daraus folgende höchste Abweichung beim Standortertrag (ca. 25.000 kWh) beträgt weniger als 0,05 Prozent des wahren Wertes. Bei der Berechnung der Standortgüte mit einer Rundung auf eine Nachkommastelle führt dies dann zu keiner Abweichung mehr. Es ist anzunehmen, dass die nicht erfolgreichen Teilnehmenden durch wenige Nachbesserungen an ihren Berechnungstools ebenfalls die Einhaltung der vorgegebenen Toleranzen erreichen können. Hierfür wird es 2023 durch eine sogenannte „Korrekturrunde“ die Möglichkeit gegeben.