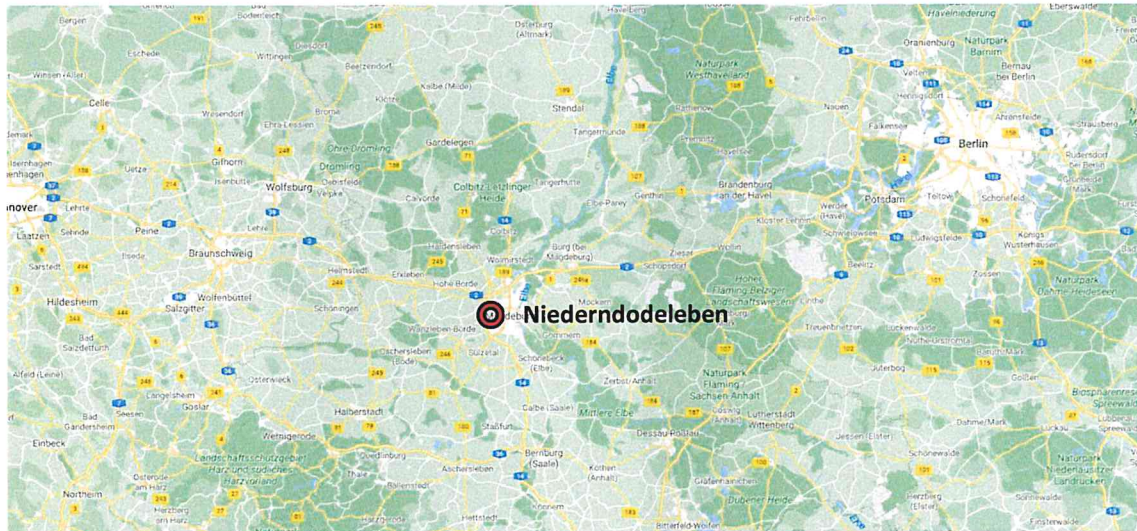


Anhänge

## 12 Anhänge

### 12.1 Standortspezifische Informationen

Berechnungspunkt am Standort Niederndodeleben, Sachsen-Anhalt		
Koordinatensystem	Rechtswert	Hochwert
UTM-Koordinaten, ETRS89, Zone 32	673245	5777049
Geographische Koordinaten, WGS 84 [gg,gggg]	11,5304	52,1168

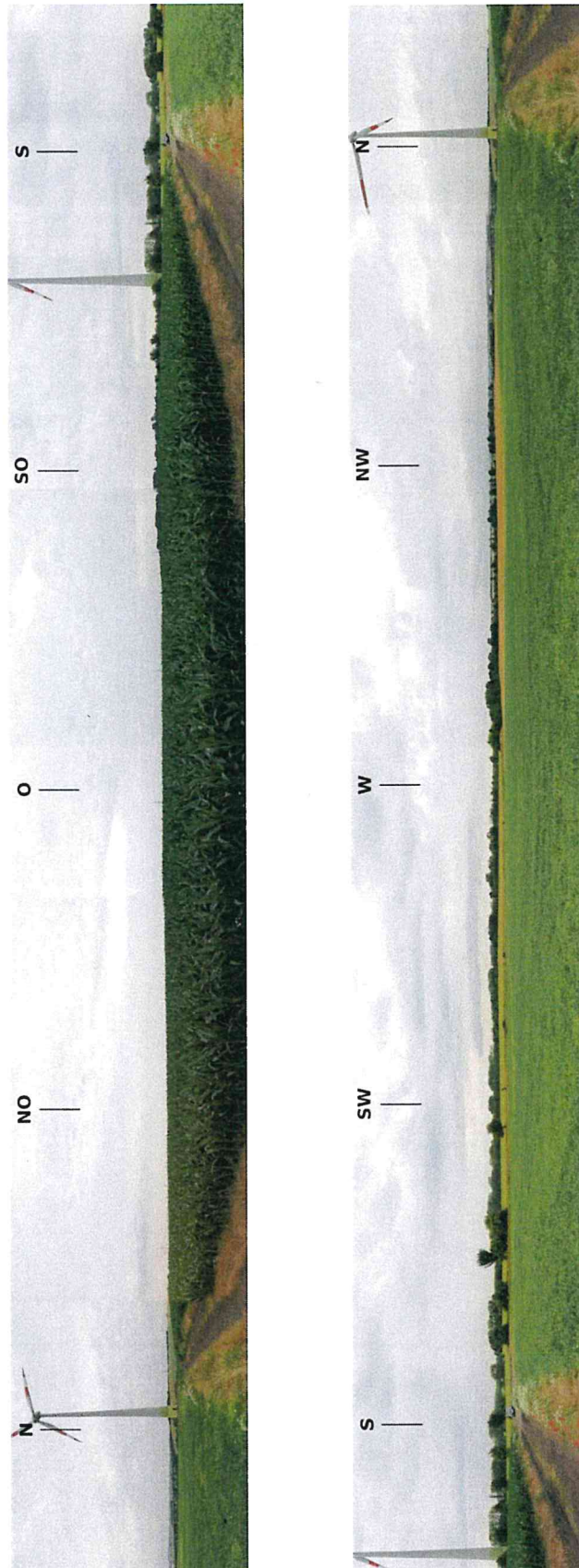


Quelle: <http://maps.google.de/>

Anhänge

**12.2 360°-Panorama-Foto am Standort Niederndodeleben**

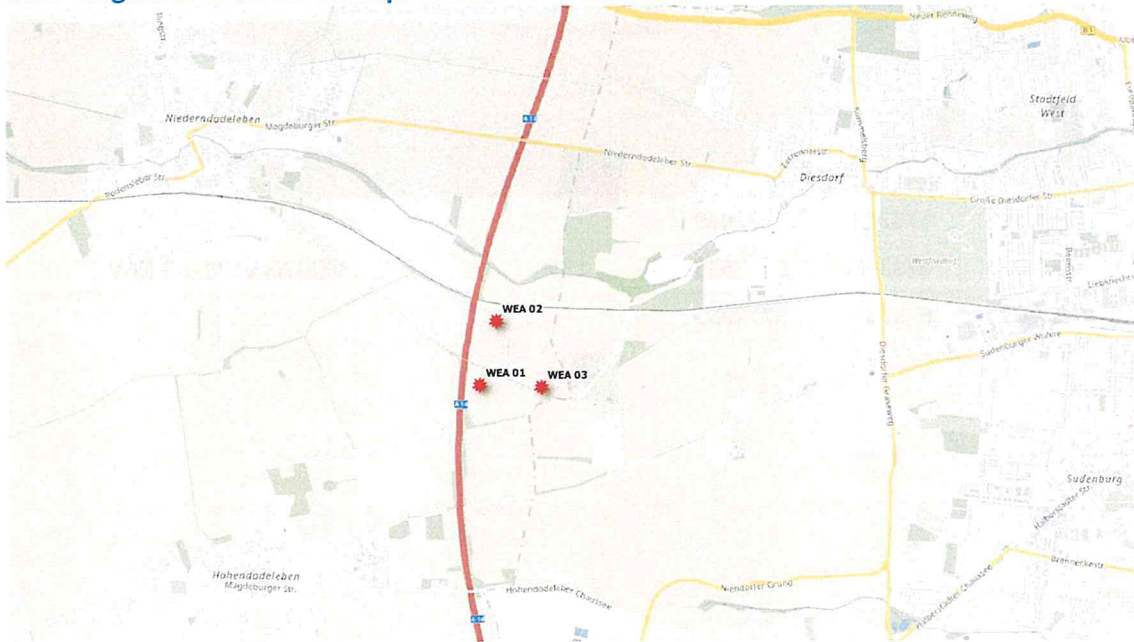
Fotografierungspunkt (X: 673456, Y: 5777176, UTM-Koordinaten, ETRS89, Zone 32)



**12.3 Koordinaten der WEA im Windpark Niederndodeleben**

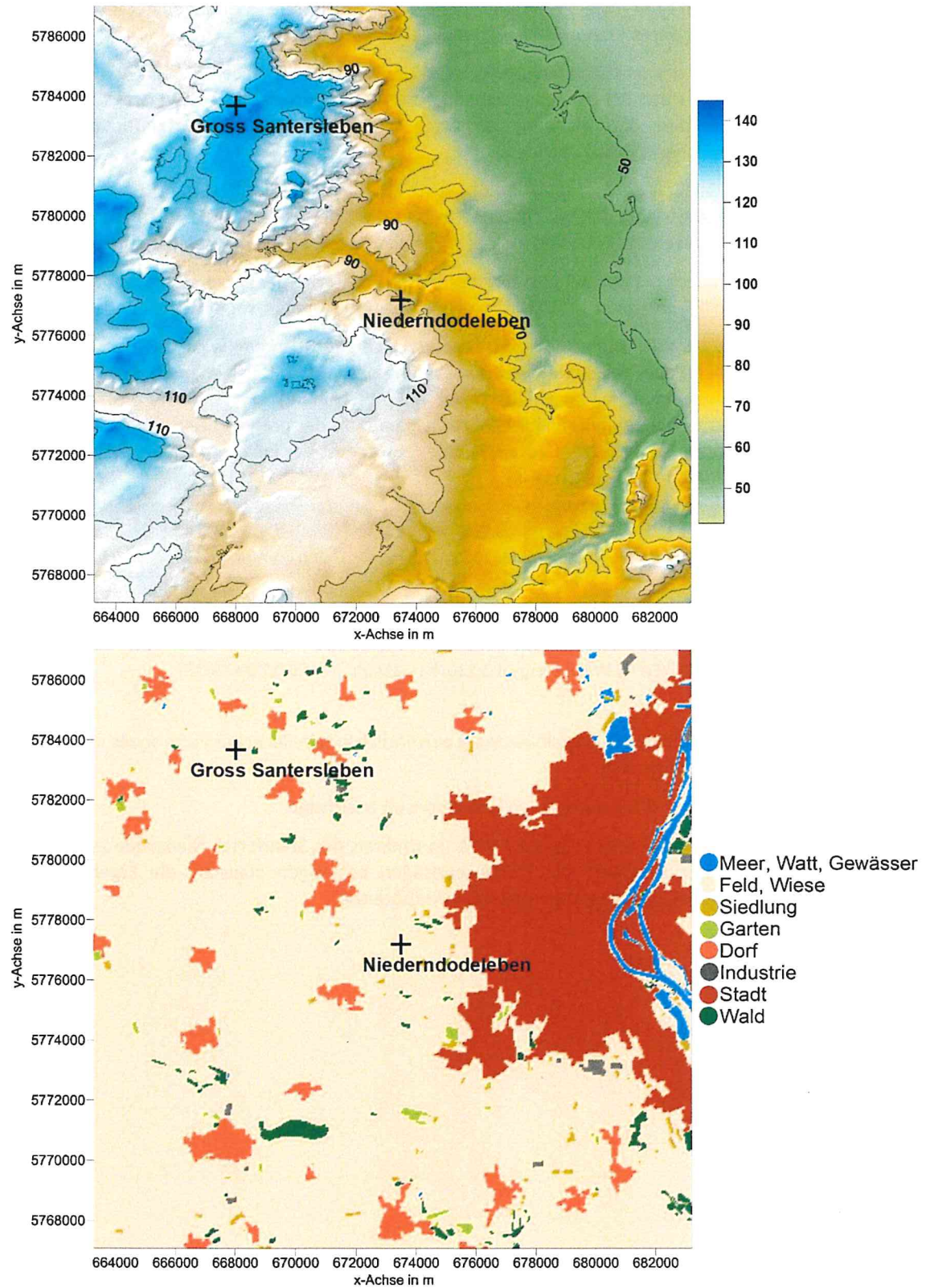
Berechnungsgrundlage dieser Leistung				
WEA	UTM-Koordinaten, ETRS89, Zone 32		Nabenhöhe	WEA-Typ
	X [m]	Y [m]	$h_N$ [m]	
WEA 01	673245	5777049		
WEA 02	673366	5777535	175	VESTAS V172-7.2 MW
WEA 03	673715	5777039		

### 12.4 Lage der WEA im Windpark Niederndodeleben



WEA	Anzahl	WEA-Typ	Bemerkung
WEA 01 bis 03	3	VESTAS V172-7.2 MW, $h_N = 175$ m	Planung, Prüfung der Standorteignung

**12.5 Darstellung der Orografie und Landnutzung, Standort Niederndodeleben**



## 12.6 Ergebnisse der Plausibilisierung und Korrelationsdiagramme

Die Plausibilitätsbetrachtungen zu bestehenden WEA im Umkreis des Standortes können einen entscheidenden Hinweis auf die Wertung der prognostizierten Windfeldparameter (außer Umgebungsturbulenz und deren Standardabweichung) geben.

Dabei findet ein Abgleich der mittleren langjährigen IST-Erträge der Vergleichs-WEA mit den Prognosen des Berechnungsmodells statt. Bei einer hinreichend guten Reproduzierbarkeit der Ertragsdaten kann davon ausgegangen werden, dass die prognostizierten Windfeldparameter die standortspezifischen Windbedingungen hinreichend genau abbilden.

Einen Hinweis auf die Qualität der Extrapolation der Kurzzeitdaten bildet das Bestimmtheitsmaß aus den monatlichen Energieerträgen und den verwendeten Indizes. Darüber hinaus ist die Korrelation zwischen den normierten Monatsdaten der WEA und Indizes in Form von Korrelationsdiagrammen dargestellt.

Aus Gründen der Vertraulichkeit und der besseren Vergleichbarkeit wird der Prozentwert der Abweichung des langzeitbezogenen IST-Energieertrages zum prognostizierten Energieertrag angegeben.

Aus Gründen der Vertraulichkeit und der besseren Vergleichbarkeit wird in der folgenden Zusammenfassungstabelle der Prozentwert der Abweichung des langzeitbezogenen IST-Energieertrages zum prognostizierten Energieertrag angegeben. Hat die Abweichung ein negatives Vorzeichen, so bedeutet dies, dass der langzeiteingeordnete IST-Ertrag kleiner als der prognostizierte Energieertrag ist, während eine Abweichung mit positivem Vorzeichen bedeutet, dass der langzeiteingeordnete IST-Ertrag größer als der prognostizierte Energieertrag ist.

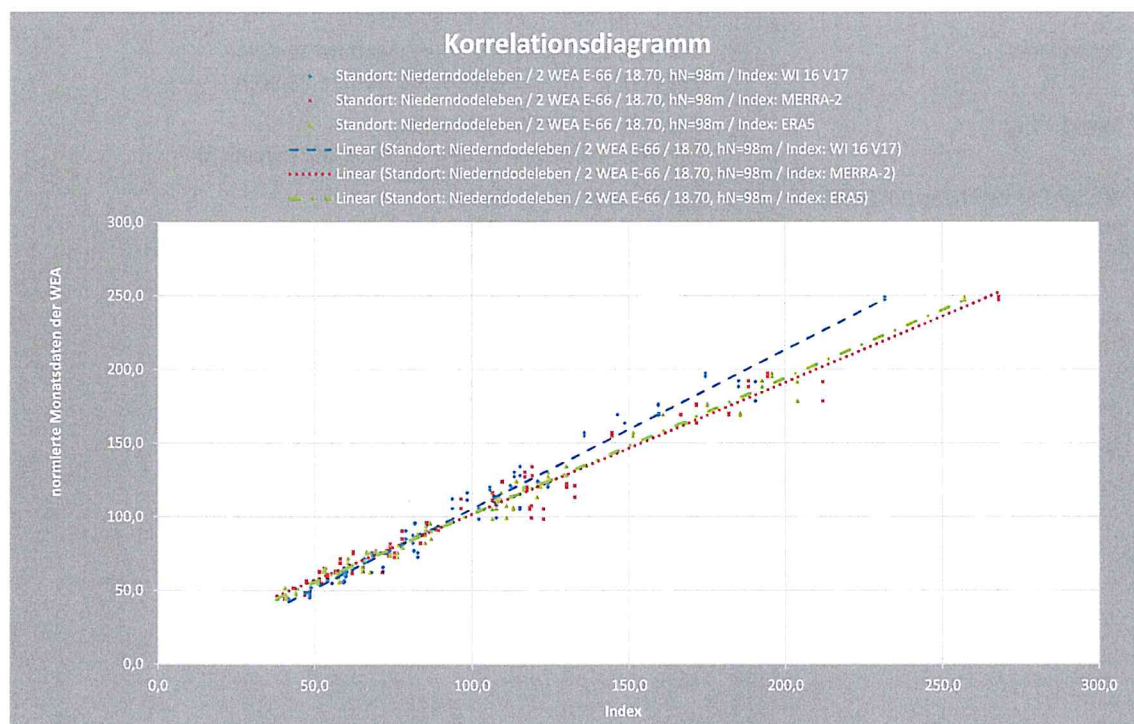
Standort	Anzahl / WEA-Typ	Zeitraum	Abweichung *
Niederndodeleben	2 WEA ENERCON-66 / 18.70, $h_N = 98$ m	01/17 bis 12/20	+ 1 %
Groß Santerleben	3 WEA GE Wind Energy 2.5xl, $h_N = 100$ m	01/11 bis 10/16	± 0 %
		01/17 bis 06/19	- 5 %
	1 WEA GE Wind Energy 3.2-130, $h_N = 134$ m	06/17 bis 09/19	- 3 %

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Plausibilisierung ausführlich in tabellarischer Form sowie in Form von Korrelationsdiagrammen dargestellt.

Die Standorte der Vergleichs-WEA wurden von WIND-consult besichtigt.

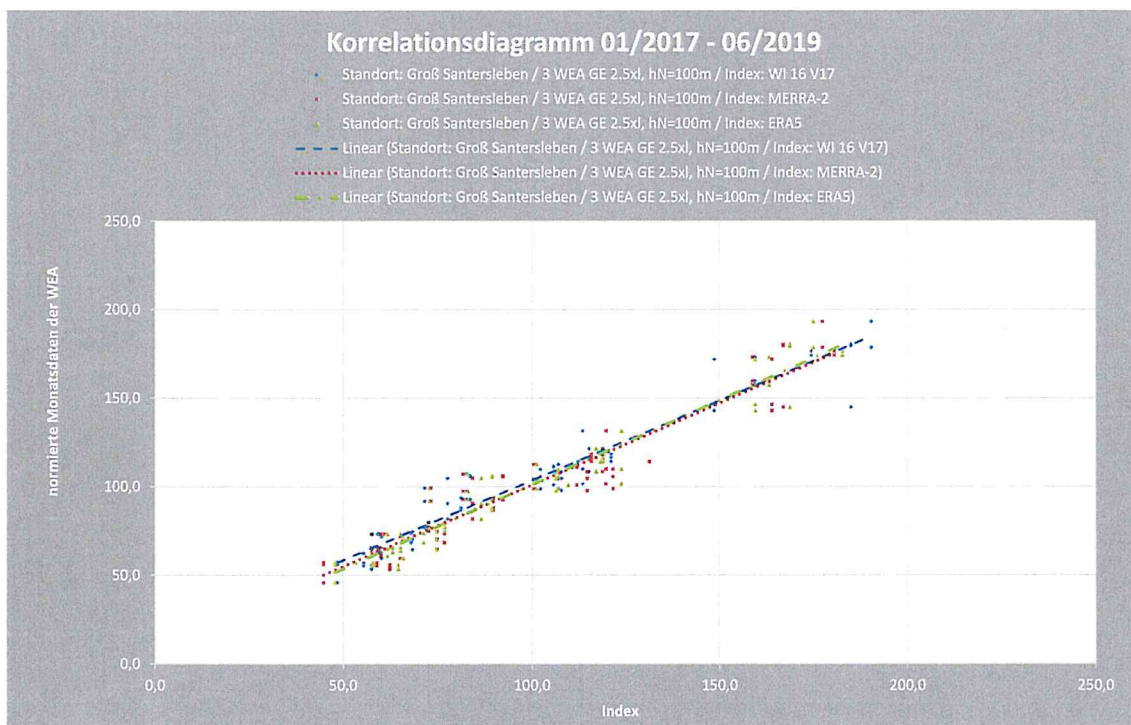
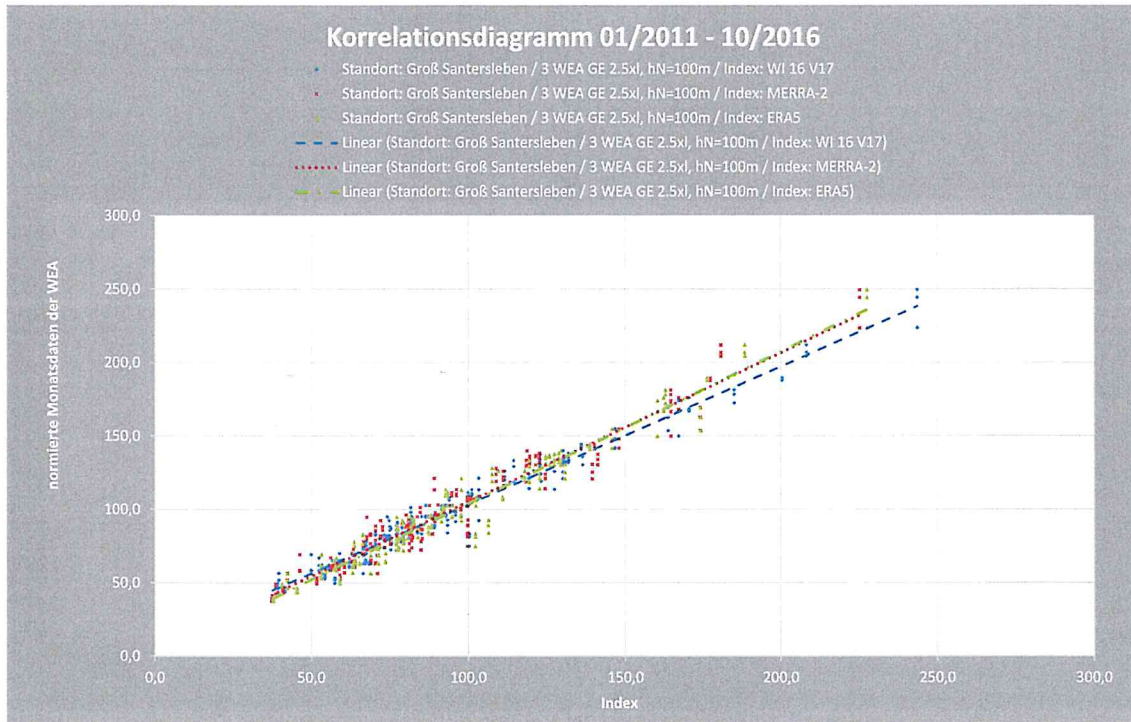
Die Prüfung der Energieerträge von Vergleichs-WEA im Umkreis des Standortes Niederndodeleben und die Bestimmung und der Vergleich mit Prognoseerträgen bestätigen plausibel die Ergebnisse der durchgeführten Berechnungen zur Bestimmung des Windpotenzials.

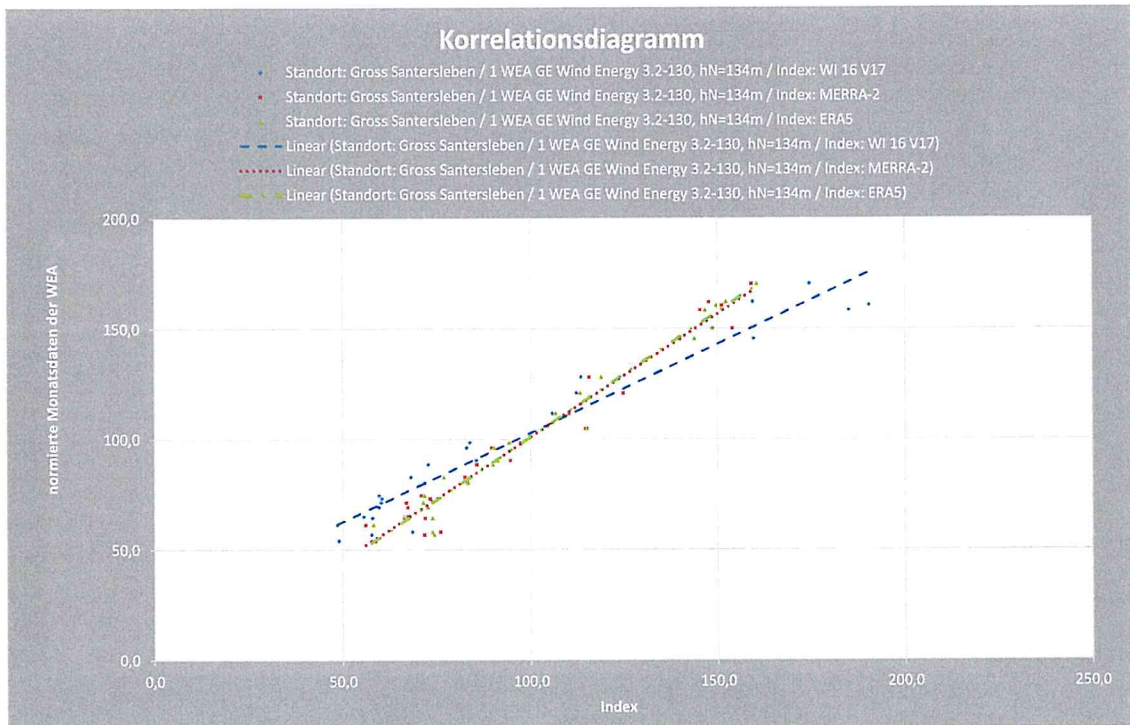
Windpark Niederndodeleben	Datengrundlage / Beschreibung
Entfernung / Lage / Standorthöhe	direkt am Standort
Repräsentativität des Standortes	identisch (Einschätzung des Bearbeiters)
Komplexität gemäß /3/	nicht komplex
Repräsentativität des WEA-Typs	unterschiedlich (Einschätzung des Bearbeiters)
Repräsentativität der Nabenhöhe	nicht repräsentativ nach /6/
BDB-Index-Region	WI 16
Reanalysedaten-Punkt	MERRA-2 52,00° Nord 11,25° Ost, ERA5 52,00° Nord 11,50° Ost
Anzahl / WEA-Typ / Regelungsprinzip	2 WEA ENERCON-66 / 18.70, h <sub>N</sub> = 98 m, pitch
IST-Energieertrag	Zeitraum: 01/17-12/20, durchschnittlich 37 Monatserträge je WEA nach Ausreißerkorrektur
Verfügbarkeit	monatliche Angaben vorhanden
Datenquelle	Betreiberdaten unveröffentlicht
Verfahren Ertragskorrektur	Quotientenbildung, Lineare Regression; Ausreißerkorrektur
Bezugszeitraum Index	BDB: 2002-2016, MERRA-2 und ERA5: 1991-2020
Korrektur des Energieertrages	+ 4,8 % (BDB), + 4,4 % (MERRA-2), + 3,6 % (ERA)
Gewichtung der versch. Indizes	0 % (BDB), 50 % (MERRA-2), 50 % (ERA)
Bestimmtheitsmaß	0,987 (BDB), 0,983 (MERRA-2), 0,991 (ERA)
Besonderes	-
Berechnung	Standorte der WEA im Windpark (2 WEA)
Mittlere Abweichung IST-Ertrag/ Prognose	+ 1 %



Windpark Groß Santerleben	Datengrundlage / Beschreibung
Entfernung / Lage / Standorthöhe	Windparkzentrum ca. 8 km / nordwestlich / ca. 135 m ü. NN
Repräsentativität des Standortes	vergleichbar (Einschätzung des Bearbeiters)
Komplexität gemäß /3/	nicht komplex
Repräsentativität des WEA-Typs	vergleichbar (Einschätzung des Bearbeiters)
Repräsentativität der Nabenhöhe	teilweise repräsentativ nach /6/
BDB-Index-Region	WI 16
Reanalysedaten-Punkt	MERRA-2 52,00° Nord 11,25° Ost, ERA5 52,00° Nord 11,50° Ost
Anzahl / WEA-Typ / Regelungsprinzip	Typ 1: 3 WEA GE Wind Energy 2.5xl, $h_N = 100$ m, pitch Typ 2: 1 WEA GE Wind Energy 3.2-130, $h_N = 134$ m, pitch
IST-Energieertrag	Typ 1 – Zeitraum 1: 01/11-10/16, durchschnittlich 51 Monatserträge, Typ 1 – Zeitraum 2: 01/17-06/19, durchschnittlich 22 Monatserträge, Typ 2 – Zeitraum 2: 06/17-09/19, 22 Monatserträge, jeweils je WEA sowie nach Ausreißerkorrektur
Verfügbarkeit	monatliche Angaben vorhanden
Datenquelle	Betreiberdaten unveröffentlicht
Verfahren Ertragskorrektur	Quotientenbildung, Lineare Regression; Ausreißerkorrektur
Bezugszeitraum Index	BDB: 2002-2016, MERRA-2 und ERA5: 1991-2020
Korrektur des Energieertrages	Typ 1 – Zeitraum 1: + 4,6 % (BDB), + 6,2 % (MERRA-2), + 4,4 % (ERA) Typ 1 – Zeitraum 2: + 4,1 % (BDB), + 1,3 % (MERRA-2), + 1,0 % (ERA) Typ 2 – Zeitraum 2: + 6,8 % (BDB), + 1,2 % (MERRA-2), + 1,9 % (ERA)
Gewichtung der versch. Indizes	0 % (BDB), 50 % (MERRA-2), 50 % (ERA)
Bestimmtheitsmaß	Typ 1 – Zeitraum 1: 0,982 (BDB), 0,974 (MERRA-2), 0,981 (ERA) Typ 1 – Zeitraum 2: 0,978 (BDB), 0,962 (MERRA-2), 0,972 (ERA) Typ 2 – Zeitraum 2: 0,970 (BDB), 0,976 (MERRA-2), 0,984 (ERA)
Besonderes	Zeitraum 1: abgeschattet durch weitere 30 WEA Zeitraum 2: abgeschattet durch weitere 28 WEA
Berechnung	Standorte der WEA im Windpark (33 WEA im Zeitraum 1 bzw. 32 WEA im Zeitraum 2)
Mittlere Abweichung IST-Ertrag/ Prognose	Typ 1 – Zeitraum 1: $\pm 0$ % Typ 1 – Zeitraum 2: - 5 % Typ 2 – Zeitraum 2: - 3 %







## 12.7 Windfeldparameter und Umgebungsturbulenzintensität

In den nachfolgenden Tabellen werden die Windfeldparameter, die Umgebungsturbulenz sowie deren Standardabweichung in Nabenhöhe für alle WEA angegeben.

### WEA 01, $h_N = 175$ m

Windrichtungs- sektor [°]	rel. Häufigkeit der Windrichtung f [%]	Windgeschwin- digkeit v [m/s]	Skalen- parameter A [m/s]	Form- parameter k [-]	$I_{15}$ [%]	$I_{15\sigma}$ [%]
0	4,5	4,9	5,5	1,93	10,9	2,2
30	3,8	4,9	5,6	1,91	11,2	2,2
60	5,8	5,9	6,7	2,06	12,7	2,5
90	6,4	6,3	7,1	1,97	12,4	2,5
120	6,8	6,3	7,1	2,38	11,7	2,3
150	7,4	6,5	7,3	2,31	11,2	2,2
180	5,8	6,3	7,1	2,06	10,9	2,2
210	7,6	6,7	7,6	2,21	11,2	2,2
240	14,0	8,3	9,3	2,06	11,2	2,2
270	16,9	10,1	11,4	2,37	11,2	2,2
300	13,9	9,5	10,7	2,35	11,3	2,3
330	6,9	6,0	6,8	2,12	11,1	2,2

### WEA 02, $h_N = 175$ m

Windrichtungs- sektor [°]	rel. Häufigkeit der Windrichtung f [%]	Windgeschwin- digkeit v [m/s]	Skalen- parameter A [m/s]	Form- parameter k [-]	$I_{15}$ [%]	$I_{15\sigma}$ [%]
0	4,5	4,8	5,4	1,93	11,1	2,2
30	3,8	4,9	5,5	1,91	11,3	2,3
60	5,9	5,9	6,7	2,06	12,8	2,6
90	6,5	6,3	7,1	1,97	12,5	2,5
120	6,8	6,2	7,0	2,37	11,8	2,4
150	7,3	6,3	7,1	2,30	11,4	2,3
180	5,8	6,2	7,0	2,06	11,2	2,2
210	7,6	6,7	7,5	2,21	11,4	2,3
240	14,1	8,3	9,3	2,06	11,1	2,2
270	17,1	10,1	11,4	2,37	11,2	2,2
300	13,8	9,3	10,5	2,35	11,4	2,3
330	6,9	6,0	6,8	2,12	11,2	2,2

**WEA 03,  $h_N = 175$  m**

Windrichtungs- sektor [°]	rel. Häufigkeit der Windrichtung f [%]	Windgeschwin- digkeit v [m/s]	Skalen- parameter A [m/s]	Form- parameter k [-]	$l_{15}$ [%]	$l_{15\sigma}$ [%]
0	4,5	4,9	5,5	1,93	10,9	2,2
30	3,8	4,9	5,5	1,91	11,5	2,3
60	5,9	5,9	6,7	2,06	12,6	2,5
90	6,4	6,3	7,1	1,97	12,6	2,5
120	6,8	6,2	7,0	2,37	11,8	2,4
150	7,4	6,4	7,2	2,30	11,3	2,3
180	5,8	6,3	7,1	2,06	11,0	2,2
210	7,6	6,8	7,7	2,21	11,0	2,2
240	14,1	8,3	9,4	2,06	11,3	2,3
270	16,9	10,1	11,4	2,37	11,2	2,2
300	13,8	9,4	10,6	2,35	11,4	2,3
330	6,9	6,1	6,9	2,11	11,0	2,2

## 12.8 Leistungskennlinie, Schubbeiwerte

### Windenergieanlage - Leistungskurve

#### VESTAS V172-7.2 MW

##### Daten WEA

Nennleistung : 7200 kW  
 Rotordurchmesser : 172 m  
 Rotorkreisfläche : 23235 m<sup>2</sup>  
 Leistungsregelung : pitch

##### Randbedingung

Dichte Leistungskurve : 1,2250 kg/m<sup>3</sup>  
 (Normatmosphäre)

##### Leistungskurve (LK)

Art der Ermittlung : berechnete LK  
 Berichts-Nummer : 0127-1584 V01  
 Datum Leistungskurve : 08.07.2022  
 Kennung/Datei : VS72A72A  
 Schubbeiwerte : angegeben  
 Anemometertyp : -  
 Bemerkung : Mode PO7200

Leistungsparameter			Schubparameter	
v [m/s]	P [kW]	c <sub>p</sub> [-]	v [m/s]	c <sub>p</sub> [-]
3,00	32,00	0,083	3,00	0,969
3,50	129,00	0,211	3,50	0,885
4,00	288,00	0,316	4,00	0,834
4,50	481,00	0,371	4,50	0,818
5,00	715,00	0,402	5,00	0,812
5,50	999,00	0,422	5,50	0,815
6,00	1340,00	0,436	6,00	0,814
6,50	1739,00	0,445	6,50	0,810
7,00	2203,00	0,451	7,00	0,805
7,50	2729,00	0,455	7,50	0,797
8,00	3324,00	0,456	8,00	0,788
8,50	3986,00	0,456	8,50	0,777
9,00	4685,00	0,452	9,00	0,750
9,50	5314,00	0,436	9,50	0,690
10,00	5904,00	0,415	10,00	0,628
10,50	6441,00	0,391	10,50	0,571
11,00	6854,00	0,362	11,00	0,513
11,50	7078,00	0,327	11,50	0,451
12,00	7160,00	0,291	12,00	0,392
12,50	7195,00	0,259	12,50	0,341
13,00	7200,00	0,230	13,00	0,299
13,50	7200,00	0,206	13,50	0,264
14,00	7200,00	0,184	14,00	0,235
14,50	7200,00	0,166	14,50	0,210
15,00	7200,00	0,150	15,00	0,188
15,50	7200,00	0,136	15,50	0,170
16,00	7200,00	0,124	16,00	0,155
16,50	7200,00	0,113	16,50	0,141
17,00	7200,00	0,103	17,00	0,129
17,50	7194,00	0,094	17,50	0,119
18,00	7124,00	0,086	18,00	0,108
18,50	6959,00	0,077	18,50	0,098
19,00	6789,00	0,070	19,00	0,088
19,50	6630,00	0,063	19,50	0,080
20,00	6472,00	0,057	20,00	0,073
20,50	6262,00	0,051	20,50	0,066
21,00	5946,00	0,045	21,00	0,058
21,50	5538,00	0,039	21,50	0,052
22,00	5069,00	0,033	22,00	0,045
22,50	4597,00	0,028	22,50	0,039
23,00	4121,00	0,024	23,00	0,033
23,50	3636,00	0,020	23,50	0,028
24,00	3169,00	0,016	24,00	0,024

Leistungsparameter			Schubparameter	
v [m/s]	P [kW]	c <sub>p</sub> [-]	v [m/s]	c <sub>p</sub> [-]
24,50	2718,00	0,013	24,50	0,020
25,00	2328,00	0,010	25,00	0,017

Unsicherheit der Leistungskurve (Ersatzwerte)		
mittl. jährl. v [m/s]	U Mittel [%]	U Ersatz [%]
4	12,5	15,2
5	8,9	10,4
6	7,0	8,1
7	5,7	6,6
8	4,8	5,5
9	4,2	4,9
10	3,8	4,5
11	3,5	4,2

