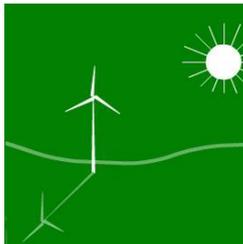
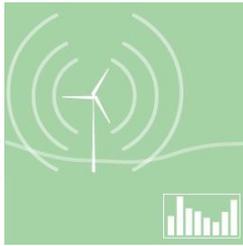
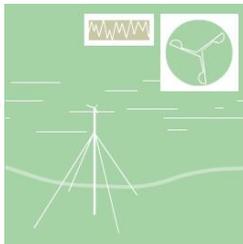


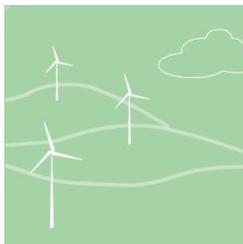
Schallprognose



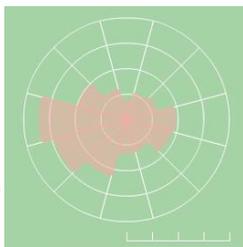
Windmessung



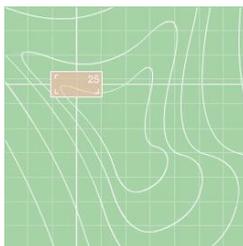
Visualisierung



Windgutachten



Windpotenzialstudie



## Schattenwurfprognose

<b>Standort:</b>	<b>Kladrum</b> – Freifläche zwischen Kladrum, Kossebade und Frauenmark
<b>Bundesland:</b>	Mecklenburg-Vorpommern
<b>Auftraggeber:</b>	naturwind schwerin gmbh Schelfstraße 35 19055 Schwerin Tel.: 0385 / 7788370
<b>Berichtsnummer:</b>	S-IBK-1210521
<b>Datum:</b>	12.05.2021
<b>Auftragnehmer:</b>	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

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Berechnungsmethode</b> .....	<b>6</b>
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
<b>5</b>	<b>Berechnungsvoraussetzungen</b> .....	<b>8</b>
5.1	Lage und Beschreibung des Standortes.....	8
5.2	Technische Daten der Windenergieanlagen.....	10
<b>6</b>	<b>Berechnungsergebnisse</b> .....	<b>11</b>
6.1	Schattenwurfdauer für die definierten Rezeptoren .....	11
6.2	Beurteilung der Berechnungsergebnisse.....	13
<b>7</b>	<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>16</b>
8.1	Einwirkungsbereich der geplanten Anlagen.....	16
8.2	Einwirkungsbereich der rückzubauenden Anlagen.....	17
8.3	Kartografische Darstellung der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer (Gesamtbelastung) .....	18
8.4	Berechnungsberichte der Prognosesoftware.....	19
8.5	Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – grafisch).....	26
8.6	Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – tabellarisch) .....	29
8.7	Darstellung der Lage der betrachteten Immissionsorte .....	35

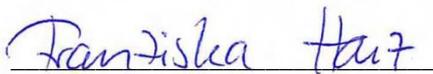
## 1 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wird die Erweiterung des Windparks Kladrum um vier Windenergieanlagen bezüglich der Schattenwurfimmissionen betrachtet. Hierzu wurden in den umliegenden Ortschaften Kladrum, Goldenbow, Hof Grabow und Frauenmark sowie an zwei Einzelgehöfte im Außenbereich, 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 festzustellen, dass es an mehreren Immissionsorten zu Überschreitungen der Immissionsrichtwertempfehlungen kommt. Daher sind die geplanten Anlagen mit der Bezeichnung WEA 3, WEA 4 und WEA 6 in kritischen Zeiträumen außer Betrieb zu nehmen und dazu mit einer entsprechenden Abschaltvorrichtung auszustatten.

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.**



Bearbeiterin: M. Sc. Franziska Harz  
Projektingenieurin



überprüft: Dipl.-Ing. Barbara Schmidt  
Projektleiterin

## 2 Aufgabenstellung / verwendete Unterlagen und Daten

Der Auftraggeber beabsichtigt im Zuge eines Repowering-Projekts am Standort Kladrum die Errichtung von vier Windenergieanlagen des Typs NORDEX N163/5.X. Im Zusammenhang mit der Errichtung der geplanten Anlagen ist der Rückbau von zehn vorhandenen Anlagen des Typs Tacke TW 600e vorgesehen. Der zusätzliche Rückbau einer Anlage des Typs ENERCON E-70 war im vorliegenden Bericht entsprechend den Vorgaben des Auftraggebers im Zuge einer separaten Berechnungsvariante zu betrachten.

Durch die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH wurde zuletzt am 02.10.2019 eine Schattenwurfprognose (Berichtsnummer: S-IBK-6840919-Rev.1) für eine am o.g. Standort beantragte Anlage (WEA West) angefertigt.

Mit Schreiben vom 28.12.2020 wurde die Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH beauftragt, die vorliegende Schattenwurfprognose zu erstellen. Neben den vorhandenen Anlagen waren die o.g. beantragte Anlage sowie drei genehmigte Windenergieanlagen des Auftraggebers als Vorbelastung zu berücksichtigen.

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 Amtes für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen Mecklenburg-Vorpommern im Maßstab 1:25.000,
- Angaben zu Standortkoordinaten und -bezeichnung sowie zu Typ und Nabenhöhe der geplanten Anlagen (Quelle: Koordinatenliste mit Stand vom 05.04.2021 / E-Mail des Auftraggebers vom 06.04.2021),
- Angaben zu den Standortkoordinaten sowie zum Typ und zur Nabenhöhe der vorhandenen Anlagen (Quelle: Liste des LUNG M-V zur Vorbelastung mit Stand vom 09.09.2019 / E-Mail von Frau Freitag am 09.09.2019),
- Angaben zur Anzahl der genehmigten und beantragten WEA im Windpark Kladrum (Quelle: telefonische Auskunft von Frau Scheffe – Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg, Dezernat 51 – Genehmigung/Überwachung von Energie- und Industrieanlagen – am 16.04.2021),
- Angaben zu neu eingemessenen und korrigierten Standortkoordinaten von neun vorhandenen Windenergieanlagen (Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 06.04.2021),
- Lageplan 1 : 3.000 mit Markierung der geplanten Anlagenstandorte (Stand: 23.03.2021; Quelle: E-Mail des Auftraggebers vom 06.04.2021),
- Angaben zur Rotorblattgeometrie der verschiedenen Anlagentypen (Quelle: Herstellerangaben; ‚Abmessungen Gondel und Blätter Anlagenklasse Nordex Delta4000‘, Nordex, Dokument Nr. E0004289528 Rev. 03 vom 31.05.2019),
- Daten der Standortbesichtigung durch den Auftragnehmer am 16.02.2021 (Fotos vorhandener WEA und Immissionsorte, Feldprotokoll).

### 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].

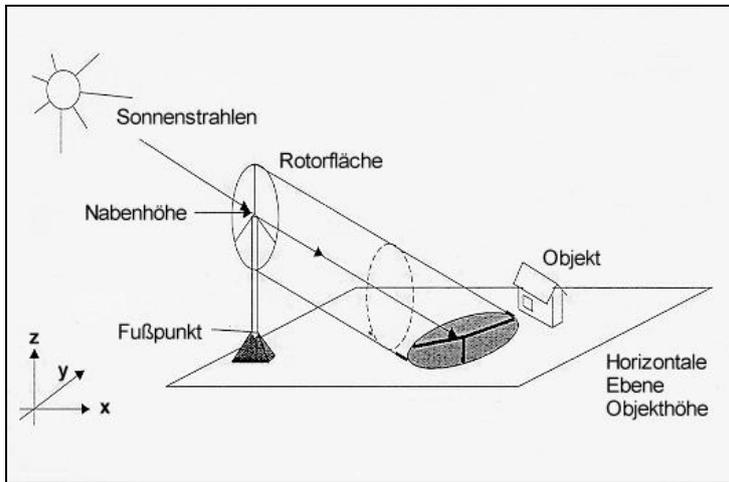
Kritische Bedingungen können insbesondere dann auftreten, wenn diese Immissionsorte bei niedrigem Sonnenstand in geringem Abstand hinter den Windenergieanlagen liegen.

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 Blatattiefe 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 Schattenwurfrezeptoren 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 getrübbten 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

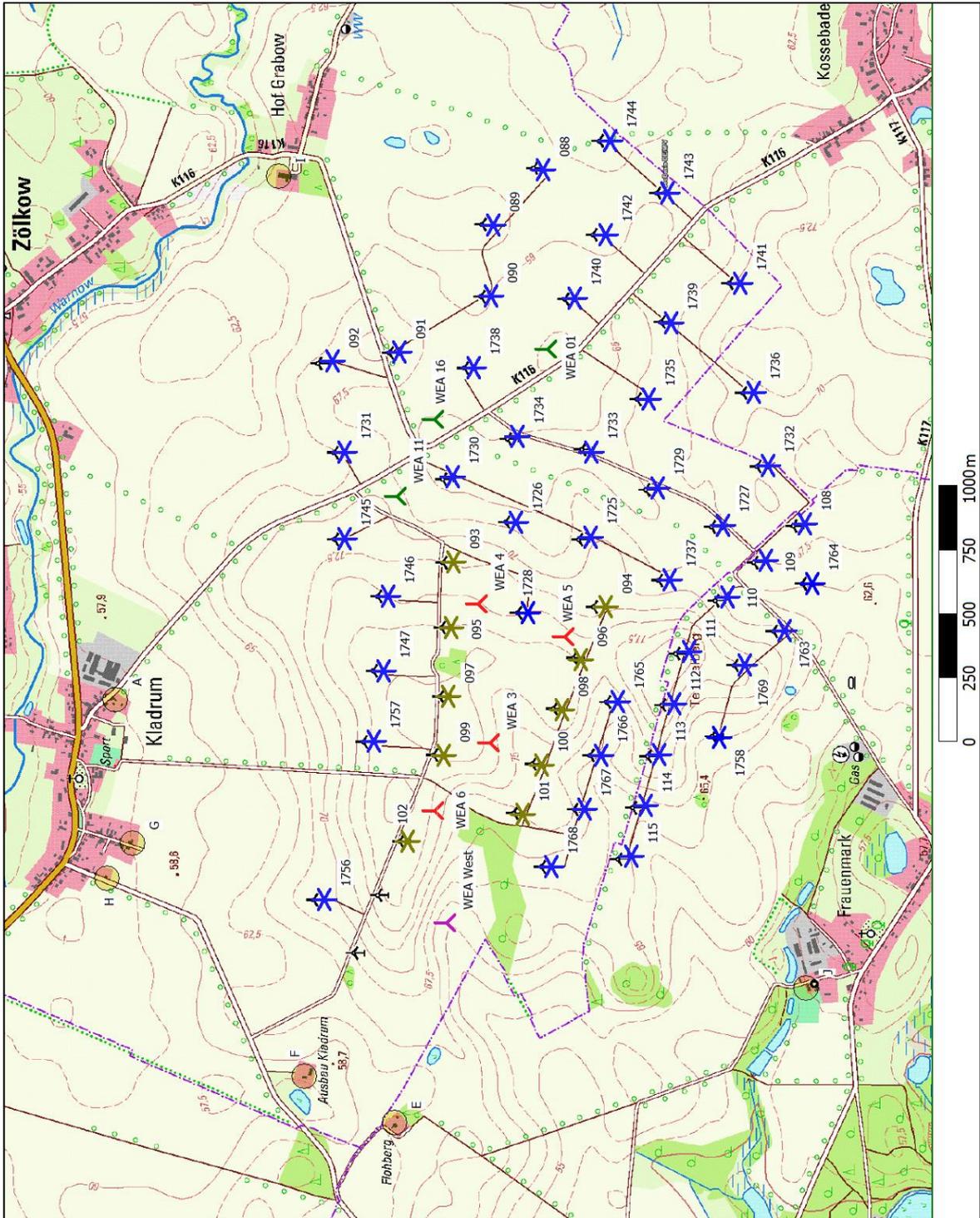
Die Standorte der bestehenden, beantragten, genehmigten und geplanten Windenergieanlagen befinden sich auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche südlich der Ortschaften Kladrum und Zölkow im Landkreis Ludwigslust-Parchim in Mecklenburg-Vorpommern. Im Süden der Freifläche befinden sich die Orte Kossebade und Frauenmark, im Westen die Ortslage Goldenbow.

Im möglichen Einwirkungsbereich der Schattenwurfimmissionen der geplanten Windenergieanlagen befinden sich die bereits oben genannten Ortschaften sowie einzelne Gehöfte im Außenbereich. Die Auswahl der Immissionsorte erfolgte aus Gründen der Kontinuität zwischen den Projektschritten des Auftraggebers in Anlehnung an die Schattenwurfprognose S-IBK-6840919-Rev.1 sowie anhand der Ergebnisse einer Standortbesichtigung am 16.02.2021. Die Schattenwurfrezeptoren wurden im Modell exemplarisch an den Windenergieanlagen zugewandten Fronten der relevanten Gebäude angelegt und in Anlehnung an den o.g. Bericht im sog. „Gewächshausmodus“ definiert, sodass sich die Schattenwurfimmissionen aus verschiedenen Richtungen kumulieren. Die in der o.g. Schattenwurfprognose betrachteten Immissionsorte B...D werden im vorliegenden Bericht nicht berücksichtigt, da sie sich außerhalb des Einwirkungsbereichs der geplanten WEA befinden (siehe Anhang 8.1).

In der Ortschaft Kladrum 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 8.3 belegt.

Die Positionen der Windenergieanlagen und der Immissionsorte sind in der nachfolgenden topografischen Karte gekennzeichnet. Die Bezeichnungen und Positionen der genehmigten, beantragten und geplanten Windenergieanlagen entsprechen den Vorgaben des Auftraggebers. Die Informationen zu den vorhandenen bzw. zum Rückbau vorgesehenen Windenergieanlagen entsprechen den Vorgaben des LUNG M-V – Frau Freitag. Die Positionen von neun dieser vorhandenen Windenergieanlagen wurden laut Aussage des Auftraggebers durch ein Vermessungsbüro neu eingemessen und werden daher im vorliegenden Bericht berücksichtigt.

In der Topografischen Karte, die der Darstellung zugrunde liegt, sind Windenergieanlagen durch schwarze Symbole dargestellt. Im Zuge eines Repowering-Projektes wurden einige der so dargestellten Anlagen inzwischen für den Rückbau vorgesehen und neue Anlagen beantragt, deren Standorte noch nicht in der Kartengrundlage enthalten sind.



Topografische Karte mit Positionen der vorhandenen Windenergieanlagen (blaue Symbole), der genehmigten WEA (grüne Symbole), der beantragten WEA (violette Symbole), der rückzubauenen WEA (ockerfarbene Symbole), der geplanten WEA (rote Symbole) und der Immissionsorte (A und E...J)

Luftbilder mit einer detaillierten Darstellung der Immissionsorte sind im Anhang 8.7 aufgeführt.

## 5.2 Technische Daten der Windenergieanlagen

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

Anlagenstatus		Anlagenbezeichnung	Ifd. Nr. LUNG M-V	Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Mittlere Blatttiefe [m]
Vorbelastung gesamt	vorhanden	V1497...1501	088...092	Vestas V66-1.75 MW	67	66	1,8
		GE6111037...42	110...115	Tacke TW 600e	60	46	1,4
		GE15510731...32	108, 109	ENRONWIND EW 1.5s	64,7	70	2,1
		E-70 01...8, E-70 10...20	1725...1727, 1729...1744	ENERCON E-70 E4/2000 kW	85	71	2,4
		E-70 09 <sup>1</sup>	1728	ENERCON E-70 E4/2000 kW	85	71	2,4
		NEG Micon	1745	NEG Micon NM72C/1500	80	72	2,2
		e.n.o. 92-01...03	1746, 1747, 1757	e.n.o. 92-2.2	103	92	2,4
		e.n.o. 82	1756	e.n.o. 82	108	82	2,1
		E-70 E4 01	1758	ENERCON E-70 E4/2000 kW	113,5	71	2,4
		E-70 E4 02...08	1763...1769	ENERCON E-70 E4/2300 kW	113,5	71	2,4
	Rückbau beabsichtigt	GE6111025...34	093...102	Tacke TW 600e	60	46	1,4
	genehmigt	WEA 01, WEA 11, WEA 16	-	NORDEX N131/3300	164	131	2,5
	beantragt	WEA West	-	NORDEX N149/5.X	125	149	2,7
Zusatzbelastung	geplant	WEA 3...6	-	NORDEX N163 5.X	164	163	2,6

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

<sup>1</sup> Diese WEA wird in der Berechnungsvariante BV2 als zusätzlich rückzubauende Anlage berücksichtigt.

## 6 Berechnungsergebnisse

### 6.1 Schattenwurfdauer für die definierten Rezeptoren

Die Berechnung der Vorbelastung an den sieben betrachteten Immissionsorten erfolgte zunächst unter Einbeziehung aller 56 vorhandenen Anlagen, drei genehmigten Anlagen sowie einer beantragten Anlage (siehe Berechnungsbericht „gesamte Vorbelastung“ im Anhang 8.4).

In der nachfolgenden Tabelle sind die Jahressummen und die maximalen täglichen Werte der Schattenwurfdauer nach astronomischer („worst case“) Betrachtungsweise für die gesamte Vorbelastung verzeichnet.

Immissionsort	jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
A Kladrum, Kosebader Weg 5	52:43	63
E Goldenbow, Flohberg 1	48:20	42
F Kladrum, Ausbau 1	63:36	43
G Kladrum, Bäckerstr. 7	33:01	28
H Kladrum, Goldenbower Str. 3	22:09	26
I Hof Grabow, Warnowstr. 2	78:51	49
J Frauenmark, Am Schloss 9	14:25	17

Tabelle 2: Schattenwurfimmissionen – **gesamte Vorbelastung**

Im vorliegenden Bericht werden zwei Varianten des Repowering betrachtet. Zum einen ein vorgesehener Rückbau von zehn WEA des Typs Tacke TW 600e (BV1) und zum anderen der zusätzliche Rückbau einer weiteren WEA des Typs ENERCON E-70 (BV2).

Damit ergibt sich für die Berechnungsvariante BV1 eine reduzierte Vorbelastung von 46 vorhandenen sowie drei genehmigten und einer beantragten WEA. Für die Berechnungsvariante BV2 sind 45 vorhandene Anlagen sowie drei genehmigte und eine beantragte WEA als Vorbelastung zu berücksichtigen. Wie im Anhang 8.4 im Berechnungsbericht „gesamte Vorbelastung“ unter „Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA“ und in der Darstellung des Einwirkungsbereichs der rückzubauenden Anlagen (BV1/BV2) im Anhang 8.1 ersichtlich ist, verursachen weder die zehn Anlagen GE6111025...34 des Typs Tacke TW 600e noch die Anlage E-70 09 des Typs ENERCON E-70 Schattenwurf an den betrachteten Immissionsorten. Folglich entspricht die reduzierte Vorbelastung für beide Berechnungsvarianten der gesamten Vorbelastung.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Jahressummen und die maximalen täglichen Werte der Schattenwurfdauer nach astronomischer („worst case“) Betrachtungsweise für die Zusatzbelastung dargestellt.

Immissionsort	jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
A Kladrup, Kossebader Weg 5	0:00	0
E Goldenbow, Flohberg 1	25:07	35
F Kladrup, Ausbau 1	23:26	33
G Kladrup, Bäckerstr. 7	23:24	25
H Kladrup, Goldenbower Str. 3	0:00	0
I Hof Grabow, Warnowstr. 2	0:00	0
J Frauenmark, Am Schloss 9	0:00	0

Tabelle 3: Schattenwurfimmissionen – **Zusatzbelastung**

Auf Basis der Vorbelastung wurde abschließend unter Berücksichtigung der Zusatzbelastung durch die vier geplanten Anlagen die zu erwartende Gesamtbelastung berechnet.

Da bei beiden Berechnungsvarianten (BV1 und BV2) die gesamte Vorbelastung der reduzierten Vorbelastung entspricht, ist die Gesamtbelastung für beide Varianten identisch.

Die Jahressummen und die maximalen täglichen Werte der Schattenwurfdauer nach astronomischer („worst case“) Betrachtungsweise sind für die Gesamtbelastung der 46 bzw. 45 vorhandenen, der drei genehmigten Anlagen sowie einer beantragten Anlage und der vier geplanten Windenergieanlagen in der folgenden Tabelle dargestellt.

Immissionsort	jährliche Schattenwurfdauer [hh:mm] „worst case“	maximale tägliche Schattenwurfdauer [min] „worst case“
A Kladrup, Kossebader Weg 5	52:43	63
E Goldenbow, Flohberg 1	61:31 ↗	58 ↗
F Kladrup, Ausbau 1	87:02 ↗	54 ↗
G Kladrup, Bäckerstr. 7	40:23 ↗	33 ↗
H Kladrup, Goldenbower Str. 3	22:09	26
I Hof Grabow, Warnowstr. 2	78:51	49
J Frauenmark, Am Schloss 9	14:25	17

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 8.4 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, genehmigten und beantragten Anlagen der **gesamten Vorbelastung** können an den Immissionsorten A und E...J Schattenwurfimmissionen auftreten, wobei die genannten Richtwertempfehlungen für die kumulierte jährliche und die maximale tägliche Schattenwurfdauer an den Immissionsorten H und J unterschritten werden. Am Immissionsort G wird der Richtwert für die kumulierte jährliche Schattenwurfdauer überschritten und der Richtwert für die maximale tägliche Schattenwurfdauer unterschritten. An den Immissionsorten A, E, F und I kommt es jedoch zur Überschreitung der Immissionsrichtwertempfehlungen für die jährliche und tägliche Schattenwurfdauer. Die Überschreitungen sind in der Tabelle 2 grau hinterlegt.

Der vorgesehene Rückbau von zehn (BV1) bzw. elf Anlagen (BV2) hat bei der Betrachtung der **reduzierten Vorbelastung BV1/BV2** an den betrachteten Immissionsorten keine Auswirkungen auf die Immissionssituation, d.h. von den betroffenen Anlagen gehen keine Schattenwurfimmissionen an den genannten Immissionsorten aus (siehe auch Angaben zur „Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA“ im Berechnungsbericht der gesamten Vorbelastung im Anhang 8.4).

Die Immissionswerte der **Gesamtbelastung** entsprechen an den Immissionsorten A und H...J 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 Immissionsorten E und F – an denen es bereits durch die Vorbelastung zu Überschreitungen der Richtwertempfehlungen kommt – nimmt die kumulierte jährliche und maximale tägliche Schattenwurfdauer durch die geplanten Anlagen zu. Am Immissionsort G – an dem durch die Vorbelastung bereits der Richtwert für die kumulierte jährliche Schattenwurfdauer überschritten wurde – wird nun auch der Richtwert für die maximale tägliche Schattenwurfdauer überschritten. Die Überschreitungen sind in der Tabelle 4 grau hinterlegt.

Eine Übersicht der zeitlichen Verteilung der Schattenwurfimmissionen ist im grafischen Schattenwurfkalender im Anhang 8.5 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
E	Goldenbow, Flohberg 1	Morgenstunden Februar bis Mai und Juli bis November	WEA West, 1756, 1757, 1767, 1768, WEA 3, WEA 6
F	Kladrum, Ausbau 1	Morgenstunden August bis April	WEA West, 1747, 1756, 1757, 1767, 1768, WEA 3, WEA 6
G	Kladrum, Bäckerstr. 7	Morgenstunden Oktober bis Februar	WEA 11, 1745, 1746, 1747, 1757, WEA 4

Tabelle 5: Auftretende Schattenwurfimmissionen an den Immissionsorten und verursachende WEA

Da es zur Überschreitung des Immissionsrichtwerts bezüglich der kumulierten jährlichen und/oder maximalen täglichen Schattenwurfdauer an mehreren Immissionsorten kommt, sollte die Einhaltung der Immissionsrichtwertempfehlungen durch technische Maßnahmen gewährleistet werden.

Mehrere marktgängige technische Lösungen können garantieren, dass die den Schattenwurf verursachenden Windenergieanlagen in kritischen Zeiträumen außer Betrieb genommen werden. Sie bestehen aus einer Ergänzung der Anlagensteuerung mit einprogrammierten Anlagen- und Nachbarpositionen, die in Verbindung mit einem Strahlungssensor die Abschaltung der Anlage(n) veranlassen.

Die Überschreitung der Richtwertempfehlungen an den Immissionsorten A und I wird nur von den Anlagen der Vorbelastung verursacht. Die Einhaltung der genannten Richtwertempfehlungen an diesen Immissionsorten kann daher nicht durch technische Maßnahmen an den geplanten Anlagen sichergestellt werden. Es sei hier auf die – dem Auftragnehmer nicht vorliegenden – Genehmigungsunterlagen der o. g. Bestandsanlagen verwiesen, in denen entsprechende Vorgaben zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte – beispielsweise durch Installation von Abschaltmodulen – genannt sein sollten.

Um eine weitere Zunahme der Schattenwurfimmissionen an den Immissionsorten E...G – an dem zumindest von einer Ausschöpfung der Immissionsrichtwerte durch die Anlagen der Vorbelastung ausgegangen werden muss – sicher vermeiden zu können, sind **die geplanten Anlagen mit der Bezeichnung WEA 3, WEA 4 und WEA 6 mit einer solchen Abschalteinrichtung auszustatten.**<sup>2</sup> Durch den Anlagenbetreiber ist sicherzustellen, dass bei Einsatz dieser hier beschriebenen technischen Abschalteinrichtungen sowohl die einprogrammierten Positionen der Windenergieanlagen als auch sämtlicher kritischer Immissionsorte mit möglicher Überschreitung von Immissionsrichtwertempfehlungen mit der Realität übereinstimmen. Die Parametrierung der Abschaltmodule auf eine tatsächliche Beschattungsdauer von *maximal 8 h pro Jahr* (bei Berücksichtigung meteorologischer Parameter, wie z.B. der Intensität des Sonnenlichtes) bzw. auf eine astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von 30 h pro Jahr (bei Nichtberücksichtigung meteorologischer Parameter) sowie *maximal 30 min pro Tag* ist in den Richtlinien [3] festgehalten. In den Anlagen WEA 3, WEA 4 und WEA 6 sind die zu installierenden Schattenwurfabschaltmodule so zu parametrieren, dass aufgrund der bereits durch die Vorbelastung zumindest anzunehmenden Ausschöpfung der Immissionsrichtwerte kein weiterer Schattenwurf an den kritischen Immissionsorten E...G sowie an benachbart gelegenen Häusern verursacht wird.

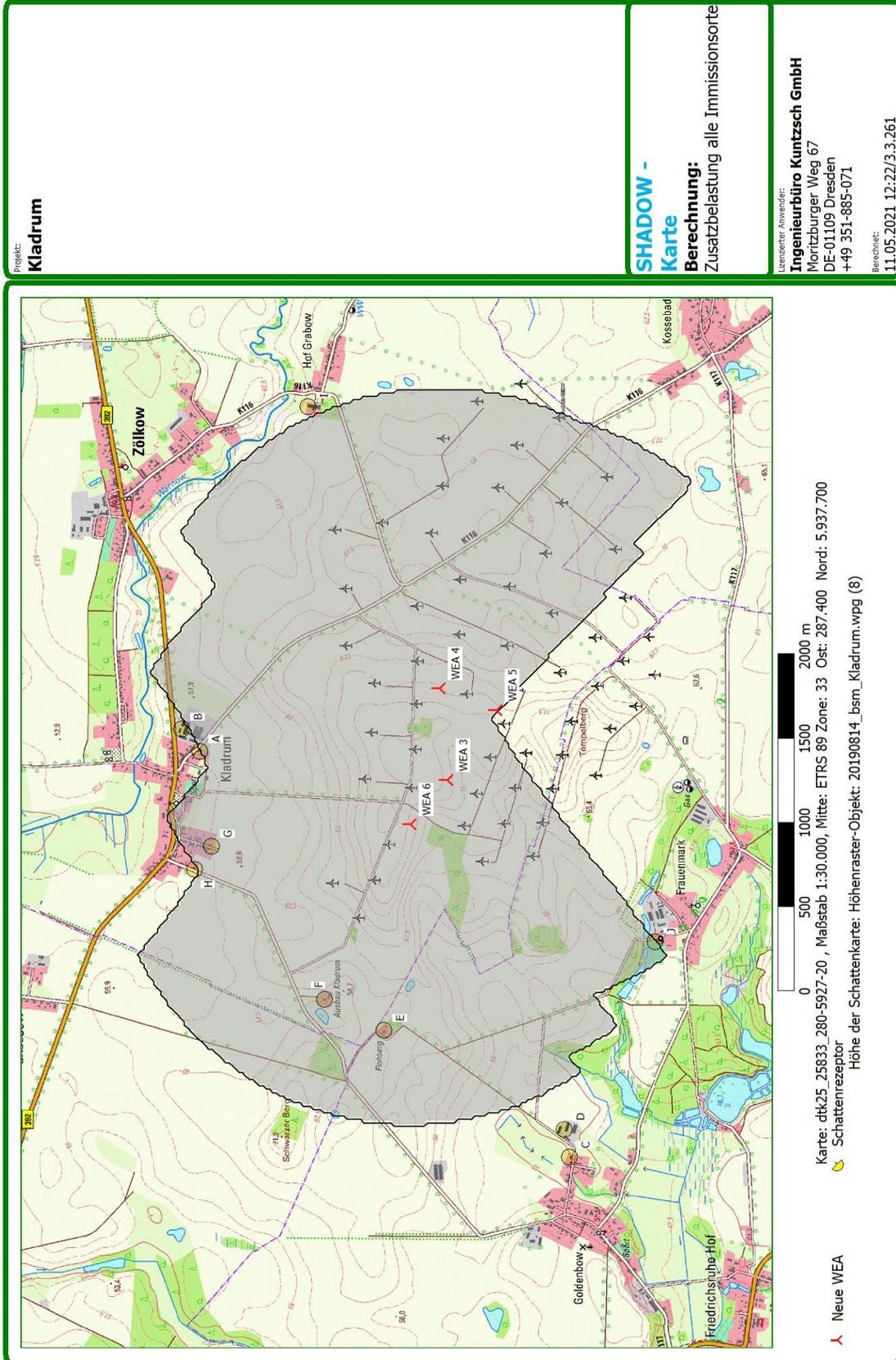
<sup>2</sup> Wie im Anhang unter 8.4 und 8.5 ersichtlich ist, werfen nur die WEA 3, WEA 4 und WEA 6 Schatten an den kritischen Immissionsorten E...G. Folglich ist eine Ausstattung der weiteren geplanten WEA 5 mit einem Schattenwurfabschaltmodul nicht notwendig.

## 7 Literaturhinweise

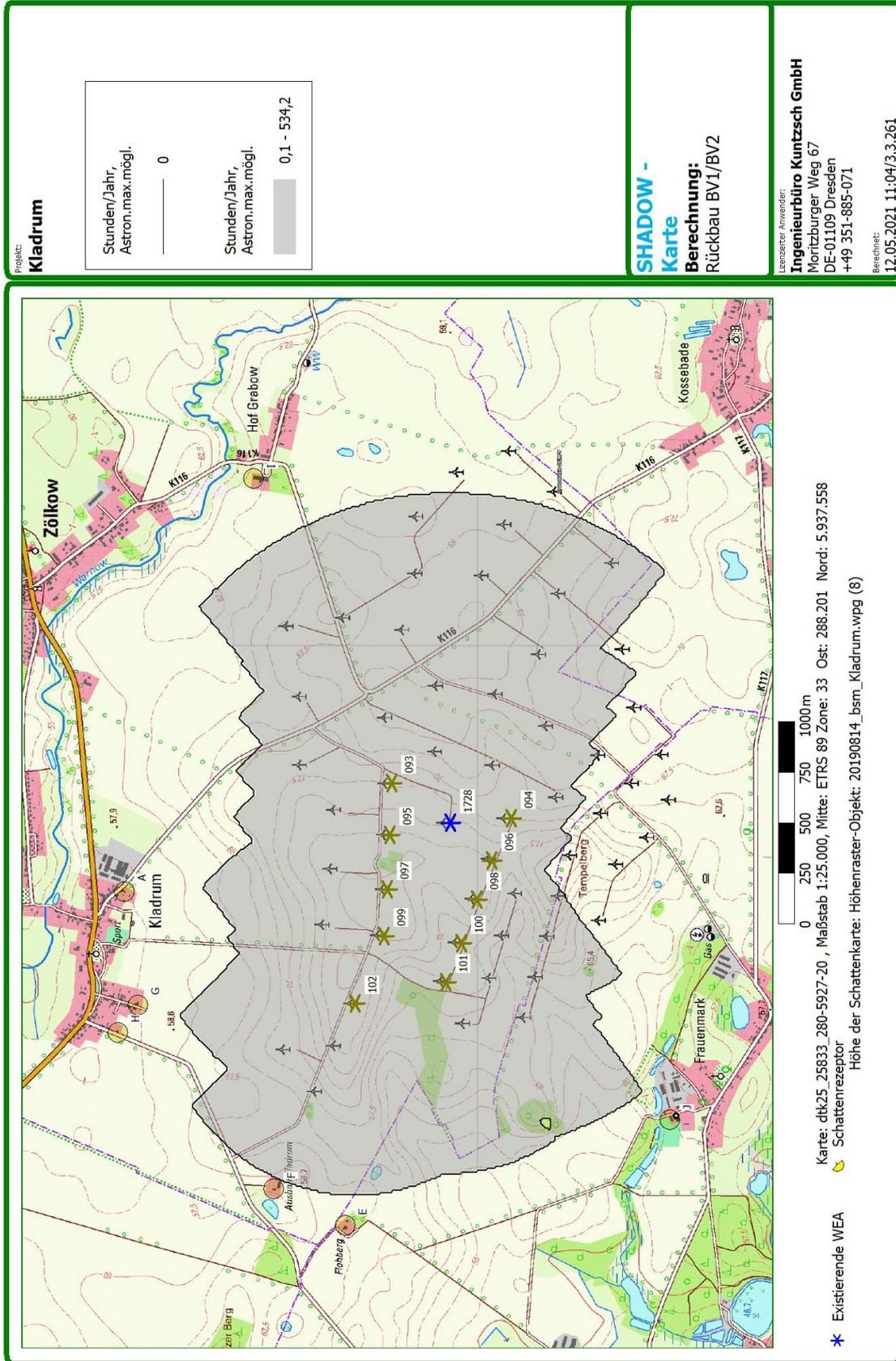
- [1] Pohl, J., F. Faul und R. Mausfeld (1999): Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen. - Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. – u.a. in: „Materialien zur Umwelt“, Heft 4/1999, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie des Bundeslandes 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 Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Leitlinie). – Potsdam, 24.03.2003, zuletzt geändert am 02.12.2019.
- [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

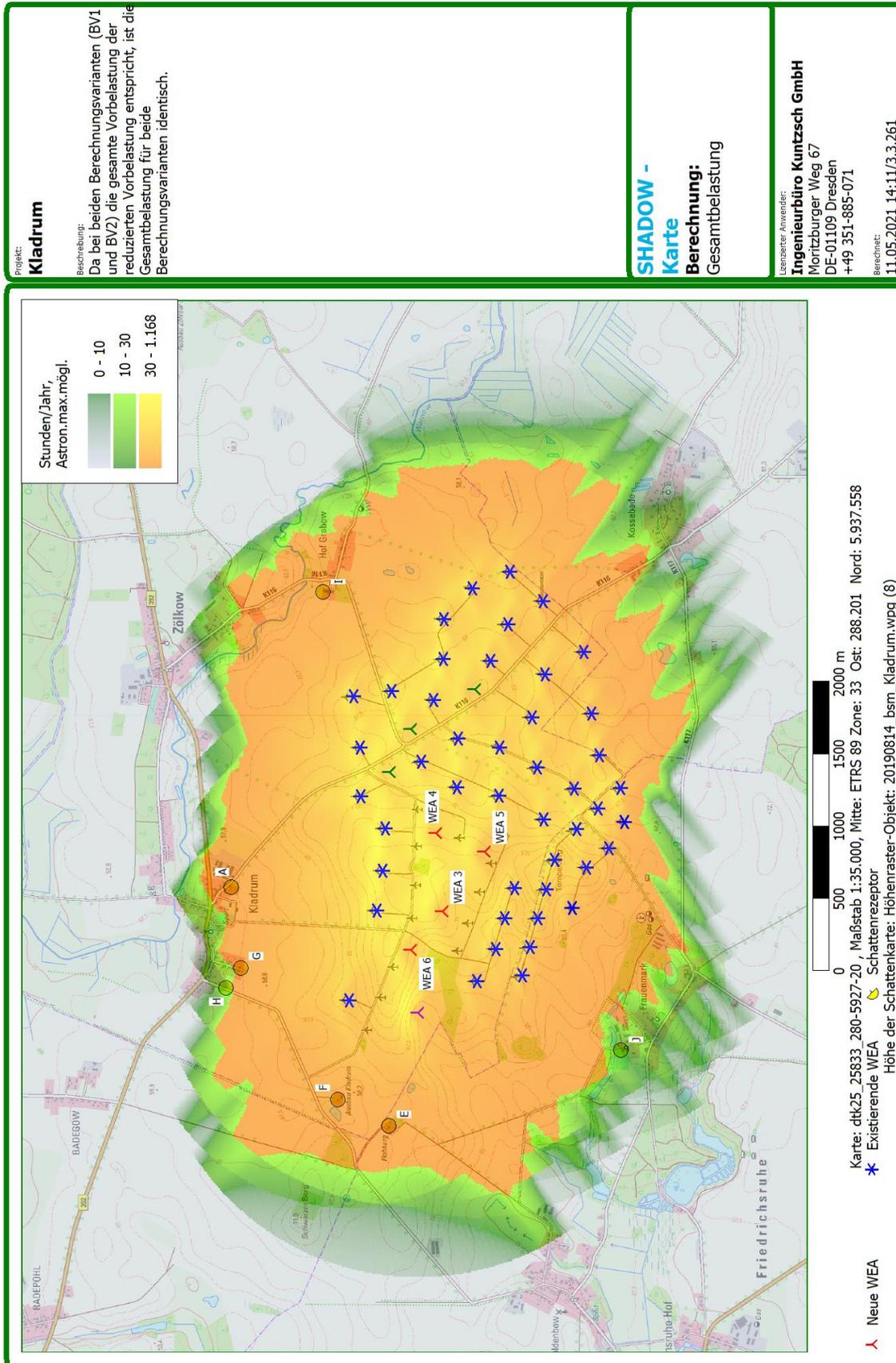
### 8.1 Einwirkungsbereich der geplanten Anlagen



## 8.2 Einwirkungsbereich der rückzubauenden Anlagen



### 8.3 Kartografische Darstellung der kumulierten jährlichen Schattenwurfdauer (Gesamtbelastung)



## 8.4 Berechnungsberichte der Prognosesoftware

gesamte Vorbelastung:

**Projekt:**  
**Kladrum**

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

**Berechnet:**  
12.05.2021 10:18/3.3.261

**SHADOW - Hauptergebnis**  
**Berechnung:** gesamte Vorbelastung

**Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs**

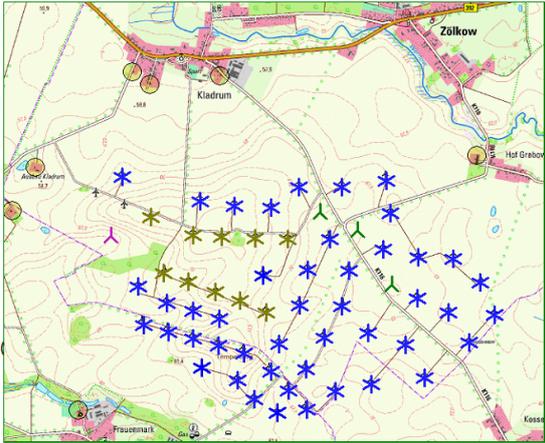
Beschattungsbereich der WEA  
Schatten nur relevant, wo Rotorblatt mind. 20% der Sonne verdeckt  
Siehe WEA-Tabelle

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 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: 20190814\_bsm\_Kladrum.wpg  
Hindernisse in Berechnung nicht verwendet  
Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m  
Rasterauflösung: 1,0 m

Alle Koordinatenangaben in:  
ETRS 89 Zone: 33



Maßstab 1:50.000

▲ Neue WEA      ★ Existierende WEA      ● Schattenrezeptor

**WEA**

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller	Typ				Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]								[m]	[U/min]
088	290.121	5.937.438	64,5	V1501	Ja	VESTAS	V66-1.75 MW-1.750	1.750	66,0	67,0	1.238	21,3
089	289.904	5.937.634	67,5	V1500	Ja	VESTAS	V66-1.75 MW-1.750	1.750	66,0	67,0	1.238	21,3
090	289.626	5.937.642	67,5	V1498	Ja	VESTAS	V66-1.75 MW-1.750	1.750	66,0	67,0	1.238	21,3
091	289.404	5.937.999	69,4	V1497	Ja	VESTAS	V66-1.75 MW-1.750	1.750	66,0	67,0	1.238	21,3
092	289.370	5.938.262	68,9	V1499	Ja	VESTAS	V66-1.75 MW-1.750	1.750	66,0	67,0	1.238	21,3
093	288.579	5.937.789	73,5	GE6111030	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
094	288.403	5.937.196	73,3	GE6111025	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
095	288.319	5.937.797	79,2	GE6111031	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
096	288.193	5.937.291	77,6	GE6111026	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
097	288.049	5.937.809	82,1	GE6111032	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
098	287.997	5.937.366	79,7	GE6111027	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
099	287.817	5.937.826	80,2	GE6111033	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
100	287.780	5.937.444	76,0	GE6111028	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
101	287.585	5.937.518	73,4	GE6111029	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
102	287.479	5.937.968	79,7	GE6111034	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
108	288.730	5.936.415	69,1	GE15510732	Ja	Enron Wind	EW 1.5s-1.500	1.500	70,5	64,7	1.412	20,0
109	288.585	5.936.569	67,5	GE15510731	Ja	Enron Wind	EW 1.5s-1.500	1.500	70,5	64,7	1.412	20,0
110	288.442	5.936.720	67,5	GE6111042	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
111	288.227	5.936.869	80,0	GE6111041	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
112	288.021	5.936.927	77,8	GE6111040	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
113	287.821	5.936.985	74,5	GE6111039	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
114	287.620	5.937.040	66,8	GE6111038	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
115	287.421	5.937.096	65,0	GE6111037	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
1725	288.675	5.937.255	70,0	E-70_11	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1726	288.735	5.937.545	67,5	E-70_12	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1727	288.724	5.936.738	67,5	E-70_08	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1728	288.380	5.937.497	75,9	E-70_09	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1729	288.870	5.936.992	67,5	E-70_04	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1730	288.914	5.937.791	67,3	E-70_14	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1731	289.010	5.938.215	68,3	E-70_13	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1732	288.958	5.936.560	70,0	E-70_03	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1733	289.010	5.937.250	67,5	E-70_06	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1734	289.072	5.937.539	67,3	E-70_07	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1735	289.220	5.937.029	67,5	E-70_01	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1736	289.246	5.936.615	72,5	E-70_02	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0

*(Fortsetzung nächste Seite)...*

windPRO 3.3.261 | EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

12.05.2021 10:18 / 1



Schattenwurfprognose – Kladrum (S-IBK-1210521)

Seite 19 von 38

Projekt:

**Kladrum**

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

12.05.2021 10:18/3.3.261

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** gesamte Vorbelastung

...(Fortsetzung von letzter Seite)

	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]
1737	288.508	5.936.945	69,3	E-70_10	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1738	289.342	5.937.709	67,5	E-70_05	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1739	289.520	5.936.939	67,5	E-70_19	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1740	289.615	5.937.315	67,3	E-70_15	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1741	289.675	5.936.668	71,5	E-70_20	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1742	289.867	5.937.195	65,8	E-70_16	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1743	290.031	5.936.953	65,6	E-70_18	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1744	290.235	5.937.178	62,6	E-70_17	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1745	288.670	5.938.214	72,5	NEG-Micon	Ja	NEG MICON	NM72C/1500-1.500/400	1.500	72,0	80,0	1.497	17,3
1746	288.445	5.938.044	75,4	e.n.o. 92-01	Ja	eno	92-2.2-2.200	2.200	92,8	103,0	1.625	14,8
1747	288.151	5.938.061	80,0	e.n.o. 92-02	Ja	eno	92-2.2-2.200	2.200	92,8	103,0	1.625	14,8
1756	287.250	5.938.294	68,9	e.n.o. 82	Nein	eno	82-2.050	2.050	82,4	108,0	1.444	17,9
1757	287.874	5.938.099	77,8	e.n.o. 92-03	Ja	eno	92-2.2-2.200	2.200	92,8	103,0	1.625	14,8
1758	287.890	5.936.750	67,5	E-70 E4_01	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	113,5	1.642	20,0
1763	288.308	5.936.496	68,9	E-70 E4_02	Ja	ENERCON	E-70 E4/2300 kW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
1764	288.493	5.936.388	66,2	E-70 E4_03	Ja	ENERCON	E-70 E4/2300 kW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
1765	288.030	5.937.149	73,0	E-70 E4_04	Ja	ENERCON	E-70 E4/2300 kW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
1766	287.819	5.937.213	70,7	E-70 E4_05	Ja	ENERCON	E-70 E4/2300 kW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
1767	287.607	5.937.277	70,9	E-70 E4_06	Ja	ENERCON	E-70 E4/2300 kW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
1768	287.380	5.937.407	69,3	E-70 E4_07	Ja	ENERCON	E-70 E4/2300 kW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
1769	288.175	5.936.650	75,0	E-70 E4_08	Ja	ENERCON	E-70 E4/2300 kW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
WEA 01	289.416	5.937.422	67,6	WEA 01	Ja	NORDEX	N131/3300-3.300	3.300	131,0	164,0	1.723	10,9
WEA 11	288.839	5.938.010	69,4	WEA 11	Ja	NORDEX	N131/3300-3.300	3.300	131,0	164,0	1.723	10,9
WEA 16	289.139	5.937.863	66,0	WEA 16	Ja	NORDEX	N131/3300-3.300	3.300	131,0	164,0	1.723	10,9
WEA West	287.161	5.937.815	66,1	WEA West	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	125,0	1.839	10,7

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
					[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	Kladrum, Kossebader Weg 5	288.038	5.939.109	57,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	Goldenbow, Flohberg 1	286.374	5.938.018	62,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	Kladrum, Ausbau 1	286.559	5.938.371	60,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	Kladrum, Bäckerstr. 7	287.474	5.939.041	57,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	Kladrum, Goldenbower Str. 3	287.336	5.939.141	56,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Hof Grabow, Warnowstr. 2	290.099	5.938.470	60,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	Frauenmark, Am Schloss 9	286.903	5.936.410	55,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0

### Berechnungsergebnisse

Schattenrezeptor

#### astron. max. mögl. Beschattungsdauer

Nr.	Name	Stunden/Jahr [h/a]	Schattentage/Jahr [d/a]	Max.Schattendauer/Tag [h/d]
A	Kladrum, Kossebader Weg 5	52:43	82	1:03
E	Goldenbow, Flohberg 1	48:20	134	0:42
F	Kladrum, Ausbau 1	63:36	153	0:43
G	Kladrum, Bäckerstr. 7	33:01	106	0:28
H	Kladrum, Goldenbower Str. 3	22:09	78	0:26
I	Hof Grabow, Warnowstr. 2	78:51	152	0:49
J	Frauenmark, Am Schloss 9	14:25	81	0:17

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal [h/a]
088	V1501	0:00
089	V1500	0:00
090	V1498	0:00
091	V1497	7:35

(Fortsetzung nächste Seite)...

Projekt:

**Kladrum**

Lizenzierter Anwender:

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

Berechnet:

12.05.2021 10:18/3.3.261

## SHADOW - Hauptergebnis

**Berechnung:** gesamte Vorbelastung

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]
092	V1499	6:58
093	GE6111030	0:00
094	GE6111025	0:00
095	GE6111031	0:00
096	GE6111026	0:00
097	GE6111032	0:00
098	GE6111027	0:00
099	GE6111033	0:00
100	GE6111028	0:00
101	GE6111029	0:00
102	GE6111034	0:00
108	GE15510732	0:00
109	GE15510731	0:00
110	GE6111042	0:00
111	GE6111041	0:00
112	GE6111040	0:00
113	GE6111039	0:00
114	GE6111038	0:00
115	GE6111037	0:00
1725	E-70_11	0:00
1726	E-70_12	0:00
1727	E-70_08	0:00
1728	E-70_09	0:00
1729	E-70_04	0:00
1730	E-70_14	2:28
1731	E-70_13	7:34
1732	E-70_03	0:00
1733	E-70_06	0:54
1734	E-70_07	4:23
1735	E-70_01	0:00
1736	E-70_02	0:00
1737	E-70_10	0:00
1738	E-70_05	12:34
1739	E-70_19	0:00
1740	E-70_15	0:00
1741	E-70_20	0:00
1742	E-70_16	0:00
1743	E-70_18	0:00
1744	E-70_17	0:00
1745	NEG-Micon	14:13
1746	e.n.o. 92-01	9:00
1747	e.n.o. 92-02	27:19
1756	e.n.o. 82	35:46
1757	e.n.o. 92-03	11:29
1758	E-70 E4_01	6:52
1763	E-70 E4_02	2:26
1764	E-70 E4_03	1:53
1765	E-70 E4_04	0:00
1766	E-70 E4_05	0:00
1767	E-70 E4_06	6:23
1768	E-70 E4_07	9:56
1769	E-70 E4_08	3:14
WEA 01	WEA 01	20:34
WEA 11	WEA 11	37:24
WEA 16	WEA 16	24:32
WEA West	WEA West	68:42

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:

Projekt: <b>Kladrum</b>	Lizenzierter Anwender: <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
Berechnet: 11.05.2021 11:57/3.3.261	

## SHADOW - Hauptergebnis

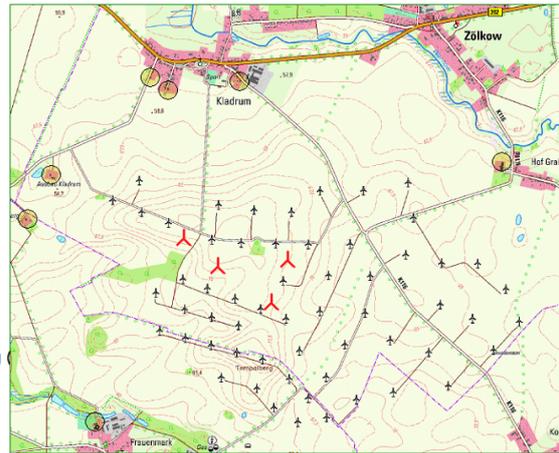
**Berechnung:** Zusatzbelastung

### 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: 20190814\_bsm\_Kladrum.wpg  
 Hindernisse in Berechnung nicht verwendet  
 Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m  
 Rasterauflösung: 1,0 m



Maßstab 1:50.000  
 ▲ 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]
WEA 3	287.868	5.937.644	78,6	WEA 3	Nein	NORDEX N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	11,3
WEA 4	288.415	5.937.691	76,1	WEA 4	Nein	NORDEX N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	11,3
WEA 5	288.285	5.937.355	77,0	WEA 5	Nein	NORDEX N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	11,3
WEA 6	287.601	5.937.863	76,7	WEA 6	Nein	NORDEX N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	11,3

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
A	Kladrum, Kossebader Weg 5	288.038	5.939.109	57,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	Goldenbow, Flohberg 1	286.374	5.938.018	62,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	Kladrum, Ausbau 1	286.559	5.938.371	60,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	Kladrum, Bäckerstr. 7	287.474	5.939.041	57,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	Kladrum, Goldenbower Str. 3	287.336	5.939.141	56,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Hof Grabow, Warnowstr. 2	290.099	5.938.470	60,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	Frauenmark, Am Schloss 9	286.903	5.936.410	55,4	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]
A	Kladrum, Kossebader Weg 5	0:00	0	0:00
E	Goldenbow, Flohberg 1	25:07	61	0:35
F	Kladrum, Ausbau 1	23:26	55	0:33
G	Kladrum, Bäckerstr. 7	23:24	64	0:25
H	Kladrum, Goldenbower Str. 3	0:00	0	0:00
I	Hof Grabow, Warnowstr. 2	0:00	0	0:00
J	Frauenmark, Am Schloss 9	0:00	0	0:00

Gesamtbelastung:

<b>Projekt:</b> <b>Kladrum</b>	<b>Beschreibung:</b> Da bei beiden Berechnungsvarianten (BV1 und BV2) die gesamte Vorbelastung der reduzierten Vorbelastung entspricht, ist die Gesamtbelastung für beide Berechnungsvarianten identisch.	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
		<b>Berechnet:</b> 11.05.2021 14:11/3.3.261

**SHADOW - Hauptergebnis**

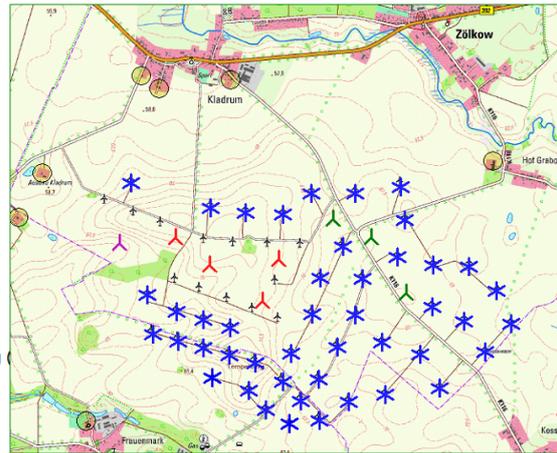
**Berechnung:** Gesamtbelastung

**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 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: 20190814\_bsm\_Kladrum.wpg  
 Hindernisse in Berechnung nicht verwendet  
 Berechnungshöhe ü.Gr. für Karte: 1,5 m  
 Rasterauflösung: 1,0 m



Maßstab 1:50.000  
 ▲ Neue WEA    \* Existierende WEA    ● Schattenrezeptor

Alle Koordinatenangaben in:  
ETRS 89 Zone: 33

**WEA**

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Schattendaten				
					Ak-tuell	Hersteller	Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Naben-höhe	Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]				[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]	
088	290.121	5.937.438	64,5	V1501	Ja	VESTAS	V66-1.75 MW-1.750	1.750	66,0	67,0	1.238	21,3
089	289.904	5.937.634	67,5	V1500	Ja	VESTAS	V66-1.75 MW-1.750	1.750	66,0	67,0	1.238	21,3
090	289.626	5.937.642	67,5	V1498	Ja	VESTAS	V66-1.75 MW-1.750	1.750	66,0	67,0	1.238	21,3
091	289.404	5.937.999	69,4	V1497	Ja	VESTAS	V66-1.75 MW-1.750	1.750	66,0	67,0	1.238	21,3
092	289.370	5.938.262	68,9	V1499	Ja	VESTAS	V66-1.75 MW-1.750	1.750	66,0	67,0	1.238	21,3
108	288.730	5.936.415	69,1	GE15510732	Ja	Enron Wind	EW 1.5s-1.500	1.500	70,5	64,7	1.412	20,0
109	288.585	5.936.569	67,5	GE15510731	Ja	Enron Wind	EW 1.5s-1.500	1.500	70,5	64,7	1.412	20,0
110	288.442	5.936.720	67,5	GE6111042	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
111	288.227	5.936.869	80,0	GE6111041	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
112	288.021	5.936.927	77,8	GE6111040	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
113	287.821	5.936.985	74,5	GE6111039	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
114	287.620	5.937.040	66,8	GE6111038	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
115	287.421	5.937.096	65,0	GE6111037	Ja	TACKE	TW 600e-600/200	600	46,0	60,0	949	24,0
1725	288.675	5.937.255	70,0	E-70_11	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1726	288.735	5.937.545	67,5	E-70_12	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1727	288.724	5.936.738	67,5	E-70_08	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1729	288.870	5.936.992	67,5	E-70_04	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1730	288.914	5.937.791	67,3	E-70_14	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1731	289.010	5.938.215	68,3	E-70_13	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1732	288.958	5.936.560	70,0	E-70_03	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1733	289.010	5.937.250	67,5	E-70_06	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1734	289.072	5.937.539	67,3	E-70_07	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1735	289.220	5.937.029	67,5	E-70_01	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1736	289.246	5.936.615	72,5	E-70_02	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1737	288.508	5.936.945	69,3	E-70_10	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1738	289.342	5.937.709	67,5	E-70_05	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1739	289.520	5.936.939	67,5	E-70_19	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1740	289.615	5.937.315	67,3	E-70_15	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1741	289.675	5.936.668	71,5	E-70_20	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1742	289.867	5.937.195	65,8	E-70_16	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1743	290.031	5.936.953	65,6	E-70_18	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1744	290.235	5.937.178	62,6	E-70_17	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	85,0	1.643	20,0
1745	288.670	5.938.214	72,5	NEG-Micon	Ja	NEG MICON	NM72C/1500-1.500/400	1.500	72,0	80,0	1.497	17,3
1746	288.445	5.938.044	75,4	e.n.o. 92-01	Ja	eno	92-2.2-2.200	2.200	92,8	103,0	1.625	14,8
1747	288.151	5.938.061	80,0	e.n.o. 92-02	Ja	eno	92-2.2-2.200	2.200	92,8	103,0	1.625	14,8

(Fortsetzung nächste Seite)...

<b>Projekt:</b> <b>Kladrum</b>	<b>Beschreibung:</b> Da bei beiden Berechnungsvarianten (BV1 und BV2) die gesamte Vorbelastung der reduzierten Vorbelastung entspricht, ist die Gesamtbelastung für beide Berechnungsvarianten identisch.	<b>Lizenziertes Anwender:</b> <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
		<b>Berechnet:</b> 11.05.2021 14:11/3.3.261

## SHADOW - Hauptergebnis

### Berechnung: Gesamtbelastung

...(Fortsetzung von letzter Seite)

	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Beschreibung	WEA-Typ		Typ	Nennleistung	Rotor-durchmesser	Nabenhöhe	Schattendaten	
					Aktuell	Hersteller					Beschatt.-Bereich	U/min
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[U/min]
1756	287.250	5.938.294	68,9	e.n.o. 82	Nein	eno	82-2.050	2.050	82,4	108,0	1.444	17,9
1757	287.874	5.938.099	77,8	e.n.o. 92-03	Ja	eno	92-2.2-2.200	2.200	92,8	103,0	1.625	14,8
1758	287.890	5.936.750	67,5	E-70 E4_01	Ja	ENERCON	E-70 E4/2000 kW-2.000	2.000	71,0	113,5	1.642	20,0
1763	288.308	5.936.496	68,9	E-70 E4_02	Ja	ENERCON	E-70 E4/2300 kW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
1764	288.493	5.936.388	66,2	E-70 E4_03	Ja	ENERCON	E-70 E4/2300 kW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
1765	288.030	5.937.149	73,0	E-70 E4_04	Ja	ENERCON	E-70 E4/2300 kW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
1766	287.819	5.937.213	70,7	E-70 E4_05	Ja	ENERCON	E-70 E4/2300 kW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
1767	287.607	5.937.277	70,9	E-70 E4_06	Ja	ENERCON	E-70 E4/2300 kW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
1768	287.380	5.937.407	69,3	E-70 E4_07	Ja	ENERCON	E-70 E4/2300 kW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
1769	288.175	5.936.650	75,0	E-70 E4_08	Ja	ENERCON	E-70 E4/2300 kW-2.300	2.300	71,0	113,5	1.642	20,0
WEA 01	289.416	5.937.422	67,6	WEA 01	Ja	NORDEX	N131/3300-3.300	3.300	131,0	164,0	1.723	10,9
WEA 11	288.839	5.938.010	69,4	WEA 11	Ja	NORDEX	N131/3300-3.300	3.300	131,0	164,0	1.723	10,9
WEA 16	289.139	5.937.863	66,0	WEA 16	Ja	NORDEX	N131/3300-3.300	3.300	131,0	164,0	1.723	10,9
WEA 3	287.868	5.937.644	78,6	WEA 3	Nein	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	11,3
WEA 4	288.415	5.937.691	76,1	WEA 4	Nein	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	11,3
WEA 5	288.285	5.937.355	77,0	WEA 5	Nein	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	11,3
WEA 6	287.601	5.937.863	76,7	WEA 6	Nein	NORDEX	N163/5.X-5.700	5.700	163,0	164,0	1.784	11,3
WEA West	287.161	5.937.815	66,1	WEA West	Ja	NORDEX	N149/5.X-5.700	5.700	149,0	125,0	1.839	10,7

### Schattenrezeptor-Eingabe

Nr.	Name	X(Ost)	Y(Nord)	Z	Breite	Höhe	Höhe ü.Gr.	Neigung des Fensters	Ausrichtungsmodus	Augenhöhe (ZVI) ü.Gr.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	Kladrum, Kossebader Weg 5	288.038	5.939.109	57,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
E	Goldenbow, Flohberg 1	286.374	5.938.018	62,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
F	Kladrum, Ausbau 1	286.559	5.938.371	60,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
G	Kladrum, Bäckerstr. 7	287.474	5.939.041	57,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
H	Kladrum, Goldenbower Str. 3	287.336	5.939.141	56,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
I	Hof Grabow, Warnowstr. 2	290.099	5.938.470	60,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Gewächshaus-Modus"	2,0
J	Frauenmark, Am Schloss 9	286.903	5.936.410	55,4	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]
A	Kladrum, Kossebader Weg 5	52:43	82	1:03
E	Goldenbow, Flohberg 1	61:31	134	0:58
F	Kladrum, Ausbau 1	87:02	186	0:54
G	Kladrum, Bäckerstr. 7	40:23	106	0:33
H	Kladrum, Goldenbower Str. 3	22:09	78	0:26
I	Hof Grabow, Warnowstr. 2	78:51	152	0:49
J	Frauenmark, Am Schloss 9	14:25	81	0:17

Gesamtmenge der max. mögl. Beschattung an Rezeptoren pro WEA

Nr.	Name	Maximal
		[h/a]
088	V1501	0:00
089	V1500	0:00
090	V1498	0:00
091	V1497	7:35
092	V1499	6:58
108	GE15510732	0:00
109	GE15510731	0:00
110	GE6111042	0:00
111	GE6111041	0:00
112	GE6111040	0:00
113	GE6111039	0:00

(Fortsetzung nächste Seite)...

<p>Projekt: <b>Kladrum</b></p>	<p>Beschreibung: Da bei beiden Berechnungsvarianten (BV1 und BV2) die gesamte Vorbelastung der reduzierten Vorbelastung entspricht, ist die Gesamtbelastung für beide Berechnungsvarianten identisch.</p>	<p>Lizenzierter Anwender: <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071</p> <p>Berechnet: 11.05.2021 14:11/3.3.261</p>
------------------------------------	---	--

**SHADOW - Hauptergebnis**  
**Berechnung: Gesamtbelastung**

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Nr.	Name	Maximal [h/a]
114	GE6111038	0:00
115	GE6111037	0:00
1725	E-70_11	0:00
1726	E-70_12	0:00
1727	E-70_08	0:00
1729	E-70_04	0:00
1730	E-70_14	2:28
1731	E-70_13	7:34
1732	E-70_03	0:00
1733	E-70_06	0:54
1734	E-70_07	4:23
1735	E-70_01	0:00
1736	E-70_02	0:00
1737	E-70_10	0:00
1738	E-70_05	12:34
1739	E-70_19	0:00
1740	E-70_15	0:00
1741	E-70_20	0:00
1742	E-70_16	0:00
1743	E-70_18	0:00
1744	E-70_17	0:00
1745	NEG-Micon	14:13
1746	e.n.o. 92-01	9:00
1747	e.n.o. 92-02	27:19
1756	e.n.o. 82	35:46
1757	e.n.o. 92-03	11:29
1758	E-70 E4_01	6:52
1763	E-70 E4_02	2:26
1764	E-70 E4_03	1:53
1765	E-70 E4_04	0:00
1766	E-70 E4_05	0:00
1767	E-70 E4_06	6:23
1768	E-70 E4_07	9:56
1769	E-70 E4_08	3:14
WEA 01	WEA 01	20:34
WEA 11	WEA 11	37:24
WEA 16	WEA 16	24:32
WEA 3	WEA 3	21:05
WEA 4	WEA 4	23:24
WEA 5	WEA 5	0:00
WEA 6	WEA 6	32:55
WEA West	WEA West	68:42

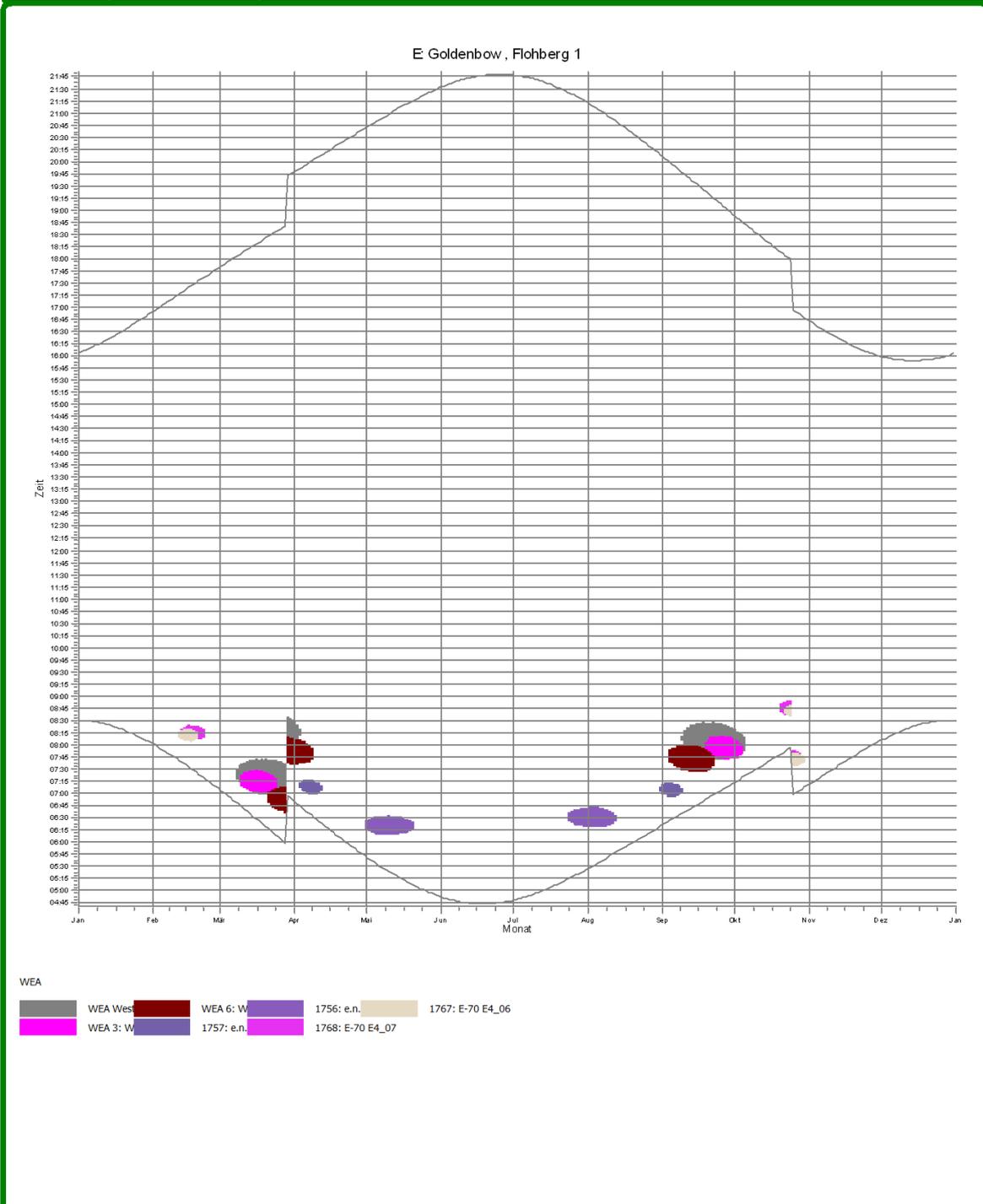
Summen in Rezeptortabelle und WEA-Tabelle können sich unterscheiden, da eine WEA gleichzeitig an zwei oder mehr Rezeptoren Beschattung verursachen kann und/oder ein Rezeptor gleichzeitig von zwei oder mehr WEA beschattet werden kann.

## 8.5 Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – grafisch)

<p>Projekt: <b>Kladrum</b></p>	<p>Beschreibung: Da bei beiden Berechnungsvarianten (BV1 und BV2) die gesamte Vorbelastung der reduzierten Vorbelastung entspricht, ist die Gesamtbelastung für beide Berechnungsvarianten identisch.</p>	<p>Lizenzierter Anwender: <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071</p> <p>Berechnet: 11.05.2021 14:11/3.3.261</p>
------------------------------------	---	--

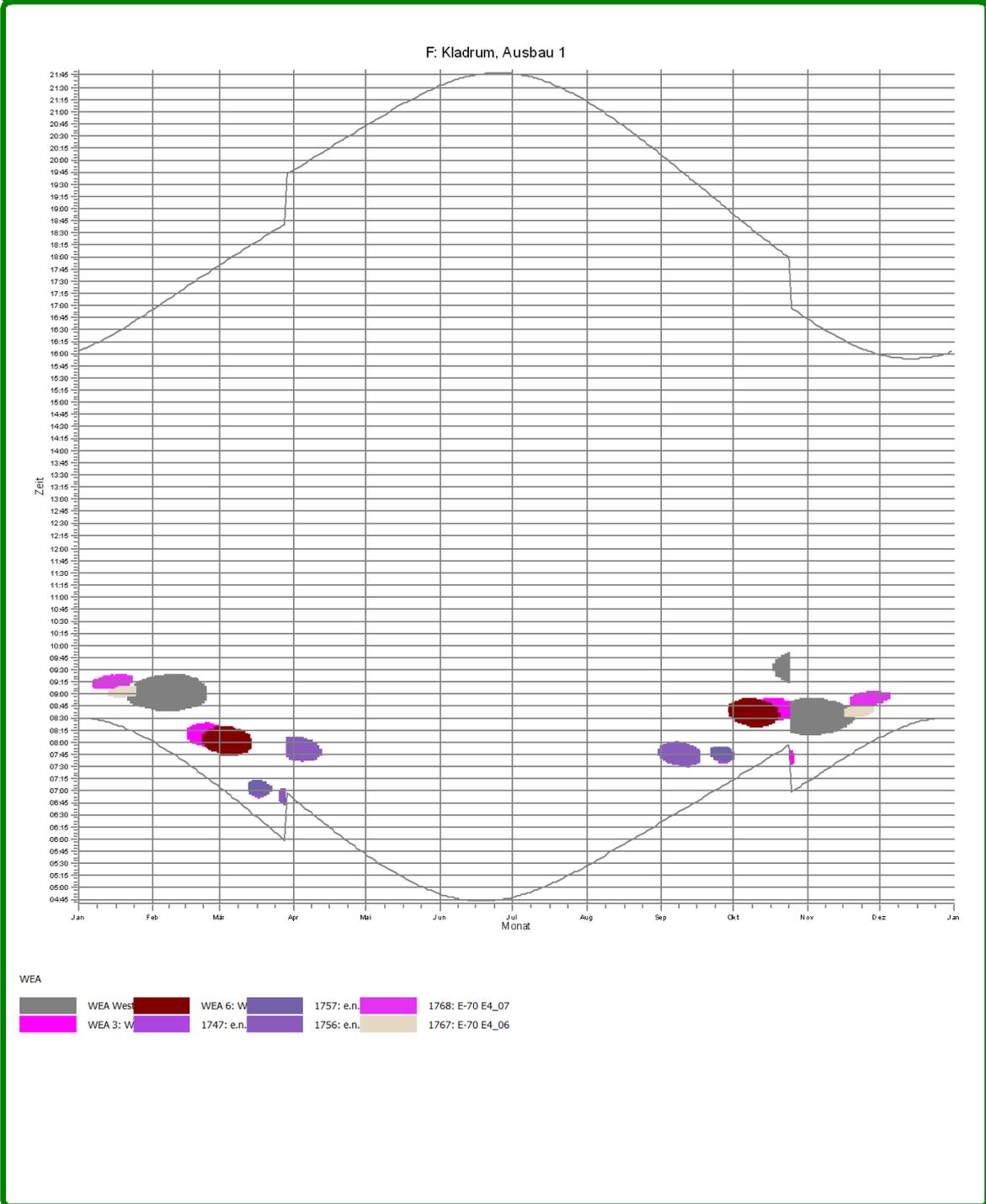
### SHADOW - Grafischer Kalender

Berechnung: Gesamtbelastung



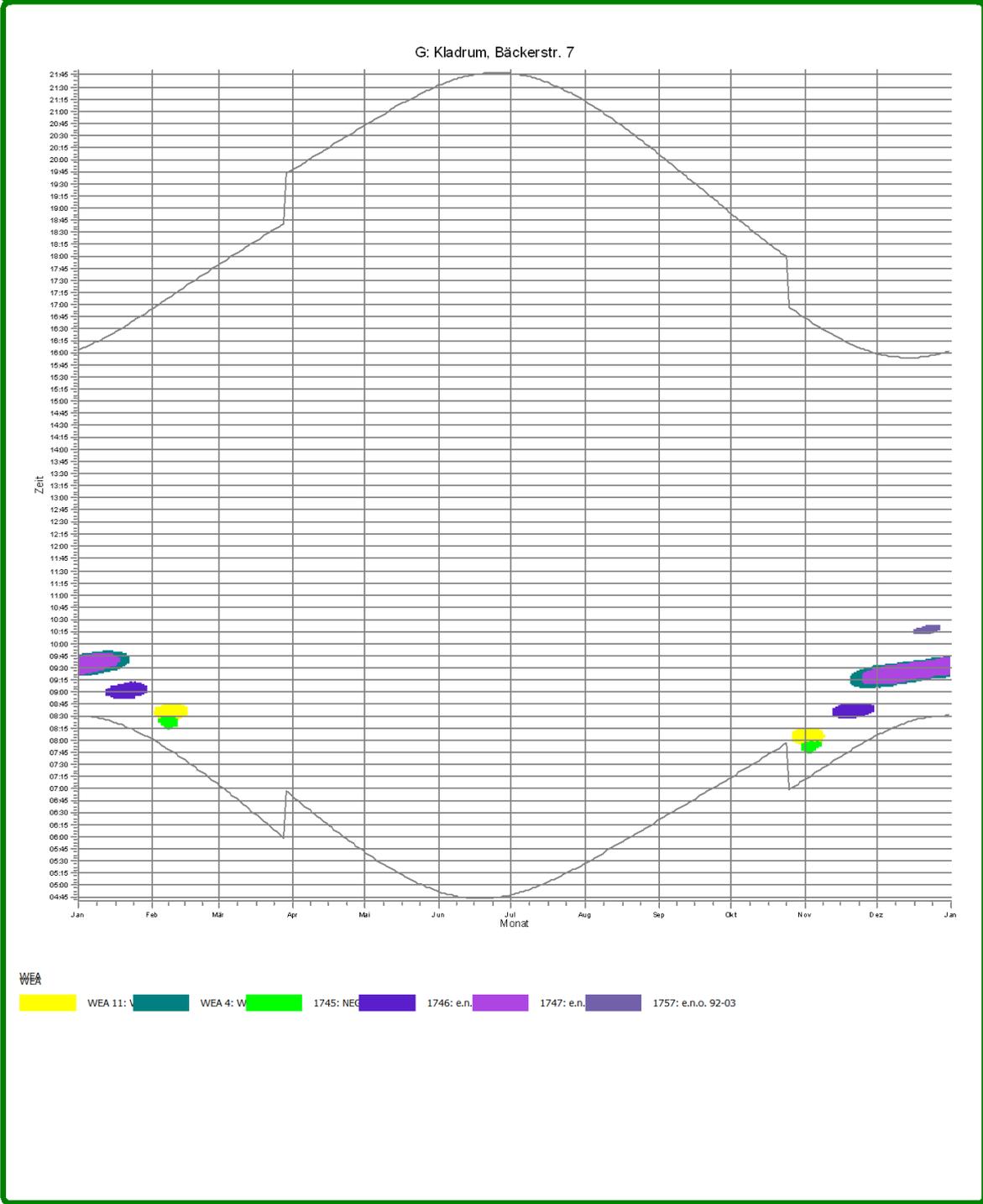
**Projekt:** **Kladrum**  
**Beschreibung:** Da bei beiden Berechnungsvarianten (BV1 und BV2) die gesamte Vorbelastung der reduzierten Vorbelastung entspricht, ist die Gesamtbelastung für beide Berechnungsvarianten identisch.  
**Lizenzierter Anwender:** **Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH**  
 Moritzburger Weg 67  
 DE-01109 Dresden  
 +49 351-885-071  
**Berechnet:** 11.05.2021 14:11/3.3.261

**SHADOW - Grafischer Kalender**  
**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** F - Kladrum, Ausbau 1



**Projekt:** **Kladrum**  
**Beschreibung:** Da bei beiden Berechnungsvarianten (BV1 und BV2) die gesamte Vorbelastung der reduzierten Vorbelastung entspricht, ist die Gesamtbelastung für beide Berechnungsvarianten identisch.  
**Lizenzierter Anwender:** **Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH**  
 Moritzburger Weg 67  
 DE-01109 Dresden  
 +49 351-885-071  
**Berechnet:** 11.05.2021 14:11/3.3.261

**SHADOW - Grafischer Kalender**  
**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** G - Kladrum, Bäckerstr. 7



## 8.6 Schattenwurfkalender (Gesamtbelastung – tabellarisch)

<b>Projekt:</b> <b>Kladrum</b>	<b>Beschreibung:</b> Da bei beiden Berechnungsvarianten (BV1 und BV2) die gesamte Vorbelastung der reduzierten Vorbelastung entspricht, ist die Gesamtbelastung für beide Berechnungsvarianten identisch.	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
		<b>Berechnet:</b> 11.05.2021 14:11/3.3.261

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** E - Goldenbow, Flohberg 1

#### 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 Sonneneinstrahlrichtung
- Die Windenergieanlage/n ist/sind immer in Betrieb

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1	08:30 16:04	08:00 16:54	07:03 17:49	06:49 19:47	07:36 (WEA 6) 05:41	06:17 (1756) 04:52
2	08:30 16:05	07:59 16:56	07:01 17:51	06:47 19:49	07:36 (WEA 6) 05:38	06:14 (1756) 04:51
3	08:30 16:06	07:57 16:58	06:59 17:53	06:44 19:51	07:08 (1757) 05:36	06:27 (1756) 04:50
4	08:29 16:07	07:55 17:00	06:57 17:55	06:42 19:53	08:18 (WEA West) 20:46	06:28 (1756) 04:49
5	08:29 16:08	07:53 17:02	06:54 17:57	06:39 19:55	07:05 (1757) 05:34	06:11 (1756) 04:48
6	08:29 16:10	07:52 17:04	06:52 17:59	06:37 19:56	08:02 (WEA 6) 20:49	06:29 (1756) 04:48
7	08:28 16:11	07:50 17:06	06:49 18:01	06:35 19:58	07:01 (1757) 05:31	06:30 (1756) 04:47
8	08:28 16:12	07:48 17:08	06:47 18:03	06:32 20:00	07:00 (WEA 6) 05:29	06:30 (1756) 04:46
9	08:27 16:14	07:46 17:10	06:45 18:05	06:30 20:02	07:55 (WEA 6) 20:54	06:09 (1756) 04:46
10	08:27 16:15	07:44 17:12	06:42 18:07	06:27 20:04	07:13 (1757) 20:56	06:09 (1756) 04:45
11	08:26 16:17	07:42 17:14	06:40 18:08	06:25 20:06	07:00 (1757) 05:23	06:31 (1756) 04:45
12	08:25 16:18	07:40 17:16	06:38 18:10	06:23 20:07	07:01 (1757) 05:21	06:09 (1756) 04:44
13	08:24 16:20	07:38 17:18	06:35 18:12	06:20 20:09	07:04 (1757) 05:19	06:26 (1756) 04:44
14	08:24 16:21	07:36 17:20	06:33 18:14	06:18 20:11	07:08 (1757) 05:19	06:10 (1756) 04:44
15	08:23 16:23	07:34 17:22	06:30 18:16	06:16 20:13	07:08 (1757) 05:19	06:30 (1756) 04:44
16	08:22 16:25	07:32 17:24	06:28 18:18	06:13 20:15	07:04 (1757) 05:19	06:29 (1756) 04:44
17	08:21 16:26	07:30 17:26	06:26 18:20	06:11 20:16	07:11 (1757) 05:19	06:28 (1756) 04:43
18	08:20 16:28	07:28 17:28	06:23 18:22	06:09 20:18	07:12 (1757) 05:19	06:13 (1756) 04:43
19	08:19 16:30	07:26 17:30	06:21 18:23	06:07 20:20	07:11 (1757) 05:19	06:26 (1756) 04:43
20	08:17 16:32	07:24 17:32	06:18 18:25	06:04 20:22	07:08 (1757) 05:19	06:14 (1756) 04:43
21	08:16 16:33	07:21 17:34	06:16 18:27	06:02 20:24	07:04 (1757) 05:19	06:17 (1756) 04:43
22	08:15 16:35	07:19 17:36	06:13 18:29	06:00 20:26	07:04 (1757) 05:19	06:25 (1756) 04:43
23	08:14 16:37	07:17 17:38	06:11 18:31	05:58 20:27	07:04 (1757) 05:19	06:17 (1756) 04:43
24	08:12 16:39	07:15 17:40	06:09 18:33	05:55 20:29	07:04 (1757) 05:19	06:23 (1756) 04:43
25	08:11 16:41	07:13 17:42	06:06 18:34	05:53 20:31	07:04 (1757) 05:19	06:14 (1756) 04:43
26	08:10 16:43	07:10 17:44	06:04 18:36	05:51 20:33	07:04 (1757) 05:19	06:26 (1756) 04:43
27	08:08 16:45	07:08 17:46	06:01 18:38	05:49 20:35	07:04 (1757) 05:19	06:13 (1756) 04:43
28	08:07 16:47	07:06 17:48	05:59 18:40	05:47 20:37	07:04 (1757) 05:19	06:25 (1756) 04:43
29	08:05 16:48		05:56 19:42	05:45 20:38	07:04 (1757) 05:19	06:17 (1756) 04:43
30	08:04 16:50		05:54 19:44	05:43 20:40	07:04 (1757) 05:19	06:26 (1756) 04:43
31	08:02 16:52		05:51 19:45	05:41 20:42	07:04 (1757) 05:19	06:14 (1756) 04:43
Sonnenscheinstunden		251	367	419	493	508
astr.max.mögl.Beschattung		274	1032	334	337	508

**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	Schattende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt: <b>Kladrum</b>	Beschreibung: Da bei beiden Berechnungsvarianten (BV1 und BV2) die gesamte Vorbelastung der reduzierten Vorbelastung entspricht, ist die Gesamtbelastung für beide Berechnungsvarianten identisch.	Lizenzierter Anwender: <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
		Berechnet: 11.05.2021 14:11/3.3.261

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** E - Goldenbow, Flohberg 1

#### 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	04:48	05:27	06:19 (1756)	06:21	07:00 (1757)	07:13	07:45 (WEA 3)	07:11	08:05	
	21:46	21:11	21 06:40 (1756)	20:05	10 07:10 (1757)	18:52	33 08:18 (WEA West)	16:42	15:59	
2	04:49	05:29	06:19 (1756)	06:22	06:59 (1757)	07:15	07:45 (WEA 3)	07:13	08:07	
	21:46	21:10	22 06:41 (1756)	20:03	12 07:11 (1757)	18:50	30 08:15 (WEA West)	16:40	15:58	
3	04:49	05:30	06:20 (1756)	06:24	06:57 (1757)	07:17	07:47 (WEA 3)	07:15	08:08	
	21:45	21:08	21 06:41 (1756)	20:01	14 07:11 (1757)	18:47	26 08:13 (WEA West)	16:39	15:57	
4	04:50	05:32	06:19 (1756)	06:26	06:57 (1757)	07:19	07:50 (WEA West)	07:17	08:10	
	21:45	21:06	22 06:41 (1756)	19:58	27 07:52 (WEA 6)	18:45	21 08:11 (WEA West)	16:37	15:57	
5	04:51	05:34	06:19 (1756)	06:28	06:57 (1757)	07:21	07:53 (WEA West)	07:19	08:11	
	21:44	21:04	22 06:41 (1756)	19:56	31 07:54 (WEA 6)	18:43	14 08:07 (WEA West)	16:35	15:56	
6	04:52	05:36	06:19 (1756)	06:29	06:56 (1757)	07:22		07:21	08:13	
	21:44	21:02	21 06:40 (1756)	19:53	35 07:55 (WEA 6)	18:40		16:33	15:55	
7	04:53	05:37	06:20 (1756)	06:31	06:58 (1757)	07:24		07:22	08:14	
	21:43	21:00	20 06:40 (1756)	19:51	35 07:57 (WEA 6)	18:38		16:31	15:55	
8	04:54	05:39	06:20 (1756)	06:33	07:00 (1757)	07:26		07:24	08:15	
	21:42	20:58	18 06:38 (1756)	19:49	34 07:58 (WEA 6)	18:35		16:29	15:55	
9	04:55	05:41	06:21 (1756)	06:35	07:01 (1757)	07:28		07:26	08:16	
	21:42	20:56	17 06:38 (1756)	19:46	35 08:10 (WEA West)	18:33		16:27	15:54	
10	04:56	05:42	06:22 (1756)	06:36	07:29 (WEA 6)	07:30		07:28	08:18	
	21:41	20:54	15 06:37 (1756)	19:44	45 08:16 (WEA West)	18:31		16:26	15:54	
11	04:57	05:44	06:23 (1756)	06:38	07:29 (WEA 6)	07:31		07:30	08:19	
	21:40	20:52	11 06:34 (1756)	19:41	50 08:19 (WEA West)	18:28		16:24	15:54	
12	04:58	05:46	06:27 (1756)	06:40	07:28 (WEA 6)	07:33		07:32	08:20	
	21:39	20:50	5 06:32 (1756)	19:39	52 08:20 (WEA West)	18:26		16:22	15:54	
13	04:59	05:48		06:42	07:27 (WEA 6)	07:35		07:34	08:21	
	21:38	20:48		19:36	55 08:22 (WEA West)	18:24		16:21	15:53	
14	05:01	05:49		06:43	07:27 (WEA 6)	07:37		07:36	08:22	
	21:37	20:46		19:34	56 08:23 (WEA West)	18:21		16:19	15:53	
15	05:02	05:51		06:45	07:28 (WEA 6)	07:39		07:38	08:23	
	21:36	20:44		19:32	56 08:24 (WEA West)	18:19		16:18	15:53	
16	05:03	05:53		06:47	07:27 (WEA 6)	07:41		07:39	08:24	
	21:35	20:42		19:29	57 08:24 (WEA West)	18:17		16:16	15:54	
17	05:04	05:54		06:49	07:27 (WEA 6)	07:42		07:41	08:25	
	21:34	20:40		19:27	58 08:25 (WEA West)	18:15		16:15	15:54	
18	05:06	05:56		06:50	07:28 (WEA 6)	07:44		07:43	08:25	
	21:32	20:37		19:24	58 08:26 (WEA West)	18:12		16:13	15:54	
19	05:07	05:58		06:52	07:28 (WEA 6)	07:46		07:45	08:26	
	21:31	20:35		19:22	57 08:25 (WEA West)	18:10		16:12	15:54	
20	05:09	06:00		06:54	07:29 (WEA 6)	07:48		07:47	08:27	
	21:30	20:33		19:19	56 08:25 (WEA West)	18:08	8	08:41 (1768)	16:10	15:55
21	05:10	06:01		06:56	07:31 (WEA 6)	07:50		08:39 (1768)	16:09	08:27
	21:29	20:31		19:17	54 08:25 (WEA West)	18:06	12	08:51 (1768)	16:09	15:55
22	05:11	06:03		06:57	07:34 (WEA 6)	07:52		08:38 (1768)	16:08	08:28
	21:27	20:29		19:14	52 08:26 (WEA West)	18:03	13	08:51 (1768)	16:08	15:55
23	05:13	06:05		06:59	07:43 (WEA West)	07:54		08:38 (1767)	16:07	08:28
	21:26	20:26		19:12	41 08:24 (WEA West)	18:01	14	08:52 (1768)	16:07	15:56
24	05:14	06:26 (1756)	06:07	07:01	07:43 (WEA West)	07:56		08:36 (1767)	16:06	08:29
	21:24	8 06:34 (1756)	20:24	19:09	41 08:24 (WEA West)	17:59	16	08:52 (1768)	16:05	15:57
25	05:16	06:24 (1756)	06:08	07:03	07:43 (WEA West)	06:58		07:36 (1767)	16:04	08:29
	21:23	12 06:36 (1756)	20:22	19:07	41 08:24 (WEA West)	16:57	15	07:51 (1768)	16:04	15:57
26	05:18	06:23 (1756)	06:10	07:04	07:43 (WEA West)	06:59		07:35 (1767)	16:03	08:29
	21:21	15 06:38 (1756)	20:19	19:05	40 08:23 (WEA West)	16:55	16	07:51 (1768)	16:03	15:58
27	05:19	06:22 (1756)	06:12	07:06	07:42 (WEA West)	07:01		07:35 (1767)	16:02	08:30
	21:20	16 06:38 (1756)	20:17	19:02	40 08:22 (WEA West)	16:53	15	07:50 (1768)	16:02	15:59
28	05:21	06:21 (1756)	06:14	07:08	07:43 (WEA West)	07:03		07:36 (1767)	16:01	08:30
	21:18	17 06:38 (1756)	20:15	19:00	38 08:21 (WEA West)	16:51	12	07:48 (1768)	16:01	15:59
29	05:22	06:21 (1756)	06:15	07:10	07:44 (WEA West)	07:05		07:37 (1767)	16:00	08:30
	21:16	19 06:40 (1756)	20:12	18:57	36 08:20 (WEA West)	16:48	8	07:45 (1767)	16:00	16:00
30	05:24	06:20 (1756)	06:17	07:12	07:44 (WEA West)	07:07		07:39 (1767)	16:00	08:30
	21:15	20 06:40 (1756)	20:10	18:55	35 08:19 (WEA West)	16:46	3	07:42 (1767)	15:59	16:01
31	05:26	06:20 (1756)	06:19			07:09			08:30	
	21:13	20 06:40 (1756)	20:08	4 07:03 (1757)		16:44			16:02	
				07:07 (1757)						
Sonnenscheinstunden	511	459	382	329	256	260	235			
astr.max.mögl.Beschattung	127	219	1251	256	260	235				

**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)

<b>Projekt:</b> <b>Kladrum</b>	<b>Beschreibung:</b> Da bei beiden Berechnungsvarianten (BV1 und BV2) die gesamte Vorbelastung der reduzierten Vorbelastung entspricht, ist die Gesamtbelastung für beide Berechnungsvarianten identisch.	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
		<b>Berechnet:</b> 11.05.2021 14:11/3.3.261

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** F - Kladrum, Ausbau 1

#### 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	08:30		08:00	08:41 (WEA West)	07:03	07:47 (WEA 6)	06:49	07:38 (1756)	05:41	04:52	
	16:04		16:54	38 09:19 (WEA West)	17:49	31 08:18 (WEA 3)	19:47	26 08:04 (1756)	20:42	21:31	
2	08:30		07:59	08:41 (WEA West)	07:01	07:45 (WEA 6)	06:47	07:37 (1756)	05:38	04:51	
	16:05		16:56	39 09:20 (WEA West)	17:51	32 08:17 (WEA 6)	19:49	27 08:04 (1756)	20:44	21:32	
3	08:30		07:57	08:40 (WEA West)	06:59	07:45 (WEA 6)	06:44	07:37 (1756)	05:36	04:50	
	16:06		16:58	40 09:20 (WEA West)	17:53	32 08:17 (WEA 6)	19:51	28 08:05 (1756)	20:46	21:34	
4	08:29		07:55	08:40 (WEA West)	06:57	07:45 (WEA 6)	06:42	07:36 (1756)	05:34	04:49	
	16:07		17:00	41 09:21 (WEA West)	17:55	33 08:18 (WEA 6)	19:53	28 08:04 (1756)	20:47	21:35	
5	08:29		07:53	08:40 (WEA West)	06:54	07:45 (WEA 6)	06:39	07:37 (1756)	05:32	04:48	
	16:08		17:02	41 09:21 (WEA West)	17:57	32 08:17 (WEA 6)	19:55	26 08:03 (1756)	20:49	21:36	
6	08:29		07:52	08:39 (WEA West)	06:52	07:45 (WEA 6)	06:37	07:37 (1756)	05:31	04:48	
	16:10		17:04	43 09:22 (WEA West)	17:59	32 08:17 (WEA 6)	19:56	26 08:03 (1756)	20:51	21:37	
7	08:28		07:50	08:39 (WEA West)	06:49	07:45 (WEA 6)	06:35	07:37 (1756)	05:29	04:47	
	16:11	5	09:14 (1768)	17:06	43 09:22 (WEA West)	18:01	31 08:16 (WEA 6)	19:58	24 08:01 (1756)	20:53	21:38
8	08:28		07:48	08:39 (WEA West)	06:47	07:45 (WEA 6)	06:32	07:38 (1756)	05:27	04:46	
	16:12	7	09:15 (1768)	17:08	43 09:22 (WEA West)	18:03	30 08:15 (WEA 6)	20:00	23 08:01 (1756)	20:54	21:39
9	08:27		07:46	08:39 (WEA West)	06:45	07:46 (WEA 6)	06:30	07:38 (1756)	05:25	04:46	
	16:14	8	09:16 (1768)	17:10	43 09:22 (WEA West)	18:05	29 08:15 (WEA 6)	20:02	20 07:58 (1756)	20:56	21:40
10	08:27		07:44	08:40 (WEA West)	06:42	07:46 (WEA 6)	06:27	07:40 (1756)	05:23	04:45	
	16:15	10	09:18 (1768)	17:12	42 09:22 (WEA West)	18:07	27 08:13 (WEA 6)	20:04	17 07:57 (1756)	20:58	21:41
11	08:26		07:42	08:40 (WEA West)	06:40	07:48 (WEA 6)	06:25	07:42 (1756)	05:21	04:45	
	16:17	11	09:19 (1768)	17:14	42 09:22 (WEA West)	18:08	24 08:12 (WEA 6)	20:06	13 07:55 (1756)	21:00	21:41
12	08:25		07:40	08:40 (WEA West)	06:38	07:48 (WEA 6)	06:23	07:45 (1756)	05:19	04:44	
	16:18	12	09:20 (1768)	17:16	42 09:22 (WEA West)	18:10	21 08:09 (WEA 6)	20:07	4 07:49 (1756)	21:01	21:42
13	08:24		07:38	08:41 (WEA West)	06:35	06:59 (1747)	06:20		05:18	04:44	
	16:20	12	09:20 (1768)	17:18	41 09:22 (WEA West)	18:12	25 08:07 (WEA 6)	20:09		21:03	21:43
14	08:24		07:36	08:41 (WEA West)	06:33	06:56 (1747)	06:18		05:16	04:44	
	16:21	18	09:21 (1768)	17:20	41 09:22 (WEA West)	18:14	23 08:03 (WEA 6)	20:11		21:05	21:43
15	08:23		07:34	08:42 (WEA West)	06:30	06:54 (1747)	06:16		05:14	04:44	
	16:23	21	09:22 (1768)	17:22	39 09:21 (WEA West)	18:16	17 07:11 (1757)	20:13		21:06	21:44
16	08:22		07:32	08:04 (WEA 3)	06:28	06:53 (1747)	06:13		05:13	04:43	
	16:25	22	09:21 (1768)	17:24	50 09:21 (WEA West)	18:18	18 07:11 (1757)	20:15		21:08	21:45
17	08:21		07:30	08:01 (WEA 3)	06:26	06:52 (1747)	06:11		05:11	04:43	
	16:26	24	09:22 (1768)	17:26	52 09:19 (WEA West)	18:20	19 07:11 (1757)	20:16		21:10	21:45
18	08:20		07:28	08:00 (WEA 3)	06:23	06:53 (1747)	06:09		05:09	04:43	
	16:28	24	09:22 (1768)	17:28	53 09:18 (WEA West)	18:22	18 07:11 (1757)	20:18		21:11	21:46
19	08:19		07:26	07:59 (WEA 3)	06:21	06:53 (1747)	06:07		05:08	04:43	
	16:30	25	09:23 (1768)	17:30	53 09:17 (WEA West)	18:23	16 07:09 (1757)	20:20		21:13	21:46
20	08:17		07:24	07:58 (WEA 3)	06:18	06:54 (1747)	06:04		05:06	04:43	
	16:32	23	09:22 (1768)	17:32	52 09:16 (WEA West)	18:25	15 07:09 (1757)	20:22		21:14	21:46
21	08:16		07:21	07:57 (WEA 3)	06:16	06:56 (1757)	06:02		05:05	04:43	
	16:33	22	09:22 (1768)	17:34	49 09:13 (WEA West)	18:27	10 07:06 (1757)	20:24		21:16	21:46
22	08:15		07:19	07:56 (WEA 3)	06:13	06:59 (1757)	06:00		05:03	04:44	
	16:35	25	09:21 (1768)	17:36	46 09:11 (WEA West)	18:29	5 07:04 (1757)	20:26		21:18	21:47
23	08:14		07:17	07:55 (WEA 6)	06:11		05:58		05:02	04:44	
	16:37	25	09:21 (1768)	17:38	42 09:08 (WEA West)	18:31		20:27		21:19	21:47
24	08:12		07:15	07:53 (WEA 6)	06:09		05:55		05:01	04:44	
	16:39	20	09:08 (WEA West)	17:40	29 08:22 (WEA 3)	18:33		20:29		21:20	21:47
25	08:11		07:13	07:51 (WEA 6)	06:06		05:53		04:59	04:45	
	16:41	24	09:11 (WEA West)	17:42	30 08:21 (WEA 3)	18:34		20:31		21:22	21:47
26	08:10		07:10	07:50 (WEA 6)	06:04	06:48 (1756)	05:51		04:58	04:45	
	16:43	26	09:12 (WEA West)	17:44	31 08:21 (WEA 3)	18:36	10 06:58 (1756)	20:33		21:23	21:47
27	08:08		07:08	07:49 (WEA 6)	06:01	06:46 (1756)	05:49		04:57	04:45	
	16:45	29	09:14 (WEA West)	17:46	31 08:20 (WEA 3)	18:38	15 07:01 (1756)	20:35		21:25	21:47
28	08:07		07:06	07:47 (WEA 6)	05:59	06:43 (1756)	05:47		04:56	04:46	
	16:47	31	09:15 (WEA West)	17:47	32 08:19 (WEA 3)	18:40	19 07:02 (1756)	20:37		21:26	21:47
29	08:05		07:04		06:56	07:42 (1756)	05:45		04:55	04:47	
	16:48	33	09:16 (WEA West)		19:42	08:04 (1756)	20:38		21:27	21:47	
30	08:04		07:03		06:54	07:40 (1756)	05:43		04:54	04:47	
	16:50	35	09:18 (WEA West)		19:44	08:04 (1756)	20:40		21:29	21:46	
31	08:02		07:02		06:51	07:39 (1756)			04:53		
	16:52	37	09:19 (WEA West)		19:45	08:04 (1756)			21:30		
Sonnenscheinstunden		251	274	367	419	493	508				
astr.max.mögl.Beschattung		529	1168	635	262						

**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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt: <b>Kladrum</b>	Beschreibung: Da bei beiden Berechnungsvarianten (BV1 und BV2) die gesamte Vorbelastung der reduzierten Vorbelastung entspricht, ist die Gesamtbelastung für beide Berechnungsvarianten identisch.	Lizenzierter Anwender: <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
		Berechnet: 11.05.2021 14:11/3.3.261

## SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** F - Kladrum, Ausbau 1

### 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

	Jul	August	September	Oktober	November	Dezember				
1	04:48	05:27	06:21	07:41 (1756)	07:13	07:40 (1747)	07:11	08:09 (WEA West)	08:05	08:50 (1768)
	21:46	21:11	20:05	13 07:54 (1756)	18:52	25 08:48 (WEA 6)	16:42	43 08:52 (WEA West)	15:59	11 09:01 (1768)
2	04:49	05:29	06:22	07:38 (1756)	07:15	08:26 (WEA 6)	07:13	08:09 (WEA West)	08:07	08:50 (1768)
	21:46	21:10	20:03	18 07:56 (1756)	18:50	23 08:49 (WEA 6)	16:40	43 08:52 (WEA West)	15:58	10 09:00 (1768)
3	04:49	05:30	06:24	07:36 (1756)	07:17	08:25 (WEA 6)	07:15	08:09 (WEA West)	08:08	08:52 (1768)
	21:45	21:08	20:01	20 07:56 (1756)	18:47	25 08:50 (WEA 6)	16:38	43 08:52 (WEA West)	15:57	8 09:00 (1768)
4	04:50	05:32	06:26	07:35 (1756)	07:19	08:24 (WEA 6)	07:17	08:09 (WEA West)	08:10	08:52 (1768)
	21:45	21:06	19:58	23 07:58 (1756)	18:45	27 08:51 (WEA 6)	16:37	43 08:52 (WEA West)	15:57	7 08:59 (1768)
5	04:51	05:34	06:28	07:34 (1756)	07:21	08:23 (WEA 6)	07:19	08:10 (WEA West)	08:11	08:54 (1768)
	21:44	21:04	19:56	24 07:58 (1756)	18:43	29 08:52 (WEA 6)	16:35	42 08:52 (WEA West)	15:56	5 08:59 (1768)
6	04:52	05:35	06:29	07:32 (1756)	07:22	08:22 (WEA 6)	07:21	08:10 (WEA West)	08:13	
	21:44	21:02	19:53	26 07:58 (1756)	18:40	30 08:52 (WEA 6)	16:33	42 08:52 (WEA West)	15:55	
7	04:53	05:37	06:31	07:32 (1756)	07:24	08:21 (WEA 6)	07:22	08:11 (WEA West)	08:14	
	21:43	21:00	19:51	27 07:59 (1756)	18:38	32 08:53 (WEA 6)	16:31	41 08:52 (WEA West)	15:55	
8	04:54	05:39	06:33	07:32 (1756)	07:26	08:20 (WEA 6)	07:24	08:11 (WEA West)	08:15	
	21:42	20:58	19:49	27 07:59 (1756)	18:35	32 08:52 (WEA 6)	16:29	40 08:51 (WEA West)	15:55	
9	04:55	05:41	06:35	27 07:51 (1756)	07:28	08:20 (WEA 6)	07:26	08:12 (WEA West)	08:16	
	21:42	20:56	19:46	07:58 (1756)	18:33	32 08:52 (WEA 6)	16:27	39 08:51 (WEA West)	15:54	
10	04:56	05:42	06:36	07:31 (1756)	07:30	08:19 (WEA 6)	07:28	08:12 (WEA West)	08:18	
	21:41	20:54	19:44	27 07:58 (1756)	18:31	33 08:52 (WEA 6)	16:26	38 08:50 (WEA West)	15:54	
11	04:57	05:44	06:38	07:31 (1756)	07:31	08:20 (WEA 6)	07:30	08:13 (WEA West)	08:19	
	21:40	20:52	19:41	26 07:57 (1756)	18:28	31 08:51 (WEA 6)	16:24	37 08:50 (WEA West)	15:54	
12	04:58	05:46	06:40	07:30 (1756)	07:33	08:20 (WEA 6)	07:32	08:14 (WEA West)	08:20	
	21:39	20:50	19:39	26 07:56 (1756)	18:26	31 08:51 (WEA 6)	16:22	35 08:49 (WEA West)	15:54	
13	04:59	05:47	06:42	07:31 (1756)	07:35	08:20 (WEA 6)	07:34	08:15 (WEA West)	08:21	
	21:38	20:48	19:36	24 07:55 (1756)	18:24	31 08:51 (WEA 3)	16:21	33 08:48 (WEA West)	15:53	
14	05:01	05:49	06:43	07:32 (1756)	07:37	08:21 (WEA 6)	07:36	08:16 (WEA West)	08:22	
	21:37	20:46	19:34	22 07:54 (1756)	18:21	31 08:52 (WEA 3)	16:19	31 08:47 (WEA West)	15:53	
15	05:02	05:51	06:45	07:33 (1756)	07:39	08:21 (WEA 6)	07:38	08:17 (WEA West)	08:23	
	21:36	20:44	19:32	20 07:53 (1756)	18:19	32 08:53 (WEA 3)	16:18	29 08:46 (WEA West)	15:53	
16	05:03	05:53	06:47	07:34 (1756)	07:41	08:22 (WEA 6)	07:39	08:19 (WEA West)	08:24	
	21:35	20:42	19:29	16 07:50 (1756)	18:17	31 08:53 (WEA 3)	16:16	26 08:45 (WEA West)	15:54	
17	05:04	05:54	06:49	07:36 (1756)	07:42	08:23 (WEA 6)	07:41	08:20 (WEA West)	08:25	
	21:34	20:40	19:27	11 07:47 (1756)	18:15	30 08:53 (WEA 3)	16:15	24 08:44 (WEA West)	15:54	
18	05:06	05:56	06:50		07:44	08:25 (WEA 6)	07:43	08:22 (WEA West)	08:25	
	21:32	20:37	19:24		18:12	34 09:35 (WEA West)	16:13	20 08:42 (WEA West)	15:54	
19	05:07	05:58	06:52		07:46	08:27 (WEA 6)	07:45	08:24 (WEA West)	08:26	
	21:31	20:35	19:22		18:10	43 09:40 (WEA West)	16:12	25 08:55 (1768)	15:54	
20	05:09	06:00	06:54		07:48	08:28 (WEA 3)	07:47	08:28 (WEA West)	08:27	
	21:30	20:33	19:19		18:08	47 09:43 (WEA West)	16:10	24 08:56 (1768)	15:54	
21	05:10	06:01	06:56		07:50	08:28 (WEA 3)	07:49	08:32 (1767)	08:27	
	21:29	20:31	19:17		18:06	51 09:45 (WEA West)	16:09	22 08:57 (1768)	15:55	
22	05:11	06:03	06:57		07:52	08:29 (WEA 3)	07:50	08:32 (1767)	08:28	
	21:27	20:29	19:14	9 07:42 (1757)	07:52	51 09:46 (WEA West)	16:08	23 08:58 (1768)	15:55	
23	05:13	06:05	06:59		07:54	08:29 (WEA 3)	07:52	08:32 (1767)	08:28	
	21:26	20:26	19:12	13 07:52 (1757)	18:01	54 09:48 (WEA West)	16:07	25 08:59 (1768)	15:56	
24	05:14	06:07	07:01		07:56	08:30 (WEA 3)	07:54	08:33 (1767)	08:29	
	21:24	20:24	19:09	16 07:53 (1757)	17:59	54 09:49 (WEA West)	16:05	25 09:00 (1768)	15:56	
25	05:16	06:08	07:03		06:58	07:32 (WEA 3)	07:56	08:34 (1767)	08:29	
	21:23	20:22	19:07	18 07:53 (1757)	16:57	52 08:50 (WEA West)	16:04	24 09:00 (1768)	15:57	
26	05:18	06:10	07:04		06:59	07:34 (WEA 3)	07:57	08:35 (1767)	08:29	
	21:21	20:19	19:05	18 07:53 (1757)	16:55	48 08:50 (WEA West)	16:03	23 09:01 (1768)	15:58	
27	05:19	06:12	07:06		07:01	08:11 (WEA West)	07:59	08:36 (1767)	08:30	
	21:20	20:17	19:02	18 07:52 (1757)	16:53	40 08:51 (WEA West)	16:02	22 09:01 (1768)	15:59	
28	05:21	06:14	07:08		07:03	08:11 (WEA West)	08:01	08:38 (1767)	08:30	
	21:18	20:15	19:00	18 07:52 (1757)	16:51	40 08:51 (WEA West)	16:01	18 09:01 (1768)	15:59	
29	05:22	06:15	07:10		07:05	08:10 (WEA West)	08:02	08:48 (1768)	08:30	
	21:16	20:12	18:57	19 08:41 (WEA 6)	16:48	42 08:52 (WEA West)	16:00	13 09:01 (1768)	16:00	
30	05:24	06:17	07:12		07:07	08:10 (WEA West)	08:04	08:49 (1768)	08:30	
	21:15	20:10	18:55	25 08:46 (WEA 6)	16:46	42 08:52 (WEA West)	15:59	12 09:01 (1768)	16:01	
31	05:25	06:19			07:09	08:09 (WEA West)			08:30	
	21:13	20:08			16:44	08:52 (WEA West)			16:02	
Sonnenscheinstunden	511	459	5	07:45 (1756)		43	260		235	41
astr.max.mögl.Beschattung			5	07:50 (1756)	382	531				

**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) Schattende (WEA mit letztem Schatten)

Projekt: <b>Kladrum</b>	Beschreibung: Da bei beiden Berechnungsvarianten (BV1 und BV2) die gesamte Vorbelastung der reduzierten Vorbelastung entspricht, ist die Gesamtbelastung für beide Berechnungsvarianten identisch.	Lizenzierter Anwender: <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
		Berechnet: 11.05.2021 14:11/3.3.261

### SHADOW - Kalender

**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** G - Kladrum, Bäckerstr. 7

#### 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	08:30	09:20 (WEA 4)	08:00	07:03	06:49	05:40	04:52	
	16:03	24 09:44 (WEA 4)	16:54	17:49	19:47	20:42	21:31	
2	08:30	09:20 (WEA 4)	07:59	08:32 (WEA 11)	07:01	06:47	05:38	04:51
	16:05	24 09:44 (WEA 4)	16:56	3 08:35 (WEA 11)	17:51	19:49	20:44	21:32
3	08:30	09:21 (WEA 4)	07:57	08:29 (WEA 11)	06:59	06:44	05:36	04:50
	16:06	24 09:45 (WEA 4)	16:58	10 08:39 (WEA 11)	17:53	19:51	20:45	21:34
4	08:29	09:21 (WEA 4)	07:55	08:22 (1745)	06:56	06:42	05:34	04:49
	16:07	25 09:46 (WEA 4)	17:00	15 08:40 (WEA 11)	17:55	19:53	20:47	21:35
5	08:29	09:21 (WEA 4)	07:53	08:20 (1745)	06:54	06:39	05:32	04:48
	16:08	25 09:46 (WEA 4)	17:02	21 08:41 (WEA 11)	17:57	19:55	20:49	21:36
6	08:29	09:21 (WEA 4)	07:52	08:18 (1745)	06:52	06:37	05:30	04:47
	16:09	25 09:46 (WEA 4)	17:04	24 08:42 (WEA 11)	17:59	19:56	20:51	21:37
7	08:28	09:22 (WEA 4)	07:50	08:16 (1745)	06:49	06:35	05:29	04:47
	16:11	25 09:47 (WEA 4)	17:06	27 08:43 (WEA 11)	18:01	19:58	20:53	21:38
8	08:28	09:23 (WEA 4)	07:48	08:15 (1745)	06:47	06:32	05:27	04:46
	16:12	24 09:47 (WEA 4)	17:08	28 08:43 (WEA 11)	18:03	20:00	20:54	21:39
9	08:27	09:23 (WEA 4)	07:46	08:16 (1745)	06:45	06:30	05:25	04:46
	16:14	24 09:47 (WEA 4)	17:10	27 08:43 (WEA 11)	18:05	20:02	20:56	21:40
10	08:27	09:24 (WEA 4)	07:44	08:17 (1745)	06:42	06:27	05:23	04:45
	16:15	24 09:48 (WEA 4)	17:12	26 08:43 (WEA 11)	18:07	20:04	20:58	21:41
11	08:26	09:24 (WEA 4)	07:42	08:18 (1745)	06:40	06:25	05:21	04:45
	16:17	24 09:48 (WEA 4)	17:14	24 08:43 (WEA 11)	18:08	20:05	21:00	21:41
12	08:25	09:25 (WEA 4)	07:40	08:26 (WEA 11)	06:38	06:23	05:19	04:44
	16:18	24 09:49 (WEA 4)	17:16	17 08:43 (WEA 11)	18:10	20:07	21:01	21:42
13	08:24	08:56 (1746)	07:38	08:27 (WEA 11)	06:35	06:20	05:18	04:44
	16:20	28 09:49 (WEA 4)	17:18	15 08:42 (WEA 11)	18:12	20:09	21:03	21:43
14	08:24	08:55 (1746)	07:36	08:29 (WEA 11)	06:33	06:18	05:16	04:44
	16:21	31 09:49 (WEA 4)	17:20	12 08:41 (WEA 11)	18:14	20:11	21:05	21:43
15	08:23	08:54 (1746)	07:34	08:31 (WEA 11)	06:30	06:16	05:14	04:43
	16:23	33 09:49 (WEA 4)	17:22	8 08:39 (WEA 11)	18:16	20:13	21:06	21:44
16	08:22	08:53 (1746)	07:32		06:28	06:13	05:13	04:43
	16:25	33 09:48 (WEA 4)	17:24		18:18	20:15	21:08	21:45
17	08:21	08:53 (1746)	07:30		06:25	06:11	05:11	04:43
	16:26	33 09:48 (WEA 4)	17:26		18:20	20:16	21:10	21:45
18	08:20	08:53 (1746)	07:28		06:23	06:09	05:09	04:43
	16:28	33 09:48 (WEA 4)	17:28		18:21	20:18	21:11	21:46
19	08:19	08:53 (1746)	07:26		06:21	06:06	05:08	04:43
	16:30	32 09:48 (WEA 4)	17:30		18:23	20:20	21:13	21:46
20	08:17	08:52 (1746)	07:24		06:18	06:04	05:06	04:43
	16:32	30 09:46 (WEA 4)	17:32		18:25	20:22	21:14	21:46
21	08:16	08:53 (1746)	07:21		06:16	06:02	05:05	04:43
	16:33	27 09:45 (WEA 4)	17:34		18:27	20:24	21:16	21:46
22	08:15	08:53 (1746)	07:19		06:13	06:00	05:03	04:44
	16:35	23 09:43 (WEA 4)	17:36		18:29	20:26	21:17	21:47
23	08:14	08:53 (1746)	07:17		06:11	05:58	05:02	04:44
	16:37	17 09:10 (1746)	17:38		18:31	20:27	21:19	21:47
24	08:12	08:53 (1746)	07:15		06:08	05:55	05:01	04:44
	16:39	16 09:09 (1746)	17:40		18:33	20:29	21:20	21:47
25	08:11	08:55 (1746)	07:12		06:06	05:53	04:59	04:44
	16:41	15 09:10 (1746)	17:42		18:34	20:31	21:22	21:47
26	08:10	08:55 (1746)	07:10		06:04	05:51	04:58	04:45
	16:43	14 09:09 (1746)	17:44		18:36	20:33	21:23	21:47
27	08:08	08:56 (1746)	07:08		06:01	05:49	04:57	04:45
	16:45	13 09:09 (1746)	17:45		18:38	20:35	21:25	21:47
28	08:07	08:57 (1746)	07:06		05:59	05:47	04:56	04:46
	16:46	11 09:08 (1746)	17:47		18:40	20:36	21:26	21:47
29	08:05	08:59 (1746)			06:56	05:45	04:55	04:46
	16:48	7 09:06 (1746)			19:42	20:38	21:27	21:47
30	08:04				06:54	05:42	04:54	04:47
	16:50				19:44	20:40	21:29	21:46
31	08:02				06:51		04:53	
	16:52				19:45		21:30	
Sonnenscheinstunden	251		274		367	419	493	508
astr.max.mögl.Beschattung		688		257				

**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)

<b>Projekt:</b> <b>Kladrum</b>	<b>Beschreibung:</b> Da bei beiden Berechnungsvarianten (BV1 und BV2) die gesamte Vorbelastung der reduzierten Vorbelastung entspricht, ist die Gesamtbelastung für beide Berechnungsvarianten identisch.	<b>Lizenzierter Anwender:</b> <b>Ingenieurbüro Kuntzsch GmbH</b> Moritzburger Weg 67 DE-01109 Dresden +49 351-885-071
		<b>Berechnet:</b> 11.05.2021 14:11/3.3.261

**SHADOW - Kalender**  
**Berechnung:** Gesamtbelastung **Schattenrezeptor:** G - Kladrum, Bäckerstr. 7

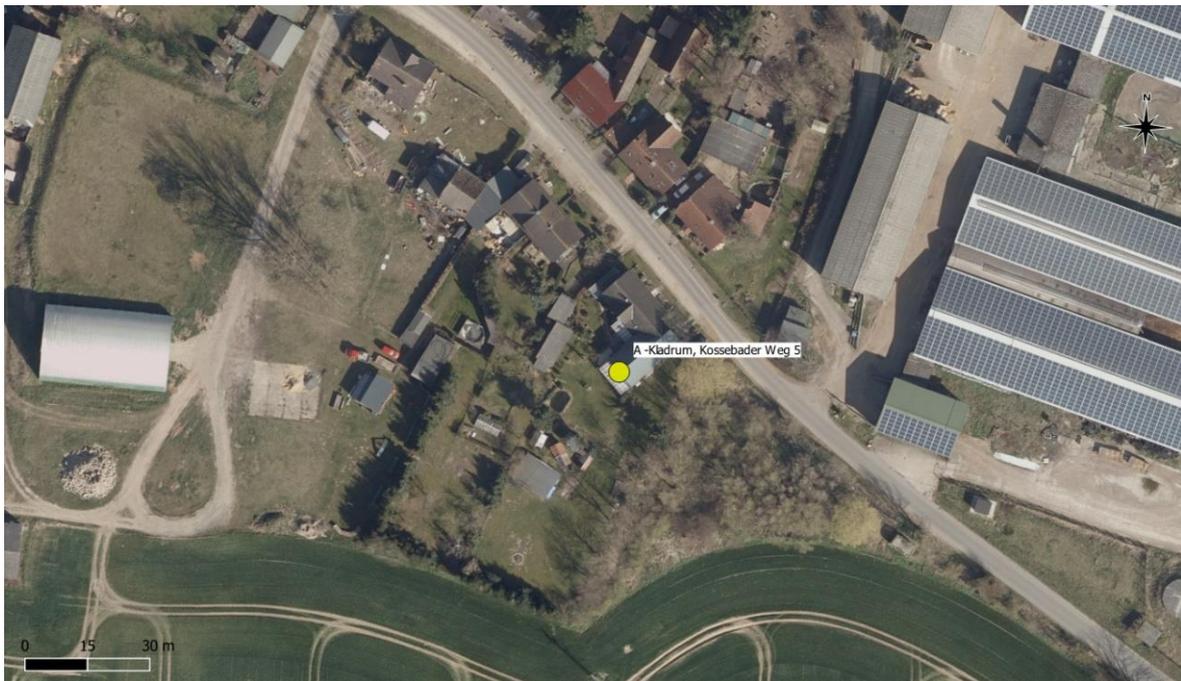
**Voraussetzungen für Berechnung des Schattenwurfs**  
 Die dargestellten Zeiten sind die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, berechnet unter folgenden Annahmen:  
 Die Sonne scheint täglich von Sonnenauf- bis -untergang  
 Die Rotorfläche steht immer senkrecht zur Sonneneinstrahlung  
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

	July	August	September	Oktober	November	Dezember
1	04:48	05:27	06:21	07:13	07:11	07:46 (1745) 08:05 09:07 (WEA 4)
	21:46	21:11	20:05	18:52	16:42	27 08:13 (WEA 11) 15:59 24 09:31 (WEA 4)
2	04:48	05:29	06:22	07:15	07:13	07:45 (1745) 08:07 09:06 (WEA 4)
	21:46	21:09	20:03	18:50	16:40	28 08:13 (WEA 11) 15:58 24 09:30 (WEA 4)
3	04:49	05:30	06:24	07:17	07:15	07:45 (1745) 08:08 09:07 (WEA 4)
	21:45	21:08	20:01	18:47	16:38	28 08:13 (WEA 11) 15:57 24 09:31 (WEA 4)
4	04:50	05:32	06:26	07:19	07:17	07:46 (1745) 08:10 09:07 (WEA 4)
	21:45	21:06	19:58	18:45	16:36	26 08:12 (WEA 11) 15:56 24 09:31 (WEA 4)
5	04:51	05:34	06:28	07:20	07:19	07:48 (1745) 08:11 09:07 (WEA 4)
	21:44	21:04	19:56	18:43	16:35	24 08:12 (WEA 11) 15:56 25 09:32 (WEA 4)
6	04:52	05:35	06:29	07:22	07:21	07:51 (1745) 08:13 09:07 (WEA 4)
	21:44	21:02	19:53	18:40	16:33	21 08:12 (WEA 11) 15:55 25 09:32 (WEA 4)
7	04:53	05:37	06:31	07:24	07:22	07:53 (1745) 08:14 09:08 (WEA 4)
	21:43	21:00	19:51	18:38	16:31	16 08:11 (WEA 11) 15:55 25 09:33 (WEA 4)
8	04:54	05:39	06:33	07:26	07:24	08:00 (WEA 11) 08:15 09:09 (WEA 4)
	21:42	20:58	19:49	18:35	16:29	9 08:09 (WEA 11) 15:54 24 09:33 (WEA 4)
9	04:55	05:41	06:35	07:28	07:26	08:04 (WEA 11) 08:16 09:09 (WEA 4)
	21:42	20:56	19:46	18:33	16:27	1 08:05 (WEA 11) 15:54 24 09:33 (WEA 4)
10	04:56	05:42	06:36	07:30	07:28	08:18 09:10 (WEA 4)
	21:41	20:54	19:44	18:31	16:26	15:54 24 09:34 (WEA 4)
11	04:57	05:44	06:38	07:31	07:30	08:19 09:10 (WEA 4)
	21:40	20:52	19:41	18:28	16:24	15:54 24 09:34 (WEA 4)
12	04:58	05:46	06:40	07:33	07:32	08:20 09:11 (WEA 4)
	21:39	20:50	19:39	18:26	16:22	15:53 24 09:35 (WEA 4)
13	04:59	05:47	06:42	07:35	07:34	08:31 (1746) 08:21 09:11 (WEA 4)
	21:38	20:48	19:36	18:24	16:21	7 08:38 (1746) 15:53 24 09:35 (WEA 4)
14	05:00	05:49	06:43	07:37	07:36	08:29 (1746) 08:22 09:12 (WEA 4)
	21:37	20:46	19:34	18:21	16:19	11 08:40 (1746) 15:53 23 09:35 (WEA 4)
15	05:02	05:51	06:45	07:39	07:38	08:28 (1746) 08:23 09:12 (WEA 4)
	21:36	20:44	19:31	18:19	16:17	13 08:41 (1746) 15:53 24 09:36 (WEA 4)
16	05:03	05:53	06:47	07:41	07:39	08:28 (1746) 08:24 09:13 (WEA 4)
	21:35	20:42	19:29	18:17	16:16	14 08:42 (1746) 15:53 23 09:36 (WEA 4)
17	05:04	05:54	06:49	07:42	07:41	08:27 (1746) 08:25 09:13 (WEA 4)
	21:34	20:40	19:27	18:14	16:14	16 08:43 (1746) 15:54 28 10:16 (1757)
18	05:06	05:56	06:50	07:44	07:43	08:27 (1746) 08:25 09:14 (WEA 4)
	21:32	20:37	19:24	18:12	16:13	16 08:43 (1746) 15:54 29 10:18 (1757)
19	05:07	05:58	06:52	07:46	07:45	08:27 (1746) 08:26 09:14 (WEA 4)
	21:31	20:35	19:22	18:10	16:12	17 08:44 (1746) 15:54 29 10:18 (1757)
20	05:08	06:00	06:54	07:48	07:47	08:28 (1746) 08:27 09:15 (WEA 4)
	21:30	20:33	19:19	18:08	16:10	23 09:18 (WEA 4) 15:54 30 10:19 (1757)
21	05:10	06:01	06:56	07:50	07:49	08:28 (1746) 08:27 09:15 (WEA 4)
	21:29	20:31	19:17	18:05	16:09	27 09:20 (WEA 4) 15:55 30 10:19 (1757)
22	05:11	06:03	06:57	07:52	07:50	08:28 (1746) 08:28 09:16 (WEA 4)
	21:27	20:29	19:14	18:03	16:08	30 09:22 (WEA 4) 15:55 30 10:20 (1757)
23	05:13	06:05	06:59	07:54	07:52	08:29 (1746) 08:28 09:16 (WEA 4)
	21:26	20:26	19:12	18:01	16:07	32 09:24 (WEA 4) 15:56 30 10:20 (1757)
24	05:14	06:07	07:01	07:56	07:54	08:30 (1746) 08:29 09:17 (WEA 4)
	21:24	20:24	19:09	17:59	16:05	33 09:25 (WEA 4) 15:56 30 10:21 (1757)
25	05:16	06:08	07:03	06:57	07:56	08:31 (1746) 08:29 09:17 (WEA 4)
	21:23	20:22	19:07	16:57	16:04	33 09:26 (WEA 4) 15:57 29 10:21 (1757)
26	05:17	06:10	07:04	06:59	07:57	08:32 (1746) 08:29 09:17 (WEA 4)
	21:21	20:19	19:04	16:55	16:03	33 09:27 (WEA 4) 15:58 27 10:20 (1757)
27	05:19	06:12	07:06	07:01	07:59	08:33 (1746) 08:30 09:18 (WEA 4)
	21:20	20:17	19:02	16:53	16:02	33 09:28 (WEA 4) 15:58 26 10:20 (1757)
28	05:21	06:14	07:08	07:03	07:58 (WEA 11)	08:01 08:34 (1746) 08:30 09:18 (WEA 4)
	21:18	20:15	19:00	16:50	13 08:11 (WEA 11)	16:01 31 09:28 (WEA 4) 15:59 23 09:41 (WEA 4)
29	05:22	06:15	07:10	07:05	07:57 (WEA 11)	08:02 08:36 (1746) 08:30 09:18 (WEA 4)
	21:16	20:12	18:57	16:48	15 08:12 (WEA 11)	16:00 28 09:29 (WEA 4) 16:00 24 09:42 (WEA 4)
30	05:24	06:17	07:12	07:07	07:56 (WEA 11)	08:04 09:06 (WEA 4) 08:30 09:19 (WEA 4)
	21:15	20:10	18:55	16:46	16 08:12 (WEA 11)	15:59 24 09:30 (WEA 4) 16:01 24 09:43 (WEA 4)
31	05:25	06:19	07:14	07:09	07:47 (1745)	08:30 09:19 (WEA 4)
	21:13	20:08	18:52	16:44	26 08:13 (WEA 11)	16:02 24 09:43 (WEA 4)
Sonnenscheinstunden	511	459	382	329	260	235
astr.max.mögl.Beschattung				79	601	798

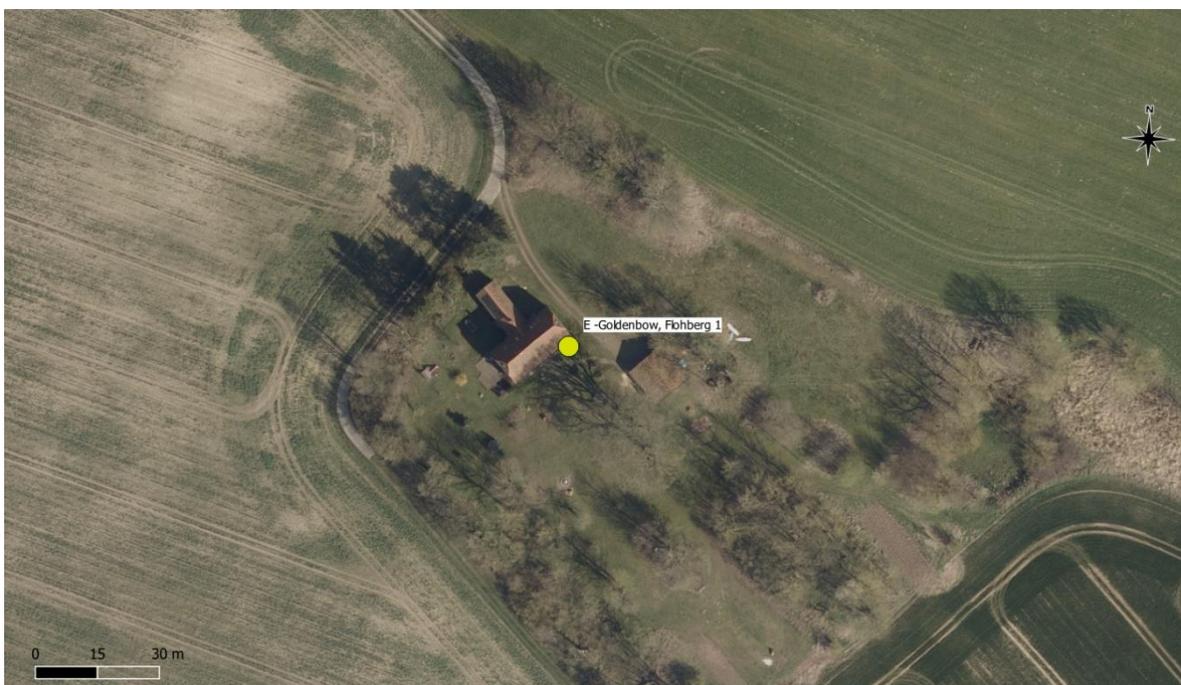
**Tabellen-Layout: Die Daten für jeden Tag sind in folgender Matrix wiedergegeben (Sommerzeit wie Bezugsjahr):**

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

## 8.7 Darstellung der Lage der betrachteten Immissionsorte



Luftbild mit Darstellung von Gebäude und Adresse des Immissionsortes A



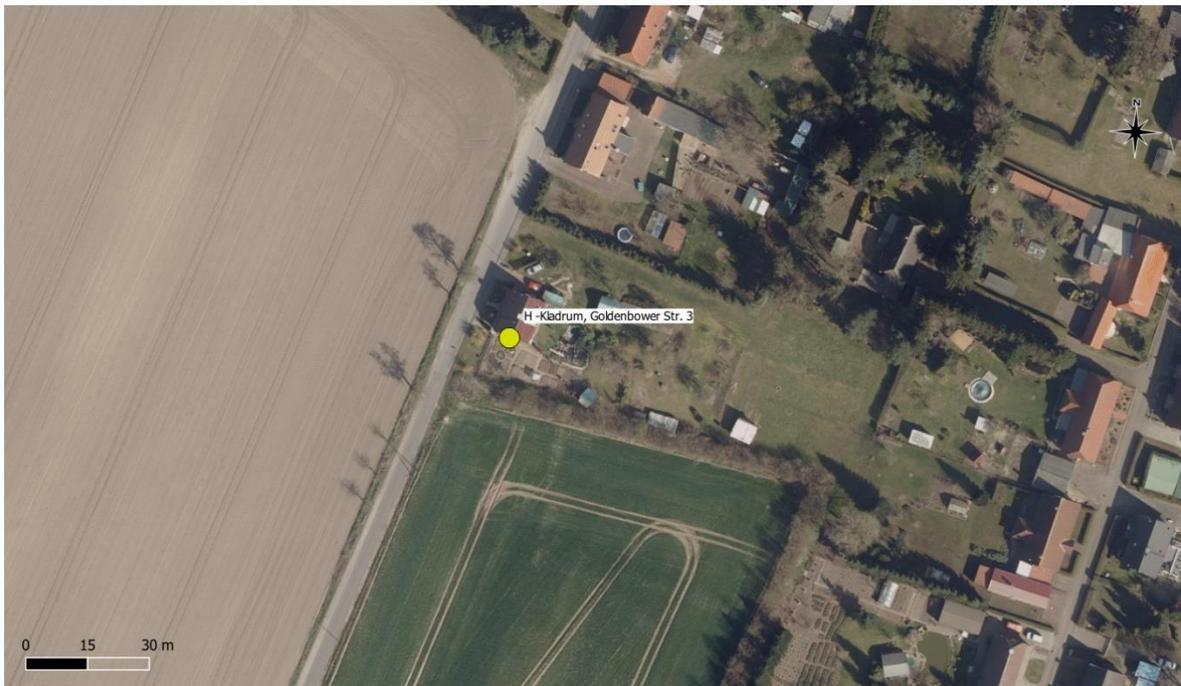
Luftbild mit Darstellung von Gebäude und Adresse des Immissionsortes E



Luftbild mit Darstellung von Gebäude und Adresse des Immissionsortes F



Luftbild mit Darstellung von Gebäude und Adresse des Immissionsortes G



Luftbild mit Darstellung von Gebäude und Adresse des Immissionsortes H



Luftbild mit Darstellung von Gebäude und Adresse des Immissionsortes I



Luftbild mit Darstellung von Gebäude und Adresse des Immissionsortes J