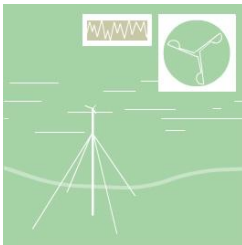


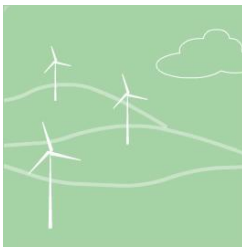
Schallprognose



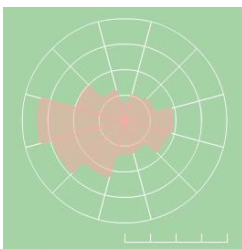
Windmessung



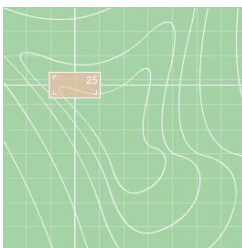
Visualisierung



Windgutachten



Windpotenzialstudie



Schattenwurfprognose

Standort:	Mangelsdorf – Freifläche zwischen Mangelsdorf und Kabelitz
Bundesland:	Sachsen-Anhalt
Auftraggeber:	BOREAS Energie GmbH Moritzburger Weg 67 01109 Dresden Tel.: 0351 / 885070
Berichtsnummer:	S-IBK-2920218-Rev.1
Datum:	06.07.2020
Auftragnehmer:	Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 01109 Dresden Tel./Fax: 0351/88507-1 / -409 E-Mail: gutachten@ib-kuntzsch.de Web: www.windgutachten.de

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten	4
3	Einleitung	5
4	Berechnungsmethode	6
4.1	Das mathematische Modell zur Berechnung des Verlaufs der Sonnenbahn.....	6
4.2	Reichweite des Schattenwurfs.....	6
4.3	Zusätzliche Einflussgrößen.....	7
4.4	Unsicherheit der berechneten Werte der Schattenwurfdauer.....	7
5	Berechnungsvoraussetzungen	8
5.1	Lage und Beschreibung des Standortes.....	8
5.2	Technische Daten der Windenergieanlagen.....	10
6	Berechnungsergebnisse	11
6.1	Schattenwurfdauer für die definierten Rezeptoren	11
6.2	Beurteilung der Berechnungsergebnisse.....	12
7	Literaturhinweise	14
8	Anhang	15
8.1	Einwirkungsbereich der geplanten Anlagen.....	15
8.2	Kartografische Darstellung der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer (Gesamtbelastung)	16
8.3	Berechnungsberichte der Prognosesoftware.....	17
8.4	Schattenwurfskalender (Gesamtbelastung – grafisch)	22
8.5	Schattenwurfskalender (Gesamtbelastung – tabellarisch)	23

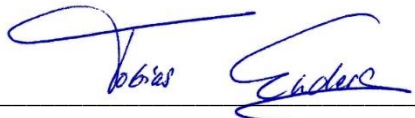
1 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wird die Erweiterung des Windparks Mangelsdorf um vier Windenergieanlagen bezüglich der Schattenwurfimmissionen betrachtet. Hierzu wurden in den umliegenden Ortschaften Steinitz, Mangelsdorf, Klein Mangelsdorf und Melkow, die sich im möglichen Einwirkungsbereich des Schattenwurfs dieser Windenergieanlagen befinden, relevante Immissionsorte definiert. Für diese Immissionsorte wurde unter Berücksichtigung der geltenden Berechnungsvorschriften die zu erwartende Schattenwurfdauer berechnet.

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass von den geplanten Anlagen hinsichtlich der Schattenwurfimmissionen keine erheblichen Belästigungen oder Benachteiligungen ausgehen.

Bei der in der vorliegenden Schattenwurfprognose durchgeführten „worst case“-Betrachtung kann wegen des eindeutigen Charakters des Formelwerks zur Berechnung der Sonnenbahn von einer hohen Sicherheit der Prognosewerte ausgegangen werden. Trotz des Vorliegens von wissenschaftlich fundierten Untersuchungen kann eine Belästigungsfreiheit während der prognostizierten Schattenwurfperioden nicht garantiert werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand können jedoch erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen durch die Schattenwurfimmissionen bei Einhaltung der Immissionsrichtwertempfehlungen ausgeschlossen werden.

Die in der Schattenwurfprognose gegebenen Informationen sind nicht als Grundlage der Parametrierung etwa zu installierender Schattenwurfabschaltmodule geeignet. Hierzu ist eine exakte Vermessung der Positionen aller betroffenen Gebäude (z.B. mit DGPS-Empfänger) und der Größe der Immissionsflächen erforderlich.



Bearbeiter: M. Eng. Tobias Enders
Projektingenieur



überprüft: Dipl.-Geogr. Andreas Köhl
Stellv. Technischer Leiter

2 Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten

Der Auftraggeber beabsichtigt auf einer Freifläche nördlich der Ortschaft Mangelsdorf die Erweiterung eines derzeit aus 34 Windenergieanlagen bestehenden Windparks um vier Windenergieanlagen des Typs Vestas V150-4.2 MW.

Durch die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH wurde bereits am 22.02.2018 eine Schattenwurfprognose (Berichtsnummer: S-IBK-2920218) für die o. g. Anlagen angefertigt.

Mit Schreiben vom 26.06.2020 wurde die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH beauftragt, die vorliegende Revision der genannten Schattenwurfprognose unter Berücksichtigung von Nachforderungen der Genehmigungsbehörde zu erstellen.

Die vorliegende Revision ersetzt die Schattenwurfprognose S-IBK-2920218 vom 22.02.2018 und enthält entsprechend den Nachforderungen der Unteren Immissionsschutzbehörde (UIB) des Landkreises Jerichower Land die Berücksichtigung der neuen WKA-Schattenwurf-Hinweise der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) vom 23.01.2020 sowie eingemessene Standortkoordinaten der bestehenden Anlagen MG 01...08. Im Zuge der Einarbeitung dieser Koordinaten wurde das Bezugssystem für die Berechnungen auf ETRS 89 UTM Zone 33 umgestellt.

Die vorliegende Schattenwurfprognose dient der Prüfung der Immissionssituation aufgrund des durch die geplanten Windenergieanlagen verursachten Schattenwurfs im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG durch den Auftraggeber. Die enthaltenen Informationen sind jedoch nicht als Datenquelle für die Parametrierung gegebenenfalls zu installierender Schattenwurfabschaltmodule geeignet.

Für die Erstellung des vorliegenden Berichts wurden folgende Daten und Unterlagen verwendet:

- Topographische Karten des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt im Maßstab 1:25.000,
- Schreiben der UIB Jerichower Land – Frau Raneberg – bezüglich der Nachforderungen zu Immissionsprognosen (AZ: 71-ra-2018-70137) vom 09.06.2020 (Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 19.06.2020),
- Bestandspläne der Windenergieanlagen MG 01...08 (erstellt durch Hartmann Vermessungen, Agnetenstraße 10, 39106 Magdeburg, Stand 01/2015; Quelle: E-Mail des Auftraggebers am 19.06.2020),
- Angaben zu Standortkoordinaten im Bezugssystem ETRS 89 UTM Zone 33 sowie zu Standortbezeichnung, Typ und Nabenhöhe für alle betrachteten WEA (Quelle: Koordinatenliste des Auftraggebers mit Stand vom 26.06.2020, per E-Mail am 26.06.2020),
- Genehmigungsbescheid des Landkreises Jerichower Land (Az.: 71-kg-2012-71667) vom 21.01.2014 für die Errichtung der WEA MG 01...08 (Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 03.01.2018),
- Angaben zur Rotorblattgeometrie der verschiedenen Anlagentypen (Herstellerangaben; ‚Rotorabmessungen Siemens-WEA‘, Dokument-ID: WP ON CSM COE-40-0000-8133-02 vom 31.03.2015; ‚Rotorblatttiefen an Vestas Windenergieanlagen‘, Vestas Downloadcenter Dokument Nr. 0030-2627 V09 vom 24.04.2020),
- Daten der Standortbesichtigungen durch den Auftragnehmer am 13.02.2012 und am 07./08.02.2018 (mit GPS aufgenommene Standortkoordinaten ausgewählter vorhandener WEA, Fotos der vorhandenen WEA und Immissionsorte, Feldprotokolle).

3 Einleitung

Je nach Aufstellung der Windenergieanlage und der in der Umgebung vorhandenen Gebäude kann vom Schattenwurf des sich drehenden Rotors der Windenergieanlagen eine unerwünschte Beeinträchtigung ausgehen. Der sich periodisch verändernde Schatten verursacht je nach Drehzahl und Anzahl der Rotorblätter hinter der Windenergieanlage starke Lichtwechsel mit Frequenzen zwischen 0,5...2 Hz (Lichtwechsel/Sekunde). Helligkeitsschwankungen dieser Art wirken auf den Menschen störend, sind bei längerer Dauer unerträglich und können sogar gesundheitsschädigend sein [1]. Daher gehört der von Windenergieanlagen verursachte periodische Schattenwurf zu den Immissionen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG). In der Planungsphase von Windenergieprojekten sind deshalb diese Auswirkungen des Schattenwurfs zu berücksichtigen [3].

Maßgebliche Immissionsorte im Sinne einer Beeinträchtigung durch periodischen Schattenwurf sind schutzwürdige Räume, die als

- Wohnräume, einschließlich Wohndielen,
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien,
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen,
- Büroräume, Praxisräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume

genutzt werden.

Direkt an Gebäuden beginnende Außenflächen (z.B. Terrassen und Balkone) sind schutzwürdigen Räumen tagsüber zwischen 6:00 und 22:00 Uhr gleichgestellt [3]. Maßgebliche Immissionsorte sind weiterhin unbebaute Flächen in einer Bezugshöhe von 2 m über Grund an dem am stärksten betroffenen Rand der Flächen, auf denen nach Bau- oder Planungsrecht Gebäude mit schutzwürdigen Räumen zulässig sind [4].

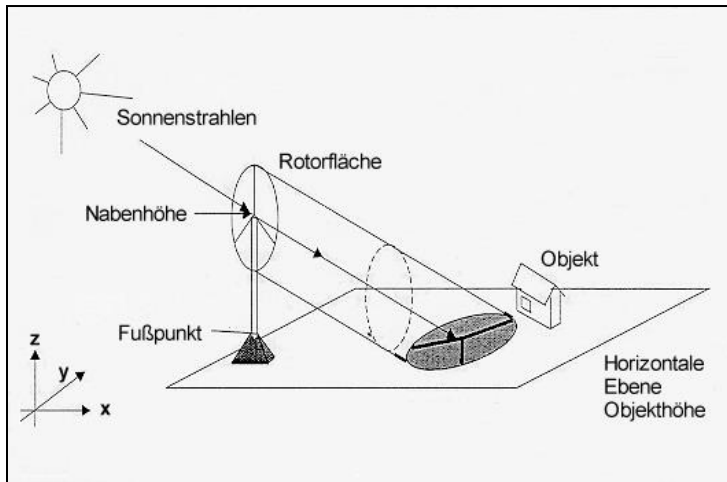
Kritische Bedingungen können insbesondere dann auftreten, wenn diese Immissionsorte bei niedrigem Sonnenstand in geringem Abstand hinter den Windenergieanlagen liegen.

Die verwendete Fachsoftware berechnet für eine oder mehrere Windenergieanlagen in Abhängigkeit von der Nabenhöhe und dem Rotordurchmesser die Schattenwurfdauer im Umfeld und stellt diese grafisch dar. Berechnet werden außerdem die Gesamtdauer (Tage und Stunden) und die Zeitpunkte (Datum und Uhrzeit) des Schattenwurfs an einem oder mehreren Objekten. Im Rahmen einer „worst-case-Betrachtung“ wird davon ausgegangen, dass die Sonne den gesamten Tag über scheint und die Rotorblätter der im Dauerbetrieb befindlichen Windenergieanlage immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung stehen.

4 Berechnungsmethode

4.1 Das mathematische Modell zur Berechnung des Verlaufs der Sonnenbahn

Der *Sonnenstand* bildet die Grundlage für die Ermittlung des Schattenwurfs und ist im Wesentlichen von der Erdrotation, der Neigung der Erdachse sowie der elliptischen Laufbahn der Erde um die Sonne abhängig. Die Berechnungen beruhen auf den folgenden Daten:



- Position der Windenergieanlage,
- Nabenhöhe und Rotordurchmesser,
- Position, Lage und Ausdehnung des Schattenrezeptors (z.B. Fenster),
- Geographische Koordinaten des Standorts sowie die Zeitzone und die Zeitverschiebung durch die Sommerzeit.

Das genaue Formelwerk zur Berechnung von Sonnenposition und Sonnenstand ist u.a. in [8] beschrieben. Die im vorliegenden Bericht ausgewiesenen Schattenwurfzeiten für einzelne Rezeptoren oder Isolinien beruhen auf einer Anwendung dieses Formelwerks in 1-Minuten-Schritten über einen kompletten Jahresverlauf.

Die in der vorliegenden Schattenwurfprognose durchgeführten Berechnungen des Schattenwurfs erfolgen mit Hilfe des WindPRO-Schattenwurf-Programms, kurz SHADOW. Dieses prognostiziert und dokumentiert auf Basis des oben beschriebenen mathematischen Modells den Schattenwurf, der durch den sich drehenden Rotor bei Windenergieanlagen verursacht wird.

4.2 Reichweite des Schattenwurfs

Bei der Schattenwurfprognose muss zusätzlich zwischen dem Kern- und dem Halbschatten unterschieden werden. Der Unterschied kommt dadurch zustande, dass die Sonne keine Punktlichtquelle, sondern eine Kugel mit einer gewissen Ausdehnung ist. Zwischen den sichtbaren Sonnenrändern liegt ein mittlerer Winkel von ca. $0,53^\circ$. Der Kernschatten entspricht dem Bereich, an dem die direkten Sonnenstrahlen durch das Hindernis vollständig verdeckt werden. Im Halbschatten trifft dagegen ein Teil des Sonnenlichts noch auf. Da Windenergieanlagen schmale Flügel besitzen, ist der Kernschatten nur kurz (ca. 220 m bei einer Flügelbreite von 2 m) und deshalb für die vorliegende Berechnung nicht relevant. Die Intensität des noch relevanten Halbschattens nimmt mit zunehmender Entfernung ab, sodass sich die durch den Schattenwurf des Rotors entstehenden Helligkeitsschwankungen reduzieren.

Lichtunterschiede (Schatten) werden ab Helligkeitsunterschieden von $>2,5\%$ wahrgenommen. Diese treten bei klarem Wetter auf, wenn die vom Rotorblatt abgedeckte aktive Sonnenfläche 20 % und mehr beträgt. Zum Beispiel liegt die Wahrnehmbarkeitsgrenze bei einer mittleren Blathtiefe von 2,5 m in einer Entfernung von ca. 1700 m.

Im vorliegenden Bericht wird der zu prüfende Beschattungsbereich auf die Standortumgebung beschränkt, in der die vom Rotorblatt abgedeckte Sonnenfläche mindestens 20 % beträgt. Die mittlere Blatttiefe wird anhand der folgenden Formel bestimmt:

$$\text{mittlere Blatttiefe} = 0,5 * (\text{max. Blatttiefe} + \text{min. Blatttiefe bei } 0,9 * \text{Rotorradius})$$

Der Schattenwurf bei Sonnenständen unter 3° Erhöhung über dem Horizont kann aufgrund von Bewuchs und Bebauung sowie insbesondere wegen der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände vernachlässigt werden [3].

4.3 Zusätzliche Einflussgrößen

Auch in den berechneten Zeiten muss nicht zwingend ein intermittierender Schattenwurf erfolgen. Das Phänomen ist naturgemäß nicht zu beobachten

- bei bedecktem Himmel,
- wenn die Windrichtung von der Blickachse abweicht und der Rotor weggedreht ist,
- wenn die Windenergieanlage stillsteht, z.B. bei zu geringer Windgeschwindigkeit.

Bei Einbeziehung weiterer Daten ist eine Berücksichtigung dieser Effekte möglich. Die Bedeckung des Himmels kann durch langjährige Messreihen der Sonnenscheindauer berücksichtigt werden, die für diverse Stationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) vorliegen. Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen könnten z.B. einem für den Standort vorliegenden und auf Windmessungen in Verbindung mit Strömungssimulationen beruhenden Windgutachten entnommen werden. Gegenüber der beschriebenen „worst case“-Betrachtung würde diese Betrachtung zu einer weiteren Reduzierung der Werte der jährlichen kumulierten Schattenwurfdauer führen.

Eine Berücksichtigung dieser Einflussgrößen ist auftragsgemäß jedoch nicht Gegenstand dieses Berichts.

4.4 Unsicherheit der berechneten Werte der Schattenwurfdauer

Ungenau vermessene Koordinaten von Windenergieanlagen oder Schattenwurzeporen können im Vergleich zu exakt vermessenen Koordinaten (z. B. mit einem DGPS) zu einer Verschiebung der Schattenwurfzeiten führen, auch die Werte der Schattenwurfdauer können sich – wenn auch in geringerem Maße – verändern. Somit ist eine exakte Vermessung der Koordinaten für eine genaue Beschattungsberechnung unerlässlich.

Weitere physikalische Einflussfaktoren, die bisher nicht in die Berechnungen einfließen, können ebenfalls zu Veränderungen der Schattenwurfzeiten und -dauer führen. Dazu zählen der Einfluss der Sonnenausdehnung und der getrühten Atmosphäre als Medium der Strahlungsausbreitung sowie die trapezförmig modellierten Rotorblätter [4], [5].

Die vorliegende Schattenwurfprognose ist somit zur Prognose der Schattenwurfdauer und deren immissionsschutzrechtlicher Beurteilung an einzelnen Immissionsorten geeignet, nicht jedoch als Grundlage der genauen Parametrierung etwa zu installierender Schattenwurfabschaltmodule im Falle auftretender Überschreitungen der Immissionsrichtwerte.

5 Berechnungsvoraussetzungen

5.1 Lage und Beschreibung des Standortes

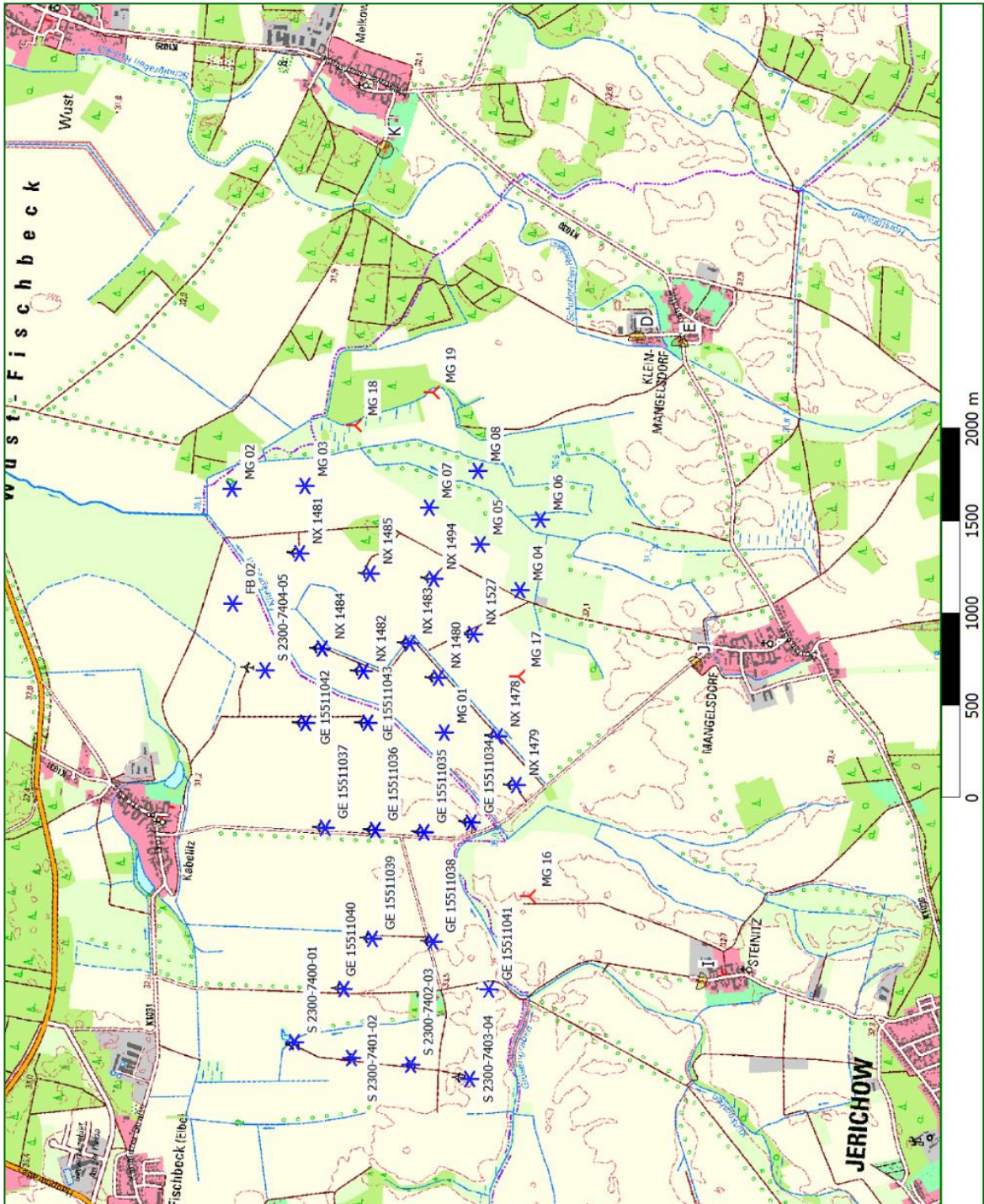
Die Standorte der vorhandenen und geplanten Windenergieanlagen befinden sich auf einer ackerbaulich genutzten Fläche, die von den zur Gemeinde Wust-Fischbeck gehörenden Ortsteilen Fischbeck und Kabelitz im Norden, Wust und Melkow im Osten sowie den zur Stadt Jerichow gehörenden Stadtteilen Klein Mangelsdorf, Mangelsdorf und Steinitz im Süden begrenzt wird.

Im möglichen Einwirkungsbereich der Schattenwurfimmissionen der geplanten Windenergieanlagen befinden sich die Ortschaften Steinitz, Mangelsdorf, Klein Mangelsdorf und Melkow (siehe auch grafische Darstellung des Einwirkungsbereichs der geplanten Anlagen in Anhang 8.1). Die Auswahl der Immissionsorte erfolgte anhand der Ergebnisse mehrerer Standortbesichtigungen, zuletzt am 07./08.02.2018. Den Windenergieanlagen zugewandte Fronten der relevanten Gebäude in den Ortschaften wurden im Modell exemplarisch als Schattenwurfrezeptoren definiert; die Ausdehnung der betrachteten Fläche beträgt jeweils $1 \times 1 \text{ m}^2$ (beispielhaft für ein Fenster) mit Ausrichtung zu den Windenergieanlagen. Sind an einem Gebäude Fenster sowohl im Erd- als auch im Obergeschoss vorhanden, wird das Fenster als Immissionsort definiert, an dem die höhere Schattenwurfimmission auftritt.

Am Immissionsort K besteht die Möglichkeit von Schattenwurfimmissionen durch unterschiedliche Windenergieanlagen an jeweils aneinandergrenzenden Seiten des Hauses. Da nach Feststellung der örtlichen Gegebenheiten davon auszugehen ist, dass die jeweiligen Fensterfronten denselben schutzwürdigen Räumen zuzuordnen sind, wurde an diesem Immissionsort ein Schattenwurfrezeptor im sog. „Gewächshausmodus“ definiert, sodass sich die Schattenwurfimmissionen aus verschiedenen Richtungen kumulieren.

In den Ortschaften Steinitz, Mangelsdorf, Klein Mangelsdorf und Melkow existieren neben den für die Berechnung definierten Immissionsorten noch weitere Wohnhäuser bzw. Gewerbebauten mit potentiellen Schattenwurfimmissionen; für die Beurteilung der Situation können die gewählten Immissionsorte jedoch als repräsentativ angesehen werden, wie die Darstellung des Einwirkungsbereichs der geplanten Anlagen im Anhang 8.1 bzw. die Ergebniskarte der durchgeführten flächenhaften Berechnung der jährlichen Schattenwurfdauer im Anhang 8.2 belegt.

Die Positionen der Windenergieanlagen und der Immissionsorte sind in der nachfolgenden topografischen Karte gekennzeichnet. Die Positionen der Windenergieanlagen entsprechen den Vorgaben des Auftraggebers.



Topografische Karte mit Positionen der vorhandenen Windenergieanlagen (blaue Symbole), der geplanten WEA (rote Symbole) und der Immissionsorte (D, E, I...K)

5.2 Technische Daten der Windenergieanlagen

Die für die Berechnung maßgeblichen Anlagendaten sind in nachfolgender Tabelle dargestellt:

Anlagenstatus		Anlagenbezeichnung	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Mittlere Blatttiefe [m]
Vorbelastung	vorhanden	NX 1478...1485, NX 1494, NX 1527	NORDEX N62	69	62	1,9
		GE 15511034...15511043	GE Wind Energy 1.5sl	66,4	77	2,2
		S 2300-7400-01...7404-05	Siemens SWT-2.3-113	92,5	113	2,5
		MG 01...08	Vestas V112-3.0 MW	140	112	2,5
		FB 02	Vestas V90-2.0 MW	105	90	2,2
Zusatzbelastung	geplant	MG 16...19	Vestas V150-4.2 MW	166	150	2,8

Tabelle 1: Angaben zu den WEA – Die Farbgebung der Statusangaben korrespondiert mit der entsprechenden Einfärbung der Symbole im Lageplan (Abschnitt 5.1)

6 Berechnungsergebnisse

6.1 Schattenwurfdauer für die definierten Rezeptoren

Die Berechnungsergebnisse für die insgesamt fünf Immissionsorte gehen aus den folgenden Tabellen hervor. In diesen sind die Jahressummen und die maximalen täglichen Werte der Schattenwurfdauer nach astronomischer („worst case“) Betrachtungsweise für die Vorbelastung, die Zusatzbelastung und die Gesamtbelastung verzeichnet.

Immissionsort	jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
D Klein Mangelsdorf, Friedensstraße 4	36:48	28
E Klein Mangelsdorf, Ahornstraße 1	15:44	18
I Steinitz, Nr. 8	0:00	0
J Mangelsdorf, Dorfstraße 56	0:00	0
K Melkow, Waldweg 3	0:00	0

Tabelle 2: Schattenwurfimmissionen – Vorbelastung

Immissionsort	jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
D Klein Mangelsdorf, Friedensstraße 4	0:00	0
E Klein Mangelsdorf, Ahornstraße 1	0:00	0
I Steinitz, Nr. 8	0:00	0
J Mangelsdorf, Dorfstraße 56	14:25	23
K Melkow, Waldweg 3	19:57	25

Tabelle 3: Schattenwurfimmissionen – Zusatzbelastung

Immissionsort	jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
D Klein Mangelsdorf, Friedensstraße 4	36:48	28
E Klein Mangelsdorf, Ahornstraße 1	15:44	18
I Steinitz, Nr. 8	0:00	0
J Mangelsdorf, Dorfstraße 56	14:25↗	23↗
K Melkow, Waldweg 3	19:57↗	25↗

Tabelle 4: Schattenwurfimmissionen – Gesamtbelastung

Die mit ↗ gekennzeichneten Werte zeigen eine gegenüber der Vorbelastung angestiegene Schattenwurfdauer an.

Nähere Angaben sind den Berechnungsberichten der Prognosesoftware im Anhang 8.3 zu entnehmen.

6.2 Beurteilung der Berechnungsergebnisse

Die Beurteilung der Berechnungsergebnisse erfolgt anhand der *Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen – Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurf-Hinweise)* [3]. In diesen Hinweisen wird eine Schattenwurfdauer an einem Immissionsort von jährlich *maximal 30 h* und *täglich maximal 30 min* als zumutbar eingeschätzt. Die darin empfohlenen Richtwerte sind in die Genehmigungsrichtlinien anderer Bundesländer (u.a. Sachsen [6], Brandenburg [7], Bayern [10], Rheinland-Pfalz [11], Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt) übernommen worden. Zu beachten ist, dass sich die Werte auf eine rein astronomisch fundierte Berechnung ohne Berücksichtigung meteorologischer Gesichtspunkte beziehen.

Durch die vorhandenen Anlagen der **Vorbelastung** werden an den Immissionsorten I...K keine Schattenwurfimmissionen verursacht. An den Immissionsorten D und E können Schattenwurfimmissionen auftreten, wobei die genannten Richtwertempfehlungen für die kumulierte jährliche und die maximale tägliche Schattenwurfdauer am Immissionsort E unterschritten werden. Am Immissionsort D wird der Immissionsrichtwert für die maximale tägliche Schattenwurfdauer ebenfalls unterschritten, die Richtwertempfehlung für die kumulierte jährliche Schattenwurfdauer jedoch überschritten. Die Überschreitung ist in der Tabelle 2 grau hinterlegt.

Die Richtwertüberschreitung am Immissionsort D kann durch Installation eines Schattenwurfabschaltmoduls in der vorhandenen Anlage MG 06 vermieden werden, was bereits in der Schattenwurfprognose S-IBK-8160812 vom 10.08.2012 empfohlen und in den Genehmigungsbescheid (Az.: 71-kg-2012-71667) übernommen wurde. Dies wurde bei der Berechnung der Gesamtbelastung zunächst nicht berücksichtigt.

Die Immissionswerte der **Gesamtbelastung** entsprechen an den Immissionsorten D, E und I denen der Vorbelastung, d.h. an diesen Immissionsorten tritt kein für die Beurteilung der Situation relevanter Schattenwurf durch die geplanten Anlagen der Zusatzbelastung auf (siehe auch grafische Darstellung des Einwirkungsbereichs der geplanten Anlagen in Anhang 8.1). An den weiteren Immissionsorten J und K können nun durch die Hinzunahme der Anlagen der Zusatzbelastung Schattenwurfimmissionen auftreten, wobei an beiden Immissionsorten die Immissionsrichtwerte für die kumulierte jährliche und die maximale tägliche Schattenwurfdauer unterschritten werden.

Eine Übersicht der zeitlichen Verteilung der Schattenwurfimmissionen ist im grafischen Schattenwurfskalender im Anhang 8.4 abgebildet.

In der nachfolgenden Tabelle sind die an den von der Zusatzbelastung betroffenen Immissionsorten auftretenden Schattenwurfimmissionen hinsichtlich des Zeitraums der Beschattung im Jahres- und Tagesverlauf sowie die den Schattenwurf verursachenden WEA zusammengefasst (die geplanten WEA sind kursiv gedruckt).

Immissionsort	Zeitraum der Beschattung	Verursachende WEA
J Mangelsdorf, Dorfstraße 56	Abendstunden Mai bis Juli	<i>MG 16</i>
K Melkow, Waldweg 3	Nachmittags- und Abendstunden März, April und August bis Oktober	<i>MG 18, MG 19</i>

Tabelle 5: Auftretende Schattenwurfimmissionen an den Immissionsorten und verursachende WEA

Da die Überschreitung der Richtwertempfehlung der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer am Immissionsort D nur von den bereits vorhandenen Anlagen verursacht wird, kann die Einhaltung der genannten Richtwertempfehlung an diesem Immissionsort nicht durch technische Maßnahmen an den geplanten Anlagen sichergestellt werden. Es sei hier auf die Genehmigungsunterlagen der o.g. Bestandsanlagen (Az.: 71-kg-2012-71667) verwiesen, in denen entsprechende Vorgaben zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte genannt sind.

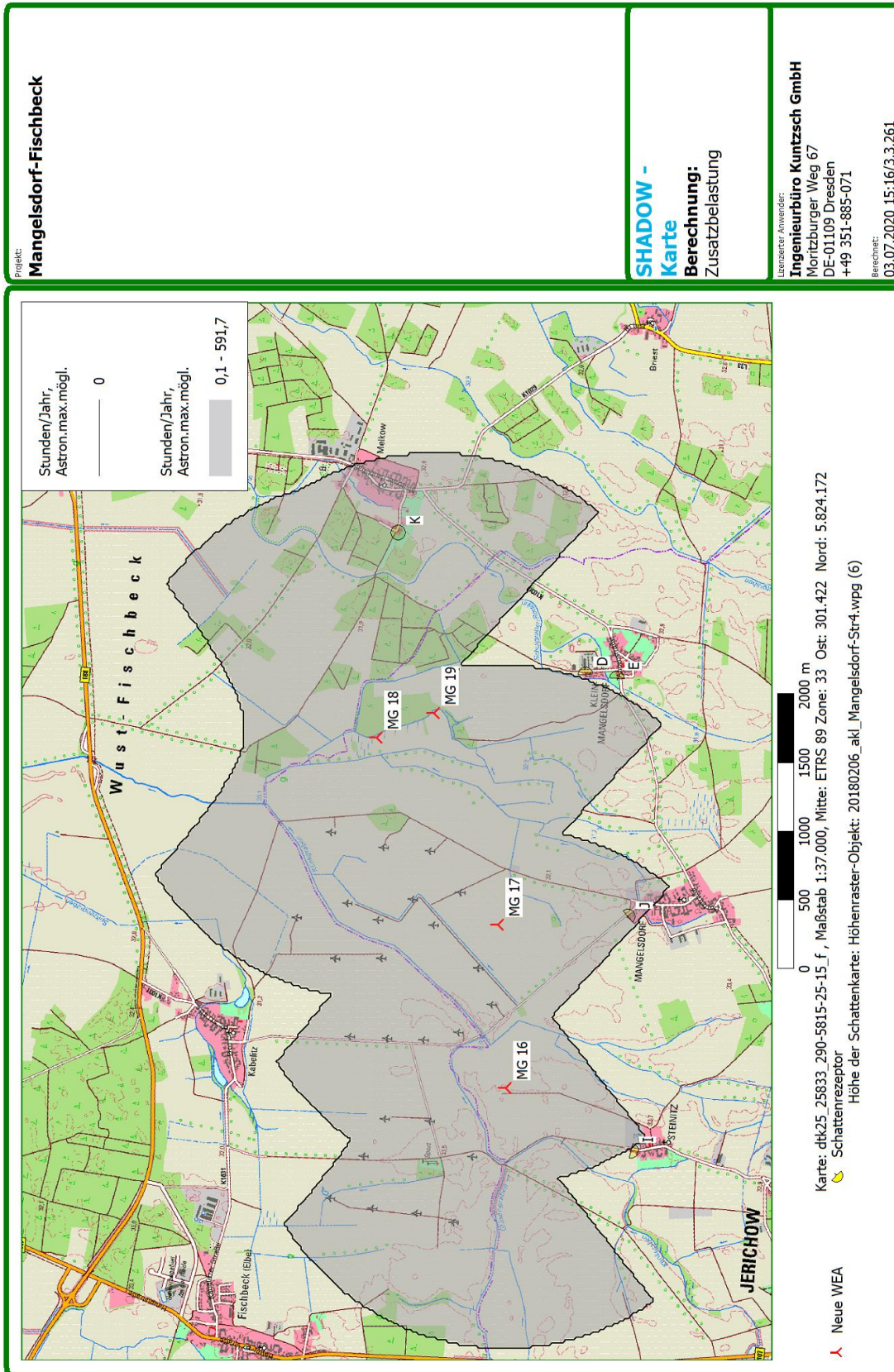
Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass von dem Vorhaben hinsichtlich der Schattenwurfimmissionen keine erheblichen Belästigungen ausgehen.

7 Literaturhinweise

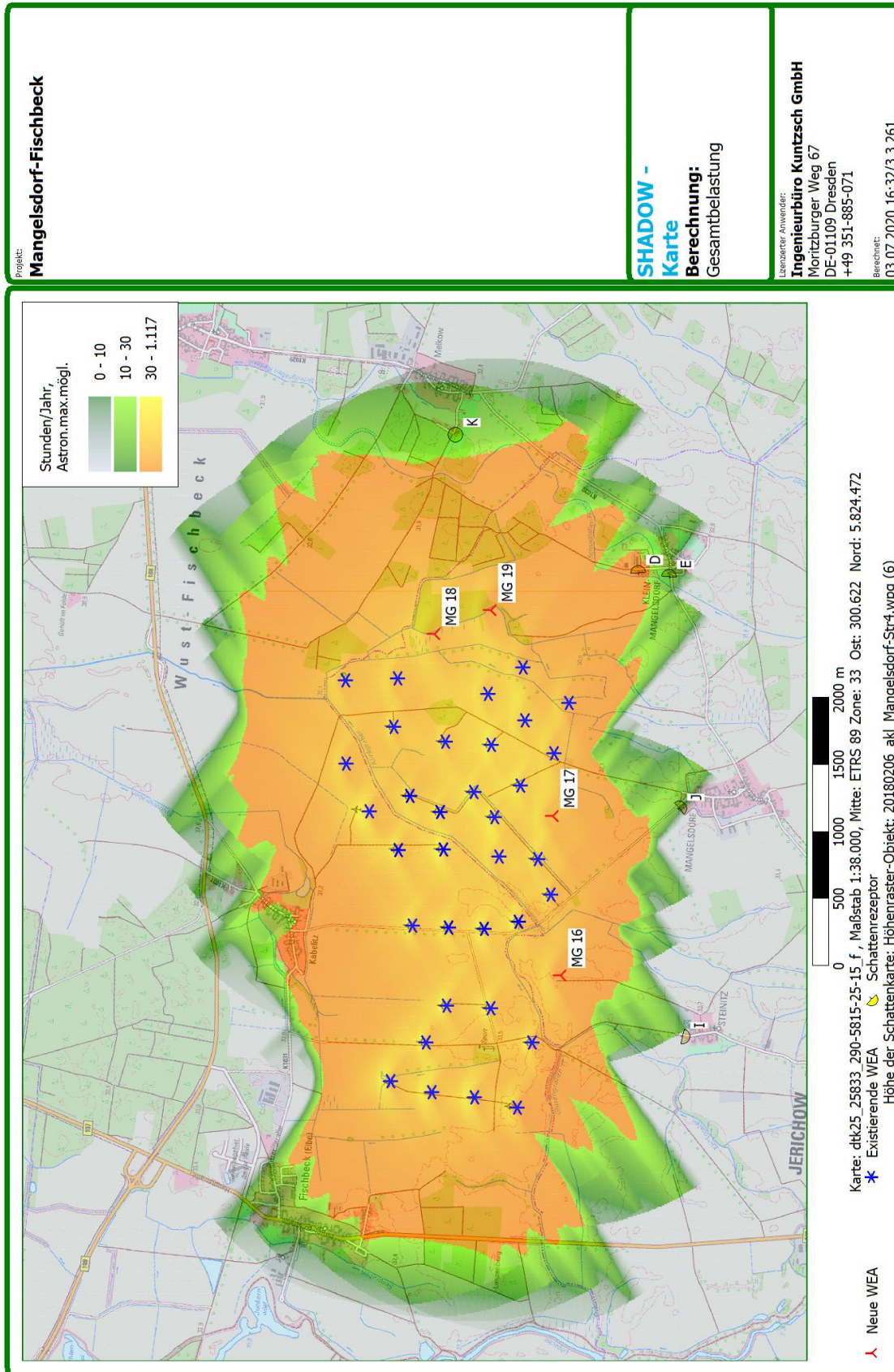
- [1] Pohl, J., F. Faul und R. Mausfeld (1999): Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen. - Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. – u.a. in: „Materialien zur Umwelt“, Heft 4/1999, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern.
- [2] Staatliches Umweltamt Schleswig (1998): Ergebnisprotokoll der 2. Besprechung über Windkraftanlagen (WKA) am 04.09.1998 im Staatlichen Umweltamt Schleswig. – Schleswig, 06.10.1998 (unveröffentlicht).
- [3] Länderausschuss für Immissionsschutz (2020): Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen – Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurf-Hinweise). – 23.01.2020.
- [4] Freund, H.-D. (2002): Einflüsse der Lufttrübung, der Sonnenausdehnung und der Flügelform auf den Schattenwurf von Windenergieanlagen. – DEWI Magazin, Nr. 20, Februar 2002. 43-51.
- [5] Freund, H.-D. (2006): Genauigkeit der prognostizierten Schattenwurfzeit – Ein Vergleich mit real gemessenen Schattenzeiten. – 7. Workshop über optische Einwirkungen von WEAn, Staatliches Umweltamt Schleswig, 03.11.2006.
- [6] Gemeinsame Handlungsempfehlung des Sächsischen Staatsministeriums des Innern und des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Zulassung von Windenergieanlagen. – Dresden, 07.09.2011.
- [7] Leitlinie des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Leitlinie). – Potsdam, 24.03.2003, zuletzt geändert am 28.02.2015.
- [8] Quaschnig, V. (2006): Regenerative Energiesysteme: Technologie – Berechnung – Simulation. – 4., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Hanser, München.
- [9] Schlez, W., A. Peel und A. Neubert (2012): Shadow flicker validation and mitigation. – Posterpräsentation bei der DEWEK am 07./08.11.2012. – In: Proceedings DEWEK 2012 – German Wind Energy Conference. – Bremen, 07./08.11.2012.
- [10] Gemeinsame Bekanntmachung der Bayerischen Staatsministerien des Innern, für Bau und Verkehr, für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat, für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, für Umwelt und Verbraucherschutz, für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie für Gesundheit und Pflege (2016): Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (WEA) (Windenergie-Erlass – BayWEE). – 2129.1-W, 19.07.2016.
- [11] Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung, Ministerium der Finanzen, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten und Ministerium des Innern, für Sport und Infrastruktur Rheinland-Pfalz (2013): Hinweise für die Beurteilung der Zulässigkeit der Errichtung von Windenergieanlagen in Rheinland-Pfalz (Rundschreiben Windenergie). – 28.05.2013.

8 Anhang

8.1 Einwirkungsbereich der geplanten Anlagen



8.2 Kartografische Darstellung der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer (Gesamtbelastung)



8.3 Berechnungsberichte der Prognosesoftware

Vorbelastung:

Projekt: Mangelsdorf-Fischbeck	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071 Berechnet: 03.07.2020 15:14/3.3.261
---	--

SHADOW - Hauptergebnis

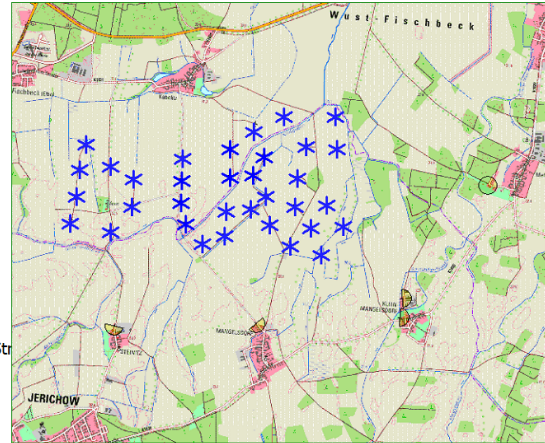
Berechnung: Vorbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
 Siehe WEA-Tabelle

- Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
- Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
- Berechnungszeitsprung 1 Minuten
- Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche
- Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
 - Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
 - Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinfallrichtung
 - Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
 Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: 20180206_akl_Mangelsdorf-Str
 Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
 Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
 Rasterauflösung: 10,0 m



Maßstab 1:75.000
 * Existierende WEA ◉ Schattenrezeptor

Alle Koordinatenangaben in:
 ETRS 89 Zone: 33

WEA

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Ak-tu-ell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
FB 02	301.158	5.824.973	31,0	V 206078	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
GE 15511034	299.969	5.823.675	32,6	GE 15511034	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511035	299.913	5.823.932	32,5	GE 15511035	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511036	299.925	5.824.199	32,2	GE 15511036	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511037	299.938	5.824.472	32,0	GE 15511037	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511038	299.319	5.823.886	32,0	GE 15511038	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511039	299.335	5.824.215	32,0	GE 15511039	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511040	299.062	5.824.370	32,5	GE 15511040	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511041	299.058	5.823.576	32,5	GE 15511041	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511042	300.508	5.824.580	32,0	GE 15511042	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511043	300.510	5.824.241	32,0	GE 15511043	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
MG 01	300.457	5.823.823	32,0	V 205520	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 02	301.783	5.824.976	31,0	V 205521	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 03	301.798	5.824.583	31,0	V 205522	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 04	301.234	5.823.407	32,0	V 205523	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 05	301.481	5.823.626	31,5	V 205516	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 06	301.613	5.823.297	32,0	V 205517	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 07	301.681	5.823.904	31,6	V 205518	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 08	301.881	5.823.642	31,0	V 205519	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
NX 1478	300.437	5.823.532	32,0	NX 1478	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1479	300.170	5.823.433	32,5	NX 1479	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1480	300.754	5.823.857	32,0	NX 1480	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1481	301.432	5.824.611	31,4	NX 1481	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1482	300.791	5.824.265	31,9	NX 1482	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1483	300.942	5.824.010	32,0	NX 1483	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1484	300.916	5.824.490	31,7	NX 1484	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1485	301.322	5.824.226	32,0	NX 1485	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1494	301.296	5.823.882	32,0	NX 1494	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1527	300.992	5.823.662	32,0	NX 1527	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
S 2300-7400-01	298.769	5.824.638	32,0	S 2300-7400-...	Ja	Siemens	SWT-2.3-113-2.300	2.300	113,0	92,5	1.687	13,0
S 2300-7401-02	298.686	5.824.329	32,0	S 2300-7401-...	Ja	Siemens	SWT-2.3-113-2.300	2.300	113,0	92,5	1.687	13,0
S 2300-7402-03	298.649	5.824.007	32,3	S 2300-7402-...	Ja	Siemens	SWT-2.3-113-2.300	2.300	113,0	92,5	1.687	13,0
S 2300-7403-04	298.570	5.823.686	32,7	S 2300-7403-...	Ja	Siemens	SWT-2.3-113-2.300	2.300	113,0	92,5	1.687	13,0
S 2300-7404-05	300.797	5.824.797	31,5	S 2300-7404-...	Ja	Siemens	SWT-2.3-113-2.300	2.300	113,0	92,5	1.687	13,0

Projekt:

Mangelsdorf-Fischbeck

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

03.07.2020 15:14/3.3.261

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Vorbelastung

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
D	Klein Mangelsdorf, Friedensstraße 4	302.596	5.822.774	32,0	1,0	1,0	5,0	83,2	90,0	Feste Richtung	6,0
E	Klein Mangelsdorf, Ahornstraße 1	302.564	5.822.542	32,0	1,0	1,0	1,0	90,5	90,0	Feste Richtung	2,0
I	Steinitz, Nr. 8	299.108	5.822.440	33,0	1,0	1,0	1,0	-166,2	90,0	Feste Richtung	2,0
J	Mangelsdorf, Dorfstraße 56	300.824	5.822.463	33,0	1,0	1,0	5,0	-225,6	90,0	Feste Richtung	6,0
K	Melkow, Waldweg 3	303.635	5.824.145	32,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
D	Klein Mangelsdorf, Friedensstraße 4	36:48	100	0:28
E	Klein Mangelsdorf, Ahornstraße 1	15:44	62	0:18
I	Steinitz, Nr. 8	0:00	0	0:00
J	Mangelsdorf, Dorfstraße 56	0:00	0	0:00
K	Melkow, Waldweg 3	0:00	0	0:00

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
	FB 02 V 206078	0:00
	GE 15511034 GE 15511034	0:00
	GE 15511035 GE 15511035	0:00
	GE 15511036 GE 15511036	0:00
	GE 15511037 GE 15511037	0:00
	GE 15511038 GE 15511038	0:00
	GE 15511039 GE 15511039	0:00
	GE 15511040 GE 15511040	0:00
	GE 15511041 GE 15511041	0:00
	GE 15511042 GE 15511042	0:00
	GE 15511043 GE 15511043	0:00
	MG 01 V 205520	0:00
	MG 02 V 205521	0:00
	MG 03 V 205522	0:00
	MG 04 V 205523	23:39
	MG 05 V 205516	5:20
	MG 06 V 205517	25:44
	MG 07 V 205518	0:00
	MG 08 V 205519	0:00
	NX 1478 NX 1478	0:00
	NX 1479 NX 1479	0:00
	NX 1480 NX 1480	0:00
	NX 1481 NX 1481	0:00
	NX 1482 NX 1482	0:00
	NX 1483 NX 1483	0:00
	NX 1484 NX 1484	0:00
	NX 1485 NX 1485	0:00
	NX 1494 NX 1494	0:00
	NX 1527 NX 1527	0:00
	S 2300-7400-01 S 2300-7400-01	0:00
	S 2300-7401-02 S 2300-7401-02	0:00
	S 2300-7402-03 S 2300-7402-03	0:00
	S 2300-7403-04 S 2300-7403-04	0:00
	S 2300-7404-05 S 2300-7404-05	0:00

Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

Zusatzbelastung:

<p>Projekt: Mangelsdorf-Fischbeck</p>	<p>Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071</p> <p>Berechnet: 03.07.2020 15:16/3.3.261</p>
--	--

SHADOW - Hauptergebnis

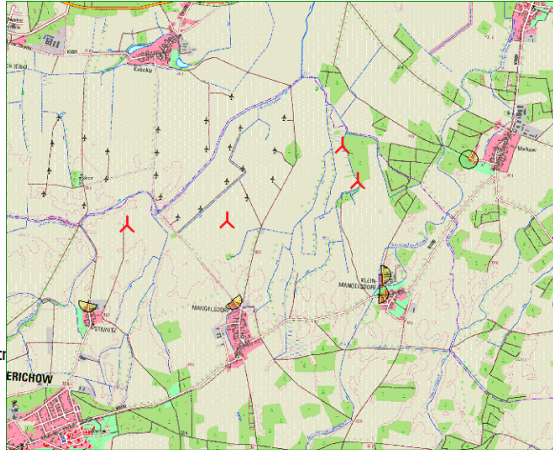
Berechnung: Zusatzbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
Siehe WEA-Tabelle

Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
Berechnungszeitsprung 1 Minuten
Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: 20180206_aki_Mangelsdorf-Str
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
Rasterauflösung: 10,0 m



Maßstab 1:75.000
▲ Neue WEA ● Schattenrezeptor

Alle Koordinatangaben in:
ETRS 89 Zone: 33

WEA

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
MG 16	299.567	5.823.363	32,5	MG 16	Ja	VESTAS V150-4.2 MW-4.200	4.200	150,0	166,0	1.897	12,0
MG 17	300.762	5.823.419	32,0	MG 17	Ja	VESTAS V150-4.2 MW-4.200	4.200	150,0	166,0	1.897	12,0
MG 18	302.131	5.824.307	31,6	MG 18	Ja	VESTAS V150-4.2 MW-4.200	4.200	150,0	166,0	1.897	12,0
MG 19	302.312	5.823.886	31,0	MG 19	Ja	VESTAS V150-4.2 MW-4.200	4.200	150,0	166,0	1.897	12,0

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr. [m]
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
D	Klein Mangelsdorf, Friedensstraße 4	302.596	5.822.774	32,0	1,0	1,0	5,0	83,2	90,0	Feste Richtung	6,0
E	Klein Mangelsdorf, Ahornstraße 1	302.564	5.822.542	32,0	1,0	1,0	1,0	90,5	90,0	Feste Richtung	2,0
I	Steinitz, Nr. 8	299.108	5.822.440	33,0	1,0	1,0	1,0	-166,2	90,0	Feste Richtung	2,0
J	Mangelsdorf, Dorfstraße 56	300.824	5.822.463	33,0	1,0	1,0	5,0	-225,6	90,0	Feste Richtung	6,0
K	Melkow, Waldweg 3	303.635	5.824.145	32,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

Nr.	Name	astron. max. mögl. Beschattungsdauer		
		Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
D	Klein Mangelsdorf, Friedensstraße 4	0:00	0	0:00
E	Klein Mangelsdorf, Ahornstraße 1	0:00	0	0:00
I	Steinitz, Nr. 8	0:00	0	0:00
J	Mangelsdorf, Dorfstraße 56	14:25	46	0:23
K	Melkow, Waldweg 3	19:57	63	0:25

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
MG 16	MG 16	14:25
MG 17	MG 17	0:00
MG 18	MG 18	9:08
MG 19	MG 19	10:49

Gesamtbelastung:

Projekt: Mangelsdorf-Fischbeck	Lizenziertes Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
Berechnet: 03.07.2020 16:32/3.3.261	

SHADOW - Hauptergebnis

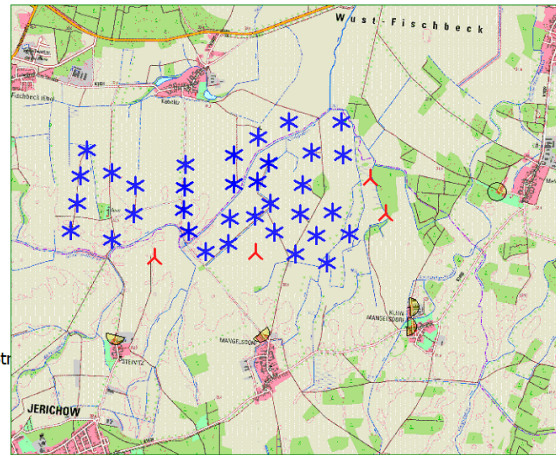
Berechnung: Gesamtbelastung

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Beschattungsbereich der WEA
 Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt
 Siehe WEA-Tabelle

- Minimale relevante Sonnenhöhe über Horizont 3 °
- Tage zwischen Berechnungen 1 Tag(e)
- Berechnungszeitsprung 1 Minuten
- Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche
- Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
 - Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
 - Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlungsrichtung
 - Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

Eine WEA wird nicht berücksichtigt, wenn sie von keinem Teil der Rezeptorfläche aus sichtbar ist. Die Sichtbarkeitsberechnung basiert auf den folgenden Annahmen:
 Verwendete Höhenlinien: Höhenraster-Objekt: 20180206_akl_Mangelsdorf-Str
 Hindernisse in Berechnung nicht verwendet
 Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m
 Rasterauflösung: 1,0 m



Maßstab 1:75.000
 ▲ Neue WEA * Existierende WEA ● Schattenrezeptor

Alle Koordinatenangaben in:
 ETRS 89 Zone: 33

WEA

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich [m]	U/min [U/min]
			[m]									
FB 02	301.158	5.824.973	31,0	V 206078	Ja	VESTAS	V90-2.0 MW-2.000	2.000	90,0	105,0	1.506	14,9
GE 15511034	299.969	5.823.675	32,6	GE 15511034	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511035	299.913	5.823.932	32,5	GE 15511035	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511036	299.925	5.824.199	32,2	GE 15511036	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511037	299.938	5.824.472	32,0	GE 15511037	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511038	299.319	5.823.886	32,0	GE 15511038	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511039	299.335	5.824.215	32,0	GE 15511039	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511040	299.062	5.824.370	32,5	GE 15511040	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511041	299.058	5.823.576	32,5	GE 15511041	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511042	300.508	5.824.580	32,0	GE 15511042	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
GE 15511043	300.510	5.824.241	32,0	GE 15511043	Nein	GE WIND ENERGY	GE 1.5sl-1.500	1.500	77,0	66,4	1.498	18,0
MG 01	300.457	5.823.823	32,0	V 205520	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 02	301.783	5.824.976	31,0	V 205521	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 03	301.798	5.824.583	31,0	V 205522	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 04	301.234	5.823.407	32,0	V 205523	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 05	301.481	5.823.626	31,5	V 205516	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 06	301.613	5.823.297	32,0	V 205517	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 07	301.681	5.823.904	31,6	V 205518	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 08	301.881	5.823.642	31,0	V 205519	Ja	VESTAS	V112-3.0 MW-3.000	3.000	112,0	140,0	1.708	12,8
MG 16	299.567	5.823.363	32,5	MG 16	Ja	VESTAS	V150-4.2 MW-4.200	4.200	150,0	166,0	1.897	12,0
MG 17	300.762	5.823.419	32,0	MG 17	Ja	VESTAS	V150-4.2 MW-4.200	4.200	150,0	166,0	1.897	12,0
MG 18	302.131	5.824.307	31,6	MG 18	Ja	VESTAS	V150-4.2 MW-4.200	4.200	150,0	166,0	1.897	12,0
MG 19	302.312	5.823.886	31,0	MG 19	Ja	VESTAS	V150-4.2 MW-4.200	4.200	150,0	166,0	1.897	12,0
NX 1478	300.437	5.823.532	32,0	NX 1478	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1479	300.170	5.823.433	32,5	NX 1479	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1480	300.754	5.823.857	32,0	NX 1480	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1481	301.432	5.824.611	31,4	NX 1481	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1482	300.791	5.824.265	31,9	NX 1482	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1483	300.942	5.824.010	32,0	NX 1483	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1484	300.916	5.824.490	31,7	NX 1484	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1485	301.322	5.824.226	32,0	NX 1485	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1494	301.296	5.823.882	32,0	NX 1494	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
NX 1527	300.992	5.823.662	32,0	NX 1527	Ja	NORDEX	N62-1.300/250	1.300	62,0	69,0	1.276	19,0
S 2300-7400-01	298.769	5.824.638	32,0	S 2300-7400-...Ja	Siemens	SWT-2.3-113-2.300	2.300	113,0	92,5	1.687	13,0	
S 2300-7401-02	298.686	5.824.329	32,0	S 2300-7401-...Ja	Siemens	SWT-2.3-113-2.300	2.300	113,0	92,5	1.687	13,0	
S 2300-7402-03	298.649	5.824.007	32,3	S 2300-7402-...Ja	Siemens	SWT-2.3-113-2.300	2.300	113,0	92,5	1.687	13,0	
S 2300-7403-04	298.570	5.823.686	32,7	S 2300-7403-...Ja	Siemens	SWT-2.3-113-2.300	2.300	113,0	92,5	1.687	13,0	
S 2300-7404-05	300.797	5.824.797	31,5	S 2300-7404-...Ja	Siemens	SWT-2.3-113-2.300	2.300	113,0	92,5	1.687	13,0	

Projekt:

Mangelsdorf-Fischbeck

Lizenziertes Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

03.07.2020 16:32/3.3.261

SHADOW - Hauptergebnis

Berechnung: Gesamtbelastung

Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Azimutwinkel (von Süd)	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
D	Klein Mangelsdorf, Friedensstraße 4	302.596	5.822.774	32,0	1,0	1,0	5,0	83,2	90,0	Feste Richtung	6,0
E	Klein Mangelsdorf, Ahornstraße 1	302.564	5.822.542	32,0	1,0	1,0	1,0	90,5	90,0	Feste Richtung	2,0
I	Steinitz, Nr. 8	299.108	5.822.440	33,0	1,0	1,0	1,0	-166,2	90,0	Feste Richtung	2,0
J	Mangelsdorf, Dorfstraße 56	300.824	5.822.463	33,0	1,0	1,0	5,0	-225,6	90,0	Feste Richtung	6,0
K	Melkow, Waldweg 3	303.635	5.824.145	32,5	1,0	1,0	1,0		90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr	Schattentage/Jahr	Max.Schattendauer/Tag
		[h/a]	[d/a]	[h/d]
D	Klein Mangelsdorf, Friedensstraße 4	36:48	100	0:28
E	Klein Mangelsdorf, Ahornstraße 1	15:44	62	0:18
I	Steinitz, Nr. 8	0:00	0	0:00
J	Mangelsdorf, Dorfstraße 56	14:25	46	0:23
K	Melkow, Waldweg 3	19:57	63	0:25

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
	FB 02 V 206078	0:00
GE 15511034	GE 15511034	0:00
GE 15511035	GE 15511035	0:00
GE 15511036	GE 15511036	0:00
GE 15511037	GE 15511037	0:00
GE 15511038	GE 15511038	0:00
GE 15511039	GE 15511039	0:00
GE 15511040	GE 15511040	0:00
GE 15511041	GE 15511041	0:00
GE 15511042	GE 15511042	0:00
GE 15511043	GE 15511043	0:00
MG 01 V 205520		0:00
MG 02 V 205521		0:00
MG 03 V 205522		0:00
MG 04 V 205523		23:39
MG 05 V 205516		5:20
MG 06 V 205517		25:44
MG 07 V 205518		0:00
MG 08 V 205519		0:00
MG 16 MG 16		14:25
MG 17 MG 17		0:00
MG 18 MG 18		9:08
MG 19 MG 19		10:49
NX 1478 NX 1478		0:00
NX 1479 NX 1479		0:00
NX 1480 NX 1480		0:00
NX 1481 NX 1481		0:00
NX 1482 NX 1482		0:00
NX 1483 NX 1483		0:00
NX 1484 NX 1484		0:00
NX 1485 NX 1485		0:00
NX 1494 NX 1494		0:00
NX 1527 NX 1527		0:00
S 2300-7400-01	S 2300-7400-01	0:00
S 2300-7401-02	S 2300-7401-02	0:00
S 2300-7402-03	S 2300-7402-03	0:00
S 2300-7403-04	S 2300-7403-04	0:00
S 2300-7404-05	S 2300-7404-05	0:00

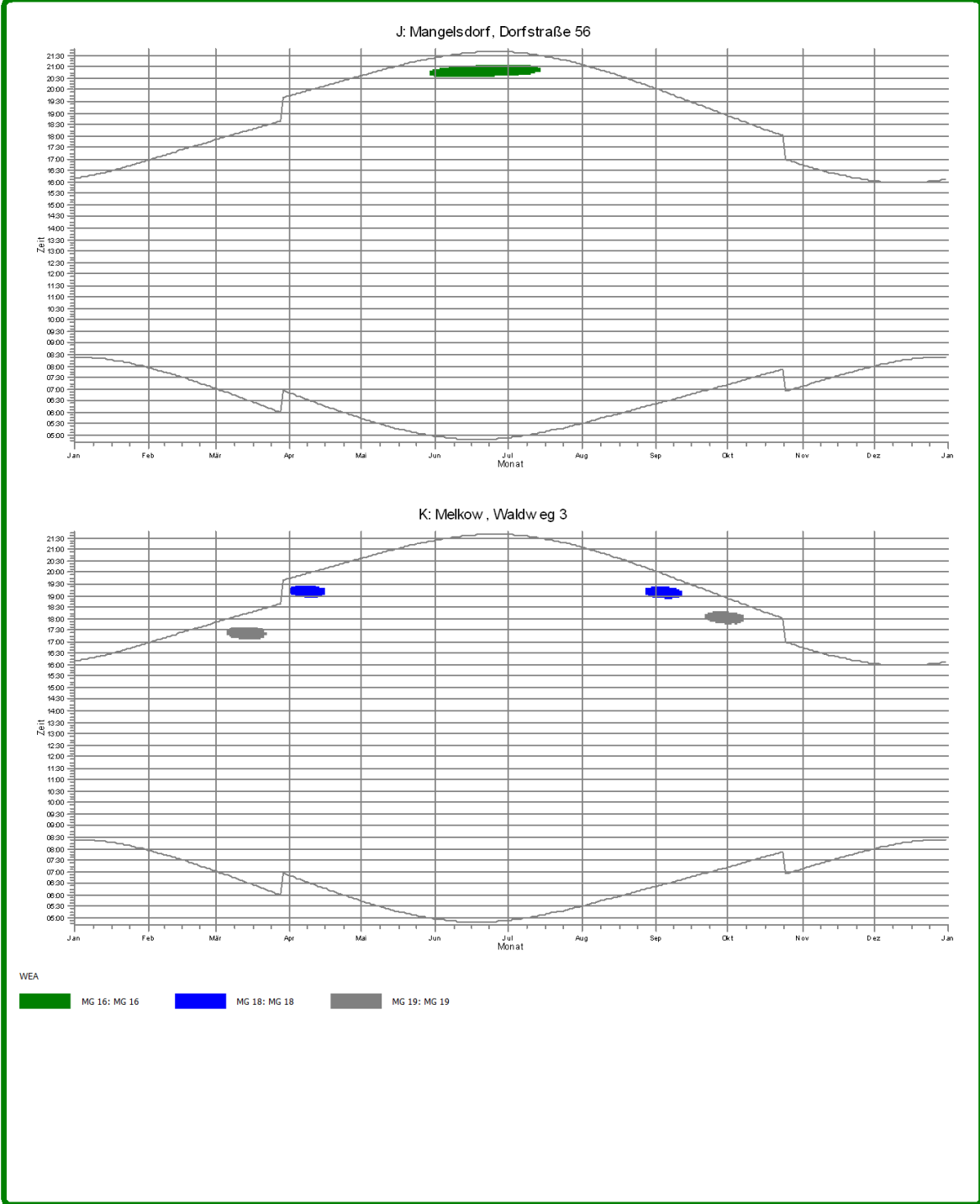
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

8.4 Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – grafisch)

Projekt: Mangelsdorf-Fischbeck	Lizenzierter Anwender: Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
Berechnet: 03.07.2020 16:32/3.3.261	

SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



8.5 Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – tabellarisch)

Projekt: **Mangelsdorf-Fischbeck**

Lizenzierter Anwender: **Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH**
Moritzburger Weg 67
DE-01109 Dresden
+49 351-885-071

Berechnet: **03.07.2020 16:32/3.3.261**

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor: J - Mangelsdorf, Dorfstraße 56**

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs
Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:
Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	08:23 07:55	07:01	06:49	05:43	04:56	20:38 (MG 16) 04:53	20:40 (MG 16) 05:30	06:21	07:12	07:07	07:59		
2	16:08 16:57	17:50	19:45	20:37	21:24	12 20:50 (MG 16) 21:39	21 21:01 (MG 16) 21:06	20:02	18:52	16:44	16:03		
3	08:23 07:52	06:56	06:44	05:39	04:55	20:38 (MG 16) 04:54	20:40 (MG 16) 05:32	06:23	07:13	07:09	08:01		
4	16:09 16:59	17:52	19:47	20:39	21:26	14 20:52 (MG 16) 21:38	21 21:01 (MG 16) 21:04	20:00	18:49	16:42	16:02		
5	08:23 07:51	06:54	06:42	05:37	04:54	16 20:53 (MG 16) 21:36	20 21:02 (MG 16) 21:02	19:58	18:47	16:40	16:01		
6	16:11 17:03	17:55	19:50	20:42	21:28	17 20:53 (MG 16) 21:37	21 21:01 (MG 16) 21:01	20:55	08:26	07:17	07:12	08:03	
7	08:23 07:49	06:52	06:40	05:35	04:53	18 20:37 (MG 16) 04:56	20 21:01 (MG 16) 05:37	06:28	07:19	07:14	08:05		
8	16:13 17:04	17:57	19:52	20:44	21:29	17 20:54 (MG 16) 21:37	20 21:01 (MG 16) 21:01	19:53	18:42	16:37	16:00		
9	08:22 07:47	06:50	06:37	05:33	04:52	19 20:36 (MG 16) 04:57	20 21:02 (MG 16) 05:38	06:30	07:20	07:16	08:06		
10	16:14 17:06	17:59	19:54	20:46	21:30	19 20:55 (MG 16) 21:36	19 21:01 (MG 16) 21:01	20:57	19:51	18:40	16:35	16:00	
11	08:22 07:45	06:47	06:35	05:31	04:52	20 20:36 (MG 16) 04:58	20 21:01 (MG 16) 05:40	06:31	07:22	07:18	08:07		
12	16:15 17:08	18:01	19:56	20:48	21:31	20 20:56 (MG 16) 21:36	18 21:01 (MG 16) 21:01	19:49	18:38	16:33	15:59		
13	08:21 07:44	06:45	06:33	05:30	04:51	20 20:36 (MG 16) 04:59	20 21:02 (MG 16) 05:40	06:33	07:24	07:20	08:09		
14	16:16 17:10	18:03	19:57	20:49	21:32	20 20:56 (MG 16) 21:35	18 21:01 (MG 16) 21:01	19:46	18:35	16:32	15:59		
15	08:21 07:42	06:43	06:30	05:28	04:51	20 20:36 (MG 16) 05:00	20 21:02 (MG 16) 05:43	06:33	07:26	07:22	08:10		
16	16:18 17:12	18:04	19:59	20:51	21:32	20 20:56 (MG 16) 21:34	16 21:00 (MG 16) 21:01	19:44	18:33	16:30	15:59		
17	08:20 07:40	06:40	06:28	05:26	04:50	21 20:36 (MG 16) 05:01	15 21:00 (MG 16) 05:45	06:36	07:27	07:23	08:11		
18	16:19 17:14	18:06	20:01	20:53	21:33	21 20:57 (MG 16) 21:34	15 21:00 (MG 16) 21:01	19:41	18:31	16:28	15:58		
19	08:20 07:38	06:38	06:26	05:24	04:50	21 20:36 (MG 16) 05:02	13 20:59 (MG 16) 21:01	19:39	18:29	16:27	15:58		
20	16:21 17:16	18:08	20:03	20:54	21:34	21 20:57 (MG 16) 21:33	13 20:59 (MG 16) 21:01	19:39	18:29	16:27	15:58		
21	08:19 07:36	06:36	06:23	05:23	04:50	22 20:36 (MG 16) 05:03	13 20:59 (MG 16) 21:01	19:39	18:29	16:27	15:58		
22	16:22 17:18	18:10	20:04	20:56	21:35	21 20:57 (MG 16) 21:32	11 20:58 (MG 16) 21:01	19:37	18:26	16:25	15:58		
23	08:18 07:34	06:34	06:21	05:21	04:49	21 20:36 (MG 16) 05:04	11 20:58 (MG 16) 21:01	19:37	18:26	16:25	15:58		
24	16:24 17:20	18:12	20:06	20:57	21:35	22 20:58 (MG 16) 21:31	8 20:57 (MG 16) 21:01	19:34	18:24	16:23	15:58		
25	08:17 07:32	06:31	06:19	05:19	04:49	22 20:36 (MG 16) 05:05	8 20:57 (MG 16) 21:01	19:34	18:24	16:23	15:58		
26	16:25 17:22	18:13	20:08	20:59	21:36	22 20:58 (MG 16) 21:30	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:32	18:22	16:22	15:58		
27	08:17 07:30	06:29	06:17	05:18	04:49	22 20:37 (MG 16) 05:06	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:32	18:22	16:22	15:58		
28	16:27 17:23	18:15	20:10	21:01	21:37	22 20:59 (MG 16) 21:29	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:30	18:20	16:20	15:58		
29	08:16 07:28	06:27	06:14	05:16	04:49	22 20:37 (MG 16) 05:08	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:30	18:20	16:20	15:58		
30	16:28 17:25	18:17	20:11	21:02	21:37	22 20:59 (MG 16) 21:28	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:27	18:17	16:19	15:58		
31	08:15 07:26	06:24	06:12	05:15	04:49	22 20:37 (MG 16) 05:09	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:27	18:17	16:19	15:58		
32	16:30 17:27	18:19	20:13	21:04	21:38	22 20:59 (MG 16) 21:27	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:25	18:15	16:18	15:58		
33	08:14 07:24	06:22	06:10	05:13	04:49	22 20:37 (MG 16) 05:10	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:25	18:15	16:18	15:58		
34	16:32 17:29	18:20	20:15	21:05	21:38	23 21:00 (MG 16) 21:26	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:22	18:13	16:16	15:58		
35	08:13 07:22	06:19	06:08	05:12	04:49	23 20:37 (MG 16) 05:11	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:22	18:13	16:16	15:58		
36	16:33 17:31	18:22	20:17	21:07	21:38	23 21:00 (MG 16) 21:25	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:20	18:11	16:15	15:59		
37	08:12 07:20	06:17	06:06	05:10	04:49	23 20:37 (MG 16) 05:13	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:20	18:11	16:15	15:59		
38	16:35 17:33	18:24	20:18	21:08	21:39	23 21:00 (MG 16) 21:23	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:19	18:09	16:14	15:59		
39	08:11 07:18	06:15	06:03	05:09	04:49	23 20:37 (MG 16) 05:14	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:18	18:09	16:14	15:59		
40	16:37 17:35	18:26	20:20	21:10	21:39	23 21:00 (MG 16) 21:22	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:15	18:06	16:12	15:00		
41	08:09 07:16	06:12	06:01	05:07	04:49	23 20:37 (MG 16) 05:15	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:15	18:06	16:12	15:00		
42	16:39 17:37	18:28	20:22	21:11	21:39	23 21:00 (MG 16) 21:21	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:13	18:04	16:11	16:00		
43	08:08 07:14	06:10	05:59	05:06	04:49	23 20:37 (MG 16) 05:17	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:13	18:04	16:11	16:00		
44	16:40 17:39	18:29	20:23	21:13	21:39	23 21:00 (MG 16) 21:20	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:11	18:02	16:10	16:01		
45	08:07 07:12	06:08	05:57	05:05	04:49	23 21:00 (MG 16) 21:18	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:11	18:02	16:10	16:01		
46	16:42 17:40	18:31	20:25	21:14	21:39	23 21:01 (MG 16) 21:18	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:08	18:00	16:09	16:01		
47	08:06 07:10	06:05	05:55	05:04	04:50	23 20:38 (MG 16) 05:20	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:07	17:59	16:08	16:02		
48	16:44 17:42	18:33	20:27	21:15	21:39	23 21:01 (MG 16) 21:17	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:06	16:58	16:08	16:02		
49	08:04 07:07	06:03	05:53	05:02	04:50	23 20:39 (MG 16) 05:21	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:06	16:58	16:08	16:02		
50	16:46 17:44	18:35	20:29	21:17	21:39	23 21:01 (MG 16) 21:15	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:03	16:56	16:07	16:02		
51	08:03 07:05	06:01	05:51	05:01	04:51	23 20:39 (MG 16) 05:23	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:03	16:56	16:07	16:02		
52	16:48 17:46	18:36	20:30	21:18	21:39	23 21:01 (MG 16) 21:14	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:01	16:54	16:06	16:03		
53	08:02 07:03	05:58	05:49	05:00	04:51	23 20:39 (MG 16) 05:24	4 20:55 (MG 16) 21:01	19:01	16:54	16:06	16:03		
54	16:49 17:48	18:38	20:32	21:19	21:39	23 21:02 (MG 16) 21:12	4 20:55 (MG 16) 21:01	18:59	16:52	16:05	16:04		
55	08:00	06:56	05:47	04:59	04:52	23 20:39 (MG 16) 05:26	4 20:55 (MG 16) 21:01	18:59	16:52	16:05	16:04		
56	16:51	19:40	20:34	21:21	21:39	23 21:01 (MG 16) 21:11	4 20:55 (MG 16) 21:01	18:56	16:50	16:04	16:05		
57	08:59	06:54	05:45	04:58	04:52	23 20:40 (MG 16) 05:27	4 20:55 (MG 16) 21:01	18:55	16:49	16:03	16:04		
58	16:53	19:42	20:36	21:22	7 20:41 (MG 16)	21:39	22 21:02 (MG 16) 21:09	18:54	16:48	16:03	16:06		
59	08:57	06:51	05:42	04:57	20:39 (MG 16)	21:39	22 21:02 (MG 16) 21:09	18:54	16:48	16:03	16:06		
60	16:55	19:43	21:23	10 20:49 (MG 16)	21:39	22 21:02 (MG 16) 21:09	21:07	18:46	16:46	16:07	16:07		
Sonnenscheinstunden													
astr.max.mögl.Beschattung													
	256	276	367	417	488	502	623	502	456	381	331	264	241

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schattenende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt:

Mangelsdorf-Fischbeck

Lizenziertes Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

03.07.2020 16:32/3.3.261

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** K - Melkow, Waldweg 3

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

- Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang
- Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März		April		Mai	Juni
1	08:23 16:08	07:55 16:57	07:01 17:50		06:49 19:45		19:09 (MG 18) 20:37	04:56 21:24
2	08:23 16:09	07:54 16:59	06:58 17:51		06:46 19:47	8	19:05 (MG 18) 20:39	04:55 21:25
3	08:23 16:10	07:52 17:00	06:56 17:53		06:44 19:48	14	19:04 (MG 18) 20:41	04:54 21:27
4	08:23 16:11	07:50 17:02	06:54 17:55		06:42 19:50	16	19:02 (MG 18) 20:42	04:54 21:28
5	08:22 16:12	07:49 17:04	06:52 17:57		06:39 19:52	20	19:01 (MG 18) 20:44	04:53 21:29
6	08:22 16:14	07:47 17:06	06:49 17:59		06:37 19:54	20	19:00 (MG 18) 20:46	04:52 21:30
7	08:22 16:15	07:45 17:08	06:47 18:01	5	17:21 (MG 19) 17:26 (MG 19)	22	19:00 (MG 18) 20:47	04:52 21:31
8	08:21 16:16	07:43 17:10	06:45 18:02	13	17:17 (MG 19) 17:30 (MG 19)	22	18:59 (MG 18) 20:49	04:51 21:31
9	08:21 16:18	07:42 17:12	06:43 18:04	18	17:32 (MG 19) 17:13 (MG 19)	22	19:21 (MG 18) 20:51	21:31 21:32
10	08:20 16:19	07:40 17:14	06:40 18:06	20	17:33 (MG 19) 17:12 (MG 19)	22	18:59 (MG 18) 20:52	04:50 21:33
11	08:20 16:20	07:38 17:16	06:38 18:08	22	17:34 (MG 19) 17:10 (MG 19)	22	18:59 (MG 18) 20:54	04:50 21:34
12	08:19 16:22	07:36 17:18	06:36 18:10	24	17:34 (MG 19) 17:10 (MG 19)	22	18:59 (MG 18) 20:56	04:49 21:35
13	08:18 16:23	07:34 17:19	06:33 18:11	25	17:35 (MG 19) 17:35 (MG 19)	20	19:19 (MG 18) 20:57	04:49 21:35
14	08:17 16:25	07:32 17:21	06:31 18:13	25	17:09 (MG 19) 17:34 (MG 19)	18	19:01 (MG 18) 20:59	04:49 21:36
15	08:17 16:27	07:30 17:23	06:29 18:15	25	17:09 (MG 19) 17:34 (MG 19)	15	19:04 (MG 18) 21:01	04:49 21:37
16	08:16 16:28	07:28 17:25	06:26 18:17	25	17:09 (MG 19) 17:33 (MG 19)	10	19:14 (MG 18) 21:02	04:48 21:37
17	08:15 16:30	07:26 17:27	06:24 18:19	24	17:09 (MG 19) 17:33 (MG 19)		05:14 21:04	04:48 21:38
18	08:14 16:32	07:24 17:29	06:22 18:20	24	17:33 (MG 19) 17:10 (MG 19)		05:13 21:05	04:48 21:38
19	08:13 16:33	07:22 17:31	06:19 18:22	22	17:32 (MG 19) 17:10 (MG 19)		05:11 21:07	04:48 21:38
20	08:12 16:35	07:20 17:33	06:17 18:24	20	17:30 (MG 19) 17:12 (MG 19)		05:10 21:08	04:48 21:39
21	08:10 16:37	07:18 17:35	06:15 18:26	17	17:29 (MG 19) 17:14 (MG 19)		05:09 21:10	04:48 21:39
22	08:09 16:38	07:16 17:36	06:12 18:27	12	17:26 (MG 19) 17:19 (MG 19)		05:07 21:11	04:49 21:39
23	08:08 16:40	07:14 17:38	06:10 18:29	1	17:20 (MG 19)		05:06 21:13	04:49 21:39
24	08:07 16:42	07:12 17:40	06:08 18:31		05:59 20:23		05:05 21:14	04:49 21:39
25	08:06 16:44	07:09 17:42	06:05 18:33		05:57 20:25		05:03 21:15	04:50 21:39
26	08:04 16:46	07:07 17:44	06:03 18:34		05:55 20:27		05:02 21:17	04:50 21:39
27	08:03 16:47	07:05 17:46	06:00 18:36		05:53 20:29		05:01 21:18	04:50 21:39
28	08:01 16:49	07:03 17:48	05:58 18:38		05:51 20:30		05:00 21:19	04:51 21:39
29	08:00 16:51		06:56 19:40		05:49 20:32		04:59 21:21	04:51 21:39
30	07:58 16:53		06:53 19:41		05:47 20:34		04:58 21:22	04:52 21:39
31	07:57 16:55		06:51 19:43		05:45 20:35		04:57 21:23	04:52 21:39
	Sonnenscheinstunden	256	276	367	417	488	502	
	astr.max.mögl.Beschattung			322	273			

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schatteneinde (WEA mit letztem Schatten)

Projekt:

Mangelsdorf-Fischbeck

Lizenzierter Anwender:

Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH
 Moritzburger Weg 67
 DE-01109 Dresden
 +49 351-885-071

Berechnet:

03.07.2020 16:32/3.3.261

SHADOW - Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** K - Melkow, Waldweg 3

Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs

Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:

Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang

Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung

Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	July	August	September	Oktober	November	Dezember	
1	04:53 21:39	05:30 21:06	06:21 20:02	18:58 (MG 18)	07:12 18:51	17:49 (MG 19) 16:44	07:59 16:02
2	04:53 21:38	05:32 21:04	06:23 20:00	18:57 (MG 18)	07:13 18:49	17:49 (MG 19) 16:42	08:00 16:02
3	04:54 21:38	05:33 21:02	06:25 19:58	18:57 (MG 18)	07:15 18:47	17:50 (MG 19) 16:40	08:02 16:01
4	04:55 21:37	05:35 21:01	06:26 19:55	18:57 (MG 18)	07:17 18:44	17:49 (MG 19) 16:38	08:03 16:00
5	04:56 21:37	05:37 20:59	06:28 19:53	18:56 (MG 18)	07:18 18:42	17:51 (MG 19) 16:37	08:05 16:00
6	04:57 21:36	05:38 20:57	06:30 19:51	18:56 (MG 18)	07:20 18:40	17:52 (MG 19) 16:35	08:06 15:59
7	04:57 21:36	05:40 20:55	06:31 19:48	18:56 (MG 18)	07:22 18:37	17:55 (MG 19) 16:33	08:07 15:59
8	04:58 21:35	05:41 20:53	06:33 19:46	18:57 (MG 18)	07:24 18:35	18:05 (MG 19) 16:31	08:08 15:59
9	04:59 21:34	05:43 20:51	06:35 19:44	18:58 (MG 18)	07:25 18:33	18:05 (MG 19) 16:30	08:10 15:58
10	05:00 21:34	05:45 20:49	06:36 19:41	18:58 (MG 18)	07:27 18:31	18:05 (MG 19) 16:28	08:11 15:58
11	05:01 21:33	05:46 20:47	06:38 19:39	19:01 (MG 18)	07:29 18:28	18:05 (MG 19) 16:26	08:12 15:58
12	05:03 21:32	05:48 20:45	06:40 19:37	19:09 (MG 18)	07:31 18:26	18:05 (MG 19) 16:25	08:13 15:58
13	05:04 21:31	05:50 20:43	06:41 19:34		07:32 18:24	18:05 (MG 19) 16:23	08:14 15:58
14	05:05 21:30	05:51 20:41	06:43 19:32		07:34 18:22	18:05 (MG 19) 16:22	08:15 15:58
15	05:06 21:29	05:53 20:39	06:45 19:29		07:36 18:19	18:05 (MG 19) 16:20	08:16 15:58
16	05:07 21:28	05:55 20:37	06:46 19:27		07:38 18:17	18:05 (MG 19) 16:19	08:17 15:58
17	05:09 21:27	05:56 20:35	06:48 19:25		07:39 18:15	18:05 (MG 19) 16:17	08:18 15:58
18	05:10 21:26	05:58 20:33	06:50 19:22		07:41 18:13	18:05 (MG 19) 16:16	08:18 15:58
19	05:11 21:25	06:00 20:31	06:51 19:20		07:43 18:11	18:05 (MG 19) 16:15	08:19 15:59
20	05:12 21:23	06:01 20:29	06:53 19:18		07:45 18:08	18:05 (MG 19) 16:13	08:20 15:59
21	05:14 21:22	06:03 20:27	06:55 19:15		07:47 18:06	18:05 (MG 19) 16:12	08:20 15:59
22	05:15 21:21	06:05 20:25	06:56 19:13	18:00 (MG 19)	07:48 18:04	18:05 (MG 19) 16:11	08:21 16:00
23	05:17 21:19	06:06 20:22	06:58 19:10	18:10 (MG 19)	07:50 18:02	18:05 (MG 19) 16:10	08:21 16:00
24	05:18 21:18	06:08 20:20	07:00 19:08	18:13 (MG 19)	07:52 18:00	18:05 (MG 19) 16:09	08:22 16:01
25	05:20 21:17	06:10 20:18	07:01 19:06	18:13 (MG 19)	06:54 16:58	18:05 (MG 19) 16:08	08:22 16:01
26	05:21 21:15	06:11 20:16	07:03 19:03	18:14 (MG 19)	06:56 16:56	18:05 (MG 19) 16:07	08:22 16:02
27	05:22 21:14	06:13 20:14	07:05 19:01	18:15 (MG 19)	06:58 16:54	18:05 (MG 19) 16:06	08:23 16:03
28	05:24 21:12	06:15 20:11	19:04 (MG 18) 18:59	07:06 18:59	06:59 16:52	18:05 (MG 19) 16:05	08:23 16:04
29	05:26 21:11	06:16 20:09	19:02 (MG 18) 18:56	07:08 18:56	07:01 16:50	18:05 (MG 19) 16:04	08:23 16:05
30	05:27 21:09	06:18 20:07	19:01 (MG 18) 18:54	07:10 18:54	07:03 16:48	18:05 (MG 19) 16:03	08:23 16:05
31	05:29 21:07	06:20 20:05	18:59 (MG 18) 19:19 (MG 18)		07:05 16:46	18:05 (MG 19) 16:03	08:23 16:06
Sonnenscheinstunden	505	456	381	331	264	240	
astr.max.mögl.Beschattung		64	400	138			

Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):

Tag im Monat	Sonnenaufgang (SS:MM)	Zeitpunkt (SS:MM)	Schattenanfang (WEA mit erstem Schatten)
	Sonnenuntergang (SS:MM)	Minuten mit Schatten	Zeitpunkt (SS:MM) Schatteneinde (WEA mit letztem Schatten)