

Prüfbericht

WICO 189FB617-04

16.03.2021

Ermittlung des Schattenwurfs von Windenergieanlagen (WEA)

nach WEA-Schattenwurf-Hinweise des LAI

Prüfobjekt: 1 WEA des Typs ENERCON E-138 E2 / 4200 kW mit TES
Standort: Quenstedt, Sachsen-Anhalt

Projekt

Titel:

Ermittlung des Schattenwurfs von Windenergieanlagen (WEA)

Standort:

Quenstedt, Sachsen-Anhalt

Aufgabenstellung:

Ermittlung des Schattenwurfs durch Windenergieanlagen (WEA) nach den WEA-Schattenwurf-Hinweisen des LAI /10/ in Verbindung mit den Festlegungen der Prüfanweisung QMP-12 /11/ der WIND-consult GmbH.

Prüfobjekt:

Eine WEA vom Typ ENERCON E-138 EP3 E2 /4200 kW mit TES als Zusatzbelastung

Referenzdokumente (Bezugsquellen):

Ermittlung des Schattenwurfs [...], Windpark Quenstedt, 29.05.2020, WICO 189FB617-03, WIND-consult GmbH

Standard:

WEA-Schattenwurf-Hinweisen des LAI /10/

Auftrag

Auftraggeber:

SAB WindTeam GmbH, Calbische Straße 17, 39122 Magdeburg

Auftragnehmer:

WIND-consult GmbH, Reuterstraße 9, 18211 Bargeshagen, Deutschland

Auftragsnummer:

WICO 189FB617

Auftragserteilung:

23.02.2021

Auftragsbestätigung:

26.02.2021

Bearbeitung:



R. Gradewald M.Sc.

Prüfingenieur

Prüfung:



C. Hoffmann M.Eng.

Leiter Arbeitsgruppe Schall

Freigabe:



Dipl.-Ing. J. Schwabe

Geschäftsleitung

(Dieser Prüfbericht wurde elektronisch unterschrieben.)

Dieser Prüfbericht darf nur mit schriftlicher Zustimmung der WIND-consult GmbH auszugsweise vervielfältigt und genutzt werden. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das Mess- / Prüfobjekt.

Inhalt

1 EINFÜHRUNG	4
1.1 AUFGABENSTELLUNG	4
1.2 VERWENDETE NORMEN UND RICHTLINIEN	4
2 METHODE DER BERECHNUNG UND BEURTEILUNG	5
2.1 MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN ZUM SCHATTENWURF	5
2.2 METHODE DER PROGNOSEUNSIKERHEIT	6
2.3 TABELLARISCHE DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE	6
2.4 GRAPHISCHE DARSTELLUNG DES GANZJÄHRIGEN SCHATTENVERLAUFS VON WEA	6
3 STANDORT- UND PROJEKTBECHREIBUNG	8
4 EINGANGSDATEN FÜR DIE BERECHNUNG	9
4.1 PARAMETER DER IMMISSIONSORTE UND EMITTENTEN	9
4.2 KOORDINATENSYSTEM UND KOORDINATEN	10
4.3 MAXIMALER EINWIRKBEREICH DES SCHATTENWURFS VON WEA	10
5 ERGEBNISSE	12
5.1 ZEITDAUER DER BESCHATTUNG DER BETRACHTETEN IMMISSIONSORTE DURCH DIE WEA	12
5.2 SCHATTENFELD DER WEA	13
6 ABWEICHUNG ZU DEN RICHTLINIEN	17
7 ZUSAMMENFASSUNG	18
8 LITERATUR	19
9 ANHÄNGE	20
9.1 FOTODOKUMENTATION	20

1 Einführung

1.1 Aufgabenstellung

Die WIND-consult GmbH wurde von der Auftraggeber GmbH beauftragt, Ermittlung des Schattenwurfs von Windenergieanlagen (WEA) nach den Vorgaben der WEA-Schattenwurf-Hinweise des LAI /10/ am Standort Quenstedt, durchzuführen

Grundlage der erneuten Berechnung ist die Windparkkonfiguration aus dem Bericht WICO 189FB617-03 vom 29.05.2020. Nach Angaben des Auftraggebers wird der Anlagentyp der Zusatzbelastung, sowie die Koordinaten der Zusatzbelastung geändert.

Der vorliegende Bericht berücksichtigt die bisher von WIND-consult erstellten Leistungen am Standort Quenstedt (WICO 189FB617-03 vom 29.05.2020) und ist ein vollständiger Bericht zur Berechnung der Schattenwurfausbreitung durch Windenergieanlagen im aktuellen Berichtsstandard der WIND-consult GmbH, ohne erneute Standortbesichtigung.

1.2 Verwendete Normen und Richtlinien

Die Hauptmethodik der Berechnungen folgt den WEA-Schattenwurf-Hinweisen Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen des Länderausschusses Immissionsschutz (LAI) /10/.

Die Abweichungen von Normen oder Richtlinien sind in Kapitel 6 erläutert.

2 Methode der Berechnung und Beurteilung

2.1 Mathematisch-physikalische Grundlagen zum Schattenwurf

Jeder undurchsichtige Körper erzeugt im Strahlengang einer Lichtquelle einen Schatten, dessen Konturen denen der äußeren Umrandung des Körpers entsprechen. Dabei existiert bei einer realen flächenhaften Lichtquelle keine scharfe Schattengrenze, sondern zwischen dem vollkommen abgeschatteten und begrenzten Raum (Kernschatten) und dem beleuchteten besteht ein Übergangsbereich (Halbschatten), in dem jeweils nur ein Teil der Lichtquelle abgeschattet wird.

Die entscheidende Besonderheit bei dem Schattenwurf durch eine Windenergieanlage (WEA) ist der bei Wind auftretende schnelle Wechsel von Licht und Schatten durch die sich bewegenden Rotorblätter. Dieser Effekt bewirkt selbst in größeren Entfernungen von der WEA, d.h. weit außerhalb des Kernschattengebiets (ca. 200 bis 300 m) eine spürbare Beeinträchtigung der Umgebung. Als vorläufiger Anhaltswert für diesen **maximalen Einwirkbereich** wurde durch den Arbeitskreis Schattenwurf ein Abstand zur WEA vereinbart, bei dem **20% der Sonnenkreisfläche** durch die mittlere Rotorblatttiefe bedeckt wird /6/, /8/. Bei einer mittleren Blathtiefe von 1,5 m beträgt diese Entfernung ca. 1020 m /7/.

Wird vom Hersteller keine Rotorblatttiefe angegeben, findet eine fiktive leistungsabhängige mittlere Blathtiefe zur Ermittlung des maximalen Einwirkbereiches Berücksichtigung (500 kW bis < 1000 kW: 1,5 m; ≥ 1000 kW: 2,0 m).

In den folgenden Untersuchungen wird deshalb keine Unterscheidung zwischen Halb- und Kernschatten getroffen. Der statische Schatten des Turms oder des Rotors bei Windstille wirkt genauso wenig belästigend wie bei jedem anderen vergleichbaren Bauwerk.

Die Berechnung der **astronomisch möglichen Beschattungsdauer** (Annahme: Durchgehender Sonnenschein von Sonnenaufgang (SA) bis Sonnenuntergang (SU), d. h. keine Berücksichtigung von Bewölkung und Lufttrübung) eines Immissionsortes durch die Rotorblätter einer WEA erfolgt auf der Grundlage allgemein bekannter sphärisch-trigonometrischer Beziehungen zum tages- und jahreszeitlichen Sonnenstand (DIN 5034 /2/) und der Gesetze der ebenen Geometrie. Die WEA-Rotorfläche wird dabei als Kreisfläche senkrecht zur Verbindungsgeraden Immissionsort – WEA-Turm und damit senkrecht zur Sonnenscheinrichtung und der Immissionsort als ein Punkt in einer bestimmten vereinbarten Höhe über Grund (2,0 m) betrachtet. Die Beschattungsdauer an einem beliebigen Tag ist dann die Zeit, in der sich die Sonne vom Immissionsort aus gesehen hinter der Rotorfläche befindet. Sie wird schrittweise in 2-Minuten-Intervallen aus dem momentanen Höhenwinkel und dem Azimutwinkel der Sonne für alle Tage eines vorher ermittelten maximalen Jahreszeitraums berechnet.

Eine entscheidende Ausgangsgröße ist dabei die scheinbare Niveauhöhe der Sonne H_{RP} innerhalb der Rotorkreisfläche bezüglich der Niveauhöhe H_{IP} des Immissionspunktes im horizontalen Abstand L_{RI} dieses Punktes von der Rotorfläche bei dem momentanen Höhenwinkel h_s der Sonne :

$$H_{RP} = H_{IP} + L_{RI} \cdot \tan h_s \quad 2.1$$

Als ein vorläufiger Richtwert wird bei den Schattenberechnungen eine minimale Sonnenhöhe von 3,0 ° festgelegt, ab der die Berechnungen schrittweise beginnen.

Eine weitere hier berechnete Größe ist die **wahrscheinliche Beschattungsdauer**. Sie ergibt sich aus der astronomischen Beschattungsdauer und langjährig gemittelten, regionalen, monatlichen Klimadaten zur Sonnenscheindauer und Windrichtungsverteilung (/1/, /5/) sowie einem Ansatz von BEHR /3/ zur Ermittlung der wirksamen Rotorfläche. Die wahrscheinliche Beschattungsdauer ist für die praktische Bewertung wichtig und liegt im Allgemeinen erheblich, insbesondere in den frühen Vormittags- oder späten Nachmittagsstunden bis zu einer Größenordnung unter der astronomischen Beschattungsdauer.

2.2 Methode der Prognoseunsicherheit

Zur Ermittlung bzw. Anwendung von Unsicherheiten werden nach /10/ keine Angaben gemacht. Das Berechnungsmodell nach /10/ basiert auf einer rein geometrischen Berechnung unter Ansatz eines worst-case Szenarios.

Abschließend ist darauf zu verweisen, dass aufgrund notwendig vereinfachender physikalisch-mathematischer Annahmen und methodischer Vorgaben in /10/ Unsicherheiten der Berechnung z. B. bezüglich der tageszeitlichen Zuordnung von ca. 1,0 Minuten und der jährlichen astronomischen Beschattungsdauer von ca. 0,5 h/a auftreten können. Die Ermittlung zusätzlicher Beschattungen der Immissionsorte durch andere Hindernisse ist nicht Gegenstand der Berechnungen.

2.3 Tabellarische Darstellung der Ergebnisse

Die quantitativen Ergebnisse der schrittweisen Berechnung des Schattenverlaufs der WEA an den jeweiligen Immissionsorten werden im vorliegenden Bericht nicht dargestellt, da sich kein Immissionsort im Einwirkungsbereich der Zusatzbelastung befindet. Der Kalender der Beschattungszeiten für die Immissionsorte im Einwirkungsbereich der zu beurteilenden WEA, an denen es zu einer Überschreitung der Richtwerte kommt, kann bei Bedarf angefordert werden. Er beinhaltet im Tabellenkopf die zusammengefassten Ergebniswerte und darunter folgend für jeden Tag, an dem Beschattung des jeweiligen Immissionsortes auftritt, die Uhrzeit für Beginn und Ende der Beschattung (die angegebenen Zeiten für den Beginn sind die Zeiten zu der die jeweilige WEA den Immissionsort noch nicht beschattet, die angegebenen Zeiten für das Ende sind die Zeiten zu der die jeweilige WEA den Immissionsort nicht mehr beschattet), die tägliche astronomische und wahrscheinliche Beschattungsdauer und schließlich die beschattenden WEA an dem Tag. Die Beschattungskalender erlauben u.a. detaillierte Entscheidungen zu den notwendigen Abschaltzeiten ausgewählter WEA an den jeweiligen Schattentagen.

Sämtliche Berechnungen und graphische Darstellungen erfolgen mit Hilfe eines von der WIND-consult GmbH entwickelten internen Programms SHADOW /9/.

Als Richtwert für die zulässige **astronomische Beschattungsdauer** wurde ein Wert von maximal 30 Stunden pro Jahr und maximal 30 Minuten pro Tag als Summe aus allen einen Immissionsort beschattenden WEA eines Windparks vereinbart /10/.

2.4 Graphische Darstellung des ganzjährigen Schattenverlaufs von WEA

Für eine umfassende Bewertung des Schattenwurfs von WEA an deren Standort ist eine flächenhafte Darstellung der Verteilung der jährlichen astronomischen Beschattungsdauer in der gesamten Umgebung der WEA sinnvoll. Das gilt insbesondere für Windparks. Eine derartige Darstellung als Schattenfeld gibt einerseits einen schnellen Überblick über Größe und Aussehen der Fläche, die wesentlich von Schattenwurf der WEA betroffen ist. Andererseits erlaubt sie eine erste Beurteilung weiterer oder künftiger Immissionsorte hinsichtlich einer möglichen Beschattung durch die WEA.

Zu diesem Zweck werden in einer hinreichend großen Umgebung des Windparks die Stundensummen der jährlichen astronomischen Beschattungsdauer durch die Gesamtheit aller WEA in geeigneten Schrittweiten rasterförmig ermittelt und diese Werte anschließend in einem Feld den jeweiligen geometrischen Orten zugeordnet. Für eine exakte Ermittlung dieses Schattenfeldes ist eine topologische Karte des Gebietes mit digitalisierter Höhenverteilung erforderlich. Da diese häufig nicht vorliegt, wird mit einer mittleren, repräsentativen oder einer grob gestaffelten Niveauhöhe gerechnet. Durch eine zweckmäßige Klassierung der Werte der jährlichen Beschattungsdauer und deren Markierung erhält man Flächen gleicher Grenzbereiche der Beschattungsdauer durch die Gesamtheit aller WEA. Ein so berechnetes Schattenfeld zeigen Abbildung 5.1 und Abbildung 5.3.

Mögliche Immissionsorte, die innerhalb des ersten Schattenbereichs ($< 3,0$ h/a) liegen, werden überhaupt nicht oder extrem geringfügig beschattet, so dass sich eine detaillierte Schattenanalyse (Schattengutachten) für

solche Orte erübrigt. Immissionsorte, die sich innerhalb des zweiten Schattenbereichs (3,0 h/a bis 30,0 h/a) befinden, werden grundsätzlich durch eine oder mehrere WEA beschattet, jedoch unterhalb des kritischen Richtwerts von 30,0 h/a. Eine detaillierte Schattenanalyse empfiehlt sich insbesondere dann, wenn sich solche Immissionsorte nahe am dritten Schattenbereich ($> 30,0$ h/a) befinden. Immissionsorte im dritten Schattenbereich ($> 30,0$ h/a) werden so stark beschattet, dass auf der Grundlage einer notwendigen detaillierten Schattenanalyse Maßnahmen zur Reduzierung der Beschattungsdauer getroffen werden müssen.

Eine derartige graphische Darstellung erlaubt auch eine grobe tages- und jahreszeitliche Zuordnung der Werte: Punkte links (westlich) der jeweiligen WEA werden vormittags und solche rechts (östlich) davon nachmittags beschattet. Punkte oberhalb (nördlich) der jeweiligen WEA werden im Winterhalbjahr und solche unterhalb (südlich) davon im Sommerhalbjahr beschattet.

Grundsätzlich ersetzt die Darstellung des Schattenfeldes jedoch keine detaillierte Schattenanalyse an einem bestimmten Immissionsort. Es ist keine genaue zeitliche Ermittlung der Beschattungsdauer möglich, und aufgrund der Unsicherheiten allein von Rasterung und Orographie liegt die Gesamtunsicherheit insbesondere in der Nähe des dritten Schattenbereichs ($> 30,0$ h/a) bei ca. 5,0 h/a bzw. 5 min/d.

4 Eingangsdaten für die Berechnung

4.1 Parameter der Immissionsorte und Emittenten

Tabelle 4.1: Standortparameter und Koordinaten der Immissionsorte

Standort der WEA		Windpark Quenstedt			
Parameter des Ortes					
Geogr. Breite in °		51,714996			
Geogr. Länge in °		11,462829			
Minimale Sonnenhöhe in °		3			
Parameter der Immissionsorte					
Bezeichnung	Nummer	x-Koordinate in Meter	y-Koordinate in Meter	z-Koordinate in Meter	
WA Angerstraße Nordwest, Quenstedt	IO-01	32.669.893	5.730.422	180,0	
Ascherslebener Straße 8, Quenstedt	IO-02	32.669.768	5.730.462	179,8	
Siedlungsweg 13, Welbsleben	IO-03	32.667.927	5.731.308	153,4	
Akazienweg 21, Westdorf	IO-04	32.667.993	5.733.966	150,0	
An der Ellerwiese 3, Westdorf	IO-05	32.668.347	5.734.291	140,0	
Kalkhütte 1, Westdorf	IO-06	32.668.181	5.733.657	140,0	
Kleingartenanlage Quellgrund 3, Aschersleben	IO-07	32.670.643	5.734.199	135,9	
Gipshütte 1, Mehringen	IO-08	32.672.598	5.733.213	120,0	

Tabelle 4.2: Standortparameter und Koordinaten der WEA

Standort der WEA		Windpark Quenstedt							
Parameter des Ortes									
Geogr. Breite in °		51,714996							
Geogr. Länge in °		11,462829							
Minimale Sonnenhöhe in °		3							
Parameter der WEA									
Bezeichnung	Nummer	Anlagentyp	Naben- höhe in m	Rotor- durch- messer in m	Mittlere Blatt- tiefe in m	x-Koor- dinate in Meter	y-Koor- dinate in Meter	z-Koor- dinate in Meter	Maximaler Schatten- einwirk- bereich in m
WEA VB01	A1	ENERCON E-66 20.70	86,0	70,0	2,050	32.670.784	5.731.673	160,0	1396
WEA VB02	A2	ENERCON E-66 20.70	86,0	70,0	2,050	32.669.698	5.732.259	180,0	1396
WEA VB03	A3	ENERCON E-66 20.70	86,0	70,0	2,050	32.669.942	5.732.512	180,0	1396
WEA VB04	A4	GE 15 s	85,0	70,5	2,088	32.669.963	5.732.164	177,3	1422
WEA VB05	A5	GE 15 s	85,0	70,5	2,088	32.670.393	5.732.294	173,0	1422
WEA VB06	A6	GE 15 s	85,0	70,5	2,088	32.670.740	5.732.453	170,1	1422
WEA VB07	A7	GE 15 s	85,0	70,5	2,088	32.669.814	5.731.841	179,1	1422
WEA VB08	A8	GE 15 s	85,0	70,5	2,088	32.670.242	5.731.993	170,0	1422
WEA VB09	A9	GE 15 s	85,0	70,5	2,088	32.670.589	5.731.964	165,9	1422
WEA VB10	A10	GE 15 s	85,0	70,5	2,088	32.669.818	5.731.543	179,2	1422
WEA VB11	A11	GE 15 s	85,0	70,5	2,088	32.670.365	5.731.657	170,3	1422
WEA VB12	A12	ENERCON E-101	149,0	101,0	3,252	32.669.769	5.732.999	172,7	2.215
WEA VB13	A13	ENERCON E-92	138,4	92,0	2,230	32.669.714	5.732.658	177,0	1.519
WEA VB14	A14	ENERCON E-92	138,4	92,0	2,230	32.670.046	5.732.791	180,0	1.519
WEA VB15	A15	Vestas V47	65,0	47,0	1,292	32.670.290	5.733.720	167,8	880
WEA VB16	A16	Vestas V47	65,0	47,0	1,292	32.670.201	5.733.477	180,0	880
WEA VB17	A17	Vestas V47	65,0	47,0	1,292	32.670.324	5.733.166	180,0	880
WEA VB18	A18	Vestas V47	65,0	47,0	1,292	32.670.581	5.733.049	179,3	880
WEA VB19	A19	Nordex N1494.0-4.5	164,0	149,0	2,680	32.669.249	5.732.318	184,6	1.825
WEA VB20	A20	Nordex N1494.0-4.5	125,4	149,0	2,680	32.669.251	5.731.974	187,2	1.825
WEA ZB01	A21	ENERCON E-138 EP3 E2	160,0	138,0	2,477	32.670.351	5.732.539	180,0	1.687

4.2 Koordinatensystem und Koordinaten

Für die Berechnungen wurden Koordinaten im Bezugssystem ETRS 89 mit UTM-Abbildung – 6° Zonensystem, vorangestellte Zone 32 verwendet.

Die Bezugshöhe an den Immissionsorten beträgt unter Berücksichtigung der vorhandenen Bebauung jeweils 2 m über Grund.

4.3 Maximaler Einwirkungsbereich des Schattenwurfs von WEA

Mit den Ermittlungen des **maximalen Einwirkungsbereich des Schattenwurfs von WEA /6/, /7/, /8/** (vgl. Pkt. 1.1 und Tabelle 4.2) ist bereits aus den Entfernungsabständen der WEA zu den Immissionsorten vorab eine Selektion der zu betrachtenden WEA und Immissionsorte gegeben. Dazu sind in Tabelle 4.3 die Entfernungen der WEA zu den Immissionsorten innerhalb des Einwirkungsbereichs des Schattenwurfs der WEA dargestellt (schwarze Zahlen). Alle Entfernungen der nicht im Einwirkungsbereich der jeweiligen WEA befindlichen Immissionsorte werden als graue Zahlen dargestellt. Dabei wurde die azimutale Lage der WEA zu den Immissionsorten hier noch nicht berücksichtigt.

Tabelle 4.3: Entfernungen der WEA zu den Immissionsorten

WEA	IO	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
		IO-01 WA Angerstraße e Nordwest,	IO-02 Aschersleb ener Straße 8,	IO-03 Siedlungsw eg 13, Welbsleben	IO-04 Akazienweg 21, Westdorf	IO-05 An der Ellerwiese 3, Westdorf	IO-06 Kalkhütte 1, Westdorf	IO-07 Kleingarten anlage Quellgrund	IO-08 Gipshütte 1, Mehringen
WEA VB01 ENERCON E-66 20.70		1535,9	1580,8	2880,2	3612,1	3576,7	3272,9	2529,9	2379,5
WEA VB02 ENERCON E-66 20.70		1847,3	1798,4	2010,2	2412,6	2440,1	2062,9	2157,9	3052,9
WEA VB03 ENERCON E-66 20.70		2090,6	2057,4	2347,3	2431,6	2389,3	2100,5	1826,8	2747,0
WEA VB04 GE 1.5 s		1743,4	1713,1	2208,6	2669,9	2671,3	2324,8	2145,6	2836,1
WEA VB05 GE 1.5 s		1937,6	1935,7	2655,8	2925,0	2859,0	2598,2	1921,3	2388,8
WEA VB06 GE 1.5 s		2200,5	2215,6	3037,1	3136,1	3017,4	2828,1	1748,7	2007,4
WEA VB07 GE 1.5 s		1421,2	1379,8	1960,8	2798,5	2855,6	2442,2	2499,5	3103,7
WEA VB08 GE 1.5 s		1609,3	1602,7	2414,2	2991,8	2978,6	2648,9	2242,2	2653,1
WEA VB09 GE 1.5 s		1691,8	1711,7	2741,6	3278,3	3231,3	2943,6	2235,7	2365,6
WEA VB10 GE 1.5 s		1123,5	1082,2	1905,5	3033,4	3116,9	2673,7	2781,2	3243,0
WEA VB11 GE 1.5 s		1322,1	1335,8	2462,9	3310,3	3318,2	2961,4	2557,2	2721,7
WEA VB12 ENERCON E-101		2580,0	2537,0	2500,5	2022,2	1921,3	1718,9	1484,5	2837,1
WEA VB13 ENERCON E-92		2243,2	2196,7	2239,6	2161,6	2129,6	1829,8	1799,4	2936,9
WEA VB14 ENERCON E-92		2373,9	2345,5	2586,4	2365,5	2266,4	2056,3	1529,3	2586,7
WEA VB15 Vestas V47		3321,8	3299,6	3376,6	2310,1	2025,2	2109,9	595,0	2363,0
WEA VB16 Vestas V47		3070,5	3045,9	3142,6	2261,5	2024,8	2028,0	846,6	2411,5
WEA VB17 Vestas V47		2777,6	2760,6	3032,8	2464,5	2274,7	2198,5	1081,1	2274,5
WEA VB18 Vestas V47		2715,6	2711,7	3174,1	2745,7	2556,0	2475,8	1151,7	2023,7
WEA VB19 Nordex N149/4.0-4.5		2002,4	1927,2	1663,7	2072,1	2169,4	1712,8	2341,2	3466,5
WEA VB20 Nordex N149/4.0-4.5		1679,5	1597,9	1482,1	2356,0	2487,1	1994,3	2624,6	3569,0
WEA ZB01 ENERCON E-138 EP3 E2		2166,0	2157,3	2718,7	2756,2	2661,9	2441,1	1685,5	2345,9

5 Ergebnisse

5.1 Zeitdauer der Beschattung der betrachteten Immissionsorte durch die WEA

Die Hauptergebnisse (astronomische jährliche Beschattung, max. astronomische tägliche Beschattung, beschattende WEA) der Berechnungen sind für die WEA der Gesamtbelastung in Tabelle 5.1 für alle Immissionsorte, die durch die jeweiligen WEA beschattet werden, dargestellt.

Im vorliegenden Bericht sind keine Immissionsorte von Beschattung durch die zu beurteilenden WEA betroffen. Ausführliche Ergebnisse, wie die Beschattung einzelner WEA, werden nicht dargestellt.

Tabelle 5.1: Hauptergebnisse der Beschattung der Immissionsorte, die sich im Einwirkungsbereich der WEA der Gesamtbelastung befinden

Lfd-Nr.	Adresse	astr. Beschattung in h/a	max. astr. Beschattung in min/d	Beschattende WEA
1	IO-03 Siedlungsweg 13, Welbsleben	26,2	24	WEAVB20
2	IO-04 Akazienweg 21, Westdorf	2,6	12	WEAVB12
3	IO-05 An der Ellerwiese 3, Westdorf	4,6	14	WEAVB12
4	IO-06 Kalkhütte 1, Westdorf	22,0	22	WEAVB12, WEAVB19
5	IO-07 Kleingartenanlage Quellgrund 3, Aschersleben	18,1	20	WEAVB12, WEAVB15

Kein Immissionsort befindet sich im Einwirkungsbereich der WEA der Zusatzbelastung. Die maßgeblichen Immissionsorte werden ausschließlich durch die WEA der Vorbelastung beschattet. Die Richtwerte für die maximale jährliche und maximale tägliche astronomische Gesamtbeschattung von 30 h/a bzw. 30 Min/d werden nicht überschritten.

5.2 Schattenfeld der WEA

In Abbildung 5.1 und Abbildung 5.3 ist das in Abschnitt 2.4 erläuterte jährliche Schattenfeld und das tägliche Schattenfeld durch alle WEA am Standort Quenstedt dargestellt. In Abbildung 5.2 und Abbildung 5.4 sind die Schattenfelder durch die WEA der Zusatzbelastung dargestellt. Die Schattenfelder beziehen sich in diesem Fall auf eine durch orografische Daten ermittelte Niveauhöhe in der Umgebung der WEA.

Die Abbildungen lassen erkennen, dass der kritische Bereich für Immissionsorte mit einer jährlichen astronomischen Beschattungsdauer über 30,0 h/a innerhalb einer Fläche von ca. 3,3 x 2,4 km und der Bereich von einer maximalen täglichen Beschattung von über 30 min/d innerhalb einer Fläche von 3,2 km x 2,5 km liegt.

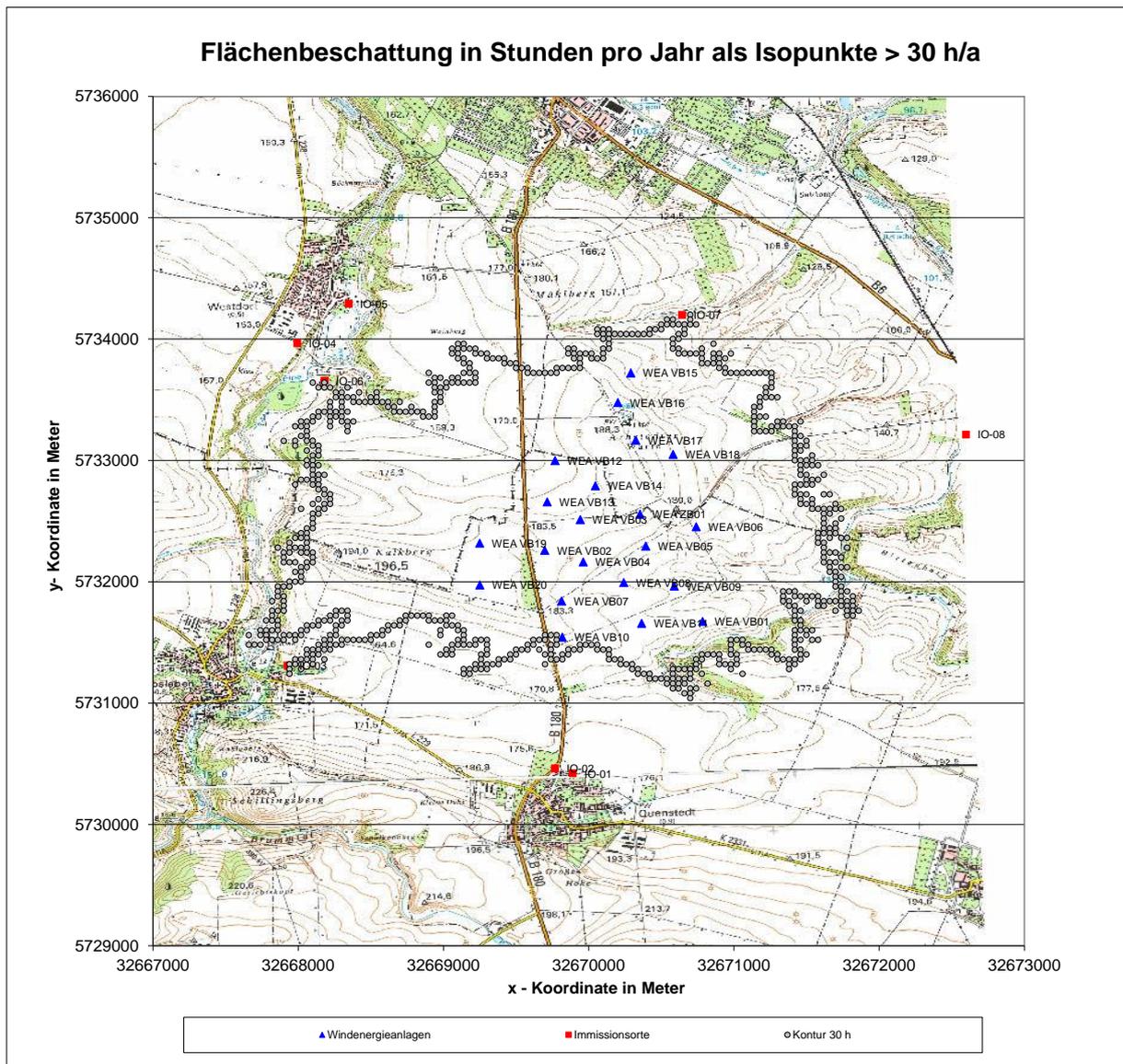


Abbildung 5.1: Jährliches Schattenfeld der WEA der Gesamtbelastung

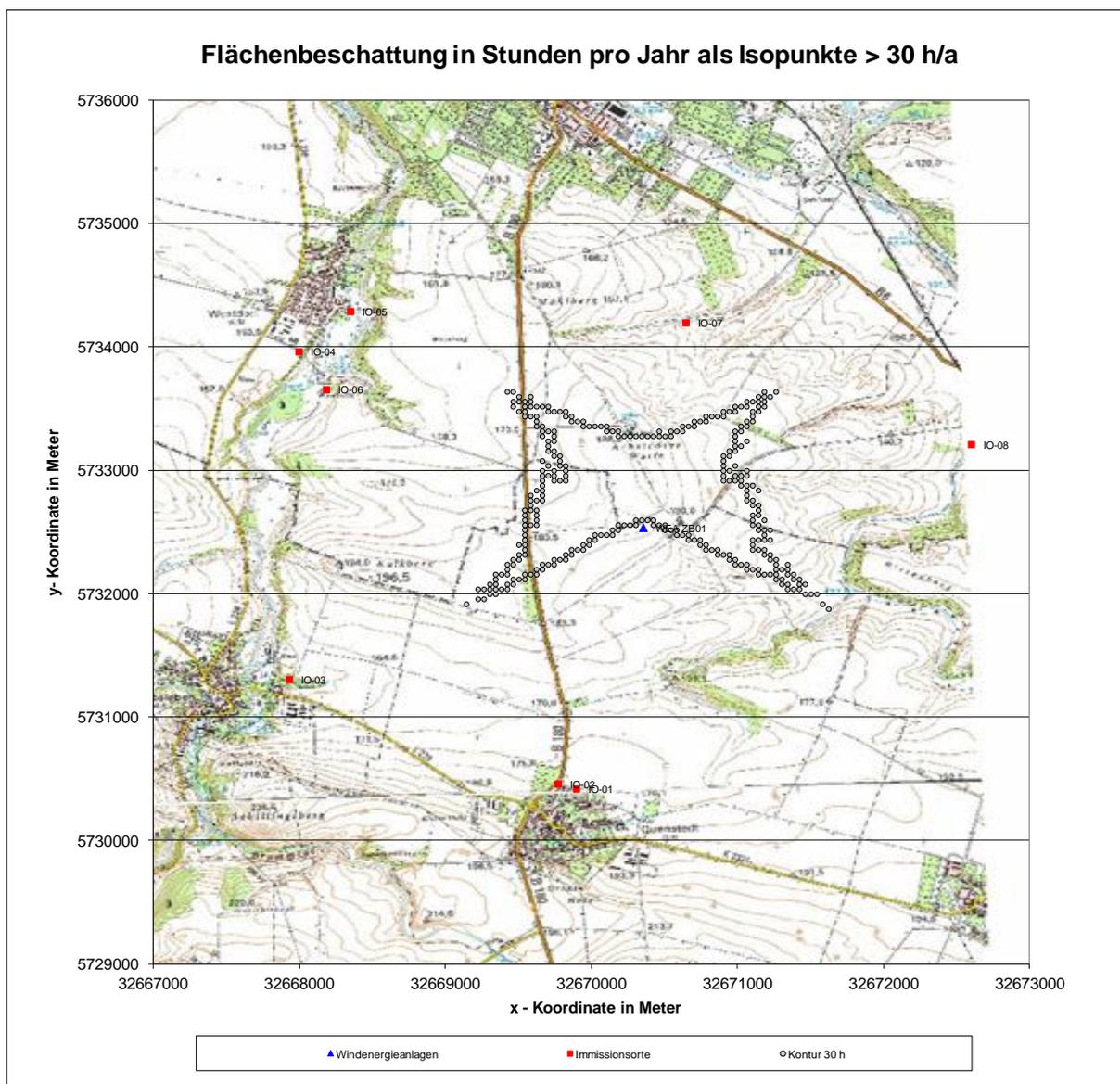


Abbildung 5.2: Jährliches Schattenfeld der WEA der Zusatzbelastung

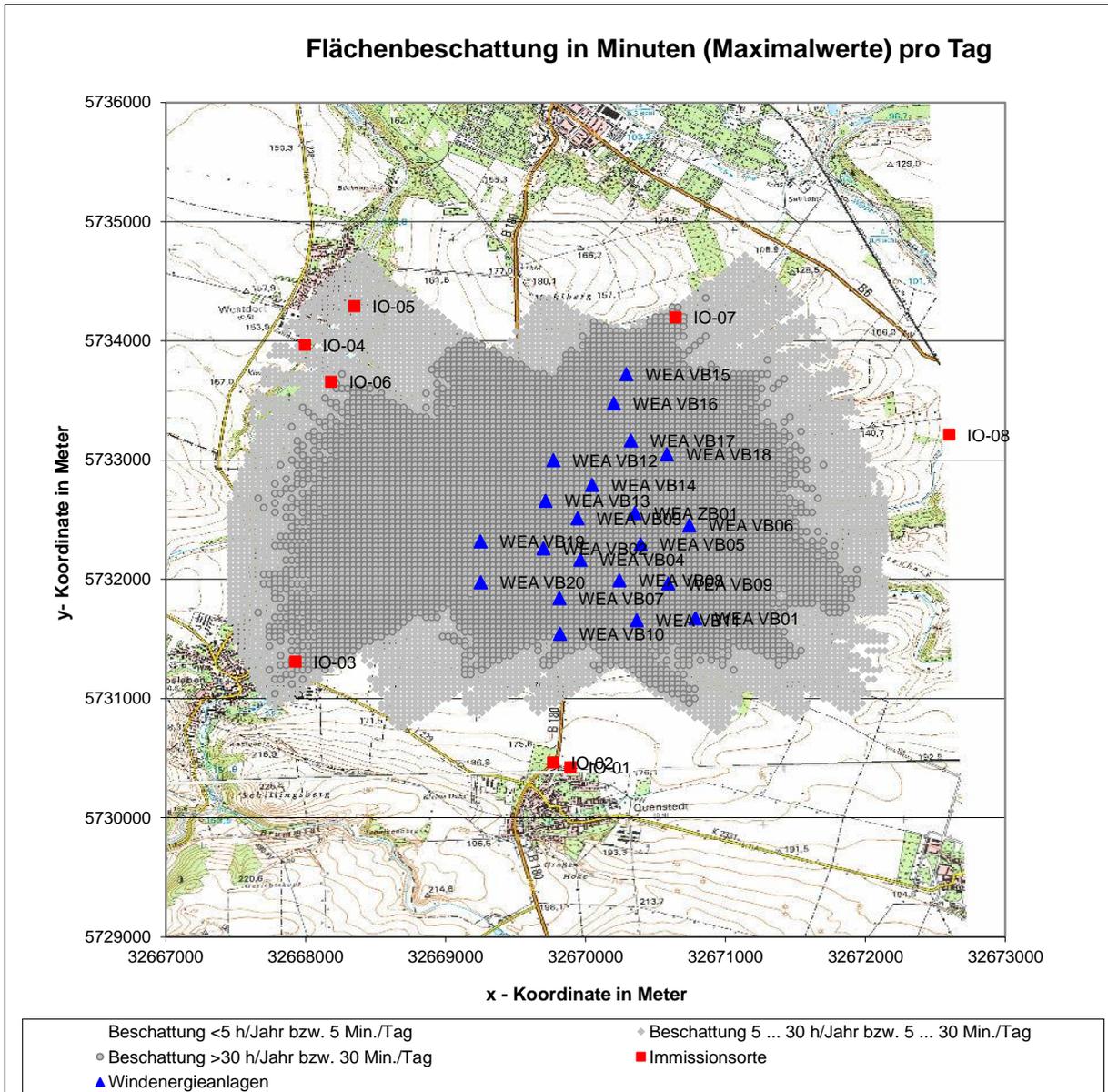


Abbildung 5.3: Schattenfeld der maximalen astronomischen täglichen Beschattung durch die WEA der Gesamtbelastung

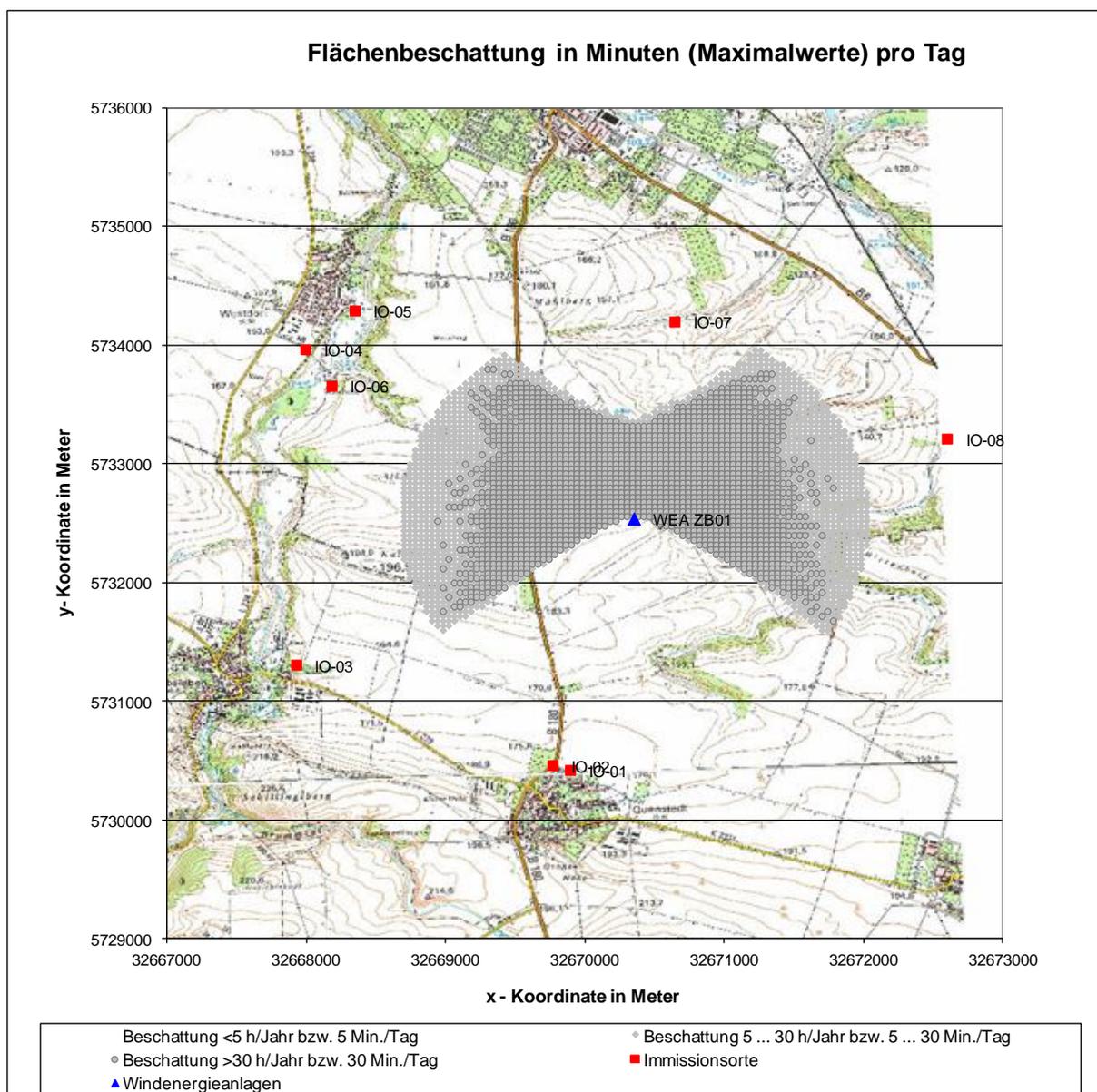


Abbildung 5.4: Schattenfeld der maximalen astronomischen täglichen Beschattung durch die WEA der Zusatzbelastung

6 Abweichung zu den Richtlinien

Keine Abweichungen

7 Zusammenfassung

Für die geplanten WEA am Standort Quenstedt wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber bezüglich Parameter und Koordinaten der WEA die Beschattung von 8 möglicherweise betroffenen Immissionsorten durch die Rotorblätter der WEA untersucht.

Am Standort Quenstedt ist kein Immissionsort durch Schattenwurf der WEA der Zusatzbelastung ZB01 betroffen. Anzumerken ist, dass die Immissionsorte IO-03 bis IO-07 durch die WEA der Vorbelastung beschattet werden.

Die **astronomische Gesamtbeschattungsdauer** der Immissionsorte durch alle WEA liegt zwischen **ca. 2,6 h/a** (IO-04) und **ca. 26,3 h/a** (IO-03), die **wahrscheinliche** zwischen **ca. 0,2 h/a** (IO-04 und IO-05) und **ca. 2,7 h/a** (IO-03). Die astronomische **maximale tägliche Beschattungsdauer** liegt zwischen **ca. 12 Min/d** (IO-04) und **ca. 24 Min/d** (IO-03).

Der Richtwert für die **maximale jährliche astronomische Gesamtbeschattung von 30 h/a** (WEA-Schattenwurf-Hinweise /10/) wird an keinem der Immissionsorte im Einwirkungsbereich der **WEA der Zusatzbelastung** überschritten.

Der Richtwert für die **maximale tägliche astronomische Gesamtbeschattung von 30 min/d** (WEA-Schattenwurf-Hinweise /10/) wird an keinem der Immissionsorte im Einwirkungsbereich der **WEA der Zusatzbelastung** überschritten.

Die Aussagen gelten für die dem Modell zugrundeliegenden Annahmen und Parameter (Abschnitt 1 und 2). Die Werte der wahrscheinlichen Beschattungsdauer basieren auf den langjährigen monatlichen Klimadaten von Braunschweig (Solar und Wind) und sind als statistische Größen zu bewerten.

Die vorliegende Untersuchung wurde von der WIND-consult GmbH gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch durchgeführt.

8 Literatur

- /1/ METEOROLOGISCHER DIENST DER DDR (MD): KLIMADATEN DER DDR: REIHE B: STRAHLUNG UND BEWÖLKUNG. Bd. 3. POTSDAM (D): MD, 1981/1983
- /2/ DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN): TAGESLICHT IN INNENRÄUMEN. DIN 5034 FEBRUAR 1985. BERLIN (D): BEUTH-VERLAG GMBH, 1985
- /3/ BEHR, H. D.: LICHT UND SCHATTEN. IN: WIND-KRAFT JOURNAL AUSGABE 3/92 S. 7 - 10. BREKENDORF (D): VERLAG NATÜRLICHE ENERGIE GREVENSBERG, 1992
- /4/ KASTEN, F.: ERGEBNISSE VON STRAHLUNGSMESSUNGEN IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND SOWIE VON SPEZIELLEN MESSREIHEN AM METEOROLOGISCHEN OBSERVATORIUM HAMBURG. DEUTSCHER WETTERDIENST, METEOROLOGISCHES OBSERVATORIUM HAMBURG: HAMBURG 1991
- /5/ DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN): METEOROLOGISCHE DATEN ZUR BERECHNUNG DES ENERGIEVERBRAUCHES VON HEIZ- UND RAUMLUFTTECHNISCHEN ANLAGEN. DIN 4710 NOVEMBER 1992. BERLIN (D): BEUTH-VERLAG GMBH, 1992
- /6/ STAATLICHES UMWELTAMT SCHLESWIG : BERATUNG DES ARBEITSKREISES SCHATTENWURF : GUTACHTEN ÜBER DEN SCHATTENWURF VON WINDENERGIEANLAGEN. BERATUNG AM 04.09.98 IM STAATLICHEN UMWELTAMT SCHLESWIG. ARBEITSMATERIAL UNVERÖFFENTLICHT. SCHLESWIG (D), 1998
- /7/ OSTEN, T., PAHLKE, T.: SCHATTENWURF VON WINDENERGIEANLAGEN: WIRD DIE GERÄUSCH-ABSTRAHLUNG DER MW-ANLAGEN IN DEN SCHATTEN GESTELLT ?. IN DEWI-MAGAZIN NR. 13, AUGUST 1998, S.6 - 12. WILHELMSHAVEN (D): DEUTSCHES WINDENERGIE-INSTITUT, 1998
- /8/ MINISTERIUM FÜR BAU, LANDESENTWICKLUNG UND UMWELT MECKLENBURG-VORPOMMERN: PLANUNG UND GENEHMIGUNG VON WINDENERGIEANLAGEN. ERLAß VOM 2. NOVEMBER 1998 VIII 200/410-510.18.9. SCHWERIN (D): AMTSBLATT M-V, 1998
- /9/ WIND-CONSULT GMBH (WICO): PROGRAMMSYSTEM SHADOW FÜR WINDOWS ZUR RECHNERGESTÜTZTEN SCHATTENWURFBERECHNUNG. BARGESHAGEN (D): WICO 2008
- /10/ LÄNDERAUSSCHUSS FÜR IMMISSIONSSCHUTZ: HINWEISE ZUR ERMITTLUNG UND BEURTEILUNG DER OPTISCHEN IMMISSIONEN VON WINDENERGIEANLAGEN. WEA-SCHATTENWURF-HINWEISE. STAND: 13.03.2002.
- /11/ WIND-CONSULT GMBH (WICO): QMP 12: ERMITTLUNG DES SCHATTENWURFS VON WEA AUF FLÄCHEN. QM-PRÜFANWEISUNG UNVERÖFFENTLICHT. BARGESHAGEN (D), AKT. FASSUNG
- /12/ WIND-CONSULT GMBH (WICO): ERMITTLUNG DES SCHATTENWURFS VON WINDENERGIEANLAGEN, STANDORT: QUENSTEDT. WICO 189FB617-03. BARGESHAGEN (D), 29.05.2020

9 Anhänge

9.1 Fotodokumentation

IO-01 WA Angerstraße Nordwest, Quenstedt



IO-02 Ascherslebener Straße 8, Quenstedt



IO-03 Siedlungsweg 13, Welbsleben



IO-04 Akazienweg 21, Westdorf



IO-05 An der Ellerwiese 3, Westdorf



IO-06 Kalkhütte 1, Westdorf



IO-07 Kleingartenanlage Quellgrund 3, Aschersleben



IO-08 Gipshütte 1, Mehringen

